



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

RED BÁSICA DE MACRÓFITOS EN LA CUENCA DEL EBRO

INFORME FINAL: RESULTADOS VERANO 2009



Autores: Jaume Cambra-Sánchez¹, Núria Flor-Arnau¹, Eulalia Velasco¹ y Cristiana Vieira²

¹Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

²Departamento de Biologia. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto.



UNIVERSITAT DE BARCELONA



U. PORTO

Resumen

1.- Se ha realizado una campaña de recolección de muestras de macrófitos en la cuenca del Ebro durante el mes de agosto y principios del mes de septiembre de 2009.

2.- El muestreo de macrófitos se ha efectuado siguiendo los protocolos y las normas europeas establecidas. En total se muestrearon **251 puntos**.

3.- Se han identificado un total de **180 taxones** de macrófitos, en su mayor parte a nivel específico.

4.- Los resultados finales de macrófitos indican que un **23,5%** de puntos de muestreo presentaban una clase de calidad Muy Buena o Buena en base al índice IBMR.

5.- Los datos obtenidos vienen a constatar que los índices de macrófitos todavía no funcionan correctamente, atendiendo a las desviaciones observadas entre ellos y a las irregularidades observadas en las puntuaciones de algunas localidades, siendo el IBMR el índice que correlaciona mejor con los parámetros físico-químicos, hidromorfológicos e impactos.

6.- Los tipos fluviales que han presentado un mejor estado ecológico han sido *Ríos de montaña mediterránea calcárea*, *Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea*, *Ríos de montaña húmeda calcárea* y *Ríos de alta montaña*, mientras que los que peor clases de calidad han dado tenemos los *Grandes ejes en ambiente mediterráneo* y *Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados*.

7.- Se ha realizado un análisis exhaustivo de los principales índices de macrófitos y como se ha comentado en el punto 5, se necesitan bases de

datos más extensas y más sólidas para que estos índices tengan un funcionamiento mejor. También cabe la posibilidad de crear un índice de macrófitos para la cuenca del Ebro.

Índice

1. Introducción: La DMA y los macrófitos	9-10
2. Los macrófitos como un indicador de calidad biológico	10
3. La importancia de macrófitos en los ríos	10-12
4. Utilización de macrófitos y estado ecológico	12
5. Objetivo	13
6. Metodología	
6.1. Época de muestreo y estaciones estudiadas	13-20
6.2. Datos del punto de muestreo	
6.2.1. Longitud, anchura y profundidad del punto de muestreo	21
6.2.2. Grado de iluminación	21
6.2.3. Corriente y transparencia del agua	22
6.2.4. Impactos	22-23
6.3. Obtención de datos de macrófitos	
6.3.1. Inventarios: Criterio "Comunidad madura"	24-25
6.3.2. Cálculo del recubrimiento (Cobertura)	25
6.3.3. Herbario	25
6.4. La evaluación de la calidad del agua	25-27
6.4.1. IVAM-CLM e IVAM-FBL	27-29
6.4.2. IBMR	29-30
6.4.3. IMF	31-32
7. Resultados	
7.1. La flora	33-35
7.2. Índices de macrófitos en la cuenca del Ebro	36-46
7.2.1. IVAM-CLM	46-47
7.2.2. IVAM-FBL	47
7.2.3. IMF	48
7.2.4. IBMR	48-49
7.3. Las clases de calidad en la cuenca del Ebro	50-51
7.4. Índices de macrófitos vs. Tipos fluviales	52-53
7.4.1. Tipos 127 y 126	53-54
7.4.2. Tipo 117	54-55
7.4.3. Tipo 116	55
7.4.4. Tipo 115	56-57
7.4.5. Tipo 112	57-58
7.4.6. Tipo 111	58-59
7.4.7. Tipo 109	59-60
7.5. Funcionamiento de los índices de macrófitos	61-62
7.5.1. Correlación (Coeficiente de Spearman)	62-66

7.5.2. Los <i>scores</i> de los índices	66-68
7.6. Recubrimiento de macrófitos <i>vs.</i> Índices	69-71
7.7. Los índices de macrófitos y el gradiente altitudinal	71-74
7.8. Los EQR y el funcionamiento de los índices	75-93
7.9. El gradiente estresor	93-100
7.9.1. El gradiente estresor <i>vs.</i> Tipos fluviales	101-103
7.9.2. Gradiente estresor <i>vs.</i> Índices	103-109
7.9.3. Gradiente estresor <i>vs.</i> Especies	110-112
8. Conclusiones	113-115
9. Discusión	116-119
10. Bibliografía	120-125

Anexo 1

Anexo 2

Anexo 3

Anexos

1) Anexo 1.

Tablas con los datos de macrófitos (Excel).

2) Anexo 2.

Mapas de la localización de los puntos estudiados de macrófitos (PDF).

3) Anexo 3.

Mapas de las clases de calidad obtenidos con los índices IBMR, IMF, IVAM-FBL, IVAM-CLM (PDF).

1. Introducción: La DMA y los macrófitos

Este trabajo se enmarca dentro del acuerdo de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y la Universidad de Barcelona (UB) en aplicación de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE (DMA). La puesta en marcha de esta Directiva en toda Europa, ha supuesto un cambio notable en la forma de evaluar el estado ecológico de nuestras aguas continentales, sobre todo al incluir indicadores biológicos. En cada demarcación hidrográfica se han diferenciado los denominados "tipos fluviales" de masas de agua, a partir de los datos físico-químicos, hidromorfológicos y usos del territorio. Para cada tipo fluvial hay que tipificar unas "Condiciones de referencia (CR)" y calcular el estado ecológico de las masas de agua, clasificándolas en base a la medición cuantitativa de su desviación con respecto a las "Condiciones de referencia/tipo". Los elementos biológicos requeridos para la clasificación del estado ecológico en ríos y lagos incluyen el estudio de la composición y abundancia de la flora acuática, que incluye a macrófitos y fitobentos (diatomeas). Esta definición nos da un concepto claro de lo que significa lo que se denomina "*High ecological status*". No obstante, en la propia DMA no está muy especificado el valor que se tiene que asignar a los aspectos ecológicos de "estructura y función", limitándose a medir las desviaciones en "la composición y abundancia de la flora acuática". Esta desviación del "*High status*" será dependiente del peso que se de a los diferentes aspectos de la "estructura y función" y del método de evaluación que se seleccione, generalmente métricas o índices.

La evaluación biológica implícita en la DMA es determinar la calidad ecológica en sentido amplio y no solamente evaluar el estado trófico del agua. En base a este razonamiento, se debe seleccionar la métrica o método que mejor refleje este análisis ecológico, que a su vez sea validado, estable y justificado.

En éste informe se describe la metodología y la evaluación del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Ebro a partir de las comunidades de macrófitos y se analiza, desde diferentes perspectivas, si las métricas son adecuadas y están en consonancia con el objetivo fijado por la DMA, reflejado en el texto anterior.

2. Los macrófitos como un indicador de calidad biológico

Los macrófitos forman parte de los indicadores de calidad biológicos definidos por la DMA. La diferencia entre fitobentos y macrófitos es un tanto ambigua, ya que entre los macrófitos también se incluyen las macroalgas. Actualmente el término fitobentos se utiliza para las diatomeas (esencialmente epilíticas), aunque terminológicamente se trata de un término más amplio, que engloba todos los organismos vegetales que viven relacionados con el bentos. Sería más correcto hablar de fitobentos microscópico (diatomeas) y fitobentos macroscópico (macrófitos). De momento, las herramientas para clasificar las aguas continentales sobre la base de los macrófitos y diatomeas se han desarrollado por separado. Sin embargo, en el futuro será necesario resolver las diferencias en clasificaciones basadas en estos dos sub-elementos del fitobentos y crear algún método consistente para combinarlas. Para los propósitos actuales, en Europa se siguen los protocolos estandarizados CEN (2003), donde se define a los macrófitos como plantas acuáticas de tamaño grande, visibles a simple vista, esto incluye a todas las plantas vasculares, briófitos, algas macroscópicas y diatomeas que constituyan formaciones observables a simple vista.

3. La importancia de macrófitos en los ríos

En general, los macrófitos parecen tener un papel más esencial en la ecología de lagos (especialmente los lagos someros), que en la de los ríos. Por ejemplo, influyen en el sustrato, en la química de agua, ya que su actividad incide en la liberación de oxígeno o en la movilización de los nutrientes del sustrato. Asimismo estabilizan los sedimentos, afectan a

los ciclos biogeoquímicos, forman parte de los productores primarios, constituyen un sustrato para las algas del perifiton y sus herbívoros, a la vez que son fuente de comida y refugio para peces y aves acuáticas (Jeppesen et al., 1997).

Por el contrario, muchos de los papeles estructurales y funcionales atribuibles a macrófitos en lagos adquieren menor peso específico en los ríos (Sand-Jensen et al., 1989), particularmente en los riachuelos de zonas montañosas, donde la producción alóctona tiene más peso en el ecosistema fluvial. No obstante, en los tramos bajos y caudalosos los macrófitos ejercen una influencia importante sobre la eficiencia y la diferencia espacial del transporte del agua y sedimento (Dawson & Charlton, 1988), así como en la regulación de los flujos de nutrientes (Kleeberg et al., 2007). En estos aspectos constituyen un elemento clave a nivel hidromorfológico, ya que amortiguan la elevada circulación de agua y también moderan los niveles tróficos. Asimismo, contribuyen de forma importante a la producción primaria del río, constituyen un sustrato-hábitat físico para muchos macroinvertebrados y peces, así como también regulan procesos geomorfológicos básicos. Por consiguiente, la aportación adicional al estado ecológico de los ríos sería incompleta sin la inclusión de los macrófitos.

Los macrófitos de ríos se encuentran fuertemente influenciados por la velocidad de la corriente de agua, así como por las condiciones hidromorfológicas y el tipo de sustrato. El régimen hidrológico afecta su crecimiento, a la vez que, los propios macrófitos, también pueden modificar la morfología del río, especialmente cuando acumulan material particulado en las orillas. Por otra parte, la disponibilidad de luz también juega un papel importante en el modelo de distribución de las especies a lo largo del río. Así, la turbidez, o las zonas más profundas en grandes ríos pueden limitar el desarrollo de las especies.

Por lo que se refiere a las acciones antropogénicas destaca el aumento de nutrientes (eutrofización) y otras sustancias contaminantes (metales pesados, materia orgánica, residuos orgánicos, etc.).

A nivel biótico hay que remarcar que los propios macrófitos compiten entre ellos por el espacio y la luz. Periódicamente emiten diásporas que pueden crecer rápidamente si las condiciones ecológicas les son favorables, especialmente los grupos de algas y angiospermas.

4. Utilización de macrófitos y estado ecológico

El interés por el estudio de los macrófitos es un tema en el que se lleva trabajando desde hace años, especialmente en sistemas lacustres. No obstante, a nivel de ríos, aunque existen datos, en España estamos lejos todavía de tener un nivel aceptable de conocimiento, tanto a nivel florístico-estructural, como más funcional-ecológico. Existe una gran escasez de inventarios completos, que incluyan algas-briófitos-cormófitos, en que se cuantifiquen también las poblaciones.

Existen diversas ventajas en el uso de los macrófitos como bioindicadores, como por ejemplo su hábito fijo, por lo que son buenos indicadores de los cambios o condiciones ecológicas que se dan en un punto, integrando a su vez períodos de tiempo largos (diversos años). En este caso se encuentran las especies perennes como los briófitos. Además los macrófitos se encuentran muy difundidos, hay buenas monografías para identificar la mayor parte de las especies y, por lo tanto, son fáciles de determinar.

5. Objetivo

Nuestro objetivo principal es el de estudiar la aplicabilidad de métricas (a través del cálculo de índices) obtenidas a partir de la composición y abundancia de las especies de macrófitos en la cuenca del Ebro. En definitiva, estudiar la aplicabilidad y funcionamiento de los índices de macrófitos.

6. Metodología

6.1. Época de muestreo y estaciones estudiadas

Para el estudio de los macrófitos se han escogido **251** puntos de muestreo (Tabla 1, Figura 1), situados a lo largo de toda la cuenca del Ebro, que incluyen todos los tipos fluviales (ecorregiones). El muestreo se ha efectuado en agosto y septiembre del año 2009.

Tabla 1. Relación de los puntos de la cuenca del Ebro en los que se han realizado inventarios de macrófitos (2009).

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E1	EBRO EN MIRANDA DE EBRO	13/08/2009
E5	ARAGÓN EN CAPARROSO	20/08/2009
E9	JALÓN EN HUÉRMEDA	25/08/2009
E10	JILOCA EN DAROCA	26/08/2009
E13	ÉSERA EN GRAUS	30/08/2009
E14	MARTÍN EN HIJAR	07/09/2009
E15	GUADALOPE EN DERIVACIÓN ACEQUIA VIEJA DE ALCAÑIZ	27/08/2009
E18	ARAGÓN EN JACA	23/08/2009
E22	VALIRA EN ANSERALL	04/09/2009
E25	SEGRE EN SERÒS	08/09/2009
E27	EBRO EN TORTOSA	08/09/2009
E29	EBRO EN MEQUINENZA	28/08/2009
E33	ALCANADRE EN PERALTA DE ALCOFEA	31/08/2009
E36	IREGUA EN ISLALLANA	16/08/2009
E38	NAJERILLA EN TORRENTALBO	14/08/2009
E42	JILOCA EN CALAMOCHA (aguas arriba, El poyo del Cid)	26/08/2009
E50	TIRÓN EN CUZCURRITA	15/08/2009
E65	IRATI EN LIEDENA	21/08/2009
E68	ARAQUIL EN ASIAÍN	17/08/2009

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E69	ARGA EN ETXAURI	17/08/2009
E71	EGA EN ESTELLA (aguas arriba)	18/08/2009
E74	ZADORRA EN ARCE, MIRANDA DE EBRO	13/08/2009
E85	UBAGUA EN RIEZU	18/08/2009
E87	JALÓN EN GRISÉN	06/09/2009
E90	QUEILES EN AZUD ALIMENTACIÓN EMB. DEL VAL	20/08/2009
E92	NELA EN TRESPADERNE	12/08/2009
E96	SEGRE EN BALAGUER	05/09/2009
E97	NOGUERA RIBAGORZANA EN DERIVACIÓN CANAL DE PIÑANA	05/09/2009
E101	ARAGÓN EN YESA	21/08/2009
E106	GUADALOPE EN SANTOLEA, DERIVACIÓN ACEQUIA MAYOR	28/08/2009
E118	MARTÍN EN OLIETE	07/09/2009
E123	GÁLLEGO EN ANZÁNIGO	24/08/2009
E146	NOGUERA PALLARESA EN POBLA DE SEGUR	07/09/2009
E152	ARGA EN EMB. EUGUI (aguas debajo de la presa)	19/08/2009
E159	ARGA EN HUARTE	19/08/2009
E161	EBRO EN CERECEDA	12/08/2009
E162	EBRO EN PIGNATELLI	05/09/2009
E166	JEREA EN PALAZUELOS DE CUESTA URRIA	12/08/2009
E169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	05/09/2009
E180	ZADORRA ENTRE MENDIVIL Y DURANA	17/08/2009
E184	MANUBLES EN ATECA	26/08/2009
E189	ORONCILLO EN ORÓN	13/08/2009
E197	LEZA EN RIBAFRECHA	16/08/2009
E203	HIJAR EN ESPINILLA	11/08/2009
E205	ARAGÓN EN CÁSEDA	21/08/2009
E206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	04/09/2009
E207	SEGRE EN VILANOVA DE LA BARCA	05/09/2009
E208	EBRO EN HARO	14/08/2009
E210	EBRO EN COLA EMBALSE DE FLIX	08/09/2009
E221	SUBIALDE EN MURUA	17/08/2009
E238	ARANDA EN EMB. DE MAIDEVERA	25/08/2009
E239	EGA EN ALLO (aguas arriba)	18/08/2009
E240	OJA EN CASTAÑARES	19/08/2009
E241	NAJERILLA EN ANGUIANO	16/08/2009
E243	ALHAMA EN VENTA DE BAÑOS DE FITERO	20/08/2009
E244	JILOCA EN LUCO DE JILOCA	26/08/2009
E246	GÁLLEGO EN AZUD DE CAMARERA	25/08/2009
E441	CINCA EN EMB. DEL GRADO	28/08/2009
E503	EBRO EN SAN ADRIÁN	20/08/2009

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E505	EBRO EN ALFARO	20/08/2009
E506	EBRO EN TUDELA	04/09/2009
E508	EBRO EN GALLUR	05/09/2009
E509	EBRO EN REMOLINOS	05/09/2009
E511	EBRO EN BENIFALLET	08/09/2009
E512	EBRO EN XERTA	08/09/2009
E513	NELA EN CIGÜENZA	12/08/2009
E514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	12/08/2009
E516	OROPESA EN PRADOLUENGO	15/08/2009
E517	OJA EN EZCARAY	15/08/2009
E519	ZADORRA EN EMB. ULLIVARRI	17/08/2009
E520	ADRÍN Y URQUIOLA EN EMB. ALBINA	17/08/2009
E523	NAJERILLA EN NÁJERA	15/08/2009
E524	CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA COGOLLA	16/08/2009
E525	INGLARES EN BERGANZO	14/08/2009
E529	ARAGÓN EN CASTIELLO DE JACA	23/08/2009
E530	ARAGÓN EN MILAGRO	20/08/2009
E531	IRATI EN AOIZ	19/08/2009
E532	MAIRAGA EN EMB. MAIRAGA	18/08/2009
E535	ALHAMA EN AGUILAR	20/08/2009
E537	ARBA DE BIEL EN LUNA	24/08/2009
E539	AURIN EN ISÍN	23/08/2009
E540	FONTOBAL EN AYERBE	24/08/2009
E546	SANTA ANNA EN SORT	07/09/2009
E547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	05/09/2009
E550	GUATIZALEMA EN EMB. DE VADIELLO	31/08/2009
E558	GUADALOPE EN CALANDA	27/08/2009
E561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	24/08/2009
E567	JALÓN EN URREA	06/09/2009
E570	HUERVA EN MUEL	06/09/2009
E572	EGA EN ARINZANO	18/08/2009
E580	EBRO EN CABAÑAS DE EBRO	05/09/2009
E585	MANUBLES EN MORÓS	26/08/2009
E587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	09/09/2009
E592	EBRO EN PINA DE EBRO	04/09/2009
E595	EBRO EN SAN VICENTE DE LA SONSIERRA	14/08/2009
E596	HUERVA EN MARIA DE HUERVA	06/09/2009
E600	BERGANTES EN FORCALL	08/09/2009
E605	EBRO EN AMPOSTA	08/09/2009
E612	HUERVA EN VILLANUEVA DE HUERVA	06/09/2009
E616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	28/08/2009

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E623	ALGAS EN MAS DE BAÑETES	09/09/2009
E625	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALFARRÁS	05/09/2009
E638	SON EN ESTERRI D'ANEU	07/09/2009
E701	OMECILLO EN ESPEJO	13/08/2009
E702	ESCÁ EN SIGÜÉS	22/08/2009
E704	GÁLLEGO EN ARDISA	24/08/2009
E705	GARONA EN ES BORDES	06/09/2009
E706	MATARRAÑA EN VALDERROBRES	09/09/2009
E802	CINCA EN PUENTE DE LAS PILAS, ESTADA-ESTADILLA	28/08/2009
E804	ARAGÓN SUBORDAN EN LA PEÑETA, POZA DE RELUCHERO (HECHO)	22/08/2009
E808	GÁLLEGO EN SANTA EULALIA	24/08/2009
E810	SEGRE EN CAMARASA	05/09/2009
E817	ARAGÓN EN CARCASTILLO	21/08/2009
E1004	NELA EN PUENTEDEY	12/08/2009
E1006	TRUEBA EN EL VADO	12/08/2009
E1028	ZADORRA EN LA PUEBLA DE ARGANZÓN	14/08/2009
E1039	EGA EN LAGRAN	14/08/2009
E1042	EGA EN ESTELLA (aguas abajo)	18/08/2009
E1043	EGA EN LERÍN	18/08/2009
E1044	EGA EN SAN ADRIÁN	20/08/2009
E1045	ARAGÓN EN CANDANCHÚ, PUENTE DE SANTA CRISTINA	23/08/2009
E1047	ARAGÓN EN PUENTELARREINA DE JACA	22/08/2009
E1056	VERAL EN BINIÉS	22/08/2009
E1062	IRATI EN OROZ-BETELU	19/08/2009
E1064	IRATI EN LUMBIER	19/08/2009
E1070	SALAZAR EN ASPURZ	21/08/2009
E1072	ARGA EN QUINTO REAL	19/08/2009
E1073	ARGA EN ZUBIRI	19/08/2009
E1077	ARGA EN BERBINZANA	18/08/2009
E1081	ARAKIL EN ERROTZ	17/08/2009
E1085	ARBA DE LUESIA EN PUENTE DE RIVAS	24/08/2009
E1087	GÁLLEGO EN FORMIGAL	23/08/2009
E1088	GÁLLEGO EN BIESCAS	23/08/2009
E1092	GÁLLEGO EN MURILLO DE GÁLLEGO	24/08/2009
E1096	SEGRE EN LLIVIA	04/09/2009
E1105	NOGUERA PALLARESA EN ISIL	07/09/2009
E1106	NOGUERA PALLARESA EN LLAVORSÍ	07/09/2009
E1110	FLAMICELL EN POBLETA DE BELLVEHI	07/09/2009
E1113	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT DE SUERT (Estación de Aforo 137)	06/09/2009
E1114	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	06/09/2009

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E1121	CINCA EN LASPUÑA	29/08/2009
E1122	CINCA EN AÍNSA	29/08/2009
E1124	CINCA EN MONZÓN	28/08/2009
E1125	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	28/08/2009
E1127	CINQUETA EN PLAN	29/08/2009
E1128	VELLÓS EN AGUAS ABAJO DEL NACIMIENTO	29/08/2009
E1131	ARA EN FISCAL (Estación de Aforo 195)	29/08/2009
E1133	ÉSERA EN CASTEJÓN DE SOS	30/08/2009
E1134	ÉSERA EN CARRETERA AÍNSA - CAMPO	30/08/2009
E1135	ÉSERA EN PERARRUA	30/08/2009
E1137	ISÁBENA EN LASPAÚLES	06/08/2009
E1139	ISÁBENA EN CAPELLA (Estación de Aforo)	30/08/2009
E1141	ALCANADRE EN PUENTE A LAS CELLAS	30/08/2009
E1143	ALCANADRE EN SARIÑENA	31/08/2009
E1149	EBRO EN REINOSA	11/08/2009
E1150	EBRO EN ALDEA DE EBRO	11/08/2009
E1164	EBRO EN ALAGÓN	05/09/2009
E1167	EBRO EN MORA DE EBRO	08/09/2009
E1169	OCA EN VILLALMONDAR	15/08/2009
E1171	OCA EN CORNUDILLA	13/08/2009
E1173	TIRÓN EN FRESNEDA DE LA SIERRA (aguas arriba)	15/08/2009
E1175	TIRÓN EN CEREZO DEL RÍO TIRÓN	15/08/2009
E1177	TIRÓN EN HARO	14/08/2009
E1178	NAJERILLA EN VILLAVELAYO (aguas arriba)	16/08/2009
E1183	IREGUA EN PTE. VILLOSLADA DE CAMEROS	16/08/2009
E1219	HUERVA EN CERVERUELA	06/09/2009
E1228	MARTÍN EN MARTÍN DEL RÍO MARTÍN	26/08/2009
E1229	MARTÍN EN ALCAINE (Estación de Aforo 127)	26/08/2009
E1230	MARTÍN EN BAÑOS DE ARIÑO	07/09/2009
E1234	GUADALOPE EN ALIAGA	27/08/2009
E1239	GUADALOPE EN CASPE (Estación de Aforo)	27/08/2009
E1240	MATARRAÑA EN BECEITE, PARRIZAL	09/09/2009
E1242	MATARRAÑA EN TORRE DEL COMPTE	09/09/2009
E1249	HUECHA EN MAGALLÓN	05/09/2009
E1250	QUEILES EN VOZMEDIANO	20/08/2009
E1253	GUADALOPE EN LADRUÑÁN	27/08/2009
E1254	GUADALOPILLO EN ALCORISA	27/08/2009
E1260	JALÓN EN BUBIERCA	26/08/2009
E1265	MESA EN IBDES	25/08/2009
E1270	ÉSERA EN PLAN DE L'HOSPITAL DE BENASQUE	30/08/2009
E1277	ARBA DE RIGUEL EN SÁDABA	24/08/2009

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E1280	ARBA DE BIEL EN ERLA	24/08/2009
E1285	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	30/08/2009
E1294	NOGUERA DE CARDÓS EN LLADORRE	07/09/2009
E1295	EBRO EN BURGO DE EBRO	04/09/2009
E1298	GARONA EN ARTIES	06/09/2009
E1299	GARONA EN BOSSOST	06/09/2009
E1308	ZIDACOS EN OLITE	18/08/2009
E1315	ULZAMA EN OLAVE	19/08/2009
E1317	LARRAUN EN URRITZA	17/08/2009
E1341	RUDRÓN EN VALDELAJEJA	13/08/2009
E1350	HUECHA EN MALLÉN	05/09/2009
E1355	HENAR EN EMBID DE ARIZA (Estación de Aforo 57)	20/08/2009
E1357	JALÓN EN JUBERA (Estación de Aforo 58)	25/08/2009
E1366	ESCURIZA EN GARGALLO	27/08/2009
E1368	ESCURRIZA EN ARIÑO	07/09/2009
E1380	BERGANTES EN MARE DE DEU DE LA BALMA	08/09/2009
E1387	URBIÓN EN SANTA CRUZ DEL VALLE	15/08/2009
E1393	ERRO EN SOROGAÍN	19/08/2009
E1396	TREMA EN TORME	12/08/2009
E1398	GUATIZALEMA EN NOCITO	23/08/2009
E1400	ISUELA EN CÁLCENA	25/08/2009
E1403	ARANDA EN ARANDA DE MONCAYO	25/08/2009
E1404	ARANDA EN BREA DE ARAGÓN	25/08/2009
E1408	JALÓN EN CETINA	26/08/2009
E1413	EGA II EN ANTOÑANZA	14/08/2009
E1418	BARROSA EN FRONTERA FRANCIA	29/08/2009
E1419	VALLFERRERA EN ALINS	07/09/2009
E1421	NOGUERA DE TOR EN LLESP	06/09/2009
E1424	ARAGÓN EN SANGÜESA	21/08/2009
E1425	ARBA DE RIGUEL EN UNCASTILLO	24/08/2009
E1428	GUADALOPE EN FONTANALES DE CALANDA	27/08/2009
E1430	CÁRDENAS EN CÁRDENAS	15/08/2009
E1446	IRATI EN COLA EMBALSE IRABIA	22/08/2009
E1448	VERAL EN ZURIZA	22/08/2009
E1450	URROBI EN E.A AGUAS ABAJO CAMPING ESPINAL	19/08/2009
E1461	GUADALOPE EN PUENTE A TORREVELILLA	27/08/2009
E1464	ALGAS EN MAELLA, BATEA	09/09/2009
E1476	ÉSERA EN DESEMBOCADURA	30/08/2009
E1478	SEGRE EN AGUAS ARRIBA EMBALSE DE RIALB	04/09/2009
E1485	GÁLLEGO EN CENTRAL DE JAVIERRELATRE	24/08/2009
E1508	CINCA EN POMAR	28/08/2009

CEMAS	Toponimia de la localidad	Fecha muestreo
E1512	CINCA EN VELILLA DE CINCA (ZAIDÍN)	28/08/2009
E1520	ARAKIL EN IRAÑETA	17/08/2009
E1521	ARGA EN BELASCOAIN	18/08/2009
E2001	URBIÓN EN VINIEGRA DE ABAJO	16/08/2009
E2002	MAYOR EN VILLOSLADA DE CAMEROS (aguas abajo)	16/08/2009
E2003	RUDRÓN EN TABLADA DE RUDRÓN	13/08/2009
E2005	ISUALA EN ALBERUELA DE LA LIENA	31/08/2009
E2006	ISUALA EN LAS BELLOSTAS	29/08/2009
E2007	ALCANADRE EN CASBAS	31/08/2009
E2008	RIBERA SALADA EN ALTÉS	04/09/2009
E2009	MATARRAÑA EN BECEITE (aguas arriba)	09/09/2009
E2010	IRATI EN LUMBIER (aguas arriba)	21/08/2009
E2011	OMECILLO EN CORRO	13/08/2009
E2013	OSIA EN JASA	22/08/2009
E2014	GUARGA EN ORDOVÉS	23/08/2009
E2199	ESCARRA EN ESCARRILLA	23/08/2009
E2202	AIGUAMOIX EN COLA DEL EMBALSE DE AIGUAMOIX	07/09/2009
E2225	GARONA EN GESSA	06/09/2009
E2226	GUADALOPE EN AZUD DE RIMER (Emb. de Moros)	28/08/2009
E2228	NOGUERA PALLARESA EN SANT ROMÁ DE TAVÈRNOLES	07/09/2009
E2229	NOGUERA RIBAGORZANA EN CASTISSENT	06/09/2009
E2231	SEGRE EN ALÒS DE BALAGUER	05/09/2009
E2237	EBRO EN FONTIBRE	11/08/2009
E2241	RIALB EN BOIXOLS	08/09/2009
E2243	NOGUERA DE TOR EN BARRUERA	06/09/2009
E2245	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT D'ORRIT	06/09/2009
E2246	ALGAS EN TOLL DEL VIDRE	09/09/2009
E2247	NOGUERA RIBAGORZANA EN VILALLER	06/09/2009
Andill	CANALETA EN MAS D'ANDILL (HORTA DE SANT JOAN)	11/09/2009

Macrófitos - Puntos de muestreo

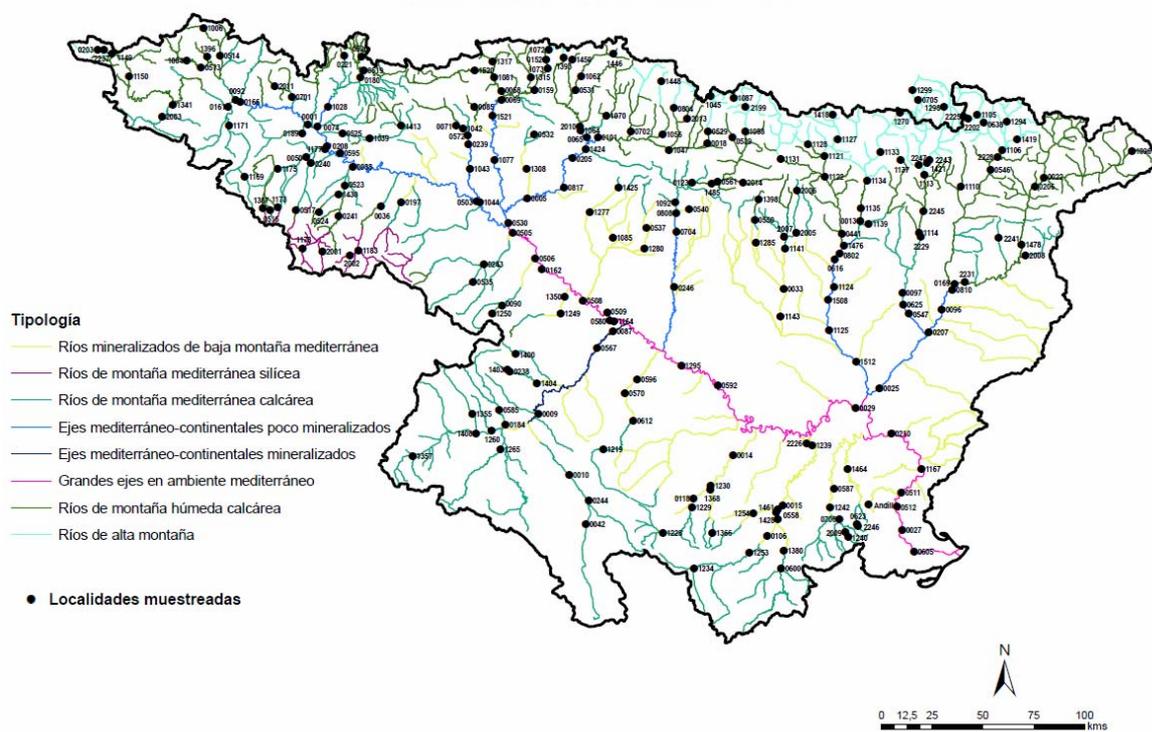


Figura 1. Localización de los 251 puntos en los que se han estudiado macrófitos (2009).

6.2. Datos del punto de muestreo

Hay que tener en cuenta una serie de parámetros ambientales en cada punto de muestreo, que consideramos importantes a la hora de interpretar tanto los datos de campo, como los resultados de laboratorio, así como las métricas.

6.2.1. Longitud, anchura y profundidad del punto de muestreo

Las normas que se están aplicando en toda Europa indican una longitud de muestreo por estación de 50 ó 100 m. La longitud en que se han basado los inventarios y el recubrimiento en la campaña 2009 ha sido de 100 m, con el objetivo de garantizar la aplicación de los métodos y recomendaciones europeas (CEN, 2003). No obstante, según las condiciones locales, a veces ha sido necesario subdividir la estación en dos tramos.

También hemos calculado la anchura aproximada en cada punto de muestreo. La estimación de la anchura es una medida simple, que puede correlacionarse *a posteriori* con el orden de drenaje u otros parámetros hidrológicos. También para cada punto hemos calculado la profundidad media aproximada. A partir de estos datos se puede calcular la *ratio* ancho/profundidad.

6.2.2. Grado de iluminación

Conocer el grado de iluminación de un punto de muestreo es importante para seleccionar bien el punto de donde se tienen que recoger las muestras o confeccionar un inventario correctamente. En el muestreo realizado hemos incluido zonas bien iluminadas (propicias para la mayor parte de algas), como sombreadas (propicias para briófitos). El grado de iluminación se ha expresado en términos ordinales de 1-4 (iluminado/sombreado) para cada punto. La sombra se puede relacionar con un lecho estrecho y encajado (gargantas, cañones, etc.) o con una vegetación de ribera importante, etc.

6.2.3. Corriente y transparencia del agua

En cada punto se ha realizado una estima cualitativa de la corriente de agua en base a una escala ordinal de 1-4 (4= Muy rápida, 3=Rápida, 2= Lenta, 1=Agua estancada). Para la transparencia también hemos aplicado una escala ordinal de 1-4 (4= Fondo visible, 3= Agua algo turbia, 2= Fondo poco visible, 1= Fondo no visible).

6.2.4. Impactos

Al finalizar el muestreo en cada punto se anotaba la presencia de diversos impactos en las inmediaciones del punto de muestreo. Los *items* que hemos registrado provienen en parte del ejercicio de intercalibración (MedGig, 2010), hemos construido una tabla, en la que para cada punto se ha valorado de 1-4 el tipo de presión a que está sometida (Tabla 24). Estas valoraciones del MedGig se han complementado con datos obtenidos sobre el terreno y también a partir de datos de la cuenca (www.chebro.es), como las áreas agrícolas, ganaderas, urbanas, presencia de pantanos, etc. Somos conscientes que probablemente faltaría ajustar más estos datos, pero creemos que pueden reflejar una tendencia con respecto si un punto está impactado o no.

Para cada punto se ha realizado una valoración subjetiva de 1-4 en referencia al tipo de presión y/o impacto, como ya se ha mencionado. Los datos se han obtenido de diversas fuentes. Por una parte las anotaciones de campo (descritas en el apartado 7), por otra parte se han obtenido datos directamente del ejercicio de intercalibración MedGig y el resto se ha generado para esta memoria a partir de datos de la propia CHE (www.chebro.es, Mapas).

En los tramos con efluentes contaminantes nos hemos basado en los datos poblacionales de 2003, categorizando los rangos ordinales de la manera siguiente en términos de litros de efluentes por habitante: 1=

1600000-5500000; 2=5500001-11500000; 3=11500001-55000000; 4=55000001-157000000.

Para las unidades agrarias y ganaderas (AGRO-GANA) se ha hecho un promedio teniendo en cuenta el número de explotaciones alrededor de cada punto. Así para las unidades ganaderas el baremo ha sido: 1= <1000; 2=1000-5000; 3=5000-10000; 4= >10000 y para la actividad agraria nos hemos basado en el censo agrario de 1989 en términos de unidades de trabajo-año, con el siguiente baremo ordinal: 1= <20; 2=20-50; 3= 50-100; 4=>100.

Para la actividad industrial y zonas urbanas (URB-IND) también se ha calculado un promedio según el número de trabajadores del sector industrial en las categorías ordinales siguientes: 1=<100; 2=100-500; 3=500-5000; 4= >5000. Para las zonas urbanas los datos provienen de la densidad de población, con el siguiente baremo ordinal 1=<50; 2=50-100; 3=100-500; 4=>500.

Para los embalses (Pantanos) se ha tenido en cuenta su cubicaje según el baremo ordinal siguiente en Hm³: 1= <35; 2=35-130; 3= 130-250; 4=>250.

Para las captaciones se han tenido en cuenta sobre todo las canalizaciones para abastecer usos agrarios en base a la longitud en kilómetros de los canales, según el baremo ordinal: 1= sin canalizaciones; 2= 1-20 km; 3= 20-40 km; 4= > 40 km.

Los datos de las variables modificaciones del perfil y morfológicas del cauce, alteraciones del hábitat, presencia de diques y alteraciones hidrológicas (azudes, represas, estaciones de aforo, etc.) se han tomado en campo, aplicando el valor 1 cuando no existe ningún tipo de impacto y 4 si estas variables presentan un fuerte impacto sobre el río.

6.3. Obtención de datos de macrófitos

La metodología que hemos utilizado tanto en el campo como en laboratorio se ha fundamentado en la normativa española recogida en el documento UNE-EN-14184 (2004), que es la versión en castellano de la misma norma europea EN-14184, que ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN77 de Medio Ambiente (AENOR). También nos hemos basado en el protocolo desarrollado por la propia Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, 2005).

6.3.1. Inventarios: Criterio “Comunidad madura”

Para seleccionar el tramo más adecuado, hemos realizado una prospección previa en donde se detectaba la presencia de comunidades maduras de macrófitos. Éstas generalmente se sitúan en las zonas más estables (sustratos inmóviles del río, etc.), pese a las avenidas de agua. Por ello, es recomendable que en el recorrido de los 100 m se incluyan rocas o piedras grandes sumergidas, que estén bien colonizadas por macrófitos. En general, hemos procurado muestrear en todos los tipos de sustratos.

El inventario de los macrófitos lo hemos efectuado a partir del muestreo de todas las especies que se observan *in situ*, en un recorrido de 100 m, que hemos realizado siempre en dirección aguas arriba de la corriente principal. A continuación se procedía a la recolección directa (con la mano o con un gancho en corona) de todas las algas macroscópicas, briófitos y plantas vasculares observados. Es importante que cada taxón esté diferenciado claramente, en relación a la observación y a la posible muestra tomada.

Una parte de las especies se han identificado directamente en el campo (la mayor parte de angiospermas), mientras que los briófitos, las algas y algunas ciperáceas se han identificado en el laboratorio. Para ello hemos utilizado lupa binocular Olympus y microscopio Olympus BH2. Las monografías que hemos utilizado han sido: Casper y Krausch (1980,

1981), Bolòs et al. (1993), Casas et al. (2001, 2004), Anagnostidis & Komárek (1988, 1990), Bourrelly (1970, 1972), Desikachary (1959), Gonzalves (1981), Mrozinska (1985), Starmach (1966), Cirujano et al. (2007) y Hoek (1963).

6.3.2. Cálculo del recubrimiento (Cobertura)

En el campo se tomó nota del recubrimiento de cada especie inventariada en base a la escala de cinco categorías del índice IBMR. A la hora de calcular los índices, se utilizó de manera directa este valor en el caso del IBMR e IMF y la correspondiente equivalencia en una escala de tres categorías para el caso de las dos versiones del IVAM, ya que los diferentes índices utilizan diferente número de categorías y valores de corte entre ellas.

El total de la estructura de la comunidad puede exceder del 100%, debido a que hay yuxtaposiciones en el espacio. Este dato nos permite tener una estima de la abundancia de cada especie y una idea de la estructuración espacial de la comunidad de macrófitos y poder relacionarla con la hidromorfología del punto u otras variables.

6.3.3. Herbario

Las muestras de algas se han fijado *in situ* con formaldehído al 4%, las de cormófitos se han prensado y las de briófitos se han secado al aire y guardado en sobres. Todas las muestras se han etiquetado con el código del punto de la CHE, el nombre de la localidad, el nombre del río y la fecha de muestreo.

6.4. La evaluación de la calidad del agua

La evaluación de la calidad del agua ha sido un tema de creciente interés en los países industrializados, especialmente después de la implantación de la Directiva Marco del Agua (DMA). Es en Europa central, donde se encuentran los primeros casos de eutrofización de lagos, sobre todo en

Alemania y en la antigua Checoslovaquia. Fruto de la necesidad de cuantificar estas perturbaciones, generalmente ocasionadas por un aumento desorbitado de nutrientes y materia orgánica, algunos autores utilizaron los organismos como indicadores biológicos (Rawson 1956, Sladeczek, 1973) e incluso también se realizaron aproximaciones a nivel de comunidad (Fjerdingstad 1964, Margalef 1969).

