

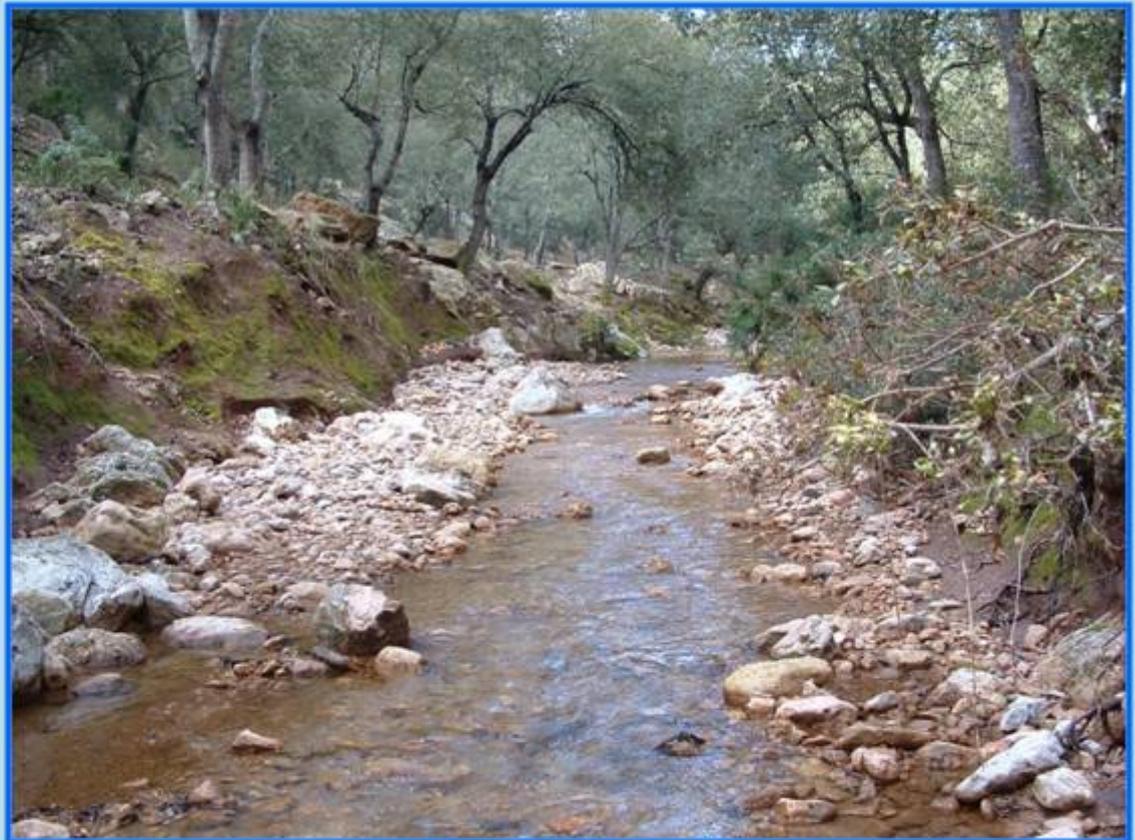




Govern de les Illes Balears  
**Conselleria de Medi Ambient**

Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental

# Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Informe Final



## TOMO I: TORRENTES

**Director del Estudio:** Alfredo Barón Périz, Dirección General de Recursos Hídricos, Govern de les Illes Balears

**Coordinador:** Fernando Orozco, FOA Ambiental s.l.

**Directora científica:** Isabel Pardo Gamundi, Universidad de Vigo



UNIVERSIDADE  
DE VIGO

**Dirección General de Recursos Hídricos**  
**Servicio de Estudios y Planificación**

**Dirección:**

**Isabel Pardo Gamundi**

**(Área de Ecología, Universidad de Vigo)**

**Equipo redactor:** Liliana García Lago, Cristina Delgado Núñez, Paloma Lucena Moyá, Rut Abraín Sánchez

**Equipo apoyo técnico:** Mar Domínguez Fernández

**Cita del artículo:**

PARDO, I., GARCÍA, L., DELGADO, C. LUCENA, P. & ABRAÍN, R. 2010. Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Informe Final. Tomo I: Torrentes. Informe Técnico. Universidad de Vigo.



**Tomo I:**  
**Torrentes**

	Pág.
<b>1.1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Objetivos.....	4
<b>1.2. Metodología desarrollada en el diseño de la red.....</b>	<b>5</b>
1.2.1. Criterios generales de diseño de la red .....	5
1.2.2. Morfometría .....	6
1.2.2.1. Cálculo de los parámetros principales de cada tramo fluvial .....	6
1.2.3. Localización de las estaciones de muestreo.....	8
1.2.4. Identificación de las masas de agua de las Baleares.....	12
<b>1.3. Metodología desarrollada en los trabajos de campo.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Protocolo general de muestreo.....	16
1.3.2. Vegetación marginal y macrófitas .....	17
1.3.3. Estima de parámetros físico-químicos .....	17
1.3.4. Toma de muestras de algas bentónicas (Diatomeas) .....	18
1.3.5. Toma de muestras de invertebrados bentónicos .....	18
1.3.6. Estima de parámetros hidromorfológicos .....	19
<b>1.4. Metodología desarrollada en los trabajos de laboratorio .....</b>	<b>20</b>
1.4.1. Análisis de aguas.....	20
1.4.2. Algas bentónicas (Diatomeas) .....	20
1.4.3. Invertebrados bentónicos .....	23
<b>1.5. Análisis de datos .....</b>	<b>25</b>
<b>1.6. Resultados obtenidos .....</b>	<b>30</b>
1.6.1. Condiciones de referencia: criterios de selección .....	30
1.6.2. Establecimiento de tipologías.....	32
1.6.2.1. Modelos generales por islas .....	32
1.6.2.1.1. Contraste de la tipología en las islas .....	32
1.6.2.2. Establecimiento de tipologías según la DMA.....	34
1.6.2.2.1. Contraste de tipologías con los elementos biológicos.....	35
1.6.3. Caracterización biológica de torrentes de referencia .....	37
1.6.3.1. Algas bentónicas (Diatomeas).....	39
1.6.3.2. Invertebrados bentónicos .....	41
1.6.3.2.1. Tipo 1: torrentes del llano .....	41
1.6.3.2.2. Tipo 2: cañones .....	43
1.6.3.2.3. Tipo 5: torrentes de montaña.....	46
1.6.4. Identificación de gradientes de presión .....	48
1.6.4.1. Gradientes de degradación general .....	49
1.6.4.2. Gradientes de presión orgánica .....	58

1.6.4.2.1. Gradiente de presión orgánica: Tipo 1 .....	58
1.6.4.2.2. Gradiente de presión orgánica: Tipo 2 .....	59
1.6.4.2.3. Gradiente de presión orgánica: Tipo 5 .....	61
1.6.5. Modelos de clasificación del estado ecológico .....	63
1.6.5.1. Algas bentónicas (Diatomeas) .....	65
1.6.5.2. Invertebrados bentónicos .....	81
1.6.5.2.1. Modelo general Tipo 1: Torrentes del llano .....	81
1.6.5.2.2. Modelo general Tipo 2: Torrentes de tipo cañón .....	95
1.6.5.2.3. Modelo general Tipo 5: Torrentes de montaña .....	108
1.6.6. Evaluación e integración de las Clases de Estado Ecológico .....	123
1.6.6.1. Tipo 1: Torrentes del llano .....	124
1.6.6.2. Tipo 2: Torrentes de tipo cañón .....	137
1.6.6.3. Tipo 5: Torrentes de montaña .....	148
1.6.7. Contribución al análisis de presiones e impactos .....	159
1.6.7.1. Presión orgánica puntual (depuradora/vertido) .....	160
1.6.7.1.1. Tipo 1: Torrentes del llano .....	160
1.6.7.1.2. Tipo 2: Torrentes de tipo cañón .....	162
1.6.7.1.3. Tipo 5: Torrentes de montaña .....	164
1.6.7.2. Presión difusa por nutrientes derivados de la agricultura .....	166
1.6.7.2.1. Tipo 1: Torrentes del llano .....	166
1.6.7.2.2. Tipo 2: Torrentes tipo cañón .....	169
1.6.7.2.3. Tipo 5: Torrentes de montaña .....	170
1.6.7.3. Presión hidromorfológica .....	172
1.6.7.3.1. Tipo 1: Torrentes del llano .....	173
1.6.7.3.2. Tipo 2: Torrentes tipo cañón .....	174
1.6.7.3.3. Tipo 5: Torrentes de montaña .....	174
1.6.7.4. Conclusiones al estudio del análisis de presiones .....	175
<b>1.7. Conclusiones .....</b>	<b>177</b>
1.7.1. Estado general de la red de torrentes .....	177
1.7.2. Propuesta de seguimiento de la red de torrentes .....	180
1.7.3. Recomendaciones para el programa de medidas .....	181
<b>1.8. Bibliografía .....</b>	<b>189</b>
<b>1.9. Anexos .....</b>	<b>193</b>
1.I. Masas de agua de tipo torrente de las Islas Baleares .....	194
1.II. Metodología para la analítica de aguas .....	198
1.III. Estadillo de campo y RSH para ríos mediterráneos .....	199
1.IV. Matriz de parámetros físico-químicos* .....	201
1.V. Listado de taxones de invertebrados bentónicos .....	202
1.VI. Listado de taxones de diatomeas bentónicas .....	219
1.VII. Listado de taxones sensibles y tolerantes .....	235
1.VIII. Listado de vegetación de los torrentes de las Islas Baleares .....	238
1.IX. Fichas de torrentes .....	243

---

\* Se presentan en formato electrónico

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Este volumen constituye la entrega final de los convenios de colaboración realizados entre los años 2005 y 2008, entre la Agencia Balear del Agua y de la Calidad Ambiental y la Universidad de Vigo, que han tenido como objetivo el desarrollo de diversos aspectos científico-técnicos relacionados con el estudio de las masas de agua superficiales (torrentes) en la aplicación de la Directiva Marco del Agua en las Islas Baleares.

Aunque las aguas subterráneas constituyen la casi totalidad de los recursos hídricos de las Islas Baleares, éstas también se encuentran surcadas por pequeños ríos, comúnmente conocidos como torrentes, que se diferencian de la imagen típica de un río en que experimentan una fase seca a lo largo de su ciclo anual. Así, en las Islas Baleares los torrentes son el único tipo de ecosistema de aguas corrientes que existe, y junto con los ecosistemas leníticos (i.e., zonas húmedas) conforman la diversidad de ecosistemas acuáticos continentales.

Los torrentes se consideran un tipo de río temporal Mediterráneo con unas características hidromorfológicas particulares, como es el hecho de presentar agua discurriendo en su superficie durante tan sólo unos meses al año. Existen varios factores que determinan la presencia de estos ecosistemas temporales en las Islas Baleares. Entre ellos están: las marcadas diferencias en el régimen de precipitaciones, muy irregulares y torrenciales, con tendencia a concentrarse en otoño y invierno; el predominio de una litología calcárea, que favorece la infiltración; el relieve, que con sus elevadas pendientes puede determinar que la escorrentía superficial sea muy rápida, y la sobreexplotación de los acuíferos, que han producido importantes descensos de los niveles de agua en la capa freática.

Los Torrentes de las Islas Baleares se encuentran sometidos a multitud de presiones, como consecuencia del creciente aumento de la presión humana y de las necesidades hídricas impuestas por el exceso de población. Estos factores conllevan un cambio en la dedicación de los usos del suelo en las cuencas hidrográficas, modificación de la naturaleza de los aportes de materia orgánica desde la vegetación de ribera a los torrentes, y a la contaminación y sobreexplotación de los acuíferos. En particular, una disminución muy marcada de los niveles de agua en la capa freática también afecta directamente a la capacidad de recarga de las fuentes que alimentan muchos de los ríos temporales de la isla.

La temporalidad e insularidad de los torrentes se refleja en la existencia de unas comunidades ecológicas únicas, que los diferencian de los ríos permanentes continentales (Pardo & Álvarez, 2006). Por lo tanto, además de contribuir al conocimiento de la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas, este estudio constituye una herramienta para la gestión, manejo y conservación de los mismos.

El objetivo del presente trabajo es dar cumplimiento a diversos requerimientos científico-técnicos exigidos por la Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE, para su implementación en los torrentes de las Islas Baleares. En una entrega previa (2004), fruto de un primer convenio con la Universidad de Vigo, se presentó la metodología seguida en la tipificación de los torrentes según los dos sistemas (A y B) de tipologías especificadas por el anexo II de la Directiva. En un segundo convenio se presentaron los protocolos diseñados para los trabajos de muestreo de campo y laboratorio, y se hizo el análisis preliminar de las primeras campañas de muestreo (2005-2006), así como el desarrollo inicial de los sistemas de clasificación del estado ecológico de los torrentes según invertebrados y diatomeas bentónicas (Pardo *et al.*, 2007).

Este informe incluye los resultados de los estudios previos realizados desde el año 2005-2006, y los realizados en el año 2008 hasta la actualidad, y que servirán de base para las futuras evaluaciones del estado ecológico de los torrentes de las islas Baleares. En el presente informe, que se considera **el informe final válido y único a citar en el Primer plan hidrológico de cuenca**, se finalizan y concluyen los criterios y metodologías seguidos para el establecimiento de las condiciones de referencia, y la determinación del estado ecológico de los tramos fluviales analizados. Se establecieron criterios de referencia que permitieron la selección de torrentes de referencia o mínimamente impactados por la actividad humana, siguiendo la metodología indicada por el documento guía REFCOND de la estrategia común de implementación, y en consonancia con los criterios establecidos por el Ministerio de Medio Ambiente.

El establecimiento de las redes de monitoreo de vigilancia y operativo de los torrentes de las islas Baleares ha permitido una evaluación más robusta del estado ecológico de los torrentes. El diseño de la red de torrentes en las islas Baleares, obedece a las especificaciones de la Directiva Marco del Agua: una evaluación inicial y general de las presiones antrópicas dominantes en los torrentes y las condiciones de referencia, lo que permite diseñar el sistema de clasificación del estado ecológico. Las presiones antrópicas se han evaluado usando

variables ambientales indicadoras de la composición físico-química del agua y usos del suelo en las cuencas.

El sistema de clasificación desarrollado en este informe se ha basado en dos elementos de calidad biológica, las diatomeas y los invertebrados bentónicos. Las condiciones hidromorfológicas son acompañantes del **muy buen** estado ecológico, y las condiciones físico-químicas deben cumplirse para el **buen** estado ecológico.

Se han desarrollado métricos múltiples (multimétricos), tanto para diatomeas como para invertebrados, que comprenden los parámetros biológicos especificados en las definiciones normativas de la DMA: diversidad ecológica, riqueza de taxones, abundancias y relación entre especies tolerantes y sensibles a la perturbación. Estos multimétricos son sistemas que tienden a reducir la probabilidad de clasificación errónea del estado. Los métricos que incluyen los multimétricos, se han seleccionado y combinado en función de su relación con los gradientes de presión antrópica estudiados, y en función de su eficiencia discriminadora entre la condición de referencia y condiciones significativamente impactadas por presiones antrópicas. Se han generado métricos múltiples con eficiencias discriminatorias muy altas, que aseguran los resultados de la clasificación del estado ecológico para las aguas naturales de los ríos temporales de las Islas Baleares.

Por último se presenta el estado ecológico de los torrentes que constituyen la red de muestreo de aguas naturales de las Islas Baleares, en función de las 5 clases de estado ecológico. La clasificación del estado ecológico representa el estado ecológico del torrente/tramo fluvial estudiado. Hay que tener en cuenta que la clasificación de los puntos estudiados no indica necesariamente que la totalidad de la masa de agua en la que están ubicados se ajuste a la misma clasificación del estado ecológico. Por tanto, la evaluación del estado ecológico de las masas de agua en su totalidad, se debe integrar en el estudio global de presiones e impactos, y en la identificación de las alteraciones hidromorfológicas que podrían justificar su identificación como candidatos de masa de agua muy modificada, dentro de los planes hidrológicos de cuenca.

### 1.1.1. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es proporcionar un método de evaluación del estado ecológico de los torrentes de las islas Baleares, utilizando indicadores biológicos. Para alcanzar este objetivo se han considerado los siguientes objetivos específicos:

1. Examinar las características morfométricas y de usos de suelo de las estaciones de muestreo de torrentes estudiadas
2. Analizar la calidad físico-química de sus aguas
3. Caracterizar la estructura de las comunidades acuáticas: invertebrados y diatomeas bentónicas (perifiton)
4. Establecer una tipología de torrentes en función de las características morfométricas y siguiendo los criterios especificados por la DMA
5. Identificar las presiones de origen humano de mayor importancia y analizar el modo en que éstas afectan al estado ecológico de las localidades estudiadas
6. Definir los criterios de referencia e identificar las estaciones de referencia para cada tipo
7. Desarrollar un sistema de clasificación del estado ecológico de los torrentes de las Islas Baleares (integrando elementos biológicos, químicos e hidromorfológicos)
8. Evaluar el estado ecológico de los torrentes del archipiélago
9. Definir propuestas de seguimiento de la red y acciones recomendadas para su realización
10. Diseño de una red de vigilancia y operativa

Los trabajos realizados para cumplir con estos objetivos se organizaron en dos ámbitos complementarios, correspondientes a las labores de campo/laboratorio (i.e., obtención de datos) y a las labores de gabinete (i.e., desarrollo y análisis de la base de datos). Además, el desarrollo de estos ámbitos vino precedido de una recopilación de información sobre los torrentes de las islas Baleares, lo que ayudó a la selección de los torrentes estudiados y permitió el diseño de la red.

## 1.2. METODOLOGÍA DESARROLLADA EN EL DISEÑO DE LA RED

Previa a la realización de las campañas de muestreo en los torrentes se llevó a cabo una búsqueda de información, recopilándose artículos, libros y documentos escritos o de la red, que pudiesen aportar información sobre los torrentes del archipiélago. La generación de material cartográfico y bases de datos asociados realizados por el SITIBSA (*Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears S.A.*) permitieron obtener un listado de torrentes con sus correspondientes parámetros morfométricos, a partir del cual se estructuraron los trabajos a realizar. Además, y siempre que ha sido posible, se han mantenido conversaciones con residentes en la zona (agricultores, ganaderos, propietarios, guardeses, personal de ayuntamientos,...), con objeto de obtener información sobre acontecimientos ocurridos en el lugar, así como posibles modos y formas de gestión en los tramos de estudio. Gran parte de esta información se incluyó en las bases de datos como complemento de los datos obtenidos directamente por el equipo de la Universidad de Vigo.

### 1.2.1. Criterios generales de diseño de la red

El procedimiento seguido (apoyado por los cálculos realizados por el SITIBSA, consistió por un lado en generar la red hidrológica base y dividirla en tramos, y por el otro en calcular todos los parámetros asociados a cada tramo. Para llevar a cabo la tramitación, los tramos mayores de 4 Km de la red se dividieron en tramos no mayores a 3 Km. En total el SITIBSA generó una red hidrográfica constituida por 571 tramos fluviales, pertenecientes a 68 cuencas hidrográficas (ver metodología en apartado 1.2.3).

Por necesidad del diseño se han añadido nuevos tramos fluviales a los resultantes de la tipología de las Islas Baleares realizada con cuencas  $>5 \text{ km}^2$ . Debido al reducido tamaño de algunos de ellos (cuencas  $<5 \text{ Km}^2$ ), no se representaban en la red de tramos delimitados inicialmente por el SITIBSA. Estos nuevos tramos aparecen en la tabla 1.1 con un ID de tramo compuesto por 4 cifras (véase por ejemplo B2000 ó L3000).

En la selección de los tramos de estudio, previo análisis de la información cartográfica disponible, se visitaron un total de 183 tramos fluviales repartidas en un total de 47 cuencas, de las cuales 125 (68.3 %) estaban secos en la fecha en que se realizó la primera campaña de muestreo (mayo-junio 2005). Del total de tramos fluviales visitados que tenían agua, se seleccionaron 61 tramos, pertenecientes a 35 cuencas (Tabla 1.1). Tras las observaciones de

campo realizadas en la primera campaña de mayo de 2005 se habían propuesto cambios para algunas de las estaciones de muestreo seleccionadas, bien en su asignación a la tipología bien en su condición (véase información suministrada en Pardo & Olsen, 2004<sup>1</sup>). Estos cambios pudieron confirmarse una vez analizados los datos de las siguientes campañas.

## 1.2.2. Morfometría

### 1.2.2.1. Cálculo de los parámetros principales de cada tramo fluvial (SITIBSA)

La elaboración de la cartografía temática de este estudio ha requerido de una considerable labor de análisis basada en la utilización de Sistemas de Información Geográfica (GIS), además de otras herramientas de análisis tipológico, como las aplicaciones ArcView o ArcGis. El objetivo principal de este trabajo, realizado por el SITIBSA, consistió en generar un mapa georreferenciado, en un formato incorporable a la capa de aguas superficiales, de la red hídrica de las Islas Baleares donde el tramo de cada torrente tenga asociados los siguientes parámetros:

- Referente al lecho del tramo: Longitud del tramo, cota media, cota máxima, cota mínima, pendiente en porcentaje, permeabilidad del suelo por tramo, pluviometría por tramo y fuentes y manantiales cercanos a los tramos.
- Referente a la cuenca máxima de cada tramo: superficie máxima de cuenca, superficie de las diferentes clasificaciones del suelo y superficie de las diferentes ocupaciones del suelo (según Mapa Corine Land Cover).

La cartografía utilizada para la realización del trabajo corresponde a diferentes orígenes, entre ellos el Modelo de Acumulación de Flujo, el modelo MDE, el Mapa de Usos del Suelo Corine Land Cover y la Capa de Clasificación del Suelo (todos ellos del SITIBSA) y la red Hidrológica del PPRI (Plan Prevención Riesgos Inundación), el Mapa de Pluviometría y el Mapa de Geología, generados por la DGRH (Dirección General de Recursos Hídricos). Esta información, una vez contrastada en el campo, permitió clasificar cada uno de los tramos fluviales estudiados en función de los usos mayoritarios del suelo adyacente (i.e., condición), separando los tramos fluviales de referencias de los tramos más alterados, afectados por algún uso antrópico (Tabla 1.1).

<sup>1</sup> Pardo I. & Olsen A.M. (2004). *Tipologías A y B de los torrentes de las islas Baleares. Directiva Marco del agua en las islas Baleares.*

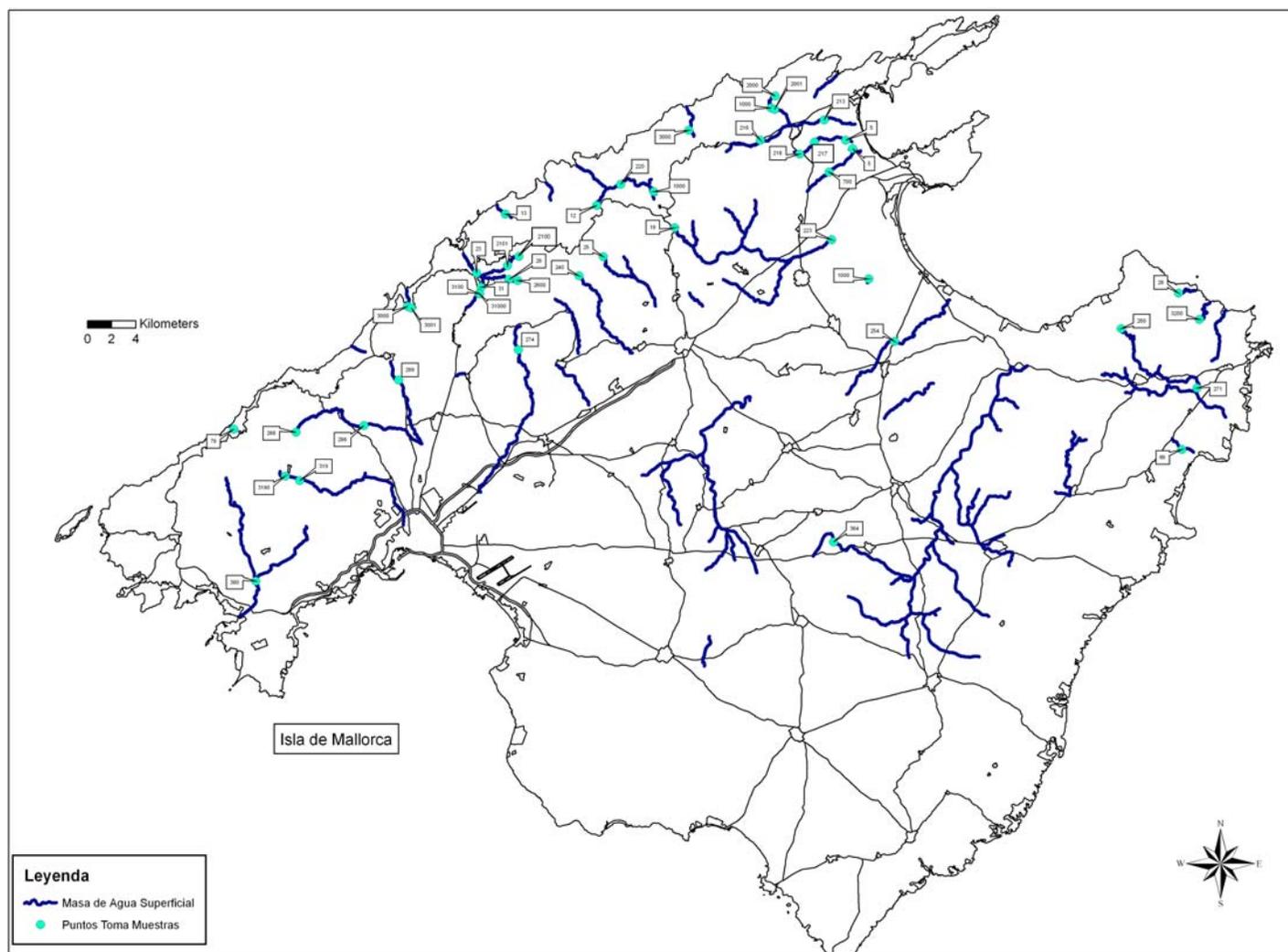
ISLA	D_CUENC/ID_TRAMC	TOPÓNIMO	CONDICIÓN	TIPO	xUTM100	yUTM100	
IB	E	553	Santa Eularia	reg	1	369010	4316249
IB	J	560	Sant Josep	rural	1	352342	4308124
IB	Q	520	Sant Miquel	ruralnat	1	364670	4324742
IB	R	516	Benirrás	ruralnat	1	366697	4326146
MA	AB	240	Tte d'Almadrà	ref	5	483556	4402329
MA	ABB	1000	Font de Son Sant Joan	mejor	1	507589	4402082
MA	AC	19	Tte Comafreda-Guix	ref	2	491515	4406292
MA	AC	25	Cabecera de Mancor de la Vall.	ref	5	485564	4403901
MA	AC	223	Tte. San Miguel	dep	1	504489	4405311
MA	AF	700	Tte des Gross	ruralnat	1	504284	4410856
MA	AG	254	Tte. Séquerral	dep	3	509700	4396929
MA	AJ	364	Hortella	dep	3	504665	4380433
MA	AK	28	Tte. Matzoc	ref	3	533259	4400924
MA	AL	3200	Des Castellot	mejor	3	534990	4398741
MA	AN	260	Coccons	ref	3	528499	4398000
MA	AN	271	Canymel_Maians	reg	3	534794	4393100
MA	AO	89	Son Jordi	artfagr	3	533538	4388054
MA	B	1000	Gorg Blau	ref	5	499504	4416150
MA	B	2000	Ternelles 3	ref	5	499822	4417133
MA	B	2001	Ternelles 5	ref	5	499754	4416028
MA	B	213	Sant Jordi 3	dep	1	503884	4415163
MA	B	216	Vall d'en Marc desde Fartarix	ruralnat	5	498603	4413479
MA	C	217	Tte de Sitges	artfsemi	1	503081	4413325
MA	C	218	Son Brull	mejor	1	501843	4412347
MA	D	5	Font de S'Almadrava	artfagr	1	505643	4413466
MA	E	221	Tte de la Font del Mal-Any	artfagr	1	506222	4412812
MA	G	3000	Tte de Ses Comer (afluente Mortix)	ref	5	492650	4414304
MA	H	1000	Olmeda (Afluente del Tte Lluc-	mejor	3	489746	4409252
MA	H	12	Gorg Blau	ref	2	485051	4408100
MA	H	220	Lluc	ref	2	487000	4409854
MA	J	13	Na Mora	dep	2	477464	4407455
MA	K	23	Soller_pueblo	ruralnat	5	475077	4402581
MA	K	26	Biniaraitx	ruralnat	2	477754	4402115
MA	K	2600	Biniaraitx-Camidel L'Ofre	ref	2	478464	4402040
MA	K	31	Sóller_tunel	ruralnat	5	475439	4401392
MA	K	3100	Sa Font de Soller	mejor	5	475294	4400835
MA	K	31000	Sa Font de Soller (mina)	mejor	5	475294	4400835
MA	K	2100	Fornalutx1	ruralnat	5	478581	4403950
MA	K	2101	Fornalutx2	ruralnat	5	477646	4403170
MA	L	3000	Tte Deia	artfsemi	2	469329	4399817
MA	L	3001	Tte Deia	artfsemi	2	469666	4399676
MA	N	79	Estellencs	dep	5	454944	4389714
MA	R	380	Sa Ponsa	artfsemi	1	456768	4377203
MA	V	3190	Tte. Puig punyent	mejor	5	459132	4385918
MA	V	319	Tte. Puig punyent	dep	5	460407	4385481
MA	Y	274	Tte CoaNegra	ruralnat	2	478536	4396262
MA	Y	286	tte esporias	dep	5	465725	4390020
MA	Y	288	"tres Fuentes"	ruralnat	5	460162	4389444
MA	Y	289	Tte Valldemossa	dep	5	468594	4393770
ME	AB	485	Cala en Porter (Alaior arriba)	rural	1	594704	4422945
ME	AB	500	Cala en Porter (Alaior arriba)	dep	1	596888	4419299
ME	C	454	Pont de S'Alairó	ruralnat	3	589339	4432069
ME	F	459	Mercadel	dep	1	592209	4431815
ME	F	460	Mercadel	artfagr	3	592400	4429434
ME	F	464	Mercadel	artfagr	3	593507	4428436
ME	L	482	Algendar	reg	3	585054	4429442
ME	L	484	Algendar-Moli de Baix	mejor	1	582405	4425504
ME	O	502	Puntarró	ruralnat	3	605032	4422569
ME	R	508	Sa Cova	mejor	1	585992	4423029
ME	S	468	Son Biró	mejor	3	605126	4422152
ME	U	470	Na Bona	artfagr	3	607530	4421465

Tabla 1.1 Tabla síntesis de los tramos fluviales incluidos en este estudio. Isla: IB: Ibiza; MA: Mallorca; ME: Menorca, Condición: "ref": Referencia; Mejor; "ruralnat": Rural-natural; Rural; "artfsemi": Artificial-seminatural; "artfagri": Artificial-agricultura; "reg": Regadío, y "dep": Depuradora. La condición de cada tramo viene definida en función de diversos criterios de clasificación que se presentan en el apartado 1.6.1

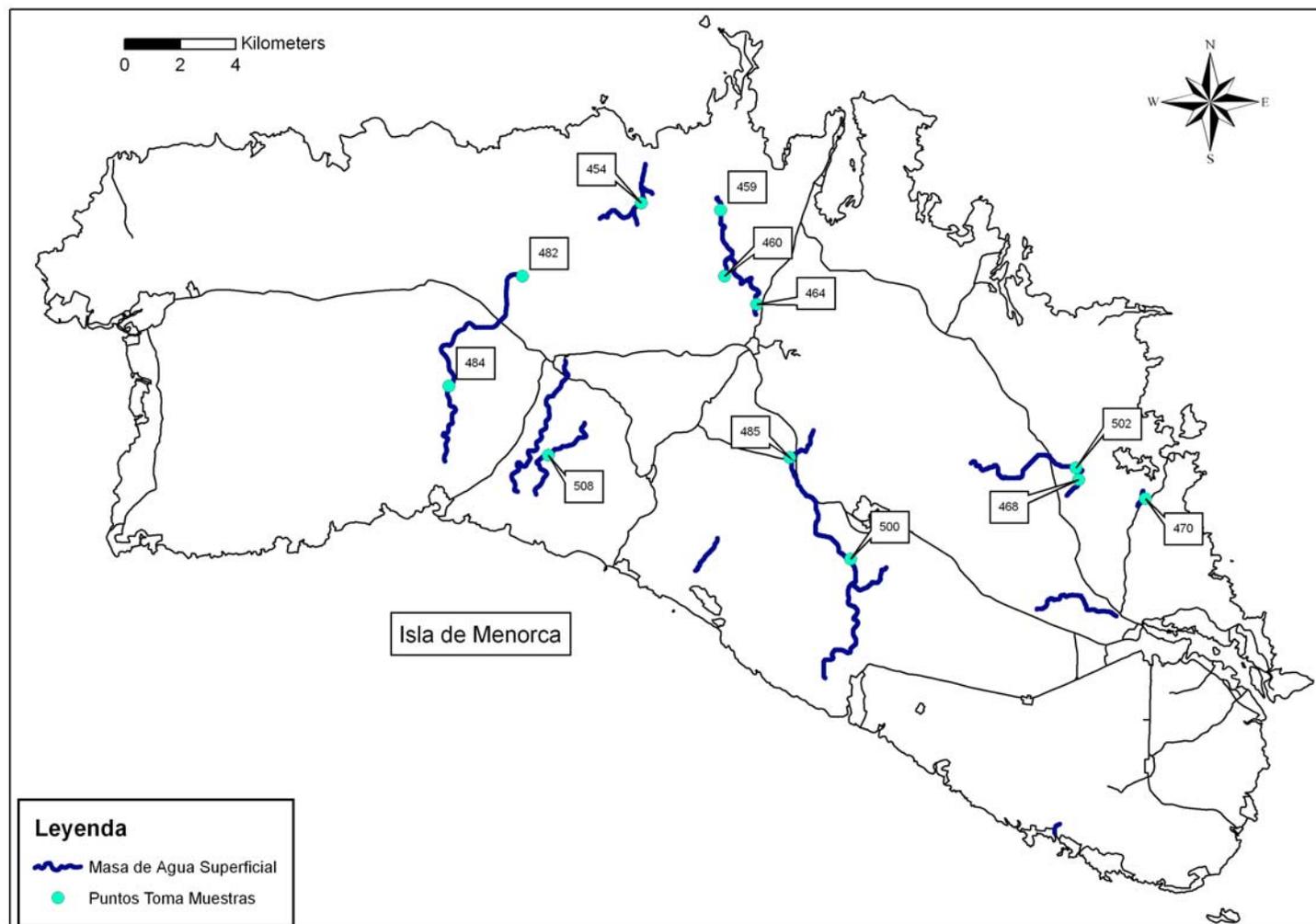
### 1.2.3. Localización de las estaciones de muestreo

Los mapas 1-3, muestran las tres islas y los tramos fluviales que se han incluido en este estudio. En total se estudiaron 61 tramos fluviales, distribuidos en 35 cuencas (Tabla 1.1). La isla que mayor número de tramos aporta al ámbito considerado es Mallorca (45 tramos, distribuidos en 23 cuencas), seguida de Menorca (12 tramos, distribuidos en 8 cuencas). En Ibiza se estudiaron 4 puntos y no se incluye ningún punto en Formentera, debido a la inexistencia de cursos de agua superficiales en esta isla (Tabla 1.1).

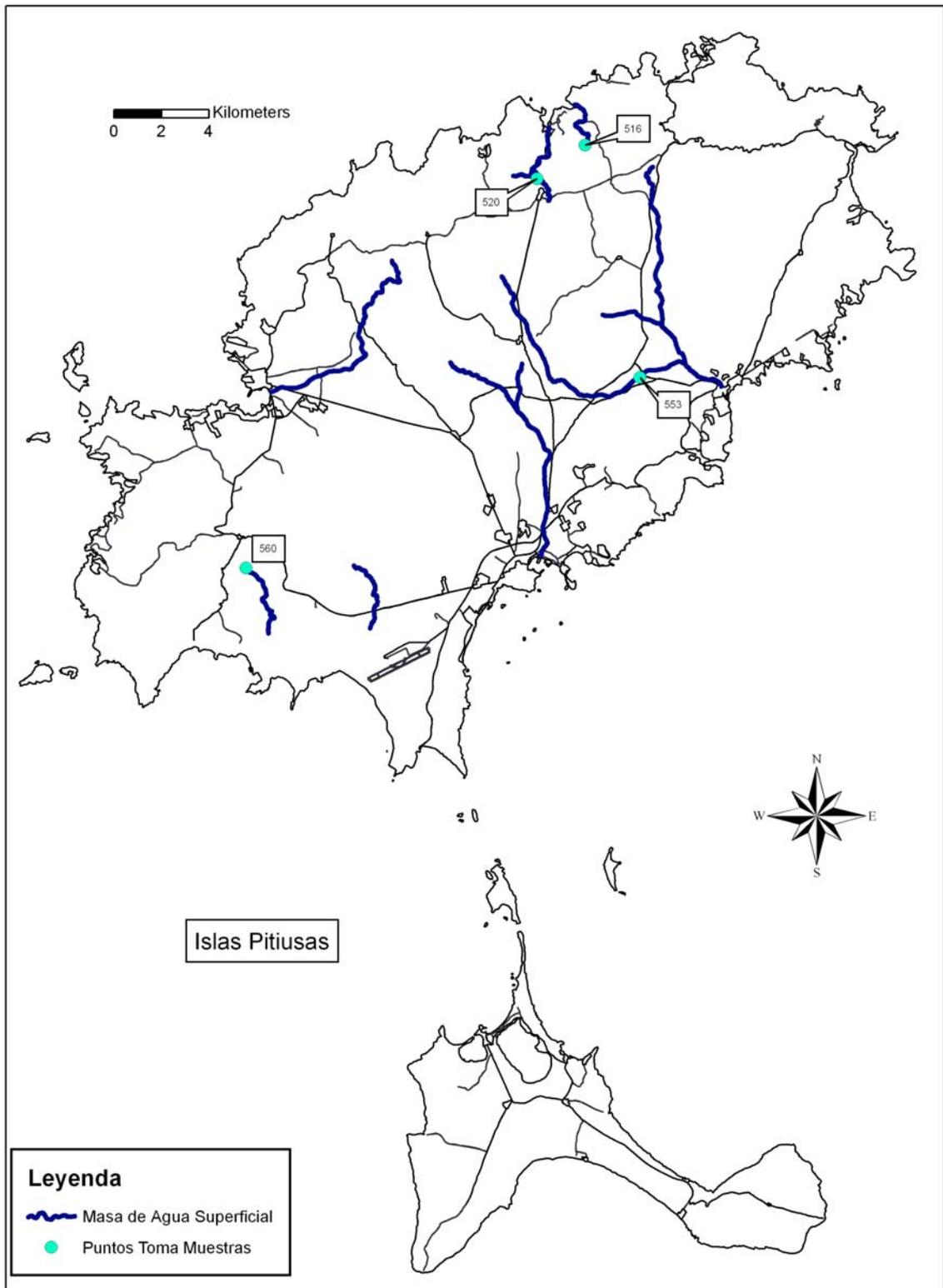
Más información sobre cada uno de los tramos fluviales incluidos en este estudio puede verse en su ficha correspondiente incluida en el Anexo 1.IX.



Mapa 1. Localización de cada una de las localidades de muestreo de la isla de Mallorca



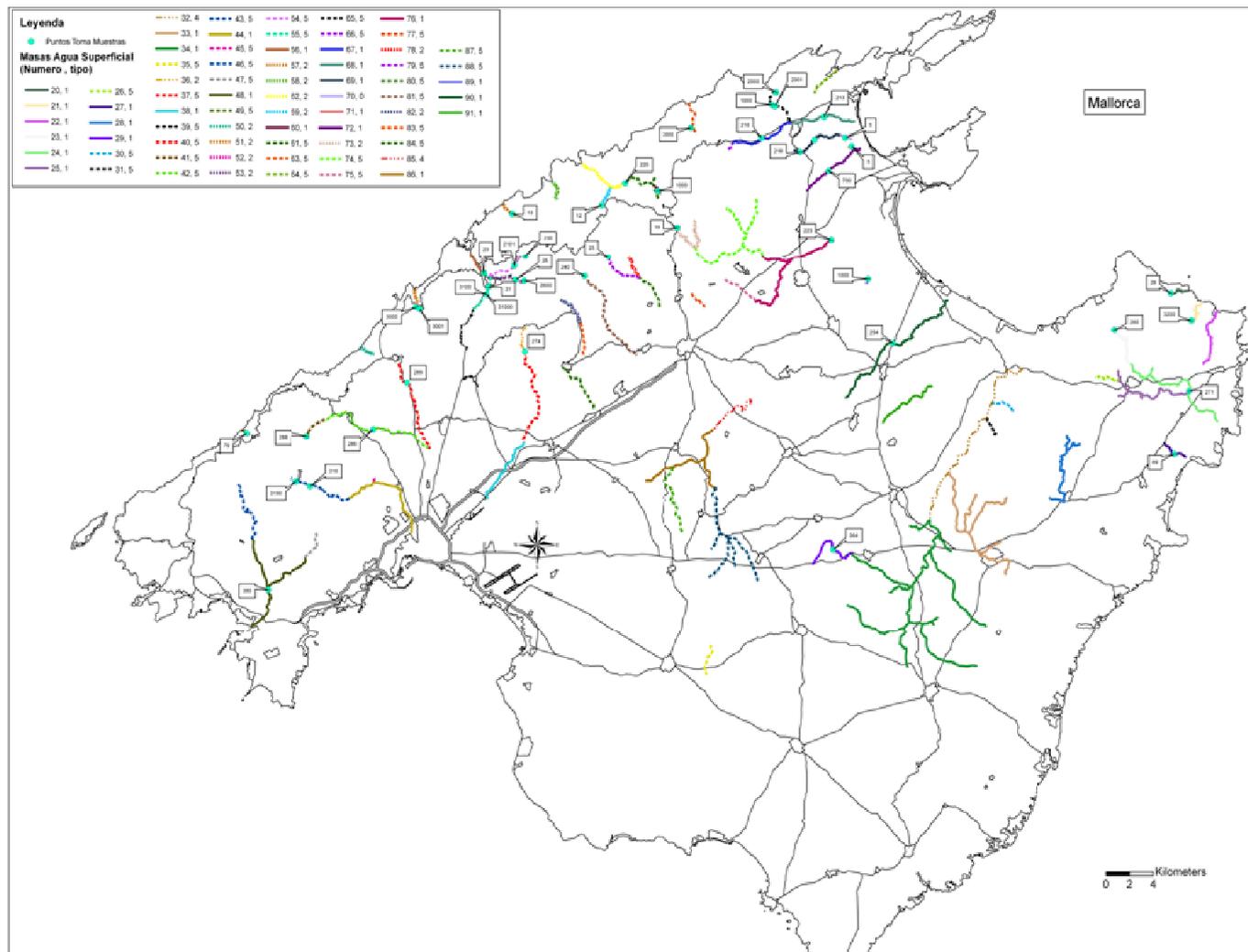
**Mapa 2.** Localización de cada una de las localidades de muestreo de la isla de Menorca



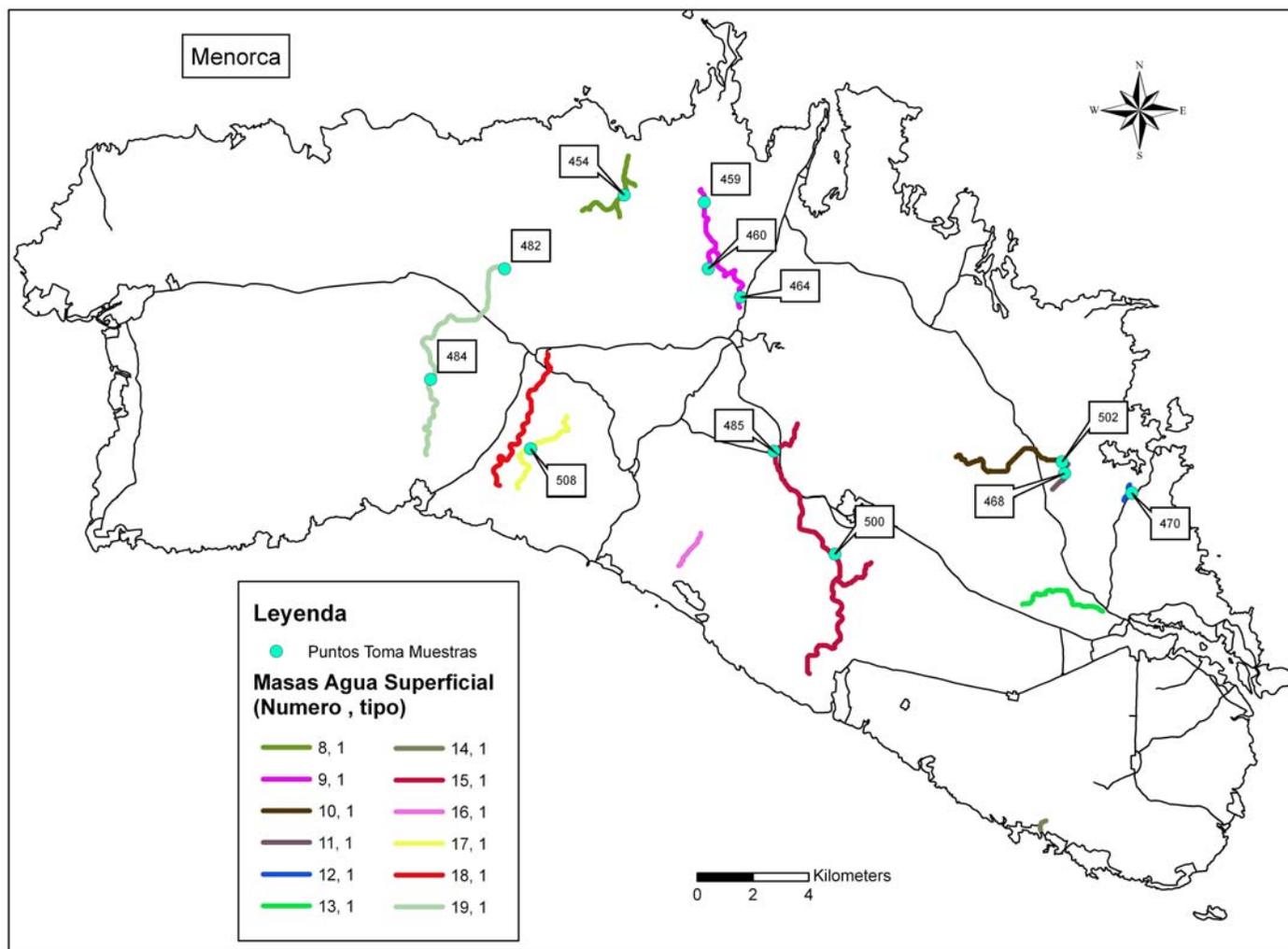
**Mapa 3.** Localización de cada una de las localidades de muestreo de la isla de Ibiza

#### **1.2.4. Identificación de las masas de agua de las islas Baleares**

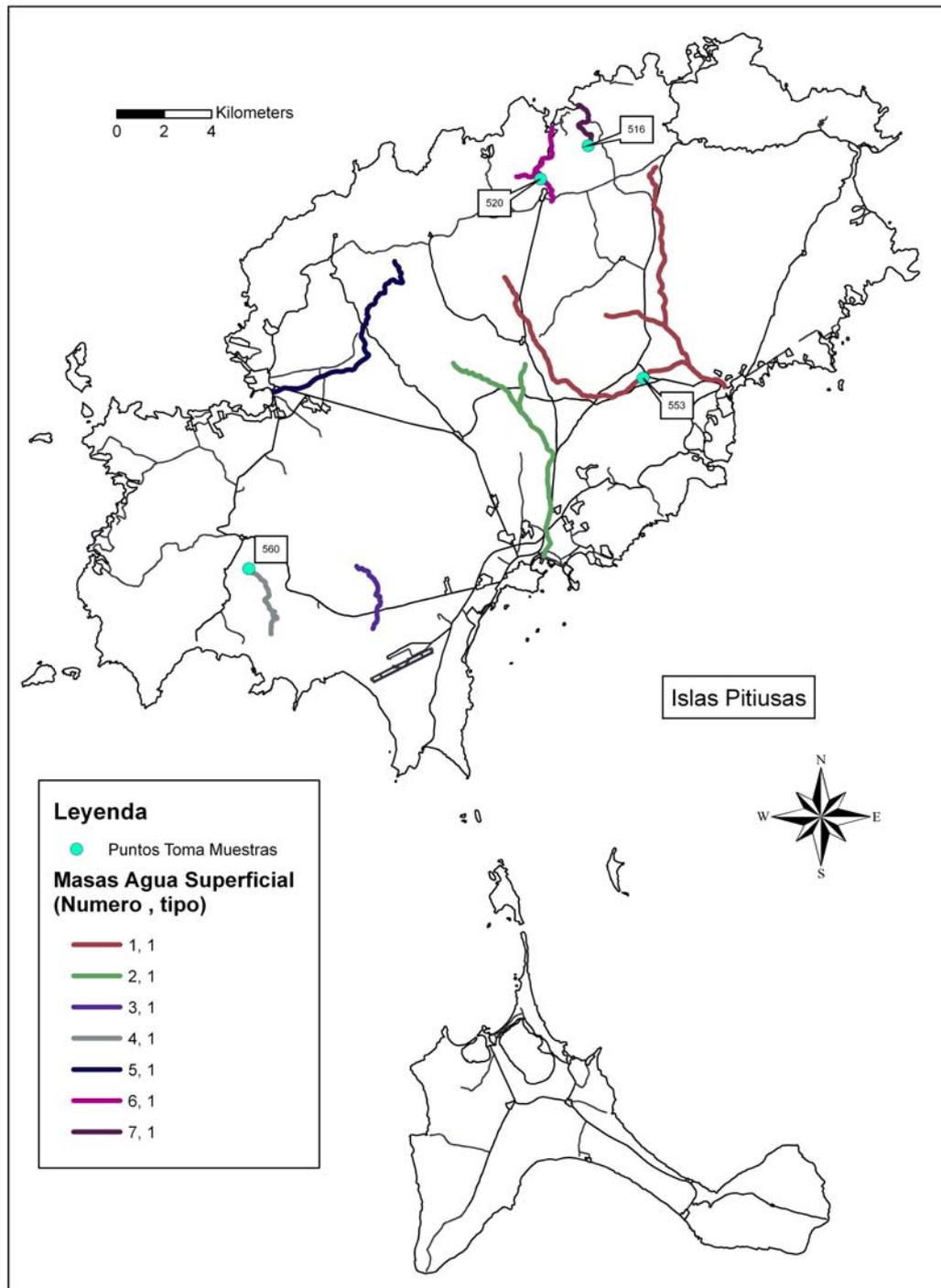
Se ha hecho una valoración en continuo del potencial de los torrentes de las islas Baleares para poder ser considerados como masas de agua superficial; en base a recorridos y visitas realizadas en las campañas de muestreo entre los años 2005-2008. Se han considerado masas de agua aquellos tramos fluviales/torrentes que presentan agua en el cauce más de 5 meses al año. Esta información extensiva del trabajo de campo, y su contraste con mapas existentes de vegetación acuática de torrentes de Mallorca suministrados por Martín Llobera, ha permitido la delimitación que se presenta en este informe de los tramos de torrentes a ser considerados masas de agua en el contexto de la DMA. En el Anexo 1.I figuran los tramos de agua considerados como masas de agua en las Baleares (por el tiempo de permanencia del agua), junto a otros tramos, que por lo complejo de su identificación en el presente estudio, se indica deben ser estudiados más en profundidad. En este anexo, también se suministran las masas de agua resultado de la fusión de tramos adyacentes del mismo tipo, un total de 91. En los mapas 4 a 6 se representan las masas de agua de las islas, y los tipos correspondientes de torrentes.



Mapa 4. Delimitación y tipología de las masas de agua a estudiar y situación de las localidades de estudio en la isla de Mallorca.



**Mapa 5.** Delimitación y tipología de las masas de agua a estudiar y situación de las localidades de estudio en la isla de Menorca.



**Mapa 5.** Delimitación y tipología de las masas de agua a estudiar y situación de las localidades de estudio en la isla de Ibiza.

### 1.3. METODOLOGÍA DESARROLLADA EN LOS TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó durante el periodo comprendido entre mayo-junio de 2005 y mayo-junio del 2008. Se realizaron un total de 6 campañas de muestreo que se llevaron a cabo con una periodicidad estacional: primavera-05 (mayo-junio), otoño-05 (noviembre y diciembre), invierno-06 (febrero y marzo), primavera-06 (mayo-junio), invierno-08 (febrero y marzo) y primavera-08 (mayo-junio). La primera campaña de muestreo (primavera-05) sirvió para comprobar el estado de los tramos previamente seleccionados, confirmar el ajuste del diseño de torrentes a los criterios preestablecidos, buscar tramos nuevos y estandarizar metodologías.

#### 1.3.1. Protocolo general de muestreo

Cada campaña de muestreo se desarrolló según un esquema común de actuación preestablecido, variándose según las necesidades y problemáticas que presentara cada tramo en concreto. Los miembros del equipo realizaron diversas tareas en cada torrente muestreado:

**Localización del tramo.** Se localiza un tramo de 500 m de longitud con el fin de valorar sus propiedades hidromorfológicas. Éstas propiedades deben servir como soporte para la interpretación de datos biológicos, tal y como requiere la Directiva

**Observación y descripción de la vegetación riparia y sumergida**

**Delimitación de cada punto de muestreo** mediante GPS (Garmin GPS12)

**Reportaje fotográfico** de cada tramo fluvial, con una cámara digital, tomando en ocasiones según el interés de cada lugar, fotografías panorámicas o puntuales de aspectos concretos, tales como determinados impactos, características naturales especiales, etc.

**Identificación del número de hábitats susceptibles de ser muestreados** atendiendo a la existencia de distintas manchas de vegetación, régimen de velocidad/profundidad y heterogeneidad del sustrato

**Toma de muestras.** Las muestras se tomaron en los últimos 100m (aguas abajo) del tramo de 500m seleccionado. La recogida de muestras se efectuó en sentido contrario a la corriente, esto es de aguas abajo hacia arriba. Además, para evitar que la toma de un tipo de muestras

pudiese influir en las siguientes el proceso de recogida siguió la siguiente secuencia temporal:

- 1°. Estima de parámetros físico-químicos *in situ* y toma de muestras de agua
- 2°. Toma de muestras de diatomeas bentónicas (perifiton)
- 3°. Toma de muestras de invertebrados

Estima de parámetros hidromorfológicos. Se realizaron medidas del caudal y se estimaron diversas características hidromorfológicas de los tramos

Observación de posibles impactos existentes en cada torrente y cuenca, así como una primera aproximación a los posibles usos que pueda acoger en sus inmediaciones

Las observaciones y estimas de parámetros realizados *in situ* se recogieron en un estadillo de campo realizado específicamente para el desarrollo de este estudio (Anexo 1. III).

### **1.3.2. Vegetación marginal y macrófitas**

En cada campaña de muestreo se realizó un inventario de la vegetación marginal (tanto especies arbóreas como arbustivas) así como de las macroalgas y macrófitas más abundantes encontradas en cada tramo de 500m seleccionado (Anexo 1.VIII). De manera general se procedió a la identificación de *visu* de los ejemplares observados. Aunque no se realizó un muestreo específico de macroalgas y macrófitas, sí se identificaron los taxones de macrófitas más representativos. Cuando ha sido necesario, se han recogido muestras de vegetación para su posterior identificación en laboratorio, las cuales fueron debidamente etiquetadas y conservadas en el campo. En algunos casos se han realizado visitas a especialistas para la determinación de géneros que presentan especial complejidad. Además se anotó la cobertura aproximada de cada taxon en cada uno de los tramos.

### **1.3.3. Estima de parámetros físico-químicos**

En cada punto de muestreo se determinaron *in situ* y por duplicado ciertas variables físico-químicas del agua: temperatura y pH (Termo Orion 3star), conductividad eléctrica (Termo Orion 115A+) y oxígeno disuelto (en mg/l y %) (Termo Orion 835). Para estimar el resto de las variables físico-químicas evaluadas en este estudio (i.e., nutrientes, aniones, cationes, alcalinidad, demanda biológica de oxígeno-BDO<sub>5</sub>-, etc.) se tomaron muestras de agua para su

posterior análisis en el laboratorio. Estas muestras de agua se recogieron en los mismos puntos donde previamente se habían introducido los electrodos para las mediciones *in situ*. Las muestras fueron recogidas en recipientes de polipropileno previamente etiquetados, almacenadas en oscuridad y refrigeradas a 4°C hasta su posterior análisis en laboratorio. Tanto las determinaciones *in situ* como la recogida y conservación de muestras de agua se realizaron, siempre que fue posible, en zonas de rápidos donde el agua corría de manera continua. Los valores medios y error de cada uno de los parámetros físico-químicos estudiados en cada localidad, se aportan en una matriz en el Anexo 1.IV.

### **1.3.4. Toma de muestras de diatomeas bentónicas**

Se tomaron dos tipos de muestras de perifiton (comunidades de algas bentónicas microscópicas asociadas a las superficies de sustratos rocosos sumergidos): unas para el análisis de clorofila y biomasa perifítica, y otras para el análisis cuantitativo y cualitativo de la composición de la comunidad de diatomeas bentónicas.

La toma de muestras para el análisis cuantitativo de la biomasa y clorofila perifítica se realizó raspando áreas conocidas de las superficies de piedras sumergidas. La superficie de la piedra se dividió en dos mitades, una para la estima de la concentración de pigmentos fotosintéticos (clorofila -chl *a*-), y otra la cantidad de materia orgánica libre de cenizas (PSLC). Estas muestras se guardaron posteriormente en recipientes opacos y se conservaron en nevera a 4°C hasta ser procesados en el laboratorio.

Las muestras para el estudio de la composición taxonómica de diatomeas bentónicas fueron recolectadas en el campo raspando la superficie de sustratos naturales (piedras) en cada uno de los tramos seleccionados, siguiendo la metodología de Round (1993) y las normas europeas (Kelly *et. al.*, 1998; CEN, 2002). Al menos 5 piedras (10-20 cm cada una) se rascaron con un cepillo de cerda fina y la suspensión de algas bentónicas fue introducida en un bote de plástico con agua del torrente. Tras su recogida en campo se fijaron las muestras con formaldehído (4%) hasta ser tratadas en el laboratorio.

### **1.3.5. Toma de muestras de invertebrados bentónicos**

Las muestras de invertebrados bentónicos se tomaron con un kick (una manga de mano en forma de "D" con unas dimensiones estándares de 0.25 m\*0.25 m y 0.5 mm de luz de malla),

utilizando el método de muestreo en múltiple hábitats de la EPA (Barbour *et al.*, 1999). Se cogieron un total de 20 kicks por tramo, distribuidos en número proporcional a los hábitats más representativos identificados previamente. Así, la unidad de esfuerzo de muestreo semicuantitativo fue de 2.5 m<sup>2</sup> (20 kicks). Las muestras fueron recogidas en una bolsa doble, de elevada dureza (Galga 200) y se fijaron *in situ* en etanol al 70%, hasta ser procesadas en el laboratorio.

### 1.3.6. Estima de parámetros hidromorfológicos

**Caudal.-** Para el cálculo del caudal se marcó 1 transecto transversal a la orilla del torrente y mediante el establecimiento de un perfil de profundidades se midió el área del mismo. Después se utilizó un correntímetro (Global Water D-2466, England) para obtener una lectura integrada de la velocidad media del flujo de agua. Estos datos permitieron calcular el caudal en aquellos tramos en los que el flujo de agua fue suficiente para hacer girar el correntímetro.

**River Habitat Survey.-** Se estimaron diversas características hidromorfológicas en base al método del *River Habitat Survey* (RHS, Environment Agency 1997) en su versión del sur de Europa (método CARAVAGGIO, Buffagni & Kemp, 2002) según las características y tipos de flujo o corriente. El CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydro-morpholoGical cONdition,) es un método de evaluación del hábitat y de las características hidromorfológicas de los ecosistemas fluviales específicas para ríos Mediterráneos. El protocolo seguido para aplicar este método está basado en el análisis de parámetros asociados a la estructura física del curso de agua a lo largo de un tramo de 500m, registrados a intervalos de 50m. Tal sistema está constituido por cuatro componentes: 1) un protocolo estándar para rellenar los datos en el campo (Anexo 1.III), 2) una base de datos para introducir la información en el laboratorio, 3) un módulo para la valoración de la calidad del hábitat y 4) un método para describir y valorar las características artificiales del tramo.

A través de la aplicación del método CARAVAGGIO es posible recopilar información sintetizada en dos índices:

- Habitat Quality Assessment (HQA, Raven *et al.*, 1998a) que consiste en estimar la calidad de la estación de muestreo en base a la diversidad de hábitats y

características naturales como por ejemplo: tipo de flujo, substrato, usos del suelo, estructura de la vegetación y del lecho del río

- *Habitat Modification Score* (HMS, Raven *et al.*, 1998a) que consiste en cuantificar el nivel de alteración morfológica de la estación de muestreo gracias al estudio acumulado de cada transecto

Además gracias a la versión sur-europea también se obtiene el LRD (*Lentic-lotic River Descriptor*) que caracteriza la estación de muestreo en base a su carácter léntico-lótico.

## 1.4. METODOLOGÍA DESARROLLADA EN LOS TRABAJOS DE LABORATORIO

### 1.4.1. Análisis de aguas

El conjunto de los parámetros analizados y el método analítico utilizado para la determinación de cada uno de ellos aparecen en el Anexo 1.II. Las muestras de aguas recogidas se analizan en el laboratorio o bien se envían al Centro de Apoyo Científico y Tecnológico a la Investigación de la Universidad de Vigo (C.A.C.T.I.) para su análisis según la metodología establecida (Anexo 1.II).

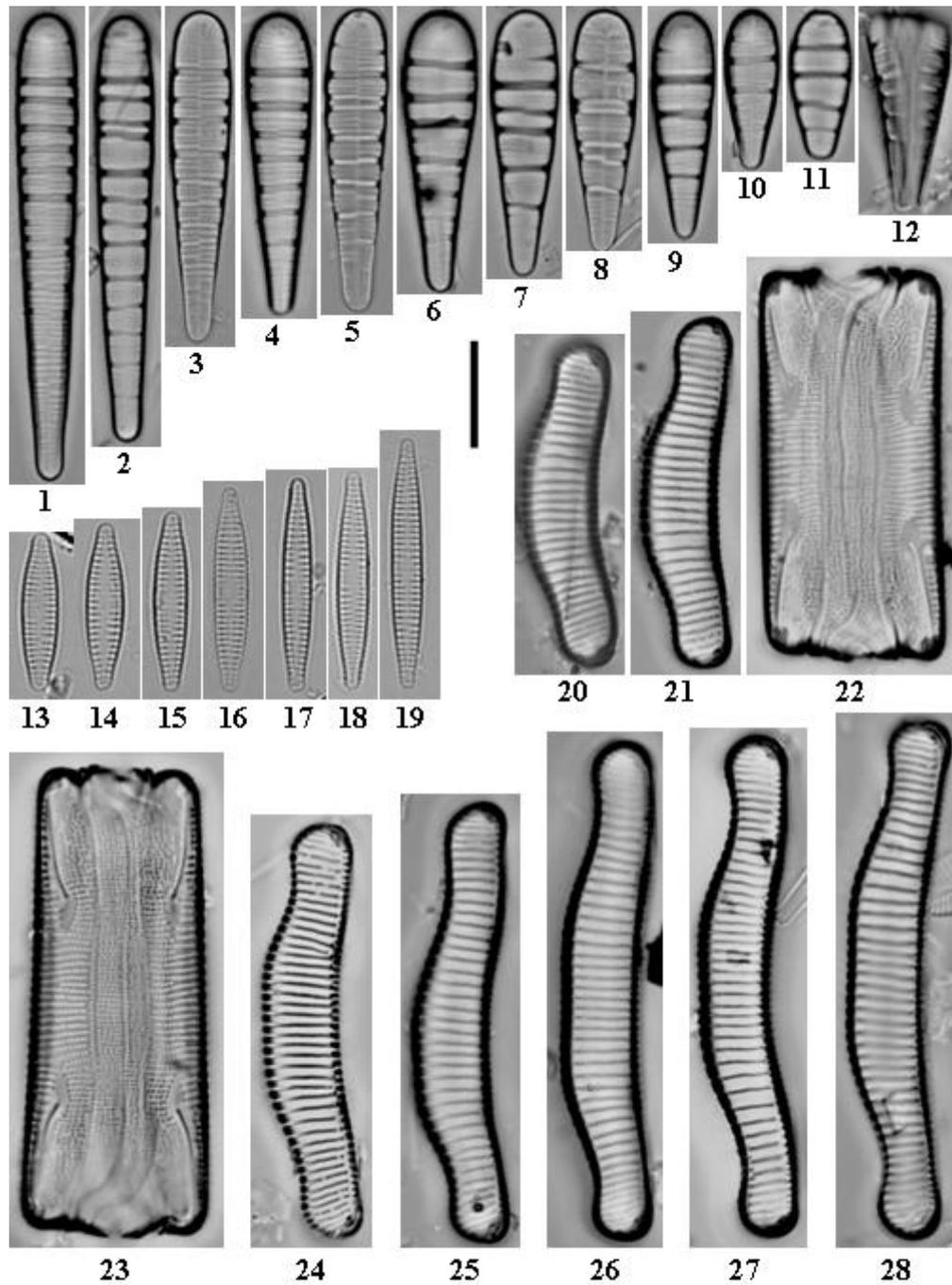
### 1.4.2. Algas bentónicas (Diatomeas)

La determinación cuantitativa de la biomasa y clorofila perifítica se realizó en el laboratorio. Las muestras recogidas en el campo se hicieron pasar a través de filtros de fibra de vidrio (Whatman GF/F con un tamaño de poro de 0.45  $\mu\text{m}$ ), utilizando una bomba de vacío manual. El método de extracción de la chl *a* se hizo en frío (4°C) y en acetona al 90%. La determinación de la concentración de chl *a* se realizó por espectrofotometría (UV/VIS UV4 Spectrometer; Unicam, Cambridge, UK). Las longitudes de onda y los coeficientes empleados para los cálculos fueron los propuestos en el método monocromático de Lorenzen (1967). Para el cálculo del PSLC, los filtros se secaron (1 día, 60 °C), se llevaron a temperatura ambiente, y se pesaron. Después se introdujeron en la mufla (2.5 h, 500 °C) para proceder a la

combustión de la materia orgánica, obteniendo el peso seco de la materia orgánica algal por diferencia de los dos pesos obtenidos.

Para la determinación cualitativa de la comunidad de diatomeas bentónicas, las muestras de perifiton se trataron en el laboratorio siguiendo el procedimiento de Renberg (1990), que elimina toda la materia orgánica y los carbonatos con peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y ácido clorhídrico (HCl). Después se montaron las suspensiones acuosas de diatomeas en preparaciones definitivas, con una resina sintética que posee un alto índice de refracción (Naphrax® i. r. = 1.74). La identificación y recuento de las especies de diatomeas se realizó con aceite de inmersión a un aumento de 1000X, con un microscopio óptico Olympus BX40. En todas las muestras se contabilizaron como mínimo 400 valvas, identificadas según Krammer y Lange-Bertalot (1986-1991) y CEMAGREF (1982) y han sido considerados algunos cambios en la nomenclatura de algunos géneros según Krammer (1997a, 1997b, 2000), Lange-Bertalot (1993, 2001), Lange-Bertalot & Krammer (1989) y Werum y Lange-Bertalot (2004). También se tuvieron en cuenta para la identificación, algunos artículos específicos sobre algas de agua dulce en las Islas Baleares como los de Margalef (1951, 1952a, 1953a), Moyá et al. (1993) y García et al. (2008).

Se muestran a continuación algunos de los taxones identificados en los torrentes (Lámina 1.1), y en el anexo 1.VI aparece el listado completo de los taxones de diatomeas identificados.



*Lámina 1.1.* Microscopio óptico. Barra de escala =10  $\mu\text{m}$ . Figs 1-12. *Meridion circulare* (Greville) C.A. Agardh. [K3100 13/03/06]. Figs 13-19. *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kützing) Lange-Bertalot. [AC25 13/03/05]. Figs 20-28. *Eunotia arcubus* Norpell & Lange-Bertalot 1993. [Y288 19/05/05]

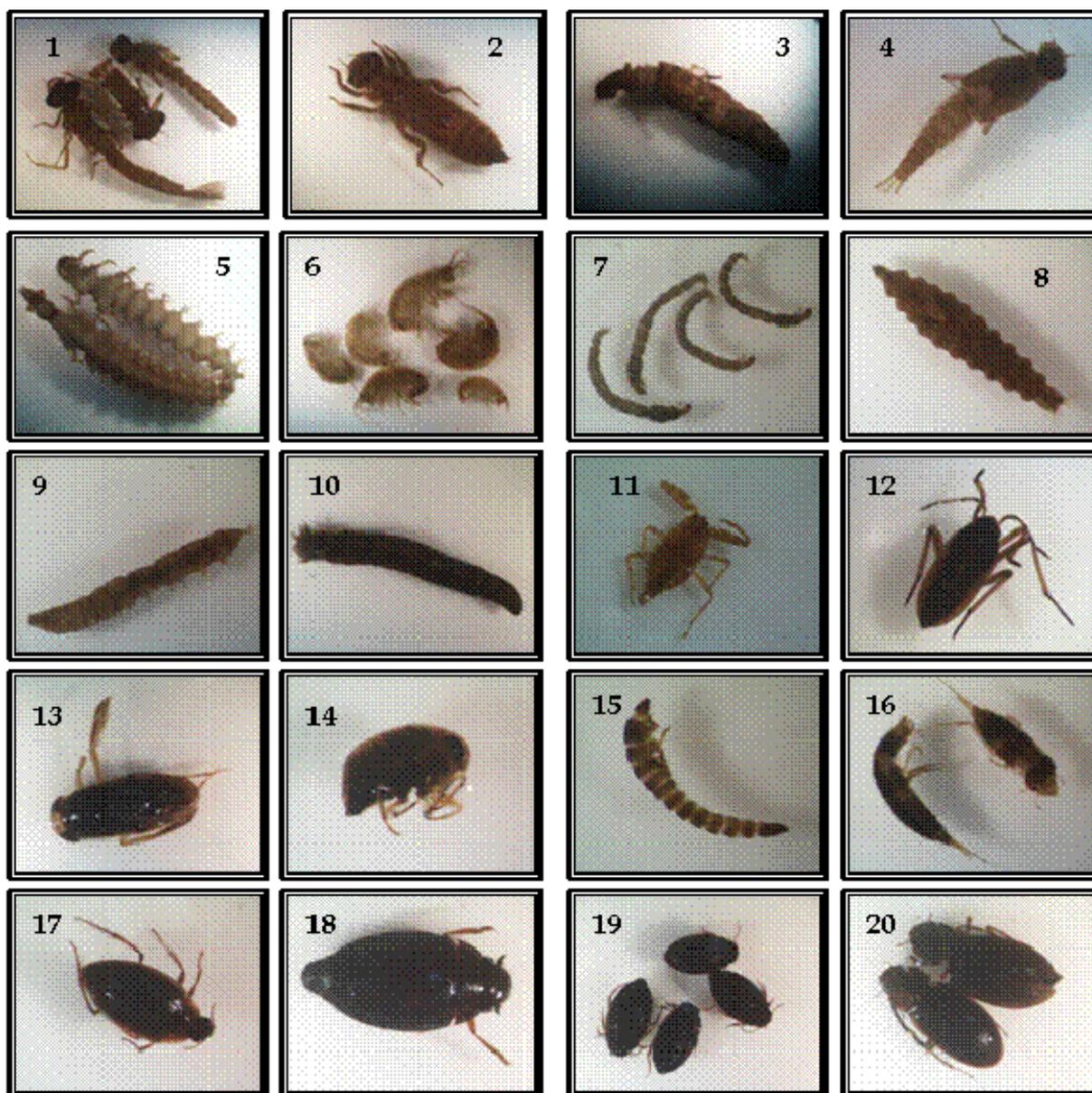
### 1.4.3. Invertebrados bentónicos

En laboratorio, los organismos fueron separados mediante una columna de tamices con diferente luz de poro: 5 mm, 1 mm y 0.5 mm, obteniéndose así tres fracciones, gruesa, media y fina, respectivamente. Esto facilitó tanto la localización de ejemplares como su identificación y recuento. Posteriormente se procedió a la separación de los invertebrados de cada fracción, para ser contados e identificados. En los casos en que el número de individuos en una determinada fracción fuese muy elevado, se realizó un submuestreo. Para esto, el contenido de la muestra se homogenizó sobre su tamiz correspondiente y se dividió en partes iguales, tomando tantas partes como fuesen necesarias hasta alcanzar o superar el umbral de 100 que representan una fracción representativa del total (Wrona *et al.*, 1982).

El material óptico utilizado para la identificación fue un microscopio Olympus U-TV1X con un aumento de 40X y una lupa Nikon SMZ645 con aumento 5X. El nivel de identificación de este estudio ha sido el menor posible, alcanzando mayormente la identificación de géneros y especies, excepto para Díptera (Familia, Subfamilia y Tribu), Oligochaeta (Familia) e Hydrachnidia, taxones que requieren un mayor tiempo de identificación, especialistas y precios más elevados por ello.

Los ejemplares separados, una vez identificados y contados, se volvieron a fijar en etanol al 70% y se almacenaron. El resto de la fracción, caso de que se hubiera realizado submuestreo, también se fijó y guardó.

Se muestran a continuación algunos de los taxones identificados en los torrentes (Lámina 1.2), y en el anexo 1.V aparece el listado completo de los taxones de invertebrados identificados.



**Lámina 1.2.** Invertebrados bentónicos presentes en los torrentes de las Islas Baleares. Odonata: 1) *Ceriagrion tenellum* (6.3X) y 2) *Sympetrum striolatum* (6.3X); Trichoptera: 3) *Mesophylax aspersus* (6.3X) y 5) *Rhyacophila munda* (8X); Ephemeroptera: 4) *Baetis rhodani* (20X); Isopoda: 6) *Echinogammarus sicilianus-monomerus* (6.3X); Diptera: 7) Subfamilia Orthocладиinae (20X), 8) *Oxycera* sp. (16X), 9) *Limnophora* sp. (16X) y 10) *Tipula* sp. (8X); Heteroptera: 11) *Nepa* sp. (*ninfa*) (8X), 12) *Velia hoberlandti* (20X), 13) *Corixa affinis* (10X) y 14) *Plea minutissima* (32X); Coleoptera: 15) *Oulimnius* sp. (*larva*) (25X), 16) Subfamilia Hydroporinae (*larva*) (20X), 17) *Haliplus lineatocolis* (25X), 18) *Gyrimus urinator* (16X), 19) *Hydroporus tessellatus* (12.5X) y 20) *Helophorus* sp. (12.5X)

## 1.5. ANÁLISIS DE DATOS

En este apartado se describe exhaustivamente el procedimiento llevado a cabo para la obtención de los diferentes objetivos de este trabajo. Para ello se han utilizado métodos estadísticos de ordenación multivariante, que han permitido caracterizar tanto la composición química de los tipos de torrentes, como la confirmación e identificación de las comunidades biológicas de referencia de los distintos tipos de torrentes.

Hay que tener en cuenta que el análisis de los invertebrados se realiza de manera independiente para cada uno de los 3 tipos de torrentes, sin embargo, el análisis de diatomeas se realiza en conjunto para todos los tipos.

***Contraste de la tipología con las comunidades biológicas.***- Para comprobar si la tipología geomorfológicamente definida *a priori* (véase Pardo & Olsen, 2004) se confirmaba con la distribución de las comunidades biológicas, se realizó la ordenación multivariante de los datos de composición y abundancia biológica, mediante escalamiento multidimensional (MDS, non-metric MultiDimensional Scaling). Esta técnica ordena las muestras en base a la similitud en la composición de sus comunidades ( $\beta$  diversidad), y lo hace tomando como base la matriz de similaridades generada a partir del índice de similitud de Bray-Curtis.

La comprobación final de las tipologías de torrentes se realizó únicamente con las muestras de la composición biológica de los torrentes de referencia, seleccionadas *a priori* mediante criterios de nivel bajo de presiones antrópicas en sus cuencas. Para ello se realizaron ordenaciones MDS con todas las muestras de referencia, y se analizó la posición relativa de las muestras de referencias frente a las de “no referencias” (Apartado 1.6.2 y 1.6.3).

***Identificación de gradientes de presión.***- Posteriormente, para la caracterización ambiental de los tipos de torrentes se utilizaron los datos físico-químicos de la composición de agua. Para ello se realizó la reducción de la dimensionalidad de los datos mediante un análisis multivariante de componentes principales (PCA) (Programa PRIMER). Para evaluar las presiones con potencial para influenciar el establecimiento de las comunidades biológicas, se analizaron las variables físico-químicas susceptibles de variar con la actividad humana para los tipos definidos. Con el fin de eliminar aquellas variables con comportamiento dependiente o cuya información sea redundante, se realizó un análisis de correlación previo entre todas las variables físico-químicas estimadas. En aquella pareja de variables cuyo coeficiente de correlación fue igual o superior a un 0.8, se eliminó una de ellas. Con el fin de

contrastar la composición química entre las referencias y el resto de las estaciones muestreadas, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con las variables físico-químicas para cada uno de los tipos definidos. Esto permitió explicar, de forma conjunta, los gradientes ambientales naturales (referencias) y no naturales (influencia antropogénica) subyacentes en la base de datos. Los gradientes extraídos se consideran nuevas variables que se interpretan como gradientes integrados de presión humana, responsables de la variación encontrada en las muestras biológicas (Apartado 1.6.4).

**Obtención de métricos indicadores.**- Con los datos de abundancias obtenidos en las muestras biológicas se calcularon distintos métricos que cubren la descripción ecológica de los parámetros biológicos definidos en las definiciones normativas de la DMA. Estos análisis se realizaron de forma individualizada para cada elemento biológico (diatomeas e invertebrados). En primer lugar, se calculó el porcentaje de similaridad (*Similarity Percentage Analysis*, SIMPER) de la comunidad de referencia frente a las no referencias. Este procedimiento permite obtener la comunidad biológica que caracteriza cada tipo y definir la tolerancia o sensibilidad de los diferentes taxones de diatomeas e invertebrados. En segundo lugar, para el cálculo de otros métricos de invertebrados, tanto a nivel de género como de familias, se ha utilizado el software ASTERICS v.3.01 (AQEM/STAR). El software ASTERICS sirve para el cálculo de métricos de la comunidad en base a datos de composición y abundancia y ha sido desarrollado en el proyecto europeo AQEM. Por último, y con el fin de identificar los indicadores potenciales a utilizar en los sistemas de clasificación del estado ecológico, se realizaron análisis de correlación entre los gradientes de presión obtenidos con PCA y los métricos biológicos (Apartado 1.6.5).

**Clasificación del estado ecológico.**- Se han desarrollado los sistemas definitivos de clasificación del estado ecológico correspondientes a invertebrados y diatomeas (Apartado 1.6.5). Para ello, la base del diseño ha consistido en la comparación entre los valores de los métricos biológicos obtenidos para los torrentes de referencia con los valores obtenidos en el resto de los torrentes. Los métricos individuales que mejor discriminaron entre referencias y no referencias se sumaron, obteniéndose el valor del índice **Multimétrico de las Islas Baleares (MIB)**, para cada uno de los torrentes estudiados y para cada elemento biológico (INVMIB, Multimétrico de INVertebrados de las Islas Baleares y DIATMIB, Multimétrico de DIATomeas de las Islas Baleares). Los métricos individuales requieren de un tratamiento previo a su combinación en el multimétrico mediante: a) transformación y/o inversión según

los requerimientos de cada métrico en particular, y b) normalización por la mediana de las localidades de referencia.

Este proceso resulta pues, en una combinación de los métricos, atendiendo a las definiciones normativas y a su significado ecológico. Sin embargo, el estado ecológico de cada elemento biológico se expresa mediante un EQR (*Ecological Quality Ratio*), que se obtiene dividiendo el multimétrico (MIB) por la mediana de los valores de las localidades de referencia, y al que se denomina **EQR\_INV**MIB o **EQR\_DIA**TMIB, según sea el MIB de invertebrados o diatomeas, al igual que anteriormente se habían denominado los multimétricos.

El sistema de clasificación, basado en las condiciones ecológicas específicas de las estaciones de referencia, clasifica a los torrentes según clases de estado, disminuyendo desde el estado *Muy Bueno* hasta el *Malo*, en función de los valores de EQR obtenidos (Tabla 1.2). Para ello se fijan los límites entre clases usando la interpretación ecológica de la respuesta de los métricos a la presión antrópica, con base al protocolo del establecimiento de límites de clase (BSP: Boundary Setting Protocol) propuesto en la guía europea de intercalibración (Schmedtje *et al.* 2010, Anexo IV; Wallin *et al.*, 2003).

Los valores de los EQR calculados con el elemento biológico de invertebrados en los torrentes de las islas, han sido contrastados con la aproximación seguida en el ejercicio de intercalibración europeo del GIG de ríos mediterráneos (tipo de intercalibración RM5). Siguiendo la metodología aplicada a la derivación de cortes en el Norte de España (idéntica a la del presente estudio), se ha comprobado la posibilidad de un ajuste único de los cortes a los tres tipos de torrentes, y para los dos elementos biológicos (ya que la media de los cortes calculados por tipos y elemento biológico es muy similar, debido al uso de la misma metodología de cálculo). Así, el corte entre la clase de estado *“Muy Bueno”* y el *“Bueno”* se fija en 0.93, el corte entre el *Bueno/Moderado* es 0.73, y los dos restantes cortes son para el *Moderado/Deficiente* de 0.50 y de 0.25 para el *Deficiente/Malo* (Tabla 1.2).

Corte	Grado de alteración	Clase de calidad	Color
		<i>Referencia</i>	
> 0.93	Mínimo	<i>Muy Bueno</i>	
0.93-0.73	Leve	<i>Bueno</i>	
0.73-0.50	Importante	<i>Moderado</i>	
0.50-0.25	Grave	<i>Deficiente</i>	
< 0.25	Muy grave	<i>Malo</i>	

Tabla 1.2. Asignación de niveles de estado ecológico a los distintos cortes de divergencia del EQR respecto a sus condiciones de referencia

Para confirmar las clases resultantes generadas a partir de cada multimétrico, se generará una ordenación multivariante MDS de todas las muestras pertenecientes a un mismo tipo. Esta ordenación permitirá visualizar y comprobar si la clasificación del estado resultante obtenida con los índices multimétricos se corresponde con las diferencias reales existentes entre las muestras de la ordenación basadas en la composición de las comunidades biológicas (Apartado 1.6.5).

Todos los análisis de ordenación multivariante se han realizado previa transformación de variables mediante  $\log(x+1)$ , para los datos de estimas absolutas. Además, para realizar los PCAs los valores fueron previamente estandarizados (media/desviación estándar). Todos los análisis de similitud, ordenaciones MDS y SIMPER se realizaron con el programa estadístico, PRIMER 5 (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research* v5). Las gráficas de distribución de los invertebrados y los análisis de correlaciones se realizaron con SPSS (*Statistical Product and Service Solutions* v14.0) (Apartado 1.6.7).

***Integración final.***- Una vez en este punto, se correlacionaron los EQRs de las diferentes campañas con el fin de obtener la *campana óptima de muestreo y evaluación* del estado ecológico. En la integración final de los elementos biológicos (Apartado 1.6.6), se va a asumir para el corte *Bueno/Moderado* fijado en 0.73 un error en la clasificación del 10% (igual al % asumido en los ejercicios de intercalibración europea, del 5% por encima y 5% por debajo del valor medio intercalibrado entre países), hasta que se finalice definitivamente el ejercicio. Por ello, el actual corte del 0.73 se reemplaza por el **0.68**, en la evaluación de cada elemento biológico y en la integración final del estado ecológico (apartado 1.6.7 y 1.6.8 del presente informe) a la espera de una futura validación con más datos, y resultante de la aplicación de los cortes europeos.

Además, la información proporcionada por los elementos biológicos estudiados se complementa con los datos físico-químicos e hidromorfológicos (Apartado 1.6.6).

***Contribución al análisis de presiones e impactos.***- Con el objeto de identificar el impacto que sobre el estado ecológico tienen las principales presiones a las que se encuentran sometidos los torrentes, se ha analizado la respuesta del EQR frente a tres tipos de presiones: *presión orgánica puntual* (efecto de depuradoras/vertidos), *presión orgánica difusa* (carga en nutrientes procedentes de usos del suelo adyacente básicamente agrícola), y *presión hidromorfológica* sobre el hábitat fluvial y zona riparia adyacentes al torrente. Para determinar cómo influyen

las variables físico-químicas, hidromorfológicas o de usos del suelo en el EQR final, se realizaron análisis de regresión múltiple (Regression Trees, SYSTAT 12).

## 1.6. RESULTADOS OBTENIDOS

### 1.6.1. Condiciones de referencia: criterios de selección

La Directiva Marco de Agua dispone, en el punto 1.3 de su Anexo II, que para cada tipo de masa de agua superficial se establecerán condiciones de referencia biológicas, así como condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas acompañantes específicas del tipo, que representen los valores de los indicadores del estado ecológico. Como se ha indicado en apartados anteriores, para la selección de torrentes de referencia, se ha utilizado un procedimiento previo de evaluación de presiones a nivel de cuenca y tramo fluvial, y posteriormente se ha creado una red espacial de localidades de referencia para cada tipo de torrente. Estas localidades o tramos fluviales así identificados se encuentran en condiciones inalteradas o con alteraciones de muy escasa importancia. Estas zonas no deben tener modificaciones importantes en el uso del suelo de sus cuencas, puntos de contaminación puntual o difusa, extracción de agua, regulación o alteraciones morfológicas significativas.

Se identificaron **8 tramos de referencia** que cumplían los siguientes criterios listados a continuación (ver Pardo & Olsen, 2004):

- Los usos del suelo en la cuenca no han presentado una intensificación reciente
- No existen superficies artificiales en la cuenca (primer nivel (1) del CORINE)
- El porcentaje de uso agrícola, teniendo en cuenta el uso agrícola de secano y la ausencia de regadío, es menor del 25% de acuerdo con el primer nivel (2) de las categorías del CORINE
- No presentan vertidos procedentes de depuradora
- No presentan alteraciones longitudinales en el cauce
- No existen reducciones marcadas de caudal en la cuenca vertiente
- No existe regulación del flujo por presas aguas arriba
- La ribera no ha sido alterada significativamente manteniendo conectividad lateral con masas arbóreas adyacentes

Además se seleccionaron otros **4 tramos fluviales** (AN260, AK28, H220 y AB240) que con respecto a su biología se pueden considerar como referencias y que cumplen con los criterios de referencias anteriores con ligeras modificaciones:

- El porcentaje de uso agrícola con vegetación natural y secano, pero sin regadío es menor del 35% de acuerdo con el primer nivel de las categorías del CORINE
- El porcentaje de usos artificiales en la cuenca vertiente es menor del 0.4%

Las restantes categorías de tramos fluviales mencionadas en el presente convenio (véase *condición* en la Tabla 1.1.) responden a distintas caracterizaciones de los tramos de torrentes utilizados en la tipología B y se han realizado en base a los usos del suelo, umbrales de los mismos en su cuenca y presencia de depuradora<sup>2</sup> con vertidos evaluados *a priori* por Pardo & Olsen (2004). Dichas categorías o **condiciones** constituyen una primera aproximación al riesgo potencial de los torrentes. Los criterios de esta clasificación son los siguientes:

- Lo mejor del tipo cuando no hay referencias (**Mejor**). No hay suelo artificial. El porcentaje de uso agrícola es <50%, no existen retornos de depuradoras al torrente
- Zonas rurales-naturales (**Rural-natural**). Porcentaje de suelo artificial menor al 3% y porcentaje agrícola menor al 60%, no existen retornos de depuradoras al torrente
- Zonas rurales de secano (**Rural**). Suelo artificial menor al 3%. Porcentaje agrícola total entre 60 y 80%, agricultura de regadío <10%
- Zonas rurales de regadío (**Regadío**). Suelo artificial menor al 3%. Porcentaje agrícola entre 60-80%, agricultura de regadío >10%
- Usos artificiales y agrícolas (**Artificial-seminatural**). Porcentaje de suelo artificial superior al 10% y porcentaje de usos seminaturales >40%
- Usos artificiales y agrícolas (**Artificial-agricultura**). Porcentaje de suelo artificial superior al 10% y porcentaje de usos seminatural <40%
- Retornos de depuradora (**Depuradora**). Existencia de retornos de depuradora al torrente en el tramo
- Elevado porcentaje de suelo urbano (**Urbano**). Porcentaje del uso del suelo artificial >10%

---

<sup>2</sup> se ha considerado la de Lluch en esta categoría, que no aparecía en las tablas suministradas

## 1.6.2. Establecimiento de tipologías

### 1.6.2.1. Modelo general por islas

En una primera aproximación se realizó una ordenación multivariante del total de muestras (datos de composición y abundancia de los distintos taxones) de las comunidades bentónicas, para comprobar si las comunidades de cada isla eran específicas de cada isla o mostraban una distribución generalizada para el total de islas.

#### 1.6.2.1.1. *Contraste de la tipología en las islas*

***Contraste de la tipología con diatomeas bentónicas.***-En la ordenación espacial se observa la superposición de las muestras de las islas de Menorca e Ibiza sobre las de la isla de Mallorca, indicando que la comunidad de diatomeas no es específica de cada isla (Fig. 1.1). Además se observó que la mayor similitud entre las muestras de Menorca y Mallorca se daba para aquellas estaciones de Mallorca con mayor contenido en nutrientes, como son las impactadas por depuradoras (e.g. Y286, Y289, N79, V319, B213, AC223, AG254). Por lo tanto, debido a la gran superposición observada de las muestras en las islas, se descartó el uso de una tipología por islas, y se procedió al establecimiento de tipos en función del sistema B, independientemente de la isla a la que pertenece cada tramo de torrente.

***Contraste de la tipología con invertebrados bentónicos.***- En la ordenación de las muestras de la comunidad de invertebrados (Fig. 1.2) se observa también la existencia de la superposición de muestras de las distintas islas, lo que justifica el que los datos de islas se analicen de manera conjunta. Por ello se descartó el uso de una tipología por islas, y se procedió al establecimiento de tipos en función del sistema B, independientemente de la isla a la que pertenece cada tramo de torrente.

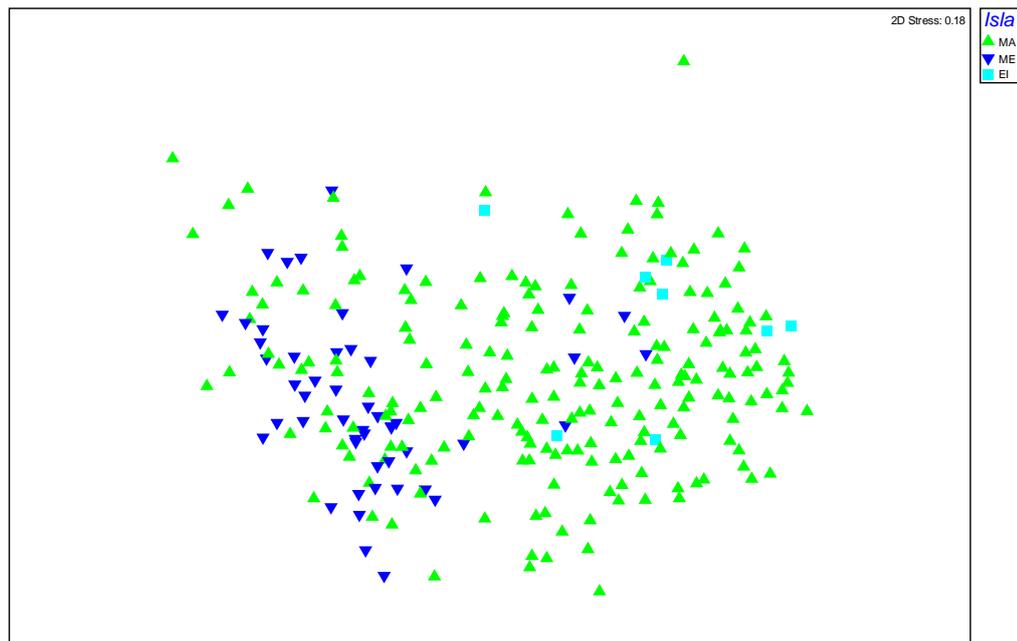


Figura 1.1. Ordenación bidimensional MDS de la comunidad de diatomeas en todas las estaciones de muestreo estudiadas en las Islas Baleares en función de la isla a la que pertenecen. Mallorca (MA), Menorca (ME) y Eivissa (EI)

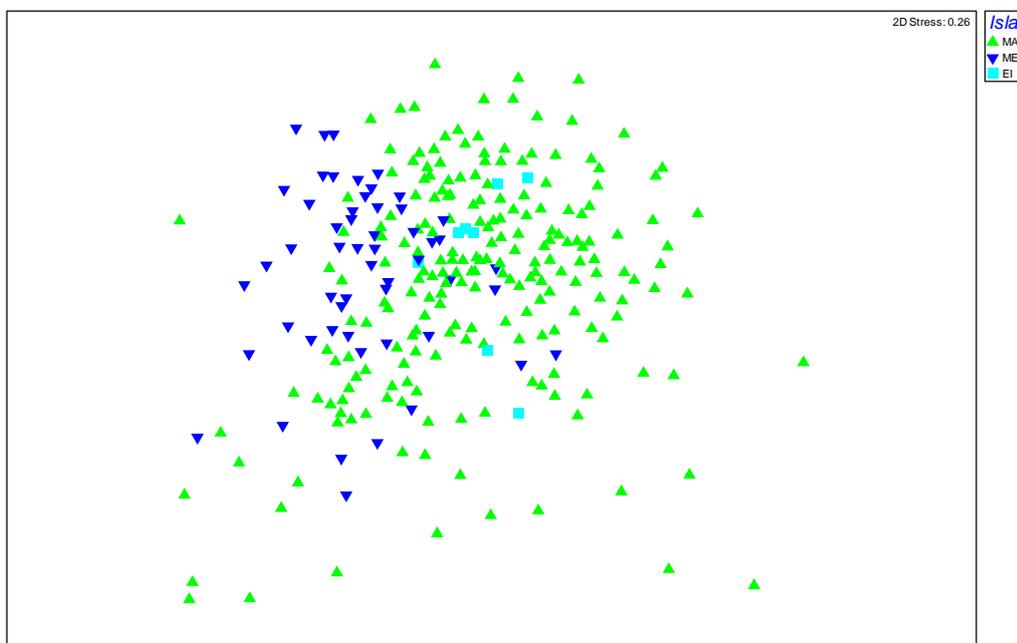


Figura 1.2. Ordenación bidimensional MDS de la comunidad de invertebrados en todas las estaciones de muestreo estudiadas en las Islas Baleares en función de la isla a la que pertenecen. Mallorca (MA), Menorca (ME) y Eivissa (EI)

### 1.6.2.2. Establecimiento de tipologías según la DMA

La Directiva Marco del Agua presenta dos posibilidades para desarrollar una tipología específica para cada tramo fluvial identificado: sistema A y sistema B. Según el sistema A las Islas Baleares pertenecen a la región Ibero-Macaronésica (región 1), y se deben utilizar tan solo los descriptores obligatorios de tamaño de cuenca, altitud, y geología. La tipología adoptada en este trabajo está basada en el sistema B, cuyos descriptores son más numerosos y flexibles, y de los más relevantes se seleccionaron la altitud máxima, tamaño de cuenca, pendiente del tramo, precipitación media, porcentaje de sustrato impermeable y tipo morfológico en cañón (Pardo & Olsen, 2004). Teniendo en cuenta estos descriptores, los torrentes de las Baleares estarían representados por 5 tipos (Tabla 1.3).

código	Tipo de torrente	Total km	% red hidrológica
1	Torrentes del llano	545.65	59.54
2	Torrentes tipo cañón	41.45	3.23
3	Torrentes sobre suelos impermeables	179.31	16.86
4	Torrentes grandes del llano	47.29	3.68
5	Torrentes de montaña	214.28	16.68

Tabla 1.3. Tipología y representación en las Islas Baleares

- Tipo 1: *torrentes del llano*. Pertenecen a cuencas de tamaño pequeño a mediano, con pendiente bajas, y bajos niveles de precipitación. Es el tipo más representado en todas las islas Baleares
- Tipo 2: *torrentes de tipo cañón*. Se caracterizan por sus elevadas pendientes y alta precipitación. Están representados únicamente en la Sierra de Tramuntana de Mallorca
- Tipo 3: *torrentes que discurren sobre lechos impermeables*. Este tipo está presente en Mallorca, Menorca e Ibiza
- Tipo 4: *torrentes grandes del llano*. Al igual que el tipo 1 se caracterizan por las bajas pendientes y bajos niveles de precipitación, propios de grandes cuencas. Incluye la parte final de los torrentes de Na Borges, bahía de Alcudia y de Palma

- Tipo 5: *torrentes de montaña*. Se caracterizan por tener una pendiente media y unos valores de precipitación medio-altos. Son cuencas de tamaño pequeño a mediano. Este tipo sólo está representado en Mallorca

La mayor parte de la red hidrológica está representada por los torrentes del llano (59,54%), mientras que el tipo de torrentes grandes del llano (tipo 4) está escasamente representado en el territorio balear (3,68%) (Tabla 1.3).

#### 1.6.2.2.1. *Contraste de la tipología con los elementos biológicos*

Para confirmar la tipología geomorfológica propuesta según el sistema B de la DMA se hace preciso corroborar la existencia de comunidades biológicas específicas que caractericen a esos tipos. Por ello, con los datos de las comunidades biológicas obtenidos en este trabajo (invertebrados y diatomeas bentónicas), se extrajeron las comunidades de referencia correspondientes a cada tipo de torrentes. Para ello se usaron las muestras estacionales recogidas en los 12 tramos de referencia correspondientes a los tres tipos de torrente que existen en las Baleares durante los años del muestreo (2005-2008).

Los tramos fluviales del tipo 4 que se visitaron estaban secos durante todo el año, por lo cual no ha sido considerado en este trabajo ya que sólo lleva agua de forma episódica. Debido a la gran similitud encontrada entre las muestras del tipo 3 y los otros tipos se descarta que el tipo 3 (caracterizado principalmente por discurrir por rocas impermeables) tenga una fauna distinta. Debido a ese grado de solapamiento se estudió la posibilidad de adjudicar las muestras del tipo 3, bien al tipo 1, bien al tipo 5, según se encuentren en el llano o en áreas de mayor pendiente, respectivamente. De esta manera, las localidades de muestreo se distribuyen entre los tipos 1, 2 y 5.

***Contraste de la tipología con diatomeas bentónicas.***- Para confirmar la tipología propuesta según el sistema B de la DMA, con las comunidades de diatomeas bentónicas, se construyó una matriz con los datos de composición y abundancia de las muestras estacionales de los 12 tramos de referencia (del total de 62 muestras; 10 pertenecen a las estaciones de referencia del tipo 1, 21 a las referencias del tipo 2 y 31 a las referencias del tipo 5). Se realizó la ordenación de las mismas para testar si la composición de diatomeas variaba con el tipo de torrente (Fig. 1.3). En el caso de las diatomeas, la ordenación MDS realizada con las comunidades de referencia de los tipos 1, 2 y 5 no demuestra una clara separación de los tipos, observándose un amplio solapamiento de las comunidades (Fig. 1.3). Las muestras del

tipo 1 parecen diferenciarse algo en el global de las muestras de los otros tipos, pero con algunas muestras distanciadas (AK28pri08 y AN260ver08), pero las muestras de los tipos 2 y 5 aparecen mezcladas (Fig. 1.5). Por este motivo, se justifica el que las comunidades de diatomeas bentónicas se asignen a una única comunidad de referencia, que es común a todos los tipos de torrentes de las Islas Baleares.

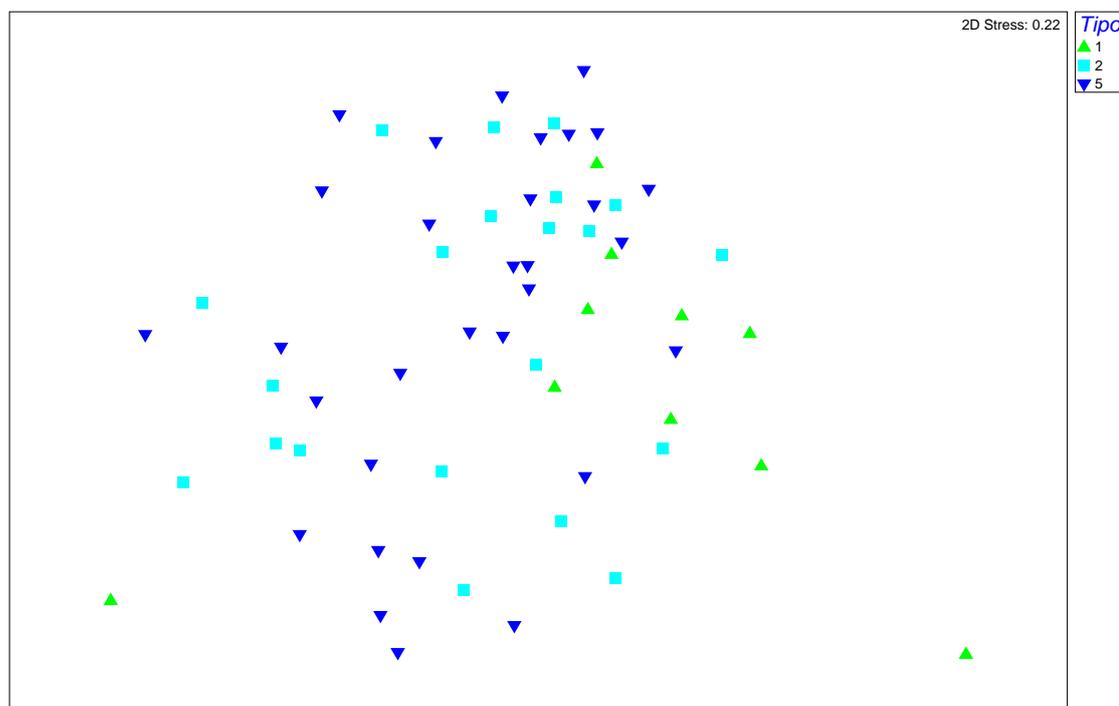


Figura 1.3. Ordenación MDS de las comunidades de diatomeas para las estaciones de referencia de los tipos 1, 2 y 5 según la Tipología B

**Contraste de la tipología con invertebrados.-** La ordenación MDS se realiza con la matriz de composición y abundancia de invertebrados de las localidades de referencia pertenecientes a los tipos 1, 2 y 5, al igual que previamente se hizo para diatomeas. Dicha ordenación indica una clara separación del tipo 5 (torrentes de montaña) frente a los otros tipos, aunque con una alta variación dentro del mismo (Fig. 1.4).

Las muestras del tipo 2 aparecen subdivididas en dos grupos, lo que se atribuyó a diferencias en la disponibilidad de agua entre los tramos fluviales incluidos en este tipo (Fig. 1.4). Así, los torrentes de este tipo que están afectados por una marcada estacionalidad y conservaron el agua en pozas (gorgs) durante todas o alguna de las campañas aparecen en un grupo, mientras que los torrentes que mantuvieron un flujo de agua corriente durante todas las

campañas de muestreo, tienen una composición más similar a la del tipo 5 (torrentes de montaña) y aparecen como otro grupo.

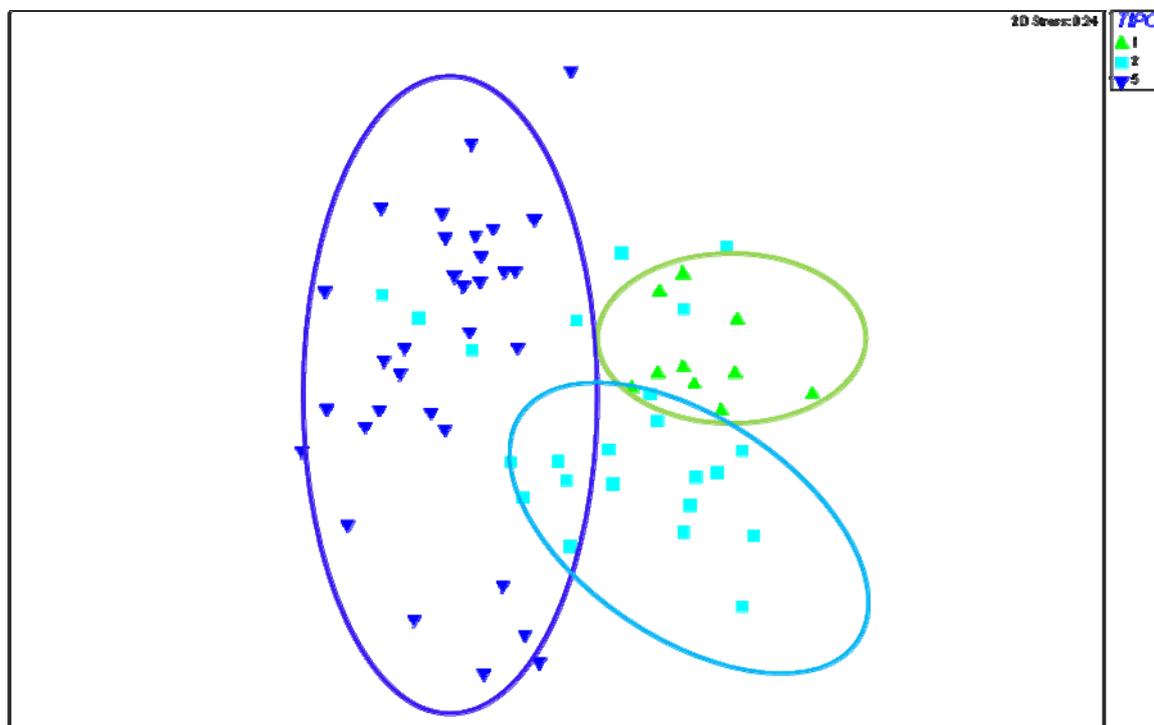


Figura 1.4. Ordenación MDS de las comunidades de invertebrados de las estaciones de referencia (para los tres tipos) según las nuevas correcciones a la tipología propuesta (ver texto). Se señala la agrupación de las referencias con el fin de facilitar su interpretación

### 1.6.3. Caracterización biológica de torrentes de referencia

Las estaciones de referencia seleccionadas se distribuyen de la siguiente manera:

Tipo 1: AK28 y AN260

Tipo 2: AC19, H12, K2600 y H220

Tipo 5: AC25, B1000, B2000, B2001, G3000 y AB240

Para caracterizar a las comunidades biológicas de referencia, y construir los métricos derivados de las comunidades de referencia, se realizaron ordenaciones MDS de las comunidades biológicas, y se comprobó la existencia de cambios en la composición de comunidades entre tramos de referencia frente al resto de los tramos (no referencias). En

estas ordenaciones se partió de la matriz de datos de bien diatomeas, bien invertebrados. La composición y abundancia de los elementos biológicos de las estaciones de referencia debe constituir la flora y fauna característica para este tipo. Así, para determinar los taxones que caracterizan a los grupos de referencias biológicas se ha utilizado la rutina SIMPER, análisis que permite calcular la contribución de cada taxon a la similaridad dentro del grupo de referencias específico del tipo y elemento biológico en cuestión (“*comunidad tipo de referencia*”).