La mayor parte de los organismos que viven en el agua son indicadores potenciales de la calidad ambiental del medio donde viven. En este sentido los macrófitos constituyen un grupo potencialmente bioindicador, que incluye algas (macroscópicas), briófitos y cormófitos. La falta de datos ecológicos que delimite claramente los requerimientos ambientales de cada especie, hace que las puntuaciones que se atribuyen a los taxones sean críticas o se tengan que revisar. A pesar de eso, parece claro que los macrófitos presentan sensibilidad a las variaciones y perturbaciones del medio, especialmente las de tipo hidromorfológico, trófico, mineralización y en ocasiones, las producidas por un exceso de materia orgánica.

Los análisis físico-químicos del agua nos dan una información puntual de lo que sucede a lo largo de un río, mientras que los seres vivos integran la información del estado biológico del sistema de una manera mucho más precisa, ya que actúan como biosensores del medio donde viven a lo largo del tiempo. Así como las diatomeas responden rápidamente a los cambios físico-químicos del agua, los macrófitos pueden integrar cambios a más largo plazo, a pesar de que no alcanzan, en principio, el grado de sensibilidad que muestran las diatomeas.

En ríos, a principios de la década de los años 1970, en Bélgica ya se comenzaron a aplicar las diatomeas bentónicas como indicadoras de la calidad del agua (Descy, 1979). Posteriormente, se han propuesto diversos índices diatomológicos (Descy & Coste, 1990, Prygiel 1999). A

nivel de macrófitos, existen pocos índices que funcionen bien y nos infieran el estado ecológico de las masas de agua. Cabe destacar que la información ecológica que tenemos de las especies de macrófitos no es muy extensa y que en la península Ibérica las especies de macrófitos en parte son distintas con respecto a las que crecen en los ríos de centro Europa.

En este trabajo se han aplicado cuatro métricas de macrófitos: IMF, IBMR, IVAM-CLM e IVAM-FBL que pasamos a describir brevemente a continuación:

6.4.1. IVAM-CLM e IVAM-FBL

El IVAM-CLM y el IVAM-FBL son índices que se basan de la tolerancia de los taxones acuáticos macroscópicos, identificados a nivel genérico, para determinar el estado trófico de los ríos de Castilla-La Mancha (IVAM-CLM) (Moreno *et. al.* 2006) y de las cuencas interiores de Cataluña (IVAM-FBL) (Moreno *et. al.*, 2008).

Las puntuaciones o *valores de tolerancia* (*vt*) asignados a cada taxón se han obtenido a partir de los valores máximos de concentración de fosfatos y amonio medidos en los tramos donde habitan los macrófitos. En general estos dos nutrientes han sido considerados los más apropiados para evaluar la eutrofización de los ríos por medio de índices bióticos de vegetación acuática (Haury *et al.*, 2000; Schneider y Melzer, 2003). En consonancia con otros índices (APHA, 1989; Dell'Uomo, 1991; Sládecek, 1973), en el cálculo de los IVAM se establecen cuatro niveles de estado trófico, y los valores de tolerancia para dichos niveles se han fijado en los siguientes valores: 2, 4, 6 y 8; de forma que mayores puntuaciones corresponden a géneros sensibles a la contaminación (aguas oligotróficas) y las menores puntuaciones a taxones propios de aguas contaminadas (eutróficas). Estos cuatro valores corresponden a cuatro rangos de concentración de nutrientes medidos en la región de Castilla-La Mancha

(IVAM-CLM, Moreno et al, 2006) y a las cuencas internas de Cataluña (IVAM-FBL, Moreno et al, 2008), que a su vez identifican a 4 grupos de taxones indicadores:

Taxones Grupo I ($vt = 8$): $P-PO^{-3} < 0.1$ mg/l, $N-NH+4 < 0.2$ mg/l
Taxones Grupo II ($vt = 6$): $P-PO^{-3} 1-0.1$ mg/l, $N-NH+4 < 1$ mg/l
Taxones Grupo III ($vt = 4$): $P-PO^{-3} > 1$ mg/l, $N-NH+4 < 1$ mg/l
Taxones Grupo IV ($vt = 2$): $P-PO^{-3} > 1$ mg/l, $N-NH+4 > 1$ mg/l

El *valor indicador* (vi) asignado a cada taxón se ha calculado representando gráficamente el rango medido para ambos nutrientes (rango = $x_{max} - x_{min}$), de forma que representa una amplitud trófica o euricidad de los taxones. Este valor oscila entre 1 y 2,5, siendo mayor su valor cuanto más estrecho es su rango de condiciones tróficas. De la misma forma que para el valor de tolerancia, se definieron 4 rangos de valores de nutrientes correspondientes a cuatro valores:

$vi = 1.0$: $P-PO^{-3} > 1$ mg/l, $N-NH+4 > 1$ mg/l
 $vi = 1.5$: $P-PO^{-3} > 1$ mg/l, $N-NH+4 < 1$ mg/l
 $vi = 2.0$: $P-PO^{-3} 1-0.2$ mg/l, $N-NH+4 < 1$ mg/l
 $vi = 2.5$: $P-PO^{-3} < 0.2$ mg/l, $N-NH+4 < 1$ mg/l

En todos los casos, los taxones típicos de aguas oligotróficas presentan un rango estrecho en la concentración de nutrientes y por tanto se trata de buenos indicadores, mientras que los taxones propios de aguas eutróficas presentan unos rangos más amplios (tolerantes y cosmopolitas).

El IVAM-CLM trabaja con 52 taxones a nivel de género y el IVAM-FBL trabaja con 44 taxones también a nivel de género, que no siempre tienen las mismas puntuaciones en las dos versiones.

❖ **Cálculo del IVAM_i (Índice de Vegetación Acuática Macroscópica)**

La puntuación de los IVAM se obtiene a partir de la fórmula de Zelinka y Marvan (1961), donde se usan los valores de sensibilidad respecto a la

eutrofia (vt_i , de 2 a 8), valores de indicación de la estenoicidad de cada taxón (vi_i , de 1 a 2.5) y el recubrimiento de los taxones (K_i , de 1 a 3):

$K_i=1$, recubrimiento <5%
 $K_i=2$, recubrimiento del 5-50%
 $K_i=3$, recubrimiento >50%

❖ Clases de calidad del IVAM

Las puntuaciones del IVAM van de 2 a 8 y, según la versión del índice, se agrupan en las siguientes cinco clases de calidad, en base al estado trófico (Tabla 2).

Tabla 2. Umbrales de corte de las dos versiones del IVAM en base al estado trófico y acorde a las cinco categorías de calidad de la DMA.

Muy Bueno	IVAM-CLM > 5,7	Muy Bueno	IVAM-FBL > 5,2
Bueno	$5,7 \geq \text{IVAM-CLM} \geq 4,5$	Bueno	$5,2 \geq \text{IVAM-FBL} \geq 4,2$
Moderado	$4,4 \geq \text{IVAM-CLM} \geq 3,2$	Moderado	$4,1 \geq \text{IVAM-FBL} \geq 3,1$
Deficiente	$3,1 \geq \text{IVAM-CLM} \geq 2,0$	Deficiente	$3,0 \geq \text{IVAM-FBL} \geq 2,1$
Malo	IVAM-CLM < 2,0	Malo	IVAM-FBL ≤ 2,0

6.4.2. IBMR (Index Biologique Macrophytique en Rivière) (AFNOR, 2003)

Recursos disponibles en la página web del Cemagref:

<https://hydrobio-dce.cemagref.fr/en-cours-deau/macrophytes/macrophytes/macrophytes/macrophytes/macrophytes/macrophytes/Telecharger/Macrophytes%20rivieres%20>

El IBMR es un índice francés que permite determinar el estado ecológico del tramo fluvial de estudio mediante la determinación, en gran parte específica, de los macrófitos (formas flotantes o con hojas flotantes, hidrófitos sumergidos, helófitos y algas).

El IBMR se aplica en Francia, España, Italia y Portugal y permite determinar el nivel trófico del tramo fluvial.

La aplicación del índice requiere la determinación “*in situ*” de los macrófitos en un tramo fluvial y la estima de su recubrimiento usando una escala. Los taxones se caracterizan según su sensibilidad respecto a la eutrofia. Estos valores están determinados para las especies más comunes.

El IBMR trabaja con 208 taxones, la mayor parte de ellos a nivel de especie.

❖ Cálculo del IBMR

La puntuación del IBMR se obtiene también a partir de la fórmula de Zelinka y Marvan (1961), donde se usan el recubrimiento de los taxones (K_i , de 1 a 5), los valores de sensibilidad respecto a la eutrofia (Cs_i , de 1 a 20) y valores de indicación de la estenoicidad de cada taxón (E_i , de 1 a 3). A diferencia de los IVAM, el IBMR trabaja con 5 categorías de recubrimiento (Tabla 3).

Tabla 3. Categorías de recubrimiento del IBMR.

Recubrimiento	Coficiente de recubrimiento (K_i)
$K_i < 0,1\%$	1
$0,1\% \leq K_i < 1\%$	2
$1\% \leq K_i < 10\%$	3
$10\% \leq K_i < 50\%$	4
$K_i \geq 50\%$	5

❖ Clases de calidad del IBMR

Las puntuaciones del IBMR se agrupan en las siguientes cinco clases de calidad (Tabla 4).

Tabla 4. Umbrales de corte del IBMR acorde a las cinco categorías de calidad de la DMA.

Muy Bueno	$IBMR > 14$
Bueno	$12 < IBMR \leq 14$
Moderado	$10 < IBMR \leq 12$
Deficiente	$8 < IBMR \leq 10$
Malo	$IBMR \leq 8$

6.4.3. IMF (Índice de Macrófitos Fluviales)

El IMF nace como respuesta a la necesidad de tener un índice que se pueda aplicar a lo largo de la geografía española y que a la vez cumpla las exigencias de intercalibración europea y los requisitos de la DMA.

El IMF se basa en la composición florística y la abundancia de las especies en puntos de muestreo de 100 m de longitud, en el que se calcula el porcentaje de recubrimiento de cada taxón con respecto al total muestreado. Para cada taxón se asigna un valor de sensibilidad y de tolerancia que se calcula de forma similar al IVAM, es decir, en base a las concentraciones de fosfatos y amonio, pero las puntuaciones de los taxones tienen un rango de 1-20 de forma similar al IBMR.

El IMF trabaja con 124 taxones, en su mayoría a nivel de especie y se encuentra en fase de experimentación, por lo que se valora la posibilidad de incluir más taxones.

❖ Cálculo del índice

La puntuación del IMF se obtiene a partir de la fórmula de Zelinka y Marvan (1961), donde se usan el recubrimiento de los taxones (K_i , de 1 a 5) (Tabla 5), los valores de sensibilidad respecto a la eutrofia (CS_i , de 1 a 20) y valores de indicación de la estenoicidad de cada taxón (E_i , de 1 a 3). Los rangos de recubrimiento, sensibilidad y estenoicidad son idénticos a los que utiliza el IBMR. Sin embargo, la metodología que se ha utilizado para calcular la sensibilidad de cada taxón es la misma que emplean las diferentes versiones del IVAM.

Tabla 5. Categorías de recubrimiento del IMF.

Recubrimiento	Coficiente de recubrimiento (K_i)
$K_i < 0,1\%$	1
$0,1\% \leq K_i < 1\%$	2
$1\% \leq K_i < 10\%$	3
$10\% \leq K_i < 50\%$	4
$K_i \geq 50\%$	5

❖ Clases de calidad del IMF

En base a la similitud de los inventarios florísticos se agruparon los tipos fluviales en grupos, para los que se calcularon los umbrales entre las categorías de la DMA. Así, las clases de calidad para el IMF se han establecido para cada Tipo fluvial a partir del cálculo del percentil 25 (P25) de los valores de los puntos de referencia observados en cada grupo de Tipos fluviales (Tabla 6). A partir de estos datos los límites se han fijado en base a los productos $P25*0,25$ (Malo), $P25*0,5$ (Deficiente-Moderado), $P25*0,75$ (Moderado-Bueno), $P25$ (Bueno-Muy Bueno) y $P50$ (Referencia).

Tabla 6. Umbrales de corte para el índice IMF en los diferentes tipos fluviales. (URS com.pers). Grupo 1 (Tipos 111, 127); Grupo 2 (112, 126); Grupo 3 (Tipo 109); Grupo 7 (Tipo 117); Grupo 8 (Tipo 116); Grupo 9 (Tipo 115).

IMF	Grupo1	Grupo2	Grupo3
Muy bueno	$IMF > 13,5$	$IMF > 13,4$	$IMF > 11,7$
Bueno	$10,1 < IMF \leq 13,5$	$10,1 < IMF \leq 13,4$	$8,8 < IMF \leq 11,7$
Moderado	$6,7 < IMF \leq 10,1$	$6,7 < IMF \leq 10,1$	$5,9 < IMF \leq 8,8$
Deficiente	$3,4 < IMF \leq 6,7$	$3,4 < IMF \leq 6,7$	$2,9 < IMF \leq 5,9$
Malo	$IMF \leq 3,4$	$IMF \leq 3,4$	$IMF \leq 2,9$

IMF	Grupo7	Grupo8	Grupo9
Muy bueno	$IMF > 14$	$IMF > 13,7$	$IMF > 14,3$
Bueno	$12 < IMF \leq 14$	$10,3 < IMF \leq 13,7$	$10,7 < IMF \leq 14,3$
Moderado	$10 < IMF \leq 12$	$6,9 < IMF \leq 10,3$	$7,2 < IMF \leq 10,7$
Deficiente	$8 < IMF \leq 10$	$3,4 < IMF \leq 6,9$	$3,6 < IMF \leq 7,2$
Malo	$IMF \leq 8$	$IMF \leq 3,4$	$IMF \leq 3,6$

7. Resultados

7.1. La flora

En total se han identificado 180 taxones de macrófitos (Tabla 7), entre los que destacan los cormófitos con 75 taxones, que se han agrupado en hidrófitos (27 taxones) (Figura 2) y helófitos (48 taxones). A continuación se sitúan los briófitos (52 taxones) y las algas (50 taxones), mientras que solamente hemos registrado 3 taxones de líquenes.

Tabla 7. Catálogo de macrófitos en los 251 puntos estudiados en la cuenca del Ebro.

Algas	
<i>Audouinella sp.</i>	
<i>Bangia sp.</i>	
<i>Batrachospermum</i>	
<i>Chaetophora elegans</i>	
<i>Chaetophora incrassata</i>	
<i>Chara aspera</i>	
<i>Chara contraria</i>	
<i>Chara globularis</i>	
<i>Chara hispida var. hispida</i>	
<i>Chara hispida var. major</i>	
<i>Chara vulgaris var. papillata</i>	
<i>Chara vulgaris var. gymnophylla</i>	
<i>Chara vulgaris var. longibracteata</i>	
<i>Chara vulgaris var. vulgaris</i>	
<i>Chaetophora incrassata</i>	
<i>Cladophora glomerata crassior</i>	
<i>Cladophora sp.</i>	
<i>Compsopogon sp.</i>	
<i>Diatoma sp.</i>	
<i>Didymosphenia geminata</i>	
<i>Draparnaldia mutabilis</i>	
<i>Enteromorpha sp.</i>	
<i>Fragilaria sp.</i>	
<i>Gomphoneis herculeana</i>	
<i>Gongrosira incrustata</i>	
<i>Hildenbrandia rivularis</i>	
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	
<i>Hydrurus foetidus</i>	
<i>Lemanea sp.</i>	
<i>Melosira varians</i>	
<i>Microspora sp.</i>	
<i>Mougeotia sp.</i>	
<i>Nitella flexilis</i>	

<i>Nostoc verrucosum</i>
<i>Oedogonium sp.</i>
<i>Oscillatoria sp.</i>
<i>Phormidium sp.pl.</i>
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>
<i>Rivularia sp.</i>
<i>Stigeoclonium aestivale</i>
<i>Stigeoclonium sp.</i>
<i>Scytonema sp.</i>
<i>Spirogyra sp.</i>
<i>Tetraspora sp.</i>
<i>Thorea sp.</i>
<i>Tolypothrix sp.</i>
<i>Tribonema sp.</i>
<i>Ulothrix sp.</i>
<i>Vaucheria sp.</i>
<i>Zygnema sp.</i>

Líquenes	
<i>Verrucaria aquatilis</i>	
<i>Verrucaria elaeomelaena</i>	
<i>Verrucaria hydrela</i>	

Briófitos	
<i>Amblystegium serpens</i>	
<i>Aneura pinguis</i>	
<i>Bryum argenteum</i>	
<i>Barbula bolleana</i>	
<i>Brachythecium rivulare</i>	
<i>Brachythecium rutabulum</i>	
<i>Bryum gemmiparum</i>	
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	
<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	

<i>Cinclidotus aquaticus</i>
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>
<i>Cinclidotus riparius</i>
<i>Cratoneuron filicinum</i>
<i>Conocephalum conicum</i>
<i>Didymodon acutus</i>
<i>Didymodon nicholsonii</i>
<i>Didymodon tophaceus</i>
<i>Ditrichum heteromallum</i>
<i>Eucladium verticillatum</i>
<i>Eurhynchium praelongum</i> var. <i>stokesii</i>
<i>Fontinalis antipyretica</i>
<i>Fissidens crassipes</i> subsp. <i>crassipes</i>
<i>Fissidens crassipes</i> . subsp. <i>warnstorffii</i>
<i>Fissidens fontanum</i>
<i>Fissidens grandifrons</i>
<i>Fontinalis hypnoides</i> var. <i>duriaei</i>
<i>Fissidens</i> sp.
<i>Fissidens taxifolius</i>
<i>Gymnostomum aeruginosum</i>
<i>Hygroamblystegium fluviatile</i>
<i>Hygroamblystegium tenax</i>
<i>Hygrohypnum luridum</i>
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>
<i>Jungermannia atrovirens</i>
<i>Leptodyctium riparium</i>
<i>Marchantia polymorpha</i>
<i>Orthotrichum anomalum</i>
<i>Palustriella commutata</i>
<i>Pallustriella falcata</i>
<i>Pellia endiviifolia</i>
<i>Philonotis caespitosa</i>
<i>Philonotis capillaris</i>
<i>Plagiochila porelloides</i>
<i>Plagiomnium elatum</i>
<i>Philonotis rigida</i>
<i>Plagiomnium rostratum</i>
<i>Plagiomnium undulatum</i>
<i>Platyhypnidium riparioides</i>
<i>Rhynchostegium confertum</i>
<i>Scapania undulata</i>
<i>Thamnobryum alopecurum</i>

Hidrófitos

<i>Azolla caroliniana</i>
<i>Callitriche obtusangula</i>
<i>Callitriche</i> sp.

<i>Ceratophyllum demersum</i>
<i>Elodea canadensis</i>
<i>Groenlandia densa</i>
<i>Lemna gibba</i>
<i>Lemna minor</i>
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
<i>Myriophyllum spicatum</i>
<i>Polygonum amphibium</i>
<i>Potamogeton coloratus</i>
<i>Potamogeton crispus</i>
<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Potamogeton pectinatus</i>
<i>Potamogeton polygonifolius</i>
<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Potamogeton trichoides</i>
<i>Ranunculus peltatus</i> <i>baudotii</i>
<i>Ranunculus penicillatus</i> <i>calcareus</i>
<i>Ranunculus trychophyllum</i> <i>eradicatus</i>
<i>Ranunculus fluitans</i>
<i>Ranunculus peltatus</i>
<i>Ranunculus penicillatus</i>
<i>Ranunculus trichophyllum</i>
<i>Samolus valerandi</i>
<i>Zannichellia palustris</i>

Helófitos

<i>Alisma plantago-aquatica</i>
<i>Apium nodiflorum</i>
<i>Bidens frondosa</i>
<i>Bolboschenus glaucus</i>
<i>Bolboschenus maritimus</i>
<i>Barbarea verna</i>
<i>Carex acuta</i>
<i>Carex acutiformis</i>
<i>Cyperus eragrostis</i>
<i>Cyperus flavescens</i>
<i>Cyperus fuscus</i>
<i>Cyperus glomeratus</i>
<i>Cyperus longus</i>
<i>Eleocharis palustris</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>
<i>Epilobium parviflorum</i>
<i>Equisetum arvense</i>
<i>Equisetum hyemale</i>
<i>Equisetum littoralis</i>
<i>Equisetum palustre</i>
<i>Equisetum ramosissimum</i>

<i>Eupatorium cannabinum</i>
<i>Juncus acutus</i>
<i>Juncus articulatus</i>
<i>Juncus conglomeratus</i>
<i>Juncus effusus</i>
<i>Juncus inflexus</i>
<i>Juncus subulatus</i>
<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Mentha aquatica</i>
<i>Mentha longifolia</i>
<i>Mentha pulegium</i>
<i>Mentha suaveolens</i>

<i>Parnasia palustris</i>
<i>Polygonum lapathifolium</i>
<i>Ranunculus repens</i>
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>
<i>Schoenoplectus lacustris</i>
<i>Schoenoplectus lacustris subsp. glauca</i>
<i>Scirpoides holoschoenus</i>
<i>Scirpus littoralis</i>
<i>Schoenus nigricans</i>
<i>Scrophularia nodosa</i>
<i>Sparganium erectum</i>
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
<i>Veronica beccabunga</i>



Figura 2. Segre en Seròs (25), con poblaciones de *Potamogeton pectinatus*.

7.2. Índices de macrófitos en la cuenca del Ebro

A partir de los inventarios realizados se han calculado los valores de los índices IMF, IBMR, IVAM-FBL e IVAM-CLM. En la Tabla 8 se presentan estos resultados, que se han coloreado según los umbrales de las clases de calidad que se han comentado en el apartado 6.4.

Tabla 8. Valores de los índices de macrófitos en los 251 puntos estudiados. Las localidades señaladas en gris son puntos de referencia CHE y posibles puntos de referencia.

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
E1	EBRO EN MIRANDA DE EBRO	8,51	6,17	3,7	3,2
E5	ARAGÓN EN CAPARROSO	12,67	9,15	5,3	3,6
E9	JALÓN EN HUÉRMEDA	10,76	6,64	5,0	3,8
E10	JILOCA EN DAROCA	13,67	10,50	6,5	4,4
E13	ÉSERA EN GRAUS	13,84	14,34	6,8	4,8
E14	MARTÍN EN HIJAR	10,14	7,11	4,7	4,6
E15	GUADALOPE EN DERIVACIÓN ACEQUIA VIEJA DE ALCAÑIZ	7,00	9,78	5,5	2,9
E18	ARAGÓN EN JACA	13,08	11,54	6,3	4,8
E22	VALIRA EN ANSERALL	14,05	13,29	6,3	5,5
E25	SEGRE EN SERÒS	9,00	4,61	2,7	4,4
E27	EBRO EN TORTOSA	11,80	8,25	3,3	4,9
E29	EBRO EN MEQUINENZA	7,91	6,91	5,0	5,3
E33	ALCANADRE EN PERALTA DE ALCOFEA	14,57	8,55	6,0	5,3
E36	IREGUA EN ISLALLANA	11,20	9,30	4,7	4,0
E38	NAJERILLA EN TORRENTALBO	11,89	7,57	4,1	5,8
E42	JILOCA EN CALAMOCHA (aguas arriba, El poyo del Cid)	10,13	7,46	4,5	4,0
E50	TIRÓN EN CUZCURRITA	8,52	11,71	5,9	4,4
E65	IRATI EN LIEDENA	13,35	11,00	5,0	3,1
E68	ARAQUIL EN ASIAÍN	12,85	5,64	2,0	3,0
E69	ARGA EN ETXAURI	10,04	6,78	4,4	3,6
E71	EGA EN ESTELLA (aguas arriba)	12,96	9,58	5,2	4,2
E74	ZADORRA EN ARCE, MIRANDA DE EBRO	8,31	7,78	4,4	2,8
E85	UBAGUA EN RIEZU	15,81	15,54	6,3	5,6
E87	JALÓN EN GRISÉN	9,44	7,00	4,6	4,3
E90	QUEILES EN AZUD ALIMENTACIÓN EMB. DEL VAL	16,00	13,33	5,4	6,1
E92	NELA EN TRESPADERNE	7,43	9,38	2,7	2,0
E96	SEGRE EN BALAGUER	9,10	10,00	4,7	3,7
E97	NOGUERA RIBAGORZANA EN DERIVACIÓN CANAL DE PIÑANA	13,32	9,63	6,0	5,6
E101	ARAGÓN EN YESA	15,14	10,86	5,4	5,6
E106	GUADALOPE EN SANTOLEA, DERIVACIÓN ACEQUIA MAYOR	15,33	8,00	5,5	5,3
E118	MARTÍN EN OLIETE	12,86	10,71	5,0	2,0
E123	GÁLLEGO EN ANZÁNIGO	13,63	12,55	6,9	4,8
E146	NOGUERA PALLARESA EN POBLA DE SEGUR	14,81	11,56	7,3	3,2
E152	ARGA EN EMB. EUGUI (aguas debajo de la presa)	15,88	12,48	6,4	5,4
E159	ARGA EN HUARTE	13,92	15,47	6,6	5,8
E161	EBRO EN CERECEDA	9,00	6,00	4,0	4,0
E162	EBRO EN PIGNATELLI	8,45	4,00	3,0	4,5
E166	JEREA EN PALAZUELOS DE CUESTA URRIA	12,18	8,53	5,2	4,6
E169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	14,05	13,93	6,8	4,8

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
E180	ZADORRA ENTRE MENDIVIL Y DURANA	11,64	10,33	5,0	4,5
E184	MANUBLES EN ATECA	12,42	10,90	5,1	4,9
E189	ORONCILLO EN ORÓN	10,00	11,00	5,9	2,7
E197	LEZA EN RIBAFRECHA	14,21	12,93	5,7	5,9
E203	HIJAR EN ESPINILLA	11,83	10,80	5,9	5,6
E205	ARAGÓN EN CÁSEDA	12,10	7,63	5,7	4,6
E206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	13,89	11,76	6,1	4,8
E207	SEGRE EN VILANOVA DE LA BARCA	6,95	9,04	4,8	2,7
E208	EBRO EN HARO	8,81	7,19	3,4	3,2
E210	EBRO EN COLA EMBALSE DE FLIX	9,05	5,08	3,5	4,3
E221	SUBIALDE EN MURUA	16,77	15,00	6,8	5,9
E238	ARANDA EN EMB. DE MAIDEVERA	11,49	10,45	5,1	2,0
E239	EGA EN ALLO (aguas arriba)	11,85	9,65	5,6	4,2
E240	OJA EN CASTAÑARES	8,88	9,63	4,1	4,5
E241	NAJERILLA EN ANGUIANO	13,10	10,18	5,9	5,7
E243	ALHAMA EN VENTA DE BAÑOS DE FITERO	9,02	7,00	3,3	3,8
E244	JILOCA EN LUCO DE JILOCA	7,16	5,14	2,0	3,2
E246	GÁLLEGO EN AZUD DE CAMARERA	10,00	11,70	5,3	4,4
E441	CINCA EN EMB. DEL GRADO	14,00	10,64	5,1	5,8
E503	EBRO EN SAN ADRIÁN	6,85	7,05	5,1	2,9
E505	EBRO EN ALFARO	8,86	8,08	5,5	4,0
E506	EBRO EN TUDELA	13,18	8,93	3,2	5,1
E508	EBRO EN GALLUR	8,73	6,92	2,5	4,1
E509	EBRO EN REMOLINOS	6,86	3,67	2,0	4,2
E511	EBRO EN BENIFALLET	10,50	7,38	3,5	3,8
E512	EBRO EN XERTA	9,67	8,73	2,8	3,4
E513	NELA EN CIGÜENZA	12,96	11,05	4,4	4,5
E514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	12,30	11,47	4,9	6,3
E516	OROPESA EN PRADOLUENGO	12,15	12,67	7,1	6,0
E517	OJA EN EZCARAY	12,44	11,41	5,5	4,4
E519	ZADORRA EN EMB. ULLIVARRI	13,65	13,26	6,0	4,3
E520	ADRÍN Y URQUIOLA EN EMB. ALBINA	12,00	14,33	7,1	5,0
E523	NAJERILLA EN NAJERA	5,88	6,44	2,0	5,0
E524	CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA COGOLLA	13,28	13,33	6,8	5,8
E525	INGLARES EN BERGANZO	15,48	9,85	6,4	5,9
E529	ARAGÓN EN CASTIELLO DE JACA	13,57	10,56	5,0	4,7
E530	ARAGÓN EN MILAGRO	10,85	7,79	4,7	3,3
E531	IRATI EN AOIZ	10,57	11,11	6,2	3,5
E532	MAIRAGA EN EMB. MAIRAGA	14,33	13,64	6,3	4,7
E535	ALHAMA EN AGUILAR	10,72	8,17	2,9	2,6
E537	ARBA DE BIEL EN LUNA	14,15	10,00	6,4	3,6
E539	AURIN EN ISÍN	16,10	9,50	6,1	5,8
E540	FONTOBAL EN AYERBE	12,29	12,52	5,8	5,5
E546	SANTA ANNA EN SORT	16,00	14,50	6,3	5,7
E547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	11,38	7,94	4,9	4,5
E550	GUATIZALEMA EN EMB. DE VADIELLO	13,41	11,27	6,0	3,6
E558	GUADALOPE EN CALANDA	13,43	9,00	5,7	5,7
E561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	11,84	10,88	5,6	3,0
E567	JALÓN EN URREA	6,77	9,36	5,1	2,5
E570	HUERVA EN MUEL	14,20	12,20	6,3	4,6
E572	EGA EN ARINZANO	15,37	11,56	6,5	4,0
E580	EBRO EN CABAÑAS DE EBRO	8,29	4,82	3,4	4,9
E585	MANUBLES EN MORÓS	9,16	8,35	4,6	4,4
E587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	12,98	9,00	5,5	5,7
E592	EBRO EN PINA DE EBRO	9,68	5,21	2,9	5,3
E595	EBRO EN SAN VICENTE DE LA SONSIERRA	10,43	6,85	4,0	3,1
E596	HUERVA EN MARIA DE HUERVA	10,10	13,07	5,6	4,3
E600	BERGANTES EN FORCALL	7,71	7,80	3,3	2,4

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
E605	EBRO EN AMPOSTA	9,76	7,13	3,2	4,5
E612	HUERVA EN VILLANUEVA DE HUERVA	10,67	12,00	5,4	3,7
E616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	15,66	12,20	6,2	4,5
E623	ALGAS EN MAS DE BAÑETES	15,28	12,75	6,2	5,6
E625	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALFARRÀS	10,20	9,09	5,7	4,3
E638	SON EN ESTERRI D'ANEU	12,11	10,92	6,1	5,1
E701	OMECILLO EN ESPEJO	11,70	9,12	4,6	3,4
E702	ESCÀ EN SIGÜÉS	12,60	12,00	5,5	5,0
E704	GÁLLEGO EN ARDISA	11,16	8,89	4,3	4,0
E705	GARONA EN ES BORDES	15,65	11,71	7,4	5,5
E706	MATARRAÑA EN VALDERROBRES	10,14	10,81	4,8	3,6
E802	CINCA EN PUENTE DE LAS PILAS, ESTADA-ESTADILLA	11,49	9,42	4,7	4,4
E804	ARAGÓN SUBORDAN EN LA PEÑETA, POZA DE RELUCHERO (HECHO)	10,97	11,44	6,4	3,6
E808	GÁLLEGO EN SANTA EULALIA	14,39	9,67	2,0	2,0
E810	SEGRE EN CAMARASA	12,74	9,60	5,4	3,5
E817	ARAGÓN EN CARCASTILLO	12,75	11,66	6,6	3,6
E1004	NELA EN PUENTEDEY	14,23	11,70	4,2	4,6
E1006	TRUEBA EN EL VADO	9,43	10,80	5,1	4,3
E1028	ZADORRA EN LA PUEBLA DE ARGANZÓN	8,62	7,57	3,9	3,4
E1039	EGA EN LAGRAN	11,17	9,65	4,6	3,1
E1042	EGA EN ESTELLA (aguas abajo)	10,37	8,67	2,5	4,3
E1043	EGA EN LERÍN	12,10	7,57	4,7	3,9
E1044	EGA EN SAN ADRIÁN	8,92	3,97	2,8	4,7
E1045	ARAGÓN EN CANDANCHÚ, PUENTE DE SANTA CRISTINA	13,02	11,76	6,2	3,7
E1047	ARAGÓN EN PUENTELARREINA DE JACA	10,75	11,14	5,5	4,2
E1056	VERAL EN BINIÉS	9,76	10,18	4,5	4,8
E1062	IRATI EN OROZ-BETELU	13,50	10,87	5,9	5,6
E1064	IRATI EN LUMBIER	12,28	11,38	6,5	4,6
E1070	SALAZAR EN ASPURZ	14,96	11,50	5,5	4,5
E1072	ARGA EN QUINTO REAL	14,67	13,43	6,4	5,8
E1073	ARGA EN ZUBIRI	12,25	11,60	5,5	3,6
E1077	ARGA EN BERBINZANA	12,06	6,33	4,0	3,3
E1081	ARAKIL EN ERROTZ	12,42	6,00	3,5	3,9
E1085	ARBA DE LUESIA EN PUENTE DE RIVAS	12,52	9,85	4,9	4,0
E1087	GÁLLEGO EN FORMIGAL	12,48	11,85	6,2	3,2
E1088	GÁLLEGO EN BIESCAS	14,00	12,08	7,0	5,6
E1092	GÁLLEGO EN MURILLO DE GÁLLEGO	12,22	11,52	6,0	4,4
E1096	SEGRE EN LLIVIA	16,79	13,41	6,0	5,7
E1105	NOGUERA PALLARESA EN ISIL	15,30	14,18	6,9	6,2
E1106	NOGUERA PALLARESA EN LLAVORSÍ	14,85	11,07	5,8	3,5
E1110	FLAMICELL EN POBLETA DE BELLVEHI	13,27	14,11	6,1	5,4
E1113	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT DE SUERT (Estación de Aforo 137)	13,54	13,36	5,4	3,8
E1114	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	13,04	10,38	5,9	5,6
E1121	CINCA EN LASPUÑA	13,35	11,45	5,9	4,0
E1122	CINCA EN AÍNSA	12,56	12,33	6,6	4,7
E1124	CINCA EN MONZÓN	12,27	8,83	5,9	3,6
E1125	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	9,53	4,24	2,0	3,4
E1127	CINQUETA EN PLAN	14,46	13,47	6,1	6,1
E1128	VELLÓS EN AGUAS ABAJO DEL NACIMIENTO	14,00	12,75	5,9	3,6
E1131	ARA EN FISCAL (Estación de Aforo 195)	15,48	11,27	6,5	5,7
E1133	ÉSERA EN CASTEJÓN DE SOS	13,41	10,39	5,8	3,8
E1134	ÉSERA EN CARRETERA AÍNSA - CAMPO	14,23	10,88	6,1	4,6
E1135	ÉSERA EN PERARRUA	13,82	10,89	5,6	4,5
E1137	ISÁBENA EN LASPAULES	13,94	14,46	5,6	4,4

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
E1139	ISÁBENA EN CAPELLA (Estación de Aforo)	9,29	6,57	5,6	3,1
E1141	ALCANADRE EN PUENTE A LAS CELLAS	12,42	11,69	5,8	5,3
E1143	ALCANADRE EN SARIÑENA	13,35	10,00	6,4	4,5
E1149	EBRO EN REINOSA	9,87	7,71	5,2	4,7
E1150	EBRO EN ALDEA DE EBRO	16,60	12,86	5,4	3,6
E1164	EBRO EN ALAGÓN	7,00	3,33	2,0	3,2
E1167	EBRO EN MORA DE EBRO	9,84	6,04	4,6	4,5
E1169	OCA EN VILLALMONDAR	8,56	8,40	4,1	3,2
E1171	OCA EN CORNUDILLA	9,50	7,67	4,7	5,4
E1173	TIRÓN EN FRESNEDA DE LA SIERRA (aguas arriba)	14,67	15,26	6,5	6,2
E1175	TIRÓN EN CEREZO DEL RÍO TIRÓN	8,25	5,22	3,7	4,9
E1177	TIRÓN EN HARO	7,56	9,40	4,7	6,3
E1178	NAJERILLA EN VILLAVELAYO (aguas arriba)	13,87	8,50	5,4	5,5
E1183	IREGUA EN PTE. VILLOSLADA DE CAMEROS	14,06	11,60	7,1	5,6
E1219	HUERVA EN CERVERUELA	13,40	10,88	5,8	5,1
E1228	MARTÍN EN MARTÍN DEL RÍO MARTÍN	13,37	9,24	5,2	4,0
E1229	MARTÍN EN ALCAINE (Estación de Aforo 127)	11,44	8,71	5,3	4,2
E1230	MARTÍN EN BAÑOS DE ARIÑO	11,19	8,71	5,5	4,2
E1234	GUADALOPE EN ALIAGA	12,57	8,97	6,0	4,9
E1239	GUADALOPE EN CASPE (Estación de Aforo)	11,94	9,67	5,4	4,3
E1240	MATARRAÑA EN BECEITE, PARRIZAL	13,53	11,88	4,8	5,3
E1242	MATARRAÑA EN TORRE DEL COMPTE	12,50	9,63	4,5	5,2
E1249	HUECHA EN MAGALLÓN	9,79	8,70	2,9	4,0
E1250	QUEILES EN VOZMEDIANO	13,95	15,87	6,0	4,7
E1253	GUADALOPE EN LADRUÑÁN	14,13	10,89	5,6	5,2
E1254	GUADALOPILLO EN ALCORISA	11,87	9,29	5,1	4,8
E1260	JALÓN EN BUBIERCA	8,31	7,85	5,9	3,5
E1265	MESA EN IBDES	13,05	9,83	5,0	4,4
E1270	ÉSERA EN PLAN DE L'HOSPITAL DE BENASQUE	12,97	9,71	6,0	4,1
E1277	ARBA DE RIGUEL EN SÁDABA	15,73	12,67	7,1	3,2
E1280	ARBA DE BIEL EN ERLA	10,94	7,10	4,6	4,1
E1285	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	16,32	10,08	4,4	6,4
E1294	NOGUERA DE CARDÓS EN LLADORRE	14,35	12,87	6,1	4,8
E1295	EBRO EN BURGO DE EBRO	10,63	5,20	3,1	4,8
E1298	GARONA EN ARTIES	14,42	14,20	6,4	5,6
E1299	GARONA EN BOSSOST	15,14	13,50	5,9	4,9
E1308	ZIDACOS EN OLITE	8,85	5,69	2,0	3,2
E1315	ULZAMA EN OLAVE	15,71	11,38	4,7	5,5
E1317	LARRAUN EN URRITZA	13,47	10,29	5,1	5,1
E1341	RUDRÓN EN VALDELATEJA	11,68	11,09	3,9	3,0
E1350	HUECHA EN MALLÉN	8,00	8,00	4,0	
E1355	HENAR EN EMBID DE ARIZA (Estación de Aforo 57)	12,00	11,04	6,3	5,0
E1357	JALÓN EN JUBERA (Estación de Aforo 58)	14,08	10,69	5,5	4,2
E1366	ESCURIZA EN GARGALLO	14,00	10,55	7,0	4,9
E1368	ESCURRIZA EN ARIÑO	15,11	12,00	6,6	5,9
E1380	BERGANTES EN MARE DE DEU DE LA BALMA	9,35	10,00	4,6	3,6
E1387	URBIÓN EN SANTA CRUZ DEL VALLE	14,25	11,71	5,5	5,0
E1393	ERRO EN SOROGAÍN	15,26	13,74	6,4	5,4
E1396	TREMA EN TORME	11,33	11,88	5,1	5,7
E1398	GUATIZALEMA EN NOCITO	16,65	13,10	5,2	5,5
E1400	ISUELA EN CÁLCENA	13,61	14,32	5,8	4,6
E1403	ARANDA EN ARANDA DE MONCAYO	12,10	9,00	5,2	4,7
E1404	ARANDA EN BREA DE ARAGÓN	10,90	6,50	3,9	3,4
E1408	JALÓN EN CETINA	7,33	5,67	5,8	4,0
E1413	EGA II EN ANTOÑANZA	12,27	9,83	4,2	5,0

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
E1418	BARROSA EN FRONTERA FRANCIA	15,04	14,94	6,4	5,7
E1419	VALLFERRERA EN ALINS	16,00	14,48	6,5	6,0
E1421	NOGUERA DE TOR EN LLESP	12,46	13,23	6,1	5,1
E1424	ARAGÓN EN SANGÜESA	11,84	9,87	4,9	3,2
E1425	ARBA DE RIGUEL EN UNCASTILLO	14,55	10,80	4,8	6,5
E1428	GUADALOPE EN FONTANALES DE CALANDA	9,37	9,10	5,3	4,0
E1430	CÁRDENAS EN CÁRDENAS	5,33	7,40	4,2	5,5
E1446	IRATI EN COLA EMBALSE IRABIA	13,21	12,89	6,1	6,0
E1448	VERAL EN ZURIZA	13,31	12,83	6,1	5,6
E1450	URROBI EN E.A AGUAS ABAJO CAMPING ESPINAL	14,38	15,29	6,2	5,9
E1461	GUADALOPE EN PUENTE A TORREVELILLA	9,44	9,92	5,4	2,5
E1464	ALGAS EN MAELLA, BATEA	18,00	9,00	6,9	7,5
E1476	ÉSERA EN DESEMBOCADURA	16,00	11,00	5,7	6,9
E1478	SEGRE EN AGUAS ARRIBA EMBALSE DE RIALB	11,62	10,20	5,3	2,3
E1485	GÁLLEGO EN CENTRAL DE JAVIERRELATRE	12,93	9,42	5,1	3,5
E1508	CINCA EN POMAR	7,85	8,00	5,3	3,2
E1512	CINCA EN VELILLA DE CINCA (ZAIDÍN)	5,50	4,00	2,0	3,0
E1520	ARAKIL EN IRAÑETA	8,00	7,00	3,6	3,6
E1521	ARGA EN BELASCOAIN	12,26	5,87	3,8	4,4
E2001	URBIÓN EN VINIEGRA DE ABAJO	13,11	11,40	5,8	6,0
E2002	MAYOR EN VILLOSLADA DE CAMEROS (aguas abajo)	16,21	15,75	6,1	6,0
E2003	RUDRÓN EN TABLADA DE RUDRÓN	13,79	12,21	6,3	4,9
E2005	ISUALA EN ALBERUELA DE LA LIENA	13,39	10,44	5,7	5,2
E2006	ISUALA EN LAS BELLOSTAS	14,92	10,58	6,6	5,4
E2007	ALCANADRE EN CASBAS	15,05	9,23	5,5	6,1
E2008	RIBERA SALADA EN ALTÉS	13,89	9,61	5,9	6,6
E2009	MATARRAÑA EN BECEITE (aguas arriba)	16,70	12,67	6,1	6,8
E2010	IRATI EN LUMBIER (aguas arriba)	10,86	7,71	5,4	3,3
E2011	OMECILLO EN CORRO	15,79	14,40	6,7	6,3
E2013	OSIA EN JASA	16,28	11,11	6,3	5,4
E2014	GUARGA EN ORDOVÉS	14,20	11,33	5,1	5,5
E2199	ESCARRA EN ESCARRILLA	16,46	12,44	7,1	4,0
E2202	AIGUAMOIX EN COLA DEL EMBALSE DE AIGUAMOIX	15,71	16,13	6,0	5,4
E2225	GARONA EN GESSA	13,14	9,80	6,2	5,1
E2226	GUADALOPE EN AZUD DE RIMER (Emb. de Moros)	8,50	10,27	5,0	2,4
E2228	NOGUERA PALLARESA EN SANT ROMÀ DE TAVÈRNOLES	14,41	12,00	6,4	5,0
E2229	NOGUERA RIBAGORZANA EN CASTISSENT	9,78	14,90	4,2	3,9
E2231	SEGRE EN ALÒS DE BALAGUER	13,84	14,29	6,6	4,2
E2237	EBRO EN FONTIBRE	12,14	12,22	4,2	3,3
E2241	RIALB EN BOIXOLS	14,53	11,00	5,4	3,5
E2243	NOGUERA DE TOR EN BARRUERA	11,71	7,71	2,5	2,0
E2245	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT D'ORRIT	13,76	10,78	6,7	5,1
E2246	ALGAS EN TOLL DEL VIDRE	16,41	15,46	5,7	5,7
E2247	NOGUERA RIBAGORZANA EN VILALLER	14,40	13,69	7,0	5,6
Andill	CANALETA EN MAS D'ANDILL (HORTA DE SANT JOAN)	13,39	14,62	5,7	5,5

Estos datos (Tabla 8) se complementan con los mapas de calidad que se incluyen al final de esta memoria (Anexo 3). En el caso de los índices IMF e IBMR también se presentan mapas con el resultado de las clases

de calidad agrupados. Así en color azul se agrupan las clases Muy buena y buena y en amarillo las clases Moderado, Deficiente y Mala (Tabla 9).