A partir de este punto, al análisis se realiza sobre el total de tramos fluviales estudiados (Tabla 1.3). En ella se observa que la mayor parte de los tramos fluviales pertenecen al tipo 1 con 33 tramos fluviales, seguido del tipo 5, que de manera natural poseen un mayor periodo de permanencia del agua en los cauces. En el tipo 2, que es el menos representado en las islas (zonas de alta montaña de Mallorca), sólo se incluyeron 9 tramos (Tabla 1.4). El desglose de las localidades de referencia para cada tipo se representa también en esta tabla.

CONDICIÓN	TIPO			
	1	2	3	5
referencia	0	4	2	6
artificial-seminatural	2	2	0	0
artificial-agricultura	2	0	4	0
mejor	4	0	3	3
depuradora	4	1	2	4
regadio	1	0	2	0
rural	2	0	0	0
rural-natural	3	2	2	6
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>19</b>
				<b>61</b>

Tabla 1.4. Tabla resumen de la distribución del número de tramos fluviales estudiados en función de tipología y la condición (categoría) a la que pertenecen

En general, la base de datos incluye 275 muestras (136 muestras del tipo 1; 43 muestras del tipo 2 y 96 muestras del tipo 5) correspondientes a las 6 campañas de muestreo. Hay que tener en cuenta que: a) la matriz total de invertebrados consta de 272 muestras, debido a la falta de 3 muestras (AC223pri08, G3000pri08 y K3100pri06) por las fuertes lluvias torrenciales que se produjeron en el momento del muestreo, y b) la matriz total de diatomeas consta de 263 muestras, por la falta de 12 muestras (AB240oto05, AB485oto05, AC223pri08, F464inv06, F464pri06, H220pri06, K3100inv08, K3100pri06, K31000pri08, L482oto05,

Y274inv06 y Y274pri06), debido a las causas comentadas previamente, o bien a la escasez de valvas en la muestra para realizar los recuentos.

### 1.6.3.1. Algas bentónicas (diatomeas)

La ordenación de las muestras de diatomeas bentónicas de todos los tipos, muestran cierta separación entre las muestras de referencia y el resto (Fig. 1.5). Para extraer los taxones que contribuyen de forma relevante a la comunidad de referencia se realiza un análisis de similitud (SIMPER) entre referencias y no referencias. Se consideran los taxones que tienen un porcentaje de contribución de la comunidad hasta un 90%.

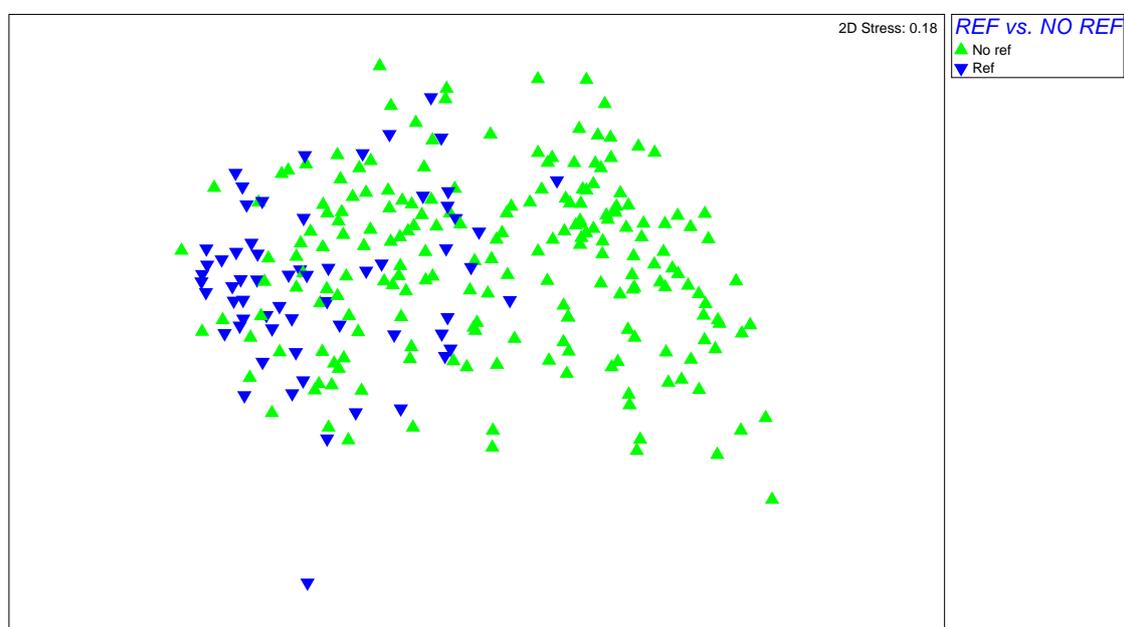


Figura 1.5. Ordenación bidimensional MDS para las 263 muestras de los tres tipos basada en los datos de diatomeas

La similitud de la comunidad de diatomeas en los tramos de referencia es del 32.54 %. Casi el 50% de la contribución media a la similitud en la comunidad de diatomeas corresponde a una única especie, *Achnantheidium minutissimum* (ADMI) (Tabla 1.5). *Cymbella microcephala* le sigue con un 10.13% y después aparecen especies con contribuciones menores entre el 7-4% como: *Cymbella vulgata* (CVUL), *Amphora pediculus* (APED) y *Navicula cryptotenella* (NCTE). Las otras especies que contribuyen, aunque en menor medida, a la similitud de la comunidad de referencia son: *Diploneis oblongella*, *Gomphonema pumilum*, *G. rosenstockianum*,

*Achnanthydium biassoletianum*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia inconspicua*, *Planothidium frequentissimum*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* y *Fragilaria capucina* var. *rumpens*.

Especies	Abundancia Media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	5.09	49.54	49.54
<i>Cymbella microcephala</i>	1.96	10.13	59.67
<i>Cymbella vulgata</i>	1.7	7.17	66.84
<i>Amphora pediculus</i>	1.55	5.49	72.33
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.17	4.98	77.31
<i>Diploneis oblongella</i>	0.76	2.06	79.37
<i>Gomphonema pumilum</i>	0.82	2.05	81.41
<i>Gomphonema rosenstockianum</i>	0.83	2	83.42
<i>Achnanthydium biassoletianum</i>	0.83	1.91	85.32
<i>Nitzschia inconspicua</i>	0.76	1.68	87
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0.81	1.46	88.46
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0.58	0.98	89.44
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	0.49	0.77	90.22

Tabla 1.5. Composición de la comunidad referencia de diatomeas bentónicas característica de todos los tipos de torrentes obtenidas mediante la rutina SIMPER

Son 13 las especies que caracterizan la comunidad de referencia, pero sólo ocho de ellas se consideran **especies sensibles**: *Achnanthydium biassoletianum*, *A. minutissimum*, *Cymbella microcephala*, *C. vulgata*, *Fragilaria capucina* var. *rumpens*, *Gomphonema pumilum*, *G. rosenstockianum* y *Navicula cryptotenella* porque aparecen en mayor abundancia en las referencias al compararlas con las localidades de no referencia. Se calcularon dos métricos de especies sensibles sumando las abundancias (PABSS\_TT) y presencias (FSS\_TT) de estas 8 especies más otras especies que, aunque no caracterizan la comunidad de referencia, si aparecen en mayor abundancia en las mismas frente a localidades de no referencia (Anexo 1.VII).

De la misma manera se analizaron los taxones que caracterizaban a las localidades de no referencia (que incluyen una gran variedad de impactos). Se han seleccionado los taxones que contribuyen a caracterizar hasta un 90% la similaridad de la comunidad de este grupo, a las que se les denominó **especies tolerantes**: *Amphora veneta*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Diploneis oblonguella*, *Eolimna minima*, *E. subminuscula*, *Gomphonema parvulum*, *GOMPHONEMA*, *Navicula gregaria*, *N. veneta*, *N. (dicta) seminulum*, *Nitzschia amphibia*, *N. frustulum*, *N. inconspicua*, *Planothidium frequentissimum* y *Rhoicosphenia abbreviata*; debido a su aparición en muestras con algún tipo de impacto antrópico.

Para el cálculo de los métricos de especies tolerantes se usaron las abundancias y riquezas de estas 15 especies y las de otros taxones que aparecían en mayor abundancia en las localidades de no referencia cuando se comparan con las localidades de referencia. Todas las especies definidas como tolerantes aparecen citadas en el Anexo 1.VII. Con la suma de abundancias se calcula el **PABST\_TT** y con la de riquezas el **FST\_TT**.

La especie *Amphora pediculus*, aparece tanto en localidades de referencia como en otras que no lo son, y no fue incluida ni como especie sensible ni como tolerante.

### 1.6.3.2. Invertebrados bentónicos

#### 1.6.3.2.1. Tipo 1: Torrentes del llano

Para este tipo la comunidad de referencia se caracterizó en base a las muestras de las localidades AK28 y AN260. La ordenación de las muestras de invertebrados obtenida para el tipo 1 muestra una agrupación del núcleo de referencias, indicando una alta similitud en la composición faunística de esas muestras y apuntando a la existencia de una comunidad característica en las mismas (Fig. 1.6).

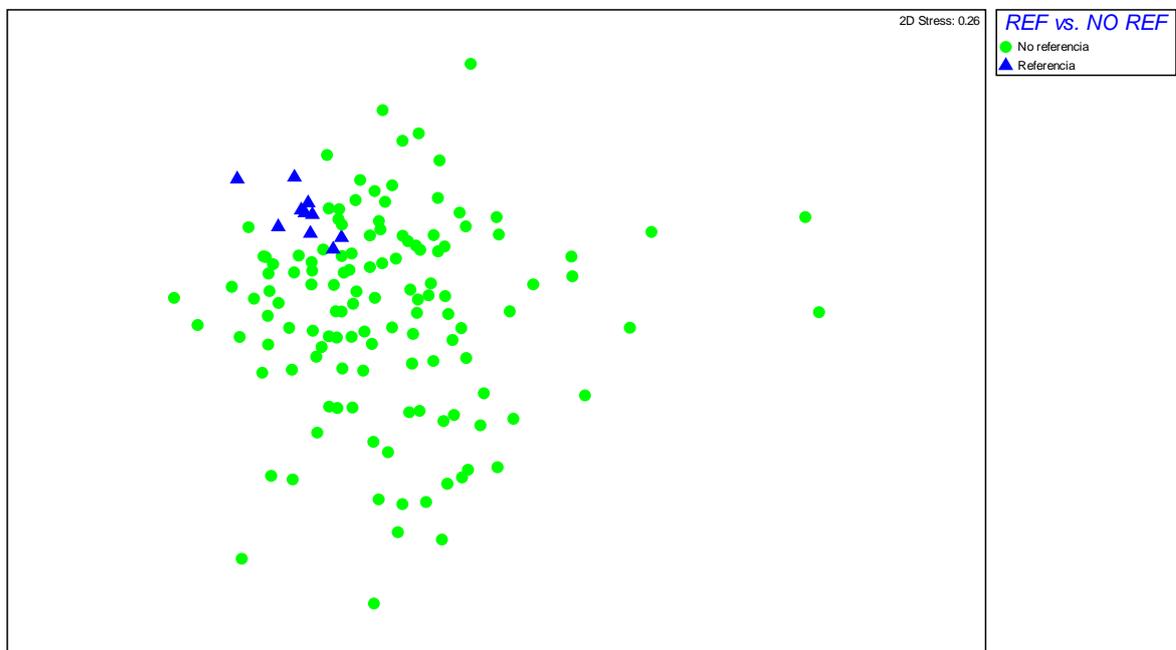


Figura 1.6. Ordenación bidimensional MDS para las muestras del tipo 1 basada en los datos de invertebrados

Los análisis realizados con el SIMPER revelan que las estaciones de referencia del tipo poseen una similitud media alta de las comunidades de invertebrados (49.89%). El 50% de la comunidad característica de este tipo viene definida por taxones pertenecientes al orden Díptera (22.42%), junto con el gasterópodo *Ancylus fluviatilis* y diferentes géneros de coleópteros como *Haliplus*, *Laccobius* y *Agabus*. Existe además una fuerte contribución de géneros EPT (aproximadamente 13%) como *Hydroptila*, *Tyrrhenoleuctra* y *Cloeon*. Además también se encuentran otros taxones (*i.e.* Odonata) aunque en menor proporción (Tabla 1.6).

Especies	Abundancia media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
Orthoclaadiinae Gen. sp.	7.53	12.28	12.28
Tanypodinae Gen. sp.	6.22	10.14	22.42
<i>Ancylus</i> sp.	5.16	8.19	30.61
<i>Haliplus</i> sp.	4.88	7.18	37.79
<i>Laccobius</i> sp.	4.01	5.33	43.12
<i>Agabus</i> sp.	3.75	5.02	48.14
<i>Hydroptila</i> sp.	4.00	4.80	52.94
<i>Tyrrhenoleuctra</i> sp.	4.32	4.34	57.28
<i>Cloeon</i> sp.	4.23	4.33	61.61
Tanytarsini Gen. sp.	3.96	4.03	65.64
<i>Lymnaea</i> sp.	3.88	3.98	69.62
Hydrachmidia Gen. sp.	2.96	3.13	72.75
<i>Physella</i> sp.	3.43	2.92	75.67
<i>Simulium</i> sp.	3.42	2.60	78.27
Chironomini Gen. sp.	2.89	2.58	80.85
<i>Lestes</i> sp.	2.55	2.10	82.95
<i>Ochthebius</i> sp.	2.18	1.79	84.74
Libellulidae Gen. sp.	2.71	1.79	86.53
<i>Meladema</i> sp.	1.63	1.53	88.06
<i>Dryops</i> sp.	1.76	1.14	89.20
<i>Sympetrum</i> sp.	1.61	1.09	90.29

Tabla 1.6. Composición de la comunidad referencia de invertebrados característica del tipo 1 obtenida mediante la rutina SIMPER (ver texto)

Se utilizaron los taxones que contribuían hasta un 90% de similitud a la caracterización de la comunidad de invertebrados en las localidades de referencia, y aquellos que aparecen en mayor abundancia en estas localidades frente a las no referencia, para calcular un métrico de especies sensibles (abundancia, frecuencia relativa y riqueza) característico de las localidades del tipo 1, y que se denomina **SENGEN\_90** (Anexo 1.VII). Este métrico consta de los siguientes taxones: *Agabus* sp., *Ancylus* sp., *Cloeon* sp., *Dryops* sp., *Haliplus* sp., *Hydroptila* sp.,

*Laccobius* sp., *Lestes* sp., Libellulidae Gen. sp., *Lymnaea* sp., *Meladema* sp., *Ochthebius* sp., *Sympetrum* sp., Tanypodinae Gen. sp. y *Tyrrhenoleuctra* sp.

De forma inversa se realizó el mismo procedimiento para el cálculo de especies tolerantes (abundancia, porcentaje y riqueza) características de las localidades del tipo 1 y que se denominó **TOLGEN\_90** (Anexo 1.VII). Dicho métrico está formado por los siguientes taxones: *Berosus* sp., *Caenis* sp., Chironomini Gen. sp., *Chironomus* sp., *Corynoneura* sp., *Echinogammarus* sp., Enchytraeidae Gen. sp., Naididae Gen. sp., Nematoda Gen. sp., *Physella* sp., *Proasellus* sp., *Simulium* sp., Tanytarsini Gen. sp., *Tipula* sp. y Tubificidae Gen. sp.

#### 1.6.3.2.2. Tipo 2: Cañones

Las estaciones de referencia seleccionadas para este tipo fueron AC19, H12, H220 y K2600. La ordenación de las muestras de invertebrados obtenida para el tipo 2 muestra la posición de las muestras de referencias algo dispersas y muy solapadas con las otras muestras de no referencia, indicando que la composición entre referencias y no referencias es muy similar, y que no hay grandes desviaciones en composición entre las muestras examinadas. Algunas localidades como el cañón de Biniaraitx (K2600) aparecen un poco alejadas de las otras referencias (hacia la parte inferior de la ordenación) (Fig. 1.7). Este tramo fluvial discurre sobre un valle menos cerrado que las otras referencias (AC19, H12 y H220 son cañones mucho más profundos y que conservaron el agua en gorgs) y, como se indicó en el apartado anterior, mantuvieron un flujo de agua más o menos corriente durante todas las campañas de muestreo, de ahí que se aproxime a otros tramos fluviales más abiertos y con una mayor disponibilidad de agua.

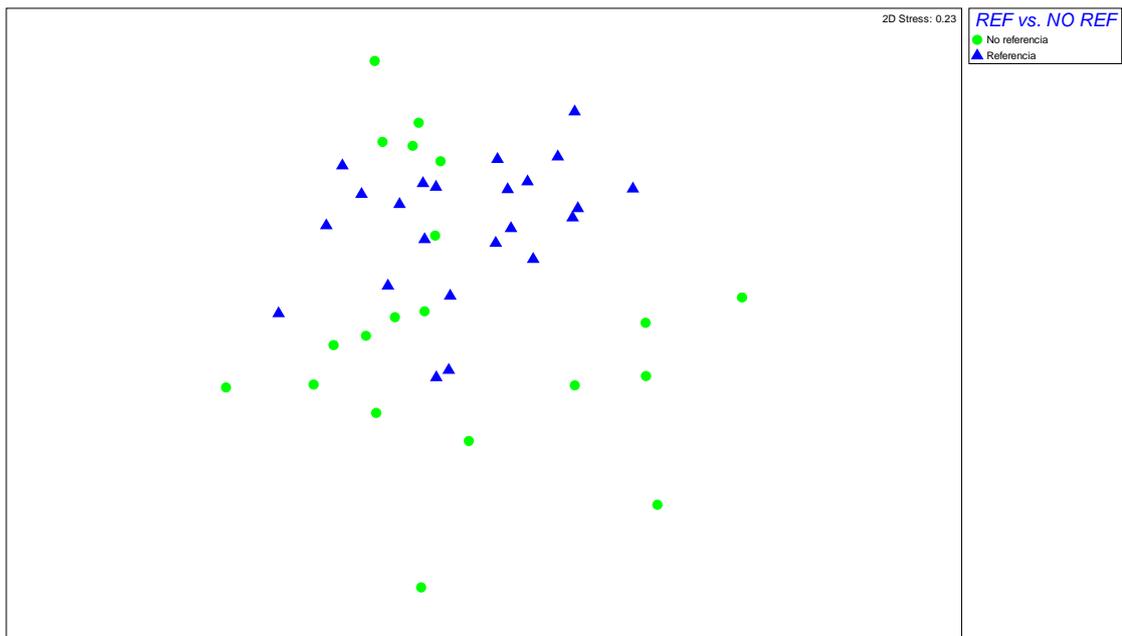


Figura 1.7. Ordenación bidimensional MDS para las muestras del tipo 2 basada en los datos de invertebrados

Las estaciones de referencia de los tramos fluviales del tipo 2 presentan una similitud media de su composición de invertebrados del 39.74%. La mayor contribución a esta similitud viene dada por taxones del orden Díptera y ácaros (29.56%), seguida de la abundancia de dos géneros de efemerópteros, *Cloeon* y *Caenis*, que contribuyen con un 7.20% y un 4.43%, respectivamente, a la similitud del grupo de referencias. Con una menor contribución, aparecen distintos géneros de coleópteros, muchos de ellos pertenecientes a la familia Dytiscidae y diversos taxones de dípteros (i.e., Chironomini y *Dasyhelea*), gasterópodos (i.e., *Gyraulus*), heterópteros (i.e., *Notonecta*) y tricópteros (i.e., *Hydroptila* y *Mesophylax*). El elevado número de taxones característicos evidencia una elevada diversidad para este tipo de torrentes en cañón de montaña (Tabla 1.7).

Especies	Abundancia media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
Orthoclaadiinae Gen. sp.	5.95	12.53	12.53
Tanypodinae Gen. sp.	4.79	9.39	21.92
Hydrachnidia Gen. sp.	3.84	7.64	29.56
<i>Cloeon</i> sp.	4.62	7.20	36.76
Tanytarsini Gen. sp.	3.96	5.74	42.49
<i>Caenis</i> sp.	3.47	4.43	46.93
<i>Lymnaea</i> sp.	3.26	4.12	51.05
<i>Agabus</i> sp.	2.70	4.12	55.17
<i>Ancylus</i> sp.	2.69	3.95	59.12
<i>Physella</i> sp.	3.35	3.87	62.99
<i>Hydroporus</i> sp.	2.48	3.63	66.61
<i>Hydroptila</i> sp.	2.53	2.27	68.88
<i>Meladema</i> sp.	1.54	2.17	71.06
Naididae Gen. sp.	2.47	2.04	73.10
<i>Proasellus</i> sp.	2.25	1.95	75.05
<i>Laccobius</i> sp.	1.63	1.88	76.94
Chironomini Gen. sp.	1.98	1.80	78.74
<i>Oxycera</i> sp.	1.93	1.79	80.52
<i>Bidessus</i> sp.	1.69	1.62	82.14
<i>Notonecta</i> sp.	1.35	1.41	83.55
<i>Mesophylax</i> sp.	1.37	1.04	84.59
<i>Dasyhelea</i> sp.	1.71	1.01	85.60
<i>Stictonectes</i> sp.	1.51	0.96	86.56
<i>Simulium</i> sp.	1.77	0.87	87.44
Lumbricidae Gen. sp.	0.99	0.80	88.24
<i>Gyraulus</i> sp.	1.23	0.78	89.03
<i>Tinodes</i> sp.	1.35	0.68	89.71
<i>Deronectes</i> sp.	1.03	0.66	90.37

Tabla 1.7. Composición de la comunidad referencia de invertebrados característica del tipo 2 obtenida mediante la rutina SIMPER (ver texto)

Al igual que se realizó para las muestras del tipo 1, teniendo en cuenta los taxones que aparecen únicamente en las localidades de referencia, y los que aparecen en mayor abundancia en estas localidades que en no referencias, se calculó un métrico de especies sensibles (abundancia, porcentaje y riqueza) característico de las localidades del tipo 2 y que se denomina **SENGEN\_90** (Anexo 1.VII). Este métrico consta de los siguientes taxones: *Agabus* sp., *Caenis* sp., *Cloeon* sp., *Hydroporus* sp., *Hydroptila* sp., *Laccobius* sp., *Meladema* sp., *Mesophylax* sp., *Proasellus* sp., *Simulium* sp., *Stictonectes* sp. y *Tinodes* sp.

De forma inversa se hizo lo mismo para las localidades de no referencia y se calculó un métrico de especies tolerantes (abundancia, porcentaje y riqueza) característico de las localidades del tipo 2 y que se denomina **TOLGEN\_90** (Anexo 1.VII). Dicho métrico está formado por los siguientes taxones: *Dugesia* sp., *Graptodytes* sp., *Hydroporinae* Gen. sp., *Lumbricidae* Gen. sp. y *Lumbriculidae* Gen. sp.

### 1.6.3.2.3. Tipo 5: Torrentes de montaña

El tipo 5 posee seis estaciones de referencia: AB240, AC25, B1000, B2000, B2001 y G3000. La ordenación de las muestras de invertebrados obtenida para el tipo 5 muestra una separación del núcleo de referencias hacia la parte superior izquierda de la ordenación (Fig. 1.8). Las localidades de referencia que aparecen en la parte inferior se corresponden con las distintas campañas de muestreo del torrente AB240 (Font des Pi). Esta localidad (AB240) es una fuente por lo que tiene unas características peculiares y una comunidad de invertebrados que difiere del resto de las localidades de referencia de este tipo. Se podría hablar en este caso de un diferente subtipo, dentro del tipo de montaña, según su procedencia (fuente, surgencia o mina subterránea), pero debido al bajo número de estas localidades en nuestra red de puntos, no se ha llevado a cabo. Por todo ello, no se incluye esta localidad en el sistema de clasificación de invertebrados, pero la calidad del agua es buena, como sí lo demuestran la físico-química y la evaluación con diatomeas.

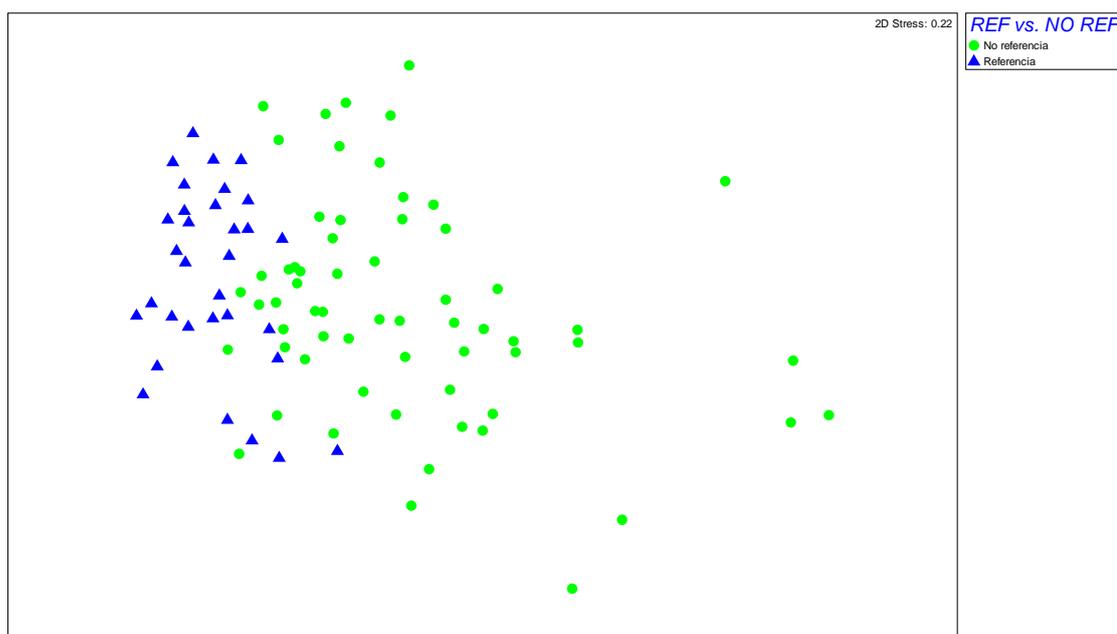


Figura 1.8. Ordenación bidimensional MDS para las muestras del tipo 5 basada en los datos de invertebrados

La similitud media de la comunidad de invertebrados dentro del grupo de referencias para el tipo 5 es del 39.62%. Los anfípodos del género *Echinogammarus* están presentes en la comunidad de referencia del tipo 5 con una contribución importante y que marca una gran

diferencia con la comunidad presente en las localidades del tipo 2. La contribución de los dípteros de la familia Chironomidae (17%), es similar a la que presentaban los torrentes de los otros tipos. Diversos géneros de efemerópteros, plecópteros y tricópteros (EPT), tales como *Alainites*, *Baetis*, *Caenis*, *Cloeon*, *Leuctra*, *Hydroptila*, *Tinodes*, *Polycentropus* y *Rhyacophila*, contribuyen en gran parte a la similitud del grupo de referencias para este tipo. Géneros de coleópteros característicos de aguas limpias como *Hydraena* y *Oulimnius* aparecen también como representantes de la comunidad tipo de referencia del tipo 5. Además, también aparecen representadas diversas familias de oligoquetos y géneros de gasterópodos (Tabla 1.8).

Al igual que en los anteriores tipos, teniendo en cuenta los taxones que caracterizan hasta el 90% de contribución en dichos análisis, y usando también los taxones que aparecen únicamente en las localidades de referencia, o bien que aparecen en mayor abundancia en estas localidades que en no referencia impactadas, se calculó un métrico de especies sensibles (abundancia, porcentaje y riqueza) característico de las localidades del tipo 5 y que se denomina **SENGEN\_90** (Anexo 1.VII). Este métrico consta de los siguientes taxones: *Agabus* sp., *Alainites* sp., *Baetis* sp., *Caenis* sp., *Deronectes* sp., *Dicranota* sp., *Dixa* sp., *Echinogammarus* sp., *Hydraena* sp., *Hydroporus* sp., *Hydroptila* sp., *Leuctra* sp., *Oulimnius* sp., *Oxycera* sp., *Polycentropus* sp., *Rhyacophila* sp., *Simulium* sp., *Stictonectes* sp., *Tanypodinae* Gen. sp. y *Tinodes* sp.

De forma inversa, se realizó el mismo procedimiento para las localidades de no referencia y se calculó un métrico de especies tolerantes (abundancia, porcentaje y riqueza) característico de las localidades del tipo 5 y que se denomina **TOLGEN\_90** (Anexo 1.VII). Dicho métrico está formado por los siguientes taxones: *Ancylus* sp., *Chironomus* sp., *Dryops* sp., *Enchytraeidae* Gen. sp., *Erpobdella* sp., *Gyraulus* sp., *Lumbricidae* Gen. sp., *Lymnaea* sp., *Naididae* Gen. sp., *Nematoda* Gen. sp., *Physella* sp., *Proasellus* sp., *Pseudoamnicola* sp., *Psychoda* sp., *Tipula* sp. y *Tubificidae* Gen. Sp.

Especies	Abundancia media	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
<i>Echinogammarus</i> sp.	5.67	9.59	9.59
<i>Orthocladiinae</i> Gen. sp.	5.14	9.37	18.96
<i>Tanytarsini</i> Gen. sp.	4.84	7.53	26.48
<i>Tanypodinae</i> Gen. sp.	4.44	6.86	33.35
<i>Hydrachnidia</i> Gen. sp.	3.89	6.52	39.87
<i>Baetis</i> sp.	4.32	5.81	45.68
<i>Caenis</i> sp.	4.09	5.56	51.24
<i>Simulium</i> sp.	3.75	4.98	56.22
<i>Hydroptila</i> sp.	3.81	4.95	61.17
<i>Hydraena</i> sp.	3.15	3.80	64.98
<i>Hydroporus</i> sp.	2.79	3.00	67.98
<i>Oulimnius</i> sp.	2.12	1.94	69.92
<i>Deronectes</i> sp.	1.84	1.73	71.65
<i>Alainites</i> sp.	2.52	1.68	73.33
<i>Agabus</i> sp.	1.49	1.59	74.92
<i>Tinodes</i> sp.	1.80	1.48	76.40
<i>Chironomini</i> Gen. sp.	2.11	1.45	77.85
<i>Lymnaea</i> sp.	1.91	1.42	79.27
<i>Dicranota</i> sp.	1.47	1.28	80.55
<i>Stictonectes</i> sp.	1.86	1.26	81.81
<i>Ancylus</i> sp.	1.76	1.23	83.04
<i>Physella</i> sp.	1.87	1.22	84.25
<i>Dixa</i> sp.	1.80	1.20	85.46
<i>Leuctra</i> sp.	1.73	0.93	86.38
<i>Rhyacophila</i> sp.	1.23	0.92	87.31
<i>Naididae</i> Gen. sp.	1.68	0.75	88.05
<i>Oxycera</i> sp.	1.07	0.70	88.75
<i>Polycentropus</i> sp.	1.16	0.67	89.42
<i>Erpobdella</i> sp.	1.09	0.66	90.09

Tabla 1.8. Composición de la comunidad de referencia de invertebrados característica del tipo 5 obtenida mediante la rutina SIMPER (ver texto)

#### 1.6.4. Identificación de gradientes de presión

La elaboración de sistemas de clasificación del estado ecológico es uno de los principales objetivos de este trabajo. Esta tarea es por su propia naturaleza multivariante y compleja, por ello, se han realizado esfuerzos de análisis dirigidos, en la medida de lo posible, a la generalización de la metodología en todos los tipos y elementos biológicos. Posteriormente, se ha obtenido para los elementos biológicos (diatomeas e invertebrados) un sistema de clasificación por componente que se integra junto con los elementos físico-químicos e hidromorfológicos, como indica la DMA (Apartado 1.6.6 del presente informe).

El análisis de los gradientes de presión se ha elaborado de forma única, aunque la interpretación difiere según el elemento biológico y la existencia de una tipología (invertebrados) o no (diatomeas). En el caso de las diatomeas se analiza el gradiente de presión en conjunto, y se evalúa siguiendo un gradiente de degradación general, con todas las presiones posibles que afectan a las localidades. En el caso de los invertebrados, se analiza el gradiente de presión en función del tipo de torrente, y evaluando tanto un gradiente de degradación general como un gradiente de presión orgánica o hidromorfológico.

#### 1.6.4.1. Gradiente de Degradación General

Los torrentes de las Islas Baleares se encuentran afectados por contaminación orgánica puntual y de origen difuso por nutrientes, y por alteración en la hidromorfología de los cauces y riberas. Dichas presiones suelen afectar a la composición química del agua y del hábitat fluvial de forma conjunta, por ello los análisis PCA permiten reducir las variables individuales a una variable múltiple que expresa el gradiente de presión definido por las mismas.

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA), con la matriz de 275 muestras totales y 18 variables (Tabla 1.10). Los 5 ejes generados por el análisis explicaron el 61.7 % de la varianza total de las muestras. El primero explicó el 26.3 %, el segundo el 12.3 %, el tercero el 9.0%, el cuarto el 7.3 % y el quinto el 6.8 %, del total de la varianza.

Las variables que se correlacionaron más con el primer eje (PC1) fueron el DIN, sílice y el porcentaje de uso agrícola en oposición al porcentaje de oxígeno, determinando un gradiente espacial de aumento en concentración de sales y nitrógeno conforme se pasa de tramos de cabecera (2 y 5) a los tramos bajos (1), y de puntos con carga de nutrientes baja a alta. El segundo eje (PC2) determina un gradiente de dinámica de aportes de nutrientes y orgánicas temporal, indicado en la relación entre el caudal y oxígeno con los nutrientes ( $\text{PO}_4^-$  y  $\text{NO}_3^-$ ). Indicando la existencia de valores altos de  $\text{NO}_3^-$  con altos caudales en otoño y la tendencia inversa del fósforo. El eje 3 (PC3) se correlacionó con la clorofila *a*, su biomasa orgánica, y esta se correlacionó con nutrientes y usos de suelo artificial que a su vez se relacionan con el grado de alteración hidromorfológica (HMS). El cuarto eje (PC4) está fuertemente relacionado con la conductividad eléctrica y Cl<sup>-</sup>. Por último, el eje 5 (PC5) está fuertemente relacionado con la permanencia del agua, que a su vez está inversamente relacionada con el

índice de calidad del hábitat. De este modo, la calidad de hábitat es mayor en los torrentes más permanentes (Tabla 1.9).

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Permanencia agua	-0.027	-0.071	-0.272	-0.301	-0.562
Alcalinidad_meqL-1	-0.241	-0.286	-0.029	-0.288	0.142
P_PO4_mgL	-0.273	-0.319	-0.098	0.223	-0.119
N_NO3_mgL	-0.282	0.355	0.333	0.115	-0.058
N_NH4_mgL	-0.241	-0.292	-0.085	0.267	-0.118
DIN_mgL	-0.350	0.218	0.269	0.195	-0.095
SIO2_mgL	-0.287	-0.032	0.170	0.143	0.277
Cl_mgL	-0.267	-0.083	0.248	-0.370	-0.053
caudal_Ls	-0.091	0.414	-0.086	-0.023	0.106
Oxig_porc	0.214	0.412	0.162	-0.236	-0.059
CE_mScm	-0.338	-0.076	0.197	-0.356	0.018
ChlA_mg/m2	-0.204	0.283	-0.297	0.169	0.179
AFDM_gm2	-0.182	0.121	-0.378	0.260	0.145
HQA score	0.151	-0.111	0.032	-0.234	0.572
HMS score	-0.173	0.093	-0.384	-0.118	-0.023
LRD score	0.158	-0.287	0.259	0.256	0.183
Artificial_%	-0.146	0.019	-0.332	-0.269	0.338
Agrícola_%	-0.334	-0.005	0.072	-0.109	0.015

Tabla 1.9. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables hidroquímicas y biomasa del perifiton para todas las muestras incluidas en este estudio

En la ordenación de muestras del PCA según la tipología B (Fig. 1.9), se observa la disposición de las muestras en base a la composición físico-química de sus aguas. De forma general se observa una mayor similitud en la composición de aguas de las muestras pertenecientes a un mismo tipo que entre tipos diferentes (Fig. 1.9), y se observa la disposición espacial desde tramos de montaña hacia el llano. Así, las muestras del tipo 1, que es el que presenta más estaciones alteradas, muestran una mayor dispersión y variación en su composición, debido a la localización de mayores núcleos urbanos, junto con la existencia de depuradoras y mayor acción antrópica, sobre ellas (Fig. 1.9).

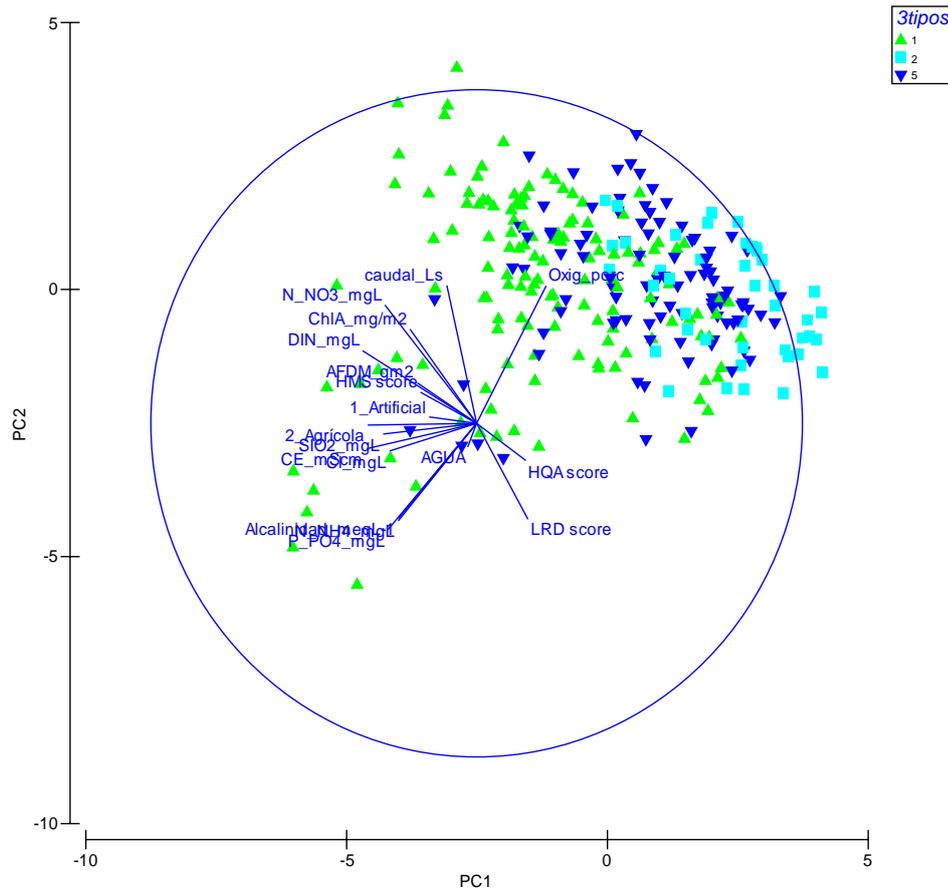


Figura 1.9. Ordenación bidimensional PCA de todas las muestras de torrentes en función de su la tipología B. El análisis se realizó con los datos de caracterización fisicoquímica e hidromorfológica

La misma ordenación PCA de muestras, esta vez en función de la “**condición**” establecida para cada estación (ver diseño de la red en el apartado 1.6.1. del presente informe), conforma un gradiente de degradación de naturaleza orgánica apuntado por las muestras afectadas por depuradoras (Fig. 1.10). Se puede observar con claridad cómo aquellos tramos fluviales más alterados, por ejemplo que reciben efluentes de depuradoras, se distribuyen a la izquierda del eje, en contraposición a las estaciones definidas como referencia y otras no tan alteradas, y que aparecen al lado contrario del eje.

Las estaciones de referencia del tipo 1 están representadas por localidades en muy buen estado que muestran valores de nutrientes claramente menores a las de las estaciones afectadas por vertidos orgánicos (Tabla 1.10). En general, las muestras del tipo 1 presentan una composición de aguas distinta de la de los tipos 2 y 5, mostrando elevados contenidos en

sales disueltas y nutrientes (Tabla 1.10, Fig. 1.10). Es evidente que en este tipo de torrente de llanura, el impacto antrópico (i.e., depuración o regadío) ocasiona un aumento más marcado en los niveles de nutrientes de sus aguas.

La composición del agua de los torrentes de referencia correspondientes a los tipos 2 (cañones) y 5 (torrentes de montaña), se corresponde con la que presentan aguas naturales en zonas kársticas. La menor conductividad media corresponde a los cañones ( $285.25 \mu\text{S cm}^{-1}$ , Tablas 1.11, Fig. 1.10), cursos que se alimentan en gran medida de agua de lluvia y de fuentes de montaña quedando esta retenida en los gorgs durante el primavera. Los elevados valores de DBO y nitratos encontrados en las estaciones del tipo 2 que pertenecen a la condición artificial-semi natural se deben a la localidad L3001 que fue afectada en el ver06 por un vertido de gasoil aguas arriba (Tabla 1.11). Para el tipo 2 sólo hay un punto ubicado aguas debajo de vertidos (J13) éste tiene valores algo más altos de fosfatos, nitritos y amonio en el agua que los detectados en el resto de las estaciones (Tabla 1.11); esta estación había sido seleccionada como referencia a estudiar, pero tras su visita se vio que estaba afectado por vertido directo a un afluente de la Finca de Balitx de abajo y aguas debajo de la depuradora de Lluç, hecho que llevó a cambiarle la condición asignada dada su afección antrópica.

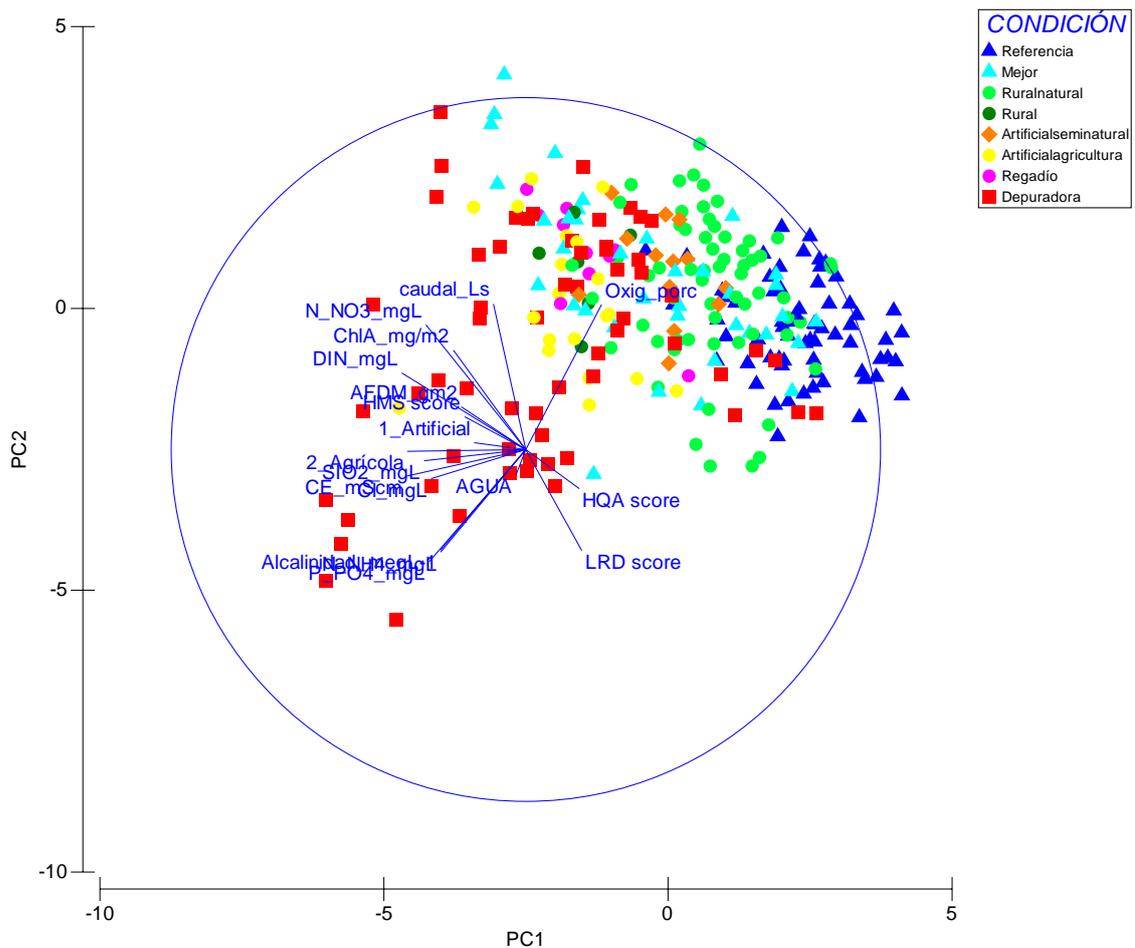


Figura 1.10. Ordenación bidimensional PCA realizado en base a diferentes variables medioambientales en el que se muestran todas las muestras de torrentes en función de su condición

Los torrentes de montaña y llano (tipos 1 y 5) presentan unas conductividades más elevadas (747.86  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 739.07  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente) tendiendo a situarse aguas abajo de los cañones y por tanto sus mayores conductividades tienden a incrementarse aguas abajo y se deben al lavado de una mayor superficie de cuenca (Tablas 1.12). En el tipo 5 son las localidades de referencia las que tienen un menor contenido en nutrientes, siendo las localidades afectadas por depuradora las que tienen la mayor concentración. Sin embargo, como era de esperar, los tramos situados aguas abajo de depuradoras del tipo 5 presentan una composición de aguas distinta. Las concentraciones en sales disueltas, conductividad, alcalinidad,  $\text{DBO}_5$  y nutrientes son mayores que las de referencias, mientras que el oxígeno disuelto es inferior (Tablas 1.10-1.12 Fig. 1.11).

		Condición							
		Referencia	Mejor	Rural-natural	Rural	Artificial-semi natural	Artificial-agricultura	Depuradora	Regadio
Oxígeno (mgL)	Media	9.36	8.83	8.72	9.59	9.41	8.92	5.93	10.90
	Error típico de la media	0.56	0.44	0.59	0.42	0.29	0.52	0.62	0.61
Temperatura (°C)	Media	16.11	15.15	16.05	15.08	13.54	14.31	15.74	16.23
	Error típico de la media	1.01	0.99	0.81	1.61	1.39	0.80	0.84	1.52
pH	Media	7.66	7.78	7.80	7.99	8.06	7.93	7.78	8.03
	Error típico de la media	0.12	0.08	0.08	0.09	0.06	0.08	0.07	0.14
Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Media	747.86	1624.74	1074.51	1763.33	1718.78	3085.08	1854.63	1645.09
	Error típico de la media	29.46	138.88	108.73	236.93	337.56	1005.15	127.54	261.99
Alcalinidad (meqL-1)	Media	7.88	7.22	7.00	6.76	6.54	8.65	9.90	8.08
	Error típico de la media	0.67	0.36	0.59	1.14	0.36	0.57	0.77	0.74
DBO (mgL)	Media	1.80	2.69	2.59	4.27	0.83	4.12	6.53	2.68
	Error típico de la media	0.51	0.47	0.43	1.41	0.65	1.13	1.79	0.37
Fosfato (P_PO4_mgL)	Media	0.02	0.06	0.02	0.15	0.01	0.11	1.59	0.08
	Error típico de la media	0.01	0.02	0.01	0.05	0.01	0.05	0.27	0.02
Nitrito (N_NO2_mgL)	Media	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.14	0.10	0.04
	Error típico de la media	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.12	0.03	0.02
Nitrato (N_NO3_mgL)	Media	0.32	5.21	1.08	3.47	1.32	1.82	3.67	2.94
	Error típico de la media	0.13	1.67	0.21	0.67	0.35	0.45	0.86	0.40
Amonio (N_NH4_mgL)	Media	0.03	0.04	0.01	0.04	0.01	0.37	1.55	0.10
	Error típico de la media	0.02	0.01	0.00	0.03	0.00	0.23	0.47	0.04
Sulfato (SO4_mgL)	Media	37.73	127.93	97.68	129.61	127.36	115.82	111.66	112.50
	Error típico de la media	4.02	22.57	17.84	13.72	15.32	7.14	6.22	25.05
Silice (SiO2_mgL)	Media	3.51	4.35	4.26	5.38	5.28	4.45	8.49	4.63
	Error típico de la media	0.40	0.53	0.63	0.49	0.63	0.61	1.04	0.59
Cloruro (Cl_mgL)	Media	108.47	262.22	158.67	283.66	160.76	573.26	283.68	241.40
	Error típico de la media	28.22	55.37	30.04	78.55	57.74	209.51	42.73	77.81
Sodio (Na_mgL)	Media	60.65	158.31	75.37	182.72	133.83	373.35	178.74	139.28
	Error típico de la media	9.76	19.44	13.90	28.61	35.81	148.68	18.17	37.07
Potasio (K_mgL)	Media	3.10	11.04	4.29	7.67	4.32	18.80	17.55	8.38
	Error típico de la media	1.56	1.50	0.99	1.52	1.10	4.81	2.17	2.39
Magnesio (Mg_mgL)	Media	14.18	49.29	32.09	61.31	35.11	75.89	44.82	44.40
	Error típico de la media	3.02	5.30	4.51	10.77	7.02	12.01	3.53	8.86
Hierro (Fe_mgL)	Media	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.01
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
Clorofila a (ChlA_mgm2)	Media	5.92	20.19	10.75	16.65	25.55	28.09	27.85	11.75
	Error típico de la media	2.23	3.76	1.78	7.61	12.38	5.27	4.80	3.00
Biomasa (PSLC_gm2)	Media	6.18	14.17	12.41	11.13	12.98	20.01	18.36	12.01
	Error típico de la media	1.07	2.41	2.38	1.67	3.14	5.92	2.24	3.31

Tabla 1.10. Valores medios y error típico de la media de las variables físico-químicas estimadas en el campo y en laboratorio (alcalinidad, DBO, nutrientes, cationes, clorofila a y biomasa). Valores para el tipo 1 según la condición<sup>3</sup>. Categorías derivadas del uso de suelo de las cuencas, especificadas en Pardo & Olsen 2004

<sup>3</sup> establecida *a priori* según el diseño de la red de puntos de muestreo.

		Condicion			
		Referencia	Rural-natural	Artificial-semi-natural	Depuradora
Oxígeno (mgL)	Media	10.38	8.63	9.13	8.64
	Error típico de la media	0.44	0.38	0.26	0.75
Temperatura (°C)	Media	13.88	14.17	16.70	16.12
	Error típico de la media	0.94	1.18	0.49	1.49
pH	Media	8.22	7.80	8.17	7.51
	Error típico de la media	0.09	0.22	0.14	0.08
Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Media	360.78	495.29	607.38	662.04
	Error típico de la media	32.20	67.77	45.75	48.66
Alcalinidad (meqL-1)	Media	3.42	3.52	4.63	6.93
	Error típico de la media	0.32	0.74	0.45	0.69
DBO (mgL)	Media	2.39	1.84	1.86	1.25
	Error típico de la media	0.41	0.47	0.77	0.48
Fosfato (P_PO4_mgL)	Media	0.02	0.02	0.02	0.03
	Error típico de la media	0.00	0.01	0.01	0.01
Nitrito (N_NO2_mgL)	Media	0.00	0.00	0.00	0.01
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.00	0.01
Nitrato (N_NO3_mgL)	Media	0.33	1.04	0.54	0.09
	Error típico de la media	0.11	0.17	0.19	0.03
Amonio (N_NH4_mgL)	Media	0.02	0.02	0.01	0.03
	Error típico de la media	0.01	0.01	0.00	0.02
Sulfato (SO4_mgL)	Media	36.46	75.98	85.19	15.28
	Error típico de la media	7.23	16.69	10.94	3.07
Silice (SiO2_mgL)	Media	1.30	3.44	2.79	4.90
	Error típico de la media	0.17	0.49	0.35	2.42
Cloruro (Cl_mgL)	Media	90.77	31.53	80.25	76.54
	Error típico de la media	31.99	5.93	49.03	25.08
Sodio (Na_mgL)	Media	14.95	14.61	16.91	82.87
	Error típico de la media	1.64	2.17	2.32	53.55
Potasio (K_mgL)	Media	1.39	1.44	1.14	7.78
	Error típico de la media	0.27	0.29	0.19	6.52
Magnesio (Mg_mgL)	Media	9.68	13.91	17.52	12.41
	Error típico de la media	1.53	3.16	2.01	0.85
Hierro (Fe_mgL)	Media	0.01	0.00	0.00	0.09
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.00	0.08
Clorofila a (ChIA_mgm2)	Media	7.49	10.67	15.63	7.66
	Error típico de la media	1.90	2.57	3.23	2.04
Biomasa (PSLC_gm2)	Media	8.74	13.72	30.24	9.43
	Error típico de la media	1.77	5.06	6.80	3.06

Tabla 1.11. Valores medios y error típico de la media de las variables físico-químicas estimadas en el campo y en laboratorio (alcalinidad, DBO, nutrientes, cationes, clorofila a y biomasa). Valores para el tipo 2 según la condición<sup>4</sup>. Categorías derivadas del uso de suelo de las cuencas, especificadas en Pardo & Olsen 2004

<sup>4</sup> establecida *a priori* según el diseño de la red de puntos de muestreo

		Condicion			
		Referencia	Mejor	Rural-natural	Depuradora
Oxigeno (mgL)	Media	9.60	8.87	9.19	6.67
	Error típico de la media	0.17	0.84	0.56	0.65
Temperatura (°C)	Media	14.66	15.62	16.60	16.19
	Error típico de la media	0.59	0.43	0.65	0.62
pH	Media	7.98	7.58	7.98	7.77
	Error típico de la media	0.07	0.09	0.10	0.05
Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Media	687.14	851.36	683.25	1146.62
	Error típico de la media	51.85	131.57	50.39	57.04
Alcalinidad (meqL-1)	Media	5.42	6.66	5.28	7.19
	Error típico de la media	0.24	0.47	0.38	0.35
DBO (mgL)	Media	0.97	1.48	2.04	4.75
	Error típico de la media	0.19	0.32	0.37	1.01
Fosfato (P_PO4_mgL)	Media	0.02	0.02	0.02	0.73
	Error típico de la media	0.00	0.01	0.00	0.23
Nitrito (N_NO2_mgL)	Media	0.00	0.02	0.01	0.04
	Error típico de la media	0.00	0.02	0.00	0.02
Nitrato (N_NO3_mgL)	Media	0.48	0.37	0.72	1.89
	Error típico de la media	0.10	0.09	0.12	0.34
Amonio (N_NH4_mgL)	Media	0.02	0.02	0.03	0.50
	Error típico de la media	0.01	0.01	0.02	0.26
Sulfato (SO4_mgL)	Media	83.71	92.94	89.79	124.32
	Error típico de la media	9.07	9.07	7.91	8.63
Silice (SiO2_mgL)	Media	3.49	3.56	3.22	6.63
	Error típico de la media	0.31	0.58	0.47	0.56
Cloruro (Cl_mgL)	Media	69.98	42.79	70.15	92.66
	Error típico de la media	13.73	6.76	19.37	11.45
Sodio (Na_mgL)	Media	23.38	23.53	19.51	52.91
	Error típico de la media	2.15	4.13	1.50	5.55
Potasio (K_mgL)	Media	1.39	1.59	1.78	7.49
	Error típico de la media	0.14	0.31	0.19	1.25
Magnesio (Mg_mgL)	Media	24.57	21.57	20.02	33.14
	Error típico de la media	2.24	3.64	1.94	2.62
Hierro (Fe_mgL)	Media	0.01	0.00	0.00	0.01
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.00	0.00
Clorofila a (ChlA_mgm2)	Media	7.24	14.45	21.68	20.29
	Error típico de la media	1.09	5.28	4.60	3.86
Biomasa (PSLC_gm2)	Media	7.88	8.74	13.93	16.09
	Error típico de la media	1.55	3.04	2.01	2.77

Tabla 1.12. Valores medios y error típico de la media de las variables físico-químicas estimadas en el campo y en laboratorio (alcalinidad, DBO, nutrientes, cationes, clorofila a y biomasa). Valores para el tipo 5 según la condición<sup>5</sup>. Categorías derivadas del uso de suelo de las cuencas, especificadas en Pardo & Olsen 2004

<sup>5</sup> establecida *a priori* según el diseño de la red de puntos de muestreo

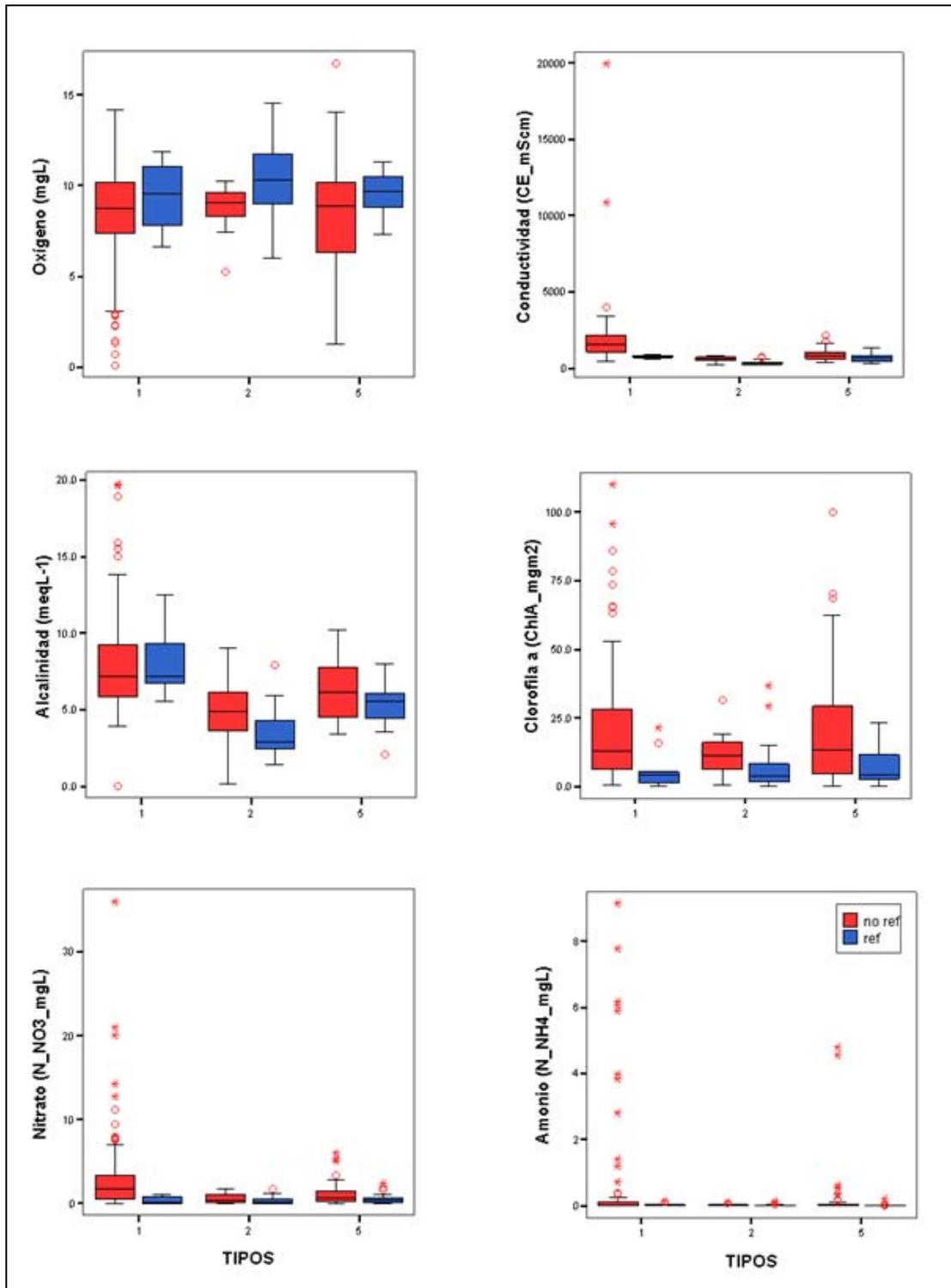


Figura 1.11. Variación de las características medioambientales entre los 3 tipos de torrentes de referencia (azul) y torrentes no referencia (rojo). La figura muestra los diagramas de cajas correspondientes a los datos de las Tabla 1.9-1.11. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

### 1.6.4.2. Gradiente de Presión Orgánica

Los gradientes de presión orgánica se presentan diferenciados por tipo, ya que son los utilizados para el sistema de evaluación de invertebrados. Para la extracción de gradientes orgánicos se realizaron análisis multivariante PCA, utilizando como base la matriz de variables medioambientales. Para la selección de variables a usar en el PCA se ha seguido el criterio explicado en el Apartado 1.6, teniendo en cuenta solamente variables que podrían ocasionar un impacto orgánico. Las variables seleccionadas fueron, para todos los tipos: DBO<sub>5</sub>, la concentración de fosfatos y nitratos, caudal, el oxígeno disuelto y el porcentaje de uso forestal (inverso al porcentaje agrícola y artificial).

#### 1.6.4.2.1. Gradiente de presión orgánica: TIPO 1

Los 2 primeros ejes generados explicaron el 56.8% de la variación total de las muestras; el primer eje explicó un 34.4% y el segundo el 22.4%. El primer gradiente orgánico identificado (eje I) se relaciona negativamente con la carga en fosfatos ( $\text{PO}_4^{=}$ ), y positivamente con el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua y porcentaje (%) de suelo forestal existente en la subcuenca (Tabla 1.13). Este eje separa las estaciones afectadas por depuradoras, con una mayor carga en fosfatos y menos oxígeno, y que se localizan en la parte izquierda de la ordenación, de las estaciones poco alteradas con elevada cobertura forestal en sus cuencas, que se localizan en el lado contrario (Fig. 1.12). El segundo eje (PC2) muestra una relación directa entre el caudal y los nitratos, indicando que aumentan los valores de N al aumentar los caudales en los meses más lluviosos y podría definirse como un gradiente de enriquecimiento en nutrientes temporal y espacial por indicar una elevada concentración de N en puntos afectados por regadío y agricultura, variables inversas al porcentaje de uso forestal (Tabla 1.13).

Variable	PC1	PC2
DBO_mgL	-0.560	0.005
P_PO4_mgL	-0.578	-0.086
N_NO3_mgL	0.087	-0.680
caudal_Ls	0.179	-0.546
Oxig_porc	0.504	-0.014
3_Forestal	0.243	0.481

Tabla 1.13. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables tróficas y usos del suelo para todas las muestras del tipo 1

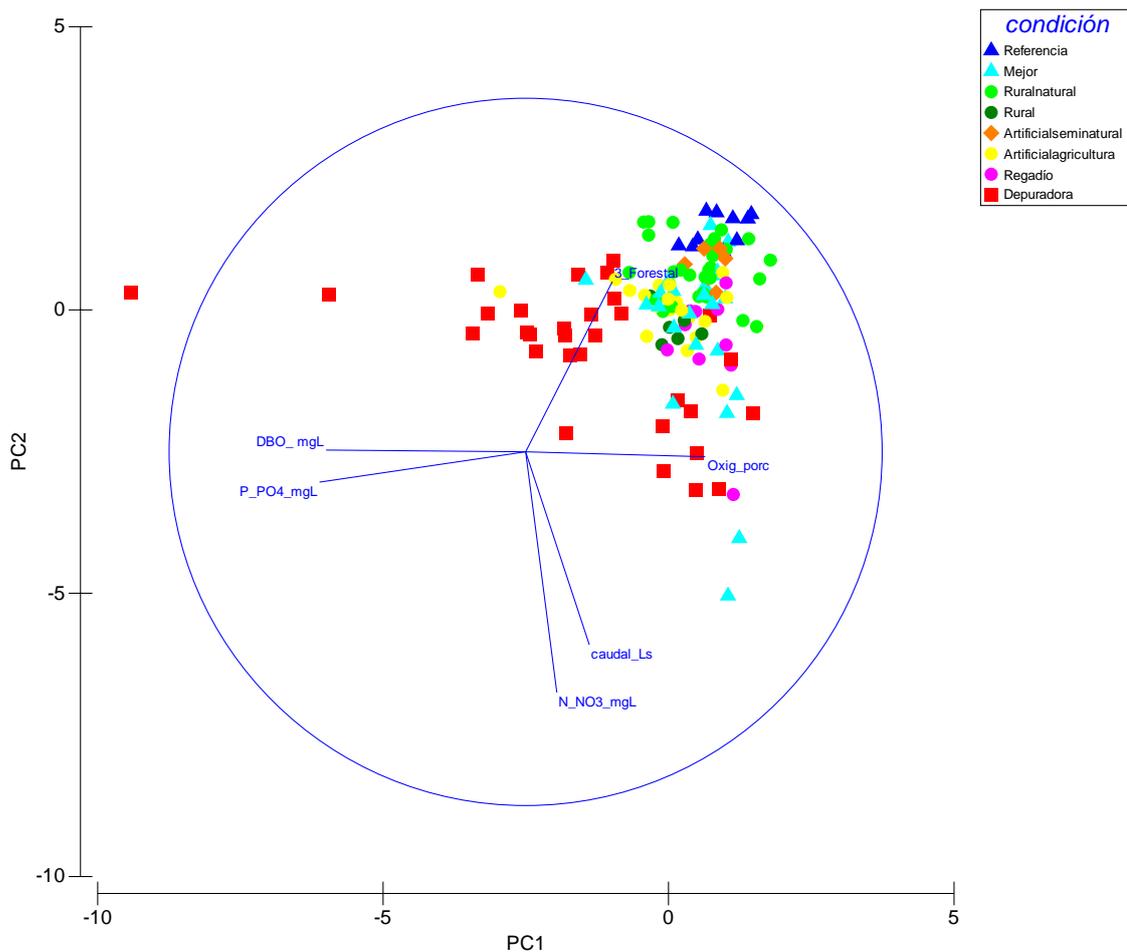


Figura 1.12. Ordenación de muestras de torrentes en los ejes I y II del PCA según la condición establecida para cada tramo fluvial del tipo 1

**1.6.4.2.2. Gradiente de presión orgánica: TIPO 2**

Los 2 primeros ejes generados explicaron el 55.9% de la variación total de las muestras; el primer eje explicaba un 30.8% y el segundo el 25.1%. El primer eje indica un gradiente trófico, marcado por las variables DBO, nitratos y fosfatos, frente al % de suelo forestal existente en la subcuenca (Tabla 1.14). Este eje separa las estaciones de referencia de aquellas con usos de suelo caracterizados como artificiales o rurales, que se localizan en el lado contrario (Fig. 1.13). El segundo eje se relaciona negativamente con el caudal, marcando un gradiente temporal que distribuye las localidades según las campañas de muestreo, enfrentando las muestras de primavera con el resto. Además, se relaciona positivamente con el porcentaje de uso forestal. La ordenación de las muestras del tipo 2 (Fig.1.13) está determinada por los impactos de magnitud leve, a los que está expuesto este tipo de torrente.

Variable	PC1	PC2
DBO_ mgL	-0.567	0.318
P_PO4_ mgL	-0.593	0.270
N_NO3_ mgL	-0.522	-0.299
caudal_ Ls	-0.186	-0.434
Oxig_ porc	0.098	0.400
3_Forestal	0.103	0.623

Tabla 1.14. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables tróficas y usos del suelo para todas las muestras del tipo 2

La localidad L3001pri06' aparece diferenciada del resto, como la localidad más afectada como consecuencia de un vertido puntual (situado a la izquierda en la ordenación, Fig. 1.13). Junto a esta aparecen también muestras del Y274 (Cañón de Coanegra) apuntando a mayores contenidos en nutrientes. Se observa que el único vertido presente en este tipo (J13) muestra mayores concentraciones de nutrientes en épocas de menos caudal (Fig. 1.13).

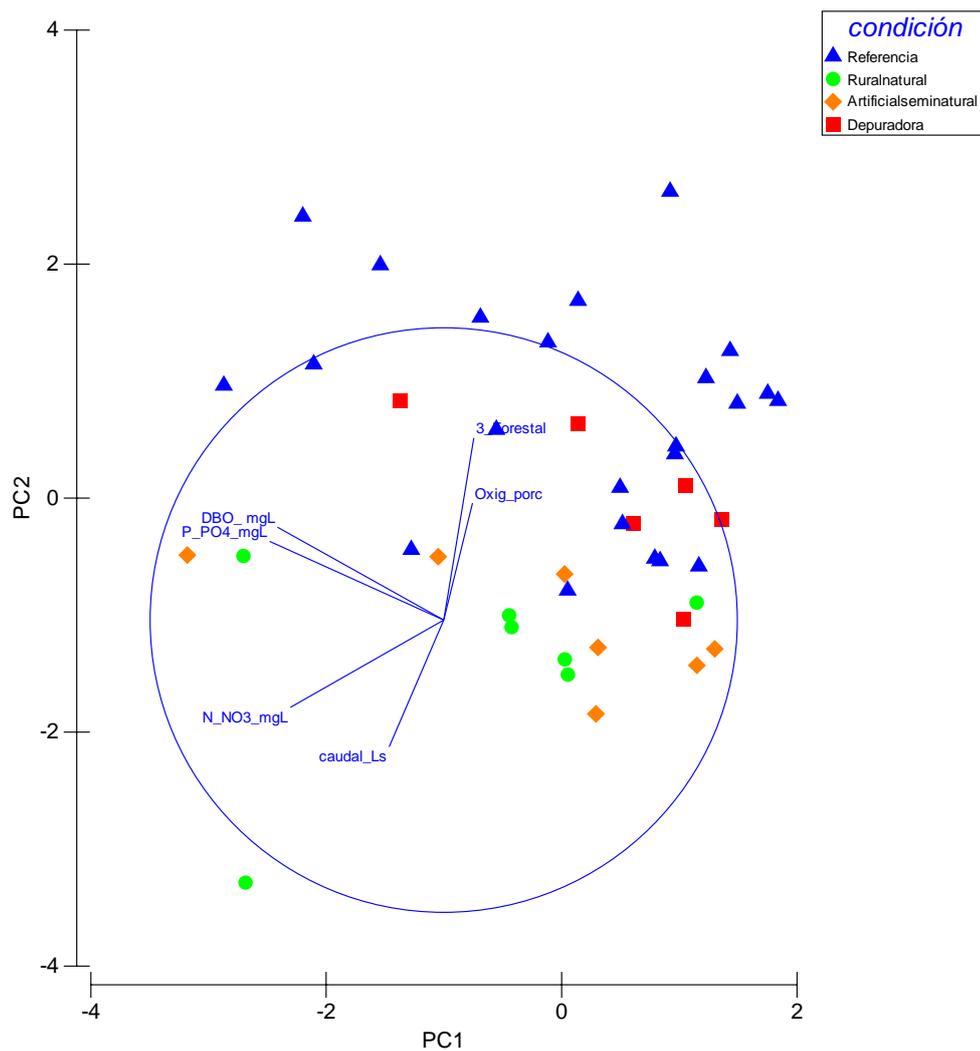


Figura 1.13. Ordenación de muestras de torrentes en los ejes I y II del PCA según la condición establecida para cada tramo fluvial del tipo 2

### 1.6.4.2.3. Gradiente de presión orgánica: TIPO 5

Los 2 primeros ejes generados explican el 59.8% de la variación total de las muestras; el primer eje explicó un 40.7% y el segundo el 19.1%. El primer gradiente orgánico identificado (eje I) se relaciona positivamente con la carga de fosfatos y la DBO, y negativamente con el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua (Tabla 1.15) marcando un gradiente orgánico. Este eje separa las estaciones afectadas por depuradoras, con una mayor carga en fosfatos y que se localizan en la parte derecha de la ordenación, de las estaciones poco alteradas, que se localizan en el lado contrario (Fig. 1.14). El segundo eje podría definirse como un gradiente de enriquecimiento en nitratos temporal y espacial, en épocas de lluvias y en oposición con el

porcentaje forestal (Tabla 1.15). De forma general, este eje separa las muestras de referencia y mejores en su parte positiva de las muestras de depuradoras y zonas menos forestadas en su parte inferior (Fig. 1.14).

Variable	PC1	PC2
DBO_mgL	0.570	-0.018
P_PO4_mgL	0.554	-0.093
N_NO3_mgL	0.249	0.251
caudal_Ls	-0.116	0.692
Oxig_porc	-0.483	0.163
3_Forestal	-0.244	-0.651

Tabla 1.15. Contribución de cada uno de las variables a los componentes del PCA realizado con las réplicas de las variables tróficas y usos del suelo para todas las muestras del tipo 5

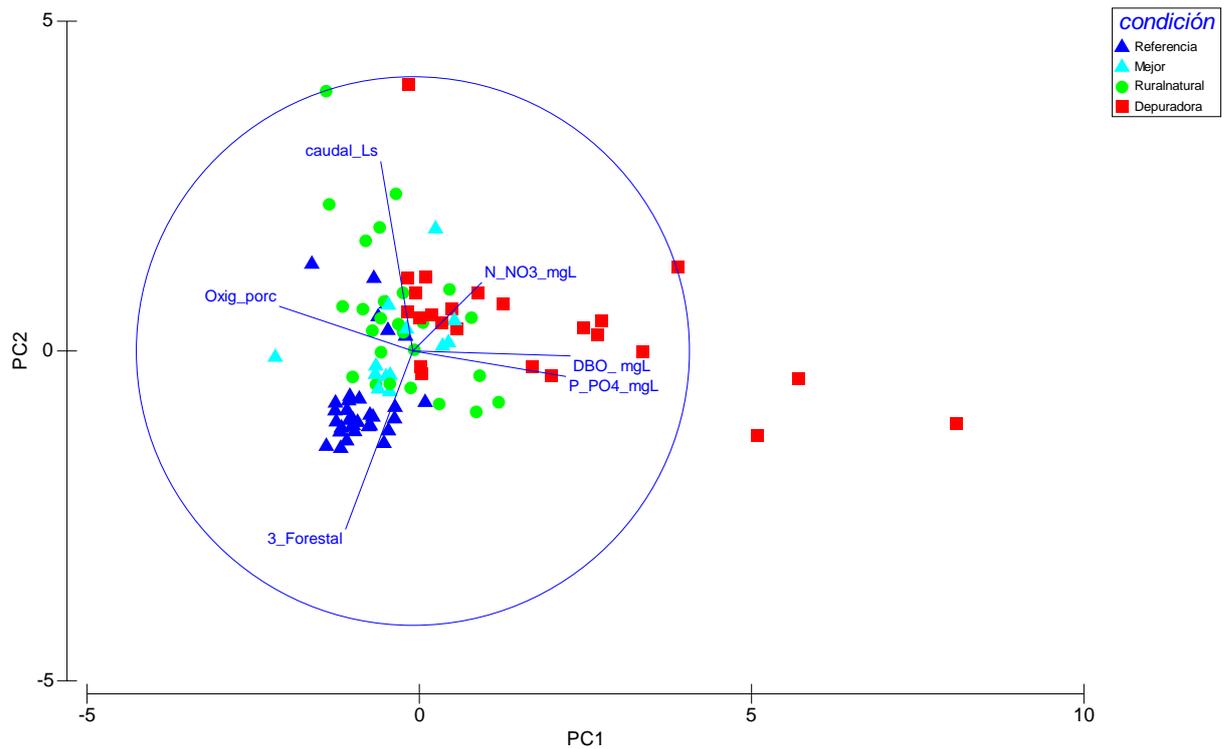


Figura 1.14. Ordenación de muestras de torrentes en los ejes I y II del PCA según la condición establecida para cada tramo fluvial del tipo 5

### 1.6.5. Modelos de clasificación del estado ecológico

Se han identificado 410 taxones de invertebrados y 307 taxones de diatomeas. Solamente aquellos taxones de invertebrados que presentaron abundancias superiores al 1% fueron utilizados en el tratamiento de datos llevado a cabo en la elaboración de este informe, resultando en un total de 246 taxones de invertebrados que se utilizaron para la elaboración de métricos y otros análisis.

Para evaluar las masas de agua según indica la DMA, se ha elaborado un índice multimétrico (compuesto por varios métricos) para cada uno de los elementos biológicos de calidad estudiados (invertebrados y diatomeas), y tipo de torrente (invertebrados). Al índice multimétrico creado para las Islas Baleares, se le ha denominado con el acrónimo de **MIB** (Multimétrico de Islas Baleares), además a este acrónimo se le añade el indicativo del elemento biológico y el tipo de masa de agua, para el que está diseñado, en este caso, torrentes. De este modo los acrónimos que se encontrarán a lo largo del texto y en las figuras serán para invertebrados **INVMIB** (Invertebrados - Multimétrico de Islas Baleares) y para diatomeas **DIATMIB** (Diatomeas - Multimétrico de Islas Baleares).

La clasificación del estado ecológico así como la metodología para su cálculo, se explicaron en el apartado 1.5 del presente informe.

**Diatomeas.-** La identificación de la comunidad de diatomeas bentónicas se ha realizado al menor nivel taxonómico posible (nivel de especie o variedad). Para la evaluación de los torrentes se han utilizado métricos elaborados a partir de los datos de abundancia de determinadas especies sensibles, tales como el PABSS\_TT y el índice PABST\_TT (ver apartado 1.6.3.1). Estos dos métricos y los valores de la clorofila *a* (Chl *a*) se seleccionaron porque respondían al gradiente de presión (Tabla 1.16), de una forma similar a como sucede en el trabajo de investigación Delgado et al. (2010) en ríos gallegos. Posteriormente, los métricos individuales que aumentaban sus valores con el aumento de la presión fueron transformados, invertidos (*i.e.*, PABST\_TT y Chl *a*, porque responde de forma positiva con la presión) y normalizados en función de su naturaleza y el modo de respuesta a la presión, para poder sumarlos y calcular así el multimétrico **DIATMIB**.

TIPO	MÉTRICO	RESPUESTA A LA PRESIÓN	TRANSFORMACIÓN	INVERSIÓN	NORMALIZACIÓN
1, 2 y 5	Chl_a	Clorofila a	aumenta	si	Mediana
	PABSS_TT	Porcentaje de taxones sensibles	disminuye	no	
	PABST_TT	Porcentaje de taxones tolerantes	aumenta	no	

Tabla 1.16. Tabla resumen de los métricos utilizados en la elaboración del multimétrico de diatomeas bentónicas (DIATMIB), para todos los tipos de torrentes, indicando su respuesta a la presión y las transformaciones y normalizaciones necesarias para su obtención

***Invertebrados.-*** El tratamiento de la comunidad de invertebrados se ha realizado a nivel de género. Se han escogido métricos de la comunidad de invertebrados que comprenden las definiciones normativas de la DMA, basadas en la existencia de métricos de 1) composición y abundancia taxonómicas (*i.e.*, riqueza y abundancia), 2) taxones sensibles a las perturbaciones y tolerantes (Anexo 1.VII) y 3) diversidad de taxones. Siguiendo el procedimiento explicado anteriormente en este informe (ver apartado 1.6.) se seleccionaron, para cada tipo de torrente en cuestión, aquellos métricos individuales que mejor respondían a la presión definida por los gradientes de presión extraídos en el apartado anterior (Tabla 1.17). Posteriormente, estos métricos individuales fueron transformados y normalizados en función de su naturaleza y el signo de su respuesta a la presión, para poder sumarlos y calcular así el multimétrico **INVMIB**.

TIPO	MÉTRICO	RESPUESTA A LA PRESIÓN	TRANSFORMACIÓN	INVERSIÓN	NORMALIZACIÓN
1	BCGEN_sincrúst	Índice Bray-Curtis	disminuye	tanto por uno	Mediana
	PTOLGEN_90	Porcentaje de taxones tolerantes	aumenta	tanto por uno	
	RSENGEN_90	Riqueza de taxones sensibles	disminuye	no	
2	EPHEMAB	Abundancia de Ephemeroptera	disminuye	log(x+1)	Mediana
	MARGALEF	Diversidad de Margalef	disminuye	no	
	RSENGEN_90	Riqueza de taxones sensibles	disminuye	no	
5	BCGEN_sincrúst	Índice Bray-Curtis	disminuye	tanto por uno	Mediana
	PTOLGEN_90	Porcentaje de taxones tolerantes	aumenta	tanto por uno	
	RSENGEN_90	Riqueza de taxones sensibles	disminuye	no	
	EPTabcl	EPT % abundancia de clases	disminuye	tanto por uno	

Tabla 1.17. Tabla resumen de los métricos utilizados en la elaboración del multimétrico de invertebrados (INVMIB), y para cada tipo de torrente, indicando su respuesta a la presión y las transformaciones y normalizaciones necesarias para su obtención

### 1.6.5.1. Algas bentónicas (DIATOMEAS)

En el caso de las diatomeas, se han usado los valores de 58 muestras estacionales (05-08) de 12 localidades de referencia (AB240, H220, AC25, AC19, AK28, AN260, B1000, B2000, B2001, G3000, H12 y K2600) para la elaboración del multimétrico **DIATMIB**.

*Elaboración del multimétrico.*- Para el cálculo del multimétrico de diatomeas se han utilizado los dos métricos que describen ecológicamente la comunidad en base a la abundancia de taxones sensibles (PABSS\_TT) y de taxones tolerantes (PABST\_TT), junto con el métrico de abundancia de clorofila a (Chl<sub>a</sub>) (Tabla 1.16).

El cálculo y los valores del multimétrico DIATMIB para cada una de las muestras localidades, se presenta en la tabla 1.18. También se suministra el valor de la mediana de los valores de las referencias, y su valor del EQR\_DIATMIB, calculado de dividir el valor observado del multimétrico, por el valor de la mediana de la referencia (valor esperado). También se suministran en la tabla la clase de estado ecológico a la que pertenece cada muestra de torrente según los cortes de 0.93, 0.73, 0.50 y 0.25 propuestos (Tabla 1.2).

ID_MUESTREO	CONDICIÓN	TIPO	Chl_a/max	1-(Chl_a/max)	N1-Chl_a/max	PABSS_TT	NPABSS_TT	PABST_TT	1-PABST_TT	N1-PABST_TT	DIATMIB	EQR_DIATMIB	CLASE	
AB240inv06	Referencia	5	0.086	0.914	0.951	0.741	0.783	0.201	0.799	0.822	2.556	0.866	Referencia	
AB240inv08	Referencia	5	0.085	0.915	0.952	0.931	0.985	0.040	0.960	0.987	2.923	0.991	Referencia	
AB240pri06	Referencia	5	0.151	0.849	0.884	0.973	1.029	0.020	0.980	1.008	2.920	0.990	Referencia	
AB240pri08	Referencia	5	0.013	0.987	1.027	0.960	1.015	0.026	0.974	1.001	3.044	1.032	Referencia	
AC19inv06	Referencia	2	0.034	0.966	1.006	0.641	0.678	0.347	0.653	0.671	2.355	0.798	Referencia	
AC19inv08	Referencia	2	0.103	0.897	0.934	0.940	0.993	0.053	0.947	0.974	2.900	0.983	Referencia	
AC19oto05	Referencia	2	0.059	0.941	0.980	0.983	1.039	0.010	0.990	1.018	3.037	1.029	Referencia	
AC19pri05	Referencia	2	0.021	0.979	1.019	0.899	0.950	0.068	0.932	0.959	2.928	0.992	Referencia	
AC19pri06	Referencia	2	0.061	0.939	0.977	0.975	1.031	0.015	0.985	1.013	3.021	1.024	Referencia	
AC25inv06	Referencia	5	0.171	0.829	0.863	0.946	1.000	0.049	0.951	0.978	2.841	0.963	Referencia	
AC25inv08	Referencia	5	0.033	0.967	1.006	0.946	1.000	0.020	0.980	1.008	3.014	1.022	Referencia	
AC25oto05	Referencia	5	0.054	0.946	0.985	0.917	0.969	0.029	0.971	0.999	2.952	1.001	Referencia	
AC25pri05	Referencia	5	0.091	0.909	0.946	0.952	1.007	0.026	0.974	1.001	2.954	1.001	Referencia	
AC25pri06	Referencia	5	0.032	0.968	1.008	0.993	1.049	0.002	0.998	1.026	3.083	1.045	Referencia	
AC25pri08	Referencia	5	0.043	0.957	0.996	0.970	1.025	0.026	0.974	1.002	3.023	1.025	Referencia	
AK28inv06	Referencia	1	0.142	0.858	0.893	0.981	1.037	0.010	0.990	1.018	2.948	0.999	Referencia	
AK28oto05	Referencia	1	0.038	0.962	1.001	0.969	1.025	0.017	0.983	1.011	3.037	1.029	Referencia	
AK28pri06	Referencia	1	0.017	0.983	1.023	0.993	1.050	0.005	0.995	1.023	3.096	1.049	Referencia	
AK28pri08	Referencia	1	0.005	0.995	1.036	0.985	1.042	0.005	0.995	1.023	3.101	1.051	Referencia	
AN260inv06	Referencia	1	0.196	0.804	0.837	0.981	1.037	0.010	0.990	1.018	2.892	0.980	Referencia	
AN260inv08	Referencia	1	0.049	0.951	0.990	0.981	1.037	0.010	0.990	1.018	3.045	1.032	Referencia	
AN260oto05	Referencia	1	0.038	0.962	1.001	1.000	1.057	0.000	1.000	1.028	3.086	1.046	Referencia	
AN260pri06	Referencia	1	0.011	0.989	1.029	0.883	0.933	0.014	0.986	1.013	2.976	1.009	Referencia	
AN260pri08	Referencia	1	0.002	0.998	1.039	0.971	1.026	0.015	0.985	1.013	3.078	1.043	Referencia	
B1000inv06	Referencia	5	0.121	0.879	0.915	0.662	0.700	0.205	0.795	0.817	2.432	0.824	Referencia	
B1000inv08	Referencia	5	0.105	0.895	0.932	0.420	0.444	0.234	0.766	0.787	2.163	0.733	Referencia	
B1000pri06	Referencia	5	0.145	0.855	0.890	0.776	0.820	0.041	0.959	0.987	2.697	0.914	Referencia	
B1000pri08	Referencia	5	0.015	0.985	1.025	0.445	0.470	0.299	0.701	0.721	2.217	0.751	Referencia	
B2000pri05	Referencia	5	0.027	0.973	1.012	0.597	0.631	0.251	0.771	0.771	2.414	0.818	Referencia	
B2000pri06	Referencia	5	0.070	0.930	0.968	0.981	1.037	0.014	0.986	1.014	3.019	1.023	Referencia	
B2000pri08	Referencia	5	0.003	0.997	1.038	0.497	0.525	0.452	0.548	0.563	2.126	0.721	Referencia	
B2001inv06	Referencia	5	0.041	0.959	0.998	0.947	1.001	0.029	0.971	0.999	2.998	1.016	Referencia	
B2001inv08	Referencia	5	0.031	0.969	1.009	0.920	0.973	0.034	0.966	0.994	2.975	1.008	Referencia	
B2001oto05	Referencia	5	0.007	0.993	1.034	0.198	0.209	0.082	0.918	0.944	2.187	0.741	Referencia	
B2001pri05	Referencia	5	0.183	0.817	0.850	0.925	0.977	0.025	0.975	1.002	2.830	0.959	Referencia	
B2001pri06	Referencia	5	0.105	0.895	0.932	0.976	1.032	0.010	0.990	1.018	2.982	1.011	Referencia	
B2001pri08	Referencia	5	0.001	0.999	1.039	0.762	0.805	0.180	0.820	0.843	2.688	0.911	Referencia	
G3000inv06	Referencia	5	0.210	0.790	0.822	0.985	1.042	0.010	0.990	1.018	2.882	0.977	Referencia	
G3000inv08	Referencia	5	0.040	0.960	0.999	0.959	1.014	0.039	0.961	0.988	3.002	1.017	Referencia	
G3000oto05	Referencia	5	0.116	0.884	0.920	0.978	1.034	0.010	0.990	1.018	2.972	1.007	Referencia	
G3000pri05	Referencia	5	0.040	0.960	0.999	0.967	1.022	0.009	0.991	1.019	3.040	1.030	Referencia	
G3000pri06	Referencia	5	0.033	0.967	1.007	0.983	1.039	0.017	0.983	1.011	3.056	1.036	Referencia	
H12inv06	Referencia	2	0.334	0.666	0.693	0.913	0.966	0.075	0.925	0.951	2.610	0.885	Referencia	
H12inv08	Referencia	2	0.036	0.964	1.004	0.367	0.388	0.288	0.712	0.732	2.123	0.720	Referencia	
H12oto05	Referencia	2	0.136	0.864	0.900	0.504	0.532	0.212	0.788	0.811	2.243	0.760	Referencia	
H12pri05	Referencia	2	0.117	0.883	0.919	0.651	0.688	0.097	0.903	0.928	2.535	0.859	Referencia	
H12pri06	Referencia	2	0.026	0.974	1.014	0.675	0.713	0.152	0.848	0.872	2.599	0.881	Referencia	
H12pri08	Referencia	2	0.001	0.999	1.040	0.842	0.890	0.113	0.887	0.912	2.842	0.963	Referencia	
H220inv06	Referencia	2	0.004	0.996	1.037	0.678	0.716	0.301	0.699	0.719	2.472	0.838	Referencia	
H220inv08	Referencia	2	0.065	0.935	0.973	0.767	0.811	0.209	0.791	0.813	2.597	0.880	Referencia	
H220oto05	Referencia	2	0.062	0.938	0.976	0.993	1.049	0.007	0.993	1.021	3.046	1.033	Referencia	
H220pri05	Referencia	2	0.015	0.985	1.025	0.995	1.052	0.005	0.995	1.023	3.100	1.051	Referencia	
H220pri08	Referencia	2	0.014	0.986	1.027	0.959	1.013	0.024	0.976	1.003	3.043	1.032	Referencia	
K2600inv06	Referencia	2	0.266	0.734	0.764	0.994	1.051	0.433	0.567	0.583	2.398	0.813	Referencia	
K2600inv08	Referencia	2	0.083	0.917	0.954	0.968	1.023	0.006	0.994	1.022	3.000	1.017	Referencia	
K2600oto05	Referencia	2	0.014	0.986	1.027	0.514	0.543	0.014	0.986	1.014	2.584	0.876	Referencia	
K2600pri06	Referencia	2	0.035	0.965	1.005	0.998	1.055	0.020	0.980	1.008	3.067	1.040	Referencia	
K2600pri08	Referencia	2	0.060	0.940	0.978	0.974	1.029	0.002	0.998	1.026	3.033	1.028	Referencia	
<b>MEDIANA</b>			<b>0.961</b>										<b>2.950</b>	
AL3200inv06	Mejor	1	0.027	0.973	1.013	0.988	1.045	0.002	0.998	1.026	3.083	1.045	Muy Bueno	
K2100pri06	Ruralnatural	5	0.013	0.987	1.027	0.940	0.994	0.005	0.995	1.023	3.044	1.032	Muy Bueno	
R516pri08	Ruralnatural	1	0.008	0.992	1.033	0.940	0.994	0.018	0.982	1.009	3.036	1.029	Muy Bueno	
R516inv08	Ruralnatural	1	0.055	0.945	0.983	0.955	1.010	0.015	0.985	1.013	3.006	1.019	Muy Bueno	
AL3200oto05	Mejor	1	0.022	0.978	1.018	0.915	0.968	0.033	0.967	0.994	2.980	1.010	Muy Bueno	
K260oto05	Ruralnatural	2	0.052	0.948	0.987	0.909	0.961	0.002	0.998	1.026	2.974	1.008	Muy Bueno	
L3000oto05	Artificialeseminatural	2	0.061	0.939	0.977	0.941	0.995	0.037	0.963	0.990	2.962	1.004	Muy Bueno	
C218oto05	Mejor	1	0.028	0.972	1.011	0.932	0.986	0.068	0.932	0.959	2.956	1.002	Muy Bueno	
L3000pri05	Artificialeseminatural	2	0.063	0.937	0.975	0.915	0.968	0.018	0.982	1.009	2.952	1.001	Muy Bueno	
H1000inv06	Ruralnatural	1	0.129	0.871	0.906	0.972	1.028	0.021	0.979	1.007	2.941	0.997	Muy Bueno	
J13pri06	Depuradora	2	0.131	0.869	0.905	0.952	1.006	0.000	1.000	1.028	2.939	0.996	Muy Bueno	
K26inv06	Ruralnatural	2	0.161	0.839	0.873	0.982	1.038	0.016	0.984	1.012	2.923	0.991	Muy Bueno	
H1000inv08	Ruralnatural	1	0.081	0.919	0.956	0.933	0.987	0.055	0.945	0.971	2.914	0.988	Muy Bueno	
C454pri08	Ruralnatural	1	0.025	0.975	1.015	0.902	0.953	0.089	0.911	0.937	2.905	0.985	Muy Bueno	
K2100oto05	Ruralnatural	5	0.014	0.986	1.027	0.886	0.936	0.097	0.903	0.928	2.891	0.980	Muy Bueno	
AF700pri06	Ruralnatural	1	0.158	0.842	0.877	0.931	0.984	0.022	0.978	1.005	2.867	0.972	Muy Bueno	
B216pri06	Ruralnatural	1	0.100	0.900	0.936	0.897	0.948	0.066	0.934	0.960	2.844	0.964	Muy Bueno	
AF700inv06	Ruralnatural	1	0.136	0.864	0.900	0.918	0.971	0.063	0.937	0.964	2.834	0.961	Muy Bueno	
Y288pri06	Ruralnatural	5	0.083	0.917	0.954	0.883	0.933	0.080	0.920	0.945	2.833	0.960	Muy Bueno	
K2100inv06	Ruralnatural	5	0.166	0.834	0.868	0.939	0.993	0.059	0.941	0.968	2.829	0.959	Muy Bueno	
L3000inv08	Artificialeseminatural	2	0.124	0.876	0.912	0.864	0.913	0.027	0.973	1.000	2.825	0.958	Muy Bueno	
C454pri06	Ruralnatural	1	0.077	0.923	0.961	0.888	0.939	0.102	0.898	0.923	2.823	0.957	Muy Bueno	
Y288inv06	Ruralnatural	5	0.208	0.792	0.824	0.950	1.005	0.038	0.962	0.989	2.818	0.955	Muy Bueno	
C454inv08	Ruralnatural	1	0.142	0.858	0.893	0.904	0.956	0.067	0.933	0.959	2.808	0.952	Muy Bueno	
C454inv06	Ruralnatural	1	0.016	0.984	1.024	0.852	0.901	0.146	0.854	0.878	2.804	0.950	Muy Bueno	
J13inv06	Depuradora	2	0.091	0.909	0.946	0.842	0.890	0.062	0.938	0.964	2.801	0.949	Muy Bueno	
C454pri05	Ruralnatural	1	0.013	0.987	1.027	0.764	0.807	0.067	0.933	0.960	2.794	0.947	Muy Bueno	

Tabla 1.18. Valor del EQR obtenido para cada muestra (IDmuestra = identificador de cada muestra; CONDICIÓN; métricos seleccionados y normalizados, DIATMIB = multimétrico diatomeas, EQR\_DIATMIB = índice de estado ecológico; CLASE: clases de estado)

ID_MUESTREO	CONDICIÓN	TIPO	Chl_a/max	1-(Chl_a/max)	N1-Chl_a/max	PABSS_TT	NPABSS_TT	PABST_TT	1-PABST_TT	N1-PABST_TT	DIATMIB	EQR_DIATMIB	CLASE
E553inv08	Regadio	1	0.105	0.895	0.932	0.795	0.840	0.027	0.973	1.001	2.772	0.940	Muy Bueno
R380pri05	Artificialeseminatural	1	0.010	0.990	1.030	0.807	0.854	0.146	0.854	0.878	2.762	0.936	Muy Bueno
J13inv08	Depuradora	2	0.038	0.962	1.001	0.808	0.854	0.148	0.852	0.876	2.732	0.926	Bueno
AF700inv08	Ruralnatural	1	0.067	0.933	0.971	0.741	0.783	0.052	0.948	0.975	2.729	0.925	Bueno
K31inv08	Ruralnatural	5	0.078	0.922	0.960	0.765	0.809	0.073	0.927	0.953	2.722	0.923	Bueno
L3000pri06	Artificialeseminatural	2	0.173	0.827	0.861	0.863	0.912	0.083	0.917	0.943	2.716	0.921	Bueno
H1000pri08	Ruralnatural	1	0.049	0.951	0.990	0.803	0.849	0.175	0.825	0.849	2.687	0.911	Bueno
J13oto05	Depuradora	2	0.036	0.964	1.004	0.705	0.746	0.096	0.904	0.930	2.679	0.908	Bueno
Y288pri08	Ruralnatural	5	0.004	0.996	1.037	0.737	0.779	0.163	0.837	0.861	2.677	0.907	Bueno
B216pri08	Ruralnatural	1	0.007	0.993	1.033	0.734	0.776	0.162	0.838	0.862	2.671	0.906	Bueno
B216inv08	Ruralnatural	1	0.038	0.962	1.002	0.717	0.758	0.124	0.876	0.901	2.660	0.902	Bueno
AF700oto05	Ruralnatural	1	0.205	0.795	0.828	0.814	0.861	0.057	0.943	0.969	2.658	0.901	Bueno
L3000inv06	Artificialeseminatural	2	0.285	0.715	0.744	0.885	0.935	0.049	0.951	0.978	2.657	0.901	Bueno
K31pri06	Ruralnatural	5	0.188	0.812	0.845	0.827	0.874	0.101	0.899	0.925	2.644	0.896	Bueno
K2100pri05	Ruralnatural	5	0.163	0.837	0.871	0.769	0.813	0.081	0.919	0.944	2.629	0.891	Bueno
J13pri05	Depuradora	2	0.105	0.895	0.931	0.665	0.703	0.044	0.956	0.983	2.617	0.887	Bueno
J560pri06	Rural	1	0.159	0.841	0.875	0.747	0.790	0.092	0.908	0.934	2.599	0.881	Bueno
K2101pri08	Ruralnatural	5	0.132	0.868	0.904	0.764	0.808	0.155	0.845	0.869	2.581	0.875	Bueno
K31oto05	Ruralnatural	5	0.002	0.998	1.039	0.679	0.718	0.209	0.791	0.813	2.570	0.871	Bueno
K23pri06	Ruralnatural	5	0.042	0.958	0.997	0.741	0.783	0.245	0.755	0.776	2.556	0.866	Bueno
H1000pri06	Ruralnatural	1	0.142	0.858	0.894	0.776	0.820	0.186	0.814	0.837	2.550	0.865	Bueno
Y288pri05	Ruralnatural	5	0.216	0.784	0.816	0.730	0.772	0.067	0.933	0.959	2.547	0.863	Bueno
H1000oto05	Ruralnatural	1	0.060	0.940	0.978	0.734	0.776	0.242	0.758	0.779	2.533	0.859	Bueno
K2101pri05	Ruralnatural	5	0.295	0.705	0.734	0.836	0.884	0.118	0.882	0.907	2.525	0.856	Bueno
Y288oto05	Ruralnatural	5	0.038	0.962	1.001	0.603	0.638	0.146	0.854	0.878	2.517	0.853	Bueno
K2101pri06	Ruralnatural	5	0.444	0.556	0.578	0.908	0.960	0.057	0.943	0.970	2.508	0.850	Bueno
H1000pri05	Ruralnatural	1	0.056	0.944	0.983	0.717	0.758	0.256	0.744	0.765	2.505	0.849	Bueno
K31pri08	Ruralnatural	5	0.034	0.966	1.006	0.659	0.697	0.244	0.756	0.778	2.480	0.841	Bueno
K3100inv06	Mejor	5	0.567	0.433	0.451	0.970	1.025	0.023	0.977	1.004	2.480	0.841	Bueno
Q520pri08	Ruralnatural	1	0.031	0.969	1.009	0.629	0.665	0.244	0.756	0.777	2.451	0.831	Bueno
A089oto05	Artificialagricultura	1	0.030	0.970	1.010	0.654	0.691	0.272	0.728	0.749	2.450	0.830	Bueno
L3000pri08	Artificialeseminatural	2	0.173	0.827	0.861	0.701	0.741	0.190	0.810	0.833	2.435	0.825	Bueno
J560inv06	Rural	1	0.482	0.518	0.539	0.855	0.904	0.056	0.944	0.971	2.414	0.818	Bueno
R380oto05	Artificialeseminatural	1	0.032	0.968	1.007	0.619	0.654	0.291	0.709	0.729	2.391	0.810	Bueno
K2101inv06	Ruralnatural	5	0.343	0.657	0.684	0.806	0.852	0.192	0.808	0.831	2.367	0.802	Bueno
ABB1000pri08	Mejor	1	0.448	0.552	0.575	0.821	0.868	0.114	0.886	0.911	2.354	0.798	Bueno
B216oto05	Ruralnatural	1	0.089	0.911	0.948	0.549	0.581	0.222	0.778	0.800	2.329	0.789	Bueno
B216inv06	Ruralnatural	1	0.223	0.777	0.809	0.576	0.609	0.129	0.871	0.895	2.313	0.784	Bueno
V319inv06	Depuradora	5	0.500	0.500	0.520	0.847	0.896	0.131	0.869	0.893	2.309	0.783	Bueno
J13pri08	Depuradora	2	0.017	0.983	1.023	0.384	0.406	0.166	0.834	0.858	2.286	0.775	Bueno
ABB1000pri06	Mejor	1	0.209	0.791	0.823	0.499	0.527	0.090	0.910	0.936	2.286	0.775	Bueno
L3001pri06	Artificialeseminatural	2	0.115	0.885	0.921	0.501	0.530	0.222	0.778	0.800	2.251	0.763	Bueno
ABB1000inv08	Mejor	1	0.304	0.696	0.725	0.658	0.695	0.201	0.799	0.822	2.241	0.760	Bueno
Q520inv08	Ruralnatural	1	0.128	0.872	0.908	0.556	0.588	0.282	0.718	0.739	2.235	0.757	Bueno
K3100pri08	Mejor	5	0.009	0.991	1.031	0.519	0.549	0.365	0.635	0.653	2.232	0.757	Bueno
Y274inv08	Ruralnatural	2	0.099	0.901	0.938	0.403	0.426	0.156	0.844	0.868	2.232	0.757	Bueno
V3190oto05	Mejor	5	0.073	0.927	0.965	0.450	0.475	0.239	0.761	0.782	2.223	0.753	Bueno
C217inv06	Artificialeseminatural	1	0.596	0.404	0.421	0.844	0.892	0.128	0.872	0.896	2.209	0.749	Bueno
B216pri05	Ruralnatural	1	0.076	0.924	0.962	0.456	0.482	0.337	0.663	0.681	2.126	0.720	Moderado
K23inv08	Ruralnatural	5	0.018	0.982	1.022	0.391	0.413	0.334	0.666	0.685	2.120	0.719	Moderado
K23oto05	Ruralnatural	5	0.122	0.878	0.914	0.512	0.541	0.410	0.590	0.606	2.061	0.699	Moderado
ABB1000inv06	Mejor	1	0.373	0.627	0.652	0.467	0.494	0.133	0.867	0.892	2.039	0.691	Moderado
Y288inv08	Ruralnatural	5	0.638	0.362	0.376	0.773	0.817	0.213	0.787	0.809	2.003	0.679	Moderado
Y274pri05	Ruralnatural	2	0.174	0.826	0.859	0.450	0.476	0.373	0.628	0.645	1.980	0.671	Moderado
K2101inv08	Ruralnatural	5	0.181	0.819	0.853	0.475	0.503	0.436	0.564	0.580	1.935	0.656	Moderado
N79pri08	Depuradora	5	0.020	0.980	1.020	0.086	0.091	0.223	0.777	0.799	1.910	0.647	Moderado
R508oto05	Mejor	1	0.027	0.973	1.012	0.121	0.128	0.265	0.735	0.756	1.897	0.643	Moderado
ABB1000oto05	Mejor	1	0.091	0.909	0.946	0.092	0.098	0.182	0.818	0.841	1.885	0.639	Moderado
Y274pri08	Ruralnatural	2	0.004	0.996	1.037	0.362	0.383	0.561	0.439	0.451	1.871	0.634	Moderado
L484pri05	Mejor	1	0.056	0.944	0.983	0.257	0.272	0.412	0.588	0.605	1.860	0.630	Moderado
K23pri08	Ruralnatural	5	0.313	0.687	0.715	0.337	0.356	0.244	0.756	0.777	1.848	0.627	Moderado
V3190pri05	Mejor	5	0.085	0.915	0.952	0.213	0.225	0.363	0.637	0.655	1.833	0.621	Moderado
C218inv06	Mejor	1	0.593	0.407	0.423	0.866	0.904	0.320	0.680	0.699	1.827	0.619	Moderado
AB500pri05	Depuradora	1	0.019	0.981	1.022	0.000	0.000	0.227	0.773	0.795	1.817	0.616	Moderado
V3190inv08	Mejor	5	0.390	0.610	0.634	0.458	0.485	0.380	0.620	0.638	1.757	0.595	Moderado
N79pri05	Depuradora	5	0.123	0.877	0.913	0.005	0.005	0.204	0.796	0.819	1.737	0.589	Moderado
Y289pri08	Depuradora	5	0.041	0.959	0.998	0.000	0.000	0.331	0.669	0.688	1.686	0.571	Moderado
R508pri06	Mejor	1	0.047	0.953	0.992	0.053	0.056	0.390	0.610	0.627	1.675	0.568	Moderado
K31000inv08	Mejor	5	0.054	0.946	0.985	0.097	0.102	0.468	0.532	0.547	1.635	0.554	Moderado
V3190pri08	Mejor	5	0.031	0.969	1.009	0.177	0.187	0.588	0.412	0.423	1.619	0.549	Moderado
L484oto05	Mejor	1	0.071	0.929	0.967	0.065	0.069	0.458	0.542	0.557	1.594	0.540	Moderado
N79inv08	Depuradora	5	0.128	0.872	0.908	0.040	0.042	0.388	0.612	0.629	1.579	0.535	Moderado
K3100oto05	Mejor	5	0.008	0.992	1.033	0.236	0.250	0.734	0.266	0.274	1.556	0.527	Moderado
K2101oto05	Ruralnatural	5	0.109	0.891	0.928	0.212	0.224	0.622	0.378	0.388	1.541	0.522	Moderado
C217oto05	Artificialeseminatural	1	0.073	0.927	0.964	0.238	0.252	0.691	0.309	0.318	1.534	0.520	Moderado
J560oto05	Rural	1	0.015	0.985	1.025	0.172	0.182	0.704	0.296	0.304	1.512	0.512	Moderado
A089inv06	Artificialagricultura	1	0.449	0.551	0.574	0.416	0.440	0.521	0.479	0.493	1.507	0.511	Moderado
Y289inv08	Depuradora	5	0.159	0.841	0.875	0.043	0.046	0.439	0.561	0.577	1.498	0.508	Moderado
V319inv08	Depuradora	5	0.149	0.851	0.886	0.019	0.020	0.442	0.558	0.573	1.480	0.502	Moderado
R380pri06	Artificialeseminatural	1	0.107	0.893	0.930	0.094	0.099	0.566	0.434	0.447	1.476	0.500	Moderado
V319pri08	Depuradora	5	0.056	0.944	0.982	0.034	0.036	0.569	0.431	0.443	1.461	0.495	Deficiente
F460oto05	Artificialagricultura	1	0.117	0.883	0.920	0.009	0.010	0.519	0.481	0.495	1.424	0.483	Deficiente
V3190pri06	Mejor	5	0.158	0.842	0.876	0.168	0.178	0.649	0.351	0.361	1.416	0.480	Deficiente
K31inv06	Ruralnatural	5	0.369	0.631	0.656	0.355	0.375	0.639	0.361	0.372	1.403	0.475	Deficiente