Tabla 9. Valores de los índices IMF e IBMR reagrupados por clases de calidad en azul (Muy buena-Buena) y amarillo (Moderado, Deficiente, Mala) en los 251 puntos estudiados.

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR
E1	EBRO EN MIRANDA DE EBRO	8,51	6,17
E5	ARAGÓN EN CAPARROSO	12,67	9,15
E9	JALÓN EN HUÉRMEDA	10,76	6,64
E10	JILOCA EN DAROCA	13,67	10,50
E13	ÉSERA EN GRAUS	13,84	14,34
E14	MARTÍN EN HIJAR	10,14	7,11
E15	GUADALOPE EN DERIVACIÓN ACEQUIA VIEJA DE ALCAÑIZ	7,00	9,78
E18	ARAGÓN EN JACA	13,08	11,54
E22	VALIRA EN ANSERALL	14,05	13,29
E25	SEGRE EN SERÒS	9,00	4,61
E27	EBRO EN TORTOSA	11,80	8,25
E29	EBRO EN MEQUINENZA	7,91	6,91
E33	ALCANADRE EN PERALTA DE ALCOFEA	14,57	8,55
E36	IREGUA EN ISLALLANA	11,20	9,30
E38	NAJERILLA EN TORRENTALBO	11,89	7,57
E42	JILOCA EN CALAMOCHA (aguas arriba, El poyo del Cid)	10,13	7,46
E50	TIRÓN EN CUZCURRITA	8,52	11,71
E65	IRATI EN LIEDENA	13,35	11,00
E68	ARAQUIL EN ASIAÍN	12,85	5,64
E69	ARGA EN ETXAURI	10,04	6,78
E71	EGA EN ESTELLA (aguas arriba)	12,96	9,58
E74	ZADORRA EN ARCE, MIRANDA DE EBRO	8,31	7,78
E85	UBAGUA EN RIEZU	15,81	15,54
E87	JALÓN EN GRISÉN	9,44	7,00
E90	QUEILES EN AZUD ALIMENTACIÓN EMB. DEL VAL	16,00	13,33
E92	NELA EN TRESPADERNE	7,43	9,38
E96	SEGRE EN BALAGUER	9,10	10,00
E97	NOGUERA RIBAGORZANA EN DERIVACIÓN CANAL DE PIÑANA	13,32	9,63
E101	ARAGÓN EN YESA	15,14	10,86
E106	GUADALOPE EN SANTOLEA, DERIVACIÓN ACEQUIA MAYOR	15,33	8,00
E118	MARTÍN EN OLIETE	12,86	10,71
E123	GÁLLEGO EN ANZÁNIGO	13,63	12,55
E146	NOGUERA PALLARESA EN POBLA DE SEGUR	14,81	11,56
E152	ARGA EN EMB. EUGUI (aguas debajo de la presa)	15,88	12,48
E159	ARGA EN HUARTE	13,92	15,47
E161	EBRO EN CERECEDA	9,00	6,00
E162	EBRO EN PIGNATELLI	8,45	4,00
E166	JEREA EN PALAZUELOS DE CUESTA URRIA	12,18	8,53
E169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	14,05	13,93
E180	ZADORRA ENTRE MENDIVIL Y DURANA	11,64	10,33
E184	MANUBLES EN ATECA	12,42	10,90

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR
E189	ORONCILLO EN ORÓN	10,00	11,00
E197	LEZA EN RIBAFRECHA	14,21	12,93
E203	HIJAR EN ESPINILLA	11,83	10,80
E205	ARAGÓN EN CÁSEDA	12,10	7,63
E206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	13,89	11,76
E207	SEGRE EN VILANOVA DE LA BARCA	6,95	9,04
E208	EBRO EN HARO	8,81	7,19
E210	EBRO EN COLA EMBALSE DE FLIX	9,05	5,08
E221	SUBIALDE EN MURUA	16,77	15,00
E238	ARANDA EN EMB. DE MAIDEVERA	11,49	10,45
E239	EGA EN ALLO (aguas arriba)	11,85	9,65
E240	OJA EN CASTAÑARES	8,88	9,63
E241	NAJERILLA EN ANGUIANO	13,10	10,18
E243	ALHAMA EN VENTA DE BAÑOS DE FITERO	9,02	7,00
E244	JILOCA EN LUCO DE JILOCA	7,16	5,14
E246	GÁLLEGO EN AZUD DE CAMARERA	10,00	11,70
E441	CINCA EN EMB. DEL GRADO	14,00	10,64
E503	EBRO EN SAN ADRIÁN	6,85	7,05
E505	EBRO EN ALFARO	8,86	8,08
E506	EBRO EN TUDELA	13,18	8,93
E508	EBRO EN GALLUR	8,73	6,92
E509	EBRO EN REMOLINOS	6,86	3,67
E511	EBRO EN BENIFALLET	10,50	7,38
E512	EBRO EN XERTA	9,67	8,73
E513	NELA EN CIGÜENZA	12,96	11,05
E514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	12,30	11,47
E516	OROPESA EN PRADOLUENGO	12,15	12,67
E517	OJA EN EZCARAY	12,44	11,41
E519	ZADORRA EN EMB. ULLIVARRI	13,65	13,26
E520	ADRÍN Y URQUIOLA EN EMB. ALBINA	12,00	14,33
E523	NAJERILLA EN NÁJERA	5,88	6,44
E524	CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA COGOLLA	13,28	13,33
E525	INGLARES EN BERGANZO	15,48	9,85
E529	ARAGÓN EN CASTIELLO DE JACA	13,57	10,56
E530	ARAGÓN EN MILAGRO	10,85	7,79
E531	IRATI EN AOIZ	10,57	11,11
E532	MAIRAGA EN EMB. MAIRAGA	14,33	13,64
E535	ALHAMA EN AGUILAR	10,72	8,17
E537	ARBA DE BIEL EN LUNA	14,15	10,00
E539	AURIN EN ISÍN	16,10	9,50
E540	FONTOBAL EN AYERBE	12,29	12,52
E546	SANTA ANNA EN SORT	16,00	14,50
E547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	11,38	7,94
E550	GUATIZALEMA EN EMB. DE VADIELLO	13,41	11,27
E558	GUADALOPE EN CALANDA	13,43	9,00
E561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	11,84	10,88
E567	JALÓN EN URREA	6,77	9,36
E570	HUERVA EN MUEL	14,20	12,20
E572	EGA EN ARINZANO	15,37	11,56
E580	EBRO EN CABAÑAS DE EBRO	8,29	4,82
E585	MANUBLES EN MORÓS	9,16	8,35

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR
E587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	12,98	9,00
E592	EBRO EN PINA DE EBRO	9,68	5,21
E595	EBRO EN SAN VICENTE DE LA SONSIERRA	10,43	6,85
E596	HUERVA EN MARIA DE HUERVA	10,10	13,07
E600	BERGANTES EN FORCALL	7,71	7,80
E605	EBRO EN AMPOSTA	9,76	7,13
E612	HUERVA EN VILLANUEVA DE HUERVA	10,67	12,00
E616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	15,66	12,20
E623	ALGAS EN MAS DE BAÑETES	15,28	12,75
E625	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALFARRÀS	10,20	9,09
E638	SON EN ESTERRI D'ANEU	12,11	10,92
E701	OMECILLO EN ESPEJO	11,70	9,12
E702	ESCÁ EN SIGÜÉS	12,60	12,00
E704	GÁLLEGO EN ARDISA	11,16	8,89
E705	GARONA EN ES BORDES	15,65	11,71
E706	MATARRAÑA EN VALDERROBRES	10,14	10,81
E802	CINCA EN PUENTE DE LAS PILAS, ESTADA-ESTADILLA	11,49	9,42
E804	ARAGÓN SUBORDAN EN LA PEÑETA, POZA DE RELUCHERO (HECHO)	10,97	11,44
E808	GÁLLEGO EN SANTA EULALIA	14,39	9,67
E810	SEGRE EN CAMARASA	12,74	9,60
E817	ARAGÓN EN CARCASTILLO	12,75	11,66
E1004	NELA EN PUENTEDEY	14,23	11,70
E1006	TRUEBA EN EL VADO	9,43	10,80
E1028	ZADORRA EN LA PUEBLA DE ARGANZÓN	8,62	7,57
E1039	EGA EN LAGRAN	11,17	9,65
E1042	EGA EN ESTELLA (aguas abajo)	10,37	8,67
E1043	EGA EN LERÍN	12,10	7,57
E1044	EGA EN SAN ADRIÁN	8,92	3,97
E1045	ARAGÓN EN CANDANCHÚ, PUENTE DE SANTA CRISTINA	13,02	11,76
E1047	ARAGÓN EN PUENTELARREINA DE JACA	10,75	11,14
E1056	VERAL EN BINIÉS	9,76	10,18
E1062	IRATI EN OROZ-BETELU	13,50	10,87
E1064	IRATI EN LUMBIER	12,28	11,38
E1070	SALAZAR EN ASPURZ	14,96	11,50
E1072	ARGA EN QUINTO REAL	14,67	13,43
E1073	ARGA EN ZUBIRI	12,25	11,60
E1077	ARGA EN BERBINZANA	12,06	6,33
E1081	ARAKIL EN ERROTZ	12,42	6,00
E1085	ARBA DE LUESIA EN PUENTE DE RIVAS	12,52	9,85
E1087	GÁLLEGO EN FORMIGAL	12,48	11,85
E1088	GÁLLEGO EN BIESCAS	14,00	12,08
E1092	GÁLLEGO EN MURILLO DE GÁLLEGO	12,22	11,52
E1096	SEGRE EN LLIVIA	16,79	13,41
E1105	NOGUERA PALLARESA EN ISIL	15,30	14,18
E1106	NOGUERA PALLARESA EN LLAVORSÍ	14,85	11,07
E1110	FLAMICELL EN POBLETA DE BELLVEHI	13,27	14,11
E1113	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT DE SUERT (Estación de Aforo 137)	13,54	13,36
E1114	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	13,04	10,38
E1121	CINCA EN LASPUÑA	13,35	11,45
E1122	CINCA EN AÍNSA	12,56	12,33
E1124	CINCA EN MONZÓN	12,27	8,83

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR
E1125	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	9,53	4,24
E1127	CINQUETA EN PLAN	14,46	13,47
E1128	VELLÓS EN AGUAS ABAJO DEL NACIMIENTO	14,00	12,75
E1131	ARA EN FISCAL (Estación de Aforo 195)	15,48	11,27
E1133	ÉSERA EN CASTEJÓN DE SOS	13,41	10,39
E1134	ÉSERA EN CARRETERA AÍNSA - CAMPO	14,23	10,88
E1135	ÉSERA EN PERARRUA	13,82	10,89
E1137	ISÁBENA EN LASPAÚLES	13,94	14,46
E1139	ISÁBENA EN CAPELLA (Estación de Aforo)	9,29	6,57
E1141	ALCANADRE EN PUENTE A LAS CELLAS	12,42	11,69
E1143	ALCANADRE EN SARIÑENA	13,35	10,00
E1149	EBRO EN REINOSA	9,87	7,71
E1150	EBRO EN ALDEA DE EBRO	16,60	12,86
E1164	EBRO EN ALAGÓN	7,00	3,33
E1167	EBRO EN MORA DE EBRO	9,84	6,04
E1169	OCA EN VILLALMONDAR	8,56	8,40
E1171	OCA EN CORNUDILLA	9,50	7,67
E1173	TIRÓN EN FRESNEDA DE LA SIERRA (aguas arriba)	14,67	15,26
E1175	TIRÓN EN CEREZO DEL RÍO TIRÓN	8,25	5,22
E1177	TIRÓN EN HARO	7,56	9,40
E1178	NAJERILLA EN VILLAVELAYO (aguas arriba)	13,87	8,50
E1183	IREGUA EN PTE. VILLOSLADA DE CAMEROS	14,06	11,60
E1219	HUERVA EN CERVERUELA	13,40	10,88
E1228	MARTÍN EN MARTÍN DEL RÍO MARTÍN	13,37	9,24
E1229	MARTÍN EN ALCAINE (Estación de Aforo 127)	11,44	8,71
E1230	MARTÍN EN BAÑOS DE ARIÑO	11,19	8,71
E1234	GUADALOPE EN ALIAGA	12,57	8,97
E1239	GUADALOPE EN CASPE (Estación de Aforo)	11,94	9,67
E1240	MATARRAÑA EN BECEITE, PARRIZAL	13,53	11,88
E1242	MATARRAÑA EN TORRE DEL COMPTE	12,50	9,63
E1249	HUECHA EN MAGALLÓN	9,79	8,70
E1250	QUEILES EN VOZMEDIANO	13,95	15,87
E1253	GUADALOPE EN LADRUÑÁN	14,13	10,89
E1254	GUADALOPILLO EN ALCORISA	11,87	9,29
E1260	JALÓN EN BUBIERCA	8,31	7,85
E1265	MESA EN IBDES	13,05	9,83
E1270	ÉSERA EN PLAN DE L'HOSPITAL DE BENASQUE	12,97	9,71
E1277	ARBA DE RIGUEL EN SÁDABA	15,73	12,67
E1280	ARBA DE BIEL EN ERLA	10,94	7,10
E1285	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	16,32	10,08
E1294	NOGUERA DE CARDÓS EN LLADORRE	14,35	12,87
E1295	EBRO EN BURGO DE EBRO	10,63	5,20
E1298	GARONA EN ARTIES	14,42	14,20
E1299	GARONA EN BOSSOST	15,14	13,50
E1308	ZIDACOS EN OLITE	8,85	5,69
E1315	ULZAMA EN OLAVE	15,71	11,38
E1317	LARRAUN EN URRITZA	13,47	10,29
E1341	RUDRÓN EN VALDELATEJA	11,68	11,09
E1350	HUECHA EN MALLÉN	8,00	8,00
E1355	HENAR EN EMBID DE ARIZA (Estación de Aforo 57)	12,00	11,04
E1357	JALÓN EN JUBERA (Estación de Aforo 58)	14,08	10,69

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR
E1366	ESCURIZA EN GARGALLO	14,00	10,55
E1368	ESCURRIZA EN ARIÑO	15,11	12,00
E1380	BERGANTES EN MARE DE DEU DE LA BALMA	9,35	10,00
E1387	URBIÓN EN SANTA CRUZ DEL VALLE	14,25	11,71
E1393	ERRO EN SOROGAÍN	15,26	13,74
E1396	TREMA EN TORME	11,33	11,88
E1398	GUATIZALEMA EN NOCITO	16,65	13,10
E1400	ISUELA EN CÁLCENA	13,61	14,32
E1403	ARANDA EN ARANDA DE MONCAYO	12,10	9,00
E1404	ARANDA EN BREA DE ARAGÓN	10,90	6,50
E1408	JALÓN EN CETINA	7,33	5,67
E1413	EGA II EN ANTOÑANZA	12,27	9,83
E1418	BARROSA EN FRONTERA FRANCIA	15,04	14,94
E1419	VALLFERRERA EN ALINS	16,00	14,48
E1421	NOGUERA DE TOR EN LLESP	12,46	13,23
E1424	ARAGÓN EN SANGÜESA	11,84	9,87
E1425	ARBA DE RIGUEL EN UNCASTILLO	14,55	10,80
E1428	GUADALOPE EN FONTANALES DE CALANDA	9,37	9,10
E1430	CÁRDENAS EN CÁRDENAS	5,33	7,40
E1446	IRATI EN COLA EMBALSE IRABIA	13,21	12,89
E1448	VERAL EN ZURIZA	13,31	12,83
E1450	URROBI EN E.A AGUAS ABAJO CAMPING ESPINAL	14,38	15,29
E1461	GUADALOPE EN PUENTE A TORREVELILLA	9,44	9,92
E1464	ALGAS EN MAELLA, BATEA	18,00	9,00
E1476	ÉSERA EN DESEMBOCADURA	16,00	11,00
E1478	SEGRE EN AGUAS ARRIBA EMBALSE DE RIALB	11,62	10,20
E1485	GÁLLEGO EN CENTRAL DE JAVIERRELATRE	12,93	9,42
E1508	CINCA EN POMAR	7,85	8,00
E1512	CINCA EN VELILLA DE CINCA (ZAIDÍN)	5,50	4,00
E1520	ARAKIL EN IRAÑETA	8,00	7,00
E1521	ARGA EN BELASCOAIN	12,26	5,87
E2001	URBIÓN EN VINIEGRA DE ABAJO	13,11	11,40
E2002	MAYOR EN VILLOSLADA DE CAMEROS (aguas abajo)	16,21	15,75
E2003	RUDRÓN EN TABLADA DE RUDRÓN	13,79	12,21
E2005	ISUALA EN ALBERUELA DE LA LIENA	13,39	10,44
E2006	ISUALA EN LAS BELLOSTAS	14,92	10,58
E2007	ALCANADRE EN CASBAS	15,05	9,23
E2008	RIBERA SALADA EN ALTÉS	13,89	9,61
E2009	MATARRAÑA EN BECEITE (aguas arriba)	16,70	12,67
E2010	IRATI EN LUMBIER (aguas arriba)	10,86	7,71
E2011	OMECILLO EN CORRO	15,79	14,40
E2013	OSIA EN JASA	16,28	11,11
E2014	GUARGA EN ORDOVÉS	14,20	11,33
E2199	ESCARRA EN ESCARRILLA	16,46	12,44
E2202	AIGUAMOIX EN COLA DEL EMBALSE DE AIGUAMOIX	15,71	16,13
E2225	GARONA EN GESSA	13,14	9,80
E2226	GUADALOPE EN AZUD DE RIMER (Emb. de Moros)	8,50	10,27
E2228	NOGUERA PALLARESA EN SANT ROMÀ DE TAVÈRNOLES	14,41	12,00
E2229	NOGUERA RIBAGORZANA EN CASTISSENT	9,78	14,90
E2231	SEGRE EN ALÒS DE BALAGUER	13,84	14,29
E2237	EBRO EN FONTIBRE	12,14	12,22

CEMAS	LOCALIDAD	IMF	IBMR
E2241	RIALB EN BOIXOLS	14,53	11,00
E2243	NOGUERA DE TOR EN BARRUERA	11,71	7,71
E2245	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT D'ORRIT	13,76	10,78
E2246	ALGAS EN TOLL DEL VIDRE	16,41	15,46
E2247	NOGUERA RIBAGORZANA EN VILALLER	14,40	13,69
Andill	CANALETA EN MAS D'ANDILL (HORTA DE SANT JOAN)	13,39	14,62

Uno de los indicadores mejores para ver si un índice funciona o no es ver la expresión de estos resultados en mapas y evaluar si los resultados son coherentes o no, más allá de los datos estadísticos que se abordan en los siguientes apartados. A continuación analizamos para cada índice su grado de coherencia sobre la base de las puntuaciones de cada índice/localidad y la cartografía desarrollada.

7.2.1. IVAM-CLM

A nivel general parece que las puntuaciones del IVAM-CLM son medianamente aceptables, ya que en zonas montañosas los puntos presentan unas clases de calidad mayoritariamente Muy buena o Buena y en zonas más bajas y caudalosas las clases de calidad descienden al nivel Moderado o Deficiente. En éste último grupo hay que resaltar que no aparece ninguna localidad en la clase Mala, de hecho el IVAM-CLM no puede clasificar el nivel Malo, debido a que en el rango propuesto por los autores (Moreno et al., 2006) ninguna localidad puede puntuar por debajo de 2 puntos, ya que ningún taxón considerado por este índice tampoco puntúa por debajo de 2 puntos. Este es un error de origen que se subsanó en la siguiente versión, el IVAM-FBL.

Si analizados con detalle las puntuaciones que da el IVAM-CLM a las localidades estudiadas detectamos algunas incoherencias. Por ejemplo, que a puntos como el Ebro en Móra de Ebro (1167) o el Ebro en Mequinenza (29) el IVAM-CLM les adjudique la categoría de Buena. Esto también ocurre en algunos puntos de la cuenca del río Jalón, como en Cetina (1408), donde el estado ecológico es Muy Bueno, o en Huérmeda (9), el Segre en Vilanova de la Barca (207) o el Segre en

Balaguer (96). En todos estos puntos el IVAM-CLM no funciona correctamente.

Por otra parte y en sentido opuesto, puntos que en principio parecen de calidad Buena son puntuados como Moderados o Deficientes, es el caso del punto de referencia Nela en Puentevedey (1004), Nela en Cigüenza (513) o Noguera de Tor en Barruera (2243), respectivamente.

7.2.2. IVAM-FBL

A nivel general parece que en las puntuaciones que da el IVAM-FBL se observan algunas incongruencias, como las puntuaciones por debajo del umbral Bueno en algunas zonas montañosas. Este es el caso de puntos sin impactos como Noguera de Tor en Barruera (2243) que es clasificado de Malo, Noguera Ribagorzana en Pont de Suert (1113), Ésera en Castejón de Sos (1133), Velloso aguas abajo del nacimiento (1128) que es un punto de referencia, Cinca en Laspuña (1121), Guatizalema en embalse de Vadiello (550), Aragón en Candanchú (1045) o Aragón-Subordán en la Peñeta-Hecho (804), otro punto de referencia, que se clasifican en el nivel Moderado. En todos estos puntos el índice no funciona correctamente.

Por otra parte, puntos con impactos como Najerilla en Torremontalbo (38), Ebro en Tudela (506), Ega en San Adrián (1044), Ebro en Pignatelli (162), Ebro en Remolinos (509) o Ebro en Cabañas de Ebro (580) son clasificados en la categoría de Muy buena o Buena calidad. Parece claro que el IVAM-FBL no funciona en buena parte de las localidades.

7.2.3. IMF

El nuevo IMF presenta un comportamiento general moderadamente aceptable, sin embargo esta sujeto también a diversas anomalías. Así tenemos que localidades impactadas como Jiloca en Calamocha (42), Jalón en Huérmeda (9), Martín en Híjar (14), Ebro en Tudela (506), Aragón en Milagro (530), Ega en Lerín (1043), Arga en Berbinzana (1077), Arakil en Errotz (1081) o Arakil en Asiain (68) son clasificadas en el nivel Bueno por el IMF.

En sentido opuesto, puntos poco impactados como Trueba en el Vado (1006) o Bergantes en Mare de Déu de la Bauma (1380) que son puntos de referencia el IMF les da un nivel Moderado.

7.2.4. IBMR

En general, el IBMR puntúa bien las localidades de montaña en las clases de calidad Muy Buena o Buena, aunque la categoría Moderado tiene también una elevada incidencia en estos tipos fluviales. Para las zonas de más baja altitud y más impactadas les da un nivel mayoritariamente Malo, aunque también Deficiente y Moderado. No obstante, también apreciamos algunas irregularidades, especialmente en el caso de las localidades consideradas de referencia. Esto es debido a que el IBMR no contempla ciertas especies presentes en localidades con buen estado ecológico, principalmente hepáticas, musgos y algas (*Aneura pinguis*, *Marchantia polymorpha*, *Didymodon tophaceus*, *Ditrichum heteromallum*, *Eucladium verticillatum*, *Philonotis caespitosa*, *Plagiomnium undulatum*, *Rhynchostegium confertum*, *Gymnostomum aeroginosum*, *Scytonema* o *Rivularia*), pero también plantas vasculares (*Juncus inflexus*, *Juncus articulatus* o *Mentha longifolia*).

Así, puntos sin impactos aparentes como Najerilla en Vilavelayo (1178), Oca en Villalmondar (1169), Bergantes en Mare de Déu de la Balma (1380), Aurín en Isín (539), Ésera en Plan del Hospital de Benasque (1270), Alcanadre en Casbas (2007) o Gállego en Santa Eulalia (808),

que son puntos de referencia, Isábena en Capella (1139) o Noguera de Tor en Barruera (2243) son clasificados en el nivel Deficiente o Malo. Otras localidades de referencia como Son en Esterri d’Aneu (638), Aragón-Subordán en La Peñeta (804), Nela en Puente de Ibañeta (1004), Trueba en El Vado (1006), Matarraña en Beceite (1240), Urbión en Santa Cruz del Valle (1387) o en Viniegra de Abajo (2001), Isuala en Alberuela de la Liena (2005) o en Las Bellostas (2006), Osia en Jasa (2013) y Guarga en Ordovés (2014) son valoradas con un estado ecológico Moderado y aparentemente tampoco cumplirían con los objetivos de la DMA.

Por el contrario, gran parte de las localidades de referencia con valoraciones de Malo a Moderado según el IBMR, presentan valoraciones superiores, de estado ecológico Bueno o Muy bueno según los otros índices, especialmente el IMF y el IVAM-CLM.

Vemos pues de forma cualitativa que, en conjunto, las puntuaciones de estos índices pueden ser medianamente aceptables, pero una vez revisados las valoraciones que adjudican las métricas a los puntos estudiados consideramos que el IVAM-FBL no es un índice adecuado para ser aplicado en la cuenca del Ebro. El comportamiento del resto de métricas es mejor, pero en todos los casos observamos anomalías, por lo que estos resultados deben ser tomados con reservas.

7.3. Las clases de calidad en la cuenca del Ebro

Los resultados de toda la cuenca del Ebro se ha resumido por clases de calidad en cada métrica (Figura 3).

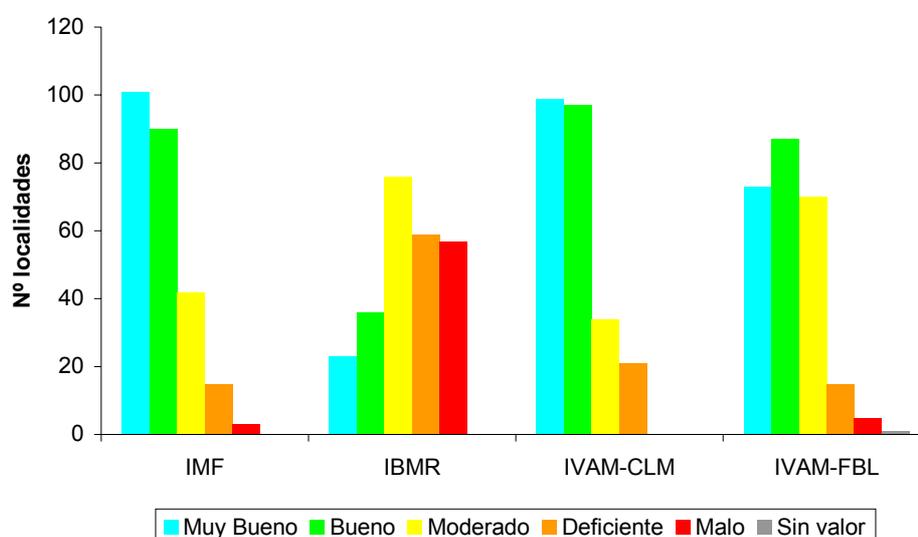


Figura 3. Clases de calidad de las métricas aplicadas en toda la cuenca del Ebro.

A partir de estos datos se deduce que las clases de calidad Muy Buena y Buena son mayoritarias en tres índices (IMF, IVAM-CLM e IVAM-FBL). En cambio, en el índice IBMR observamos que las clases Moderado, Deficiente y Malo tienen unas proporciones elevadas y similares. También hay que destacar que en el índice IVAM-FBL la clase de calidad Buena es la más importante, mientras que en las métricas IMF e IVAM-CLM la clase de calidad Muy Buena es la más destacada.

Por lo que se refiere a las clases de estado ecológico Moderado a Mala, el comportamiento del IBMR es el que penaliza más los puntos estudiados. Como ya se ha comentado, este índice no tiene en cuenta ciertas especies de macrófitos, ni las características fisicoquímicas de los ríos de ámbito mediterráneo como el Ebro, por lo que en su momento se optó por su adaptación parcial (IBMR-Ibérico) o bien por el diseño de un índice que recogiera estas particularidades (IMF).

Por otra parte, IMF e IVAM-FBL ponderan más la clase Moderado frente a la Deficiente. Esta ligera diferencia la podemos atribuir al

establecimiento de las clases de calidad para cada índice, aspecto que creemos se debe mejorar en los próximos años.

Hemos sintetizado esta información en clases de calidad reagrupadas (Figura 4, Tabla 9 y Anexos). Los resultados son muy similares para los índices IMF e IVAM-CLM y con la misma tendencia que en el caso del IVAM-FBL. El IBMR es el que se aleja más del patrón observado en el resto de métricas, siendo prácticamente el caso inverso.

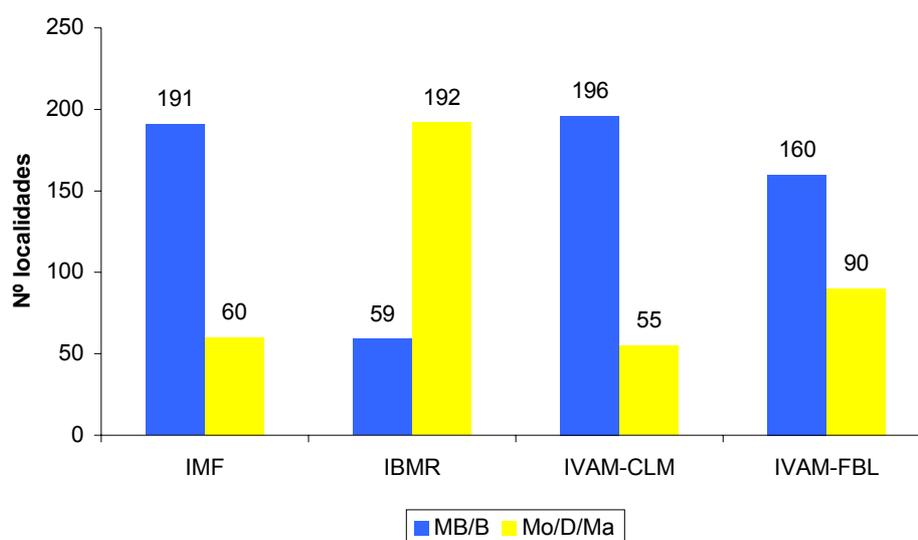


Figura 4. Clases de calidad agrupadas (en azul Muy Buena+Buenas y en amarillo Moderado+Deficiente+Mala) de las métricas aplicadas en toda la cuenca del Ebro.

Si ajustamos a porcentajes los datos de calidad de la figura 4 tenemos que el IMF y el IVAM-CLM puntúan un 76.09% y un 78.08% de las localidades, respectivamente, como Muy Buenas o Buenas y un 23.9% y 21.9% de ellas con las clases de estado ecológico entre Moderado y Mala. En el caso del IVAM-FBL, donde hubo una localidad en la que no se pudo calcular este índice, los porcentajes son del 64% y 36%, respectivamente. Con respecto al IBMR, los porcentajes son los más alejados al resto, ya que tan solo puntúa un 23.5% de localidades con una clase de calidad Muy Buena o Buena, mientras que un 76.4% las clasifica en un nivel Moderado-Malo.

7.4. Índices de macrófitos vs. Tipos fluviales

En la cuenca del Ebro se han tipificado 8 Tipos Fluviales:

- 109 Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
- 111 Ríos de montaña mediterránea silíceo
- 112 Ríos de montaña mediterránea calcárea
- 115 Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados
- 116 Ejes mediterráneo-continentales mineralizados
- 117 Grandes ejes en ambiente mediterráneo
- 126 Ríos de montaña húmeda calcárea
- 127 Ríos de alta montaña

A partir de los resultados obtenidos, hemos calculado el porcentaje de cada clase de calidad para cada uno de los Tipos Fluviales definidos en la cuenca del Ebro (Figura 5).

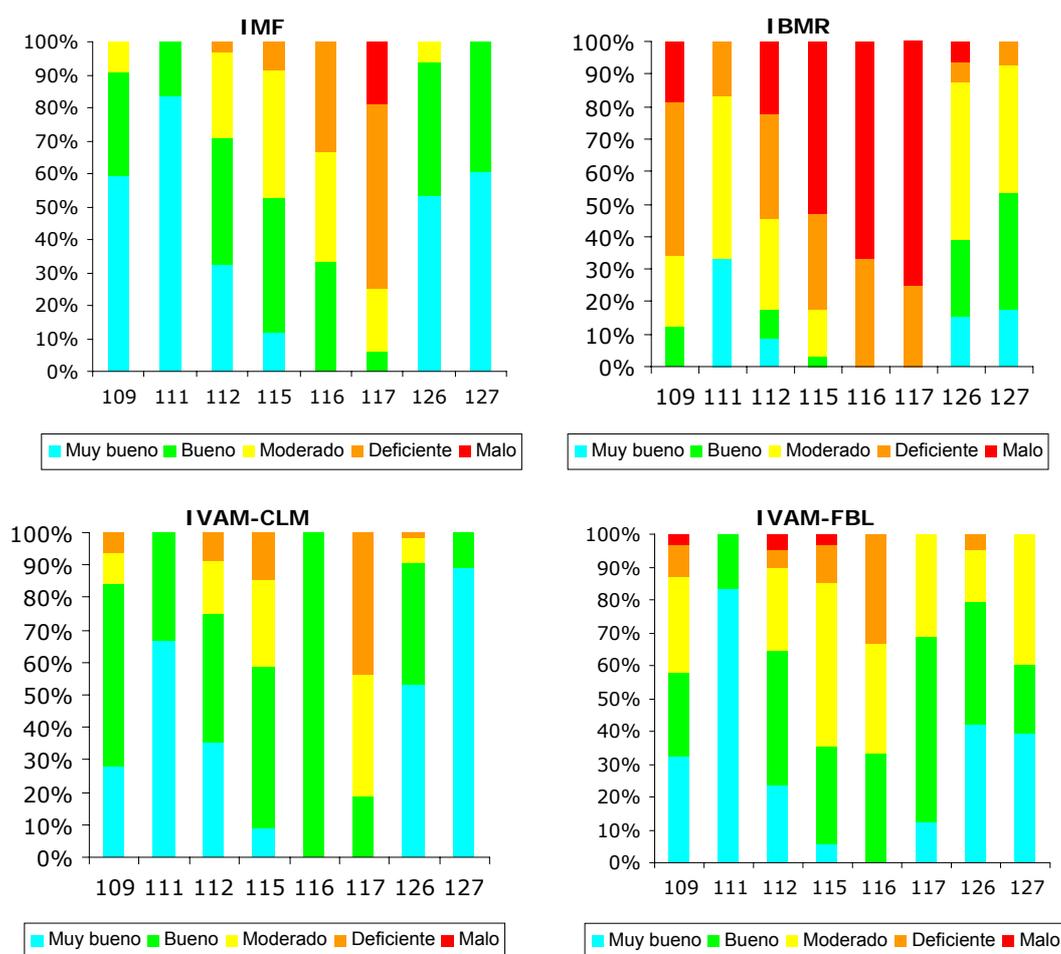


Figura 5. Funcionamiento de las métricas aplicadas en los diferentes Tipos fluviales de la cuenca del Ebro.

A nivel comparativo, vemos que IMF, IVAM-CLM e IVAM-FBL presentan un modelo similar en cuanto a los porcentajes de las diferentes clases de calidad en los diferentes tipos fluviales. En cambio, el IBMR se aleja del patrón observado en los otros tres índices. Las diferencias pueden ser debidas a como se han calculado los cortes de calidad para cada clase. De hecho, mientras que los cortes entre categorías de las dos versiones IVAM y del IBMR son igual para todos los tipos, en el caso del IMF éstos se calcularon para cada tipo fluvial en concreto.

7.4.1. Tipos 127 y 126

Los tipos 127 y 126 (28 puntos estudiados del tipo 127 y 64 puntos del tipo 126) son los que presentan un mayor número de localidades situadas en las clases de calidad Muy Buena y Buena (Figuras 6-7). Esto se refleja en dos de las 4 métricas aplicadas, IMF e IVAM-CLM. No obstante, observamos ligeras diferencias, ya que el IVAM-CLM en el tipo 127 pondera la mayor parte de puntos dentro de la clase Muy Buena, mientras que el resto de índices distribuyen sus puntuaciones entre las clases Muy Buena y Buena, incluso Moderado y Deficiente, en menor medida y en el caso del IBMR e IVAM-FBL.

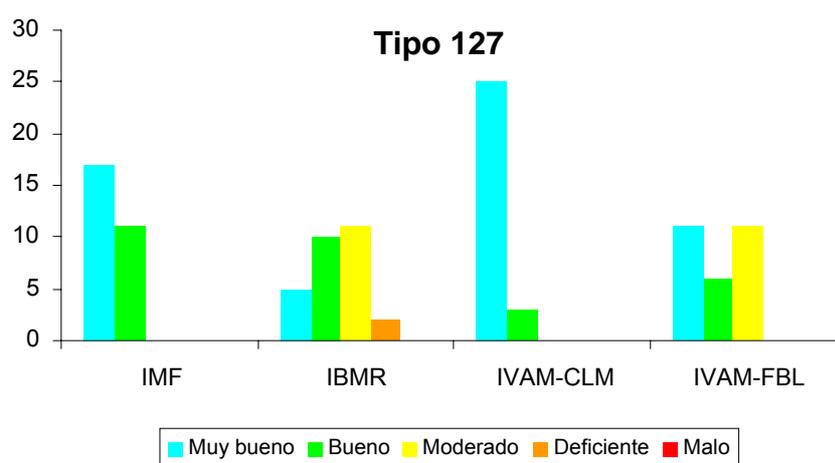


Figura 6. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 127.

Para el tipo 126 el funcionamiento de los 4 índices también presenta diferencias, aunque con un predominio casi simétrico entre las clases

Muy Buena y Buena. No obstante, destaca el IVAM-FBL, donde observamos un porcentaje significativamente más elevado de puntos clasificados con en el nivel Moderado (Figura 7).

En este tipo fluvial, el IBMR muestra una tendencia a sobreponderar la clase de calidad Moderado frente al resto de categorías y de índices, en los que predomina la clase Muy buena. De nuevo pensamos que estas pequeñas divergencias son debidas a como se han realizado los cortes de calidad para este índice.

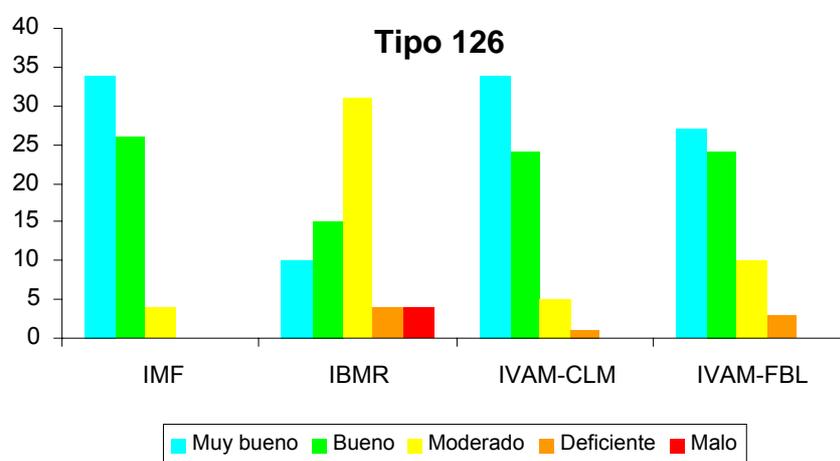


Figura 7. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 126.

7.4.2. Tipo 117

Por lo que se refiere al tipo 117 (16 puntos estudiados), salvo en el caso del IVAM-FBL, se observa un predominio de las categorías que no cumplen con los objetivos de la DMA: Malo, Deficiente y, en menor medida, Moderado (Figura 8). En cambio, el IVAM-FBL difiere completamente del resto de métricas, puntuando mayoritariamente los puntos del tipo 117 en la clase de calidad Buena. Estos datos del índice IVAM-FBL hay que ponerlos en cuarentena, ya que se conoce que el tipo 117 es el que generalmente puntúa peor en la cuenca del Ebro debido a los impactos agrícolas, ganaderos, industriales, etc., que generalmente se traducen en aumentos de los nitratos, fosfatos y más localmente de la DQO.

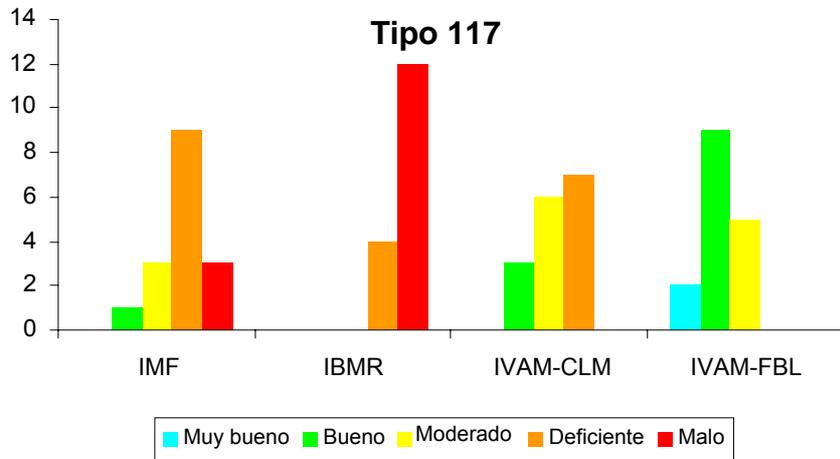


Figura 8. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 117.

7.4.3. Tipo 116

Tan solo se han estudiado 3 puntos en este tipo, por lo que los datos que se han obtenido simplemente son testimoniales. Debido al pequeño tamaño muestral, es normal la deriva de categorías observada entre los diferentes índices (Figura 9).

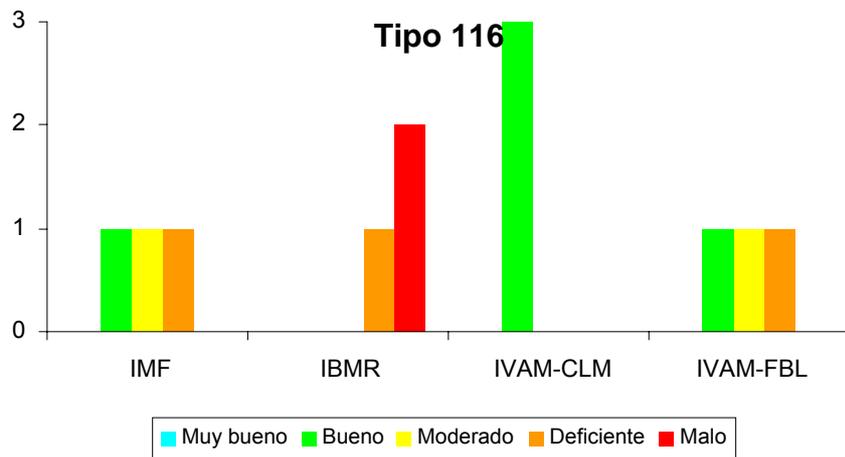


Figura 9. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 116.

7.4.4. Tipo 115

En el tipo 115 (34 puntos estudiados) el comportamiento de los índices ha sido un tanto heterogéneo (Figura 10).

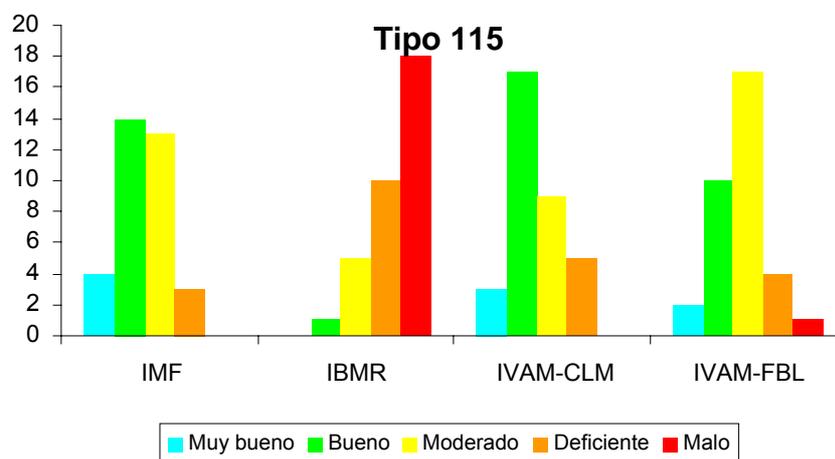


Figura 10. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 115.

Vemos que los índices IMF e IVAM-CLM se mueven entre las clases Buena y Moderado, en el IVAM-FBL la clase Moderado es la que tiene más peso, mientras que en el IBMR la Mala es la predominante. Para poder discernir mejor la coherencia y fiabilidad de estos resultados heterogéneos hemos realizado un cálculo de correlación Spearman que nos relacione las puntuaciones de los índices con algunas variables ambientales, esencialmente nutrientes, del tipo 115 (Datos CHE) y esclarecer cual de estos índices presenta un mejor comportamiento (Tabla 10).

Tabla 10. Spearman Rank Order Correlations (en rojo correlación significativa, $p < 0,05$) entre las variables NO_3 , PO_4 y NH_4 en el tipo 115 y las métricas aplicadas. En rojo intenso el valor de correlación más elevado.

	NO_3	PO_4	NH_4
IMF	-0,73625	-0,6681	-0,50328
IBMR	-0,66203	-0,48599	-0,52804
IVAM-CLM	-0,40191	-0,27471	-0,39911
IVAM-FBL	-0,51457	-0,37611	-0,26734

Es el IMF el que en este Tipo fluvial presenta mejor correlación con los nutrientes NO_3 y PO_4 (Tabla 10) y, aunque cercano al valor máximo, el IBMR es el más correlacionado con el NH_4 . También destacamos en los índices IVAM-FBL e IVAM-CLM sus bajas correlaciones que, a excepción de un caso con los nitratos, no son significativas. Esto nos podría inducir a pensar que los índices IMF e IBMR valoran mejor las localidades este tipo fluvial, con respecto a los IVAM_i .

7.4.5. Tipo 112

De todos los tipos, el tipo 112 es el más representado, con un total de 68 puntos estudiados. En este tipo el comportamiento de tres de los índices (IMF, IVAM-CLM e IVAM-FBL) podemos considerarlo de bastante homogéneo, ya que las puntuaciones oscilan entre las clases Muy Buena y Buena, principalmente (Figura 11). Por en contrario, en el IBMR, predominan las categorías peor consideradas: Moderado, Deficiente y Mala.

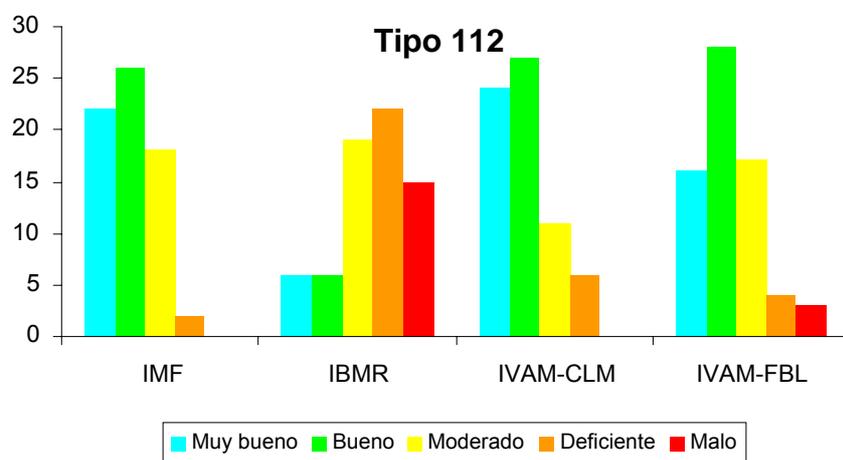


Figura 11. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 112.

Al igual que en el caso del tipo fluvial anterior, hemos realizado un cálculo de correlación Spearman que nos relacione las puntuaciones de los índices con algunas variables ambientales, esencialmente nutrientes, del tipo 112 (Datos CHE), para esclarecer cual de estos índices presenta un mejor comportamiento (Tabla 11).

Tabla 11. Spearman Rank Order Correlations (en rojo correlación significativa, $p < 0,05$) entre las variables NO_3 , PO_4 y NH_4 en el tipo 112 y las métricas aplicadas. En rojo intenso el valor de correlación más elevado.

	NO_3	PO_4	NH_4
IMF	-0,38339	-0,34218	0,0096452
IBMR	-0,29273	-0,39163	-0,08175
IVAM-CLM	-0,28182	-0,30295	-0,073805
IVAM-FBL	-0,21449	-0,13541	-0,14307

Los índices IMF e IBMR son los que mejor correlacionan y de manera significativa aunque con valores bajos, con los nitratos y los fosfatos, respectivamente. En vista de estos resultados, donde las dos versiones del IVAM correlacionan con valores muy bajos con los nutrientes, valores siempre inferiores a los de las otras dos métricas y, en la mayor parte de los casos, no significativos, se puede pensar que al igual que en el tipo 115 los índices IMF e IBMR valoran mejor las localidades este tipo fluvial, con respecto a los IVAM.

7.4.6. Tipo 111

El tipo 111 (6 puntos estudiados) está poco representado en la cuenca del Ebro, por lo que el número de puntos estudiados también debe considerarse como testimonial. En este caso el comportamiento de los índices es bastante homogéneo, con un predominio de la clase de calidad Muy Buena, salvo en el IBMR, donde predomina la categoría Moderado (Figura 12).

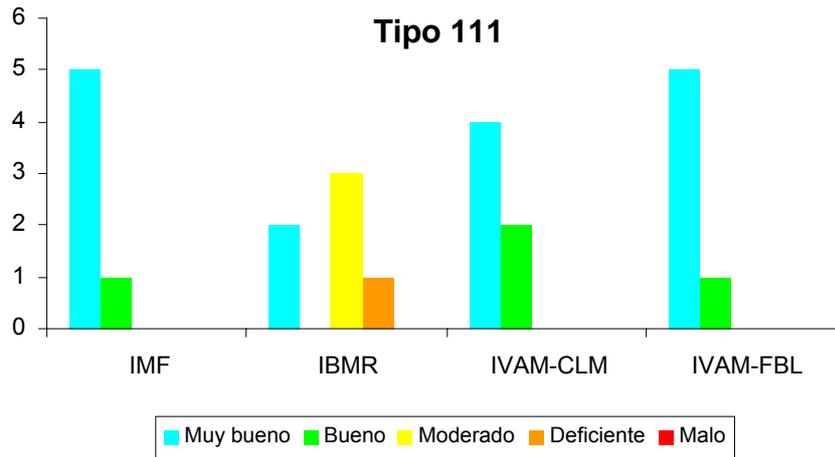


Figura 12. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 111.

7.4.7. Tipo 109

En el tipo 109 (32 puntos estudiados) el comportamiento de los índices es bastante homogéneo en general, salvo el IBMR (Figura 13). La mayor parte de valoraciones se mueve entre las clases Muy Buena y Buena, a excepción del IVAM-FBL, donde la incidencia de las categorías Muy Buena, Buena y Moderado es similar y el IBMR, donde predomina la categoría Deficiente.

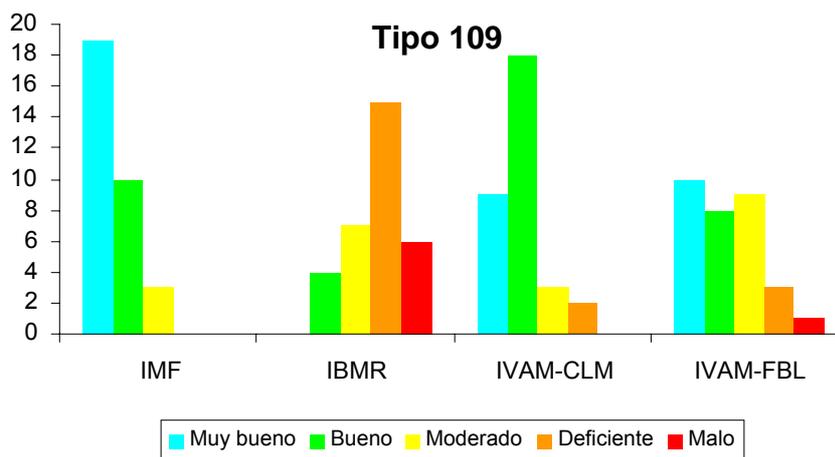


Figura 13. Comportamiento de los índices de macrófitos en el tipo fluvial 109.

En el caso del IVAM-FBL hubo una localidad (1350-Huecha en Mallén) en la que no se pudo calcular, puesto que no se recolectó ningún macrófito considerado por esta versión del IVAM.

Al igual que en los tipos 115 y 112, hemos realizado un cálculo de correlación Spearman que nos relacione las puntuaciones de los índices con algunas variables ambientales, esencialmente nutrientes, del tipo 109 (Datos CHE), para esclarecer cual de estos índices presenta un mejor comportamiento (Tabla 12).

Tabla 12. Spearman Rank Order Correlations (en rojo correlación significativa, $p < 0,05$) entre las variables NO_3 , PO_4 y NH_4 en el tipo 109 y las métricas aplicadas. En rojo intenso el valor de correlación más elevado.

	NO_3	PO_4	NH_4
IMF	-0,47727	-0,39393	-0,40317
IBMR	0,075686	0,03165	-0,10935
IVAM-CLM	0,029652	-0,25674	-0,30506
IVAM-FBL	-0,18186	-0,49265	-0,21732

El índice IMF es el que mejor correlaciona con los nitratos y de manera significativa. El IVAM-FBL es el que correlaciona mejor con los fosfatos, con un valor aceptable y significativo. Llama la atención que la mayor parte de las correlaciones son muy bajas y no significativas, especialmente en el caso del IBMR.

En resumen, podemos considerar que las métricas aplicadas funcionan de forma aceptable en los distintos tipos de la cuenca del Ebro, si bien se han detectado desajustes y, es en estos casos, donde el IMF e IBMR parecen funcionar mejor que el resto de índices. Paralelamente, tanto a nivel de toda la cuenca, como en algunos de los tipos el índice IVAM-FBL es el que presenta un comportamiento más irregular.

7.5. Funcionamiento de los índices de macrófitos

Uno de los problemas observados en la aplicación de los índices de macrófitos es la inestabilidad de las puntuaciones en algunas situaciones concretas. Estas irregularidades pueden generarse a partir de diferentes anomalías que van desde la realización del inventario de campo, hasta el establecimiento de las puntuaciones (*Scores*) que se dan a los diferentes taxones. Así tenemos que los índices $IVAM_i$ solamente tienen en cuenta taxones a nivel de género o gran grupo (Musgos y hepáticas), en cambio en el IMF e IBMR los *scores* se calculan a partir puntuaciones específicas para cada taxón a nivel de especie para briófitos y cormófitos. En todos estos índices estas puntuaciones o *scores* se fundamentan en los datos de campo de PO_4 y NH_4 , como ya se ha explicado en la introducción.

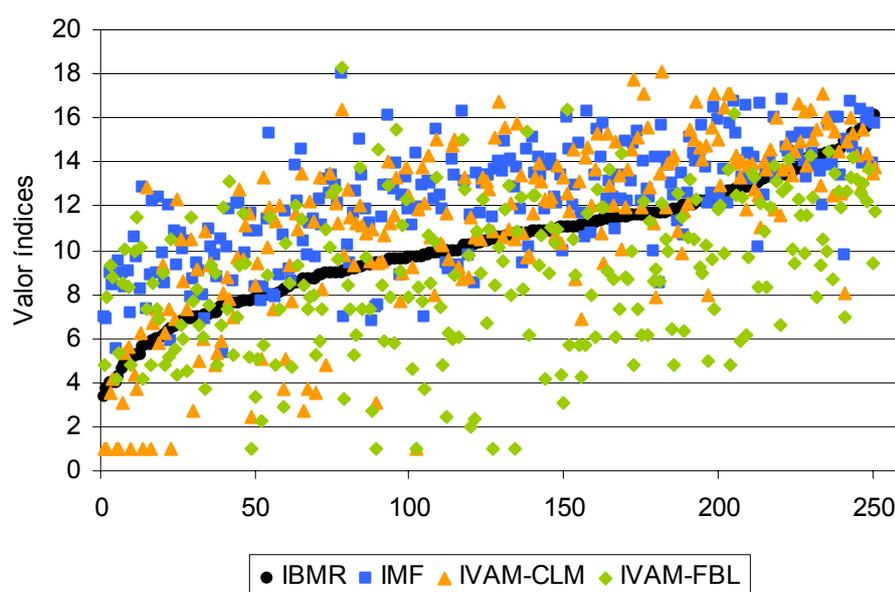


Figura 14. Ordenación de menor a mayor de los valores de los índices de macrófitos.

Si representamos los valores de los índices en sentido creciente y tomamos como referencia los valores del índice IBMR (Figura 14) observamos que las diferencias en la amplitud en las puntuaciones son muy elevadas (los valores de los IVAM se han transformado de 2-8 a 1-20 para que sean comparables todos los índices). A parte de unas desviaciones notables, también se puede apreciar que los puntos del IMF y el IVAM-CLM se sitúan mayoritariamente por encima de los

valores que asigna el IBMR, mientras que los valores del IVAM-FBL se sitúan por debajo.

Ante esta situación se hace necesario mejorar los índices existentes o crear nuevas métricas que mejoren la situación descrita y más si cabe cuando se realizan ejercicios de intercalibración a nivel europeo, como el realizado el último año (MedGig). Para poder discernir si el funcionamiento de una métrica o índice es bueno o deficiente hay que realizar comprobaciones estadísticas, validaciones, con amplias bases de datos y extraer nuevos conocimientos sobre el funcionamiento de los índices. En este caso se suelen comparar los resultados con variables ambientales como diversos parámetros físico-químicos del agua (no solamente nutrientes), también se realizan comparativas con variables hidromorfológicas, gradientes de impactos e incluso con otros índices biológicos, como los de diatomeas o macroinvertebrados.

7.5.1. Correlación (Coeficiente Spearman)

En el presente informe hemos calculado los valores de la Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) para 33 variables ambientales y biológicas y los cuatro índices calculados (Tabla 13). Los parámetros físico-químicos e hidrológicos del agua (Conductividad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, NO_3 , PO_4 , DQO, NH_4 , cloruros, SO_4) se han obtenido de los datos de la CHE (www.chebro.es), la altitud, grado de iluminación, corriente, efluentes, modificaciones del perfil, morfológicas, del hábitat, hidrológicas, presencia de pantanos, captaciones, diques, actividades urbanas, industriales y agrícolas e IPS corresponden a datos propios y el resto de parámetros son los mismos que se han obtenido de la CHE y se han aplicado en el ejercicio de intercalibración MedGig (2010).

Tabla 13. Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) para diversas variables ambientales y biológicas. (*) Datos obtenidos del ejercicio de intercalibración MedGig 2011. (**) Datos obtenidos del informe CHE 2009 (www.chebro.es).

	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
Conductividad	-0,50385	-0,62258	-0,53703	-0,28182
Temperatura	-0,28657	-0,47224	-0,35509	-0,24679
pH	0,19405	0,17342	0,17226	0,095548
Oxigeno disuelto	0,11713	0,1896	0,1475	0,25495
TSS	-0,17733	-0,20181	-0,11105	-0,20242
Cloruros	-0,48946	-0,59	-0,5045	-0,29504
SO ₄	-0,50121	-0,59557	-0,45929	-0,22717
NO ₃	-0,56386	-0,57561	-0,48508	-0,32622
PO ₄	-0,45393	-0,45943	-0,44551	-0,22438
DQO	-0,33498	-0,3042	-0,28165	-0,29944
NH ₄	-0,17862	-0,21766	-0,25197	-0,12276
Tipo fluvial	0,21841	0,30418	0,22421	0,096416
Altitud	0,42219	0,50853	0,42006	0,23817
Ancho	-0,33881	-0,32022	-0,32151	-0,30258
Profundidad	-0,1804	-0,24247	-0,21467	-0,25444
Iluminación	0,19348	0,26843	0,17797	0,20622
Corriente	0,28608	0,30944	0,37635	0,10927
Transparencia	0,43918	0,54739	0,37432	0,35364
EFLUENTES	-0,50121	-0,57124	-0,462	-0,30435
MOD PERFIL	-0,34567	-0,39448	-0,34887	-0,30533
MOD MORF	-0,25801	-0,31607	-0,29935	-0,20998
ALT Habitat	-0,18274	-0,18771	-0,16501	-0,20352
ALT Hidrológicas	-0,19046	-0,25808	-0,25324	-0,25134
Pantano	-0,24097	-0,3298	-0,29668	-0,20944
Captaciones	-0,19608	-0,25582	-0,21258	-0,073958
Diques	-0,28878	-0,36371	-0,3146	-0,2032
URB+IND	-0,43561	-0,4295	-0,38686	-0,2381
AGRO+GANÁ	-0,47798	-0,46485	-0,40962	-0,31083
IPS	0,52693	0,61016	0,51687	0,31978
IBMW P	0,26018	0,3835	0,26065	0,2682
IHF	0,12134	0,093245	-0,025028	0,17775
QBR	0,34549	0,28326	0,24258	0,23782
Shannon_H	0,10997	0,13182	0,06033	0,025092
IMF	-	-	-	-
IBMR	0,65423	-	-	-
IVAM-CLM	0,64507	0,67389	-	-
IVAM-FBL	0,6114	0,43207	0,46504	-

A partir de la correlación Spearman se pueden inferir diversas conclusiones. En rojo hemos señalado la correlación significativa (r , $p < 0,05$) entre las diferentes métricas y en rojo intenso la correlación más elevada en cada ítem considerado. Resalta funcionamiento aceptable del índice IBMR, no solamente con los nutrientes, si no con

prácticamente el resto de variables consideradas, presentando una mejor correlación con: conductividad y temperatura del agua, cloruros, SO_4 , NO_3 , PO_4 , tipo fluvial, altitud, grado de iluminación, transparencia del agua, efluentes, modificaciones del perfil del cauce, modificaciones y alteraciones morfológicas, presencia de pantanos, captaciones y diques, índices biológicos de diatomeas (IPS) y macroinvertebrados (IBMWP) e índice de diversidad de Shannon.

Por lo que se refiere al resto de métricas, el IMF también muestra unas correlaciones aceptables y en la mayor parte de los casos con valores próximos al máximo obtenido. Las variables con las que presenta una mejor correlación son: pH, DQO, ancho del cauce, impactos urbanos, industriales, agrícolas y ganaderos e índice de calidad del bosque de ribera (QBR). Además, presenta una elevada correlación con el resto de índices calculados, especialmente con el IBMR.

El IVAM-CLM presenta la correlación más elevada con el amonio y las aguas con fuerte corriente. Destaca también la elevada correlación con el IBMR. Por último el IVAM-FBL presenta las más altas correlaciones en el caso del oxígeno disuelto, el total de sólidos solubles, la profundidad, las alteraciones del hábitat y el índice del hábitat fluvial (IHF), aunque en muchos casos o bien las correlaciones no son significativas o bien presentan los valores más bajos de los cuatro índices.

Si analizamos con un poco de detenimiento estos datos y teniendo en cuenta que todos estos índices basan sus métricas (*Scores* de las especies) en los valores de PO_4 y NH_4 , es lógico esperar que el comportamiento de las métricas tenga una correlación más elevada con estos dos parámetros. En este sentido hay que matizar que si la correlación fuera baja estaríamos delante de un mal funcionamiento del índice y por el contrario, si la correlación fuese muy elevada, tendríamos un caso de redundancia, ya que la métrica y los valores del

parámetro serían muy similares y por lo tanto redundantes. En general, lo esperable es una correlación media/alta de los valores del índice frente a los valores reales de un parámetro determinado.

En la Tabla 13 vemos que el IBMR es el que muestra una correlación Spearman de $r=-0.45943$ frente al PO_4 y de $r=-0,21766$ frente al NH_4 , con lo que en el primer caso supera por muy poco al resto de índices que basan los "scores" de las especies en estos mismos parámetros.

Otro aspecto a tener en cuenta para el buen funcionamiento de los índices es el número de especies/inventario. En el presente estudio la media de especies/inventario es de 8.9, com. medianas más elevadas en los casos de tipos fluviales de montaña (111, 112, 126 y 127). No obstante siempre existen inventarios con un número de especies relativamente bajo. En este sentido hemos eliminado los inventarios con menos de 5 especies y hemos recalculado los valores de correlación Spearman para ver si existen variaciones en el comportamiento de los índices (Tabla 14).

Tabla 14 Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) para PO_4 y NH_4 en inventarios de 5 o más especies.

	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
Conductividad	-0,46589	-0,5917	-0,51213	-0,26435
Temperatura	-0,32355	-0,51232	-0,38975	-0,24067
pH	0,19659	0,18931	0,18636	0,085788
Oxígeno disuelto	0,12733	0,19765	0,16426	0,23726
TSS	-0,12828	-0,17084	-0,080473	-0,19003
Cloruros	-0,46391	-0,56928	-0,48655	-0,27036
SO_4	-0,47452	-0,58392	-0,44389	-0,19561
NO_3	-0,53369	-0,54404	-0,45689	-0,33202
PO_4	-0,43248	-0,4419	-0,44434	-0,23039
DQO	-0,32017	-0,28353	-0,26804	-0,27489
NH_4	-0,23703	-0,26247	-0,28906	-0,13362
Tipo fluvial	0,19762	0,29608	0,21744	0,083721
Altitud	0,39273	0,47728	0,37433	0,22181
Ancho	-0,35161	-0,31043	-0,29225	-0,30118
Profundidad	-0,15586	-0,19864	-0,15853	-0,23411
Iluminación	0,20606	0,26846	0,16812	0,21627
Corriente	0,27393	0,29856	0,37918	0,10489

	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
Transparencia	0,3957	0,51149	0,33029	0,3368
EFLUENTES	-0,505	-0,57813	-0,46965	-0,31071
MOD PERFIL	-0,37694	-0,42383	-0,36605	-0,31728
MOD MORF	-0,27643	-0,3352	-0,31201	-0,21931
ALT Habitat	-0,18908	-0,20972	-0,18497	-0,24114
ALT Hidrológicas	-0,2207	-0,28972	-0,25986	-0,24872
Pantano	-0,27839	-0,36543	-0,31103	-0,20182
Captaciones	-0,24376	-0,30085	-0,23725	-0,083887
Diques	-0,29405	-0,36332	-0,3034	-0,21758
URB+IND	-0,40139	-0,40662	-0,35406	-0,22586
AGRO+GANÁ	-0,50664	-0,4885	-0,40561	-0,31025
IPS	0,50253	0,5986	0,49924	0,30979
IBMWP	0,22695	0,37055	0,23701	0,24131
IHF	0,13216	0,10746	-0,008646	0,18827
QBR	0,34758	0,28292	0,22184	0,25279
Shannon_H	0,03497	0,071292	-0,001268	-0,028892
IMF	-	-	-	-
IBMR	0,65818	-	-	-
IVAM-CLM	0,64635	0,69715	-	-
IVAM-FBL	0,58517	0,41977	0,4409	-

Con este cálculo nuevo se observa que en la mayor parte de los casos no cambia el índice que presenta la mayor correlación y que los valores de correlación de Spearman mostrados por los cuatro índices se mantienen con respecto a los datos de la Tabla 13, en la que computaban algunos inventarios con menos de 5 especies. Únicamente destacar el cambio en la variable PO_4 , donde el IVAM-CLM sustituye al IBMR cuando se contemplan inventarios con más de 5 especies.

7.5.2. Los *scores* de los índices

A qué pueden ser debidas estas diferencias entre los índices si se fundamentan en unos rangos de PO_4 y NH_4 ? Quizá se podrían comparar los *scores* o el valor Csi que se da a las especies en cada caso.

Esta comparativa la hemos efectuado solamente para el IMF y el IBMR, ya que estos dos índices adjudican *scores* a nivel de especie que van de 1-20 puntos y son más comparables que los *scores* IVAM, cuyos taxones se quedan a nivel de género y sus *scores* son rangos ordinales de 2-4-6-8 puntos.

Del total de especies coincidentes entre el IMF y el IBMR (75 taxones), existen 33 especies en las que el *score* asignado presenta una desviación de más de tres puntos (Tabla 15). En este caso hay un 44% de discrepancias entre los scores del IMF e IBMR. Si incrementamos el valor, es decir, *scores* IMF/IBMR con una diferencia superior a 5 puntos, tenemos un total de 20 taxones, lo que representa un 26,6% de desviación, que consideramos importante entre los dos índices y que podría explicar estas divergencias en los resultados y en el propio comportamiento de los índices.

De todo esto se desprende que es necesaria una revisión de los *scores* que se dan a las especies, aumentando el número de observaciones en que se basa su adjudicación. En la actualidad este número está establecido en un mínimo de 5 observaciones, número que con seguridad se tendría que aumentar a cifras superiores de cómo mínimo más de 50 observaciones. A título de ejemplo valga el análisis que hacen Willby et al. (2010), en que existen datos para algunos taxones con más de 1500 entradas.

Tabla 15. Valores de los scores o Csi asignados a cada taxón por el IBMR y el IMF.

Especie	Csi (IBMR)	Csi (IMF)
<i>Bangia</i>	10	18
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>gymnophylla</i>	13	18
<i>Diatoma</i>	12	18
<i>Enteromorpha</i>	3	8
<i>Nostoc</i>	9	18
<i>Oscillatoria</i>	11	4
<i>Phormidium</i>	13	8
<i>Rhizoclonium</i>	4	12
<i>Spirogyra</i>	10	4
<i>Stigeoclonium</i>	13	4
<i>Tetraspora</i>	12	16
<i>Thorea</i>	14	18
<i>Tribonema</i>	11	18
<i>Ulothrix</i>	10	4
<i>Vaucheria</i>	4	12
<i>Zygnema</i>	13	18
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	8	4
<i>Apium nodiflorum</i>	10	4
<i>Eleocharis palustris</i>	12	16
<i>Groenlandia densa</i>	11	18
<i>Iris pseudacorus</i>	10	16
<i>Lycopus europaeus</i>	11	4
<i>Potamogeton crispus</i>	7	12
<i>Potamogeton fluitans</i>	4	11
<i>Potamogeton pectinatus</i>	2	8
<i>Schoenoplectus lacustris</i> subsp. <i>glaucus</i>	8	4
<i>Schoenoplectus lacustris</i> subsp. <i>lacustris</i>	8	12
<i>Zannichellia palustris</i>	5	16
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	12	16
<i>Fissidens crassipes</i>	12	18
<i>Fontinalis antipyretica</i>	10	16
<i>Hygroamblystegium tenax</i>	15	18
<i>Azolla filiculoides</i>	6	12

7.6. Recubrimiento de macrófitos vs. Índices

Los macrófitos reúnen grupos vegetales un tanto heterogéneos (algas, briófitos y cormófitos). Cada grupo presenta características biológicas y ecológicas distintas. Así, los briófitos suelen ocupar sustratos estables en zonas de cabecera, medianamente o poco iluminados y con aguas de fuerte corriente. En cambio los hidrófitos (plantas flotantes o enteramente sumergidas) suelen ocupar zonas medias o bajas de los cursos de agua, a menor altitud, corriente más lenta y aguas generalmente más mineralizadas. En la cuenca del Ebro este patrón es bastante claro. Además de esta distribución en espacio, también se pueden inferir más datos a partir de los valores de recubrimiento de cada grupo de macrófitos, como la estructura de la comunidad o la relación de estos grupos con los nutrientes. En este último caso hemos calculado la correlación entre los nutrientes y la DQO con el sumatorio del recubrimiento de los taxones pertenecientes a los diferentes grupos de macrófitos y que contribuyen de forma más importante al recubrimiento total en cada punto.

Tabla 16. Correlación Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) entre el sumatorio del recubrimiento de macrófitos y las variables NO_3 , PO_4 , DQO y NH_4 .

	NO_3	PO_4	DQO	NH_4
Rec Caráceas	-0,12617	-0,21118	-0,20898	-0,10368
Rec Clorófitos	0,016304	-	-	-
Rec Briófitos	-0,33967	-0,38197	-0,24119	-0,15937
Rec Hidrófitos	0,48437	0,47677	0,31988	0,24593
Rec Helófitos	0,060733	-	-	0,02976

Existen tres grupos que tienen una correlación significativa con los nutrientes, los briófitos, los hidrófitos y, parcialmente, las caráceas (Tabla 16). Los briófitos se correlacionan negativamente con la presencia de nutrientes y materia orgánica, en cambio, los hidrófitos vemos que presentan una correlación positiva con estas mismas variables. El caso de las caráceas es similar al de los briófitos, pues correlacionan negativamente con los fosfatos y la materia orgánica.

Estos datos dejan entrever que, a grandes rasgos, los briófitos y las caráceas habitan aguas más limpias, a diferencia de lo que pasa en el heterogéneo grupo de los hidrófitos. Destaca el caso de los clorófitos, grupo que se relaciona tradicionalmente con la presencia de nutrientes. No obstante, existen taxones de clorófitos que prefieren aguas oligotróficas como por ejemplo *Ulothrix zonata*, *Mougeotia* o *Zygnema*. En cambio taxones como *Cladophora glomerata*, *Hydrodictyon reticulatum* o *Enteromorpha* manifiestan una clara preferencia por las aguas eutróficas. Todo esto implica que a nivel de gran grupo no exista una tendencia clara de los clorófitos hacia las aguas eutrofizadas. Comentar que, dada su frecuencia y representatividad, se ha decidido incluir a *Vaucheria sp.* en este grupo de organismos, aunque pertenezca al grupo de los xantófitos. Por último, comentar que el otro grupo que no presenta un patrón claro respecto a los nutrientes son los helófitos. En este caso no se trata de especies muy diferenciadas como ocurre con los clorófitos, en general se trata de las mismas especies, que aprovechan las condiciones de hidratación del sustrato (riberas de ríos, bancos de cantos rodados, etc.) para establecer poblaciones más o menos exuberantes (p.ej. *Lythrum salicaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Polygonum persicaria*, etc.). Este conjunto de helófitos son, en su mayoría, especies eurioicas y que pueden significar una cierta distorsión de las puntuaciones de los índices.

Por otra parte, si comparamos los datos de recubrimiento con el valor de los índices de macrófitos también se observa claramente que los grupos que tienen una correlación mayor y, por tanto, más peso específico en los índices son los hidrófitos, briófitos y clorófitos (Tabla 17). Por el contrario, los recubrimientos de caráceas y helófitos bien no están correlacionados con todos los índices o directamente no lo están con ninguno, respectivamente.

Tabla 17. Correlación Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) entre el sumatorio del recubrimiento de macrófitos y los índices de macrófitos.

	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
Rec Caráceas	0,19405	0,046146	0,024368	0,25657
Rec Clorófitos	-0,2996	-0,25121	-0,29112	-0,34774
Rec Briófitos	0,51382	0,56827	0,60176	0,27899
Rec Hidrófitos	-0,52024	-0,65906	-0,59941	-0,2647
Rec Helófitos	-0,1205	-0,12861	-0,21488	-0,13786

Los diferentes índices presentan un comportamiento diverso en relación al recubrimiento de los grupos de macrófitos. Así, el índice IMF presenta correlaciones significativas con todos los grupos, menos los helófitos. Al igual que el IBMR, el que además no correlaciona con el recubrimiento de las caráceas. Este grupo de macrófitos tampoco correlaciona con el IVAM-CLM. El único índice que lo hace con todos los grupos es el IVAM-FBL, aunque con valores siempre inferiores a los del resto de índices.

Estos datos, a pesar de ser generales, nos pueden aportar información interesante a nivel de los subgrupos de macrófitos y, en este caso, reconocer cuales tienen más peso en las puntuaciones de los índices.

7.7. Los índices de macrófitos y el gradiente altitudinal

Como se ha mencionado con anterioridad, en la cuenca del Ebro existe un gradiente altitudinal muy claro, en el que los puntos de montaña suelen presentar una mineralización menor y pocos nutrientes si los comparamos con tramos de los ríos situados a menor altitud, que suelen estar más mineralizados y más impactados por la actividad humana. Por esta razón hemos querido evaluar el comportamiento de los índices de macrófitos en situaciones muy distintas como es la comparación entre los tipos de montaña (111+112+126+127) y los tipos de baja altitud (109+115+116+117).

La comparativa la hemos realizado para todos los índices considerados en esta memoria. Para que los datos sean comparables hemos ajustado

los valores de IVAM-FBL e IVAM-CLM a 1-20 mediante la ecuación: $y = -3,16x - 5,33$, ya que el rango de IMF e IBMR va de 1-20 y los IVAM van de 2-8.

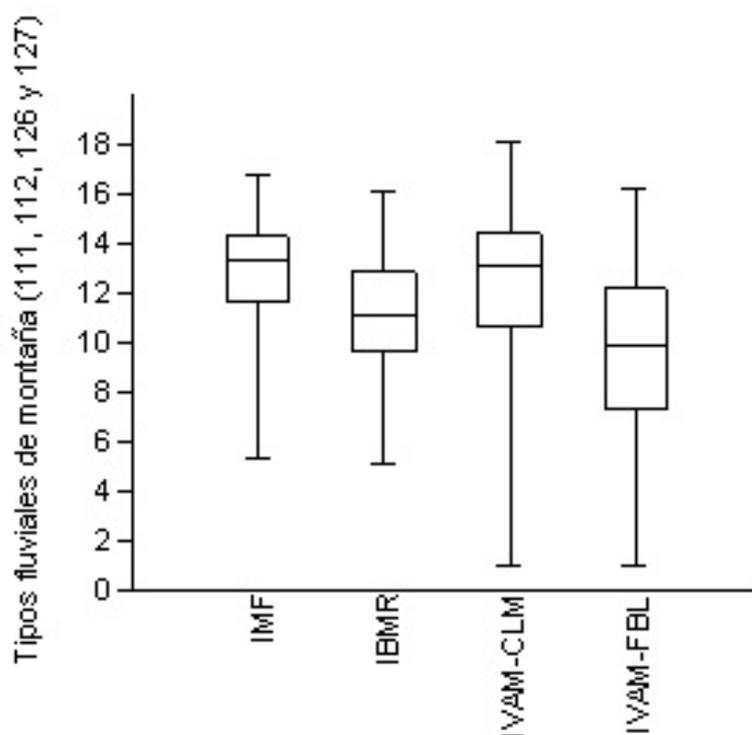


Figura 15. *Boxplot* de los valores de IMF, IBMR, IVAM-CLM e IVAM-FBL en los puntos de los tipos de montaña (111, 112, 126 y 127).