Tabla 1.18. (cont.) Valor del EQR obtenido para cada muestra (IDmuestra = identificador de cada muestra; CONDICIÓN; métricos seleccionados y normalizados, DIATMIB = multimétrico diatomeas, EQR\_DIATMIB = índice de estado ecológico; CLASE: clases de estado)

ID_MUESTREO	CONDICIÓN	TIPO	Chi_a/max	1-(Chi_a/max)	N1-Chi_a/max	PABSS_TT	NPABSS_TT	PABST_TT	1-PABST_TT	N1-PABST_TT	DIATMIB	EQR_DIATMIB	CLASE
AN271inv08	Regadio	1	0.267	0.733	0.763	0.017	0.018	0.420	0.580	0.596	1.377	0.467	Deficiente
F460pri06	Artificialagricultura	1	0.284	0.716	0.745	0.014	0.015	0.401	0.599	0.616	1.376	0.466	Deficiente
F460inv06	Artificialagricultura	1	0.395	0.605	0.630	0.002	0.003	0.305	0.695	0.714	1.347	0.457	Deficiente
B213oto05	Depuradora	1	0.186	0.814	0.847	0.215	0.228	0.742	0.258	0.266	1.341	0.454	Deficiente
F460pri08	Artificialagricultura	1	0.077	0.923	0.961	0.000	0.000	0.640	0.360	0.370	1.331	0.451	Deficiente
AN271pri08	Regadio	1	0.029	0.971	1.011	0.027	0.029	0.726	0.274	0.281	1.321	0.448	Deficiente
L482pri06	Regadio	1	0.041	0.959	0.999	0.002	0.002	0.704	0.296	0.304	1.305	0.442	Deficiente
R508pri05	Mejor	1	0.166	0.834	0.868	0.007	0.007	0.585	0.415	0.427	1.302	0.441	Deficiente
S468inv08	Mejor	1	0.043	0.957	0.996	0.011	0.011	0.747	0.253	0.260	1.288	0.430	Deficiente
N79pri06	Depuradora	5	0.277	0.723	0.753	0.021	0.023	0.542	0.458	0.471	1.247	0.423	Deficiente
L484inv08	Mejor	1	0.378	0.622	0.647	0.077	0.082	0.502	0.498	0.512	1.240	0.420	Deficiente
L484pri06	Mejor	1	0.199	0.801	0.833	0.028	0.030	0.645	0.355	0.365	1.229	0.417	Deficiente
V319pri05	Depuradora	5	0.131	0.869	0.905	0.000	0.000	0.699	0.301	0.309	1.214	0.412	Deficiente
U470pri06	Artificialagricultura	1	0.187	0.813	0.846	0.007	0.008	0.695	0.305	0.314	1.168	0.396	Deficiente
K23inv06	Ruralnatural	5	0.909	0.091	0.094	0.492	0.520	0.468	0.532	0.547	1.162	0.394	Deficiente
AJ364oto05	Depuradora	1	0.052	0.948	0.987	0.060	0.063	0.908	0.092	0.095	1.145	0.388	Deficiente
C454oto05	Ruralnatural	1	0.072	0.928	0.966	0.074	0.078	0.917	0.083	0.086	1.130	0.383	Deficiente
AB485pri06	Rural	1	0.105	0.895	0.932	0.000	0.000	0.809	0.191	0.197	1.128	0.383	Deficiente
D5inv08	Artificialagricultura	1	0.168	0.832	0.866	0.105	0.111	0.856	0.144	0.148	1.124	0.381	Deficiente
F460inv08	Artificialagricultura	1	0.129	0.871	0.907	0.002	0.003	0.793	0.207	0.213	1.122	0.380	Deficiente
D5pri08	Artificialagricultura	1	0.004	0.996	1.037	0.020	0.021	0.938	0.062	0.063	1.121	0.380	Deficiente
OS02oto05	Ruralnatural	1	0.051	0.949	0.987	0.005	0.005	0.878	0.122	0.125	1.118	0.379	Deficiente
S468pri08	Mejor	1	0.036	0.964	1.003	0.009	0.009	0.904	0.096	0.099	1.111	0.377	Deficiente
B213pri08	Depuradora	1	0.008	0.992	1.033	0.004	0.005	0.951	0.049	0.050	1.088	0.369	Deficiente
U470oto05	Artificialagricultura	1	0.116	0.884	0.920	0.004	0.005	0.854	0.146	0.150	1.075	0.364	Deficiente
Y289inv06	Depuradora	5	0.051	0.949	0.988	0.012	0.013	0.932	0.068	0.070	1.071	0.363	Deficiente
L484pri08	Mejor	1	0.247	0.753	0.784	0.037	0.039	0.769	0.231	0.237	1.061	0.360	Deficiente
Y289oto05	Depuradora	5	0.107	0.893	0.930	0.002	0.003	0.876	0.124	0.128	1.060	0.359	Deficiente
N79oto05	Depuradora	5	0.171	0.829	0.863	0.005	0.005	0.818	0.182	0.187	1.055	0.358	Deficiente
F459pri05	Depuradora	1	0.056	0.944	0.982	0.007	0.007	0.936	0.064	0.066	1.055	0.358	Deficiente
Y286pri08	Depuradora	5	0.012	0.988	1.029	0.000	0.000	0.982	0.018	0.019	1.048	0.355	Deficiente
E221oto05	Artificialagricultura	1	0.062	0.938	0.977	0.010	0.010	0.944	0.056	0.058	1.045	0.354	Deficiente
U470inv08	Artificialagricultura	1	0.102	0.898	0.935	0.002	0.003	0.898	0.102	0.105	1.042	0.353	Deficiente
L482pri05	Regadio	1	0.006	0.994	1.035	0.000	0.000	0.995	0.005	0.005	1.040	0.352	Deficiente
Y286pri05	Depuradora	5	0.004	0.996	1.037	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.037	0.351	Deficiente
AJ364pri06	Depuradora	1	0.117	0.883	0.919	0.014	0.015	0.903	0.097	0.100	1.033	0.350	Deficiente
AJ364inv08	Depuradora	1	0.254	0.746	0.776	0.041	0.044	0.798	0.202	0.208	1.028	0.348	Deficiente
U470pri08	Artificialagricultura	1	0.081	0.919	0.956	0.000	0.000	0.932	0.068	0.070	1.026	0.348	Deficiente
AB485inv06	Rural	1	0.048	0.952	0.991	0.005	0.005	0.971	0.029	0.030	1.026	0.348	Deficiente
AN271oto05	Regadio	1	0.067	0.933	0.971	0.000	0.000	0.949	0.051	0.052	1.024	0.347	Deficiente
AB500pri06	Depuradora	1	0.037	0.963	1.002	0.005	0.005	0.986	0.014	0.014	1.021	0.346	Deficiente
S468oto05	Mejor	1	0.062	0.938	0.976	0.012	0.012	0.972	0.028	0.029	1.017	0.345	Deficiente
S468pri06	Mejor	1	0.075	0.925	0.963	0.000	0.000	0.953	0.047	0.048	1.011	0.343	Deficiente
F459oto05	Depuradora	1	0.076	0.924	0.961	0.000	0.000	0.967	0.033	0.034	0.995	0.337	Deficiente
V319pri06	Depuradora	5	0.059	0.941	0.980	0.002	0.003	0.995	0.005	0.005	0.987	0.335	Deficiente
AC223oto05	Depuradora	1	0.057	0.943	0.982	0.000	0.000	0.995	0.005	0.005	0.987	0.334	Deficiente
AG254oto05	Depuradora	1	0.124	0.876	0.912	0.005	0.005	0.937	0.063	0.064	0.981	0.333	Deficiente
Y286oto05	Depuradora	5	0.067	0.933	0.971	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.971	0.329	Deficiente
F459pri06	Depuradora	1	0.255	0.745	0.775	0.000	0.000	0.818	0.182	0.188	0.963	0.326	Deficiente
AJ364inv06	Depuradora	1	0.104	0.896	0.932	0.005	0.005	0.976	0.024	0.025	0.962	0.326	Deficiente
Y289pri05	Depuradora	5	0.280	0.720	0.750	0.024	0.026	0.823	0.177	0.182	0.957	0.324	Deficiente
L484inv06	Mejor	1	0.264	0.736	0.766	0.074	0.078	0.892	0.108	0.111	0.955	0.324	Deficiente
V319oto05	Depuradora	5	0.083	0.917	0.955	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.955	0.324	Deficiente
AB500oto05	Depuradora	1	0.091	0.909	0.947	0.000	0.000	0.993	0.007	0.007	0.954	0.323	Deficiente
U470inv06	Artificialagricultura	1	0.309	0.691	0.720	0.093	0.098	0.869	0.131	0.134	0.952	0.323	Deficiente
AG254pri06	Depuradora	1	0.108	0.892	0.928	0.000	0.000	0.982	0.018	0.019	0.947	0.321	Deficiente
OS02pri06	Ruralnatural	1	0.166	0.834	0.868	0.002	0.003	0.933	0.067	0.068	0.939	0.318	Deficiente
B213pri06	Depuradora	1	0.120	0.880	0.916	0.000	0.000	0.990	0.010	0.010	0.926	0.314	Deficiente
AN271inv06	Regadio	1	0.111	0.889	0.925	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.925	0.314	Deficiente
Y289pri06	Depuradora	5	0.304	0.696	0.725	0.005	0.005	0.812	0.188	0.193	0.923	0.313	Deficiente
Y286pri06	Depuradora	5	0.179	0.821	0.855	0.030	0.031	0.968	0.032	0.033	0.919	0.312	Deficiente
B213inv06	Depuradora	1	0.440	0.560	0.583	0.159	0.168	0.841	0.159	0.163	0.915	0.310	Deficiente
B213inv08	Depuradora	1	0.269	0.731	0.761	0.070	0.074	0.925	0.075	0.077	0.912	0.309	Deficiente
S468inv06	Mejor	1	0.164	0.836	0.870	0.012	0.012	0.972	0.028	0.029	0.911	0.309	Deficiente
F459inv08	Depuradora	1	0.130	0.870	0.906	0.000	0.000	0.995	0.005	0.005	0.911	0.309	Deficiente
AJ364pri08	Depuradora	1	0.136	0.864	0.899	0.002	0.002	0.995	0.005	0.005	0.906	0.307	Deficiente
AN271pri06	Regadio	1	0.185	0.815	0.849	0.007	0.008	0.971	0.029	0.030	0.886	0.300	Deficiente
AC223inv08	Depuradora	1	0.223	0.777	0.809	0.017	0.018	0.947	0.053	0.054	0.881	0.299	Deficiente
AB500inv06	Depuradora	1	0.217	0.783	0.815	0.007	0.008	0.955	0.045	0.046	0.869	0.295	Deficiente
N79inv06	Depuradora	5	0.622	0.378	0.394	0.195	0.206	0.738	0.262	0.270	0.869	0.295	Deficiente
F459pri08	Depuradora	1	0.176	0.824	0.858	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.858	0.291	Deficiente
L482inv06	Regadio	1	0.206	0.794	0.826	0.002	0.003	0.980	0.020	0.020	0.849	0.288	Deficiente
V3190inv06	Mejor	5	0.255	0.745	0.776	0.010	0.010	0.958	0.042	0.043	0.829	0.281	Deficiente
AO89pri06	Artificialagricultura	1	0.449	0.551	0.574	0.061	0.065	0.856	0.144	0.148	0.787	0.267	Deficiente
Y286inv06	Depuradora	5	0.377	0.623	0.649	0.033	0.035	0.957	0.043	0.044	0.728	0.247	Malo
AB500inv08	Depuradora	1	0.354	0.646	0.672	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.672	0.228	Malo
R508inv06	Mejor	1	0.471	0.529	0.551	0.027	0.028	0.911	0.089	0.092	0.671	0.227	Malo
AC223pri06	Depuradora	1	0.404	0.596	0.620	0.002	0.002	0.958	0.042	0.043	0.666	0.226	Malo
OS02inv06	Ruralnatural	1	0.434	0.566	0.589	0.012	0.013	0.952	0.048	0.049	0.651	0.221	Malo
AC223pri05	Depuradora	1	0.418	0.582	0.606	0.000	0.000	0.998	0.002	0.002	0.609	0.206	Malo
AB500pri08	Depuradora	1	0.422	0.578	0.602	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.602	0.204	Malo
R380inv06	Artificialematural	1	0.575	0.425	0.442	0.062	0.065	0.927	0.073	0.075	0.582	0.197	Malo
Y286inv08	Depuradora	5	0.527	0.473	0.493	0.005	0.005	0.995	0.005	0.005	0.503	0.170	Malo
E221inv06	Artificialagricultura	1	0.781	0.219	0.228	0.081	0.086	0.842	0.158	0.162	0.476	0.161	Malo
F464oto05	Artificialagricultura	1	0.669	0.331	0.344	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.344	0.117	Malo
F459inv06	Depuradora	1	0.713	0.287	0.299	0.000	0.000	0.976	0.024	0.024	0.323	0.110	Malo
AC223inv06	Depuradora	1	0.869	0.131	0.137	0.022	0.023	0.978	0.022	0.022	0.182	0.062	Malo
AG254inv06	Depuradora	1	1.000	0.000	0.000	0.004	0.005	0.980	0.020	0.020	0.025	0.008	Malo

Tabla 1.18. (cont.) Valor del EQR obtenido para cada muestra (IDmuestra = identificador de cada muestra; CONDICIÓN;

Los índices escogidos y el multimétrico se correlacionan significativamente con el eje de degradación general (Tabla 1.19). Se observa que multimétrico DIATMIB tiene correlación significativa con el gradiente de degradación general, y que el métrico de especies sensibles y el de tolerantes son los que mejor se relacionan con dicho gradiente. Existe una segregación de las muestras a lo largo del gradiente en función del valor multimétrico DIATMIB y según la condición de las localidades, lo que confirma su funcionamiento como indicador (Fig. 1.15).

Correlaciones

			Eje1DEG	ChIA_mg/m2	PABSS_TT	PABST_TT	DIATMIB
Rho de Spearman	Eje1DEG	Coeficiente de correlación	1.000	-.306**	.579**	-.538**	.590**
		Sig. (bilateral)	.	.000	.000	.000	.000
		N	261	261	261	261	257
	ChIA_mg/m2	Coeficiente de correlación	-.306**	1.000	-.202**	.246**	-.436**
		Sig. (bilateral)	.000	.	.001	.000	.000
		N	261	261	261	261	257
	PABSS_TT	Coeficiente de correlación	.579**	-.202**	1.000	-.923**	.928**
		Sig. (bilateral)	.000	.001	.	.000	.000
		N	261	261	261	261	257
	PABST_TT	Coeficiente de correlación	-.538**	.246**	-.923**	1.000	-.958**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.	.000
		N	261	261	261	261	257
	DIATMIB	Coeficiente de correlación	.590**	-.436**	.928**	-.958**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.
		N	257	257	257	257	257

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 1.19. Tabla de correlación ente el multimétrico DIATMIB, los métricos individuales utilizados para el cálculo del multimétrico de diatomeas y el gradiente de degradación general (EJE1DEG) extraído con el PCA (ver texto) para todas las muestras. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables

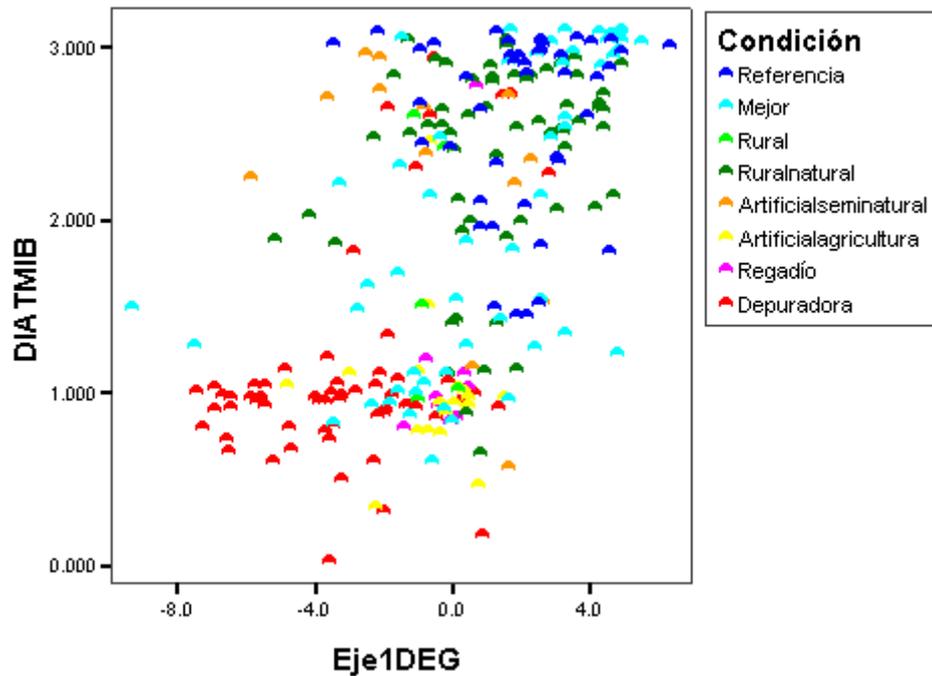


Figura 1.15. Relación entre el gradiente de degradación general (Eje1DEG) extraído mediante PCA y el multimétrico de diatomeas (DIATMIB)

***Cumplimiento del DIATMIB con las definiciones normativas y establecimiento de cortes con significado ecológico.***- Los métricos e índices que componen cada multimétrico deben cubrir los parámetros biológicos que se mencionan en las definiciones normativas de la DMA. A su vez, es necesario comprobar que los cortes establecidos para las clases de estado tengan un significado ecológico y no sean un mero cálculo matemático. El DIATMIB calculado como la combinación de 3 métricos varía entre 0 calidad mínima y >1 (calidad máxima). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (Eje1DEG) y, cuando aumenta la presión, la comunidad de diatomeas se ve afectada y se produce un descenso gradual de la calidad ecológica (Fig. 1.16).

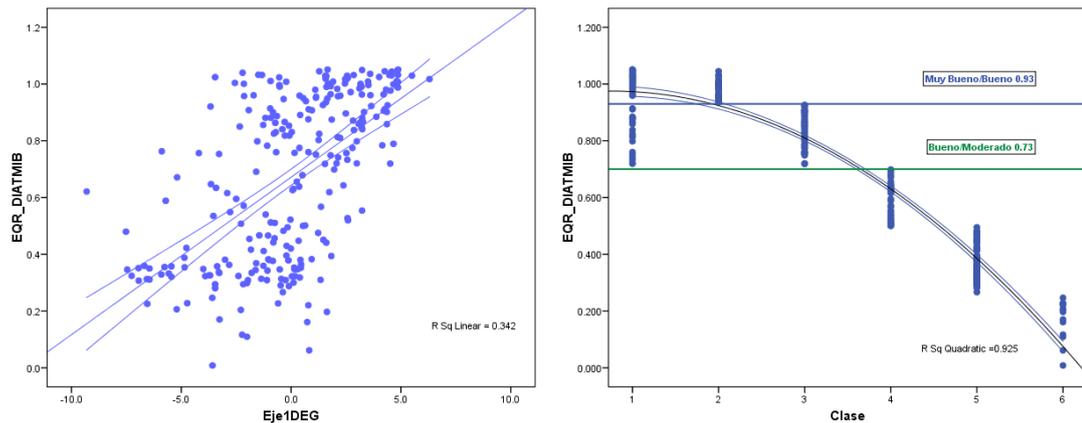
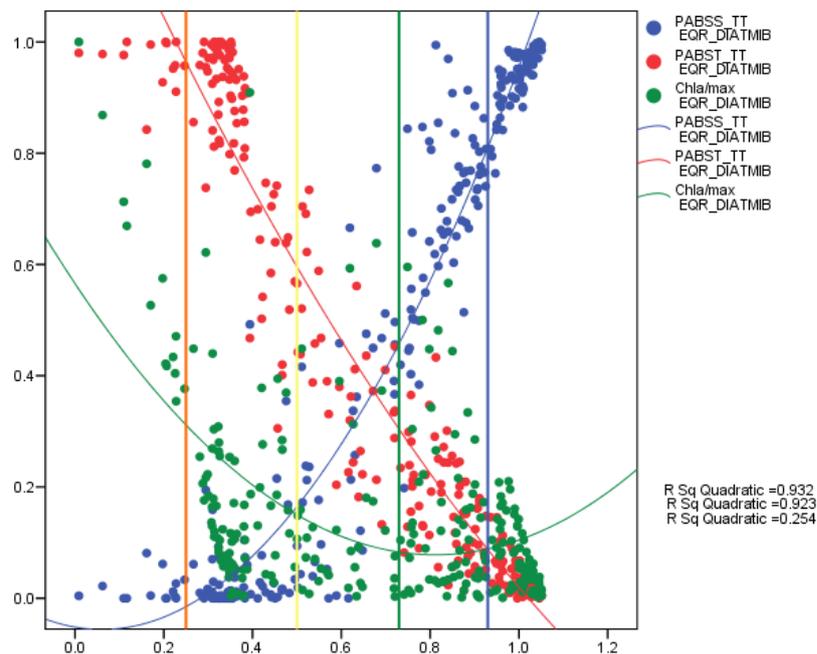


Figura 1.16. Diagramas de dispersión representando A) la distribución del métrico (DIATMIB) frente al gradiente de presión degradación general (Eje1DEG) y B) la correspondencia con las clases de estado (1=Referencia, 2=Muy Bueno, 3=Bueno, 4=Moderado, 5=Deficiente, 6=Malo)

En la figura 1.17 se muestra la respuesta de cada uno de los métricos a la presión. Las líneas indican los cortes entre clases del estado ecológico.



Figuras 1.17. Representación de la contribución de los métricos que componen el multimétrico de diatomeas (DIATMIB), a lo largo del gradiente de presión representado por el EQR del multimétrico. Los cortes indicados en la figura son: 0.93, 0.73, 0.5 y 0.25

Los cortes entre clases se ajustaron en base a las intersecciones de los diversos métricos. Los pares de métricos que han marcado las distintas clases para la comunidad de diatomeas son los siguientes:

- Porcentaje de taxones sensibles *vs.* clorofila.
- Porcentaje de taxones sensibles *vs.* porcentaje de taxones tolerantes.

En las localidades mínimamente alteradas, con valores del EQR (eje X) altos, los valores de los métricos indican una comunidad de referencia que posee un elevado valor de taxones sensibles y un reducido valor de taxones tolerantes (Fig. 1.17). Los valores de clorofila que se observan a estos niveles son bajos.

Cuando la presión sobre el sistema es moderada, hay menos taxones tolerantes, y el porcentaje de taxones sensibles es mayor. De todos modos tendríamos una comunidad que ya está bastante afectada y que no se podría recuperar rápidamente para alcanzar el buen estado ecológico. El cruce entre estos dos métricos se produce en la clase *Moderado*, cerca del límite del corte del Buen estado ecológico. En este punto los taxones sensibles ya han disminuido entre un 20 y un 40% en relación a la clase de *Referencia*.

A un alto nivel de presión, el porcentaje de taxones sensibles alcanza valores muy bajos, mientras que los taxones tolerantes se incrementan, y a elevados niveles de presión los taxones sensibles han casi desaparecido. El cruce entre el métrico de taxones sensibles y la clorofila se produce en la clase *Deficiente* e indica el comienzo de la clase *Moderado*. Cuando hay más de un 60% de taxones tolerantes se asume que se alcanza una situación muy difícil de recuperar. El estado *Malo* está dominando por unos pocos taxones tolerantes (Fig. 1.17).

En general, hay una gran coincidencia entre la interpretación de los métricos y los bordes de clase que inicialmente se habían establecido. Teniendo en cuenta el 10 % de error en torno al corte entre clases Bueno/Moderado, se propone mover el corte un 5%, desde 0.730 (como indica la línea de la Fig. 1.17) a 0.680.

**Relación entre las clases de estado y la comunidad de diatomeas.-** Los métricos e índices que componen el DIATMIB, el multimétrico, y los cortes correspondientes a cada clase de estado ecológico, se contrastaron con los cambios en el estado ecológico (Tabla 1.20, Fig. 1.18).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>Chl_a</b>	Media	7.45	8.73	17.45	17.05	18.05	62.98
	Error típico de la media	0.95	1.18	2.53	3.44	1.82	5.97
	Mínimo	0.10	0.84	0.18	0.39	0.44	38.97
	Máximo	36.76	22.94	65.54	70.24	100.06	110.05
<b>PABSS_TT</b>	Media	0.81	0.91	0.70	0.24	0.03	0.02
	Error típico de la media	0.03	0.01	0.02	0.04	0.01	0.01
	Mínimo	0.08	0.76	0.38	0.00	0.00	0.00
	Máximo	1.00	0.99	0.97	0.77	0.49	0.08
<b>PABST_TT</b>	Media	0.12	0.05	0.16	0.41	0.84	0.96
	Error típico de la media	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01
	Mínimo	0.00	0.00	0.02	0.13	0.31	0.84
	Máximo	0.73	0.15	0.37	0.73	1.00	1.00
<b>DIATMIB</b>	Media	2.81	2.89	2.47	1.74	1.07	0.50
	Error típico de la media	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.06
	Mínimo	2.12	2.76	2.12	1.48	0.79	0.03
	Máximo	3.10	3.08	2.73	2.06	1.46	0.73
<b>EQR_DIATMIB</b>	Media	0.95	0.98	0.84	0.59	0.36	0.17
	Error típico de la media	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
	Mínimo	0.72	0.94	0.72	0.50	0.27	0.01
	Máximo	1.05	1.05	0.93	0.70	0.50	0.25

Tabla 1.20. Tabla resumen por clases de estado de los valores medios, error de la media y rango para el multimétrico DIATMIB, el EQR\_DIATMIB y los tres métricos que lo componen

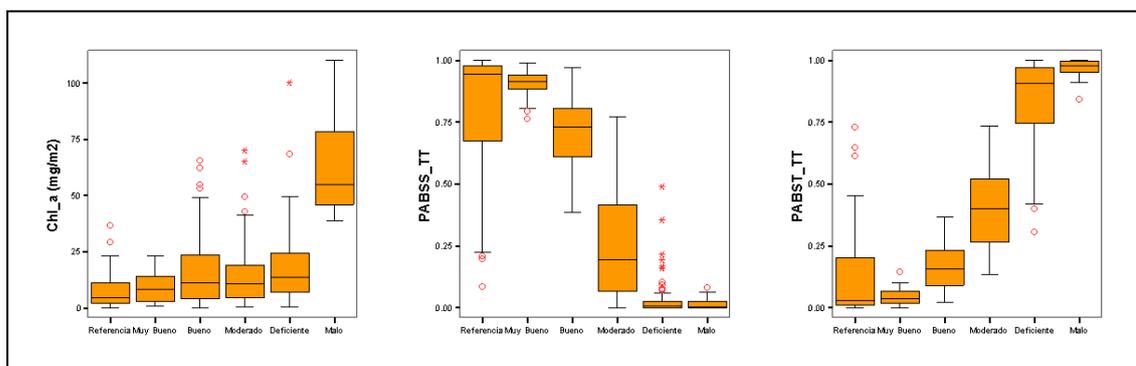
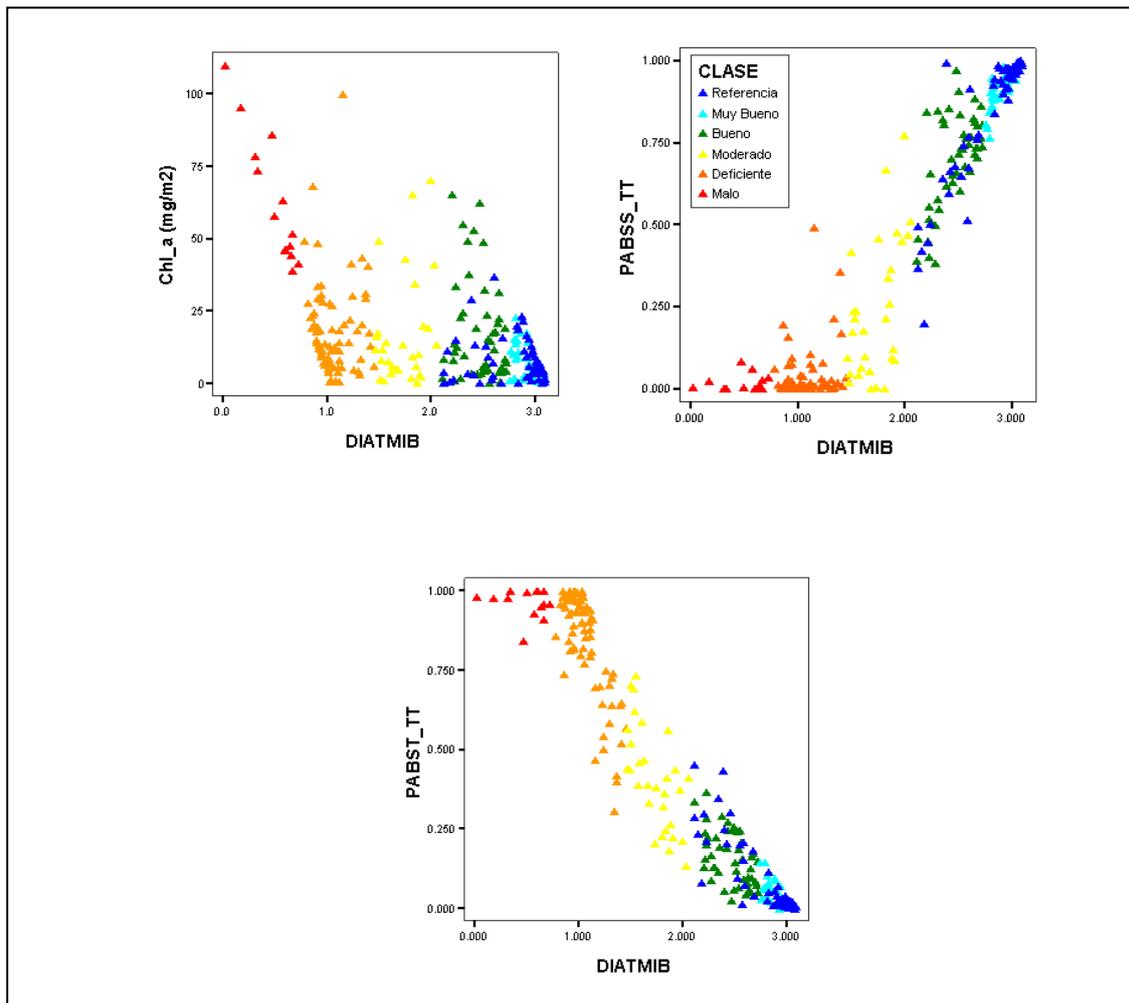


Figura 1.18. Diagramas de cajas de las muestras por clase según el DIATMIB, y el rango de valores para cada uno de los índices y multimétrico. La línea central de caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

Como era de esperar, los cambios con la clase de estado ecológico se corresponden con la variación de los valores de los métricos que componen el índice (Fig. 1.19).



Figuras 1.19. Relación entre los valores del multimétrico DIATMIB y cada uno de los métricos que lo componen: Chl *a* (clorofila *a*), PABSS\_TT y PABST\_TT

Para contrastar la correspondencia entre las clases del estado ecológico que han sido definidas por este nuevo multimétrico y las comunidades de diatomeas, se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en la evaluación (Fig. 1.20), adjudicándosele a cada muestra la clase en la que ha sido incluida según el valor del métrico (Tabla 1.18).

En la ordenación se puede observar como la clase de estado cambia de izquierda, donde se agrupan las *Referencias* y las muestras pertenecientes a la clase de estado *Muy Bueno*, a derecha, donde se agrupan las muestras en estado *Malo* (Fig. 1.20). Se observa por lo tanto como las clases de estado ecológico generadas a partir del multimétrico, separan claramente

las comunidades de diatomeas más diferentes, como son las referencias frente a las muestras más impactadas por presiones orgánicas, localidades como AC223, AG254, AB500, V319, Y289, Y286 y L3001 (ésta última en concreto afectada por un vertido de gasoil en mayo06).

Las muestras de otoño e invierno de la localidad B2000 tienen valores bajos de EQR debido a que los valores del métrico PABST\_TT son altos. Esto es debido a la presencia del género *Nitzschia* (*N. inconspicua* y *N. bulhemiana*) y *Planothidium* (*P. frequentissimum*) que penalizan el valor final del multimétrico (Tabla 1.18), por este motivo se eliminaron de la tabla final del EQR y de la ordenación de las comunidades. La muestra de primavera08 de la localidad AN260 aparece alejada del resto de las referencias por la aparición de una especie diferente a las que aparecen en el resto de localidades de referencia. Hay algunas muestras de la clase deficiente que aparecen cerca de las comunidades de referencia, y de los estados muy bueno y bueno, esto es debido a que la comunidad de diatomeas es muy similar pero los valores de clorofila de estas muestras son muy altos, por eso el multimétrico las penaliza.

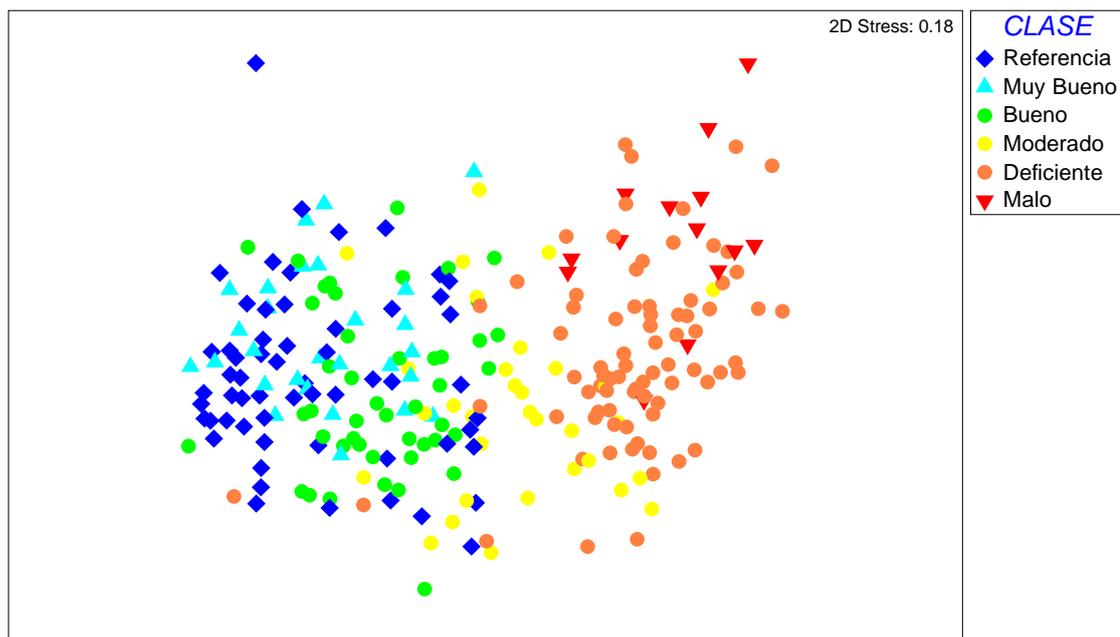


Figura 1.20. Ordenación MDS de las comunidades de diatomeas de las todas las muestras incluidas en la evaluación con sus correspondientes clases de estado ecológico según la tabla 1.19

**Relación entre las clases de estado y las condiciones fisico-químicas.-** El cambio que se produce en el valor del EQR\_DIATMIB a lo largo del gradiente de degradación general

identificado (EJE1DEG) se refleja en el cambio correspondiente en las condiciones físico-químicas entre las 5 clases de estado identificadas (Tabla 1.21, Fig. 1.20). De forma general, los puntos con un valor de EQR mayor (referencias y tramos en *Muy Buen* estado) se corresponden con aquellos tramos fluviales con un menor contenido de nutrientes y menor valor promedio de biomasa de algas bentónicas (clorofila *a* y PSLC), incrementándose el valor promedio y el rango de de ambos parámetros en condiciones de mayores cargas de nutrientes y eutrofia (Tabla 1.21, Figs. 1.21 y 1.22). Así, las muestras con un mayor contenido en nutrientes se corresponden con localidades pertenecientes a las clases de estado *Moderado*, *Deficiente* y *Malo* (Fig. 1.22).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Eje 1DEG	Media	2.43	1.21	0.85	-0.99	-2.12	-2.15
	Error típico de la media	0.25	0.38	0.37	0.52	0.29	0.68
	Mínimo	-3.46	-2.56	-5.89	-9.31	-7.52	-6.55
	Máximo	6.30	4.86	4.66	3.23	1.83	1.63
P_PO4_mgL	Media	0.02	0.02	0.01	0.21	0.61	1.05
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.00	0.18	0.11	0.49
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	Máximo	0.08	0.07	0.06	5.34	4.66	5.88
N_NO2_mgL	Media	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.10
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	0.20	0.04	0.05	0.04	2.35	0.67
N_NO3_mgL	Media	0.42	0.98	1.33	2.38	3.10	1.69
	Error típico de la media	0.07	0.18	0.34	0.70	0.58	0.59
	Mínimo	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
	Máximo	2.45	3.31	14.31	20.09	35.98	7.64
N_NH4_mgL	Media	0.02	0.02	0.03	0.01	0.61	0.56
	Error típico de la media	0.00	0.01	0.01	0.00	0.17	0.43
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	0.21	0.23	0.57	0.05	7.80	6.09
SiO2_mgL	Media	2.83	4.23	4.08	4.84	6.00	5.40
	Error típico de la media	0.23	0.53	0.46	0.54	0.49	1.24
	Mínimo	0.10	0.42	0.10	1.56	0.10	1.95
	Máximo	7.61	12.97	16.86	12.44	25.22	20.26
SO4_mgL	Media	61.37	76.46	80.25	103.26	127.38	142.04
	Error típico de la media	6.26	8.23	6.43	7.62	8.06	30.28
	Mínimo	1.02	6.90	9.57	26.00	33.42	35.96
	Máximo	183.50	155.05	192.30	185.52	568.21	510.51
Conductividad eléctrica_mScm	Media	593.21	976.81	925.40	1125.56	1957.40	1646.92
	Error típico de la media	36.14	114.60	88.20	109.84	272.28	198.70
	Mínimo	214.23	235.00	363.50	378.00	448.00	566.00
	Máximo	1334.00	2388.66	3084.00	2400.00	19950.00	3425.00
Chl a_mgm2	Media	7.45	8.73	17.45	17.05	18.05	62.98
	Error típico de la media	0.95	1.18	2.53	3.44	1.82	5.97
	Mínimo	0.10	0.84	0.18	0.39	0.44	38.97
	Máximo	36.76	22.94	65.54	70.24	100.06	110.05
PSLC_gm2	Media	8.04	12.03	15.24	12.29	14.05	30.44
	Error típico de la media	1.06	2.49	1.88	1.72	1.21	8.08
	Mínimo	0.53	0.95	0.84	0.99	1.72	4.95
	Máximo	47.36	55.33	48.81	40.83	50.00	122.87

Tabla 1.21. Tabla resumen de los valores medios, error, y rango de valores correspondientes a las clases de estado calculadas para el componente biológico de diatomeas

Los valores de P\_PO4, N\_NO3, N\_NO2, SO4, SiO2, conductividad eléctrica, peso seco libre de cenizas (PSLC) y Chl a, van aumentando conforme disminuye la clase de estado definida por el multimétrico MDIATMIB, indicando que las clases deficiente y malo son las que tienen los valores medios de nutrientes más altos.

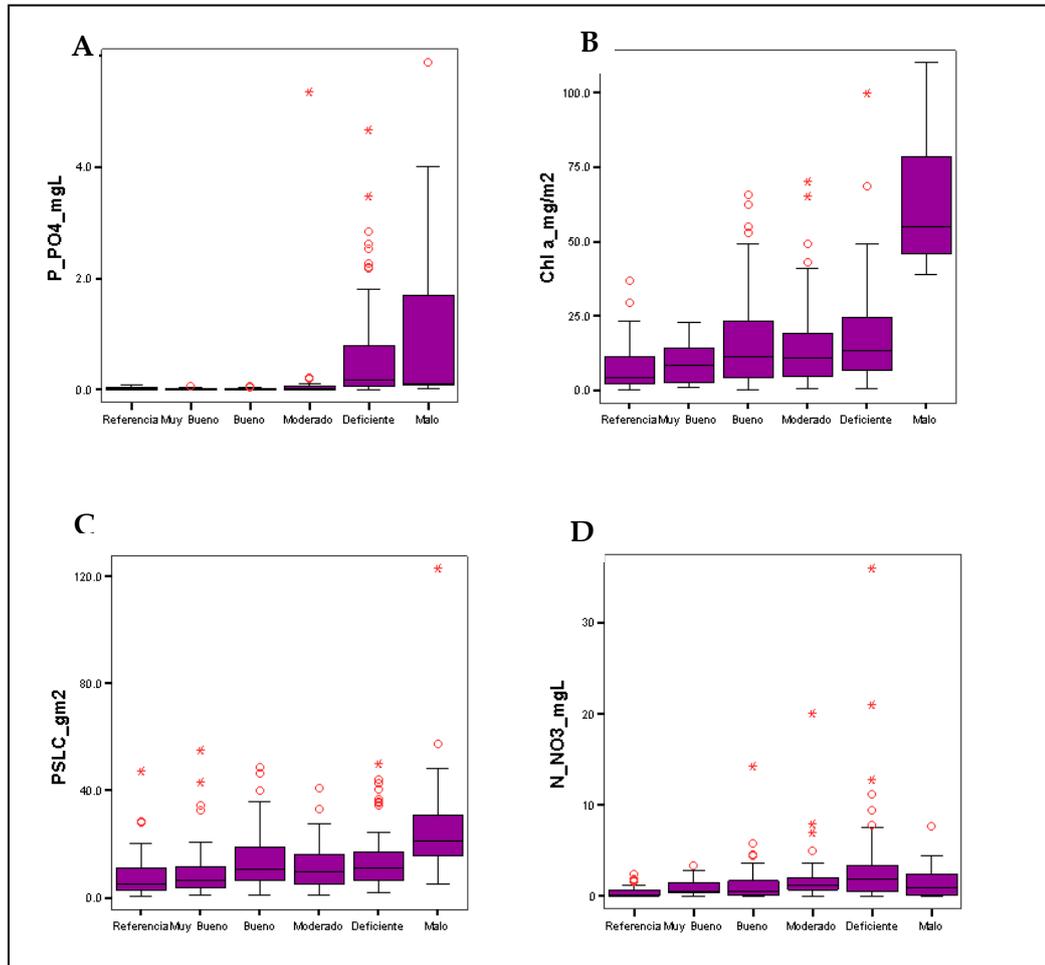


Figura 1.21. Diagramas de cajas mostrando la variación de las variables físico-químicas y Chl a, más correlacionadas con los gradientes de presión extraídos para cada clase de estado obtenida a partir del EQR\_DIATMIB: A) Fósforo (expresado como P\_PO4), B) Chl a, C) Peso seco libre de cenizas (PSLC) y D) Nitrógeno (expresado como N\_NO3). La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

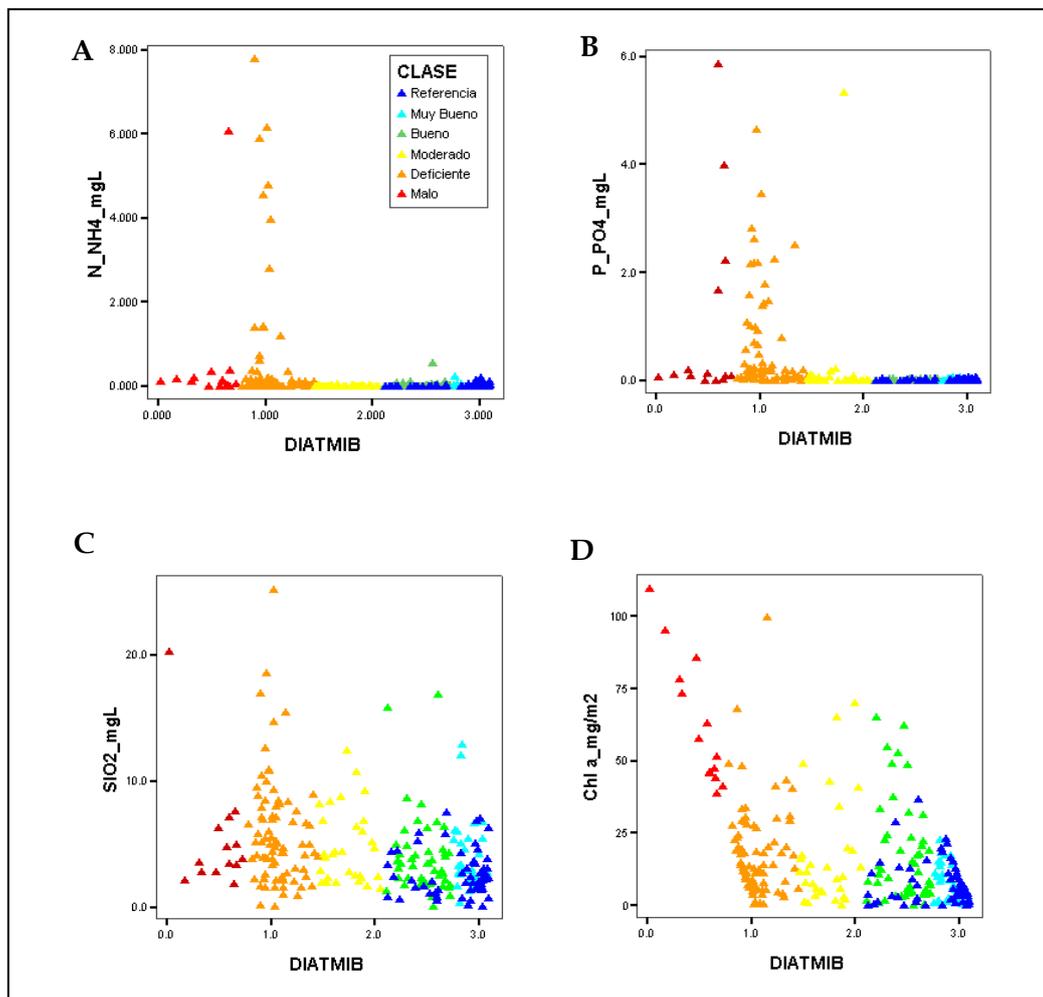


Figura 1.22. Gráficos de dispersión que muestran la relación entre el contenido de nutrientes y el valor del EQR\_DIATMIB obtenido. Los gráficos muestran los valores de: A) Nitrógeno (expresado como N\_NH<sub>4</sub>), B) Fósforo (expresado como P\_PO<sub>4</sub>), C) sílice (SiO<sub>2</sub>) y D) Clorofila *a* (Chl *a*)

#### *Relación entre las clases de estado y las condiciones hidromorfológicas y usos del suelo.-*

Los valores EQR\_DIATMIB se correlacionaron significativamente ( $Rho\ Spearman = r$ ) con las variables calculadas con el método de evaluación hidromorfológico CARAVAGGIO, que evalúa la diversidad de hábitats fluviales (HQA:  $r = 0.28$ ) y la modificación del hábitat (HMS:  $r = -0.31$ ) sobre una base de datos de ríos mediterráneos, y con los porcentajes de usos del suelo (uso agrícola  $r = -0.56$ ; uso forestal  $r = 0.62$ ) en la cuenca (Tabla 1.22, Figs. 1.23 y 1.24). Se observa como al disminuir la clase de estado el porcentaje de áreas agrícolas aumenta, y sucede lo contrario con el porcentaje de bosques y áreas seminaturales. Del mismo modo, los puntos con un valor de EQR mayor (referencias y tramos en *Muy Buen* estado) se

corresponden con aquellos tramos fluviales con un menor porcentaje de suelo artificial (Fig. 1.22).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
% Áreas artificiales	Media	0.21	1.32	1.58	1.94	2.44	1.78
	Error típico de la media	0.08	0.24	0.24	0.42	0.28	0.29
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	2.24	3.92	6.60	6.60	8.88	3.20
% Áreas agrícolas	Media	9.50	30.71	24.58	30.87	53.48	55.71
	Error típico de la media	1.33	2.85	2.36	4.19	2.52	5.24
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.28
	Máximo	34.23	69.41	66.41	78.05	96.83	96.83
% Bosques y áreas seminaturales	Media	88.40	64.57	68.19	60.54	43.28	42.51
	Error típico de la media	1.40	2.53	1.96	2.93	2.34	5.27
	Mínimo	64.40	30.06	32.57	19.41	0.73	0.73
	Máximo	100.00	83.54	83.54	80.93	80.93	68.30
% Áreas agrícolas con vegetación natural	Media	3.02	5.64	4.05	10.32	13.27	14.31
	Error típico de la media	0.73	0.96	0.59	2.19	1.14	3.63
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22
	Máximo	20.33	14.93	14.93	43.26	43.26	43.26
% Áreas agrícolas de secoano	Media	7.36	21.85	24.21	24.44	34.84	34.36
	Error típico de la media	0.95	2.21	2.01	2.30	2.53	5.54
	Mínimo	0.00	5.87	6.44	6.18	6.18	16.83
	Máximo	27.89	43.10	63.53	63.53	94.18	94.18
% Áreas agrícolas de regadío	Media	0.92	6.63	1.89	2.66	6.16	7.04
	Error típico de la media	0.18	1.67	0.44	0.70	0.97	2.25
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	4.27	24.82	11.66	11.94	25.71	25.71
HQA	Media	40.87	39.97	37.47	35.37	34.47	32.68
	Error típico de la media	1.21	2.04	1.46	2.26	1.12	2.76
	Mínimo	24.00	18.00	18.00	19.00	20.00	21.00
	Máximo	57.00	57.00	57.00	57.00	56.00	57.00
HMS	Media	10.55	25.81	32.36	27.00	39.97	44.50
	Error típico de la media	2.04	3.17	3.49	4.64	3.54	7.95
	Mínimo	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	52.50	81.00	82.50	82.50	90.00	84.00

Tabla 1.22. Tabla resumen de las variables hidromorfológicas y usos del suelo (media, error, mínimo y máximo) correlacionadas significativamente con el multimétrico DIATMIB

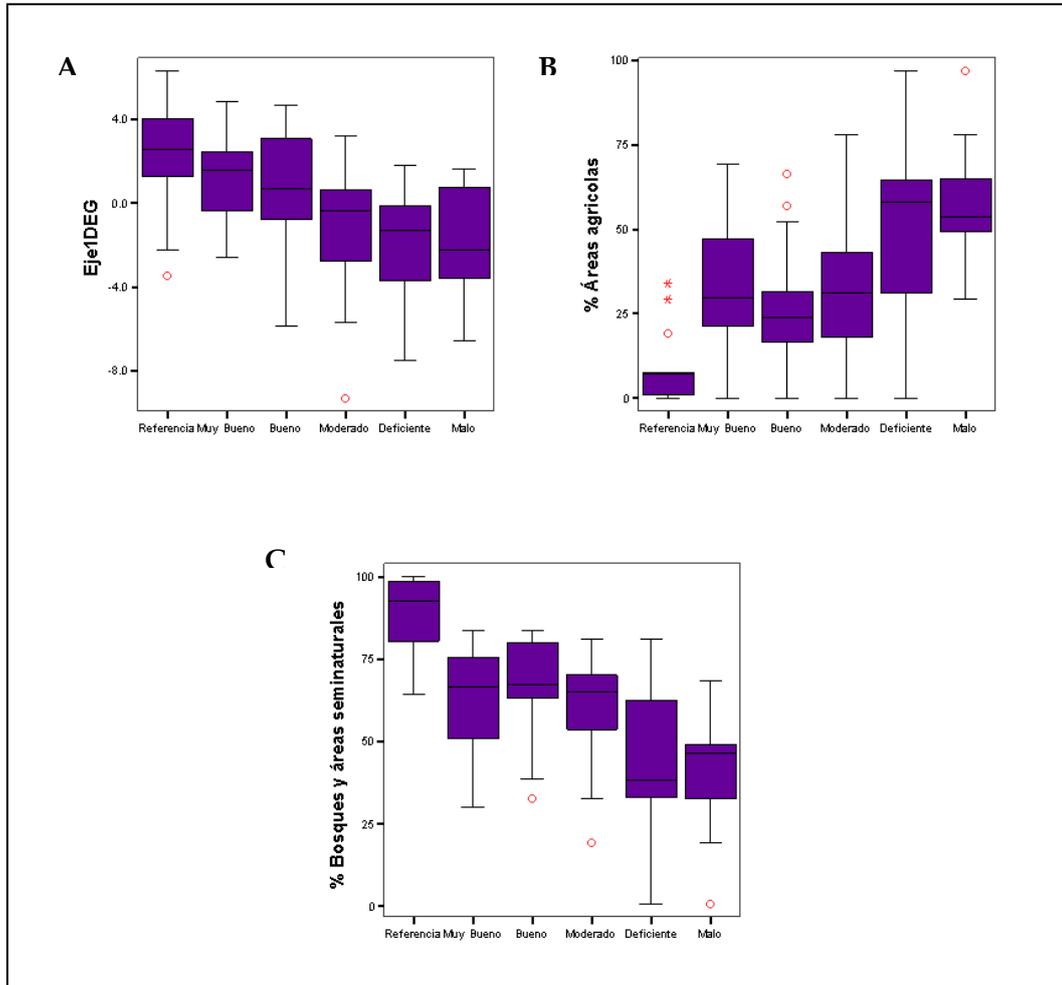


Figura 1.23. Diagramas de cajas mostrando la variación de las variables hidromorfológicas y de usos del suelo en cada clase de estado: A) Gradiente de presión degradación general (EJE1DEG), B) % áreas agrícolas y C) % Bosques y áreas seminaturales. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

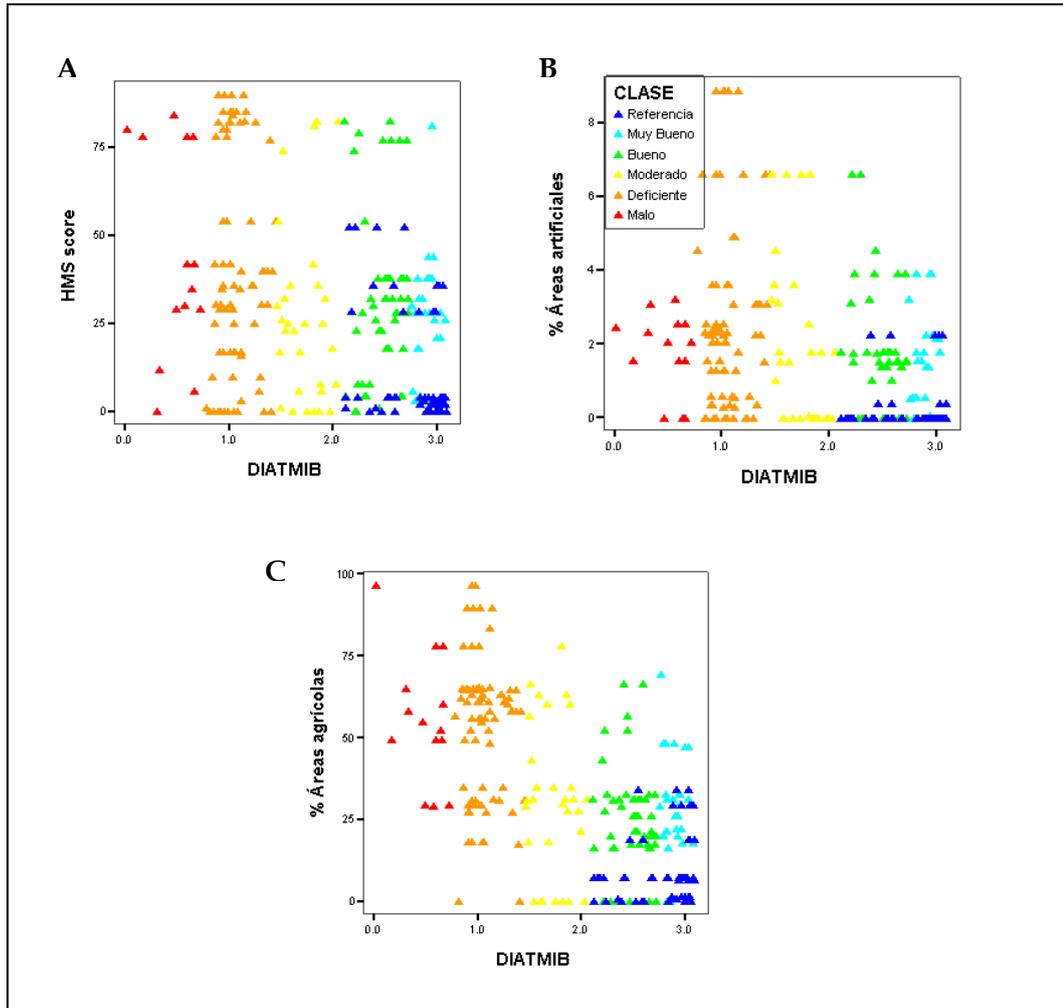


Figura 1.24. Gráficos de dispersión que muestran la distribución de las variables hidromorfológicas y de usos del suelo en función del EQR\_DIATMIB de diatomeas: A) índice HMS, B) % superficies artificiales y C) % áreas agrícolas

**1.6.5.2. Invertebrados bentónicos**

*1.6.5.2.1. Modelo general TIPO 1: torrentes del llano*

Existen dos localidades de referencia dentro de este tipo: AK28 y AN260, por lo que los valores de los métricos individuales se dividieron por la mediana de los valores de estas localidades para calcular el multimétrico INV1MIB.