A nivel de los puntos situados en tipos fluviales de montaña en general los valores de las métricas son elevados, siendo el IMF el índice que puntúa de forma más elevada estas localidades con una mediana cercana a los 14 puntos (Figura 15). Este dato es lógico pues refleja la clase de calidad Muy Buena que se conoce de estas zonas de mayor altitud. En segundo lugar se sitúa el IVAM-CLM, alrededor de los 13 puntos y el IBMR alrededor de los 11 puntos. El que peor puntuación adjudica a estos puntos es el IVAM-FBL, con una mediana por debajo de 10 puntos, dato que genera incertidumbre justificada a la hora de dar validez a este índice.

Si calculamos la correlación entre los valores de los índices de macrófitos y los nutrientes se observa que, salvo en el caso del NH_4 , gran parte de las correlaciones son significativas (Tabla 18). Destaca el

IBMR, con moderados valores de correlación con NO_3 y PO_4 y cercanos a los de los otros índices, salvo el IVAM-FBL. De hecho, son las dos versiones del IVAM los que presentan las correlaciones más bajas.

Tabla 18. Correlación Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) entre los tipos de montaña (111+112+126+127) y los índices de macrófitos.

Montaña	NO_3	PO_4	NH_4
IMF	-0,45981	-0,26463	0,013103
IBMR	-0,47435	-0,32828	-0,046405
IVAM-CLM	-0,40195	-0,31898	-0,1404
IVAM-FBL	-0,25505	-0,069068	-0,059596

Por lo que se refiere a los puntos situados en tipos fluviales de baja altitud (No montaña) en general los valores de las métricas son inferiores si los comparamos con el grupo anterior, observación coherente y lógica puesto que estos tipos presentan más presiones e impactos. En este caso, es el IVAM-FBL el índice cuya mediana puntúa de forma más baja estas localidades, con valores cercanos a los 8 puntos, que refleja la clase de calidad Moderado o Deficiente propia de un buen número de puntos situados a menor altitud (Figura 16). Para el IMF la mediana se sitúa alrededor de los 11 puntos, mientras que para el IVAM-CLM y el IBMR estos valores se sitúan alrededor de los 10 y 9 puntos de mediana, respectivamente.

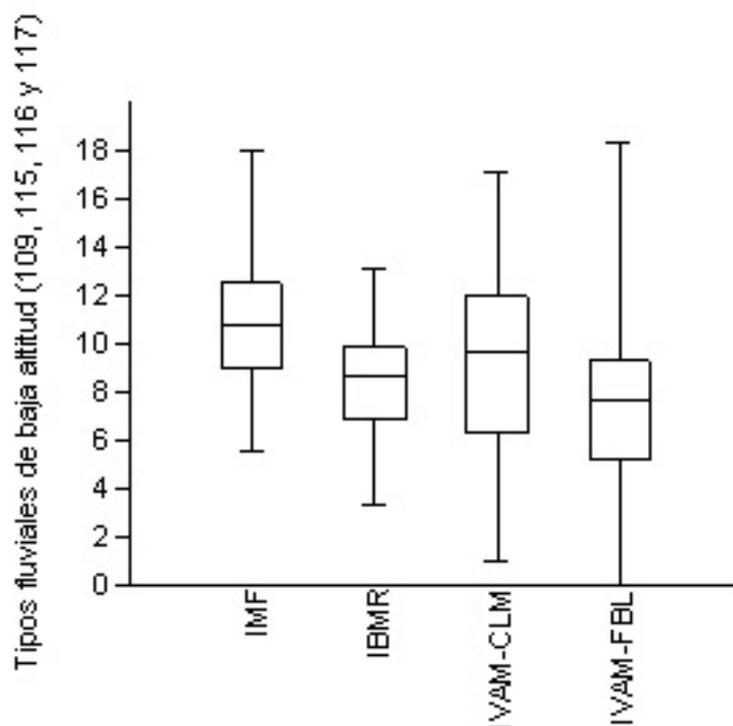


Figura 16. *Boxplot* de los valores de IMF, IBMR, IVAM-CLM e IVAM-FBL en los puntos de los tipos de Baja Altitud (109, 115, 116 y 117).

También para este grupo hemos calculado la correlación entre los valores de los índices de macrófitos y los nutrientes (Tabla 19). En este caso se observa un mejor comportamiento de los diferentes índices. Destacan los elevados valores de correlación del IMF con NO_3 y PO_4 , notablemente superiores a los de los otros índices, y el IBMR, que es el único correlacionado con el NH_4 . Como en el caso anterior de los tipos de montaña, son las dos versiones del IVAM las que presentan las correlaciones más bajas, especialmente el IVAM-FBL.

Tabla 19. Correlación Spearman Rank Order Correlation ($p < 0,05$) entre los tipos de baja altitud (109+115+116+117) y los índices de macrófitos.

No montaña	NO_3	PO_4	NH_4
IMF	-0,54141	-0,60962	-0,23895
IBMR	-0,39029	-0,52687	-0,34799
IVAM-CLM	-0,28373	-0,46398	-0,19898
IVAM-FBL	-0,14866	-0,34471	-0,090617

7.8. Los EQR y el funcionamiento de los índices

En la actualidad el estado ecológico es la expresión última de los valores que se obtienen con las diferentes métricas (índices), que clasifican los puntos en clases de calidad. Los EQR, en cambio, a partir de estos datos extraen información acerca del alejamiento o proximidad de los puntos de un tipo en relación a las clases de calidad obtenidas en puntos de referencia representativos de cada tipo fluvial. El cálculo de la desviación de las puntuaciones de cada punto, respecto el valor de referencia, nos da una idea del estado ecológico de un punto determinado.

En la cuenca del Ebro se han tipificado unos 50 puntos de referencia (CHE, 2006), especialmente situados en los tipos 111, 112, 126 y 127, siendo hasta ahora difíciles de tipificar puntos de referencia en los tipos 109, 115, 116 y 117. En los dos primeros casos, en ausencia de un mínimo de localidades de referencia, se ha considerado incluir localidades sin riesgo de impactos para calcular el valor de referencia (mediana o P50), pero en los dos últimos casos se ha utilizado provisionalmente los umbrales calculados para el tipo 112, tal y como han sugerido diversos expertos y como se ha hecho en el caso de las diatomeas. Consecuentemente, los resultados para estos cuatro tipos son también provisionales. En total hemos realizado los cálculos a partir de 42 puntos de referencia o sin riesgo de impactos (Tabla 20).

Tabla 20. Puntos de referencia o sin riesgo a partir de los cuales se han calculado los valores EQR.

CEMAS	Localidad	Tipo Fluvial	Obs.
E106	GUADALOPE EN SANTOLEA, DERIVACIÓN ACEQUIA MAYOR	109	Sin riesgo URS
E537	ARBA DE BIEL EN LUNA	109	CEDEX
E540	FONTOBAL EN AYERBE	109	
E612	HUERVA EN VILLANUEVA DE HUERVA	109	Sin riesgo URS
E1141	ALCANADRE EN PUENTE A LAS CELLAS	109	CEDEX
E1285	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	109	Sin riesgo URS
E1425	ARBA DE RIGUEL EN UNCASTILLO	109	Sin riesgo URS
Andill	CANALETA EN MAS D'ANDILL (HORTA DE S. JOAN)	109	CEDEX

CEMAS	Localidad	Tipo Fluvial	Obs.
E1173	TIRÓN EN FRESNEDA DE LA SIERRA	111	
E1178	NAJERILLA EN VILLAVELAYO (aguas arriba)	111	
E1387	URBIÓN EN SANTA CRUZ DEL VALLE	111	
E2001	URBIÓN EN VINIEGRA DE ABAJO	111	
E2002	MAYOR EN VILLOSLADA DE CAMEROS	111	
E197	LEZA EN RIBAFRECHA	112	
E623	ALGAS EN MAS DE BAÑETES	112	
E1169	OCA EN VILLALMONDAR	112	
E1240	MATARRAÑA EN BECEITE, PARRIZAL	112	
E1380	BERGANTES EN MARE DE DEU BALMA	112	
E2003	RUDRÓN EN TABLADA DE RUDRÓN	112	
E2005	ISUALA EN ALBERUELA DE LA LIENA	112	
E2006	ISUALA EN LAS BELLOSTAS	112	
E2007	ALCANADRE EN CASBAS	112	
E101	ARAGÓN EN YESA	115	Sin riesgo URS
E616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	115	Sin riesgo URS
E802	CINCA EN PUENTE DE LAS PILAS, ESTADA-ESTADILLA	115	Sin riesgo URS
E808	GÁLLEGO EN SANTA EULALIA	115	
E1476	ÉSERA EN DESEMBOCADURA	115	Sin riesgo URS
E539	AURIN EN ISÍN	126	
E1004	NELA EN PUENTEDÉY	126	
E1006	TRUEBA EN EL VADO	126	
E1393	ERRO EN SOROGAÍN	126	
E1398	GUATIZALEMA EN NOCITO	126	
E1446	IRATI EN COLA EMBALSE IRABIA	126	
E1450	URROBI EN E.A AGUAS ABAJO CAMPING ESPINAL	126	
E2011	OMECILLO EN CORRO	126	
E2013	OSIA EN JASA	126	
E2014	GUARGA EN ORDOVÉS	126	
E638	SON EN ESTERRI D'ANEU	127	
E1128	VELLÓS EN AGUAS ABAJO DEL NACIMIENTO	127	
E1270	ÉSERA EN PLAN DE L'HOSPITAL BENASQUE	127	
E1448	VERAL EN ZURIZA	127	
E804	ARAGÓN SUBORDAN EN LA PEÑETA, POZA DE RELUCHERO (HECHO)	127	

A partir de los valores de los índices calculados para estas localidades en el presente informe se ha calculado el valor de las condiciones de referencia (mediana o P50) para algunos tipos fluviales (Tabla 21).

Tabla 21. Mediana de los valores de los índices de macrófitos para cada tipo fluvial calculada a partir de los puntos de referencia (* cálculo a partir de localidades sin riesgo de impactos, □ asignación provisional de valores del tipo 112. Datos provisionales).

TIPO FLUVIAL	IMF	IBMR	IVAM-CLM	IVAM-FBL
T109 *	13,77	11,24	5,56	5,4
T111	14,25	11,71	5,79	6
T112	13,79	10,58	5,71	5,33
T115 *	15,14	10,86	5,38	4,53
T116 □	13,79	10,58	5,71	5,33
T117 □	13,79	10,58	5,71	5,33
T126	14,82	12,3	6,11	5,5
T127	12,97	11,44	6,07	4,13

Los valores de EQR se han calculado para los 42 puntos de *Referencia* (REF) y los 209 de *No referencia* (NREF) de la campaña 2009, y así poder ver el comportamiento de los diferentes índices (Tabla 22).

Los EQR cercanos a 1 son propios de las condiciones de referencia, por lo que se pueden considerar un Muy Buen estado ecológico. Que un valor de EQR sea superior a 1 indica que bien esa localidad de referencia en concreto cuenta con un valor del índice superior a la mediana o que, todo y tener una valoración muy buena y también superior a la mediana en base al índice en cuestión, al no ser considerada como de referencia, la localidad no se ha tenido en cuenta a la hora de calcular la mediana o P50. Por ejemplo, este sería el caso de Algas en Maella (E1464), Matarraña en Beceite (E2009) o Vallferrera en Alins (E1419) para el IMF; Ésera en Graus (E13), Queiles en azud de alimentación del embalse del Val (E90) o en Vozmediano (E1250), Isuela en Cálcena (E1400) o Algas en Toll de Vidre (E2246) para el IBMR; Arba de Riguel en Sádaba (E1277), Iregua en Villoslada de los Cameros (E1183) o Escuriza en Gargallo (E1366) para el IVAM-CLM y Ribera Salada en Altés (E2008), Hjar en Espinilla (E203), Garona en Es Bordes (E705) o Gállego en Biescas (E1088) en el caso del IVAM-FBL. Por el contrario, los valores cercanos a 0 significan una desviación importante respecto a los puntos de referencia y, por lo tanto, el estado ecológico que se atribuye es Malo (Tabla 22).

Tabla 22. Valores de EQR de los cuatro índices calculados para las 251 localidades de referencia (REF) y no referencia (NREF) de la presente campaña (datos provisionales para los tipos 109, 115, 116 y 117).

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E14	MARTÍN EN HIJAR	109	NREF	10,14	0,74	7,11	0,63	4,7	0,84	4,6	0,86
E15	GUADALOPE EN DERIVACIÓN ACEQUIA VIEJA DE ALCAÑIZ	109	NREF	7,00	0,51	9,78	0,87	5,5	1,00	2,9	0,53
E33	ALCANADRE EN PERALTA DE ALCOFEA	109	NREF	14,57	1,06	8,55	0,76	6,0	1,07	5,3	0,98
E118	MARTÍN EN OLIETE	109	NREF	12,86	0,93	10,71	0,95	5,0	0,90	2,0	0,37
E558	GUADALOPE EN CALANDA	109	NREF	13,43	0,98	9,00	0,80	5,7	1,02	5,7	1,05
E570	HUERVA EN MUEL	109	NREF	14,20	1,03	12,20	1,09	6,3	1,14	4,6	0,86
E587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	109	NREF	12,98	0,94	9,00	0,80	5,5	1,00	5,7	1,06
E596	HUERVA EN MARIA DE HUERVA	109	NREF	10,10	0,73	13,07	1,16	5,6	1,01	4,3	0,80
E1085	ARBA DE LUESIA EN PUENTE DE RIVAS	109	NREF	12,52	0,91	9,85	0,88	4,9	0,89	4,0	0,75
E1143	ALCANADRE EN SARIÑENA	109	NREF	13,35	0,97	10,00	0,89	6,4	1,16	4,5	0,83
E1230	MARTÍN EN BAÑOS DE ARIÑO	109	NREF	11,19	0,81	8,71	0,77	5,5	1,00	4,2	0,77
E1239	GUADALOPE EN CASPE (Estación de Aforo)	109	NREF	11,94	0,87	9,67	0,86	5,4	0,98	4,3	0,80
E1242	MATARRAÑA EN TORRE DEL COMPTE	109	NREF	12,50	0,91	9,63	0,86	4,5	0,82	5,2	0,97
E1249	HUECHA EN MAGALLÓN	109	NREF	9,79	0,71	8,70	0,77	2,9	0,51	4,0	0,74
E1254	GUADALOPILLO EN ALCORISA	109	NREF	11,87	0,86	9,29	0,83	5,1	0,91	4,8	0,88
E1277	ARBA DE RIGUEL EN SÁDABA	109	NREF	15,73	1,14	12,67	1,13	7,1	1,28	3,2	0,59
E1280	ARBA DE BIEL EN ERLA	109	NREF	10,94	0,79	7,10	0,63	4,6	0,84	4,1	0,75
E1308	ZIDACOS EN OLITE	109	NREF	8,85	0,64	5,69	0,51	2,0	0,36	3,2	0,59
E1350	HUECHA EN MALLÉN	109	NREF	8,00	0,58	8,00	0,71	4,0	0,72		0,00
E1368	ESCURRIZA EN ARIÑO	109	NREF	15,11	1,10	12,00	1,07	6,6	1,18	5,9	1,09
E1404	ARANDA EN BREA DE ARAGÓN	109	NREF	10,90	0,79	6,50	0,58	3,9	0,70	3,4	0,63
E1428	GUADALOPE EN FONTANALES DE CALANDA	109	NREF	9,37	0,68	9,10	0,81	5,3	0,96	4,0	0,74
E1461	GUADALOPE EN PUENTE A TORREVELILLA	109	NREF	9,44	0,69	9,92	0,88	5,4	0,97	2,5	0,46

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E1464	ALGAS EN MAELLA, BATEA	109	NREF	18,00	1,31	9,00	0,80	6,9	1,23	7,5	1,38
E2226	GUADALOPE EN AZUD DE RIMER (Emb. de Moros)	109	NREF	8,50	0,62	10,27	0,91	5,0	0,91	2,4	0,45
E106	GUADALOPE EN SANTOLEA, DERIVACIÓN ACEQUIA MAYOR	109	REF	15,33	1,11	8,00	0,71	5,5	0,98	5,3	0,99
E537	ARBA DE BIEL EN LUNA	109	REF	14,15	1,03	10,00	0,89	6,4	1,14	3,6	0,66
E540	FONTOBAL EN AYERBE	109	REF	12,29	0,89	12,52	1,11	5,8	1,04	5,5	1,02
E612	HUERVA EN VILLANUEVA DE HUERVA	109	REF	10,67	0,77	12,00	1,07	5,4	0,97	3,7	0,68
E1141	ALCANADRE EN PUENTE A LAS CELLAS	109	REF	12,42	0,90	11,69	1,04	5,8	1,03	5,3	0,98
E1285	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	109	REF	16,32	1,19	10,08	0,90	4,4	0,80	6,4	1,19
E1425	ARBA DE RIGUEL EN UNCASTILLO	109	REF	14,55	1,06	10,80	0,96	4,8	0,85	6,5	1,21
E1183	IREGUA EN PTE. VILLOSLADA DE CAMEROS	111	NREF	14,06	0,99	11,60	0,99	7,1	1,23	5,6	0,93
E1173	TIRÓN EN FRESNEDA DE LA SIERRA (aguas arriba)	111	REF	14,67	1,03	15,26	1,30	6,5	1,13	6,2	1,03
E1178	NAJERILLA EN VILLAVELAYO (aguas arriba)	111	REF	13,87	0,97	8,50	0,73	5,4	0,93	5,5	0,92
E1387	URBIÓN EN SANTA CRUZ DEL VALLE	111	REF	14,25	1,00	11,71	1,00	5,5	0,94	5,0	0,83
E2001	URBIÓN EN VINIEGRA DE ABAJO	111	REF	13,11	0,92	11,40	0,97	5,8	1,00	6,0	1,00
E2002	MAYOR EN VILLOSLADA DE CAMEROS (aguas abajo)	111	REF	16,21	1,14	15,75	1,35	6,1	1,05	6,0	1,00
E10	JILOCA EN DAROCA	112	NREF	13,67	0,99	10,50	0,99	6,5	1,13	4,4	0,82
E13	ÉSERA EN GRAUS	112	NREF	13,84	1,00	14,34	1,36	6,8	1,18	4,8	0,91
E38	NAJERILLA EN TORRENTALBO	112	NREF	11,89	0,86	7,57	0,72	4,1	0,73	5,8	1,09
E42	JILOCA EN CALAMOCHA (aguas arriba, El poyo del Cid)	112	NREF	10,13	0,73	7,46	0,70	4,5	0,78	4,0	0,75
E50	TIRÓN EN CUZCURRITA	112	NREF	8,52	0,62	11,71	1,11	5,9	1,04	4,4	0,83
E71	EGA EN ESTELLA (aguas arriba)	112	NREF	12,96	0,94	9,58	0,91	5,2	0,92	4,2	0,78
E90	QUEILES EN AZUD ALIMENTACIÓN EMB. DEL VAL	112	NREF	16,00	1,16	13,33	1,26	5,4	0,95	6,1	1,14
E92	NELA EN TRESPADERNE	112	NREF	7,43	0,54	9,38	0,89	2,7	0,47	2,0	0,38

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E97	NOGUERA RIBAGORZANA EN DERIVACIÓN CANAL DE PIÑANA	112	NREF	13,32	0,97	9,63	0,91	6,0	1,06	5,6	1,05
E123	GÁLLEGO EN ANZÁNIGO	112	NREF	13,63	0,99	12,55	1,19	6,9	1,21	4,8	0,90
E161	EBRO EN CERECEDA	112	NREF	9,00	0,65	6,00	0,57	4,0	0,70	4,0	0,75
E166	JEREA EN PALAZUELOS DE CUESTA URRIA	112	NREF	12,18	0,88	8,53	0,81	5,2	0,90	4,6	0,87
E184	MANUBLES EN ATECA	112	NREF	12,42	0,90	10,90	1,03	5,1	0,89	4,9	0,93
E189	ORONCILLO EN ORÓN	112	NREF	10,00	0,73	11,00	1,04	5,9	1,03	2,7	0,50
E238	ARANDA EN EMB. DE MAIDEVERA	112	NREF	11,49	0,83	10,45	0,99	5,1	0,90	2,0	0,38
E240	OJA EN CASTAÑARES	112	NREF	8,88	0,64	9,63	0,91	4,1	0,72	4,5	0,85
E243	ALHAMA EN VENTA DE BAÑOS DE FITERO	112	NREF	9,02	0,65	7,00	0,66	3,3	0,57	3,8	0,71
E244	JILOCA EN LUCO DE JILOCA	112	NREF	7,16	0,52	5,14	0,49	2,0	0,35	3,2	0,60
E523	NAJERILLA EN NÁJERA	112	NREF	5,88	0,43	6,44	0,61	2,0	0,35	5,0	0,94
E525	INGLARES EN BERGANZO	112	NREF	15,48	1,12	9,85	0,93	6,4	1,13	5,9	1,11
E535	ALHAMA EN AGUILAR	112	NREF	10,72	0,78	8,17	0,77	2,9	0,50	2,6	0,49
E550	GUATIZALEMA EN EMB. DE VADIELLO	112	NREF	13,41	0,97	11,27	1,06	6,0	1,05	3,6	0,68
E572	EGA EN ARINZANO	112	NREF	15,37	1,11	11,56	1,09	6,5	1,13	4,0	0,75
E585	MANUBLES EN MORÓS	112	NREF	9,16	0,66	8,35	0,79	4,6	0,81	4,4	0,82
E600	BERGANTES EN FORCALL	112	NREF	7,71	0,56	7,80	0,74	3,3	0,58	2,4	0,45
E701	OMECILLO EN ESPEJO	112	NREF	11,70	0,85	9,12	0,86	4,6	0,81	3,4	0,63
E706	MATARRAÑA EN VALDERROBRES	112	NREF	10,14	0,74	10,81	1,02	4,8	0,84	3,6	0,68
E1039	EGA EN LAGRAN	112	NREF	11,17	0,81	9,65	0,91	4,6	0,80	3,1	0,59
E1042	EGA EN ESTELLA (aguas abajo)	112	NREF	10,37	0,75	8,67	0,82	2,5	0,45	4,3	0,82
E1064	IRATI EN LUMBIER	112	NREF	12,28	0,89	11,38	1,08	6,5	1,14	4,6	0,85
E1092	GÁLLEGO EN MURILLO DE GÁLLEGO	112	NREF	12,22	0,89	11,52	1,09	6,0	1,05	4,4	0,83
E1139	ISÁBENA EN CAPELLA (Estación de Aforo)	112	NREF	9,29	0,67	6,57	0,62	5,6	0,98	3,1	0,57
E1171	OCA EN CORNUDILLA	112	NREF	9,50	0,69	7,67	0,72	4,7	0,83	5,4	1,01
E1175	TIRÓN EN CEREZO DEL RÍO TIRÓN	112	NREF	8,25	0,60	5,22	0,49	3,7	0,64	4,9	0,92
E1177	TIRÓN EN HARO	112	NREF	7,56	0,55	9,40	0,89	4,7	0,82	6,3	1,18

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E1219	HUERVA EN CERVERUELA	112	NREF	13,40	0,97	10,88	1,03	5,8	1,02	5,1	0,95
E1228	MARTÍN EN MARTÍN DEL RÍO MARTÍN	112	NREF	13,37	0,97	9,24	0,87	5,2	0,91	4,0	0,75
E1229	MARTÍN EN ALCAINE (Estación de Aforo 127)	112	NREF	11,44	0,83	8,71	0,82	5,3	0,92	4,2	0,79
E1234	GUADALOPE EN ALIAGA	112	NREF	12,57	0,91	8,97	0,85	6,0	1,04	4,9	0,92
E1250	QUEILES EN VOZMEDIANO	112	NREF	13,95	1,01	15,87	1,50	6,0	1,04	4,7	0,88
E1253	GUADALOPE EN LADRUÑÁN	112	NREF	14,13	1,02	10,89	1,03	5,6	0,98	5,2	0,97
E1260	JALÓN EN BUBIERCA	112	NREF	8,31	0,60	7,85	0,74	5,9	1,03	3,5	0,66
E1265	MESA EN IBDES	112	NREF	13,05	0,95	9,83	0,93	5,0	0,88	4,4	0,82
E1341	RUDRÓN EN VALDELATEJA	112	NREF	11,68	0,85	11,09	1,05	3,9	0,68	3,0	0,57
E1355	HENAR EN EMBID DE ARIZA (Estación de Aforo 57)	112	NREF	12,00	0,87	11,04	1,04	6,3	1,10	5,0	0,94
E1357	JALÓN EN JUBERA (Estación de Aforo 58)	112	NREF	14,08	1,02	10,69	1,01	5,5	0,97	4,2	0,79
E1366	ESCURIZA EN GARGALLO	112	NREF	14,00	1,02	10,55	1,00	7,0	1,22	4,9	0,92
E1400	ISUELA EN CÁLCENA	112	NREF	13,61	0,99	14,32	1,35	5,8	1,01	4,6	0,87
E1403	ARANDA EN ARANDA DE MONCAYO	112	NREF	12,10	0,88	9,00	0,85	5,2	0,92	4,7	0,89
E1408	JALÓN EN CETINA	112	NREF	7,33	0,53	5,67	0,54	5,8	1,01	4,0	0,75
E1413	EGA II EN ANTOÑANZA	112	NREF	12,27	0,89	9,83	0,93	4,2	0,74	5,0	0,93
E1430	CÁRDENAS EN CÁRDENAS	112	NREF	5,33	0,39	7,40	0,70	4,2	0,74	5,5	1,03
E2008	RIBERA SALADA EN ALTÉS	112	NREF	13,89	1,01	9,61	0,91	5,9	1,03	6,6	1,24
E2009	MATARRAÑA EN BECEITE (aguas arriba)	112	NREF	16,70	1,21	12,67	1,20	6,1	1,07	6,8	1,28
E2010	IRATI EN LUMBIER (aguas arriba)	112	NREF	10,86	0,79	7,71	0,73	5,4	0,94	3,3	0,63
E2229	NOGUERA RIBAGORZANA EN CASTISSENT	112	NREF	9,78	0,71	14,90	1,41	4,2	0,74	3,9	0,73
E2243	NOGUERA DE TOR EN BARRUERA	112	NREF	11,71	0,85	7,71	0,73	2,5	0,43	2,0	0,38
E2246	ALGAS EN TOLL DEL VIDRE	112	NREF	16,41	1,19	15,46	1,46	5,7	1,01	5,7	1,06
E197	LEZA EN RIBAFRECHA	112	REF	14,21	1,03	12,93	1,22	5,7	1,00	5,9	1,11
E623	ALGAS EN MAS DE BAÑETES	112	REF	15,28	1,11	12,75	1,21	6,2	1,09	5,6	1,06
E1169	OCA EN VILLALMONDAR	112	REF	8,56	0,62	8,40	0,79	4,1	0,72	3,2	0,60
E1240	MATARRAÑA EN BECEITE,	112	REF	13,53	0,98	11,88	1,12	4,8	0,84	5,3	1,00

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
	PARRIZAL										
E1380	BERGANTES EN MARE DE DEU DE LA BALMA	112	REF	9,35	0,68	10,00	0,95	4,6	0,81	3,6	0,68
E2003	RUDRÓN EN TABLADA DE RUDRÓN	112	REF	13,79	1,00	12,21	1,15	6,3	1,11	4,9	0,93
E2005	ISUALA EN ALBERUELA DE LA LIENA	112	REF	13,39	0,97	10,44	0,99	5,7	1,00	5,2	0,97
E2006	ISUALA EN LAS BELLOSTAS	112	REF	14,92	1,08	10,58	1,00	6,6	1,16	5,4	1,02
E2007	ALCANADRE EN CASBAS	112	REF	15,05	1,09	9,23	0,87	5,5	0,96	6,1	1,14
Andill	CANALETA EN MAS D'ANDILL (HORTA DE SANT JOAN)	112	REF	13,39	0,97	14,62	1,38	5,7	0,99	5,5	1,03
E1	EBRO EN MIRANDA DE EBRO	115	NREF	8,51	0,56	6,17	0,57	3,7	0,68	3,2	0,71
E5	ARAGÓN EN CAPARROSO	115	NREF	12,67	0,84	9,15	0,84	5,3	0,98	3,6	0,80
E25	SEGRE EN SERÒS	115	NREF	9,00	0,59	4,61	0,42	2,7	0,50	4,4	0,97
E65	IRATI EN LIEDENA	115	NREF	13,35	0,88	11,00	1,01	5,0	0,92	3,1	0,68
E69	ARGA EN ETXAURI	115	NREF	10,04	0,66	6,78	0,62	4,4	0,82	3,6	0,79
E74	ZADORRA EN ARCE, MIRANDA DE EBRO	115	NREF	8,31	0,55	7,78	0,72	4,4	0,81	2,8	0,61
E96	SEGRE EN BALAGUER	115	NREF	9,10	0,60	10,00	0,92	4,7	0,88	3,7	0,81
E205	ARAGÓN EN CÁSEDA	115	NREF	12,10	0,80	7,63	0,70	5,7	1,07	4,6	1,02
E207	SEGRE EN VILANOVA DE LA BARCA	115	NREF	6,95	0,46	9,04	0,83	4,8	0,89	2,7	0,60
E208	EBRO EN HARO	115	NREF	8,81	0,58	7,19	0,66	3,4	0,63	3,2	0,71
E239	EGA EN ALLO (aguas arriba)	115	NREF	11,85	0,78	9,65	0,89	5,6	1,05	4,2	0,92
E246	GÁLLEGO EN AZUD DE CAMARERA	115	NREF	10,00	0,66	11,70	1,08	5,3	0,98	4,4	0,97
E503	EBRO EN SAN ADRIÁN	115	NREF	6,85	0,45	7,05	0,65	5,1	0,95	2,9	0,63
E530	ARAGÓN EN MILAGRO	115	NREF	10,85	0,72	7,79	0,72	4,7	0,87	3,3	0,73
E547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	115	NREF	11,38	0,75	7,94	0,73	4,9	0,91	4,5	0,99
E595	EBRO EN SAN VICENTE DE LA SONSIERRA	115	NREF	10,43	0,69	6,85	0,63	4,0	0,74	3,1	0,69
E625	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALFARRÀS	115	NREF	10,20	0,67	9,09	0,84	5,7	1,06	4,3	0,96
E704	GÁLLEGO EN ARDISA	115	NREF	11,16	0,74	8,89	0,82	4,3	0,80	4,0	0,88
E817	ARAGÓN EN CARCASTILLO	115	NREF	12,75	0,84	11,66	1,07	6,6	1,23	3,6	0,80

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E1028	ZADORRA EN LA PUEBLA DE ARGANZÓN	115	NREF	8,62	0,57	7,57	0,70	3,9	0,72	3,4	0,74
E1043	EGA EN LERÍN	115	NREF	12,10	0,80	7,57	0,70	4,7	0,88	3,9	0,86
E1044	EGA EN SAN ADRIÁN	115	NREF	8,92	0,59	3,97	0,37	2,8	0,52	4,7	1,03
E1077	ARGA EN BERBINZANA	115	NREF	12,06	0,80	6,33	0,58	4,0	0,74	3,3	0,74
E1124	CINCA EN MONZÓN	115	NREF	12,27	0,81	8,83	0,81	5,9	1,10	3,6	0,78
E1125	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	115	NREF	9,53	0,63	4,24	0,39	2,0	0,37	3,4	0,75
E1424	ARAGÓN EN SANGÜESA	115	NREF	11,84	0,78	9,87	0,91	4,9	0,92	3,2	0,71
E1508	CINCA EN POMAR	115	NREF	7,85	0,52	8,00	0,74	5,3	0,98	3,2	0,71
E1512	CINCA EN VELILLA DE CINCA (ZAIDÍN)	115	NREF	5,50	0,36	4,00	0,37	2,0	0,37	3,0	0,66
E1521	ARGA EN BELASCOAIN	115	NREF	12,26	0,81	5,87	0,54	3,8	0,71	4,4	0,97
E101	ARAGÓN EN YESA	115	REF	15,14	1,00	10,86	1,00	5,4	1,00	5,6	1,24
E616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	115	REF	15,66	1,03	12,20	1,12	6,2	1,15	4,5	1,00
E802	CINCA EN PUENTE DE LAS PILAS, ESTADA-ESTADILLA	115	REF	11,49	0,76	9,42	0,87	4,7	0,87	4,4	0,96
E808	GÁLLEGO EN SANTA EULALIA	115	REF	14,39	0,95	9,67	0,89	2,0	0,37	2,0	0,44
E1476	ÉSERA EN DESEMBOCADURA	115	REF	16,00	1,06	11,00	1,01	5,7	1,05	6,9	1,52
E9	JALÓN EN HUÉRMEDA	116	NREF	10,76	0,78	6,64	0,63	5,0	0,88	3,8	0,71
E87	JALÓN EN GRISÉN	116	NREF	9,44	0,68	7,00	0,66	4,6	0,80	4,3	0,80
E567	JALÓN EN URREA	116	NREF	6,77	0,49	9,36	0,89	5,1	0,90	2,5	0,48
E27	EBRO EN TORTOSA	117	NREF	11,80	0,86	8,25	0,78	3,3	0,58	4,9	0,93
E29	EBRO EN MEQUINENZA	117	NREF	7,91	0,57	6,91	0,65	5,0	0,88	5,3	1,00
E162	EBRO EN PIGNATELLI	117	NREF	8,45	0,61	4,00	0,38	3,0	0,53	4,5	0,84
E210	EBRO EN COLA EMBALSE DE FLIX	117	NREF	9,05	0,66	5,08	0,48	3,5	0,60	4,3	0,81
E505	EBRO EN ALFARO	117	NREF	8,86	0,64	8,08	0,76	5,5	0,96	4,0	0,75
E506	EBRO EN TUDELA	117	NREF	13,18	0,96	8,93	0,84	3,2	0,56	5,1	0,96
E508	EBRO EN GALLUR	117	NREF	8,73	0,63	6,92	0,65	2,5	0,45	4,1	0,78
E509	EBRO EN REMOLINOS	117	NREF	6,86	0,50	3,67	0,35	2,0	0,35	4,2	0,78
E511	EBRO EN BENIFALLET	117	NREF	10,50	0,76	7,38	0,70	3,5	0,62	3,8	0,71
E512	EBRO EN XERTA	117	NREF	9,67	0,70	8,73	0,82	2,8	0,49	3,4	0,63

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E580	EBRO EN CABAÑAS DE EBRO	117	NREF	8,29	0,60	4,82	0,46	3,4	0,59	4,9	0,91
E592	EBRO EN PINA DE EBRO	117	NREF	9,68	0,70	5,21	0,49	2,9	0,50	5,3	1,00
E605	EBRO EN AMPOSTA	117	NREF	9,76	0,71	7,13	0,67	3,2	0,56	4,5	0,85
E1164	EBRO EN ALAGÓN	117	NREF	7,00	0,51	3,33	0,32	2,0	0,35	3,2	0,60
E1167	EBRO EN MORA DE EBRO	117	NREF	9,84	0,71	6,04	0,57	4,6	0,81	4,5	0,85
E1295	EBRO EN BURGO DE EBRO	117	NREF	10,63	0,77	5,20	0,49	3,1	0,54	4,8	0,90
E18	ARAGÓN EN JACA	126	NREF	13,08	0,88	11,54	0,94	6,3	1,03	4,8	0,88
E22	VALIRA EN ANSERALL	126	NREF	14,05	0,95	13,29	1,08	6,3	1,03	5,5	0,99
E36	IREGUA EN ISLALLANA	126	NREF	11,20	0,76	9,30	0,76	4,7	0,77	4,0	0,73
E68	ARAQUIL EN ASIAÍN	126	NREF	12,85	0,87	5,64	0,46	2,0	0,33	3,0	0,55
E85	UBAGUA EN RIEZU	126	NREF	15,81	1,07	15,54	1,26	6,3	1,02	5,6	1,01
E146	NOGUERA PALLARESA EN POBLA DE SEGUR	126	NREF	14,81	1,00	11,56	0,94	7,3	1,19	3,2	0,58
E152	ARGA EN EMB. EUGUI (aguas debajo de la presa)	126	NREF	15,88	1,07	12,48	1,02	6,4	1,05	5,4	0,99
E159	ARGA EN HUARTE	126	NREF	13,92	0,94	15,47	1,26	6,6	1,08	5,8	1,05
E169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	126	NREF	14,05	0,95	13,93	1,13	6,8	1,12	4,8	0,87
E180	ZADORRA ENTRE MENDIVIL Y DURANA	126	NREF	11,64	0,79	10,33	0,84	5,0	0,82	4,5	0,82
E206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	126	NREF	13,89	0,94	11,76	0,96	6,1	1,00	4,8	0,88
E221	SUBIALDE EN MURUA	126	NREF	16,77	1,13	15,00	1,22	6,8	1,11	5,9	1,07
E241	NAJERILLA EN ANGUIANO	126	NREF	13,10	0,88	10,18	0,83	5,9	0,96	5,7	1,04
E441	CINCA EN EMB. DEL GRADO	126	NREF	14,00	0,94	10,64	0,87	5,1	0,84	5,8	1,05
E513	NELA EN CIGÜENZA	126	NREF	12,96	0,87	11,05	0,90	4,4	0,73	4,5	0,82
E514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	126	NREF	12,30	0,83	11,47	0,93	4,9	0,79	6,3	1,14
E516	OROPESA EN PRADOLUENGO	126	NREF	12,15	0,82	12,67	1,03	7,1	1,16	6,0	1,09
E517	OJA EN EZCARAY	126	NREF	12,44	0,84	11,41	0,93	5,5	0,90	4,4	0,81
E519	ZADORRA EN EMB. ULLIVARRI	126	NREF	13,65	0,92	13,26	1,08	6,0	0,98	4,3	0,79
E520	ADRÍN Y URQUIOLA EN EMB. ALBINA	126	NREF	12,00	0,81	14,33	1,17	7,1	1,16	5,0	0,91
E524	CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA	126	NREF	13,28	0,90	13,33	1,08	6,8	1,11	5,8	1,06

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
	COGOLLA										
E531	IRATI EN AOIZ	126	NREF	10,57	0,71	11,11	0,90	6,2	1,01	3,5	0,64
E532	MAIRAGA EN EMB. MAIRAGA	126	NREF	14,33	0,97	13,64	1,11	6,3	1,03	4,7	0,85
E546	SANTA ANNA EN SORT	126	NREF	16,00	1,08	14,50	1,18	6,3	1,03	5,7	1,04
E561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	126	NREF	11,84	0,80	10,88	0,88	5,6	0,91	3,0	0,55
E702	ESCÁ EN SIGÜÉS	126	NREF	12,60	0,85	12,00	0,98	5,5	0,90	5,0	0,91
E810	SEGRE EN CAMARASA	126	NREF	12,74	0,86	9,60	0,78	5,4	0,88	3,5	0,64
E1047	ARAGÓN EN PUENTELARREINA DE JACA	126	NREF	10,75	0,73	11,14	0,91	5,5	0,90	4,2	0,76
E1056	VERAL EN BINIÉS	126	NREF	9,76	0,66	10,18	0,83	4,5	0,73	4,8	0,87
E1062	IRATI EN OROZ-BETELU	126	NREF	13,50	0,91	10,87	0,88	5,9	0,97	5,6	1,02
E1070	SALAZAR EN ASPURZ	126	NREF	14,96	1,01	11,50	0,93	5,5	0,89	4,5	0,81
E1072	ARGA EN QUINTO REAL	126	NREF	14,67	0,99	13,43	1,09	6,4	1,04	5,8	1,05
E1073	ARGA EN ZUBIRI	126	NREF	12,25	0,83	11,60	0,94	5,5	0,89	3,6	0,66
E1081	ARAKIL EN ERROTZ	126	NREF	12,42	0,84	6,00	0,49	3,5	0,58	3,9	0,70
E1096	SEGRE EN LLIVIA	126	NREF	16,79	1,13	13,41	1,09	6,0	0,98	5,7	1,04
E1110	FLAMICELL EN POBLETA DE BELLVEHI	126	NREF	13,27	0,90	14,11	1,15	6,1	1,00	5,4	0,98
E1114	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	126	NREF	13,04	0,88	10,38	0,84	5,9	0,97	5,6	1,01
E1122	CINCA EN AÍNSA	126	NREF	12,56	0,85	12,33	1,00	6,6	1,08	4,7	0,86
E1131	ARA EN FISCAL (Estación de Aforo 195)	126	NREF	15,48	1,04	11,27	0,92	6,5	1,07	5,7	1,04
E1134	ÉSERA EN CARRETERA AÍNSA - CAMPO	126	NREF	14,23	0,96	10,88	0,88	6,1	1,00	4,6	0,84
E1135	ÉSERA EN PERARRUA	126	NREF	13,82	0,93	10,89	0,89	5,6	0,91	4,5	0,82
E1137	ISÁBENA EN LASPAÚLES	126	NREF	13,94	0,94	14,46	1,18	5,6	0,92	4,4	0,81
E1149	EBRO EN REINOSA	126	NREF	9,87	0,67	7,71	0,63	5,2	0,85	4,7	0,85
E1150	EBRO EN ALDEA DE EBRO	126	NREF	16,60	1,12	12,86	1,05	5,4	0,89	3,6	0,66
E1315	ULZAMA EN OLAVE	126	NREF	15,71	1,06	11,38	0,92	4,7	0,76	5,5	1,00
E1317	LARRAUN EN URRITZA	126	NREF	13,47	0,91	10,29	0,84	5,1	0,83	5,1	0,93
E1396	TREMA EN TORME	126	NREF	11,33	0,76	11,88	0,97	5,1	0,84	5,7	1,03

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
E1478	SEGRE EN AGUAS ARRIBA EMBALSE DE RIALB	126	NREF	11,62	0,78	10,20	0,83	5,3	0,87	2,3	0,42
E1485	GÁLLEGO EN CENTRAL DE JAVIERRELATRE	126	NREF	12,93	0,87	9,42	0,77	5,1	0,83	3,5	0,64
E1520	ARAKIL EN IRAÑETA	126	NREF	8,00	0,54	7,00	0,57	3,6	0,59	3,6	0,65
E2228	NOGUERA PALLARESA EN SANT ROMÀ DE TAVÈRNOLES	126	NREF	14,41	0,97	12,00	0,98	6,4	1,06	5,0	0,91
E2231	SEGRE EN ALÒS DE BALAGUER	126	NREF	13,84	0,93	14,29	1,16	6,6	1,08	4,2	0,76
E2237	EBRO EN FONTIBRE	126	NREF	12,14	0,82	12,22	0,99	4,2	0,69	3,3	0,60
E2245	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT D'ORRIT	126	NREF	13,76	0,93	10,78	0,88	6,7	1,09	5,1	0,93
E539	AURIN EN ISÍN	126	REF	16,10	1,09	9,50	0,77	6,1	1,00	5,8	1,05
E1004	NELA EN PUENTEDEY	126	REF	14,23	0,96	11,70	0,95	4,2	0,68	4,6	0,83
E1006	TRUEBA EN EL VADO	126	REF	9,43	0,64	10,80	0,88	5,1	0,83	4,3	0,78
E1393	ERRO EN SOROGAÍN	126	REF	15,26	1,03	13,74	1,12	6,4	1,05	5,4	0,97
E1398	GUATIZALEMA EN NOCITO	126	REF	16,65	1,12	13,10	1,06	5,2	0,85	5,5	1,00
E1446	IRATI EN COLA EMBALSE IRABIA	126	REF	13,21	0,89	12,89	1,05	6,1	1,00	6,0	1,08
E1450	URROBI EN E.A AGUAS ABAJO CAMPING ESPINAL	126	REF	14,38	0,97	15,29	1,24	6,2	1,01	5,9	1,07
E2011	OMECILLO EN CORRO	126	REF	15,79	1,07	14,40	1,17	6,7	1,09	6,3	1,14
E2013	OSIA EN JASA	126	REF	16,28	1,10	11,11	0,90	6,3	1,04	5,4	0,98
E2014	GUARGA EN ORDOVÉS	126	REF	14,20	0,96	11,33	0,92	5,1	0,83	5,5	1,00
E203	HIJAR EN ESPINILLA	127	NREF	11,83	0,91	10,80	0,94	5,9	0,98	5,6	1,36
E529	ARAGÓN EN CASTIELLO DE JACA	127	NREF	13,57	1,05	10,56	0,92	5,0	0,83	4,7	1,14
E705	GARONA EN ES BORDES	127	NREF	15,65	1,21	11,71	1,02	7,4	1,22	5,5	1,34
E1045	ARAGÓN EN CANDANCHÚ, PUENTE DE SANTA CRISTINA	127	NREF	13,02	1,00	11,76	1,03	6,2	1,02	3,7	0,90
E1087	GÁLLEGO EN FORMIGAL	127	NREF	12,48	0,96	11,85	1,04	6,2	1,02	3,2	0,77
E1088	GÁLLEGO EN BIESCAS	127	NREF	14,00	1,08	12,08	1,06	7,0	1,15	5,6	1,35
E1105	NOGUERA PALLARESA EN ISIL	127	NREF	15,30	1,18	14,18	1,24	6,9	1,13	6,2	1,51
E1106	NOGUERA PALLARESA EN LLAVORSÍ	127	NREF	14,85	1,14	11,07	0,97	5,8	0,96	3,5	0,85
E1113	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT	127	NREF	13,54	1,04	13,36	1,17	5,4	0,88	3,8	0,91

CEMAS	Localidad	Tipo fluvial	Referencia	IMF	EQR IMF	IBMR	EQR IBMR	IVAM-CLM	EQR IVAM-CLM	IVAM-FBL	EQR IVAM-FBL
	DE SUERT (Estación de Aforo 137)										
E1121	CINCA EN LASPUÑA	127	NREF	13,35	1,03	11,45	1,00	5,9	0,97	4,0	0,97
E1127	CINQUETA EN PLAN	127	NREF	14,46	1,11	13,47	1,18	6,1	1,00	6,1	1,49
E1133	ÉSERA EN CASTEJÓN DE SOS	127	NREF	13,41	1,03	10,39	0,91	5,8	0,96	3,8	0,92
E1294	NOGUERA DE CARDÓS EN LLADORRE	127	NREF	14,35	1,11	12,87	1,12	6,1	1,00	4,8	1,15
E1298	GARONA EN ARTIES	127	NREF	14,42	1,11	14,20	1,24	6,4	1,06	5,6	1,36
E1299	GARONA EN BOSSOST	127	NREF	15,14	1,17	13,50	1,18	5,9	0,98	4,9	1,18
E1418	BARROSA EN FRONTERA FRANCIA	127	NREF	15,04	1,16	14,94	1,31	6,4	1,06	5,7	1,38
E1419	VALLFERRERA EN ALINS	127	NREF	16,00	1,23	14,48	1,27	6,5	1,08	6,0	1,44
E1421	NOGUERA DE TOR EN LLESP	127	NREF	12,46	0,96	13,23	1,16	6,1	1,01	5,1	1,24
E2199	ESCARRA EN ESCARRILLA	127	NREF	16,46	1,27	12,44	1,09	7,1	1,17	4,0	0,97
E2202	AIGUAMOIX EN COLA DEL EMBALSE DE AIGUAMOIX	127	NREF	15,71	1,21	16,13	1,41	6,0	0,99	5,4	1,31
E2225	GARONA EN GESSA	127	NREF	13,14	1,01	9,80	0,86	6,2	1,03	5,1	1,23
E2241	RIALB EN BOIXOLS	127	NREF	14,53	1,12	11,00	0,96	5,4	0,89	3,5	0,85
E2247	NOGUERA RIBAGORZANA EN VILALLER	127	NREF	14,40	1,11	13,69	1,20	7,0	1,15	5,6	1,35
E638	SON EN ESTERRI D'ANEU	127	REF	12,11	0,93	10,92	0,95	6,1	1,00	5,1	1,25
E804	ARAGÓN SUBORDAN EN LA PEÑETA, POZA DE RELUCHERO (HECHO)	127	REF	10,97	0,85	11,44	1,00	6,4	1,05	3,6	0,87
E1128	VELLÓS EN AGUAS ABAJO DEL NACIMIENTO	127	REF	14,00	1,08	12,75	1,11	5,9	0,97	3,6	0,86
E1270	ÉSERA EN PLAN DE L'HOSPITAL DE BENASQUE	127	REF	12,97	1,00	9,71	0,85	6,0	1,00	4,1	1,00
E1448	VERAL EN ZURIZA	127	REF	13,31	1,03	12,83	1,12	6,1	1,01	5,6	1,36

Los EQR obtenidos permiten estudiar el comportamiento de los cuatro índices calculados en 5 de los 8 tipos fluviales presentes en la cuenca del Ebro: 109, 112, 115, 126 y 127. No obstante, y tal y como se ha comentado, los resultados referentes a los tipos 109 y 115 son provisionales. Por el contrario, no se ha podido realizar este estudio en el caso de los tipos 116 y 117, por contar con pocas localidades en el primero de los casos y por no contar ninguno de los dos tipos con localidades de referencia o sin impactos.

Como cabría esperar y en la mayoría de los casos, en los cinco tipos fluviales considerados (109, 112, 115, 126 y 127) los valores EQR de los puntos de referencia (REF) no presentan desviaciones significativas respecto al valor esperado de 1 o superior, siendo la mediana del EQR IBMR en el tipo 109 la más desviada (0.96) (Figuras 17-20). En el caso de los puntos de no referencia (NREF), los EQR oscilan entre 1.31-0.36 (IMF), 1.50-0.37 (IBMR), 1.28-0.33 (IVAM-CLM) y 1.51-0.37 (IVAM-FBL). Estos valores son para todas las localidades de no referencia en conjunto si bien existen diferencias según el tipo fluvial considerado (Tabla 23).

Tabla 23. Valores máximo y mínimo de los EQR de los cuatro índices calculados para las localidades de no referencia según el tipo fluvial.

Tipo fluvial	IMF		IBMR		IVAM-CLM		IVAM-FBL	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
109	1,31	0,51	1,16	0,51	1,28	0,36	1,38	0,37
112	1,21	0,39	1,5	0,49	1,22	0,35	1,28	0,38
115	0,88	0,36	1,08	0,37	1,23	0,37	1,03	0,6
126	1,13	0,54	1,26	0,46	1,19	0,33	1,14	0,42
127	1,27	0,91	1,41	0,86	1,22	0,83	1,51	0,77

Por otra parte, para determinar si los índices funcionan bien o no quizá tienen mayor relevancia como se comportan los puntos de *No referencia* (NREF) con respecto a los puntos REF, ya que los puntos NREF generalmente presentan una mediana inferior a la que se obtiene para los puntos REF (Figuras 17-20). En el caso de nuestros datos del

Ebro en general todos los índices funcionan aceptablemente, aunque apreciamos algunas desviaciones, que vamos a abordar caso por caso.

El índice IMF presenta un comportamiento bueno y estable (Figura 17), tanto en tipos de montaña (112, 126 y 127) como de no montaña (109 y 115), puesto que, salvo en el tipo 127, la mediana de las localidades REF es claramente superior a la de las NREF. Además, en los tipos 112, 115, 126 y 127, los rangos de valores EQR de las localidades REF y NREF están claramente diferenciados. De hecho, sólo en el caso del tipo 109 se observa un ligero solapamiento, pero se puede considerar un hecho normal y no preocupante puesto que, como se ha dicho, la mediana REF es superior a la NREF. En el tipo 127, como veremos con el IBMR y el IVAM-FBL, la mediana de las localidades NREF es superior a la de las REF, debido a que la mayor parte de estas localidades no están impactadas, aunque no todas sean de referencia, y se considera un comportamiento normal.

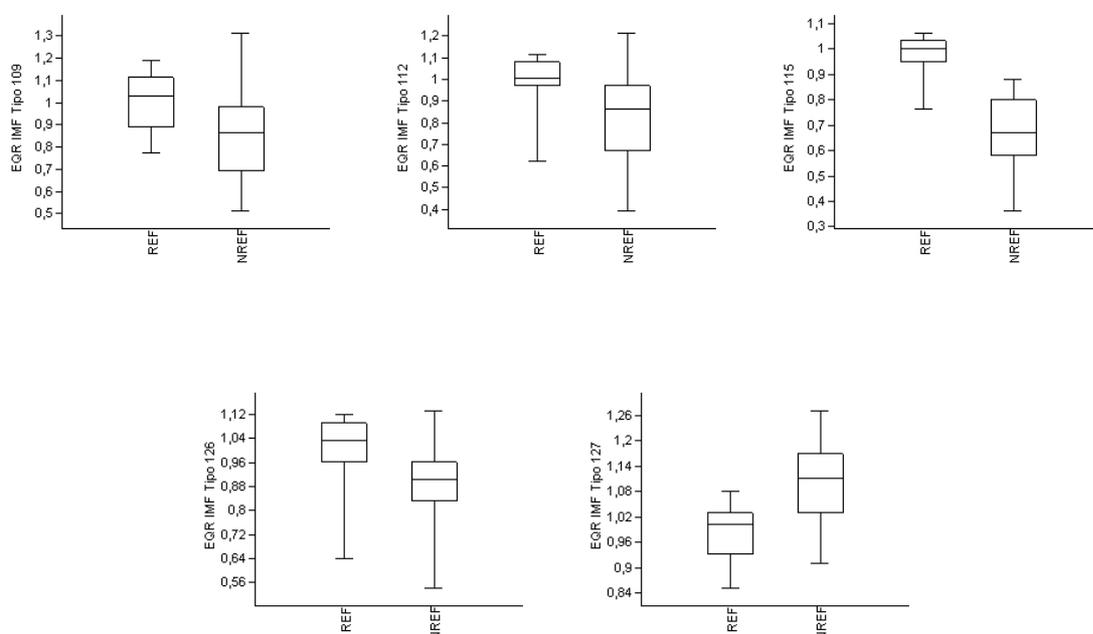


Figura 17. Valores EQR del índice IMF en los tipos 109, 112, 115, 126 y 127 en puntos REF y NREF.

El índice IBMR presenta un comportamiento igualmente bueno y estable, especialmente en los tipos de no montaña (109 y 115) (Figura 18). Por el contrario, en los tipos de montaña (112, 126 y 127) existe un cierto solapamiento entre las localidades REF y las NREF, sobretodo en el caso del tipo 126. Como se ha comentado, esta no es una anomalía grave ya que las medianas REF son superiores a las NREF, salvo en el tipo 127.

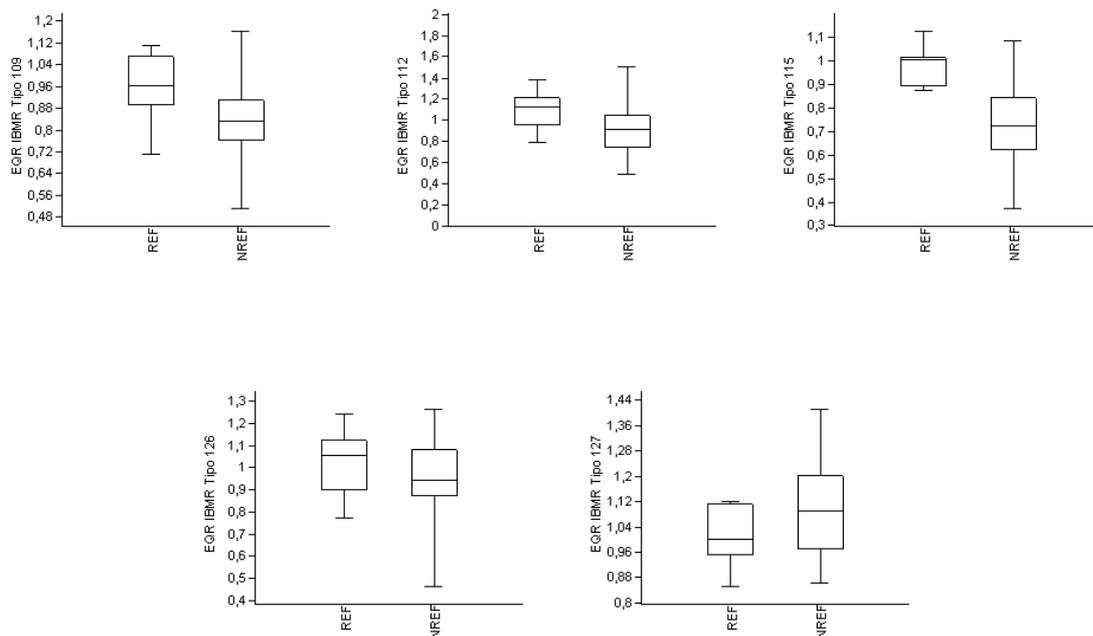


Figura 18. Valores EQR del índice IBMR en los tipos 109, 112, 115, 126 y 127 en puntos REF y NREF.

Las dos versiones del IVAM presentan un comportamiento distinto (Figura 19-20). En el caso del IVAM-FBL la comparativa de EQR REF/NREF es aceptable, especialmente en los tipos 112, 115 y 126 (Figura 19). Por el contrario, existe un cierto solapamiento en el tipo 109, más acusado en el 127, donde, además, la mediana NREF es superior a la REF.

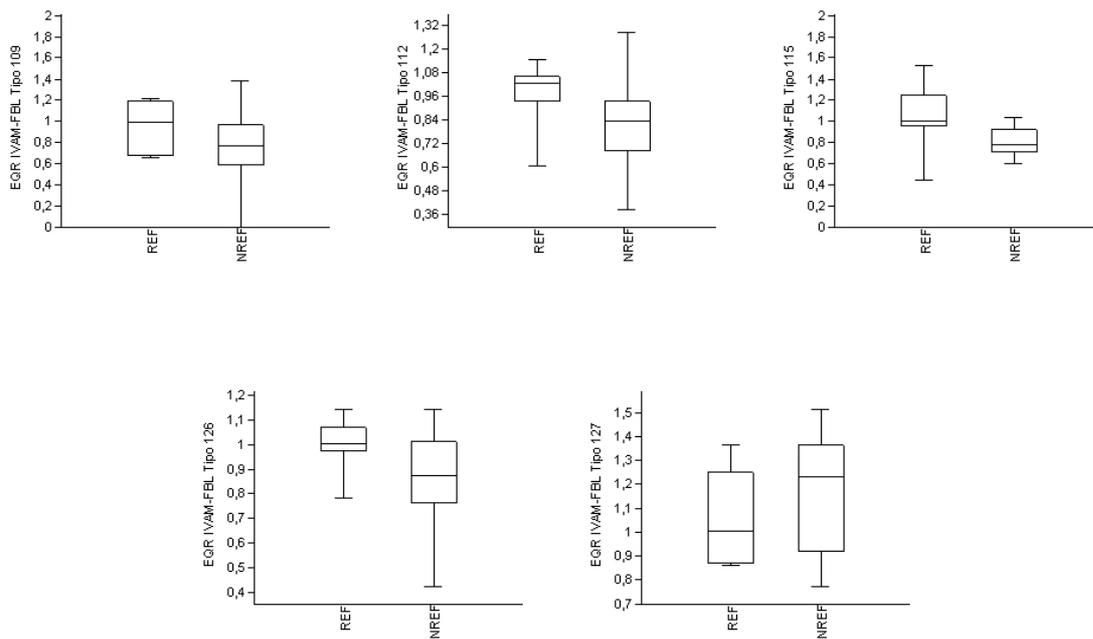


Figura 19. Valores EQR del índice IVAM-FBL en los tipos 109, 112, 115, 126 y 127 en puntos REF y NREF.

En el caso del índice IVAM-CLM observamos un comportamiento irregular e inestable (Figura 20). Este hecho se observa especialmente en los tipos 109, 126 y 127, donde no se alcanzan a observar diferencias entre las medianas de los EQR REF y NREF, a la vez que el rango de valores NREF se solapa notablemente con los valores REF.

Estas anomalías no sabemos a qué atribuir las, pero nos indican que estos datos generan un grado notable de incertidumbre en la aplicación de este índice.

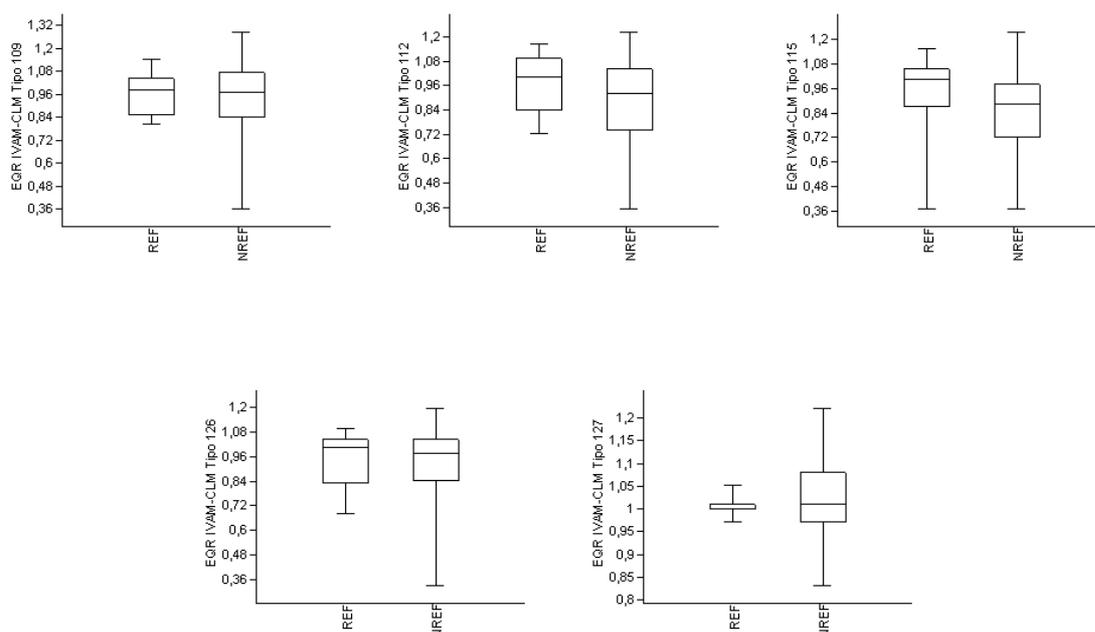


Figura 20. Valores EQR del índice IVAM-CLM en los tipos 109, 112, 115, 126 y 127 en puntos REF y NREF.

7.9. El gradiente estresor

Los macrófitos dependen de la interacción de diversos factores bióticos y abióticos, entre los que destacan los nutrientes, la velocidad del agua, las condiciones hidrológicas, el tipo de sustrato, pH, carbonatos, cloruros, sulfatos, grado de iluminación e impactos antropogénicos. Mucho se ha hablado y escrito sobre la inter-relación de estas variables ambientales y los macrófitos en ríos. Buena parte de los trabajos se centran en el estudio de los nutrientes y también en como influyen los parámetros hidromorfológicos.

En la cuenca del Ebro hemos recopilado datos de 177 puntos, que nos permiten tipificar los gradientes ambientales que, en principio, tienen importancia para los macrófitos (www.chebro.es). En general se suelen aplicar análisis estadísticos del tipo PCA, DCA o CCA. El CCA es uno de los métodos que se utilizan más comúnmente para estudiar como afectan los gradientes ecológicos a las especies. Para ello es necesaria la utilización de un número elevado de variables ambientales,

presiones, impactos, etc., que no presenten una correlación muy elevada entre ellas (para evitar redundancias en el análisis estadístico y sobrevalorar en exceso algunos parámetros). A partir de estos datos, junto con los inventarios de especies se realizan cálculos estadísticos, en los que el primer eje del análisis estadístico que explica el porcentaje más elevado de la varianza se utiliza como gradiente ecológico o estresor GE (Munné & Prat, 2009; Sánchez-Montoya et al., 2010).

Los datos que han servido de base para el cálculo del gradiente estresor se han obtenido de la CHE (datos analíticos) y datos de campo propios (Tabla 24). Los valores de PO_4 , NH_4 , NO_3 y DQO corresponden a las medias anuales de 2008 y 2009. Esta observación es importante, porque a la hora de correlacionar los resultados de los índices con las variables ambientales (en este caso físico-químicas), hay que considerar que un macrófito integra las variaciones ecológicas de plazos de tiempo largos (1 año o más). Ello implica que un dato puntual de fosfatos o amonio, no tiene por qué estar relacionado con la presencia de una especie determinada. El ejemplo opuesto lo tenemos con las diatomeas, que al estar dividiéndose constantemente, sí que reflejan más fielmente los cambios químicos (especialmente de fosfatos), que se han producido los meses anteriores al muestreo. Por lo tanto, en el caso de los macrófitos es recomendable utilizar medias anuales de los nutrientes y demás parámetros, tal y como apuntan también otros autores (Willby et al., 2010).

Tabla 24. Valores del grado de presiones e impactos observados en los puntos estudiados.

CEMAS	LOCALIDAD	EFLUENTES	MOD PERFIL	MOD MORF	ALT Habitat	ALT Hidrológicas	Pantano	Captaciones	Diques	URB+IND	AGRO+GAN A
E1	EBRO EN MIRANDA DE EBRO	3	2	2	4	4	4	2	4	3	3
E5	ARAGÓN EN CAPARROSO	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3
E9	JALÓN EN HUÉRMEDA	2	3	3	4	2	1	3	2	3	3
E10	JILOCA EN DAROCA	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2,5
E13	ÉSERA EN GRAUS	1	1	2	3	3	2	2	1	1	3
E14	MARTÍN EN HIJAR	2	2	2	2	2	2	3	2	1,25	2
E15	GUADALOPE EN DERIVACIÓN ACEQUIA VIEJA DE ALCAÑIZ	1	2	2	3	1	1	2	2	1,25	2,5
E18	ARAGÓN EN JACA	1	1	1	3	1	1	2	2	1,25	2,5
E22	VALIRA EN ANSERALL	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2,5
E25	SEGRE EN SERÒS	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3,5
E27	EBRO EN TORTOSA	3	2	2	3	3	3	4	4	3	4
E29	EBRO EN MEQUINENZA	1	4	2	3	4	4	4	3	1,25	2,5
E33	ALCANADRE EN PERALTA DE ALCOFEA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2,5
E36	IREGUA EN ISLALLANA	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2
E38	NAJERILLA EN TORREMONTALBO	2	2	2	1	1	2	2	3	1	2,5
E42	JILOCA EN CALAMOCHA (aguas arriba, El poyo del Cid)	2	2	2	2	1	1	1	2	1,25	3,5
E50	TIRÓN EN CUZCURRITA	1	1	1	3	1	1	2	4	1	2,5
E65	IRATI EN LIEDENA	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2
E68	ARAQUIL EN ASIAÍN	2	2	1	1	2	2	1	1	1,75	1,5
E69	ARGA EN ETXAURI	3	2	1	2	2	2	1	2	3,25	1,5
E71	EGA EN ESTELLA (aguas arriba)	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2,5
E74	ZADORRA EN ARCE, MIRANDA DE EBRO	3	1	2	1	2	2	1	2	3	1
E85	UBAGUA EN RIEZU	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
E87	JALÓN EN GRISÉN	3	2	2	2	3	4	4	2	1,75	2,5
E90	QUEILES EN AZUD ALIMENTACIÓN EMB. DEL VAL	1	2	2	2	3	3	2	1	1,5	1
E92	NELA EN TRESPADERNE	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1,5
E96	SEGRE EN BALAGUER	3	2	2	4	1	1	1	4	3	3,5
E97	NOGUERA RIBAGORZANA EN DERIVACIÓN CANAL DE PIÑANA	2	3	1	1	2	3	4	3	2	1
E101	ARAGÓN EN YESA	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1
E106	GUADALOPE EN SANTOLEA, DERIVACIÓN ACEQUIA MAYOR	1	2	2	3	3	4	2	1	1	1
E118	MARTÍN EN OLIETE	2	2	2	2	4	4	3	2	1	2
E123	GÁLLEGO EN ANZÁNIGO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E146	NOGUERA PALLARESA EN POBLA DE SEGUR	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2,5
E152	ARGA EN EMB. EUGUI (aguas debajo de la presa)	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1
E159	ARGA EN HUARTE	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
E161	EBRO EN CERECEDA	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1
E162	EBRO EN PIGNATELLI	2	3	3	1	3	3	4	3	2,5	1
E166	JEREA EN PALAZUELOS DE CUESTA URRIA	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2
E169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	1	3	1	1	2	3	1	1	1	1

CEMAS	LOCALIDAD	EFLUENTES	MOD PERFIL	MOD MORF	ALT Habitat	ALT Hidrológicas	Pantano	Captaciones	Diques	URB+IND	AGRO+GAN A
E180	ZADORRA ENTRE MENDIVIL Y DURANA	1	3	1	1	3	1	1	1	4	2,5
E184	MANUBLES EN ATECA	1	2	2	2	1	1	1	2	1,5	2
E189	ORONCILLO EN ORÓN	1	2	1	2	2	2	1	1	3	3
E197	LEZA EN RIBAFRECHA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
E203	HIJAR EN ESPINILLA	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
E205	ARAGÓN EN CÁSEDA	1	2	2	1	2	3	2	2	1,5	2,5
E206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3
E207	SEGRE EN VILANOVA DE LA BARCA	2	1	1	1	3	3	3	1	1	3
E208	EBRO EN HARO	2	2	1	2	3	4	1	1	1	3
E210	EBRO EN COLA EMBALSE DE FLIX	2	4	2	3	3	4	1	3	1,5	2,5
E221	SUBIALDE EN MURUA	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	3
E238	ARANDA EN EMB. DE MAIDEVERA	1	4	2	3	3	3	3	3	1	1
E239	EGA EN ALLO (aguas arriba)	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1,5
E240	OJA EN CASTAÑARES	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
E241	NAJERILLA EN ANGUIANO	1	2	1	1	2	2	3	1	1	2,5
E243	ALHAMA EN VENTA DE BAÑOS DE FITERO	2	2	1	1	1	1	1	1	1,25	2,5
E244	JILOCA EN LUCO DE JILOCA	3	2	2	1	1	1	1	2	1,25	3,5
E246	GÁLLEGO EN AZUD DE CAMARERA	2	2	1	2	2	2	2	1	1,5	3,5
E441	CINCA EN EMB. DEL GRADO	1	3	1	2	3	4	4	2	1	1
E503	EBRO EN SAN ADRIÁN	3	3	3	1	3	3	1	2	3	3
E505	EBRO EN ALFARO	3	3	3	1	1	1	1	1	1,5	4
E506	EBRO EN TUDELA	3	3	3	2	2	2	4	3	3	3,5
E508	EBRO EN GALLUR	3	3	3	1	3	3	3	3	2,25	4
E509	EBRO EN REMOLINOS	3	3	3	3	1	1	3	2	1,5	2,5
E511	EBRO EN BENIFALLET	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2,5
E512	EBRO EN XERTA	3	3	3	1	3	4	4	3	3	3
E513	NELA EN CIGÜENZA	2	2	1	1	2	2	2	1	1	3
E514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2,5
E516	OROPESA EN PRADOLUENGO	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
E517	OJA EN EZCARAY	1	2	2	2	2	1	1	1	1,25	2
E519	ZADORRA EN EMB. ULLIVARRI	1	2	1	1	2	3	1	1	1,75	2,5
E520	ADRÍN Y URQUIOLA EN EMB. ALBINA	1	2	1	1	2	3	2	1	1	1,5
E523	NAJERILLA EN NÁJERA	2	1	1	4	1	1	3	1	3	1
E524	CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA COGOLLA	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
E525	INGLARES EN BERGANZO	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1,5
E529	ARAGÓN EN CASTIELLO DE JACA	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
E530	ARAGÓN EN MILAGRO	1	2	1	4	3	2	2	3	1,5	4
E531	IRATI EN AOIZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E532	MAIRAGA EN EMB. MAIRAGA	1	3	1	1	3	3	1	1	1	1,5
E535	ALHAMA EN AGUILAR	2	2	1	1	1	1	1	2	1,25	2
E537	ARBA DE BIEL EN LUNA	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1,5
E539	AURIN EN ISÍN	1	2	1	1	2	2	1	1	1,5	1
E540	FONTOBAL EN AYERBE	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
E546	SANTA ANNA EN SORT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	1	2	1	1	2	2	3	1	2	3
E550	GUATIZALEMA EN EMB. DE VADIELLO	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1

CEMAS	LOCALIDAD	EFLUENTES	MOD PERFIL	MOD MORF	ALT Habitat	ALT Hidrológicas	Pantano	Captaciones	Diques	URB+IND	AGRO+GAN A
E558	GUADALOPE EN CALANDA	2	1	1	2	2	3	3	1	1	2,5
E561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1,5
E567	JALÓN EN URREA	3	2	1	1	1	1	3	2	1	3
E570	HUERVA EN MUEL	2	2	2	1	2	3	3	1	1	2
E572	EGA EN ARINZANO	3	1	1	3	1	1	1	2	1	1,5
E580	EBRO EN CABAÑAS DE EBRO	3	2	1	1	1	1	1	3	2,5	1
E585	MANUBLES EN MORÓS	2	3	3	3	2	1	2	1	1,5	2,5
E587	MATARRAÑA EN MAZALEÓN	2	2	2	1	1	1	2	1	1	3
E592	EBRO EN PINA DE EBRO	3	3	3	1	2	3	3	3	1,5	2
E595	EBRO EN SAN VICENTE DE LA SONSIERRA	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3
E596	HUERVA EN MARIA DE HUERVA	2	2	2	4	1	1	2	1	4	2
E600	BERGANTES EN FORCALL	2	2	1	1	1	1	1	1	1,25	4
E605	EBRO EN AMPOSTA	3	2	1	2	3	3	1	2	2,25	4
E612	HUERVA EN VILLANUEVA DE HUERVA	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
E616	CINCA EN DERIVACIÓN ACEQUIA PAULES	1	3	1	2	3	2	2	1	3	4
E623	ALGAS EN MAS DE BAÑETES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E625	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALFARRÁS	2	3	1	1	2	3	1	1	2	4
E638	SON EN ESTERRI D'ANEU	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
E701	OMECILLO EN ESPEJO	2	4	4	2	2	2	2	4	1	3
E702	ESCÁ EN SIGÜÉS	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1
E704	GÁLLEGO EN ARDISA	1	4	3	3	3	3	3	2	1	1
E705	GARONA EN ES BORDES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E706	MATARRAÑA EN VALDERROBRES	1	3	2	2	2	1	1	2	1	2,5
E802	CINCA EN PUENTE DE LAS PILAS, ESTADA-ESTADILLA	1	2	2	2	2	4	4	1	3	2,5
E804	ARAGÓN SUBORDAN EN LA PEÑETA, POZA DE RELUCHERO (HECHO)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E808	GÁLLEGO EN SANTA EULALIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E810	SEGRE EN CAMARASA	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1
E817	ARAGÓN EN CARCASTILLO	1	2	1	1	2	2	1	1	1,25	2,5
E1004	NELA EN PUENTEDÉY	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2
E1006	TRUEBA EN EL VADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
E1028	ZADORRA EN LA PUEBLA DE ARGANZÓN	4	3	3	3	4	2	3	3	1	2
E1039	EGA EN LAGRAN	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1,5
E1042	EGA EN ESTELLA (aguas abajo)	3	2	1	1	2	2	1	3	1	3
E1043	EGA EN LERÍN	3	2	1	1	2	2	1	1	1,25	3
E1044	EGA EN SAN ADRIÁN	3	2	1	2	3	2	1	1	3	3
E1045	ARAGÓN EN CANDANCHÚ, PUENTE DE SANTA CRISTINA	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
E1047	ARAGÓN EN PUENTELARREINA DE JACA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1056	VERAL EN BINIÉS	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1,5
E1062	IRATI EN OROZ-BETELU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E1064	IRATI EN LUMBIER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E1070	SALAZAR EN ASPURZ	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
E1072	ARGA EN QUINTO REAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1
E1073	ARGA EN ZUBIRI	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1
E1077	ARGA EN BERBINZANA	2	2	1	2	2	2	1	2	1,25	3

CEMAS	LOCALIDAD	EFLUENTES	MOD PERFIL	MOD MORF	ALT Habitat	ALT Hidrológicas	Pantano	Captaciones	Diques	URB+IND	AGRO+GAN A
E1081	ARAKIL EN ERROTZ	2	2	1	3	3	2	2	2	1	3
E1085	ARBA DE LUESIA EN PUENTE DE RIVAS	1	2	2	3	1	1	1	1	1,5	2,5
E1087	GÁLLEGO EN FORMIGAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E1088	GÁLLEGO EN BIESCAS	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1
E1092	GÁLLEGO EN MURILLO DE GÁLLEGO	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
E1096	SEGRE EN LLIVIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1105	NOGUERA PALLARESA EN ISIL	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
E1106	NOGUERA PALLARESA EN LLAVORSÍ	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1
E1110	FLAMICELL EN POBLETA DE BELLVEHI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E1113	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT DE SUERT (Estación de Aforo 137)	1	2	2	3	2	1	1	3	1	1,5
E1114	NOGUERA RIBAGORZANA EN PUENTE DE MONTAÑANA	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1
E1121	CINCA EN LASPUÑA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1122	CINCA EN AÍNSA	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	2
E1124	CINCA EN MONZÓN	2	1	1	1	1	1	1	1	2,25	4
E1125	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	4
E1127	CINQUETA EN PLAN	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1
E1128	VELLÓS EN AGUAS ABAJO DEL NACIMIENTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1131	ARA EN FISCAL (Estación de Aforo 195)	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
E1133	ÉSERA EN CASTEJÓN DE SOS	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
E1134	ÉSERA EN CARRETERA AÍNSA - CAMPO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1135	ÉSERA EN PERARRUA	1	1	1	2	1	1	1	2	1,25	2
E1137	ISÁBENA EN LASPAÚLES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1139	ISÁBENA EN CAPELLA (Estación de Aforo)	1	2	1	3	2	2	2	2	1,25	2,5
E1141	ALCANADRE EN PUENTE A LAS CELLAS	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1,5
E1143	ALCANADRE EN SARIÑENA	2	2	2	2	1	1	1	2	1	3,5
E1149	EBRO EN REINOSA	1	2	2	2	1	1	1	4	1	1
E1150	EBRO EN ALDEA DE EBRO	1	3	3	1	3	3	3	3	1	2,5
E1164	EBRO EN ALAGÓN	1	1	1	1	3	4	1	1	3,25	1
E1167	EBRO EN MORA DE EBRO	3	3	3	1	3	3	3	3	2,75	2,5
E1169	OCA EN VILLALMONDAR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E1171	OCA EN CORNUDILLA	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
E1173	TIRÓN EN FRESNEDA DE LA SIERRA (aguas arriba)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1175	TIRÓN EN CEREZO DEL RÍO TIRÓN	1	1	1	2	1	1	1	1	1,25	2
E1177	TIRÓN EN HARO	2	2	1	1	1	1	1	1	2,5	3
E1178	NAJERILLA EN VILLAVELAYO (aguas arriba)	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E1183	IREGUA EN PTE. VILLOSLADA DE CAMEROS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1219	HUERVA EN CERVERUELA	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1,5
E1228	MARTÍN EN MARTÍN DEL RÍO MARTÍN	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1,5
E1229	MARTÍN EN ALCAINE (Estación de Aforo 127)	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
E1230	MARTÍN EN BAÑOS DE ARIÑO	2	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1,5
E1234	GUADALOPE EN ALIAGA	1	3	3	1	2	2	2	2	1	1

CEMAS	LOCALIDAD	EFLUENTES	MOD PERFIL	MOD MORF	ALT Habitat	ALT Hidrológicas	Pantano	Captaciones	Diques	URB+IND	AGRO+GAN A
E1239	GUADALOPE EN CASPE (Estación de Aforo)	1	2	1	2	2	2	1	1	1,5	4
E1240	MATARRAÑA EN BECEITE, PARRIZAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1242	MATARRAÑA EN TORRE DEL COMPTE	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2,5
E1249	HUECHA EN MAGALLÓN	2	2	2	3	2	2	1	1	1	2,5
E1250	QUEILES EN VOZMEDIANO	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
E1253	GUADALOPE EN LADRUÑÁN	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2,5
E1254	GUADALOPILLO EN ALCORISA	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3
E1260	JALÓN EN BUBIERCA	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1
E1265	MESA EN IBDES	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2
E1270	ÉSERA EN PLAN DE L'HOSPITAL DE BENASQUE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1277	ARBA DE RIGUEL EN SÁDABA	1	4	4	4	3	1	1	3	1	1
E1280	ARBA DE BIEL EN ERLA	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1,5
E1285	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1
E1294	NOGUERA DE CARDÓS EN LLADORRE	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1
E1295	EBRO EN BURGO DE EBRO	4	3	3	1	3	3	3	3	4	2,5
E1298	GARONA EN ARTIES	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1
E1299	GARONA EN BOSSOST	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
E1308	ZIDACOS EN OLITE	3	3	2	3	3	3	1	3	1,25	3
E1315	ULZAMA EN OLAVE	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1
E1317	LARRAUN EN URRITZA	1	2	1	2	2	2	1	3	1	2
E1341	RUDRÓN EN VALDELATEJA	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1,5
E1350	HUECHA EN MALLÉN	4	2	2	4	1	1	1	2	1	1
E1355	HENAR EN EMBID DE ARIZA (Estación de Aforo 57)	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1
E1357	JALÓN EN JUBERA (Estación de Aforo 58)	1	2	1	3	2	2	1	1	1	1
E1366	ESCURIZA EN GARGALLO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1368	ESCURRIZA EN ARIÑO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E1380	BERGANTES EN MARE DE DEU DE LA BALMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E1387	URBIÓN EN SANTA CRUZ DEL VALLE	1	2	1	3	2	1	1	1	1,75	1,5
E1393	ERRO EN SOROGAÍN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1396	TREMA EN TORME	1	2	1	1	2	2	1	1	1	3
E1398	GUATIZALEMA EN NOCITO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1400	ISUELA EN CÁLCENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1403	ARANDA EN ARANDA DE MONCAYO	2	3	1	3	2	2	1	2	1	1,5
E1404	ARANDA EN BREA DE ARAGÓN	1	2	2	3	1	1	1	2	3	1,5
E1408	JALÓN EN CETINA	2	2	1	3	2	2	1	2	1	2,5
E1413	EGA II EN ANTOÑANZA	1	2	1	3	1	1	1	3	1	2
E1418	BARROSA EN FRONTERA FRANCIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1419	VALLFERRERA EN ALINS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1421	NOGUERA DE TOR EN LLESP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E1424	ARAGÓN EN SANGÜESA	1	2	1	1	1	2	1	1	1,5	2,5
E1425	ARBA DE RIGUEL EN UNCASTILLO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E1428	GUADALOPE EN FONTANALES DE CALANDA	2	2	1	2	1	1	1	1	1	3
E1430	CÁRDENAS EN CÁRDENAS	1	2	2	2	1	1	1	2	1,5	3

CEMAS	LOCALIDAD	EFLUENTES	MOD PERFIL	MOD MORF	ALT Habitat	ALT Hidrológicas	Pantano	Captaciones	Diques	URB+IND	AGRO+GAN A
E1446	IRATI EN COLA EMBALSE IRABIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1448	VERAL EN ZURIZA	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1,5
E1450	URROBI EN E.A AGUAS ABAJO CAMPING ESPINAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E1461	GUADALOPE EN PUENTE A TORREVELILLA	1	2	1	1	2	2	1	1	1,25	2,5
E1464	ALGAS EN MAELLA, BATEA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3,5
E1476	ÉSERA EN DESEMBOCADURA	1	1	1	1	3	4	4	1	1	1
E1478	SEGRE EN AGUAS ARRIBA EMBALSE DE RIALB	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2,5
E1485	GÁLLEGO EN CENTRAL DE JAVIERRELATRE	1	3	2	2	3	2	1	2	1	1,5
E1508	CINCA EN POMAR	1	2	2	2	3	1	3	1	2,25	2
E1512	CINCA EN VELILLA DE CINCA (ZAIDÍN)	2	1	1	1	1	1	1	1	1,5	4
E1520	ARAKIL EN IRAÑETA	2	2	1	1	1	2	1	1	1,25	2,5
E1521	ARGA EN BELASCOAIN	1	1	1	1	2	1	1	1	1,25	2
E2001	URBIÓN EN VINIEGRA DE ABAJO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2002	MAYOR EN VILLOSLADA DE CAMEROS (aguas abajo)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5
E2003	RUDRÓN EN TABLADA DE RUDRÓN	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
E2005	ISUALA EN ALBERUELA DE LA LIENA	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
E2006	ISUALA EN LAS BELLOSTAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2007	ALCANADRE EN CASBAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2008	RIBERA SALADA EN ALTÉS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E2009	MATARRAÑA EN BECEITE (aguas arriba)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2010	IRATI EN LUMBIER (aguas arriba)	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
E2011	OMECILLO EN CORRO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2013	OSIA EN JASA	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1,5
E2014	GUARGA EN ORDOVÉS	1	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1
E2199	ESCARRA EN ESCARRILLA	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
E2202	AIGUAMOIX EN COLA DEL EMBALSE DE AIGUAMOIX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2225	GARONA EN GESSA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2226	GUADALOPE EN AZUD DE RIMER (Emb. de Moros)	1	3	1	2	3	1	3	1	1,5	2,5
E2228	NOGUERA PALLARESA EN SANT ROMÁ DE TAVÈRNOLES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2229	NOGUERA RIBAGORZANA EN CASTISSENT	1	1	1	1	1	1	1	1	1,25	1
E2231	SEGRE EN ALÒS DE BALAGUER	2	2	2	2	3	1	2	1	1	1,5
E2237	EBRO EN FONTIBRE	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
E2241	RIALB EN BOIXOLS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2243	NOGUERA DE TOR EN BARRUERA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E2245	NOGUERA RIBAGORZANA EN PONT D'ORRIT	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1
E2246	ALGAS EN TOLL DEL VIDRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E2247	NOGUERA RIBAGORZANA EN VILALLER	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Andill	CANALETA EN MAS D'ANDILL (HORTA DE SANT JOAN)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

7.9.1. Gradiente estresor vs. Tipos fluviales

Los datos recopilados se han reorganizado en grupos que se corresponden con los Tipos fluviales. Sobre esta base hemos construido dos Gradientes Estresores (GE): 1) Un gradiente que hemos denominado mineralización-trófico (GEMT), calculado a partir de 5 parámetros químicos: cloruros, NO_3 , PO_4 , DQO y NH_4 y 2) Un gradiente de impactos o estresor que hemos denominado GEPI, calculado con las variables: efluentes, alteraciones del perfil del cauce, alteraciones de la morfología del cauce, alteraciones hidrológicas, presencia de pantanos, alteraciones del hábitat, presencia de diques laterales, captaciones, actividad agro-ganadera y actividad urbana-industrial. En cada uno de estos dos casos se ha aplicado un análisis PCA, previa eliminación de las variables redundantes (únicamente los Cloruros, en el caso del GEMT).