*Elaboración del multimétrico.-* Para el cálculo del multimétrico del tipo 1 se utilizaron 3 métricos combinados con idéntico peso: un métrico de diversidad (Índice Bray-Curtis), uno

de abundancia relativa de géneros tolerantes (PTOLGEN\_90), y uno de riqueza de géneros sensibles (RSENGEN\_90) (Tabla 1.17).

En la tabla 1.23 se presentan los valores del multimétrico INV1MIB para cada una de las localidades muestreadas, así como la mediana de los valores de las referencias y el valor EQR obtenido. El valor de EQR se obtiene de dividir el INV1MIB por la mediana de la serie de referencias. También se pueden ilustrar las distintas clases de estado ecológico a la que pertenece cada muestra según los cortes propuestos de 0.93, 0.73, 0.5 y 0.25 (Tabla 1.2).

ID_MUESTRO	CONDICIÓN	BCGEN_S	BCGEN_S	BCGEN_S	PTOLGEN_90	1-		RSENGEN_90	MSENGEN_90	INV1MIB	EQR_INV1MIB	CLASE
		NCRUST	NCRUST	NCRUST		PTOLGEN_90	PTOLGEN_90					
AK28rv06	Referencia	62.520	0.625	1.523	0.228	0.772	0.915	12	1.000	3.438	1.149	Referencia
AN20rv08	Referencia	68.905	0.690	1.671	0.069	0.931	1.068	12	1.000	3.747	1.252	Referencia
AK28rv08	Referencia	39.889	0.399	0.972	0.040	0.960	1.138	11	0.917	3.026	1.011	Referencia
AK28rv06	Referencia	62.385	0.624	1.520	0.244	0.756	0.896	13	1.083	3.499	1.169	Referencia
AK28rv05	Referencia	33.804	0.338	0.824	0.066	0.934	1.106	12	1.000	2.930	0.979	Referencia
AN20rv05	Referencia	30.694	0.307	0.749	0.213	0.787	0.932	12	1.000	2.680	0.892	Referencia
AK28rv08	Referencia	37.314	0.373	0.909	0.037	0.963	1.141	12	1.000	3.050	1.019	Referencia
AN20rv06	Referencia	41.522	0.419	1.021	0.443	0.557	0.660	13	1.083	2.764	0.924	Referencia
AN20rv06	Referencia	53.002	0.530	1.291	0.365	0.635	0.752	11	0.917	2.961	0.989	Referencia
AN20rv08	Referencia	40.158	0.402	0.979	0.065	0.935	1.108	9	0.750	2.837	0.948	Referencia
<b>MEDIANA</b>		<b>0.410</b>				<b>0.844</b>		<b>12.000</b>		<b>2.993</b>		
C454rv05	Rural	44.481	0.445	1.084	0.286	0.705	0.835	11	0.917	2.836	0.947	Muy Bueno
U470rv05	Artificial/agricultura	44.804	0.448	1.092	0.175	0.825	0.977	9	0.750	2.819	0.942	Muy Bueno
A7700rv08	Rural	42.015	0.420	1.024	0.163	0.837	0.922	7	0.583	2.599	0.868	Bueno
F460rv06	Artificial/agricultura	43.236	0.432	1.054	0.499	0.501	0.594	9	0.750	2.398	0.801	Bueno
C217rv05	Artificial/semiseminarial	47.600	0.476	1.160	0.388	0.612	0.724	6	0.500	2.384	0.797	Bueno
O502rv05	Rural	32.626	0.326	0.795	0.140	0.860	1.019	6	0.500	2.314	0.773	Bueno
AL3200rv06	Mejor	21.268	0.213	0.518	0.051	0.949	1.124	8	0.667	2.309	0.771	Bueno
B21rv08	Depuradora	47.802	0.478	1.165	0.400	0.600	0.711	5	0.417	2.293	0.766	Bueno
G250rv08	Rural	25.439	0.254	0.620	0.373	0.627	0.743	11	0.917	2.280	0.762	Bueno
AL3200rv05	Mejor	14.839	0.148	0.362	0.021	0.979	1.160	9	0.750	2.271	0.759	Bueno
F460rv05	Artificial/agricultura	32.697	0.326	0.794	0.458	0.542	0.642	10	0.833	2.269	0.758	Bueno
B21rv08	Rural	35.109	0.351	0.855	0.449	0.551	0.652	9	0.750	2.258	0.754	Bueno
A7700rv06	Rural	31.400	0.314	0.765	0.306	0.694	0.823	8	0.667	2.254	0.753	Bueno
G250rv08	Rural	33.198	0.332	0.809	0.539	0.461	0.546	10	0.833	2.188	0.731	Moderado
S486rv06	Mejor	18.033	0.180	0.433	0.197	0.851	0.951	9	0.667	2.140	0.715	Moderado
A089rv06	Artificial/agricultura	30.740	0.307	0.749	0.255	0.745	0.883	6	0.500	2.132	0.712	Moderado
RS16rv08	Rural	23.459	0.235	0.572	0.250	0.750	0.888	8	0.667	2.126	0.710	Moderado
U470rv08	Artificial/agricultura	32.201	0.322	0.785	0.365	0.635	0.752	7	0.583	2.120	0.708	Moderado
U470rv08	Artificial/agricultura	33.928	0.339	0.827	0.483	0.517	0.609	8	0.667	2.108	0.712	Moderado
R380rv06	Artificial/semiseminarial	36.603	0.366	0.882	0.496	0.504	0.592	7	0.583	2.072	0.692	Moderado
L484rv08	Mejor	23.374	0.234	0.570	0.319	0.681	0.806	8	0.667	2.043	0.682	Moderado
C217rv05	Mejor	25.374	0.254	0.636	0.234	0.766	0.907	8	0.667	2.038	0.677	Moderado
R508rv05	Mejor	33.799	0.338	0.824	0.544	0.456	0.541	8	0.667	2.031	0.678	Moderado
C454rv05	Rural	28.947	0.289	0.705	0.316	0.684	0.810	6	0.500	2.015	0.673	Moderado
A089rv06	Artificial/agricultura	17.177	0.172	0.419	0.304	0.696	0.824	9	0.750	1.983	0.667	Moderado
AN27rv08	Regadío	19.900	0.191	0.465	0.244	0.759	0.896	7	0.583	1.944	0.649	Moderado
R380rv06	Artificial/semiseminarial	42.201	0.422	1.028	0.591	0.409	0.485	5	0.417	1.930	0.645	Moderado
R508rv06	Mejor	27.632	0.276	0.673	0.377	0.623	0.738	6	0.500	1.911	0.638	Moderado
C217rv08	Artificial/semiseminarial	22.170	0.212	0.454	0.232	0.788	0.909	10	0.833	1.768	0.590	Moderado
R380rv06	Artificial/semiseminarial	33.976	0.340	0.828	0.527	0.473	0.561	6	0.500	1.889	0.631	Moderado
C454rv08	Rural	21.982	0.220	0.536	0.497	0.503	0.596	9	0.750	1.881	0.628	Moderado
C217rv06	Mejor	5.429	0.054	0.132	0.226	0.764	0.895	10	0.833	1.870	0.625	Moderado
B21rv08	Depuradora	39.071	0.391	0.952	0.583	0.417	0.494	5	0.417	1.863	0.622	Moderado
S486rv06	Mejor	16.142	0.161	0.383	0.465	0.535	0.634	10	0.833	1.860	0.622	Moderado
F460rv08	Artificial/agricultura	29.335	0.293	0.715	0.544	0.456	0.541	7	0.583	1.839	0.614	Moderado
F460rv06	Artificial/agricultura	19.121	0.191	0.469	0.246	0.749	0.895	10	0.833	1.833	0.614	Moderado
C454rv08	Rural	20.592	0.206	0.502	0.439	0.561	0.665	8	0.667	1.833	0.612	Moderado
A7700rv05	Rural	23.427	0.234	0.571	0.571	0.429	0.508	9	0.750	1.829	0.611	Moderado
E221rv05	Artificial/agricultura	38.131	0.381	0.923	0.483	0.523	0.625	7	0.583	1.825	0.610	Moderado
O502rv06	Rural	9.161	0.092	0.223	0.357	0.643	0.762	10	0.833	1.819	0.608	Moderado
L484rv06	Regadío	21.365	0.214	0.521	0.552	0.448	0.531	9	0.750	1.801	0.602	Moderado
A7700rv06	Rural	22.093	0.221	0.538	0.504	0.496	0.588	8	0.667	1.793	0.599	Moderado
H1000rv05	Rural	14.124	0.141	0.344	0.417	0.628	0.760	9	0.750	1.785	0.595	Moderado
F460rv08	Artificial/agricultura	27.143	0.271	0.661	0.552	0.448	0.530	7	0.583	1.775	0.593	Moderado
L484rv06	Mejor	3.025	0.030	0.074	0.131	0.869	1.030	8	0.667	1.770	0.591	Moderado
A848rv05	Rural	11.243	0.112	0.254	0.444	0.556	0.659	10	0.833	1.766	0.590	Moderado
A089rv05	Artificial/agricultura	26.868	0.269	0.655	0.348	0.652	0.772	4	0.333	1.760	0.588	Moderado
B216rv08	Rural	34.253	0.343	0.835	0.573	0.427	0.508	5	0.417	1.758	0.587	Moderado
S486rv08	Regadío	21.902	0.219	0.534	0.616	0.384	0.455	9	0.750	1.739	0.581	Moderado
AN27rv06	Regadío	24.193	0.242	0.590	0.486	0.515	0.610	6	0.500	1.700	0.568	Moderado
B216rv08	Rural	24.024	0.240	0.585	0.833	0.167	0.198	11	0.917	1.700	0.568	Moderado
L484rv08	Mejor	8.778	0.088	0.214	0.181	0.819	0.970	6	0.500	1.684	0.562	Moderado
R508rv06	Mejor	16.894	0.170	0.414	0.572	0.428	0.507	10	0.833	1.671	0.561	Moderado
J560rv06	Rural	22.904	0.229	0.558	0.575	0.425	0.504	7	0.583	1.645	0.550	Moderado
O502rv08	Rural	19.459	0.195	0.474	0.454	0.546	0.647	6	0.500	1.621	0.542	Moderado
R51rv08	Rural	14.625	0.146	0.356	0.364	0.636	0.753	6	0.500	1.610	0.538	Moderado
S486rv06	Mejor	21.199	0.211	0.519	0.720	0.289	0.332	9	0.750	1.597	0.533	Moderado
B213rv08	Depuradora	36.493	0.365	0.889	0.692	0.308	0.365	4	0.333	1.570	0.530	Moderado
AJ364rv05	Depuradora	15.466	0.155	0.377	0.204	0.796	0.944	3	0.250	1.570	0.525	Moderado
AJ364rv06	Depuradora	15.999	0.160	0.390	0.426	0.780	0.930	6	0.500	1.570	0.525	Moderado
AC223rv06	Depuradora	37.539	0.375	0.915	0.607	0.393	0.466	2	0.167	1.547	0.517	Moderado
AN27rv08	Regadío	18.410	0.184	0.449	0.366	0.634	0.751	4	0.333	1.533	0.512	Moderado
F460rv08	Artificial/agricultura	24.235	0.243	0.593	0.419	0.581	0.688	3	0.250	1.531	0.512	Moderado
AC223rv08	Depuradora	26.929	0.269	0.656	0.417	0.583	0.691	2	0.167	1.513	0.506	Moderado
L484rv05	Mejor	10.707	0.107	0.261	0.366	0.634	0.751	6	0.500	1.512	0.505	Moderado
AB1000rv08	Mejor	12.158	0.122	0.296	0.050	0.950	1.125	1	0.083	1.505	0.503	Moderado
AB1000rv05	Depuradora	32.094	0.320	0.792	0.607	0.393	0.466	3	0.167	1.498	0.500	Moderado
J560rv06	Rural	16.627	0.166	0.405	0.683	0.337	0.400	8	0.667	1.471	0.492	Deficiente
U470rv08	Artificial/agricultura	13.994	0.140	0.341	0.473	0.527	0.624	6	0.500	1.465	0.490	Deficiente
R380rv05	Artificial/semiseminarial	26.228	0.262	0.639	0.655	0.405	0.495	7	0.583	1.465	0.489	Deficiente
F460rv06	Depuradora	25.438	0.254	0.620	0.599	0.431	0.510	4	0.333	1.463	0.489	Deficiente
AB500rv06	Depuradora	32.546	0.325	0.793	0.581	0.419	0.496	2	0.167	1.456	0.486	Deficiente
B216rv05	Rural	20.768	0.208	0.506	0.700	0.300	0.355	7	0.583	1.444	0.483	Deficiente
A848rv06	Rural	9.229	0.092	0.223	0.629							

Tanto los métricos individuales como el multimétrico se correlacionan significativamente con los ejes de presión identificados: con el gradiente de degradación general y el gradiente orgánico (Tabla 1.24). Se observa que los métricos de riqueza de géneros sensibles y el multimétrico del tipo son los que mayor correlación tienen con los ejes, indicando la sensibilidad de los mismos a la presión y confirmando su poder indicador.

**Correlaciones**

			Eje1DEG	Eje1ORG	INV1	BCGEN_SINCRUST	PTOLGEN_90	RSENGEN_90
Rho de Spearman	Eje1DEG	Coefficiente de correlación	1.000	.566**	.508**	.319**	-.314**	.599**
		Sig. (bilateral)	.	.000	.000	.000	.000	.000
		N	136	136	135	135	135	135
	Eje1ORG	Coefficiente de correlación	.566**	1.000	.329**	.151	-.406**	.218*
		Sig. (bilateral)	.000	.	.000	.081	.000	.011
		N	136	136	135	135	135	135
	INV1	Coefficiente de correlación	.508**	.329**	1.000	.797**	-.772**	.751**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.	.000	.000	.000
		N	135	135	135	135	135	135
	BCGEN_SINCRUST	Coefficiente de correlación	.319**	.151	.797**	1.000	-.434**	.414**
		Sig. (bilateral)	.000	.081	.000	.	.000	.000
		N	135	135	135	135	135	135
	PTOLGEN_90	Coefficiente de correlación	-.314**	-.406**	-.772**	-.434**	1.000	-.420**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.	.000
		N	135	135	135	135	135	135
	RSENGEN_90	Coefficiente de correlación	.599**	.218*	.751**	.414**	-.420**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.011	.000	.000	.000	.
		N	135	135	135	135	135	135

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 1.24. Tabla de correlación ente el multimétrico INV1MIB, los métricos individuales utilizados para el cálculo del multimétrico de invertebrados, los valores del EQR\_INV1MIB y los gradientes de presión general (EJE1DEG) y orgánico (EJE1ORG) extraídos con el PCA (ver texto) para las muestras del Tipo 1. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables

A lo largo del gradiente orgánico se observa una clara segregación de las muestras en función del valor multimétrico INV1MIB, lo que afirma su funcionamiento como indicador de degradación orgánica (Fig. 1.25).

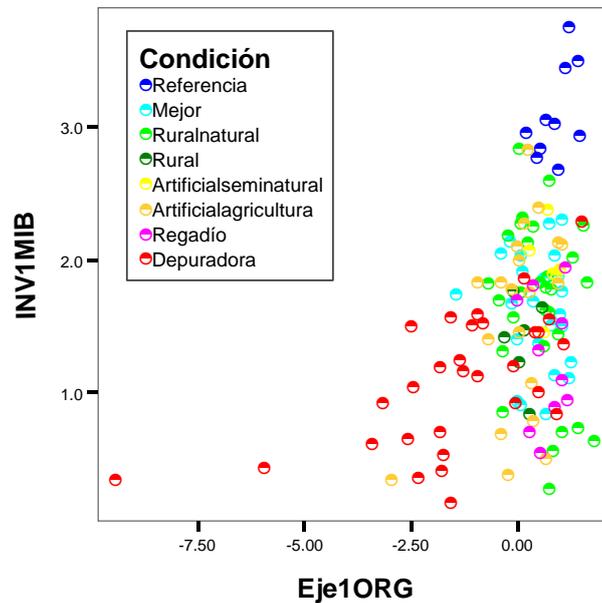


Figura 1.25. Relación entre el gradiente de presión orgánico y el multimétrico de invertebrados para el tipo 1 (INV1MIB)

*Cumplimiento con las definiciones normativas y establecimiento de cortes con significado ecológico.*- Una vez establecidos los índices que componen cada multimétrico es necesario corroborar que la selección de los mismos cumple con las definiciones normativas (al igual que se hizo en el apartado anterior con las diatomeas). A su vez, es necesario comprobar que los cortes elegidos (que diferencian clases de estado) tengan un cierto significado ecológico y no sean un mero cálculo matemático.

El INV1MIB calculado como la combinación de 3 métricos (según elemento biológico y el tipo de torrente, ver tabla 1.17) varía 0 (baja calidad) y 1 o >1 (alta calidad). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor del EQR) y, cuando incrementa la presión, la comunidad de invertebrados se ve afectada y hay un descenso gradual de la calidad ecológica (Fig. 1.26).

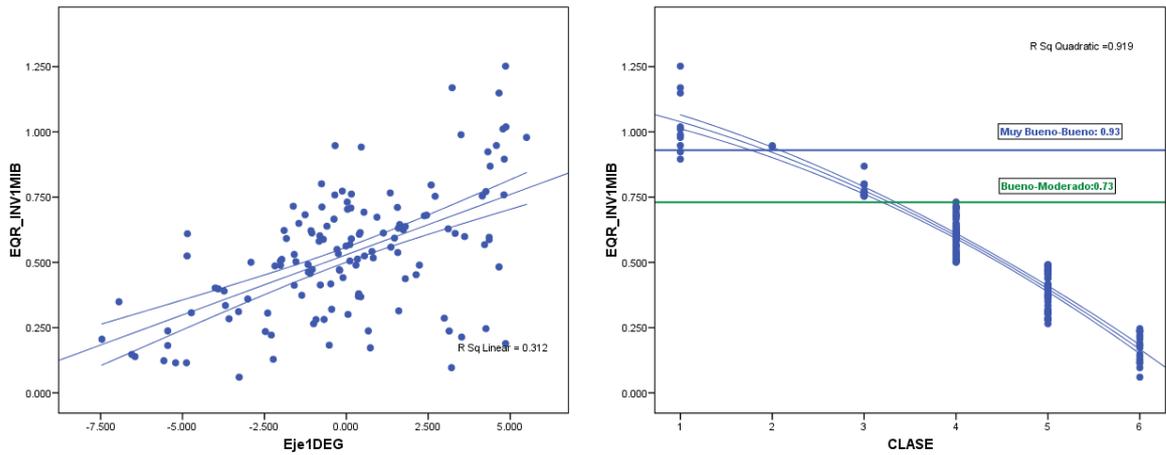
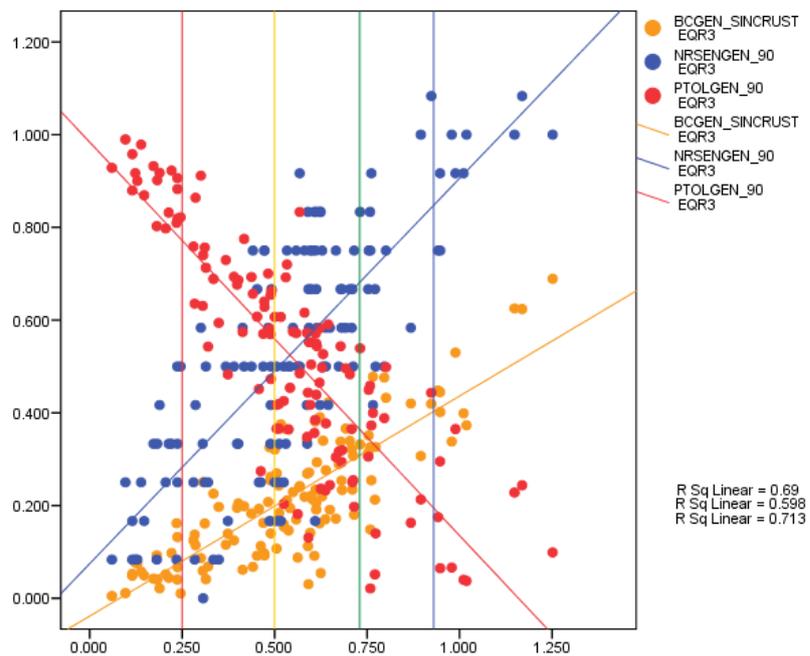


Figura 1.26. Diagramas de dispersión representando A) la distribución del métrico (INV1MIB) frente al gradiente de presión (Eje1DEG) y B) la correspondencia con las clases de estado

En la figura 1.27 se muestra la respuesta de cada uno de los métricos a la presión. Las líneas son los bordes de las clases que se obtienen en base al valor de la mediana de las referencias.



Figuras 1.27. Representación de los métricos que componen el multimétrico de invertebrados (INV1MIB) en el gradiente de presión, mostrando los cortes (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25)

Posteriormente, las clases se ajustan en base a los centros y bordes marcados por las intersecciones de diversos métricos. Los pares de métricos que marcan las distintas clases para la comunidad de invertebrados son los siguientes:

- Porcentaje de taxones tolerantes *vs.* distancia Bray-Curtis.
- Porcentaje de taxones sensibles *vs.* porcentaje de taxones tolerantes.

A niveles mínimos de presión los valores de los métricos indican una comunidad de referencia representada por el máximo % de taxones sensibles y, cuando la presión incrementa hay un importante descenso en el % de dichos taxones y un aumento de los taxones que están favorecidos por esa presión (tolerantes). El corte entre la clase de estado *Bueno* y *Moderado* se produce después del cruce del métrico de taxones tolerantes y el índice de Bray-Curtis.

El centro de la clase *Moderado* viene definido por el cruce entre los taxones sensibles y los taxones tolerantes, de manera que cuando se reduce un 50% del número de taxones sensibles (con respecto a las referencias) y/o el número de taxones tolerantes aumenta su valor (con respecto a las referencias), la comunidad está bastante afectada y no puede recuperar un estado mejor de forma rápida. A mayores presiones, el % de taxones sensibles tiene valores muy bajos, incluso nulos, mientras que los taxones tolerantes aumentan. Cuando hay más de un 80% de taxones tolerantes, la situación es muy difícil de recuperar. Dichas localidades se corresponden con el estado *Malo*, que está dominando por una comunidad que se aleja mucho de la comunidad de referencia.

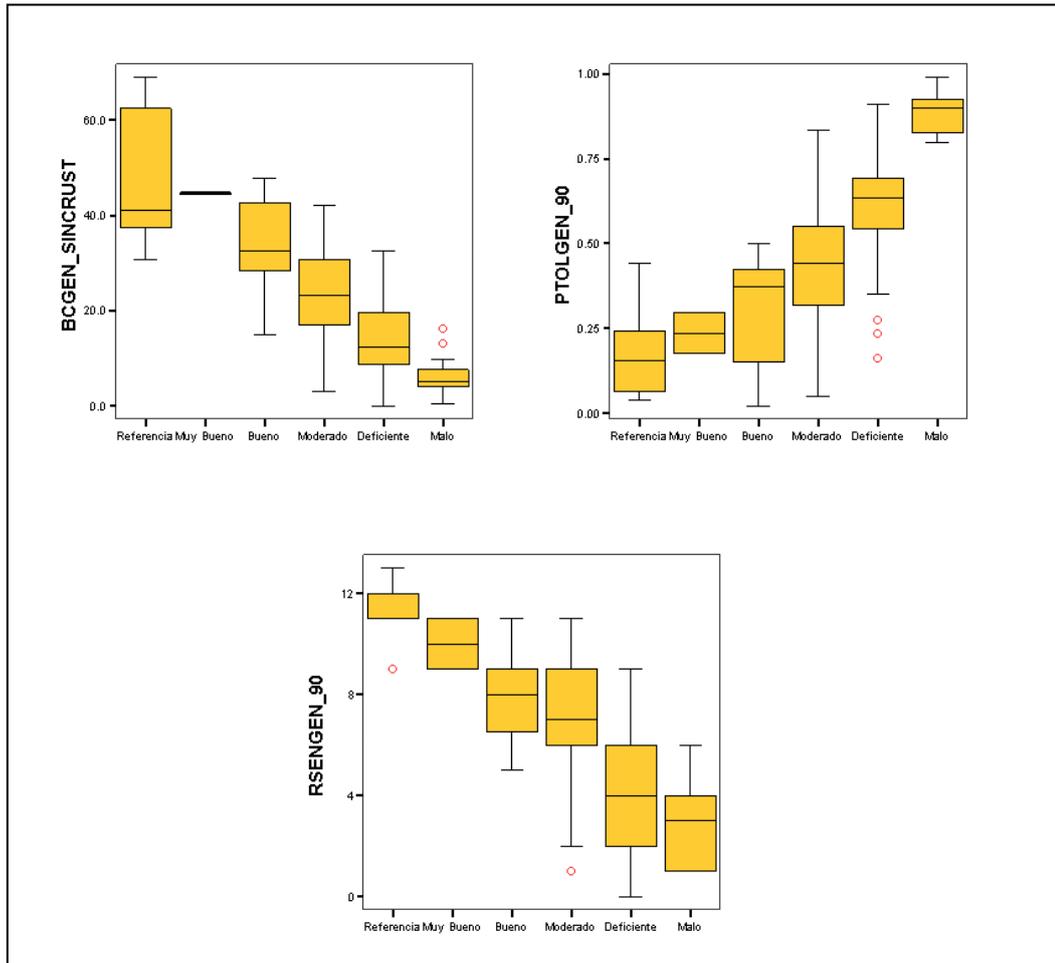
En general, hay una buena aproximación entre la interpretación de los métricos y los bordes de clase que inicialmente se habían establecido. Teniendo en cuenta el 10% de error, se propone mover el borde entre el *Bueno* y *Moderado* desde 0.730 (indicado por la línea) a 0.680, con ello el centro de clase queda físicamente centrado y los cortes resultantes coinciden con el ejercicio de Intercalibración. Esta aproximación se llevará a cabo más adelante en el presente informe.

***Relación entre las clases de estado y la comunidad de invertebrados.***- Una vez establecidos los métricos que componen el INV1MIB para el tipo 1, y se han normalizado los valores del multimétrico en EQR\_INV1MIB (Apartado 1.5 del presente informe), se identifica la clase de estado ecológico de cada muestra según cortes.

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>BCGEN_SINCRUST</b>	Media	47.06	44.64	33.99	23.40	13.73	5.88
	Error típico de la media	4.28	0.16	3.22	1.24	1.20	0.88
	Mínimo	30.69	44.48	14.84	3.02	0.01	0.49
	Máximo	68.91	44.80	47.80	42.20	32.55	16.18
<b>PTOLGEN_90</b>	Media	0.18	0.24	0.30	0.43	0.60	0.89
	Error típico de la media	0.05	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01
	Mínimo	0.04	0.18	0.02	0.05	0.16	0.80
	Máximo	0.44	0.30	0.50	0.83	0.91	0.99
<b>RSENGEN_90</b>	Media	11.70	10.00	8.00	6.80	4.29	2.95
	Error típico de la media	0.37	1.00	0.56	0.33	0.43	0.37
	Mínimo	9.00	9.00	5.00	1.00	0.00	1.00
	Máximo	13.00	11.00	11.00	11.00	9.00	6.00
<b>INV1MIB</b>	Media	3.09	2.83	2.33	1.81	1.17	0.52
	Error típico de la media	0.11	0.01	0.03	0.03	0.04	0.04
	Mínimo	2.68	2.82	2.25	1.50	0.79	0.18
	Máximo	3.75	2.84	2.60	2.19	1.47	0.74
<b>EQR_INV1MIB</b>	Media	1.03	0.94	0.78	0.60	0.39	0.17
	Error típico de la media	0.04	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
	Mínimo	0.90	0.94	0.75	0.50	0.26	0.06
	Máximo	1.25	0.95	0.87	0.73	0.49	0.25

Tabla 1.25. Tabla resumen del valor del multimétrico INV1MIB, el EQR\_INV1MIB y los tres métricos que lo componen obtenidos para cada una de las 5 clases de estado definidas con el valor de EQR obtenido para tipo 1. Se muestra el valor medio, error típico de la media, máximo y mínimo

El cambio que se produce en los valores de los métricos individuales al disminuir la clase de estado ecológico se puede observar en las siguientes figuras y tablas, donde se representa la respuesta de cada métrico de forma individual y el multimétrico ya combinados para cada clase de estado ecológico (Tabla 1.25, Fig. 1.28 y Fig. 1.29).



Figuras 1.28. La figura muestra los diagramas de cajas correspondientes a los métricos de la Tabla 1.16 que han sido utilizados para la construcción del multimétrico INV1MIB. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

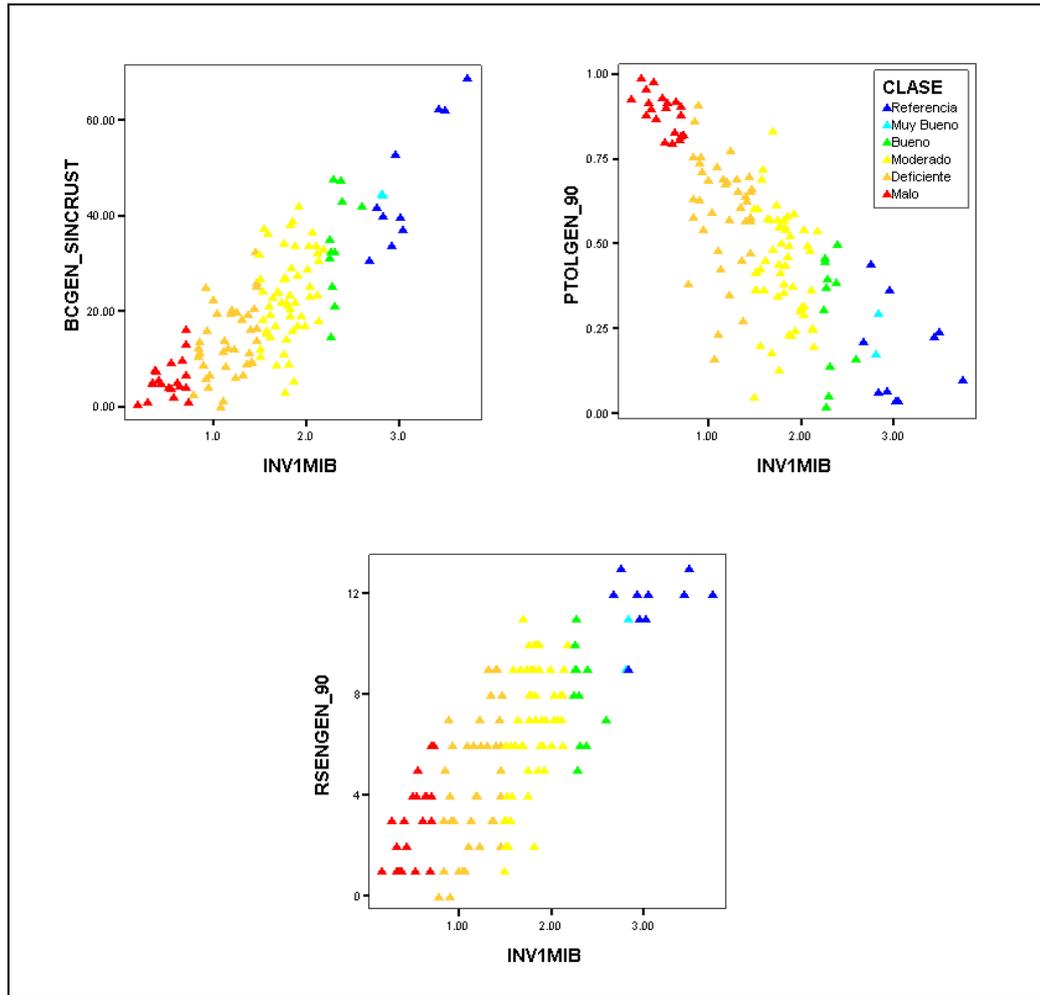


Figura 1.29. Diagramas de dispersión entre los valores del multimétrico de invertebrados (INV1MIB) y cada uno de los métricos que lo componen

Para comprobar si las clases del estado ecológico que han sido definidas por el multimétrico se corresponden con las comunidades de invertebrados, se ha realizado una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo (Fig. 1.30), adjudicándosele a cada muestra la clase en la que ha sido incluida según el múltimétrico (Tabla 1.23).

En la ordenación se puede observar un gradiente de cambio de la clase de estado. Las muestras pertenecientes a la clase de estado *Muy Bueno* se agrupan cercanas a las localidades de referencia, rodeadas de las localidades en estado *Bueno* y *Moderado*. Las más alejadas se corresponden con las localidades con estado *Deficiente* y *Malo*, aunque algunas aparecen entremezcladas. Se observa en esta figura como las clases del multimétrico, separan

claramente las comunidades de invertebrados más diferentes como son las referencias y las muestras más impactadas por presiones orgánicas (i.e., AC223, AJ364, F464, AB500).

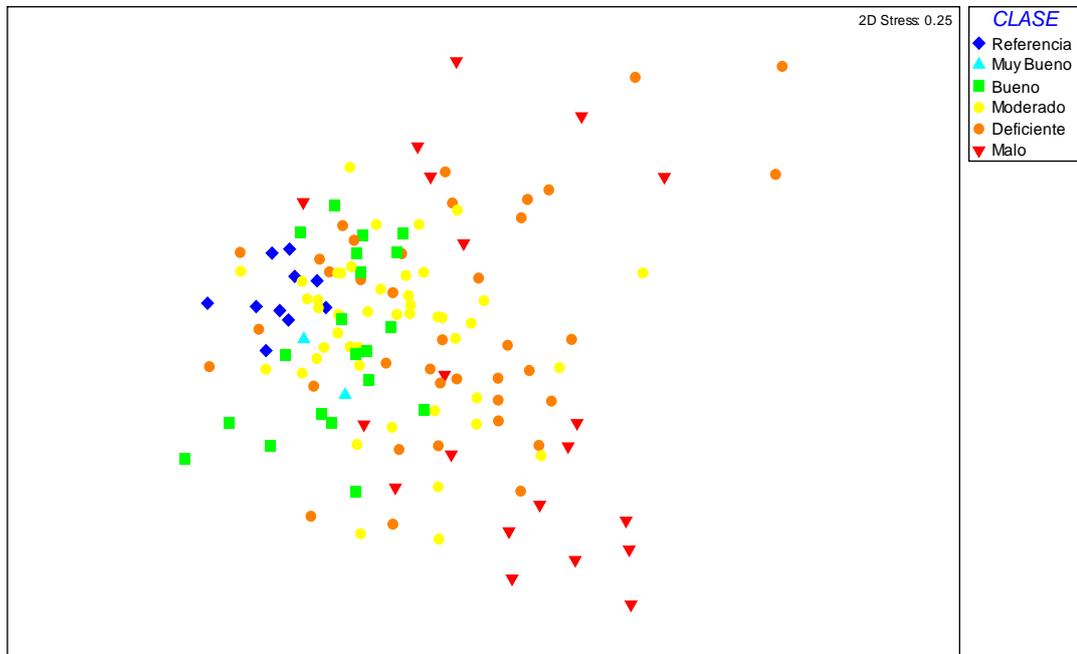


Figura 1.30. Ordenación bidimensional MDS en base a las comunidades de invertebrados de las todas las muestras incluidas en el tipo 1. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la Tabla 1.23

*Relación entre las clases de estado de invertebrados y las condiciones físico-químicas.*- El cambio que se produce en el valor del EQR a lo largo del gradiente trófico, también se refleja en un cambio en las condiciones físico-químicas a través de las 5 clases de estado identificadas (Fig. 1.25, Tabla 1.26).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
P_PO4_mgL	Media	0.01	0.00	0.07	0.29	0.35	1.19
	Error típico de la media	0.01	0.00	0.03	0.12	0.11	0.36
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	0.05	0.00	0.22	5.34	2.83	5.88
N_NO3_mgL	Media	0.32	2.04	1.38	2.79	4.07	2.00
	Error típico de la media	0.13	0.29	0.42	0.71	0.81	0.64
	Mínimo	0.01	1.75	0.01	0.01	0.01	0.01
	Máximo	1.08	2.33	3.65	35.98	21.07	12.76
N_NH4_mgL	Media	0.03	0.03	0.01	0.14	0.29	1.50
	Error típico de la media	0.02	0.03	0.00	0.06	0.20	0.51
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	0.15	0.06	0.06	2.80	7.80	6.16
SO4_mgL	Media	37.73	117.19	78.24	125.38	118.62	92.80
	Error típico de la media	4.02	23.14	15.02	13.29	7.42	10.21
	Mínimo	17.11	94.05	21.67	11.38	43.21	19.75
	Máximo	56.62	140.34	155.60	568.21	320.96	167.79
Ca_mgL	Media	63.16	112.15	78.48	89.81	89.14	96.04
	Error típico de la media	6.54	53.44	9.28	5.05	6.33	8.43
	Mínimo	32.89	58.71	47.42	6.50	17.07	38.79
	Máximo	105.20	165.60	154.00	182.55	199.40	181.70
K_mgL	Media	3.10	13.20	6.81	9.43	14.30	14.66
	Error típico de la media	1.56	3.08	2.36	1.28	2.56	3.43
	Mínimo	0.84	10.12	1.09	0.88	0.59	0.31
	Máximo	17.01	16.28	22.50	57.05	94.80	50.33
Oxig_porC	Media	96.14	77.50	92.57	91.27	81.62	63.72
	Error típico de la media	5.51	13.50	3.93	3.93	4.34	9.59
	Mínimo	70.30	64.00	66.35	23.55	13.25	1.50
	Máximo	121.80	91.00	112.00	160.80	142.40	147.60
ChIA_mgm2	Media	5.92	7.10	17.00	20.26	19.85	24.88
	Error típico de la media	2.23	5.63	4.75	2.95	3.38	5.39
	Mínimo	0.20	1.47	2.45	0.80	0.44	4.12
	Máximo	21.55	12.73	48.41	95.59	110.05	85.94
AFDM_gm2	Media	6.18	6.28	9.70	13.42	13.26	27.64
	Error típico de la media	1.07	4.16	2.17	1.41	1.55	6.20
	Mínimo	2.20	2.12	3.43	0.95	2.93	4.37
	Máximo	11.48	10.45	22.56	50.00	44.00	122.87

Tabla 1.26. Tabla resumen de del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores del multimétrico obtenidos para las muestras del tipo 1. Se muestra el valor medio, error de la media, mínimo y máximo para cada una de las 5 clases de estado definidas con el valor de EQR obtenido

Así, por ejemplo, la concentración media anual de fósforo (P\_PO<sub>4</sub>) en las estaciones más alteradas es superior a 0.29 ± 0.12 mg/l (valor promedio del estado *Moderado*) mientras que en las localidades de referencia presenta valores medios de 0.01 ± 0.01 mg/l (Fig. 1.31, Tabla 1.26). Del mismo modo, el contenido medio del nitrato (N\_NO<sub>3</sub>) en las estaciones más alteradas es de 2.79 ± 0.71 mg/l (valor promedio del estado *Moderado*) mientras que en las localidades de *Referencia* presentan valores medios de 0.32 ± 0.13 mg/l. Este enriquecimiento en nutrientes en las estaciones más alteradas se ve reflejado en los valores de la biomasa de productores primarios (Clorofila a), cuyos valores aumentan conforme el valor del EQR disminuye (Fig. 1.31, Tabla 1.26).

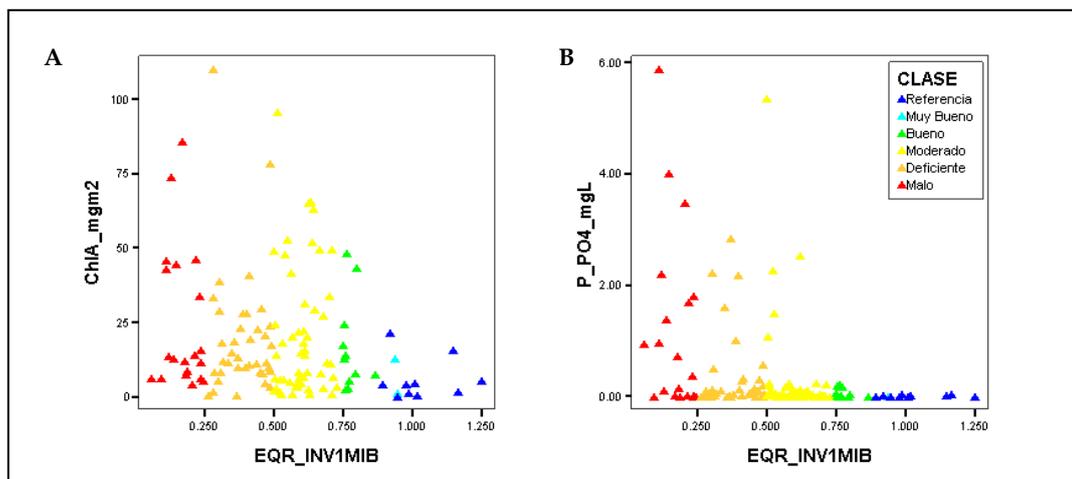


Figura 1.31. Cambio que se produce en el valor de ciertas variables medioambientales con las clases de estado. La figura muestra los gráficos de dispersión de: A) biomasa de productores primarios, en forma de chl-*a* y B) Concentración de fósforo

**Relación entre las clases de estado de invertebrados y las condiciones hidromorfológicas y usos del suelo.-** La valoración de las características hidromorfológicas y de los usos del suelo de cada tramo fluvial estudiado se realizó mediante la aplicación de índices obtenidos a partir del método de evaluación hidromorfológico CARAVAGGIO y de la aplicación del CORINE para la extracción de % de usos del suelo, respectivamente (ver Apartado 1.5). El índice HQA (*Habitat Quality Assessment*), muestra la diversidad de hábitats existentes en cada localidad así, cuanto más elevado sea el índice mayor diversidad de hábitats fluviales presenta, referidos a la diversidad de tipos de corriente, substratos, estructura de la vegetación, etc. Sin embargo el HMS (*Habitat Modification Score*) muestra el grado de modificación del tramo fluvial estudiado, de manera que valores elevados del índice indican una mayor alteración hidromorfológica.

El cambio que se produce en las comunidades de invertebrados y en la calidad de las aguas a lo largo de las clases de estado, también se refleja en un cambio en las condiciones hidromorfológicas y en la magnitud del uso humano en la cuenca reflejado en los porcentajes de uso del suelo, como se observó en el análisis de los gradientes de presión humana (Fig. 1.25, Tabla 1.27). Sin embargo, dado que un valor de EQR bajo, suele ir asociado a fuentes puntuales y difusas de contaminación, lo que se evalúa es más bien el efecto de una presión combinada (orgánica/hidromorfológica) más que un efecto directo de la hidromorfología en el EQR.

La tabla 1.27 indica los valores de los índices del CARAVAGGIO (*HMS* y *HQA*) y del porcentaje de usos del suelo para las distintas clases de estado según los invertebrados.

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>HQA</b>	Media	36.0	34.5	39.3	37.5	32.4	31.7
	Error típico de la media	2.7	0.5	3.2	1.4	1.8	2.0
	Mínimo	28.0	34.0	25.0	19.0	19.0	20.0
	Máximo	44.0	35.0	52.5	57.0	57.0	44.0
<b>HMS</b>	Media	2.0	44.0	30.2	35.0	28.0	45.7
	Error típico de la media	0.7	41.0	5.9	4.0	5.0	6.6
	Mínimo	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Máximo	4.0	85.0	74.0	90.0	90.0	90.0
<b>% Áreas artificiales</b>	Media	0.0	4.7	1.3	1.6	1.6	1.9
	Error típico de la media	0.0	4.2	0.4	0.3	0.4	0.2
	Mínimo	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Máximo	0.0	8.9	3.1	8.9	8.9	3.1
<b>% Áreas agrícolas</b>	Media	18.0	52.3	31.3	49.3	54.9	57.4
	Error típico de la media	3.8	3.9	6.7	2.6	4.5	5.2
	Mínimo	6.7	48.4	0.0	0.0	0.0	26.4
	Máximo	29.4	56.2	58.0	89.9	96.8	96.8
<b>% Bosques y áreas seminaturales</b>	Media	82.0	43.0	58.5	46.6	39.8	40.8
	Error típico de la media	3.8	8.0	5.4	2.1	3.7	5.3
	Mínimo	70.6	35.0	38.9	8.8	0.7	0.7
	Máximo	93.3	51.1	83.5	83.5	83.5	72.2
<b>% Áreas agrícolas de secoano</b>	Media	5.9	21.5	24.8	33.2	40.4	41.1
	Error típico de la media	1.0	7.0	4.6	2.0	3.8	5.4
	Mínimo	2.7	14.5	5.9	14.5	14.5	16.9
	Máximo	9.0	28.4	51.9	86.7	94.2	94.2

Tabla 1.27. Tabla resumen de las variables hidromorfológicas y usos del suelo (media, error, mínimo y máximo) correlacionadas significativamente con el multimétrico INV1MIB

Así, por ejemplo, las localidades de *Referencia* presentan un valor medio del índice *HMS* de  $2 \pm 0.67$ , lo que implica condiciones muy poco alteradas, casi naturales, siendo este valor en las estaciones en estado *Moderado* de  $35.03 \pm 4.05$ , lo que se corresponde con localidades alteradas (Fig. 1.32 A-B, Tabla 1.27). El que las estaciones en estado *Muy bueno* presenten un valor elevado del *HMS* se debe a que son localidades de montaña que poseen una parte del tramo reforzada con muros, aunque son de martges de piedra, lo que permite la existencia de conexiones laterales entre la cuenca y el torrente, no afectando a la hidromorfología del cauce ni a la fauna. La diversidad de hábitats (*HQA*) presenta valores homogéneos similares en las localidades con clase superior a la clase *Moderado*, mientras que las localidades de estado *Malo* presentan un menor valor del índice.

El cambio en la magnitud de los porcentajes de uso del suelo con las clases de estado es también evidente. Así, cuando comparamos el % de áreas agrícolas entre las distintas clases de estado, se observan valores muy bajos para las estaciones de *Referencia*, los cuales aumentan a medida que el valor del EQR y la clase de estado disminuyen (Fig. 1.32 C-D, Tabla 1.27).

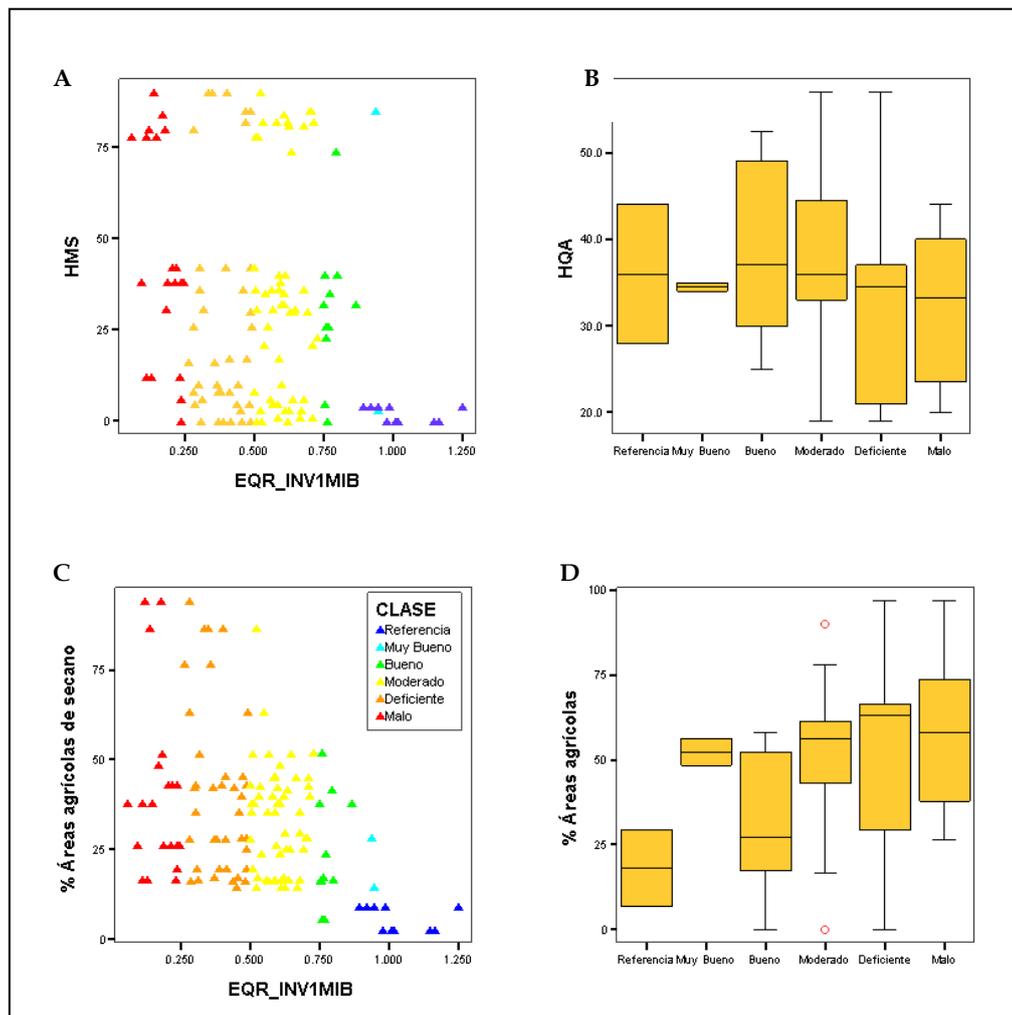


Figura 1.32. Cambio que se produce en el valor de ciertas variables hidromorfológicas y usos de suelo con las clases de estado. La figura muestra los gráficos de dispersión (A, C) y los diagramas de cajas (B, D) para las siguientes variables: A) el índice HMS, B) índice HQA, C) % áreas agrícolas y D) % agricultura de secano. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

### 1.6.5.2.2. Modelo general TIPO 2: torrentes tipo cañón

Existen cuatro localidades de referencia dentro de este tipo: AC19, H12, H220 y K2600, por lo que los valores de los métricos individuales se dividieron por la mediana de los valores de estas localidades para calcular el multimétrico INV2MIB.