A partir de los datos del GEMT, el primer eje del PCA obtenido explica un 92.71% de la varianza (Tabla 25) y con estos valores se ha construido un *boxplot* (Figura 21).

Tabla 25. Valores de los ejes y porcentaje de la varianza del análisis PCA de los 4 parámetros GEMT considerados.

PC	Eigenvalue	% varianza
1	34,8765	92,71
2	2,73289	7,2647
3	0,00778127	0,020684
4	0,0018108	0,0048135

A partir de estos cálculos observamos que el gradiente estresor GEMT ordena los diferentes tipos fluviales en un gradiente donde nos aparecen las localidades más mineralizadas y eutróficas (parte superior de la figura 21), mientras que en la parte inferior nos aparecen los puntos menos mineralizados y oligotróficos. En este sentido, y no considerando el tipo fluvial 116 por poco representado, destaca el 117, que es el más impactado (Figura 21). A continuación, en una zona

intermedia se sitúan los Tipos fluviales 115, 109 y 112, mientras que los Tipos fluviales 111, 126 y 127 se pueden considerar poco impactados por este gradiente estresor.

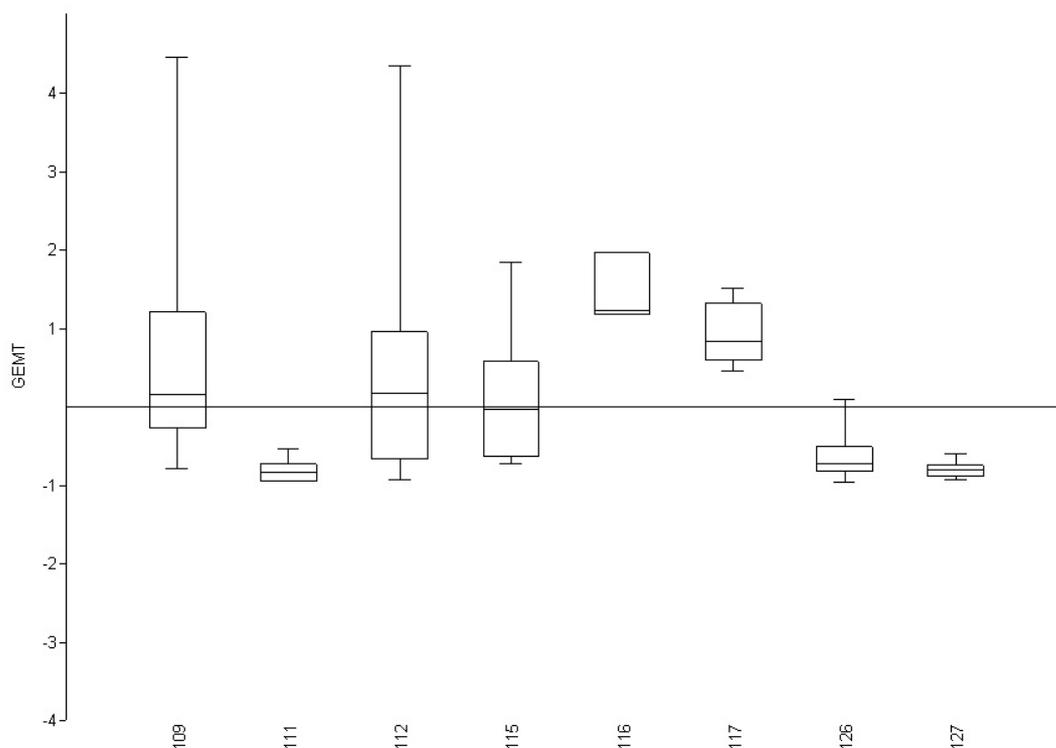


Figura 21. Gradiente estresor mineralización-trófico (GEMT) con respecto a los diferentes tipos fluviales del Ebro.

Por lo que se refiere al gradiente estresor GEPI, en el primer eje del análisis PCA se explica un 41,86% de la varianza, para las 10 variables de presiones e impactos consideradas (Tabla 26).

Tabla 26. Valores de los ejes y porcentaje de la varianza del análisis PCA de los 10 parámetros GEPI considerados.

PCA	Eigenvalue	% varianza
1	2,54459	41,865
2	0,872421	14,354
3	0,707982	11,648
4	0,469522	7,7249
5	0,388059	6,3846
6	0,323306	5,3193
7	0,283312	4,6613
8	0,203271	3,3444
9	0,153857	2,5314
10	0,131687	2,1666

El patrón que se obtiene es similar al descrito anteriormente, ya que el tipo más impactado es el 117, seguido en una posición intermedia de los tipos fluviales 115, 109 y 112, mientras que los tipos 111, 126, y 127 son los menos afectados por las presiones e impactos considerados (Figura 22).

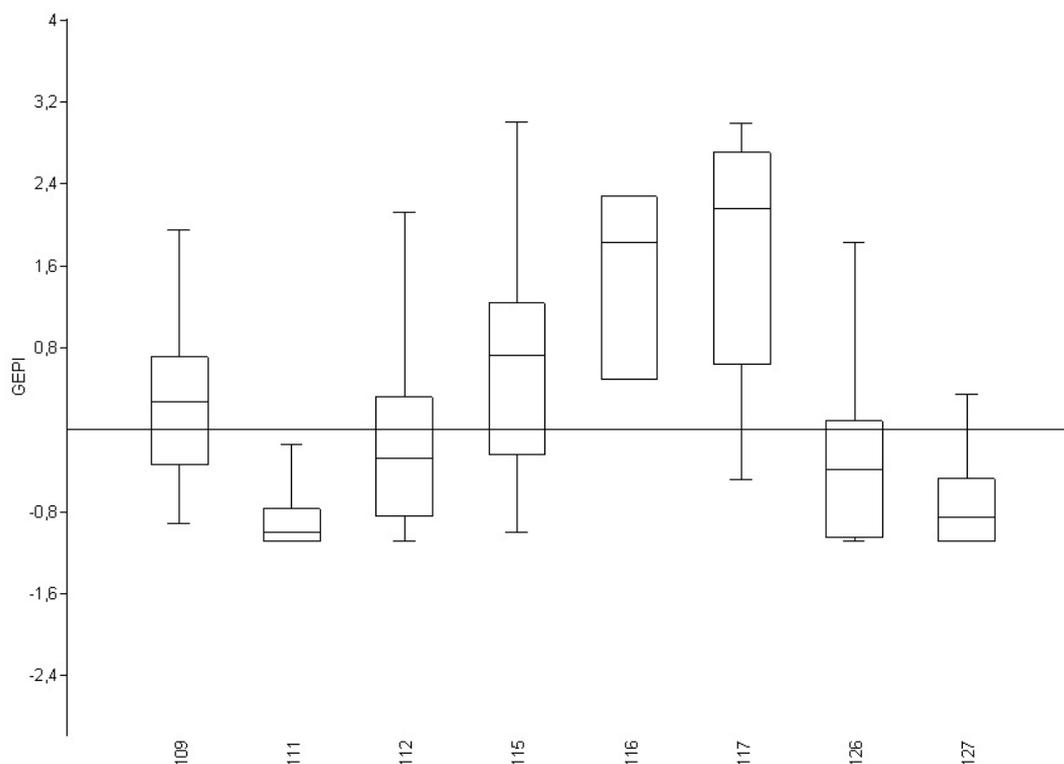


Figura 22. Gradiente estresor hidromorfológico (GEPI) con respecto a los diferentes tipos fluviales del Ebro.

7.9.2. Gradiente estresor vs. Índices

De la misma forma que en el apartado anterior hemos construido los gradientes estresores, en este apartado los utilizaremos para ver como se correlacionan con los índices de macrófitos.

Para realizar el análisis hemos aplicado un CCA (que denominaremos CCA1), donde se han incluido 31 variables físico-químicas, gradientes de impactos e hidromorfológicas (altitud, ancho, profundidad, grado de iluminación, corriente, turbidez, temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión (TSS), conductividad, carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, DQO, amonio, calcio, magnesio, sodio,

efluentes, modificaciones del perfil del cauce, modificaciones morfología del cauce, alteraciones del hábitat, alteraciones hidrológicas, pantanos, captaciones, diques laterales, actividad agro-ganadera y actividad urbano-industrial). Previamente, las variables se habían transformado logarítmicamente para eliminar el efecto de su diferente origen y escala. En el mismo análisis se han incluido 176 puntos y 170 taxones de macrófitos.

La ordenación del CCA1 nos revela que en el eje 1 se acumula un 12.17% de la varianza y el eje 2 un 10.78%, por lo que los dos primeros ejes alcanzan a explicar un 22.95% de la varianza (Tabla 27).

Tabla 27. Valores de los 10 primeros ejes del análisis CCA1 a partir de 31 variables ambientales, 176 inventarios y 170 especies.

Ejes	Eigenvalue	% varianza
1	0,48201	12,17
2	0,42703	10,78
3	0,30125	7,603
4	0,22065	5,569
5	0,18613	4,698
6	0,1781	4,495
7	0,16666	4,206
8	0,15951	4,026
9	0,1488	3,756
10	0,13905	3,51

Esta ordenación nos permite discernir entre la importancia de las 31 variables analizadas, es decir, conocer cuales tienen más peso sobre las especies de macrófitos. En este sentido y por orden decreciente las variables que más influyen sobre los macrófitos son: efluentes, cloruros, nitratos, conductividad, sodio, sulfatos, fosfatos, actividades urbanas e industriales, profundidad, temperatura, presencia de diques laterales, modificaciones morfológicas, actividades agrícolas y ganaderas, calcio, modificaciones del perfil, magnesio, presencia de pantanos, captaciones, DQO, ancho del cauce, alteraciones hidrológicas, carbonatos, amonio, total sólidos solubles, alteraciones del hábitat, pH,

oxígeno disuelto, iluminación, corriente, transparencia del agua y, finalmente, la altitud de la localidad (Tabla 28).

Tabla 28. Ordenación de las 12 primeras variables analizadas en relación a los valores obtenidos en el eje 1 del análisis CCA1.

CCA1	Eje 1
Efluentes	-0,715455
Cloruros	-0,685334
NO ₃	-0,674993
Conductividad	-0,627585
Na	-0,626931
SO ₄	-0,607917
PO ₄	-0,59971
Act. Urbanas e industriales	-0,536526
Profundidad	-0,534924
Temperatura	-0,505266
Diques	-0,503913
Modificaciones morfológicas	-0,495934

Una vez obtenidos estos datos podemos utilizar los valores obtenidos para cada localidad en el primer eje del análisis CCA1 como Gradiente Estresor (GE) y ver qué índice presenta más correlación con este gradiente. Para ello hemos calculado las correlaciones (Spearman) de los valores de los índices con este gradiente estresor (GE1). En la Tabla 29 apreciamos que los dos primeros índices cuentan con una correlación Spearman buena con respecto al gradiente estresor, correspondiendo al IBMR la más elevada ($r=0,79$; $p<0,05$), seguido de cerca por el IMF ($r=0,78$; $p<0,05$).

Tabla 29. Correlación Spearman "r" entre el gradiente estresor GE1 (valores eje1 del análisis CCA1) frente a los valores de las métricas de macrófitos.

	GE1 (r)
IMF	0,78105
IBMR	0,79563
IVAM-CLM	0,74477
IVAM-FBL	0,50007

Para mejorar la resolución de estos resultados hemos realizado un segundo análisis CCA, que denominamos CCA2. En este segundo análisis se han eliminado las variables que han presentado entre sus

transformaciones logarítmicas un coeficiente Spearman $r > 0,70$, para evitar posibles redundancias en el análisis estadístico. Aplicando este criterio hemos eliminado las siguientes 7 variables: CO_3 , cloruros, SO_4 , Ca, Mg, Na y alteraciones hidrológicas. Por consiguiente, el nuevo CCA2 integra 176 inventarios, 170 taxones y las siguientes 24 variables: altitud, ancho, profundidad, grado de iluminación, corriente, transparencia del agua, temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión (TSS), conductividad, NO_3 , PO_4 , DQO, NH_4 , efluentes, modificaciones del perfil del cauce, modificaciones morfológicas del cauce, alteraciones del hábitat, pantanos, captaciones, diques laterales, actividad urbana-industrial y actividad agrícola-granadera.

En el primer eje se explica el 15.23% de la varianza y en el segundo un 12.96%. Entre los dos primeros ejes se acumula un 28.19% de la varianza (Tabla 30), valor que es superior al que hemos calculado para el análisis CCA1 (Tabla 27).

Tabla 30. Valores de los 10 primeros ejes del análisis CCA2 a partir de 24 variables ambientales, 176 inventarios y 170 especies.

Ejes	Eigenvalue	% varianza
1	0,47516	15,23
2	0,40459	12,96
3	0,26745	8,57
4	0,20129	6,45
5	0,17296	5,543
6	0,15873	5,087
7	0,14624	4,686
8	0,12974	4,158
9	0,12806	4,104
10	0,11698	3,749

En esta nueva ordenación, en la que hemos eliminado variables redundantes, la ordenación del conjunto de variables ambientales tiene más significación. Así, y por orden decreciente, las siguientes variables son las que inciden con mayor importancia sobre los macrófitos: efluentes, nitratos, conductividad, fosfatos, profundidad, actividades urbanas e industriales, temperatura, presencia de diques laterales,

modificaciones morfológicas, actividades agrícolas y ganaderas, modificaciones del perfil, presencia de pantanos, captaciones, DQO, ancho del cauce, amonio, total sólidos solubles, alteraciones del hábitat, pH, oxígeno disuelto, iluminación, corriente, transparencia del agua y, por último, la altura de la localidad (Tabla 31, Figura 23).

Tabla 31. Ordenación de las 24 variables analizadas en relación a los valores obtenidos en el eje 1 del análisis CCA2.

CCA2	Eje 1
Efluentes	-0,721013
NO ₃	-0,674194
Conductividad	-0,638283
PO ₄	-0,598414
Profundidad	-0,540849
Act. Urbanas e industriales	-0,539933
Temperatura	-0,519843
Diques	-0,504972
Modificaciones morfológicas	-0,500549
Act. Agrícolas y ganaderas	-0,493944
Modificaciones del perfil	-0,47305
Pantano	-0,436302
Captaciones	-0,414263
DQO	-0,410842
Ancho	-0,391498
NH ₄	-0,290244
TSS	-0,289699
Alteraciones del hábitat	-0,216034
pH	0,118953
Oxígeno disuelto	0,231719
Iluminación	0,25371
Corriente	0,447167
Transparencia	0,455131
Altitud	0,682431

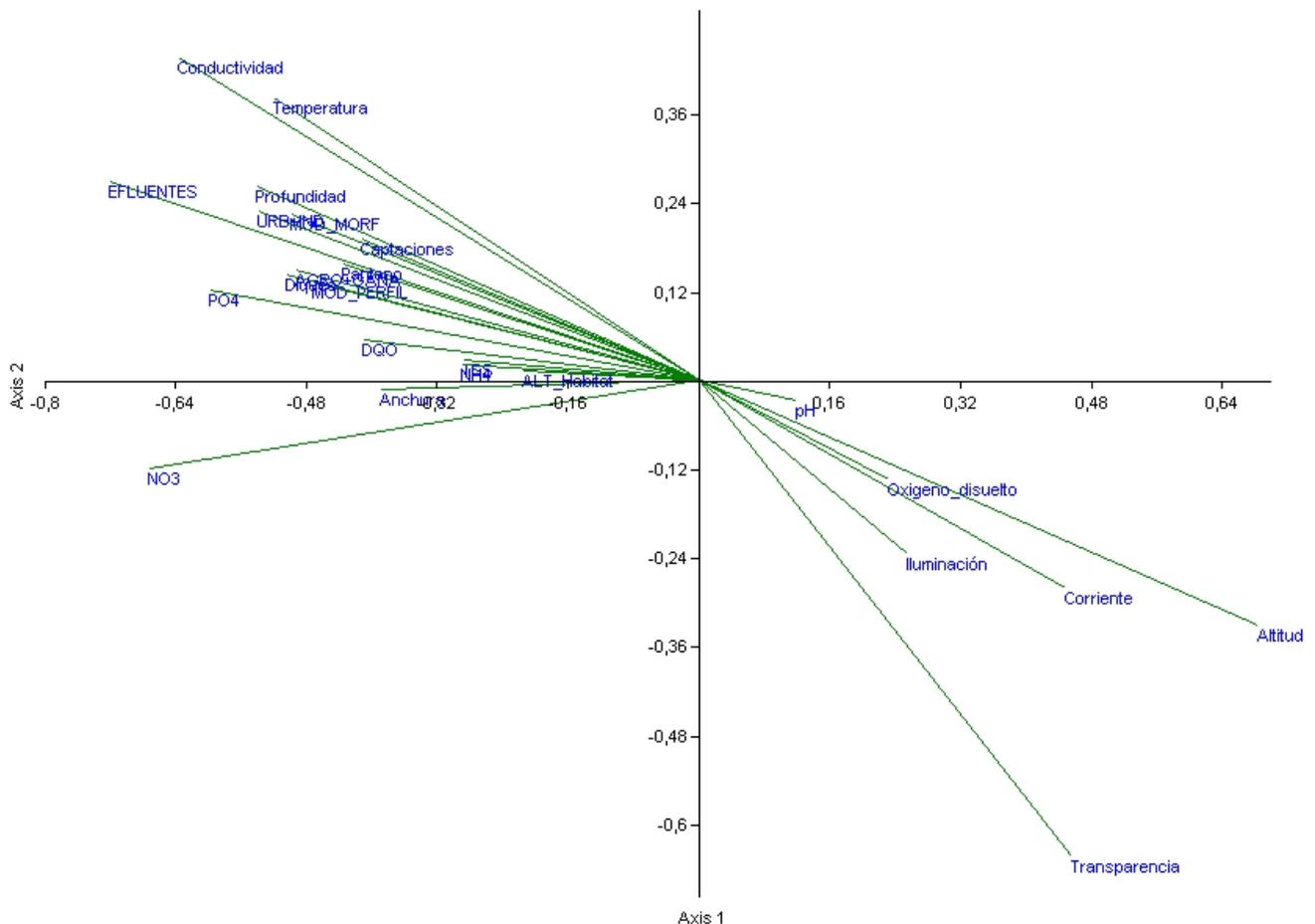


Figura 23. Análisis CCA2 de 24 variables ambientales y 176 inventarios de macrófitos.

Si representamos de forma gráfica estos datos del CCA2 (Figura 23) se puede apreciar que en el lado derecho-inferior de la figura nos aparecen los parámetros relacionados con las condiciones de referencia o con pocas presiones, como por ejemplo la altitud, la transparencia del agua, la fuerte corriente, un grado de iluminación bajo y un elevado contenido de oxígeno disuelto. En este grupo se enmarcan la mayoría de zonas de cabecera y montañosas de la cuenca.

En la parte izquierda-superior nos aparecen los parámetros que impactan más sobre las especies de macrófitos. En este caso, como ya se ha mencionado, los efluentes son el factor que influye más negativamente sobre las poblaciones de macrófitos. En segundo lugar tenemos los nitratos, seguidos de la conductividad, que no se puede considerar un elemento de perturbación en su totalidad ya que en

algunas zonas del Ebro debido a la composición mineralógica del suelo es normal que existan valores significativos de este parámetro, y los fosfatos.

Por tanto, confirmamos que en el Ebro el eje 1 de eutrofia es muy marcado y condiciona notablemente la distribución y ecología de las especies de macrófitos. En el eje 2 (12,96% de la varianza) en la parte inferior tenemos la transparencia del agua como parámetro con más peso, mientras que en la parte superior tenemos la conductividad, parámetro que determina el segundo eje correspondiente a la mineralización (Figura 23).

De la misma manera que en el CCA1, hemos utilizado los valores de eje 1 para calcular su correlación con los valores de los índices, en este CCA2 hemos efectuado la misma operación, considerando este eje 1 del CCA2 como Gradiente estresor (GE2) y se ha correlacionado (Spearman) con las métricas de macrófitos (Tabla 32).

Tabla 32. Correlación Spearman "r" entre el gradiente estresor GE2 (valores eje1 del análisis CCA2) frente a los valores de las métricas de macrófitos.

	GE2 (r)
IMF	0,76997
IBMR	0,79265
IVAM-CLM	0,74063
IVAM-FBL	0,48785

El resultado (Tabla 32) ha sido muy similar al obtenido con todas las variables en el CCA 1 (Tabla 29), es decir, una correlación más elevada del IBMR ($r=0,79$; $p<0,05$) y seguido de cerca por el IMF ($r=0,77$; $p<0,05$). Las dos versiones del IVAM presentan unos valores de correlación menores: IVAM-CLM ($r=0,74$; $p<0,05$) y en último lugar se sitúa el índice IVAM-FBL ($r=0,49$; $p<0,05$).

7.9.3. Gradiente estresor vs. Especies

Para conocer más acerca de la ecología de las especies recolectadas, éstas se han cribado en base al promedio de su recubrimiento, eliminando las testimoniales y dejando únicamente aquellas con promedios iguales o superiores al 5%. Con los 60 taxones resultantes de los 170 posibles se ha vuelto a realizar un CCA con las 24 variables consideradas en el CCA2 (Figura 24).

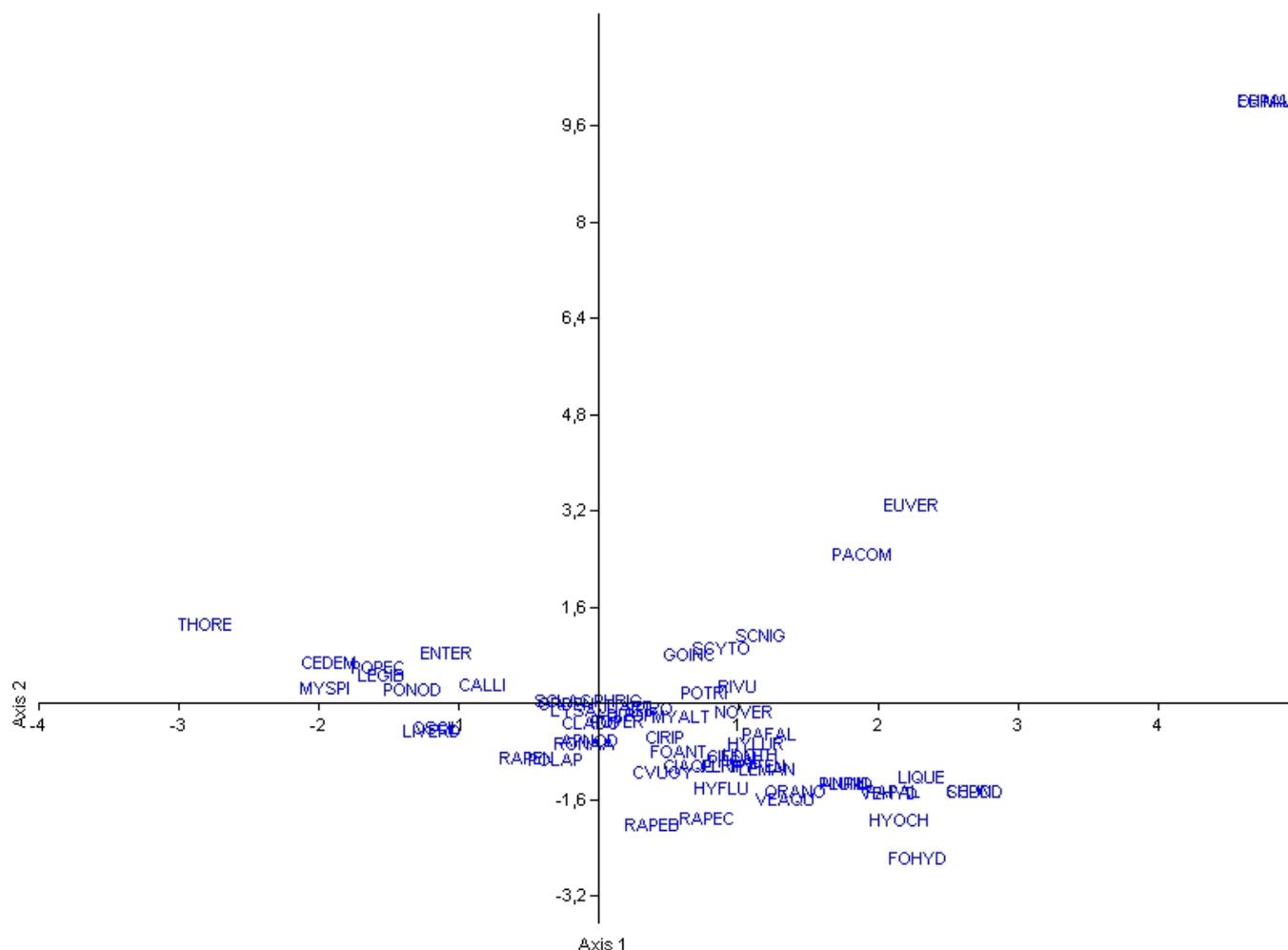


Figura 24. Análisis CCA de 24 variables ambientales y los 60 taxones más abundantes.

Se puede observar que los taxones de macrófitos se distribuyen a lo largo de todo el espectro de posibilidades en base a los dos ejes principales del análisis, eutrofia (Eje 1) y mineralización (Eje 2). Así, podemos encontrar desde taxones con claras preferencias por las aguas poco mineralizadas y con un bajo contenido en nutrientes, como la

mayor parte de los briófitos y las caráceas (parte derecha-inferior de la figura 24), hasta taxones presentes básicamente en aguas con un mayor contenido en sales y nutrientes (parte izquierda-superior de la figura 24). En este último grupo encontramos taxones tan frecuentes como *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* o *Lemna gibba* (Tablas 33-34).

Código	Taxón	Grupo	Eje 1	Código	Taxón	Grupo	Eje 2
THORE	<i>Thorea sp.</i>	Rodófito	-3,006	FOHYD	<i>Fontinalis hypnoides var. duriaei</i>	Briófito	-2,423
MYSPI	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hidrófito	-2,124	RAPEB	<i>Ranunculus peltatus baudotii</i>	Hidrófito	-1,850
CEDEM	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Hidrófito	-2,117	HYOCH	<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	Briófito	-1,768
POPEC	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hidrófito	-1,766	RAPEC	<i>Ranunculus penicillatus calcareus</i>	Hidrófito	-1,741
LEGIB	<i>Lemna gibba</i>	Hidrófito	-1,717	VEAQU	<i>Verrucaria aquatilis</i>	Líquén	-1,448
PONOD	<i>Potamogeton nodosus</i>	Hidrófito	-1,532	VEHYD	<i>Verrucaria hydrela</i>	Líquén	-1,330
LIVERD	<i>Liquen verde</i>	Líquén	-1,395	PAPAL	<i>Parnassia palustris</i>	Helófito	-1,313
OSCIL	<i>Oscillatoria sp.</i>	Cianófito	-1,325	ORANO	<i>Orthotrichum anomalum</i>	Briófito	-1,313
ENTER	<i>Enteromorpha sp.</i>	Clorófito	-1,265	CHPOL	<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	Briófito	-1,300
CALLI	<i>Callitriche sp.</i>	Hidrófito	-0,987	SCUND	<i>Scapania undulata</i>	Briófito	-1,300
RAPEN	<i>Ranunculus penicillatus</i>	Hidrófito	-0,710	HYFLU	<i>Hygroamblystegium fluviatile</i>	Briófito	-1,244
POLAP	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Helófito	-0,494	ANPIN	<i>Aneura pinguis</i>	Briófito	-1,184
SCLAC	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Helófito	-0,450	PLUND	<i>Plagiomnium undulatum</i>	Briófito	-1,184
GRDEN	<i>Groenlandia densa</i>	Hidrófito	-0,429	LIQUE	<i>Liquen (1)</i>	Líquén	-1,062
LYSAL	<i>Lythrum salicaria</i>	Helófito	-0,338	CVUGY	<i>Chara vulgaris var. gymnophylla</i>	Carácea	-0,978
RONAA	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Helófito	-0,316	LEMAN	<i>Lemanea sp.</i>	Rodófito	-0,945
APNOD	<i>Apium nodiflorum</i>	Helófito	-0,270	PLRIP	<i>Platyhypnidium riparioides</i>	Briófito	-0,888
CLADO	<i>Cladophora sp.</i>	Clorófito	-0,253	CIAQU	<i>Cinclidotus aquaticus</i>	Briófito	-0,873
POPER	<i>Polygonum persicaria</i>	Helófito	-0,054	HYTEN	<i>Hygroamblystegium tenax</i>	Briófito	-0,869
PHRIG	<i>Philonotis rigida</i>	Briófito	-0,031	PHCAE	<i>Philonotis caespitosa</i>	Briófito	-0,796
JUART	<i>Juncus articulatus</i>	Helófito	0,010	POLAP	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Helófito	-0,770
DITOP	<i>Didymodon tophaceus</i>	Briófito	0,069	RAPEN	<i>Ranunculus penicillatus</i>	Hidrófito	-0,757
SPIRO	<i>Spirogyra sp.</i>	Clorófito	0,190	CIFON	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	Briófito	-0,734
RAPEB	<i>Ranunculus peltatus baudotii</i>	Hidrófito	0,193	ULOTH	<i>Ulothrix sp.</i>	Clorófito	-0,688
CVUGY	<i>Chara vulgaris var. gymnophylla</i>	Carácea	0,250	FOANT	<i>Fontinalis antipyretica</i>	Briófito	-0,646
CIRIP	<i>Cinclidotus riparius</i>	Briófito	0,344	RONAA	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Helófito	-0,520
FOANT	<i>Fontinalis antipyretica</i>	Briófito	0,376	HYLUR	<i>Hygrohypnum luridum</i>	Briófito	-0,514
MYALT	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Hidrófito	0,384	APNOD	<i>Apium nodiflorum</i>	Helófito	-0,469
GOINC	<i>Gongrosira incrustans</i>	Clorófito	0,467	CIRIP	<i>Cinclidotus riparius</i>	Briófito	-0,396
CIAQU	<i>Cinclidotus aquaticus</i>	Briófito	0,467	PAFAL	<i>Pallustriella falcata</i>	Briófito	-0,352
RAPEC	<i>Ranunculus penicillatus calcareus</i>	Hidrófito	0,584	LIVERD	<i>Liquen verde</i>	Líquén	-0,290
POTRI	<i>Potamogeton trichoides</i>	Hidrófito	0,593	OSCIL	<i>Oscillatoria sp.</i>	Cianófito	-0,250
SCYTO	<i>Scytonema sp.</i>	Cianófito	0,669	CLADO	<i>Cladophora sp.</i>	Clorófito	-0,159
HYFLU	<i>Hygroamblystegium fluviatile</i>	Briófito	0,681	POPER	<i>Polygonum persicaria</i>	Helófito	-0,151
PLRIP	<i>Platyhypnidium riparioides</i>	Briófito	0,741	MYALT	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	Hidrófito	-0,060
CIFON	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	Briófito	0,774	DITOP	<i>Didymodon tophaceus</i>	Briófito	-0,047
PHCAE	<i>Philonotis caespitosa</i>	Briófito	0,785	NOVER	<i>Nostoc verrucosum</i>	Cianófito	0,009
NOVER	<i>Nostoc verrucosum</i>	Cianófito	0,828	LYSAL	<i>Lythrum salicaria</i>	Helófito	0,054
RIVU	<i>Rivularia sp.</i>	Cianófito	0,860	SPIRO	<i>Spirogyra sp.</i>	Clorófito	0,076
ULOTH	<i>Ulothrix sp.</i>	Clorófito	0,890	JUART	<i>Juncus articulatus</i>	Helófito	0,103
HYLUR	<i>Hygrohypnum luridum</i>	Briófito	0,922	GRDEN	<i>Groenlandia densa</i>	Hidrófito	0,154
HYTEN	<i>Hygroamblystegium tenax</i>	Briófito	0,949	PHRIG	<i>Philonotis rigida</i>	Briófito	0,191
SCNIG	<i>Schoenus nigricans</i>	Helófito	0,982	SCLAC	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Helófito	0,201

Código	Taxón	Grupo	Eje 1
LEMAN	<i>Lemanea sp.</i>	Rodófito	1,003
PAFAL	<i>Pallustriella falcata</i>	Briófito	1,023
VEAQU	<i>Verrucaria aquatilis</i>	Líquén	1,115
ORANO	<i>Orthotrichum anomalum</i>	Briófito	1,185
ANPIN	<i>Aneura pinguis</i>	Briófito	1,578
PLUND	<i>Plagiomnium undulatum</i>	Briófito	1,578
PACOM	<i>Palustriella commutata</i>	Briófito	1,665
VEHYD	<i>Verrucaria hydrela</i>	Líquén	1,868
PAPAL	<i>Parnassia palustris</i>	Helófito	1,915
HYOCH	<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	Briófito	1,935
EUVER	<i>Eucladium verticillatum</i>	Briófito	2,038
FOHYD	<i>Fontinalis hypnoides var. duriaei</i>	Briófito	2,071
LIQUE	<i>Liquen (1)</i>	Líquén	2,141
CHPOL	<i>Chiloscyphus polyanthos</i>	Briófito	2,487
SCUND	<i>Scapania undulata</i>	Briófito	2,487
CHIMA	<i>Chara hispida var. major</i>	Carácea	4,563
EQPAL	<i>Equisetum palustre</i>	Helófito	4,563

Código	Taxón	Grupo	Eje 2
POTRI	<i>Potamogeton trichoides</i>	Hidrófito	0,347
PONOD	<i>Potamogeton nodosus</i>	Hidrófito	0,378
MYSPI	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Hidrófito	0,416
RIVU	<i>Rivularia sp.</i>	Cianófito	0,448
CALLI	<i>Callitriche sp.</i>	Hidrófito	0,465
LEGIB	<i>Lemna gibba</i>	Hidrófito	0,621
POPEC	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Hidrófito	0,763
CEDEM	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Hidrófito	0,827
GOINC	<i>Gongrosira incrustans</i>	Clorófito	0,965
ENTER	<i>Enteromorpha sp.</i>	Clorófito	0,983
SCYTO	<i>Scytonema sp.</i>	Cianófito	1,075
SCNIG	<i>Schoenus nigricans</i>	Helófito	1,276
THORE	<i>Thorea sp.</i>	Rodófito	1,463
PACOM	<i>Palustriella commutata</i>	Briófito	2,642
EUVER	<i>Eucladium verticillatum</i>	Briófito	3,449
CHIMA	<i>Chara hispida var. major</i>	Carácea	10,179
EQPAL	<i>Equisetum palustre</i>	Helófito	10,179

8. Conclusiones

1. A partir de los 251 inventarios se han identificado 180 taxones de macrófitos en la cuenca del Ebro (75 cormófitos, 52 briófitos, 50 algas y 3 líquenes).
2. A partir de las cuatro métricas aplicadas (IBMR, IMF, IVAM-CLM e IVAM-FBL) se han puntuado por clases de calidad las 251 localidades estudiadas. Se ha obtenido que entre un 23.5% (IBMR) y un 78.08% (IVAM-CLM) de las localidades se sitúan en las clases Muy Buena o Buena. El porcentaje de localidades con un mal estado ecológico oscila entre 21.9% (IVAM-CLM) y 76.4% (IBMR).
3. Se han puesto de manifiesto diferencias en el funcionamiento de los cuatro índices calculados, así como anomalías en la valoración de algunas localidades.
4. En los tipos fluviales 109, 112, 115 y 117 se ha detectado una heterogeneidad en las puntuaciones de los índices. Después de correlacionar las métricas con los valores de NO_3 , PO_4 y NH_4 se observa que IMF e IBMR correlacionan mejor con los nutrientes que los IVAM's.
5. El índice IBMR es el que se correlaciona mejor con 17 variables ambientales, así como con otros índices bióticos como son el IPS (Diatomeas) y el IBMWP (Macroinvertebrados).
6. Se han puesto de manifiesto diferencias importantes en los *scores* que se dan a los taxones en los índices IBMR e IMF. Dichas diferencias se mueven entre el 44% (desviaciones de más de 3 puntos) y el 26,6% (desviaciones de más de 5 puntos). De todo esto se desprende que es necesaria una revisión de los *scores* que se dan a las especies,

aumentando el número de observaciones en que se basa su adjudicación.

7. El recubrimiento de las especies está correlacionado con los fosfatos y los nitratos, especialmente en el caso de los hidrófitos (correlación positiva) y las caráceas y los briófitos (correlación negativa).

8. En localidades de montaña (Tipos 111, 112, 126, 127) es el IBMR el índice que correlaciona mejor con los nutrientes, con valores de correlación moderados y seguidos de cerca por los de IMF e IVAM-CLM. Por el contrario, a baja altitud (Tipos 109, 115, 116 y 117), las métricas son más sensibles a las concentraciones de nutrientes, especialmente en el caso del IMF, que presenta elevados valores de correlación.