**Elaboración del multimétrico.-** El multimétrico INV2MIB elaborado para el tipo 2 se compone de la combinación de 3 métricos que cumplen los requerimientos de las

definiciones normativas para las clases de estado: unos que expresan diversidad (Diversidad Margalef: MARGALEF y riqueza de taxones sensibles: RSENGEN\_90) y otro abundancia (abundancia de efémeras: EPHEMAB) (Tabla 1.17).

Los valores del multimétrico INV2MIB para cada una de las localidades, se presentan en la tabla 1.28 junto con la mediana de los valores de las referencias y su valor de EQR correspondiente. Los valores del EQR son el resultado de dividir este multimétrico entre la mediana de la serie.

ID_MUESTREO	CONDICIÓN	RSENGEN_90	NRSENGEN_90	MARGALEF	NMARGALEF	EPHEMAB	LOGEPHEMA	NLOGEPHEM	INV2MIB	EQR_INV2MIB	CLASE
							B+1	AB+1			
H12pri06	Referencia	11	1.571	6.714	1.581	2222	3.347	1.308	4.460	1.469	Referencia
H12oto05	Referencia	11	1.571	4.202	0.989	7176	3.856	1.507	4.068	1.340	Referencia
H12inv08	Referencia	11	1.571	4.585	1.079	2297	3.361	1.314	3.964	1.306	Referencia
H12inv06	Referencia	10	1.429	4.289	1.010	4093	3.612	1.412	3.850	1.268	Referencia
H12pri05	Referencia	10	1.429	4.927	1.160	1214	3.085	1.206	3.794	1.250	Referencia
K2600pri08	Referencia	9	1.286	4.946	1.164	1387	3.142	1.228	3.678	1.211	Referencia
H220pri06	Referencia	8	1.143	5.623	1.324	361	2.559	1.000	3.467	1.142	Referencia
AC19inv08	Referencia	7	1.000	4.683	1.102	1256	3.099	1.211	3.314	1.091	Referencia
AC19inv06	Referencia	8	1.143	4.659	1.097	129	2.114	0.826	3.066	1.010	Referencia
K2600inv06	Referencia	7	1.000	4.603	1.084	300	2.479	0.969	3.052	1.005	Referencia
H12pri08	Referencia	7	1.000	4.248	1.000	452	2.656	1.038	3.038	1.001	Referencia
H220inv08	Referencia	10	1.429	4.286	1.009	33	1.531	0.599	3.036	1.000	Referencia
H220pri08	Referencia	8	1.143	4.06	0.956	96	1.987	0.776	2.875	0.947	Referencia
K2600inv08	Referencia	5	0.714	3.245	0.764	3105	3.492	1.365	2.843	0.936	Referencia
AC19oto05	Referencia	5	0.714	2.301	0.542	10819	4.034	1.577	2.833	0.933	Referencia
H220oto05	Referencia	7	1.000	2.769	0.652	800	2.904	1.135	2.787	0.918	Referencia
H220pri05	Referencia	6	0.857	4.133	0.973	271	2.435	0.951	2.782	0.916	Referencia
K2600pri06	Referencia	8	1.143	3.854	0.907	68	1.839	0.719	2.769	0.912	Referencia
H220inv06	Referencia	7	1.000	4.939	1.163	8	0.954	0.373	2.536	0.835	Referencia
AC19pri06	Referencia	6	0.857	3.058	0.720	240	2.382	0.931	2.582	0.826	Referencia
K2600oto05	Referencia	6	0.857	3.832	0.902	32	1.519	0.593	2.353	0.775	Referencia
AC19pri08	Referencia	4	0.571	3.621	0.852	49	1.699	0.664	2.088	0.688	Referencia
AC19pri05	Referencia	5	0.714	3.062	0.721	42	1.633	0.638	2.073	0.683	Referencia
	<b>MEDIANA</b>	<b>7.000</b>		<b>4.248</b>			<b>2.559</b>		<b>3.036</b>		
J13oto05	Depuradora	6	0.857	4.622	1.088	9628	3.984	1.557	3.502	1.153	Muy Bueno
K26inv06	Ruralnatural	8	1.143	4.739	1.116	153	2.188	0.855	3.113	1.025	Muy Bueno
J13pri06	Depuradora	6	0.857	5.187	1.221	174	2.243	0.877	2.955	0.973	Muy Bueno
J13inv06	Depuradora	5	0.714	4.734	1.114	655	2.817	1.101	2.930	0.965	Muy Bueno
L3000pri08	Artificialeseminatural	6	0.857	2.998	0.706	2289	3.360	1.313	2.876	0.947	Muy Bueno
K26oto05	Ruralnatural	7	1.000	4.121	0.970	59	1.778	0.695	2.665	0.878	Bueno
J13inv08	Depuradora	4	0.571	4.126	0.971	646	2.811	1.099	2.641	0.870	Bueno
J13pri05	Depuradora	5	0.714	5.352	1.260	16	1.230	0.481	2.455	0.809	Bueno
L3000inv08	Artificialeseminatural	3	0.429	3.22	0.758	225	2.354	0.920	2.107	0.694	Moderado
J13pri08	Depuradora	4	0.571	3.98	0.937	25	1.415	0.553	2.061	0.679	Moderado
L3000oto05	Artificialeseminatural	5	0.714	4.921	1.158	2	0.477	0.186	2.059	0.678	Moderado
Y274pri05	Ruralnatural	4	0.571	3.436	0.809	0	0.000	0.000	1.380	0.455	Deficiente
Y274inv06	Ruralnatural	2	0.286	2.49	0.586	8	0.954	0.373	1.245	0.410	Deficiente
Y274inv08	Ruralnatural	2	0.286	4.062	0.956	0	0.000	0.000	1.242	0.409	Deficiente
L3000inv06	Artificialeseminatural	3	0.429	2.783	0.655	1	0.301	0.118	1.201	0.396	Deficiente
Y274pri06	Ruralnatural	3	0.429	2.7	0.636	0	0.000	0.000	1.064	0.351	Deficiente
L3000pri06	Artificialeseminatural	2	0.286	3.149	0.741	0	0.000	0.000	1.027	0.338	Deficiente
L3000pri05	Artificialeseminatural	1	0.143	2.617	0.616	0	0.000	0.000	0.759	0.250	Deficiente
Y274pri08	Ruralnatural	1	0.143	1.861	0.438	0	0.000	0.000	0.581	0.191	Malo
L3001pri06	Artificialeseminatural	1	0.143	1.252	0.295	0	0.000	0.000	0.438	0.144	Malo

Tabla 1.28. Valor del EQR obtenido para cada muestra. (ID\_MUESTREO= identificador de cada muestra; CONDICIÓN de cada muestra; MARGALEF= diversidad de Margalef; RSENGEN\_90= riqueza de taxones sensibles; EPHEMAB= abundancia de efémeras; INV2MIB= multimétrico tipo2; EQR\_INV2MIB= índice de estado ecológico; CLASE: clases de estado. Las muestras aparecen ordenadas en orden descendente en función del EQR

Los métricos individuales no presentan correlaciones significativas con los ejes indicativos de gradientes de presión (orgánica y degradación general) debido a que el grupo de localidades muestreadas que representan este tipo no están afectado por fuertes presiones antrópicas (Tabla 1.29). De todas maneras el métrico que representa la abundancia de efémeras sí se correlaciona con el eje de degradación orgánica debido a que este grupo es muy sensible a dichas alteración.

Correlaciones

			Eje1DEG	Eje1ORG	INV2MIB	RSENGEN_90	MARGALEF	EPHEMAB
Rho de Spearman	Eje1DEG	Coefficiente de correlación	1.000	.608**	.589**	.573**	.407**	.501**
		Sig. (bilateral)	.	.000	.000	.000	.007	.001
		N	43	43	43	43	43	43
	Eje1ORG	Coefficiente de correlación	.608**	1.000	.242	.150	.072	.330*
		Sig. (bilateral)	.000	.	.117	.337	.644	.031
		N	43	43	43	43	43	43
	INV2MIB	Coefficiente de correlación	.589**	.242	1.000	.893**	.682**	.846**
		Sig. (bilateral)	.000	.117	.	.000	.000	.000
		N	43	43	43	43	43	43
	RSENGEN_90	Coefficiente de correlación	.573**	.150	.893**	1.000	.643**	.631**
		Sig. (bilateral)	.000	.337	.000	.	.000	.000
		N	43	43	43	43	43	43
	MARGALEF	Coefficiente de correlación	.407**	.072	.682**	.643**	1.000	.348*
		Sig. (bilateral)	.007	.644	.000	.000	.	.022
		N	43	43	43	43	43	43
	EPHEMAB	Coefficiente de correlación	.501**	.330*	.846**	.631**	.348*	1.000
		Sig. (bilateral)	.001	.031	.000	.000	.022	.
		N	43	43	43	43	43	43

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 1.29. Tabla de correlación ente el multimétrico INV2MIB, los métricos individuales utilizados para el cálculo del multimétrico de invertebrados con los gradientes de presión general (EJE1DEG) y orgánico (EJE1ORG) extraídos con el PCA (ver texto) para el tipo 2. Se muestra el valor del coeficiente de correlación (*Rho Spearman*) obtenido entre dos variables

Debido a que en este tipo no existen fuertes presiones antrópicas, no existe una segregación evidente de las muestras del valor multimétrico INV2MIB a lo largo del gradiente orgánico (Fig. 1.33).

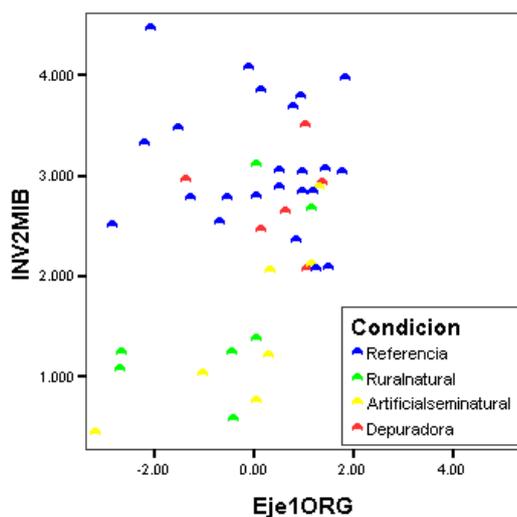


Figura 1.33. Relación entre el gradiente de presión orgánico y el multimétrico de invertebrados (INV2MIB) obtenido para el tipo 2

*Cumplimiento con las definiciones normativas y establecimiento de cortes con significado ecológico.*- De la misma manera que en el apartado anterior, una vez establecidos los índices que componen cada multimétrico es necesario corroborar que la selección de los mismos cumple con las definiciones normativas, y hay que comprobar que los cortes elegidos (que diferencian clases de estado) tengan un cierto significado ecológico y no sean un mero cálculo matemático.

El INV2MIB calculado como la combinación de 3 métricos (según elemento biológico y el tipo de torrente- ver tabla 1.17) varía entre 0 (baja calidad) y 1 o >1 (alta calidad). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor de su EQR), de forma que a mayor nivel de presión la comunidad de invertebrados se ve más afectada y hay un descenso gradual de la calidad ecológica (Fig. 1.34).

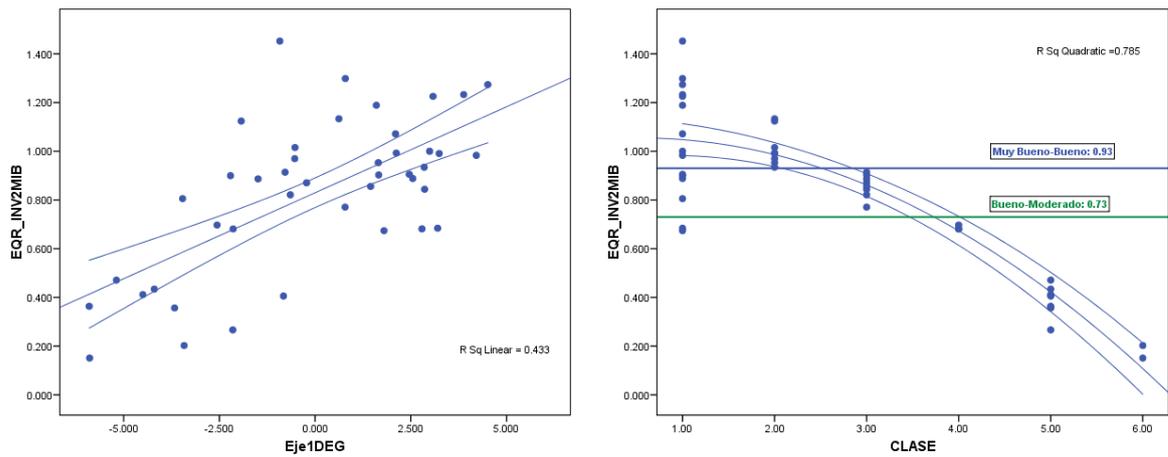


Figura 1.34. Diagramas de dispersión representando A) la distribución del métrico (INV2MIB) frente al gradiente de presión (Eje1DEG) y B) la correspondencia con las clases de estado

En la figura 1.35 se muestra la respuesta de cada uno de los métricos a la presión. Las líneas son los bordes de las clases que se obtienen en base al valor de la mediana de las referencias.

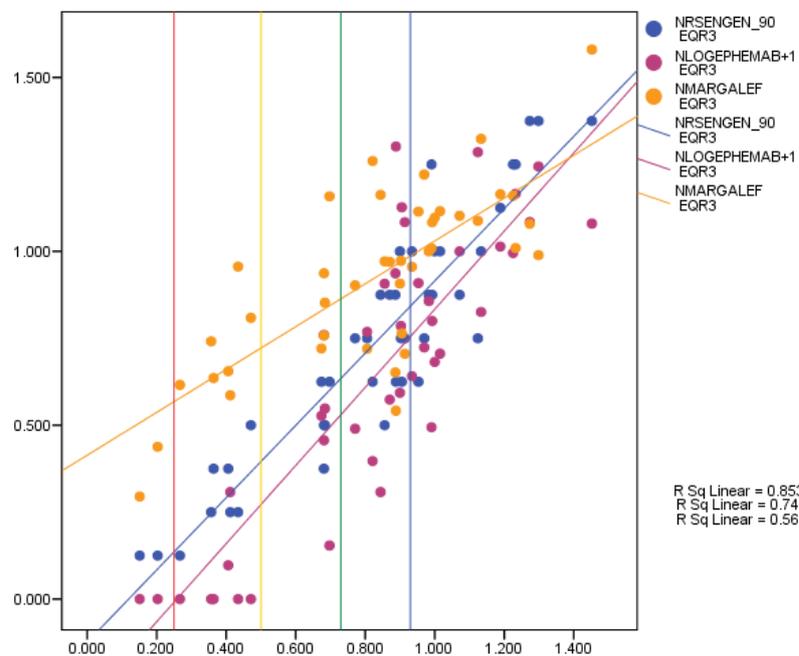


Figura 1.35. Representación de los métricos que componen el multimétrico de invertebrados (INV2MIB) en el gradiente de presión, mostrando los cortes (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25)

Las clases se ajustan en base a los centros y bordes marcados por las intersecciones de diversos métricos. Los métricos que marcan las distintas clases para la comunidad de invertebrados del tipo 2 son los siguientes:

- Porcentaje de taxones sensibles
- Abundancia de géneros de efémeras
- Diversidad de Margalef

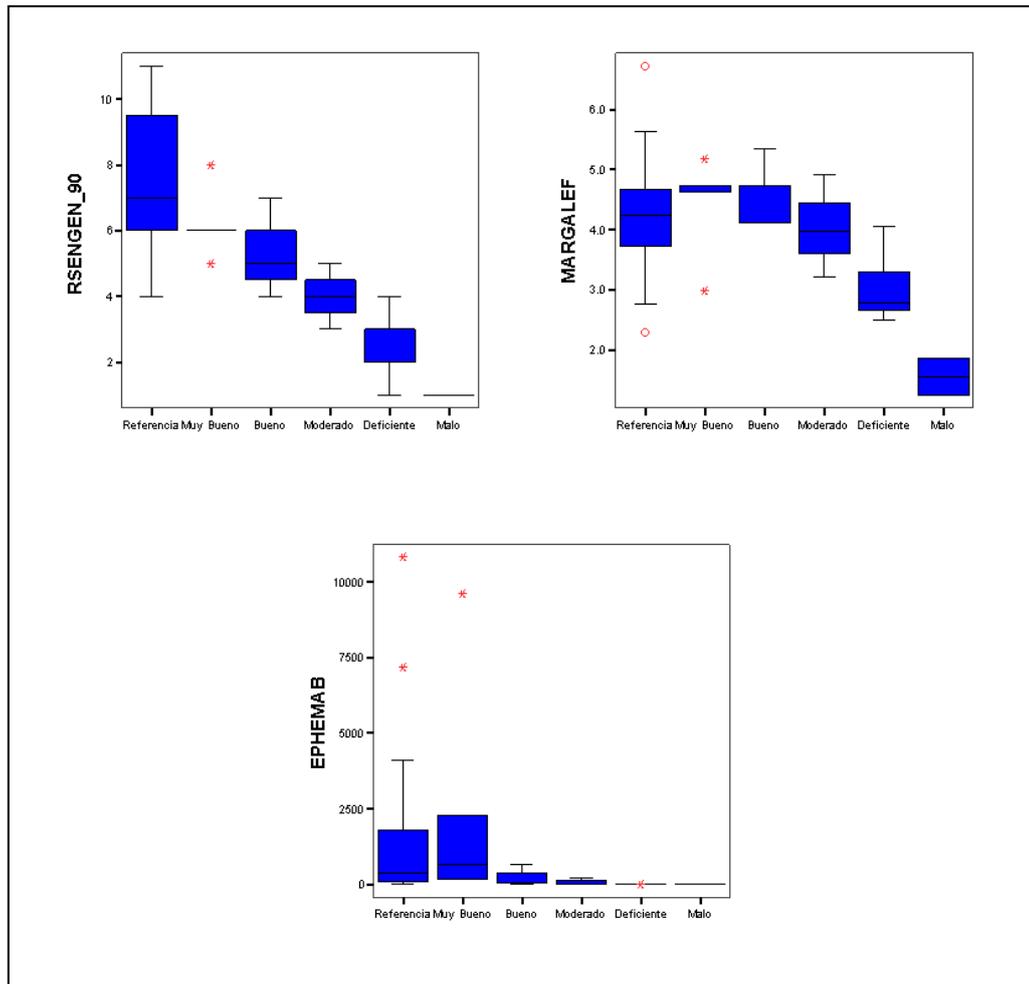
Se puede observar que, a niveles mínimos de presión, los valores de los métricos indican una comunidad de referencia representada por el elevado % de taxones sensibles, que a su vez está ampliamente representada por las efémeras, y por la elevada diversidad existente. Cuando la presión aumenta hay un importante descenso de todos los métricos. Una vez el porcentaje de taxones sensibles baja del 40% podemos decir que las localidades están bastante degradadas y que difícilmente pueden recuperar un buen estado ecológico (Fig. 1.35). El estado *Malo* presenta como máximo un 10% de taxones sensibles, sin ningún género perteneciente al grupo de las efémeras y con una diversidad de invertebrados muy baja.

En general, hay una buena aproximación entre la interpretación de los métricos y los bordes de clase que inicialmente se habían establecido. Teniendo en cuenta el 10% de error, se propuso mover el borde entre el *Bueno* y *Moderado* desde 0.730 (indicado por la línea) a 0.680, gracias a lo que el centro de clase queda físicamente centrado. De esta manera, los cortes obtenidos coinciden con el ejercicio de Intercalibración.

**Relación entre las clases de estado y la comunidad de invertebrados.**- En la tabla 1.30 se presentan los valores correspondientes al INV2MIB y a cada uno de los métricos que lo componen, según la clase de estado ecológico. Se indican los valores medios, error de la media y rango de valores (mínimo y máximo). Se observa que el cambio más importante entre clases se produce en los valores de los índices entre la clase *Bueno* y *Moderado* (Fig. 1.36 y Fig. 1.37).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>RSENGEN_90</b>	Media	8	6	5	4	2	1
	Error típico de la media	0.4	0.5	0.9	0.6	0.4	0.0
	Mínimo	4	5	4	3	1	1
	Máximo	11	8	7	5	4	1
<b>MARGALEF</b>	Media	4.20	4.46	4.53	4.04	3.03	1.56
	Error típico de la media	0.20	0.38	0.41	0.49	0.21	0.30
	Mínimo	2.30	3.00	4.12	3.22	2.49	1.25
	Máximo	6.71	5.19	5.35	4.92	4.06	1.86
<b>EPHEMAB</b>	Media	1584.78	2579.80	240.33	84.00	1.29	0.00
	Error típico de la media	550.95	1804.77	203.21	70.81	1.13	0.00
	Mínimo	8.00	153.00	16.00	2.00	0.00	0.00
	Máximo	10819.00	9628.00	646.00	225.00	8.00	0.00
<b>INV2MIB</b>	Media	3.10	3.08	2.59	2.08	1.13	0.51
	Error típico de la media	0.13	0.11	0.07	0.02	0.08	0.07
	Mínimo	2.07	2.88	2.46	2.06	0.76	0.44
	Máximo	4.46	3.50	2.67	2.11	1.38	0.58
<b>EQR_INV2MIB</b>	Media	1.02	1.01	0.85	0.68	0.37	0.17
	Error típico de la media	0.04	0.04	0.02	0.01	0.03	0.02
	Mínimo	0.68	0.95	0.81	0.68	0.25	0.14
	Máximo	1.47	1.15	0.88	0.69	0.45	0.19

Tabla 1.30. Tabla resumen del valor del multimétrico INV2MIB, el EQR\_INV2MIB y los tres métricos que lo componen, obtenidos para cada una de las 5 clases de estado definidas con el valor de EQR obtenido para tipo 2. Se muestran los valores medios, error típico de la media, máximo y mínimo



Figuras 1.36. La figura muestra los diagramas de cajas correspondientes a los métricos que han sido utilizados para la construcción del multimétrico INV2MIB. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

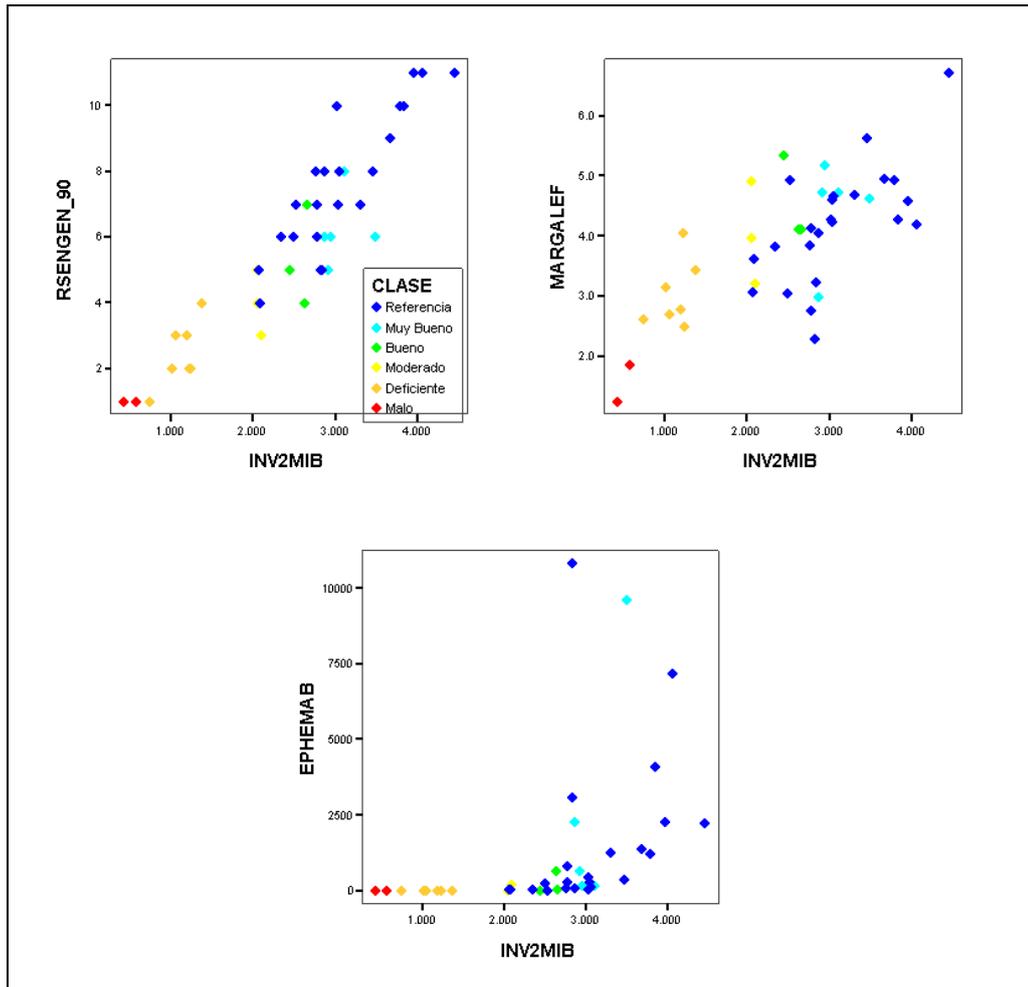


Figura 1.37. Diagramas de dispersión entre los valores del multimétrico de invertebrados (INV2MIB) y cada uno de los métricos que lo componen

Posteriormente, se realizó una ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo, adjudicándosele a cada muestra la clase correspondiente según el multimétrico (Tabla 1.28). De esta manera se puede comprobar si las clases del estado ecológico definidas por este multimétrico se corresponden con las comunidades de invertebrados (Fig. 1.38).

Las referencias se agrupan entre campañas de la misma localidad, por lo que la comunidad no varía mucho a lo largo del año. Las diferencias entre las localidades de este tipo (cañones) vienen mayormente definidas por perturbaciones naturales de sus regímenes hidrológicos, por su forma natural de secarse (bien dejando pozas, bien secándose gradualmente las zonas de corriente). Así se ven dos zonas en el espacio definido por los dos primeros ejes de la ordenación: la parte de arriba que se corresponde con aquellos torrentes que tenían gorgs o

pozas en alguna o en varias campañas de muestreo, y en la parte de abajo aquellos que permanecieron con agua corriente durante todos los muestreos. A medida que las localidades se alejan de la referencias (de derecha a izquierda de la ordenación), el estado ecológico va disminuyendo, y es aquí donde se encuentran aquellas localidades que sufren algún tipo de alteración, como son el Y274, el L3000 y el L3001.

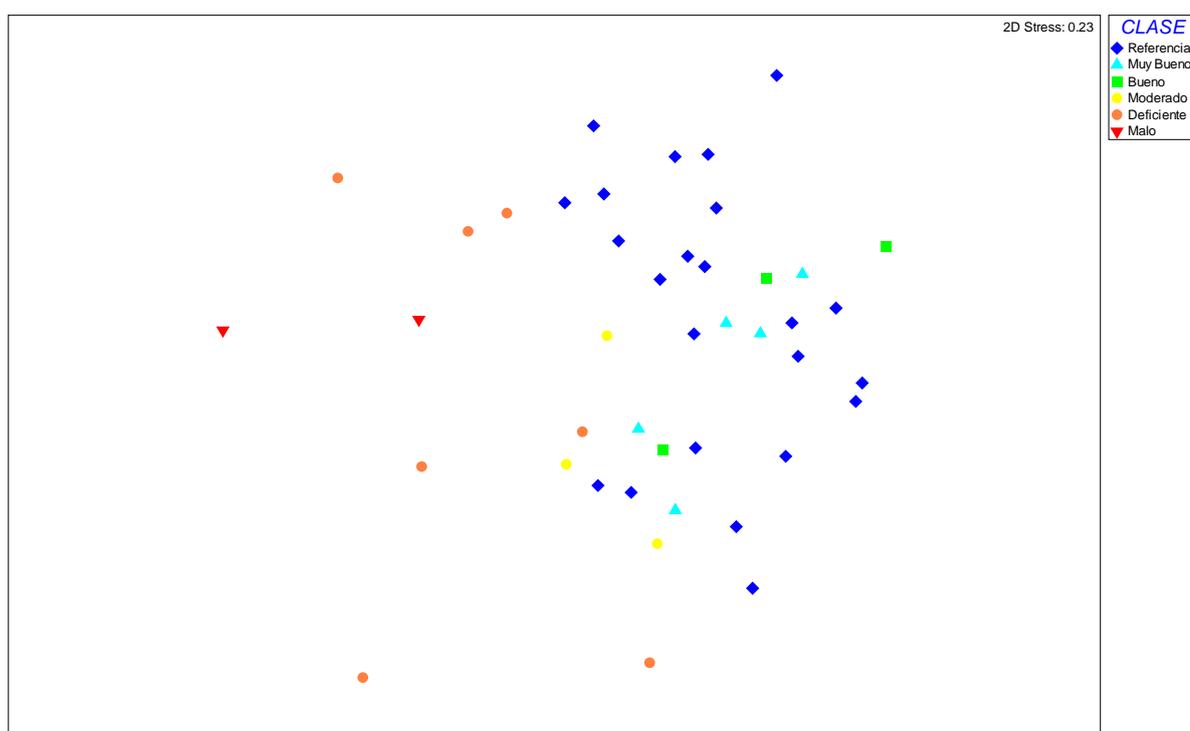


Figura 1.38. Ordenación bidimensional MDS en base a las comunidades de invertebrados de las todas las muestras incluidas en el tipo 2. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la tabla 1.28

**Relación entre las clases de estado de invertebrados y las condiciones físico-químicas.**- Las variables físico-químicas del tipo 2 presentan en general valores homogéneos debido a las pocas alteraciones que sufren, con la excepción de las localidades L3000, L3001 e Y274. Por lo tanto, se diferencian en esto de las localidades del tipo 1, donde la degradación en el estado ecológico se observa a nivel biológico y físico-químico.

Se observa un aumento en la cantidad media de nitrato ( $N_{NO_3}$ ) y sulfato ( $SO_4$ ) desde la clase de estado de las localidades de *Referencia*, a otras en estado *Muy Bueno* y *Bueno* y hacia las que están en peor estado ecológico.

En la tabla resumen (Tabla 1.31) solamente se presentan aquellas variables que se correlacionan con el multimétrico INV2MIB, complementados con ejemplos en las figuras que permiten observar las diferencias entre clases de una manera más gráfica. De forma general se puede ver una diferenciación de las localidades en estado *Moderado*, *Deficiente* y *Malo* sobre todo en cuanto al contenido en nutrientes (Tabla 1.31, Fig. 1.39).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>N_NO2_mgL</b>	Media	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
	Error típico de la media	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	Máximo	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01
<b>N_NO3_mgL</b>	Media	0.33	0.22	0.18	0.30	0.90	1.41
	Error típico de la media	0.11	0.07	0.13	0.15	0.21	0.22
	Mínimo	0.01	0.07	0.04	0.03	0.16	1.19
	Máximo	1.74	0.45	0.44	0.54	1.68	1.63
<b>SO4_mgL</b>	Media	36.46	31.06	18.25	68.24	87.51	96.25
	Error típico de la media	7.23	16.92	4.01	29.74	12.42	6.41
	Mínimo	1.02	6.90	10.50	9.57	21.39	89.84
	Máximo	125.83	97.14	23.89	106.05	120.92	102.65
<b>Mg_mgL</b>	Media	9.68	11.15	10.17	16.87	19.44	10.78
	Error típico de la media	1.53	1.72	3.01	3.86	2.03	0.09
	Mínimo	2.79	4.48	4.52	9.17	12.15	10.68
	Máximo	30.66	14.35	14.80	21.25	25.47	10.87
<b>caudal_Ls</b>	Media	4.96	13.91	3.71	4.48	58.15	3.99
	Error típico de la media	2.04	13.91	3.71	3.98	42.61	3.99
	Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Máximo	28.45	69.55	11.13	12.42	296.02	7.97

Tabla 1.31. Tabla resumen de del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores del multimétrico obtenidos para las muestras del tipo 2. Se muestran los valores medios, error de la media, mínimo y máximo para cada una de las 5 clases de estado definidas con el valor de EQR obtenido

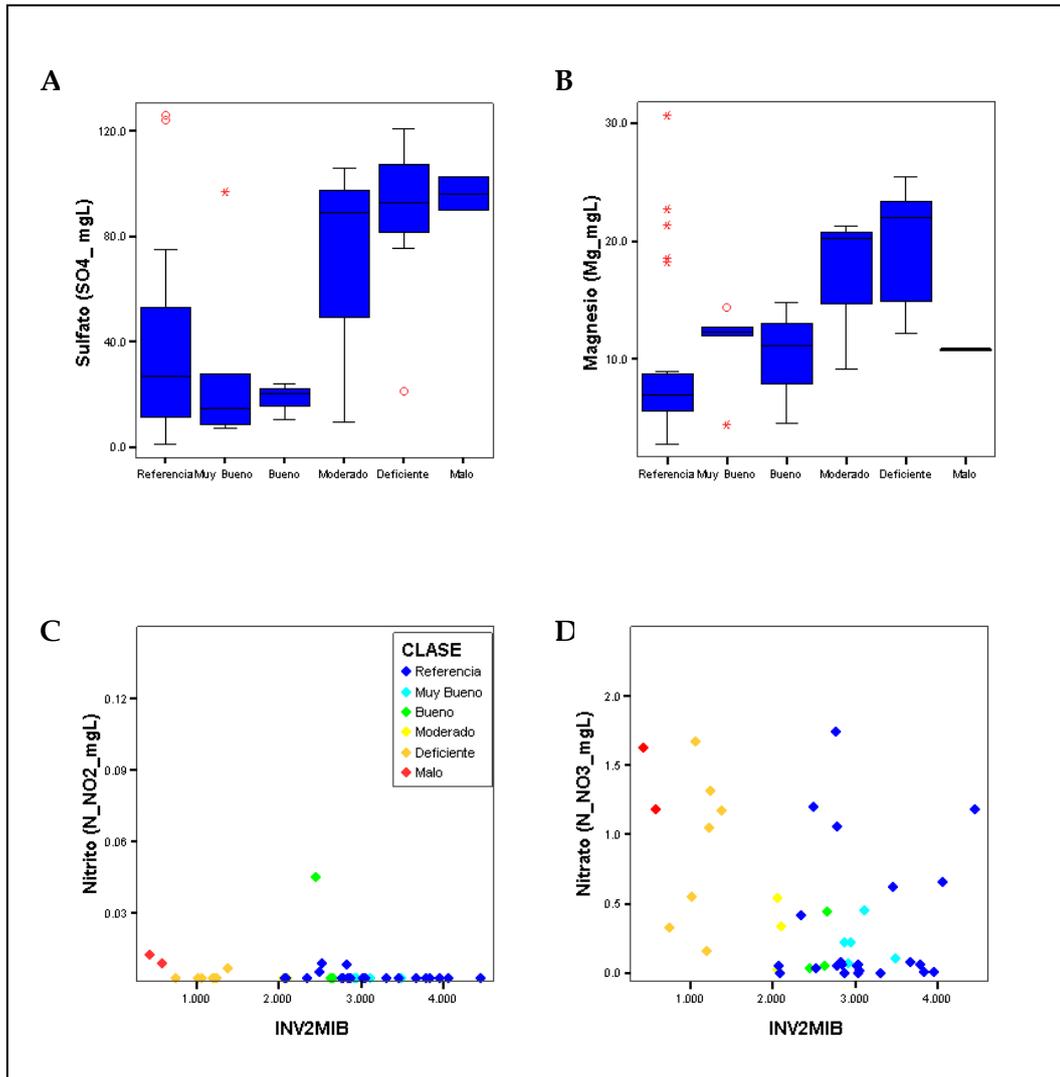


Figura 1.39. Diagramas de cajas (A\_B) y gráficos de dispersión (C\_D) mostrando el cambio que se produce en el valor de ciertas variables medioambientales con las clases de estado: A) sulfato, B) magnesio, C) nitrito y D) nitrato. La línea central en las cajas (A\_B) muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

**Relación entre las clases de estado de invertebrados y las condiciones hidromorfológicas y usos del suelo.-** Se presentan aquellas variables que se correlacionan significativamente con el multimétrico INV2MIB. En este caso solamente se observa relación con los usos del suelo más importantes, como son el uso de suelo agrícola (% áreas agrícolas), el uso forestal (% bosques y áreas seminaturales) y el secano (% uso agricultura de secano). Las localidades de referencia no se ven impactadas por ningún tipo de uso agrícola, sino que pertenecen a zonas con un uso de casi el 100% de uso forestal. Las localidades por debajo del estado *Moderado* son las que presentan un mayor porcentaje de suelo agrícola (29%), aunque también

presentan un elevado porcentaje de áreas forestales y bosques seminaturales (69%) (Tabla 1.32, Fig. 1.40).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
% Áreas agrícolas	Media	5.26	23.05	20.80	28.57	29.97	30.33
	Error típico de la media	1.76	2.49	0.77	4.27	1.02	2.52
	Mínimo	0.00	20.03	20.03	20.03	27.81	27.81
	Máximo	19.14	32.85	22.33	32.85	32.85	32.85
% Bosques y áreas seminaturales	Media	89.30	75.72	78.46	68.81	68.35	67.71
	Error típico de la media	2.30	3.24	1.51	5.58	1.81	4.48
	Mínimo	75.43	63.23	75.43	63.23	63.23	63.23
	Máximo	100.00	79.97	79.97	79.97	72.19	72.19
% Áreas agrícolas de secano	Media	7.38	18.40	14.37	27.25	27.93	28.54
	Error típico de la media	1.75	3.74	1.70	5.59	1.74	4.30
	Mínimo	0.00	10.97	10.97	16.07	24.24	24.24
	Máximo	19.14	32.85	16.07	32.85	32.85	32.85

Tabla 1.32. Tabla resumen de las variables hidromorfológicas (media, error, mínimo y máximo) correlacionadas significativamente con el multimétrico INV2MIB

Los índices que caracterizan y evalúan el hábitat (HQA, HMS y LRD) no aparecen diferenciados entre las clases de los torrentes tipo cañón. Esto es debido a la elevada homogeneidad del hábitat que existe en estas zonas de cañones de montaña, junto con la escasa alteración antrópica hidromorfológica existente en estas zonas (Fig. 1.40).

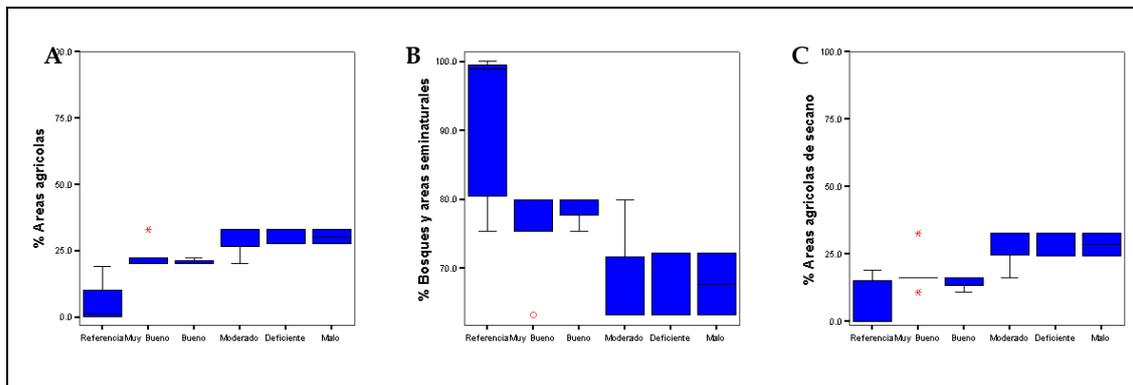


Figura 1.40. Diagramas de cajas que muestra la distribución de las variables hidromorfológicas y usos del suelo en función del EQR\_INV2MIB: A) % áreas agrícolas, B) bosques y áreas seminaturales y C) % áreas agrícolas de secano. La línea central en las cajas muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

### 1.6.5.2.3. Modelo general TIPO 5: torrentes de montaña

El tipo 5 presenta 6 localidades de referencia. De entre ellas, la localidad denominada AB240, no se incluyó en los análisis de métricos de invertebrados como parte del grupo de referencias debido a sus características peculiares de entorno de fuente (ver Apartado 1.6.3.2.3).

**Elaboración del multimétrico.-** El multimétrico INV5MIB se elaboró como combinación de 4 métricos individuales que cumplen los requerimientos de las definiciones normativas: diversidad (índice Bray-Curtis: BCGEN\_sincrúst y riqueza de taxones sensibles: RSENGEN\_90), abundancia de clases de EPT (EPTabcl\_%) y frecuencia de taxones tolerantes (PTOLGEN\_90) (Tabla 1.17). Los valores de los métricos individuales se dividieron por la mediana de los valores de las muestras de las 5 localidades de referencia identificadas previamente al cálculo del multimétrico INV5MIB.

Los valores del multimétrico INV5MIB para cada una de las localidades, se presentan en la tabla 1.33 junto con la mediana de los valores de las referencias y su valor de EQR correspondiente. Los valores del EQR resultan de dividir este multimétrico entre la mediana de la serie de referencia, y posterior asignación de los cortes 0.93, 0.73, 0.5 y 0.25 (Tabla 1.2).

ID_MUESTREO	CONDICION	BCGEN_SI NCRUST	BCGEN SIN CRUST	NBCGEN sin crust	PTOLGEN_90 sin PSA	1- PTOLGEN_90	N1- PTOLGEN_90	RSENGEN _90	NRENGEN _90	EPT [%] abcl	EPT [%] abcl	NETP abcl	INV5MIB	EQR_INV5MIB	CLASE
G3000inv08	Referencia	64.43	0.64	2.046	0.003	0.997	1.027	13	1.000	37.66	0.38	1.739	5.813	1.418	Referencia
B2000inv08	Referencia	64.69	0.65	2.054	0.000	1.000	1.030	12	0.923	27.27	0.27	1.260	5.267	1.285	Referencia
B2000pri08	Referencia	59.50	0.60	1.890	0.003	0.997	1.028	15	1.154	23.93	0.24	1.105	5.177	1.262	Referencia
B2000pri05	Referencia	58.96	0.59	1.873	0.056	0.944	0.972	16	1.231	21.43	0.21	0.990	5.065	1.235	Referencia
B2000inv06	Referencia	57.43	0.57	1.824	0.002	0.998	1.028	11	0.846	28.13	0.28	1.299	4.997	1.219	Referencia
B1000inv08	Referencia	47.69	0.48	1.515	0.008	0.992	1.022	13	1.000	21.31	0.21	0.984	4.521	1.103	Referencia
B1000inv06	Referencia	43.00	0.43	1.366	0.146	0.854	0.880	17	1.308	20.47	0.20	0.946	4.499	1.097	Referencia
G3000inv06	Referencia	39.74	0.40	1.262	0.010	0.990	1.020	14	1.077	24.37	0.24	1.126	4.485	1.094	Referencia
AC25pri08	Referencia	31.79	0.32	1.010	0.166	0.834	0.860	15	1.154	31.51	0.32	1.455	4.478	1.092	Referencia
B2001inv08	Referencia	34.22	0.34	1.087	0.000	1.000	1.030	12	0.923	29.21	0.29	1.349	4.389	1.071	Referencia
G3000pri06	Referencia	41.38	0.41	1.314	0.044	0.956	0.985	14	1.077	18.71	0.19	0.864	4.241	1.034	Referencia
B2001pri06	Referencia	31.18	0.31	0.990	0.015	0.985	1.015	17	1.308	20.00	0.20	0.924	4.237	1.033	Referencia
AC25pri06	Referencia	19.99	0.20	0.635	0.007	0.993	1.024	15	1.154	29.05	0.29	1.342	4.154	1.013	Referencia
B2001inv06	Referencia	36.30	0.36	1.153	0.007	0.993	1.024	11	0.846	23.33	0.23	1.078	4.100	1.000	Referencia
AC25inv06	Referencia	14.06	0.14	0.446	0.045	0.955	0.984	15	1.154	31.90	0.32	1.473	4.058	0.990	Referencia
B1000pri06	Referencia	21.69	0.22	0.689	0.181	0.819	0.844	15	1.154	28.83	0.29	1.331	4.018	0.980	Referencia
B2000pri06	Referencia	37.24	0.37	1.183	0.003	0.997	1.028	13	1.000	16.67	0.17	0.770	3.980	0.971	Referencia
AC25inv06	Referencia	23.02	0.23	0.731	0.104	0.896	0.923	10	0.769	31.11	0.31	1.437	3.860	0.941	Referencia
G3000oto05	Referencia	25.36	0.25	0.805	0.134	0.866	0.892	14	1.077	20.62	0.21	0.952	3.727	0.909	Referencia
B2000oto05	Referencia	23.07	0.23	0.733	0.029	0.971	1.000	13	1.000	20.65	0.21	0.954	3.687	0.899	Referencia
B1000pri08	Referencia	29.58	0.30	0.940	0.111	0.889	0.916	14	1.077	16.23	0.16	0.750	3.682	0.898	Referencia
AC25oto05	Referencia	12.11	0.12	0.385	0.030	0.970	1.000	12	0.923	28.95	0.29	1.337	3.644	0.889	Referencia
B2001pri08	Referencia	22.99	0.23	0.730	0.009	0.991	1.021	11	0.846	20.90	0.21	0.965	3.562	0.869	Referencia
B2001pri05	Referencia	26.37	0.26	0.838	0.321	0.679	0.700	13	1.000	21.88	0.22	1.010	3.547	0.865	Referencia
B2001oto05	Referencia	15.94	0.16	0.506	0.000	1.000	1.031	10	0.769	26.83	0.27	1.239	3.545	0.865	Referencia
AC25pri05	Referencia	21.24	0.21	0.674	0.332	0.668	0.689	13	1.000	23.15	0.23	1.069	3.324	0.837	Referencia
G3000pri05	Referencia	38.69	0.39	1.229	0.368	0.632	0.652	13	1.000	9.60	0.10	0.443	3.324	0.811	Referencia
G3000pri08	Referencia														
	<b>MEDIANA</b>	<b>31.49</b>	<b>0.31</b>	<b>2.202</b>	<b>0.014</b>	<b>0.970</b>	<b>1.017</b>	<b>13</b>	<b>0.769</b>	<b>35.79</b>	<b>0.36</b>	<b>1.653</b>	<b>5.641</b>	<b>1.376</b>	
K31pri08	Ruralnatural	69.33	0.69	2.202	0.014	0.986	1.017	10	0.769	35.79	0.36	1.653	5.641	1.376	Muy Bueno
K31pri06	Ruralnatural	29.46	0.29	0.935	0.005	0.995	1.026	11	0.846	32.59	0.33	1.505	4.313	1.052	Muy Bueno
K31inv06	Ruralnatural	33.66	0.34	1.069	0.062	0.938	0.967	8	0.615	28.18	0.28	1.302	3.953	0.964	Muy Bueno
K31inv06	Ruralnatural	41.34	0.41	1.313	0.025	0.975	1.005	6	0.462	23.68	0.24	1.094	3.873	0.945	Muy Bueno
K210inv06	Ruralnatural	26.69	0.27	0.848	0.065	0.935	0.964	14	1.077	14.89	0.15	0.688	3.576	0.872	Bueno
K3100inv06	Ruralnatural	32.19	0.32	1.022	0.032	0.968	0.997	10	0.769	16.67	0.17	0.770	3.559	0.868	Bueno
K3100inv06	Mejor	34.25	0.34	1.088	0.230	0.770	0.794	7	0.538	16.16	0.16	0.746	3.166	0.772	Bueno
K2101pri06	Ruralnatural	13.27	0.13	0.421	0.160	0.840	0.865	14	1.077	15.57	0.16	0.719	3.083	0.752	Bueno
K2100oto05	Ruralnatural	24.44	0.24	0.776	0.121	0.879	0.906	8	0.615	14.29	0.14	0.680	2.957	0.721	Bueno
K3100inv08	Mejor	29.09	0.29	0.924	0.134	0.866	0.893	7	0.538	12.79	0.13	0.591	2.946	0.718	Bueno
NF9pri08	Depuradora	33.06	0.33	1.050	0.465	0.535	0.551	9	0.692	14.02	0.14	0.648	2.941	0.717	Bueno
Y288inv08	Ruralnatural	12.73	0.13	0.404	0.177	0.823	0.848	10	0.769	19.31	0.19	0.892	2.914	0.711	Bueno
K310pri08	Mejor	15.82	0.16	0.503	0.175	0.825	0.850	9	0.692	17.69	0.18	0.817	2.862	0.698	Bueno
Y288inv06	Ruralnatural	16.27	0.16	0.517	0.110	0.880	0.917	8	0.615	16.79	0.17	0.775	2.824	0.689	Bueno
NF9inv06	Depuradora	36.41	0.36	1.156	0.117	0.883	0.910	7	0.538	1.85	0.02	0.086	2.690	0.656	Moderado
K23inv06	Ruralnatural	14.48	0.14	0.460	0.185	0.815	0.840	10	0.769	13.33	0.13	0.616	2.685	0.655	Moderado
K2101pri08	Ruralnatural	9.93	0.10	0.315	0.340	0.660	0.680	14	1.077	13.23	0.13	0.611	2.684	0.654	Moderado
K2101pri05	Ruralnatural	8.15	0.08	0.259	0.181	0.819	0.844	11	0.846	14.79	0.15	0.683	2.632	0.642	Moderado
NF9inv08	Depuradora	25.08	0.25	0.796	0.367	0.633	0.652	10	0.769	8.00	0.08	0.369	2.587	0.631	Moderado
K2101oto05	Ruralnatural	10.96	0.11	0.348	0.116	0.884	0.911	10	0.769	11.57	0.12	0.534	2.562	0.625	Moderado
K2101inv08	Ruralnatural	4.33	0.04	0.138	0.110	0.890	0.918	11	0.846	13.61	0.14	0.628	2.530	0.617	Moderado
Y288pri08	Ruralnatural	18.57	0.19	0.590	0.376	0.624	0.643	9	0.692	12.33	0.12	0.569	2.494	0.608	Moderado
K23pri06	Ruralnatural	6.56	0.07	0.208	0.521	0.479	0.494	10	0.769	21.93	0.22	1.013	2.484	0.606	Moderado
K23inv08	Ruralnatural	13.19	0.13	0.419	0.333	0.667	0.688	7	0.538	14.84	0.15	0.686	2.331	0.568	Moderado
V3190inv08	Mejor	8.14	0.08	0.258	0.142	0.858	0.884	7	0.538	13.08	0.13	0.604	2.285	0.557	Moderado
K3100pri08	Mejor	11.65	0.12	0.370	0.372	0.628	0.648	6	0.462	15.39	0.15	0.711	2.190	0.534	Moderado
V3190inv06	Mejor	23.78	0.24	0.755	0.572	0.428	0.441	4	0.308	14.75	0.15	0.681	2.185	0.533	Moderado
K310to05	Ruralnatural	11.85	0.12	0.376	0.331	0.669	0.689	8	0.615	10.13	0.10	0.468	2.149	0.524	Moderado
K310oto05	Mejor	25.71	0.26	0.817	0.434	0.566	0.584	6	0.462	6.16	0.06	0.285	2.147	0.524	Moderado
Y288pri06	Ruralnatural	3.88	0.04	0.123	0.177	0.823	0.848	8	0.615	9.15	0.09	0.423	2.009	0.490	Moderado
NF9oto05	Depuradora	16.92	0.17	0.537	0.324	0.676	0.696	8	0.615	3.36	0.03	0.155	2.004	0.489	Moderado
K2100pri05	Ruralnatural	15.96	0.16	0.507	0.771	0.229	0.237	10	0.769	10.20	0.10	0.471	1.984	0.484	Deficiente
V3190pri06	Mejor	6.69	0.07	0.212	0.152	0.848	0.874	6	0.462	6.25	0.06	0.289	1.837	0.448	Deficiente
K23pri08	Ruralnatural	5.06	0.05	0.161	0.518	0.482	0.497	6	0.462	14.14	0.14	0.653	1.772	0.432	Deficiente
K2100pri06	Ruralnatural	9.28	0.09	0.295	0.613	0.387	0.399	9	0.692	7.58	0.08	0.350	1.736	0.423	Deficiente
Y288pri05	Ruralnatural	7.82	0.08	0.248	0.354	0.646	0.666	5	0.385	9.24	0.09	0.427	1.726	0.421	Deficiente
NF9pri06	Depuradora	9.13	0.09	0.290	0.127	0.873	0.900	4	0.308	2.36	0.02	0.109	1.606	0.392	Deficiente
Y288inv08	Depuradora	10.97	0.11	0.348	0.234	0.766	0.789	2	0.154	5.75	0.06	0.265	1.557	0.380	Deficiente
V3190oto05	Mejor	12.56	0.13	0.399	0.312	0.688	0.709	3	0.231	4.24	0.04	0.186	1.534	0.374	Deficiente
Y288pri08	Depuradora	17.01	0.17	0.540	0.217	0.783	0.807	2	0.154	0.00	0.00	0.000	1.501	0.366	Deficiente
Y286inv06	Depuradora	20.87	0.21	0.663	0.690	0.310	0.319	3	0.231	5.63	0.06	0.260	1.473	0.359	Deficiente
K31000inv08	Mejor	0.56	0.01	0.018	0.098	0.902	0.930	3	0.231	5.56	0.06	0.257	1.435	0.350	Deficiente
V3190pri08	Mejor	15.86	0.16	0.504	0.668	0.332	0.342	4	0.308	3.31	0.03	0.153	1.307	0.319	Deficiente
V3190pri05	Mejor	3.95	0.04	0.125	0.281	0.719	0.741	4	0.308	0.00	0.00	0.000	1.174	0.286	Deficiente
Y288pri06	Depuradora	0.75	0.01	0.024	0.063	0.937	0.966	2	0.154	0.00	0.00	0.000	1.144	0.279	Deficiente
NF9pri05	Depuradora	4.56	0.05	0.145	0.112	0.888	0.915	1	0.077	0.00	0.00	0.000	1.137	0.277	Deficiente
Y288inv06	Depuradora	6.29	0.06	0.200	0.409	0.591	0.609	2	0.154	0.00	0.00	0.000	0.962	0.235	Mal
Y288oto05	Ruralnatural	3.23	0.03	0.103	0.799	0.201	0.207	5	0.385	3.60	0.04	0.166	0.861	0.210	Mal
K23oto05	Ruralnatural	8.99	0.09	0.285	0.750	0.250	0.258	4	0.308	0.00	0.00	0.000	0.851	0.207	Mal
V319pri05	Depuradora	1.53	0.02	0.048											

Todos los métricos seleccionados y el multimétrico INV5MIB se correlacionan significativamente con los gradientes de presión extraídos para este tipo (i.e., eje orgánico y eje degradación general) con coeficientes de correlación elevados (Tabla 1.34).