9. Se han calculado los EQR de los cuatro índices calculados para seis de los tipos fluviales presentes en la cuenca del Ebro. Algunos de estos datos son provisionales (tipos 109 y 115). Como cabría esperar, en las localidades de consideradas de referencia los valores son cercanos a 1, mientras que en el caso de las localidades de no referencia los EQR oscilan según el tipo fluvial.

10. Los índices IMF e IBMR son los que mejor comportamiento presentan cuando se testa su comportamiento en los puntos de no referencia respecto a los de referencia, tanto por el valor de la mediana de los EQR, valor normalmente superior en las localidades de referencia, como por la falta de solapamiento entre los dos grupos de localidades. Los IVAM's presentan en general un comportamiento irregular e inestable.

11. Existen claras diferencias entre los tipos fluviales estudiados en cuanto a como les afectan los cambios en la mineralización y eutrofia

del agua y las presiones e impactos a los que se ven sometidas las localidades. Mientras que el tipo fluvial 117 es el más afectado por los dos gradientes estresores, en los tipos 111, 126 y 127 se encuentran las localidades menos impactadas.

12. El gradiente estresor CCA2 se ha calculado eliminando las variables redundantes del CCA1 y ha confirmado que los efluentes son los que tienen más impacto negativo sobre los macrófitos, mientras que la altitud es la variable que más positivamente los afecta. Asimismo, los índices que correlacionan mejor con este gradiente estresor (Eje 1 del CCA2) son el IBMR y el IMF.

13. A nivel físico-químico, en la cuenca del Ebro hemos diferenciado un eje de eutrofia y otro de mineralización que influyen sobre la ecología y distribución de las especies de macrófitos.

14. Hemos estudiado la ecología de los 60 taxones más abundantes del presente muestreo en base a los gradientes de eutrofia y mineralización. Existen macrófitos con claras preferencias por las aguas poco mineralizadas y con un bajo contenido en nutrientes (briófitos y las caráceas), mientras que otros taxones se encuentran presentes básicamente en aguas con un mayor contenido en sales y nutrientes (ej. *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum* o *Lemna gibba*).

9. Discusión

A pesar de los avances que se han realizado últimamente, sobre todo con la aparición del IMF (en fase de pruebas), consideramos que en España aún estamos lejos de tener un nivel adecuado por lo que se refiere al uso de métricas para evaluar correctamente las clases de calidad del agua y en definitiva para poder determinar con seguridad el estado ecológico de nuestros ríos a partir de la utilización de macrófitos.

Existen dos aspectos muy importantes en todo este proceso: 1) La obtención de datos de campo, la correcta identificación taxonómica y cálculo del recubrimiento de cada taxón (Muestreo) y 2) Selección de una métrica adecuada y que funcione.

Los ríos, en general, presentan pocas especies por punto de muestreo, por lo tanto el hecho de encontrar una especie tiene un efecto notable sobre el total de la métrica que se utilice. La naturaleza muy heterogénea de la vegetación también dificulta un protocolo de muestreo estandarizado, debido a que existen algas macroscópicas de pocos cm de longitud, que si no se detectan pasan desapercibidas. Esta es una de las cuestiones que conllevan una cierta problemática en el muestreo, debido principalmente a las diferencias de tamaño importantes que puede haber entre las diferentes especies (p.ej. *Rivularia* vs. *Potamogeton pectinatus*). A veces no es solamente dificultoso ya verlas, sino cuantificar su porcentaje de recubrimiento. En este sentido, la excesiva turbulencia o velocidad del agua elevada, turbidez, lecho resbaladizo (o muy irregular), las aguas profundas o sustratos demasiado inclinados pueden crear problemas importantes para acceder a algunos puntos de muestreo en condiciones adecuadas y realizar de forma adecuada estos cálculos de recubrimiento.

Por otra parte, en muchos ríos el hábitat favorable para el establecimiento de muchas especies está limitado debido a factores como la inestabilidad del sustrato, fondo rocoso o el excesivo

sombreado de la vegetación de ribera. Asimismo, debido a que los niveles de agua fluctúan con los cambios de caudal es difícil delimitar qué especies de macrófitos son realmente acuáticas, higrófilos o riparias. Se podría considerar que las especies a incluir en el inventario estuvieran un mínimo del 50% del año sumergidas, pero éste criterio también es difícil de cumplir.

El segundo aspecto son las métricas. La viabilidad y uso de los índices de macrófitos teniendo en cuenta la composición de taxones se ha criticado desde diversos sectores (Paal et al., 2007; Demars & Thiebaut, 2008; Demars & Edwards, 2009). La aplicación más extendida del uso de los macrófitos como bioindicadores se relaciona con la detección de un enriquecimiento de los nutrientes (principalmente PO_4), aunque las críticas se han centrado en el uso de macrófitos para este propósito específicamente. Estas críticas se fundamentan en tres líneas principales:

- 1) Amplitud ecológica demasiado grande de un buen número de especies de macrófitos, por lo que algunos tienen valor indicador bajo.
- 2) La distribución de macrófitos está correlacionada con diversas variables ambientales y por consiguiente los macrófitos no pueden ser usados de forma fiable como indicadores niveles de N y P.
- 3) Las concentraciones de nutrientes solamente explican una parte pequeña de la relación de macrófito-ecosistema.

A pesar de todo ello en muchos países se han mejorado notablemente las métricas existentes o se han creado nuevas, fruto de ello son las propuestas de nuevos índices o los trabajos de síntesis que están apareciendo en los últimos años (Schneider, 2007; Ferreira y Aguiar, 2006; Willby et al., 2010; Kuhar et al. 2011; Fabris et al., 2009; Haury

et al., 2006; Meilinger, 2005; Szoszkiewicz et al., 2006; Dodkins et al., 2005).

Uno de los temas más controvertidos son las puntuaciones (*Scores*) que se dan a las especies (o géneros), ya que índices basados en los mismos parámetros presentan *scores* diferentes para un mismo taxón. Esto puede suceder siempre y cuando la diferencia entre los *scores* no sea demasiado grande y tampoco afecte a muchas especies indicadoras de una métrica determinada. Algunos macrófitos (generalmente angiospermas) pueden tolerar durante cierto tiempo diferentes niveles de estrés y persistir en el tiempo aunque las condiciones del punto hayan mejorado o empeorado. Si en ese momento atípico se recogen datos, se está añadiendo un grado de incertidumbre a la métrica que se utilice *a posteriori* o también, puede explicar porqué en algunas localidades las puntuaciones de los índices no se corresponden con la realidad. Tampoco hay que olvidar que en un mismo punto de muestreo, al recorrer los 100 m pueden coexistir diferentes microhábitats, cada uno con condiciones ecológicas distintas. Este aspecto se observa muy claramente en algunas localidades, ya que la distribución de las especies en un tramo no es homogénea, sino que constituye mosaicos.

Con respecto al funcionamiento de los índices creemos que en España todavía estamos lejos de tener un nivel adecuado en este tema. No solamente se trata de crear métricas adecuadas y que realmente funcionen bien, sino de ir recopilando datos a través de varios años en diferentes épocas del año y en un número de localidades muy elevado.

Por el momento hay que ir acumulando datos, ir verificando las identificaciones taxonómicas y validar el trabajo que se hace en el campo. Solamente a partir de bases de datos muy extensas se pueden mejorar los *scores* de las especies y por tanto, el funcionamiento de los

índices. También sería interesante fundamentar los *scores* en algo más que las alteraciones de fósforo o nitrógeno (eutrofia). En este sentido se podrían incluir otros aspectos como los hidrológicos o la estructura de la comunidad (diversidad), como ya están haciendo otros países (Willby et al., 2010).

10. Bibliografía

AENOR. 2004. *Calidad del agua-Guía para el estudio de los macrófitos en cursos de agua*. UNE EN-14184:2004. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid. 16 pp.

AFNOR. 2003. *Qualité de l'eau-Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)*. AFNOR, NF T90-395. Saint Denis La Plaine. 30 pp.

ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 50-53: 327-472.

ANAGNOSTIDIS, K. & J. KOMÁREK 1990. Modern approach to the classification system of cyanophytes (Stigonematales). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 59: 1-73.

APHA. 1989. *Standards methods for the examination of water and wastewater*. 20th edition. American Public Health Association. Washington D.C. CAFFREY, J.M. 1989. Macrophytes as biological indicators of organic pollution in Irish waters. En: *Biological Indicators of pollution*. D. H. S. Richardson (ed.): 77-78. Royal Irish Academic, Dublin.

BOLÒS, O. DE; VIGO, J.; MASALLES, R.M. & J.M. NINOT. 1993. *Flora manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic. Barcelona.

BOURRELLY, P. 1970. *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 3: les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiens et Cryptomonadines*. Ed. Boubée & Cie. Paris.

BOURRELLY, P. 1972. *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 1: les algues vertes*. Ed. Boubée & Cie. Paris.

CASAS, C.; BRUGUES, M. & R.M. CROS 2001. *Flora dels briòfits dels Països Catalans. I. Molses*. Ed. IEC. 278 pp.

CASAS, C.; BRUGUES, M. & R.M. CROS 2004. *Flora dels briòfits dels Països Catalans. II. Hepàtiques*. Ed. IEC. 138 pp.

CASPER, S.J. & H.D. KRAUSCH. 1980. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Bd 23: *Pteridophyta und Anthophyta 1: Lycopodiaceae bis Orchidaceae*. Springer-Verlag. 403 pp.

CASPER, S.J. & H.D. KRAUSCH. 1981. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Bd 24: *Pteridophyta und Anthophyta 2. Teil: Saururaceae bis Asteraceae*. Springer-Verlag. 942 pp.

CEN. 2003. *Water quality—Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters*. EN 14184:2003. Comité Européen de Normalisation. Bruselas. 14 pp.

CHE. 2005. *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva MARCO del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para Macrófitos*. Ministerio de Medio Ambiente-Confederación Hidrográfica del Ebro. Madrid. 33 pp.

CHE. 2006. Establecimiento de condiciones de referencia y redefinición de redes en la cuenca del Ebro, según la Directiva 2000/60/CE (expediente nº 27/04-A). Confederación Hidrográfica del Ebro-URS. Barcelona. 46 pp.

CHE. 2009. Red de control biológico en ríos. Informe final ríos-Año 2009. Confederación Hidrográfica del Ebro-UTE Red Biológica Ebro. Madrid. 345 pp.

CIRUJANO, S.; CAMBRA, J.; SÁNCHEZ-CASTILLO, P.M.; MECO, A. & N. FLOR-ARNAU. 2007. *Flora ibérica de las algas continentales. Carófitos (Characeae)*. Ed. Real Jardín Botánico de Madrid. Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid. 132 pp.

DAWSON, F.H. & F.G. CHARLTON 1988. *Hydraulic Resistance: Bibliography of the Hydraulic Resistance or Roughness of Vegetated Water Courses*. Occasional Publications, Nº 25. Freshwater Biological Association.

DELL'UOMO, A. 1991. Use of benthic algae for monitoring rivers in Italy. En: *Use of benthic algae for monitoring rivers*. B.A. Whitton, E. Rott, G. Friederich (eds.): 129-137. Institut für Botanik, Universität Innsbruck.

DEMARS, B.O.L & G. THIEBAUT. 2008. Distribution of aquatic plants in the Northern Vosges rivers: implications for biomonitoring and

conservation. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 18: 619-632.

DESIKACHARY, T. 1959. *Cyanophyta*. Indian Council of Agricultural Research. N. Delhi. 686 pp.

DODKINS, I.; RIPPEY, B. & P. HALE 2005. An application of canonical correspondence analysis for developing ecological quality assessment metrics for river macrophytes. *Freshwater Biology*, 50: 891-904.

FABRIS, M.; SCHNEIDER, S. & A. MELZER, 2009. Macrophyte-based bioindication in rivers a comparative evaluation of the reference index (RI) and the trophic index of macrophytes (TIM). *Limnologica*, 39: 40-55.

FERREIRA, M.T. & F. AGUIAR 2006. Riparian and aquatic vegetation in Mediterranean-type streams (western Iberia). *Limnetica*, 25: 411-424.

FJERDINGSTAD, E. 1964. Pollution of streams estimated by benthic phytomicro-organisms I. A saprobic system based on communities of organisms and ecological factors. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 49 (1): 63-131.

FONT i QUER, P. 1985. *Diccionario de Botánica*. Ed. Anagrama. Barcelona. 1244 pp.

GONZALVES, E.A. 1981. *Oedogoniales*. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 757 pp.

HAURY, J.; PELTRE, M.C.; MULLER, S.; THIEBAUT, G.; TREMOLIÈRES, M.; DEMARS, B.; BARBE, J.; DAUTARTRE, A.; DANIEL, H.; BERNEZ, I.; GUERLESQUIN, M. & E. LAMBERT 2000. *Les macrophytes aquatiques bioindicateurs des systèmes lotiques-Intérêts et limites des indices macrophytiques. Synthèse bibliographique des principales approches européennes pour le diagnostic biologique des cours d'eau*. UMR INRAENSAR EQHC Rennes et Laboratoire de Phytoécologie Université de Metz. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Etudes sur L'Eau en France, 87. Ministère de L'écologie et du Développement Durable, France. 101 pp.

HAURY, J.; PELTRE, M.C.; TREMOLIERES, M.; BARBE, J.; THIEBAUT, G.; BERNEZ, I.; DANIEL, H.; CHATENET, P.; HAAN-ARCHIPOF, G.; MULLER,

S.; DUTARTRE, A.; LAPLACE-TREYTURE, C.; CAZAUBON, A. & E. LAMBERT-SERVIEN. 2006. A new method to assess water trophy and organic pollution—the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution. *Hydrobiologia*, 570, 153–158.

HOEK, C. van den. 1963. *Revision of the european species of Cladophora*. E.J.Brill Ed. Leiden. 248 pp.

JEPPESEN, E.; SONDERGAARD, M. & K. CHRISTOFFERSON (eds.). 1997. *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer Verlag. Nueva York. 423 pp.

KLEEBERG, A.; HUPFER, M. & G. GUST. 2007. Phosphorus entrainment due to resuspension in a lowland river, Spree, NE Germany – a laboratory mesocosm study. *Water, Air and Soil Pollution*, 183: 129-142.

KUHAR, U.; GERM, G.; GABERSCIK, A. & G. URBANIC. 2011. Development of a River Macrophyte Index (RMI) for assessing river ecological status. *Limnologica* 41: 235–243.

MARGALEF, R. 1969. El concepto de polución en limnología y sus indicadores biológicos. *Agua*, Barcelona, supl. 7:103-133.

MEILINGER, P.; SCHNEIDER, S. & A. MELZER. 2005. The reference index method for the macrophyte-based assessment of rivers – a contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 90: 322–342.

MORENO, J.L.; NAVARRO, C. & J. DE LAS HERAS. 2006. Propuesta de un índice de vegetación acuática (IVAM) para la evaluación del estado trófico de los ríos de Castilla-La Mancha: Comparación con otros índices bióticos. *Limnetica*, 25: 821-838.

MORENO, J.L.; DE LAS HERAS, J.; PRAT, N. & M. RIERADEVALL. 2008. Evaluación del estado trófico de tres cuencas interiores de Cataluña (Foix, Besòs y Llobregat) mediante la vegetación acuática: aplicación de un índice trófico (IVAM-FBL). *Limnetica*, 27: 107-118.

MROZINSKA, T. 1985. Chlorophyta VI. Oedogoniophyceae: *Oedogoniales* In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heying & D. Mollenhauer (Eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. .G. Fischer Ed. Stuttgart. 624 pp.

MUNNÉ, A. & N. PRAT 2009. Use of macroinvertebrate-based multimetric indices for water quality evaluation in Spanish Mediterranean rivers: an intercalibration approach with the IBMWP index. *Hydrobiologia*, 628: 203-225.

PAAL, J.; TREI, T. & M. VIIK. 2007. Vegetation of Estonian watercourses, III. Drainage basins of the Moonsund Sea, the Gulf of Riga and Saaremaa Island. *Annales Botanici Fennici*, 44 (5): 321-344.

RAWSON, D.S. 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limnology and Oceanography*, 1 (1): 18-25.

SÁNCHEZ-MONTOYA, M.M.; VIDAL-ABARCA, M.R. & M.L. SUÁREZ. 2010. Comparing the sensitivity of diverse macroinvertebrate metrics to a multiple stressor gradient in Mediterranean streams and its influence on the assessment of ecological status. *Ecological Indicators*, 10: 896-904.

SAND-JENSEN, K.; JEPPESEN, E.; NIELSEN, K.; VANDERBIJL, L.; NIELSEN, L.W. & T.M. IVERSEN. 1989. Growth of macrophytes and ecosystem consequences in a lowland Danish stream, *Freshwater Biology*, 22: 15-32.

SCHNEIDER, S. & A. MELZER. 2003. The Trophic Index of Macrophytes (TIM)–a new tool for indicating the trophic state of running waters. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 88: 49-67.

SCHNEIDER, S. 2007. Macrophyte trophic indicator values from a European perspective. *Limnologica, Ecology and Management of Inland Waters*, 37: 281-289.

SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 7: 1-218.

STARMACH, K. 1966. *Cyanophyta, Glaucophyta*. Flora słodkowodna Polski, Vol. 2, Polska Akad. Nauk, Warszawa & Krakow.

SZOSZKIEWICZ, K.; FERREIRA, T.; KORTE, T.; BAATTRUP-PEDERSEN, A.; DAVY-BOWKER, J. & M. O'HARE. 2006. European river plant communities: the importance of organic pollution and the usefulness of existing macrophyte metrics. *Hydrobiologia* 566, 211–234.

WILLBY, N.; PITT, J.A. & G. PHILLIPS 2010. *The ecological classification of UK rivers using aquatic macrophytes*. Science report. 229 pp.

ZELINKA, M. & P. MARVAN. 1961. Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit flissender Gewasser. *Arch. Hydrobiol.*, 57: 389-407.

Anexo 1.

Tablas con los datos de macrófitos (Excel).

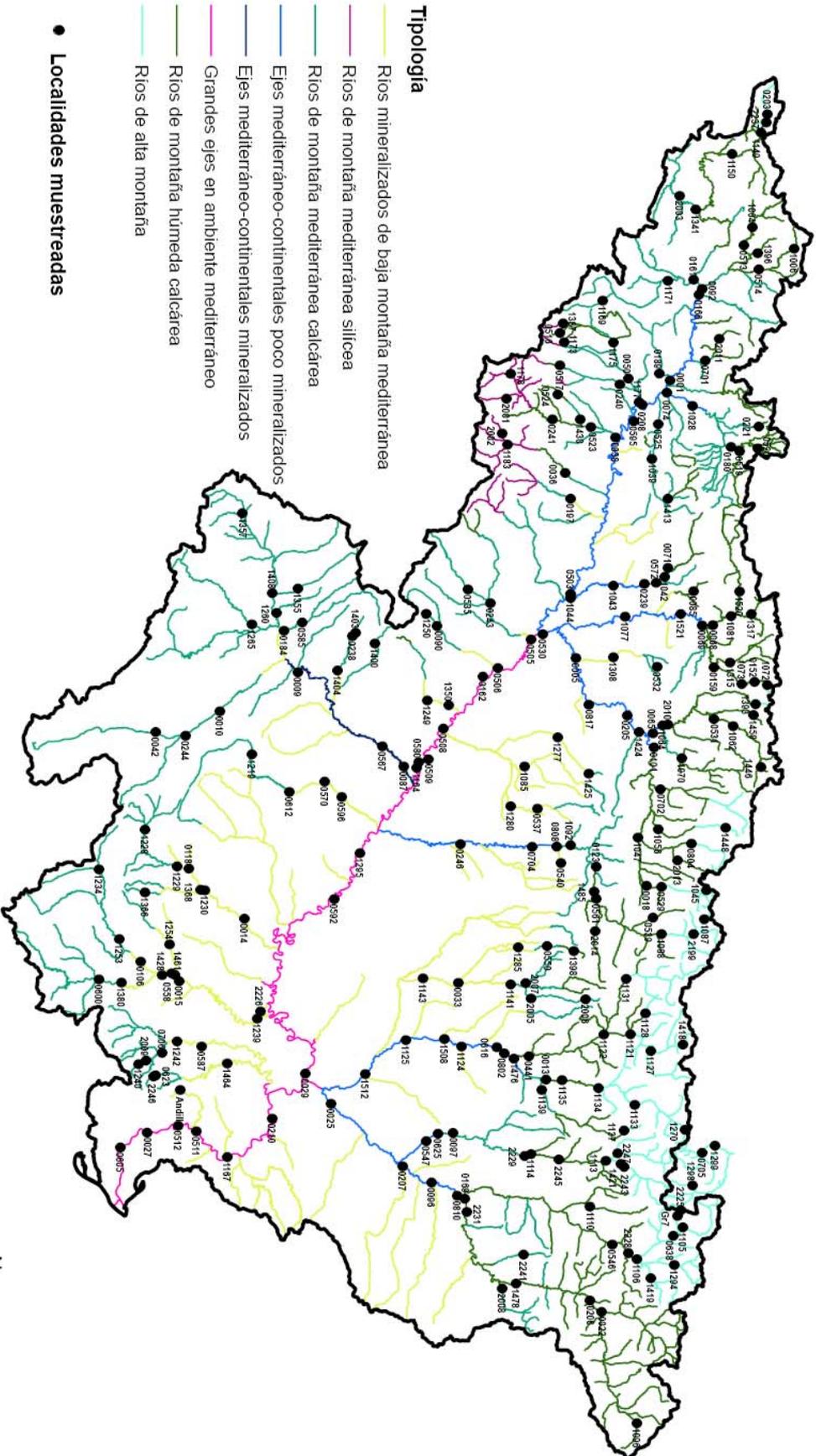
Estos datos están disponibles en:

<http://www.datossuperficiales.chebro.es:81/WCASF/?rvn=1>

Anexo 2.

Mapa de la distribución en la cuenca del Ebro de los 251 puntos estudiados de macrófitos.

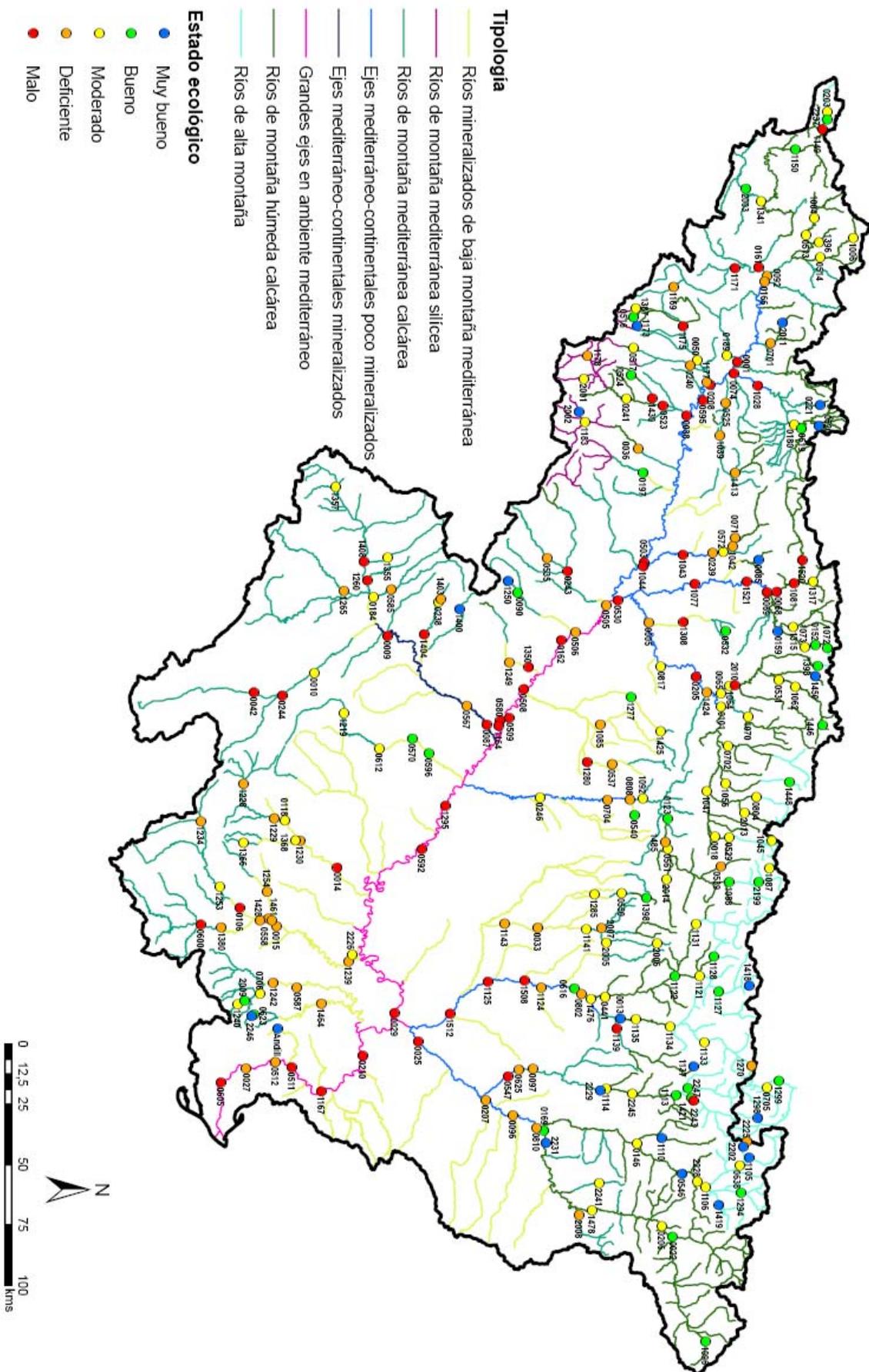
Puntos de muestreo



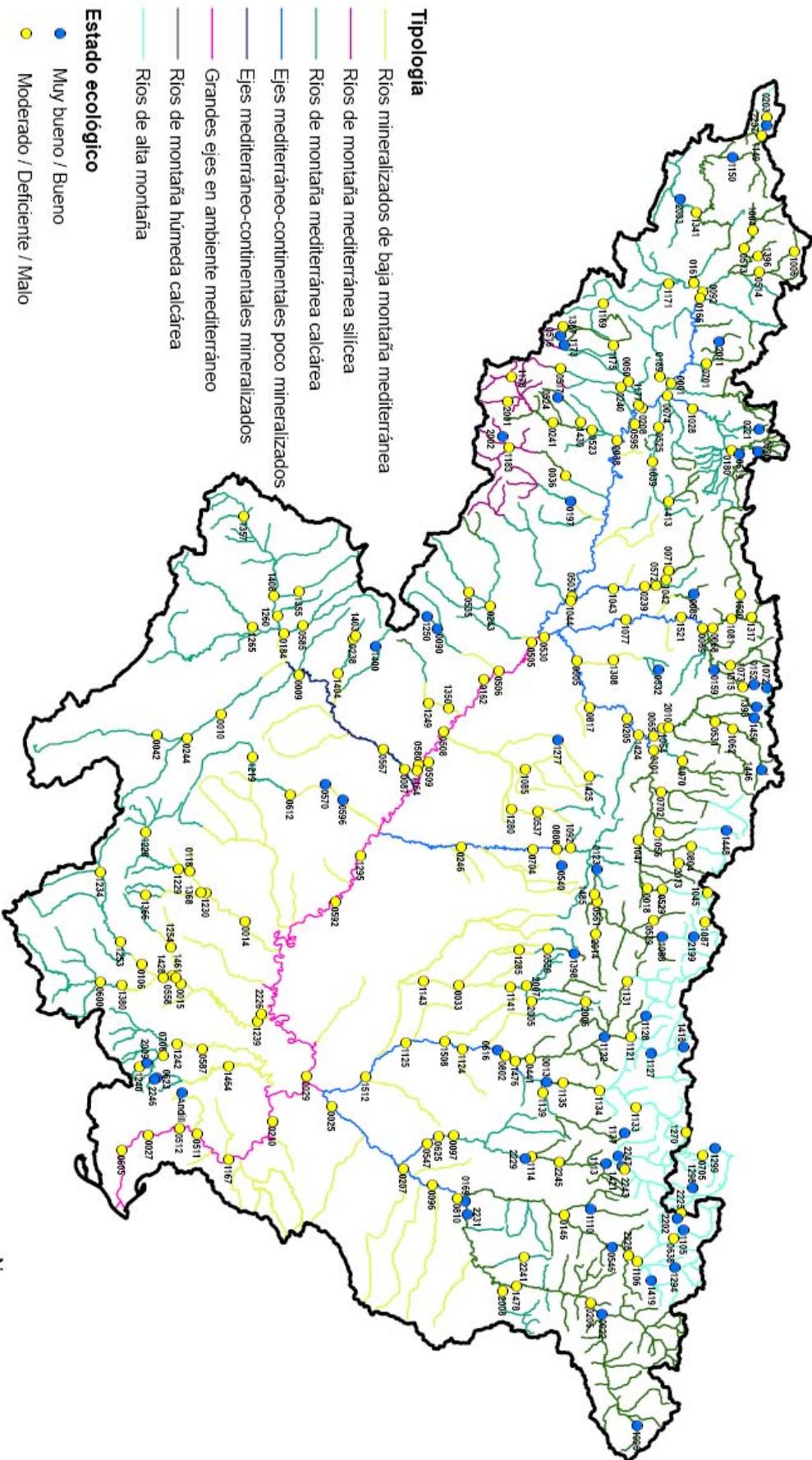
Anexo 3.

Mapas de las clases de calidad para macrófitos (IBMR, IMF, IVAM-CLM e IVAM-FBL), así como mapas reagrupados en dos clases de calidad (Muy buena-Buena/Moderado-Deficiente-Mala) para los índices IBMR e IMF.

Macrófitos - IBMR 2009



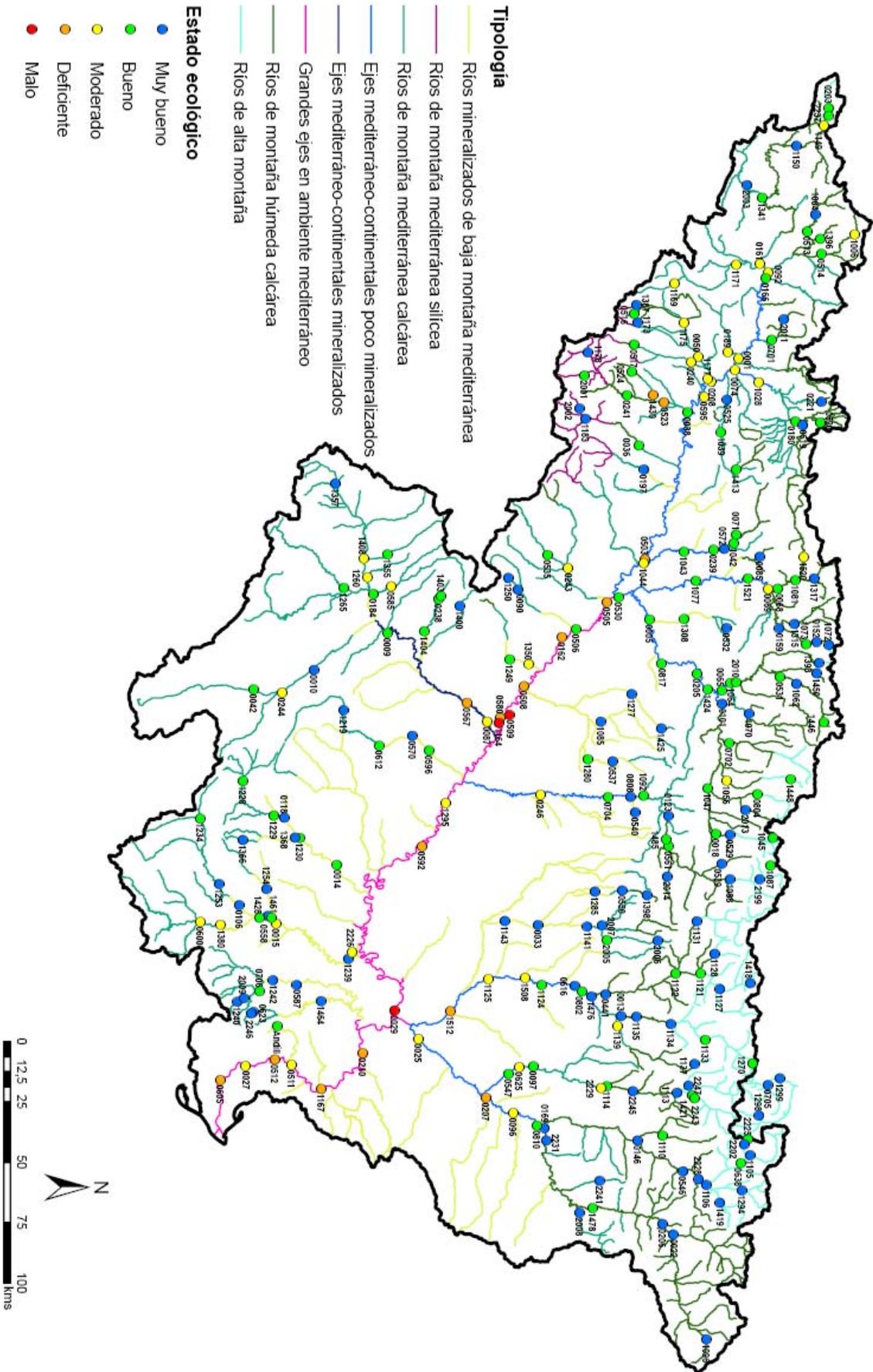
Macrófitos - IBMR agrupado 2009



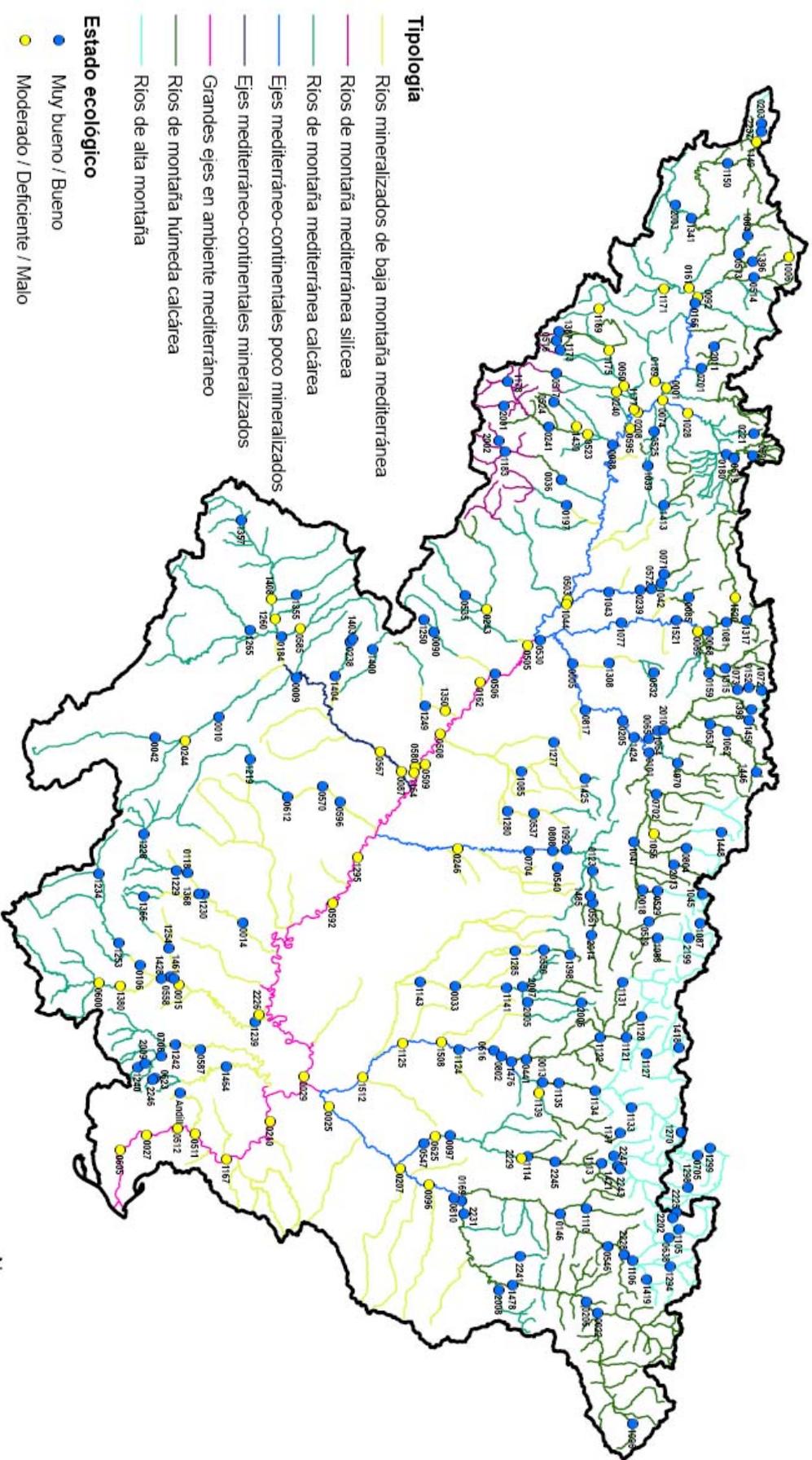
0 12.5 25 50 75 100
kms



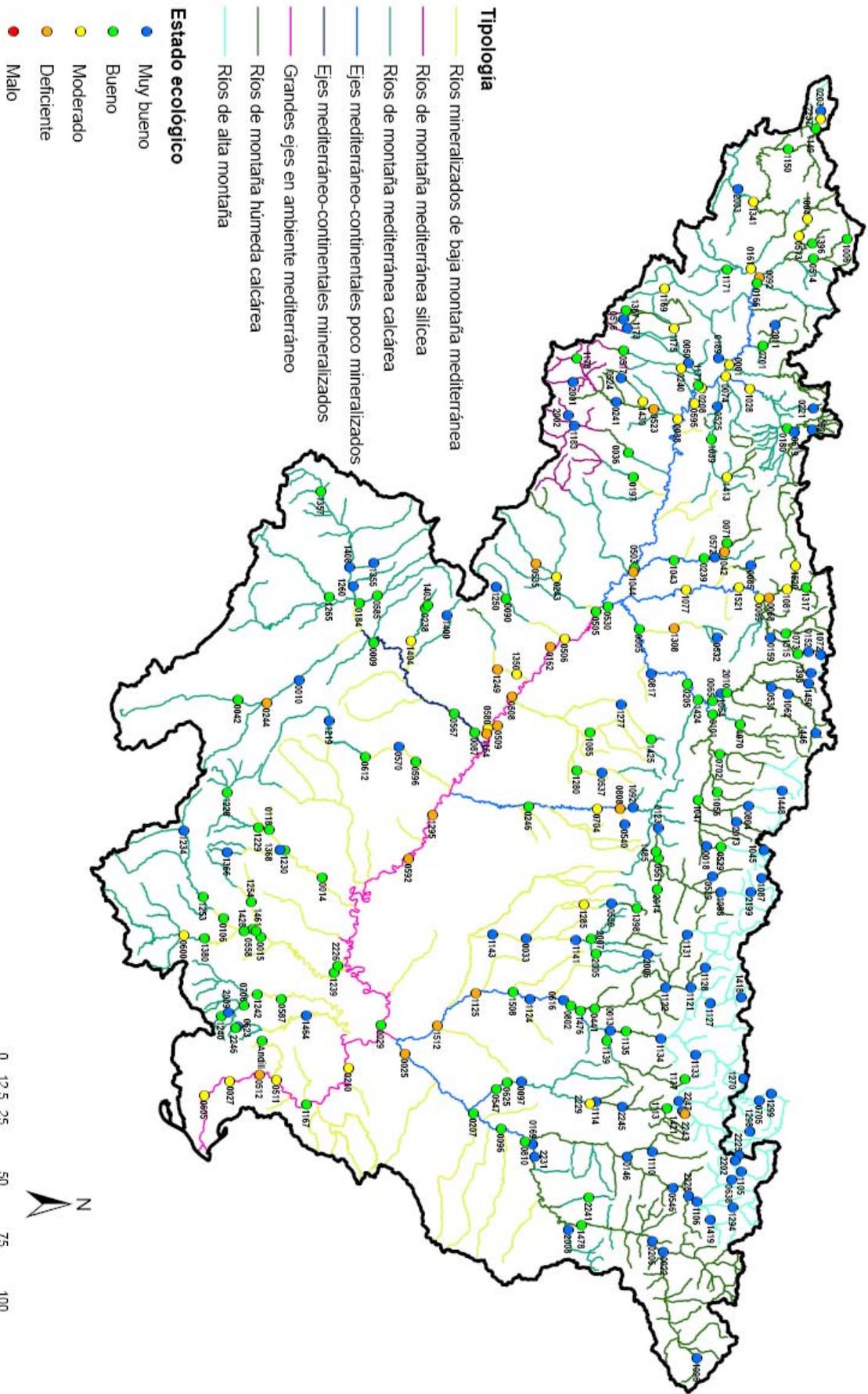
Macrófitos - IMF 2009



Macrófitos - IMF agrupado 2009



Macrófitos - IVAM-CLM 2009



Macrófitos - IVAM-FBL 2009