**Correlaciones**

			Eje1DEG	Eje1ORG	BCGEN_SINCRUST	PTOLGEN_90 sin PSA	RSENGEN_90	EPT [%] abcl	INV5MIB	EQR_INV5MIB
Rho de Spearman	Eje1DEG	Coeficiente de correlación	1.000	-.822**	.562**	-.515**	.570**	.683**	.664**	.664**
		Sig. (bilateral)	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
		N	91	91	89	89	89	89	89	89
	Eje1ORG	Coeficiente de correlación	-.822**	1.000	-.615**	.534**	-.659**	-.709**	-.715**	-.715**
		Sig. (bilateral)	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
		N	91	91	89	89	89	89	89	89
	BCGEN_SINCRUST	Coeficiente de correlación	.562**	-.615**	1.000	-.636**	.689**	.714**	.870**	.870**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
		N	89	89	89	89	89	89	89	89
	PTOLGEN_90 sin PSA	Coeficiente de correlación	-.515**	.534**	-.636**	1.000	-.657**	-.734**	-.823**	-.823**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
		N	89	89	89	89	89	89	89	89
	RSENGEN_90	Coeficiente de correlación	.570**	-.659**	.689**	-.657**	1.000	.818**	.889**	.889**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
		N	89	89	89	89	89	89	89	89
	EPT [%] abcl	Coeficiente de correlación	.683**	-.709**	.714**	-.734**	.818**	1.000	.926**	.926**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
		N	89	89	89	89	89	89	89	89
	INV5MIB	Coeficiente de correlación	.664**	-.715**	.870**	-.823**	.889**	.926**	1.000	1.000**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.	.
		N	89	89	89	89	89	89	89	89
	EQR_INV5MIB	Coeficiente de correlación	.664**	-.715**	.870**	-.823**	.889**	.926**	1.000**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.	.
		N	89	89	89	89	89	89	89	89

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 1.34. Resultado del análisis de correlación entre el gradiente de presión orgánico (EJE1ORG) y general (EJE1DEG), los métricos individuales seleccionados y el multimétrico INV5MIB

Como se puede observar, existe una clara segregación de las muestras a lo largo del gradiente orgánico en función del valor multimétrico INV5MIB, lo que afirma su funcionamiento como indicador de degradación orgánica (Fig. 1.41).

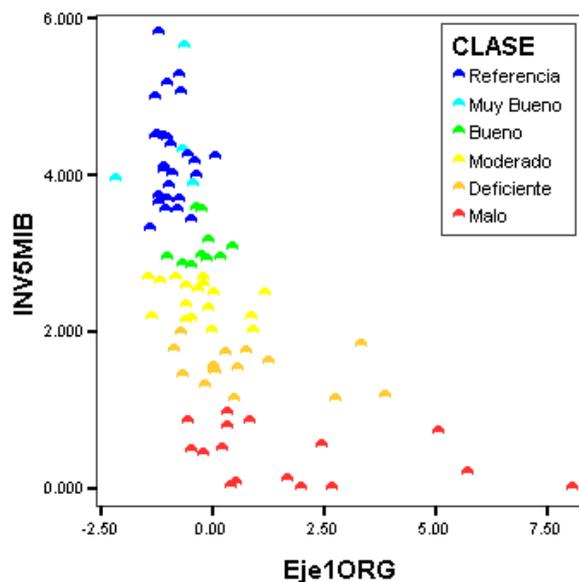


Figura 1.41. Relación entre el gradiente de presión orgánico y el multimétrico de invertebrados para el tipo 5 (INV5MIB)

*Cumplimiento con las definiciones normativas y establecimiento de cortes con significado ecológico.-* De la misma manera que en los apartados anteriores, una vez establecidos los índices que componen cada multimétrico es necesario corroborar que la selección de los mismos cumple con las definiciones normativas, y comprobar que los cortes elegidos (que diferencian clases de estado) tengan un cierto significado ecológico y no sean un mero cálculo matemático.

El INV5MIB calculado como la unión de 4 métricos para el tipo 5 de torrentes de montaña (según elemento biológico y el tipo de torrente- ver tabla 1.17) varía entre 0 (baja calidad) y 1 ó >1 (alta calidad). El índice multimétrico responde al gradiente de presión (representado con el valor del EQR) y, cuando aumenta la presión antrópica la comunidad de invertebrados se ve afectada y se observa el descenso gradual de la calidad ecológica (Fig. 1.42).

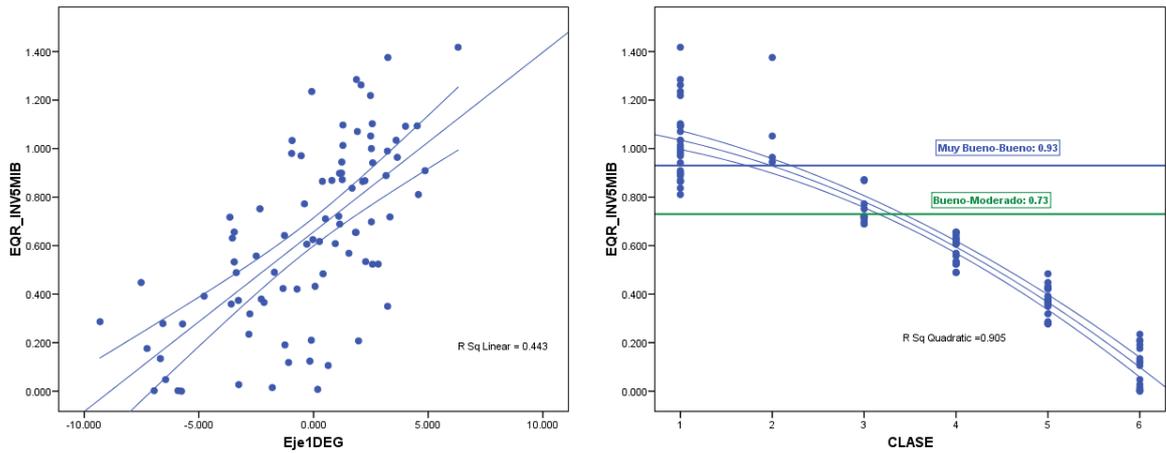
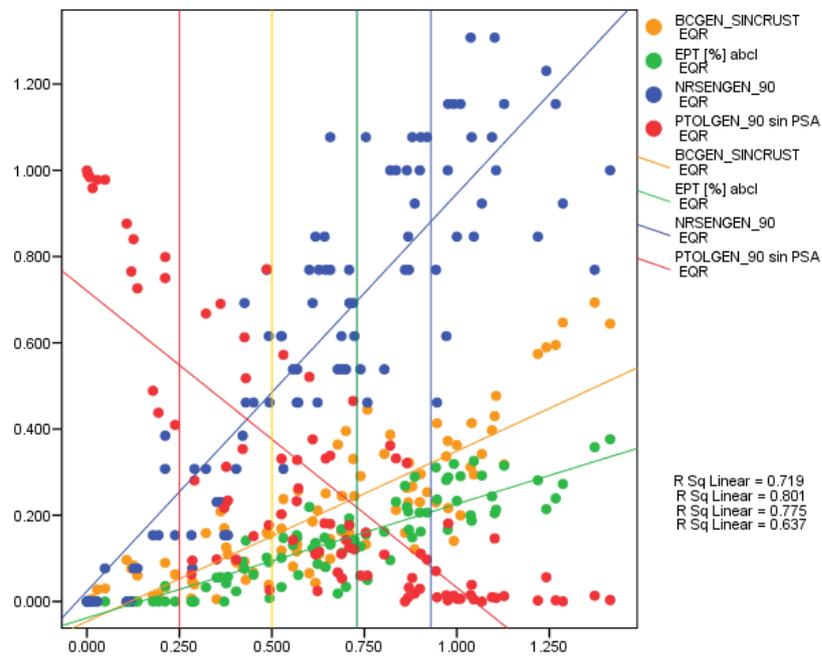


Figura 1.42. Diagramas de dispersión representando A) la distribución del métrico (INV5MIB) frente al gradiente de presión (Eje1DEG) y B) la correspondencia con las clases de estado

En la figura 1.43 se muestra la respuesta de cada uno de los métricos a la presión. Las líneas son los bordes de las clases que se obtienen en base al valor de la mediana de las referencias.



Figuras 1.43. Representación de los métricos que componen el multimétrico de invertebrados (INV5MIB) en el gradiente de presión, mostrando los cortes (0.93, 0.73, 0.5 y 0.25)

De esta manera, las clases se ajustan en base a los centros y bordes marcados por las intersecciones de diversos métricos. Los pares de métricos que marcan las distintas clases para la comunidad de invertebrados del tipo 5 son los siguientes:

- Porcentaje de taxones sensibles *vs.* porcentaje de taxones tolerantes
- Porcentaje de taxones tolerantes *vs.* índice Bray-Curtis
- Porcentaje de taxones tolerantes *vs.* porcentaje EPT (abundancia de clases)

A niveles mínimos de presión, los valores de los métricos indican una comunidad de referencia representada por el elevado % de los taxones sensibles y por el reducido valor de taxones tolerantes. Es importante observar que los valores de EPT son los más altos en estas localidades no alteradas. Cuando la presión aumenta se produce un importante descenso de los taxones sensibles y un aumento de los tolerantes. Además la distancia a las localidades de referencia aumenta, por lo que el grado de similitud disminuye.

El cruce entre el % taxones tolerantes y EPT constituye el borde-centro de la clase *Bueno*, indicando una comunidad que no está casi afectada y los problemas que se encuentran son fácilmente reversibles. El cruce entre el métrico de taxones tolerantes y el índice Bray-Curtis marca el borde de la clase *Moderado*, por lo que las localidades que se encuentran por debajo de este cruce presentan un alto grado de alteración. En este punto las localidades presentan valores menores al 70% del métrico de taxones sensibles (Fig. 1.43).

A mayores presiones, el porcentaje de taxones sensibles alcanza valores muy bajos (menos del 50% con respecto a las localidades de referencia), mientras que los taxones tolerantes incrementan (por encima del 50% de taxones tolerantes). El centro de la clase *Deficiente* viene delimitado por el cruce entre el % taxones sensibles *vs.* tolerantes. Por encima de un 75% de taxones tolerantes la situación es muy difícil de recuperar y las localidades aparecen clasificadas según el multimétrico en estado *Malo*. El estado *Malo* está dominando mayormente por taxones tolerantes y con un máximo del 15% de taxones sensibles.

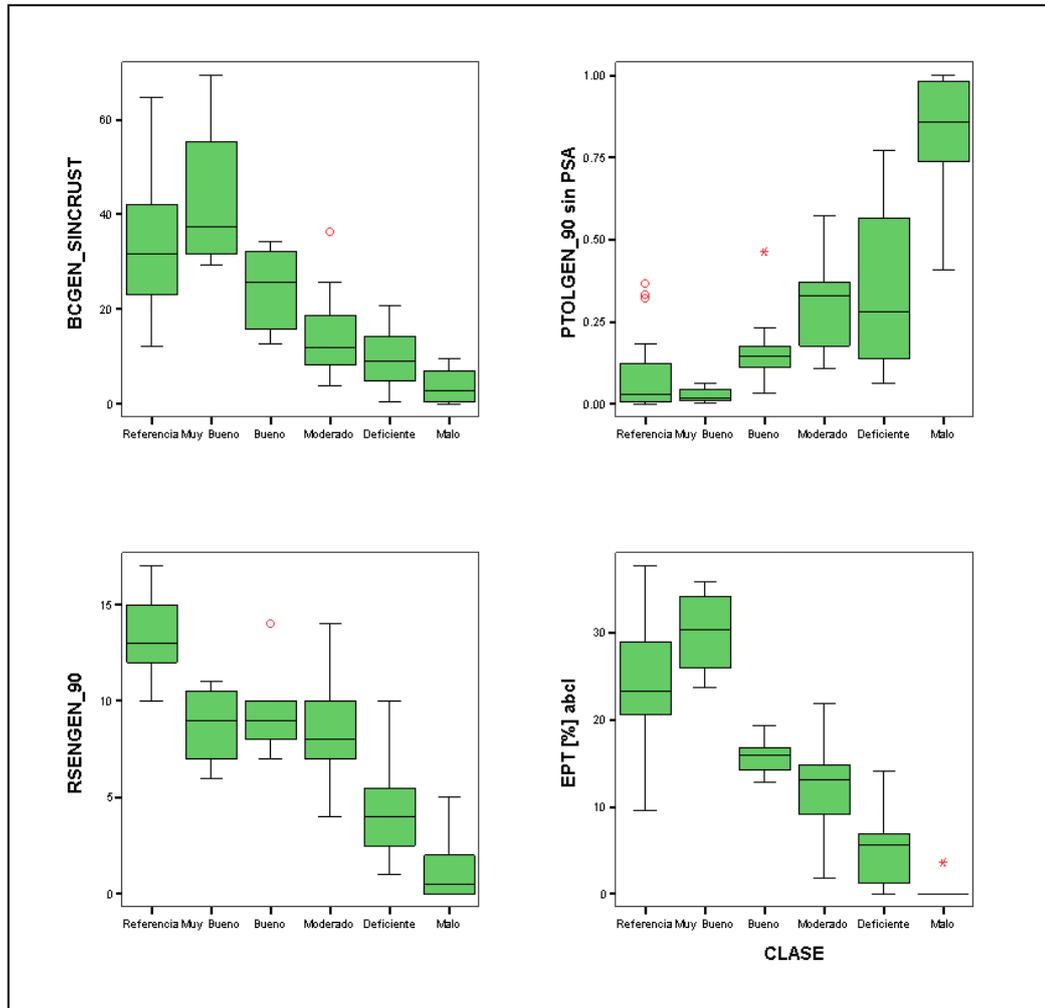
En general, hay una buena aproximación entre la interpretación de los métricos y los bordes de clase que inicialmente se habían establecido. Teniendo en cuenta el 10% de error, se propuso mover el borde entre el *Bueno* y *Moderado* desde 0.730 (indicado por la línea) a 0.680, gracias a ello el centro de clase queda físicamente centrado. De esta manera, los cortes obtenidos coinciden con el ejercicio de Intercalibración.

*Relación entre las clases de estado y la comunidad de invertebrados.-* En la tabla 1.35 se observa entre clases el cambio que se produce en los valores de los índices al disminuir la clase de estado ecológico. Las localidades de *Referencia* y *Muy Bueno* muestran elevados valores de los métricos individuales, los cuales van disminuyendo gradualmente a medida que el estado ecológico se reduce (Tabla 1.35).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>BCGEN_SINCRUST</b>	Media	34.88	43.45	23.78	14.68	9.40	3.74
	Error típico de la media	3.00	8.97	2.70	2.13	1.58	0.88
	Mínimo	12.11	29.46	12.73	3.88	0.56	0.00
	Máximo	64.69	69.33	34.25	36.41	20.87	9.66
<b>PTOLGEN_90 (sinPSA)</b>	Media	0.08	0.03	0.17	0.29	0.35	0.81
	Error típico de la media	0.02	0.01	0.04	0.03	0.06	0.05
	Mínimo	0.00	0.00	0.03	0.11	0.06	0.41
	Máximo	0.37	0.06	0.47	0.57	0.77	1.00
<b>RSENGEN_90</b>	Media	13	9	10	9	4	1
	Error típico de la media	0	1	1	1	1	0
	Mínimo	10	6	7	4	1	0
	Máximo	17	11	14	14	10	5
<b>EPTabcl</b>	Media	24	30	16	12	5	0
	Error típico de la media	1.15	2.64	0.61	1.18	1.09	0.23
	Mínimo	9.60	23.68	12.79	1.85	0.00	0.00
	Máximo	37.66	35.79	19.31	21.93	14.14	3.60
<b>INV5MIB</b>	Media	4.20	4.44	3.08	2.39	1.53	0.41
	Error típico de la media	0.12	0.41	0.09	0.06	0.07	0.09
	Mínimo	3.32	3.87	2.82	2.00	1.14	0.00
	Máximo	5.81	5.64	3.58	2.69	1.98	0.96
<b>EQR_INV5MIB</b>	Media	1.025	1.084	0.752	0.583	0.373	0.100
	Error típico de la media	0.030	0.100	0.021	0.014	0.016	0.021
	Mínimo	0.811	0.945	0.689	0.489	0.277	0.000
	Máximo	1.418	1.376	0.872	0.656	0.484	0.235

Tabla 1.35. Tabla resumen por clases de estado de los valores medios, error de la media, mínimo y máximo para el multimétrico INV5MIB, el EQR\_INV5MIB y los cuatro métricos que lo componen

Gráficamente se observan los rangos de valores que tienen los métricos utilizados en el cálculo del multimétrico, para cada una de las clases de estado ecológico (Figs. 1.44 y 1.45).



Figuras 1.44. La figura muestra los diagramas de cajas correspondientes a los métricos que han sido utilizados para la construcción del multimétrico INV5MIB. La línea central en la caja muestra la mediana, las barras de error indican los valores que delimitan el 95% central de los datos. También se representan los valores extremos que caen fuera de este rango

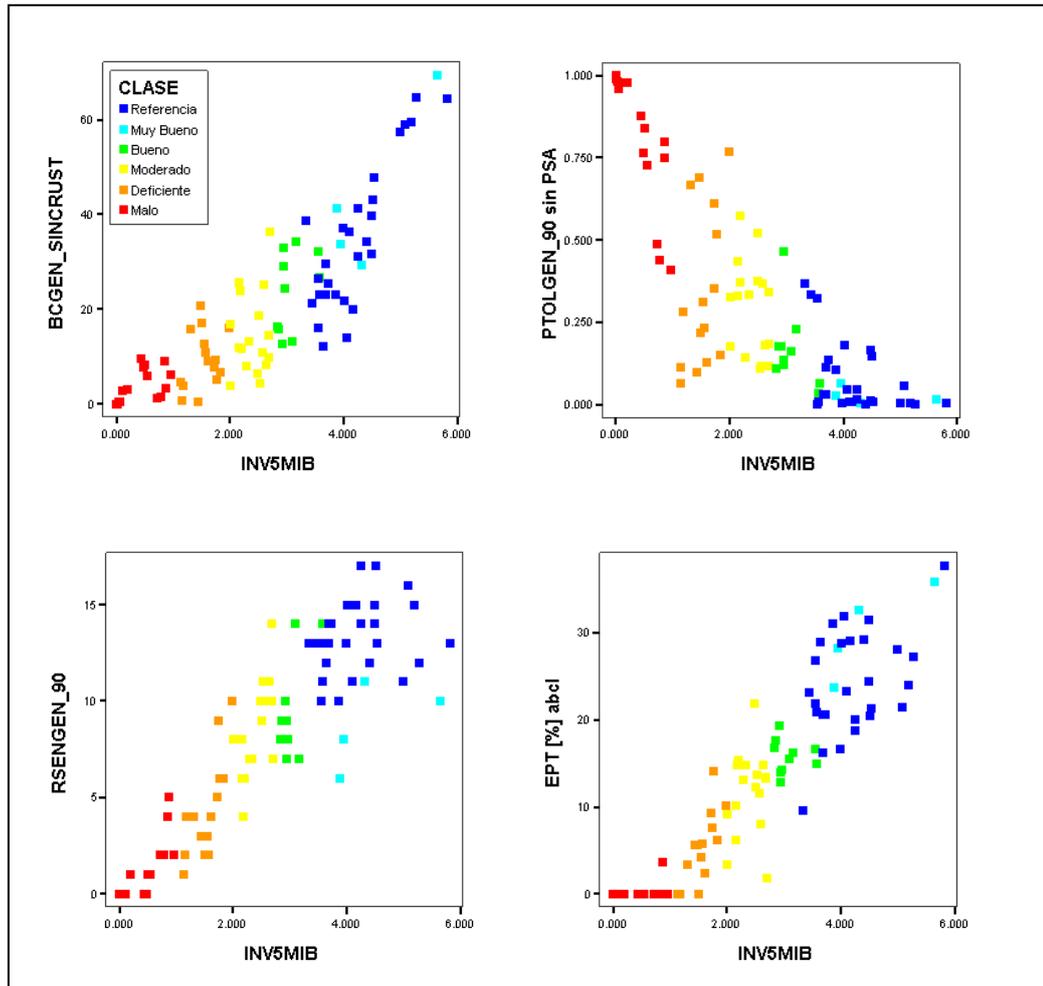


Figura 1.45. Relación entre los valores del multimétrico de invertebrados (INV5MIB) y cada uno de los métricos que lo componen

Se realizó ordenación MDS con todas las muestras incluidas en este tipo adjudicándosele a cada muestra la clase en la que ha sido incluida según el multimétrico (Tabla 1.33). De esta manera se comprueba si las clases del estado ecológico que han sido definidas por este nuevo multimétrico se corresponden con las comunidades de invertebrados (Fig. 1.46). En la ordenación se puede observar cómo la clase de estado cambia de izquierda a derecha. Así, las clases generadas a partir de los valores del multimétrico, separan claramente las localidades más degradadas en base a sus comunidades de invertebrados. Las localidades más impactadas resultan ser las muestras Y286 (Esporles, depuradora), V319 (Puigpunyent, depuradora) e Y289 (Valldemossa, depuradora).

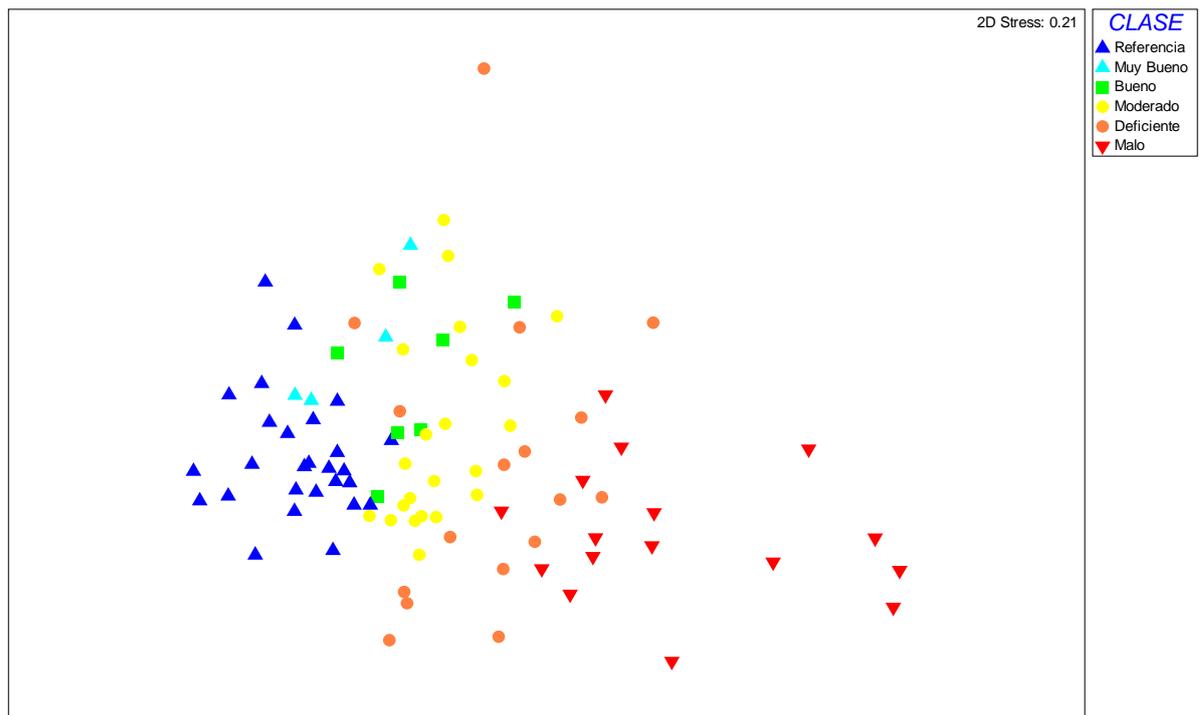


Figura 1.46. Ordenación bidimensional MDS en base a las comunidades de invertebrados de todas las muestras incluidas en el tipo 5. Las clases de estado ecológico son las correspondientes a la tabla 1.33

*Relación entre las clases de estado de invertebrados y las condiciones físico-químicas.-* La físico-química del tipo 5 muestra una gran variación ya que dentro de este tipo existe un gradiente de degradación bien diferenciado que ocurre desde las localidades de *Referencia* hasta las localidades más degradadas con un estado *Deficiente* o *Malo*. Observando las variables físico-químicas más relacionadas, podemos comprobar este gradiente, ya que los niveles de nutrientes aumentan con el descenso de las clases de estado ecológico (Tabla 1.36).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
<b>Alcalinidad_meqL1</b>	Media	5.43	4.15	5.70	5.70	6.54	7.67
	Error típico de la media	0.28	0.31	0.57	0.49	0.39	0.48
	Mínimo	2.08	3.63	3.82	3.43	4.26	3.74
	Máximo	7.98	5.03	9.13	10.06	9.14	10.19
<b>P_PO4_mgL</b>	Media	0.022	0.017	0.019	0.034	0.132	0.949
	Error típico de la media	0.005	0.013	0.010	0.013	0.066	0.326
	Mínimo	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	Máximo	0.080	0.054	0.106	0.212	1.016	4.657
<b>N_NO3_mgL</b>	Media	0.536	0.650	0.703	0.813	1.284	1.576
	Error típico de la media	0.116	0.361	0.274	0.142	0.361	0.456
	Mínimo	0.005	0.250	0.117	0.021	0.037	0.028
	Máximo	2.448	1.733	2.747	2.262	5.376	6.054
<b>N_NH4_mgL</b>	Media	0.018	0.004	0.007	0.057	0.027	0.723
	Error típico de la media	0.008	0.001	0.004	0.034	0.010	0.389
	Mínimo	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003
	Máximo	0.211	0.007	0.043	0.569	0.148	4.807
<b>Oxígeno_%</b>	Media	97.59	101.33	101.39	96.42	80.67	54.10
	Error típico de la media	1.71	3.94	10.08	5.59	6.87	8.30
	Mínimo	77.85	95.00	64.80	50.65	31.00	13.95
	Máximo	115.45	112.65	177.90	144.85	131.20	96.50
<b>CE_mScm</b>	Media	753.68	552.50	680.12	736.44	979.78	1121.34
	Error típico de la media	55.50	60.30	78.32	57.93	90.76	83.57
	Mínimo	289.00	448.00	438.00	363.50	592.00	378.00
	Máximo	1334.00	726.50	1212.50	1085.50	1779.66	1601.51
<b>ChIA_mgm2</b>	Media	7.242	18.399	27.074	21.788	17.499	16.255
	Error típico de la media	1.249	8.237	8.304	6.564	3.275	4.358
	Mínimo	0.146	3.692	1.021	0.181	1.482	0.439
	Máximo	23.138	40.662	70.241	100.061	41.440	57.949

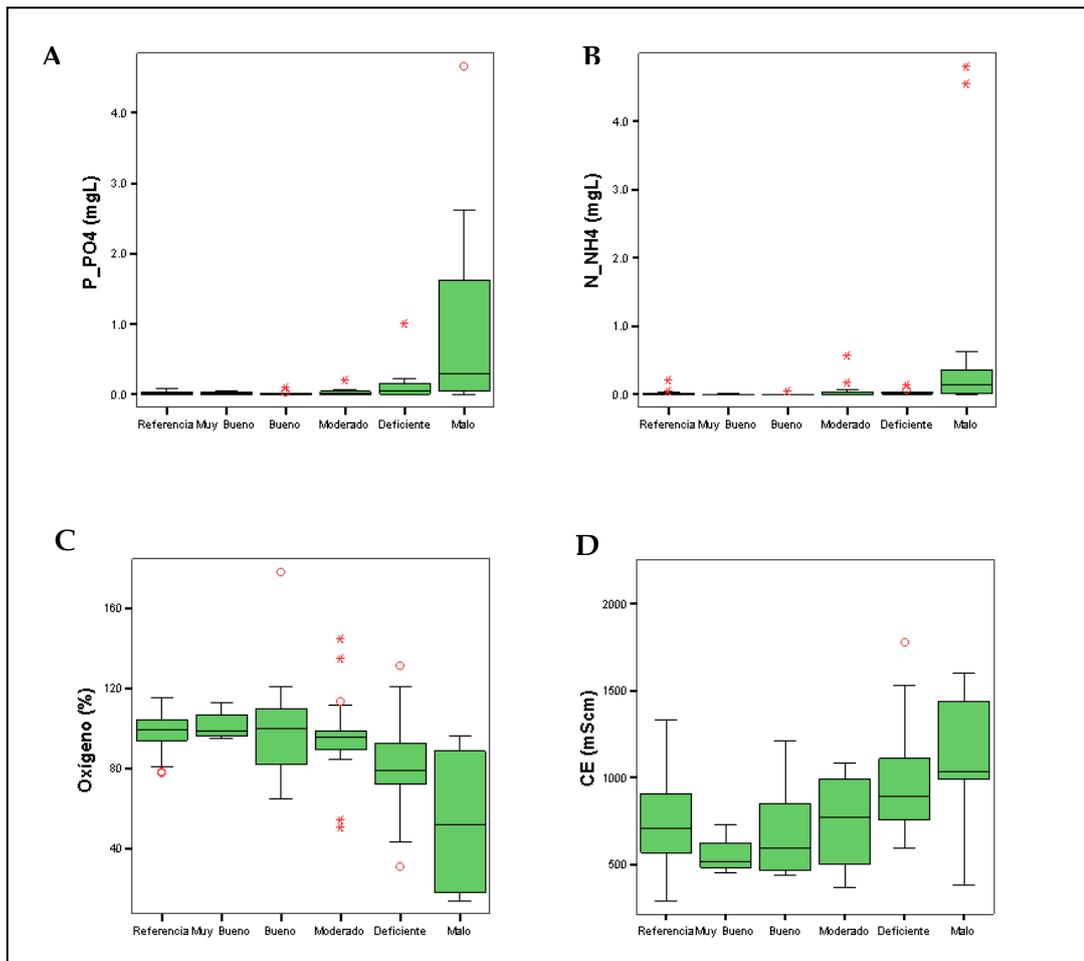
Tabla 1.36. Tabla resumen del valor de aquellas variables medioambientales más correlacionadas con los valores del multimétrico obtenidos para las muestras del tipo 5. Se muestran los valores medios, error de la media, mínimo y máximo para cada una de las clases de estado definidas con el valor de EQR obtenido

El fósforo, como medida de eutrofización, es mucho más elevado en las localidades de estado *Malo* y *Deficiente* (alrededor de 0.949 y 0.132 mg/l, respectivamente) que las localidades con estado *Muy bueno* o de *Referencia* (0.017-0.022 mg/l) (Tabla 1.36). El oxígeno puede alcanzar niveles muy bajos en aquellas localidades impactadas por depuradoras como es la de *Esporles* (Y286) o *Puigpunyent* (V319). El porcentaje de oxígeno marca una fuerte degradación desde las localidades de *Referencia* con valores medios del 97.6%; a las localidades en estado *Moderado* y *Deficiente* (con una media del 96.4 y 80.7%) y las localidades en estado *Malo* (54.1%).

Las localidades que presentan bajos niveles de nutrientes se corresponden con aquellas localidades (condición rural-natural) prácticamente inalteradas y clasificadas en estado *Bueno* y *Muy Bueno* según los elementos biológicos.

La respuesta de los elementos tanto biológicos como físico-químicos frente al gradiente de presión es similar, por lo que el análisis en conjunto para realizar la integración, como requiere la Directiva, parece coincidente en su interpretación.

Los diagramas de cajas y gráficos de dispersión muestran la distribución de las variables para cada clase de estado de manera gráfica (Fig. 1.47 y 1.48).



Figuras 1.47. Diagramas de cajas mostrando la variación de las variables físico-químicas en cada clase de estado: A) Fósforo, B) Nitrógeno del amonio, C) Porcentaje de oxígeno y D) Conductividad eléctrica. También se representan los valores extremos que caen fuera de ese rango

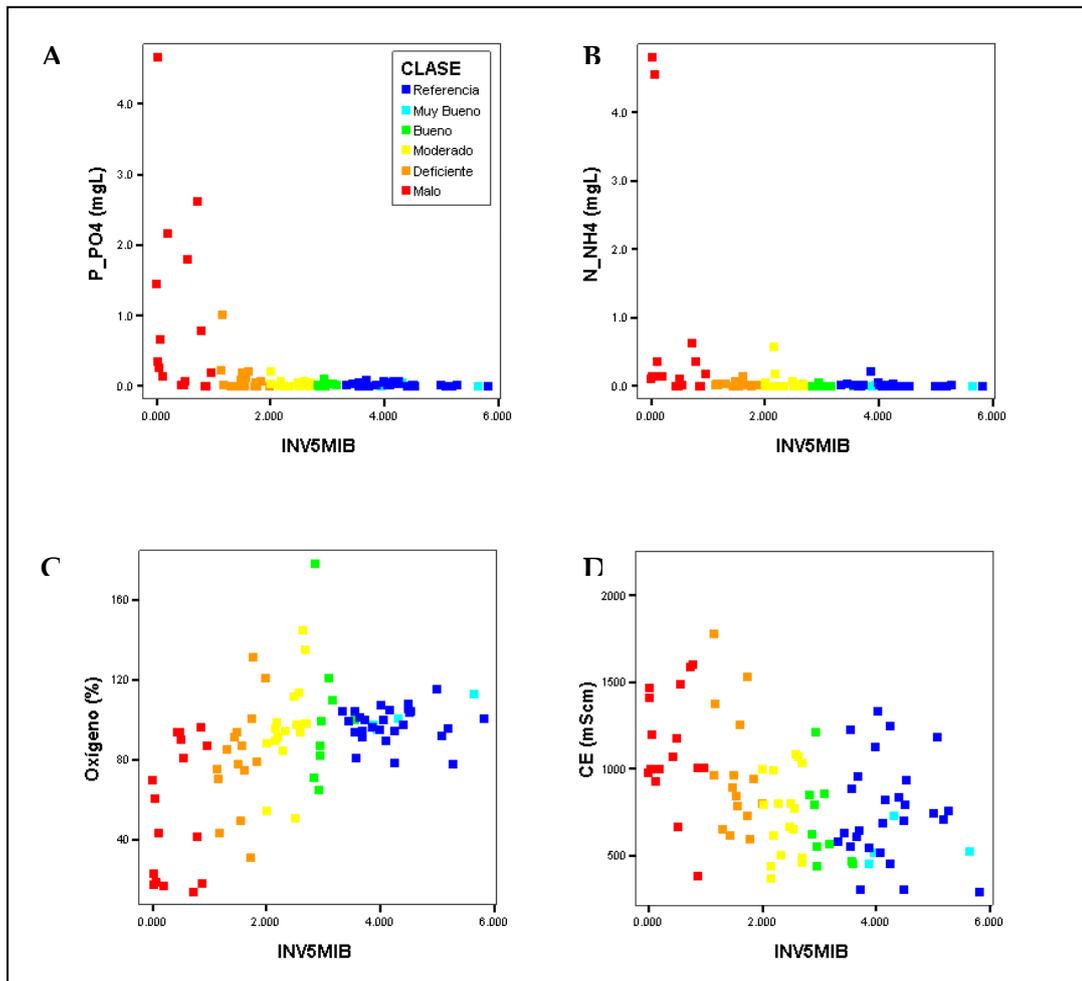


Figura 1.48. Gráficos de dispersión mostrando la variación de las variables físico-químicas en cada clase de estado: A) Fósforo (expresado como P\_PO<sub>4</sub>) B) Nitrógeno (expresado como N\_NH<sub>4</sub>), C) Porcentaje de oxígeno y D) Conductividad eléctrica. También se representan los valores extremos que caen fuera de ese rango

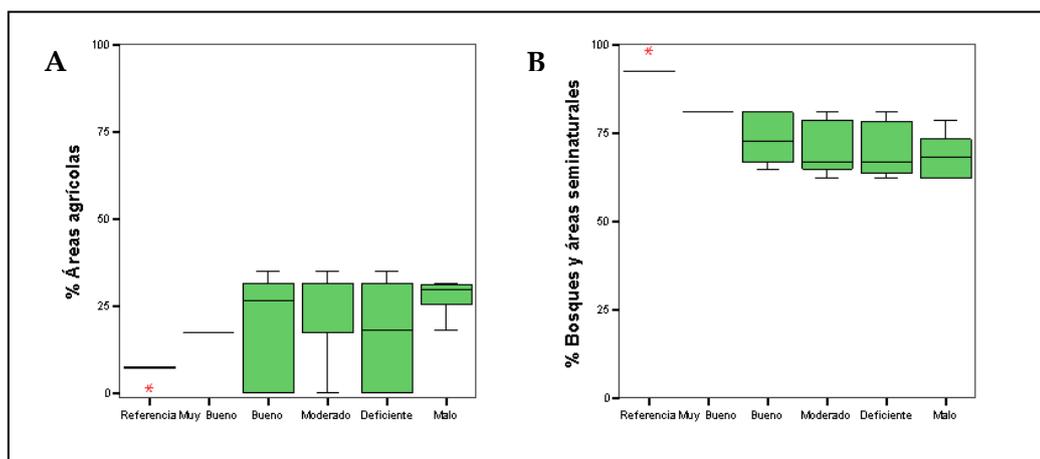
*Relación entre las clases de estado de invertebrados y las condiciones hidromorfológicas y usos del suelo.-* Las condiciones hidromorfológicas también se ven correlacionadas con el multimétrico INV5MIB para este tipo. Las relaciones más significativas son las que están relacionadas con usos del suelo tanto agrícola (% áreas agrícolas) como forestal (%bosques y áreas seminaturales), además del índice de modificación del hábitat (HMS). El uso agrícola en las muestras de este tipo está mucho menos representado que en el tipo 1, como es de suponer al tratarse de torrentes de montaña *vs.* torrentes del llano. Sin embargo, se observa el mismo gradiente a través de las clases, aumentando el porcentaje de suelo agrícola a medida

que el estado empeora. Al contrario ocurre con el porcentaje de uso forestal que disminuye en las localidades de peor estado ecológico (Tabla 1.37).

		CLASE					
		Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
% Áreas agrícolas	Media	6.33	17.54	20.37	22.70	18.00	27.62
	Error típico de la media	0.45	0.00	4.66	3.37	3.71	1.32
	Mínimo	1.52	17.54	0.00	0.00	0.00	18.12
	Máximo	7.46	17.54	35.09	35.09	35.09	31.47
% Bosques y áreas seminaturales	Media	93.67	80.93	73.19	69.80	69.47	68.48
	Error típico de la media	0.45	0.00	2.30	1.69	1.85	1.61
	Mínimo	92.54	80.93	64.91	62.32	62.32	62.32
	Máximo	98.48	80.93	80.93	80.93	80.93	78.63
% Áreas agrícolas con vegetación natural	Media	0.00	6.09	8.63	8.50	6.93	7.11
	Error típico de la media	0.00	0.00	1.15	0.73	1.10	0.99
	Mínimo	0.00	6.09	6.09	6.09	0.00	0.00
	Máximo	0.00	6.09	14.93	14.93	14.93	14.93
% Áreas agrícolas de secano	Media	5.01	9.71	13.87	16.91	16.49	16.83
	Error típico de la media	0.37	0.00	1.94	1.50	1.91	1.71
	Mínimo	1.52	9.71	6.44	6.44	6.18	6.18
	Máximo	7.34	9.71	23.90	23.90	23.90	23.24
HMS	Media	15.33	77.00	25.00	35.85	20.63	38.78
	Error típico de la media	3.70	0.00	1.58	6.69	5.26	4.85
	Mínimo	1.00	77.00	18.00	0.00	0.00	17.00
	Máximo	52.50	77.00	32.00	82.50	82.50	82.50

Tabla 1.37. Tabla resumen de las variables hidromorfológicas y usos del suelo (media, error, mínimo y máximo) correlacionadas significativamente con el multimétrico INV5MIB

Podemos ver estos resultados de una manera más gráfica en las figuras 1.49 y 1.50. El porcentaje total de uso agrícola podemos diferenciarlo según sea dedicado a cultivos de secano (% áreas agrícolas de secano) o con vegetación natural (% áreas agrícolas con vegetación natural) y diferenciar el impacto de cada uno por separado.



Figuras 1.49. Diagramas de cajas mostrando la variación de las variables hidromorfológicas en cada clase de estado: A) Porcentaje de áreas agrícolas B) Porcentaje de bosques y áreas seminaturales. También se representan los valores extremos que caen fuera de ese rango

La correlación entre el índice que cuantifica la modificación del hábitat (HMS) y el multimétrico INV5MIB es alta. Además, se puede distinguir que las localidades más degradadas según los elementos biológicos y físico-químicos, también están degradadas según las condiciones hidromorfológicas.

Hay algunos valores del índice HMS que son elevados para localidades de *Referencia* o en estado *Bueno* (por ejemplo, cuenca de Ternelles B, o en Fornalutx K2101), pero si las estudiamos en detalle se comprueba que esto es debido a la existencia de muros de piedra rústicos o reforzamientos naturalizados que no impactan de manera significativa en el estado ecológico (Fig. 1.50C).

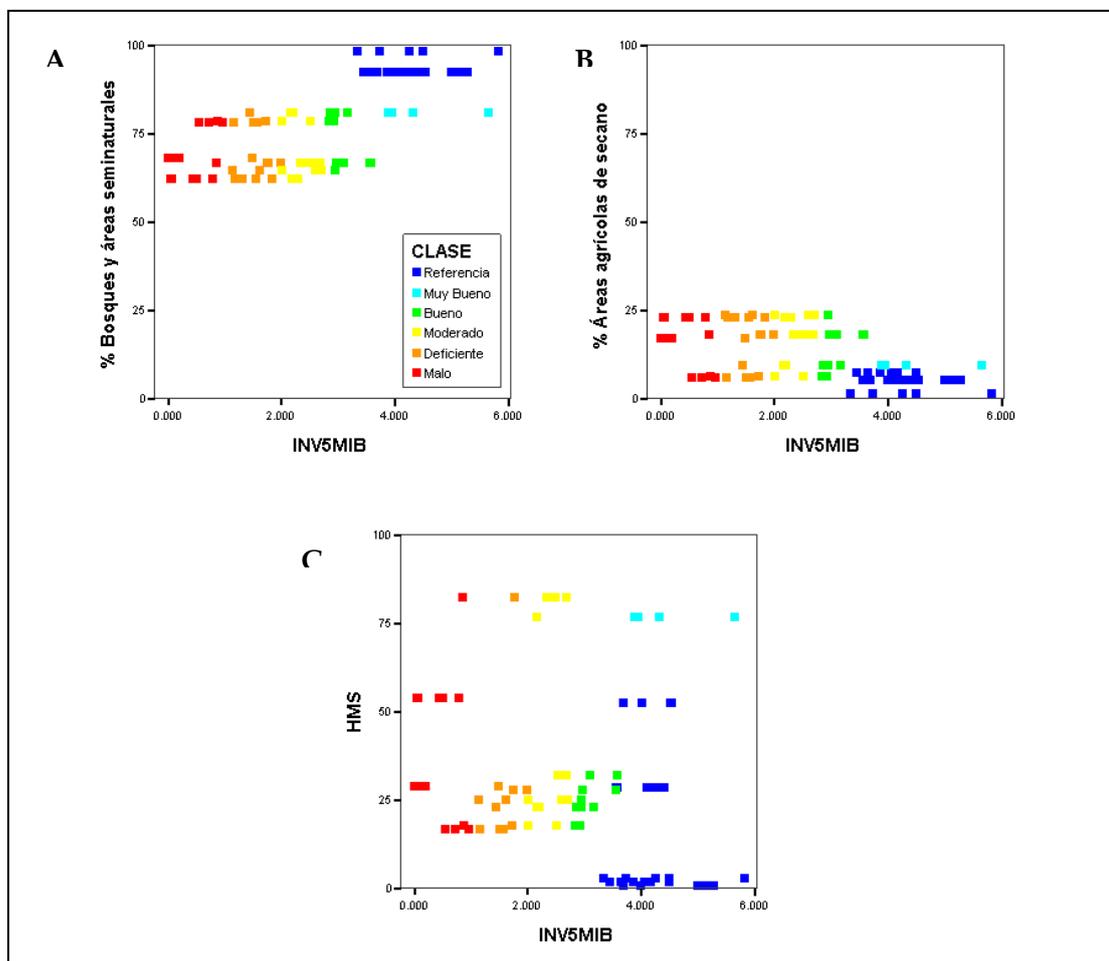


Figura 1.50. Gráficos de dispersión que muestran la distribución de las variables hidromorfológicas y usos del suelo en función del EQR\_INV5MIB

### 1.6.6. Evaluación e integración de las Clases de Estado Ecológico

Con el objetivo de evaluar el estado ecológico de los torrentes estudiados se siguieron los siguientes pasos:

1. Evaluación de los elementos biológicos de calidad, diatomeas e invertebrados mediante multimétricos que responden a gradientes de presión antrópica
2. Propuesta de integración del estado ecológico según los dos elementos biológicos
3. Comprobación del estado físico-químico e hidromorfológico de las clases de estado ecológico

El procedimiento a seguir para evaluar las localidades estudiadas en base a los elementos biológicos de calidad analizados ha sido el siguiente:

- Se propone una *campana óptima de muestreo y evaluación* para cada elemento biológico analizado, para ello se han realizado correlaciones entre los EQR obtenidos por campaña de muestreo y el EQR medio obtenido con las campañas del año hidrológico 2005-2008 (EQR-INVMIB para invertebrados y EQR-DIATMIB, para diatomeas). La media anual se considera el valor más integrador del estado ecológico. De forma que aquella/s campaña/s de muestreo cuyo valor de EQR presente la correlación más alta con el EQR medio, se considerará/n la más *óptima* para la evaluación del estado ecológico. Caso de que se den correlaciones altas para dos o incluso las tres campañas se propone el uso de la media de las mismas.
- Una vez se calcula así el valor de *EQR óptimo* para cada elemento biológico, se lleva a cabo la integración de los resultados obtenidos, de forma que aquellas estaciones de muestreo cuyo EQR sea inferior a 0.68 para alguno de los dos elementos, se considerará que no “cumplen” con el *Estado Biológico*. Se asigna un EQR a cada muestra que se corresponde con el promedio del EQR de ambos elementos biológicos, y en consecuencia la correspondiente clase de estado según cortes comunes. Esta clase se corresponde con la *Clase de Estado Ecológico* de la localidad.

Como ya se dijo en el apartado 1.5 *Análisis de Datos*, para el presente convenio se va a asumir un error en la clasificación de clases de estado ecológico del 10% (5% en cada sentido). Por ello el corte 0.73 entre el estado *Bueno* y *Moderado*, utilizado hasta este momento en el

informe, se reemplazará por **0.68**. Este valor se compara con los resultados del ejercicio de intercalibración para poder hacer futuras comparaciones de manera estandarizada.

- Las clases de estado ecológico obtenidas en base a los elementos biológicos se contrastan con las variables físico-químicas e hidromorfológicas de forma previa a su integración según los requerimientos de la Directiva. Los datos físico-químicos e hidromorfológicos se suministran para las *Clases de Estado Ecológico* establecidas para cada elemento biológico. A continuación, se sigue con el **procedimiento de INTEGRACIÓN** de ambos elementos biológicos definido por la Directiva para suministrar la CLASE de estado ecológico FINAL. Dicho procedimiento de integración se realizará por tramo de torrente estudiado una vez realizada la evaluación de cada elemento biológico por separado.

El primer paso para evaluar un torrente tomando los invertebrados o diatomeas como elemento biológico indicador, es definir el EQR *óptimo de muestreo*. Para ello, una vez calculado el EQR de cada muestra y confirmado su respuesta a la presión, se calcula el EQR medio (EQRmed\_MIB).

Como se explicará a continuación, para corroborar la/s campaña/s que pueden utilizarse como *óptimas de muestreo*, se han realizado correlaciones entre el valor de los EQR obtenidos en cada campaña y el EQR medio para las 6 campañas del año hidrológico 2005-2008. Todas las correlaciones resultaron ser muy altas y similares. Las correlaciones más altas, correspondieron a las campañas de invierno y primavera y el EQR medio del ciclo hidrológico. Así se proponen las campañas de **invierno** y **primavera** como *óptimas* para la evaluación del estado de las localidades muestreadas, y este valor de EQR medio (EQRinvpri) será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico final.

#### 1.6.6.1. TIPO 1: TORRENTES DEL LLANO

El tipo 1 está representado por 34 localidades que han sido muestreadas en distintas campañas de muestreo resultando en un total de 136 puntos. La campaña de primavera 05, está compuesta por pocos puntos, debido a la escasez de agua durante el período de muestreo que invalidó la muestra para algunos puntos.

**DIATOMEAS.-** Se calculó la correlación entre la media del EQR obtenido en cada una las campañas y el EQR medio del ciclo hidrológico (EQRmed\_DIATMIB), resultando el EQR de

invierno y primavera (EQRinvpri\_DIA TMIB) el que tuvo un coeficiente de correlación mayor (Tabla 1.38). Así, se proponen estas 5 campañas como *óptimas* para la evaluación del estado de las localidades de muestreo, y este valor será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de los torrentes del tipo 1 en base a las diatomeas (Fig. 1.52).

Para apreciar diferencias en el EQR de las distintas campañas se han realizado los gráficos de forma independiente (Fig. 1.51).

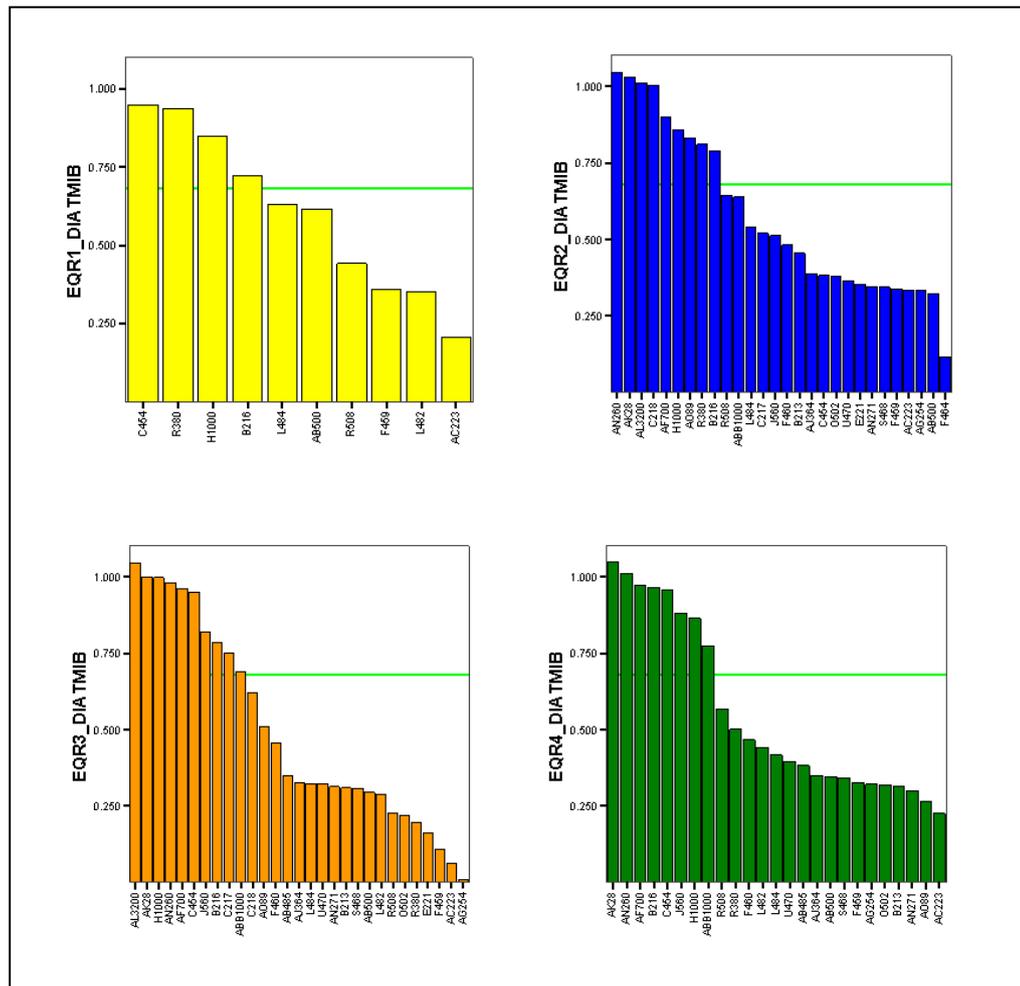


Figura 1.51. Distribución del valor de EQR de las diatomeas (EQR\_DIATMIB) de los torrentes del tipo 1 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_DIATMIB. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1= primavera05; 2= otoño05; 3=invierno06, 4=primavera06, 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR\_DIATMIB = 0.68)

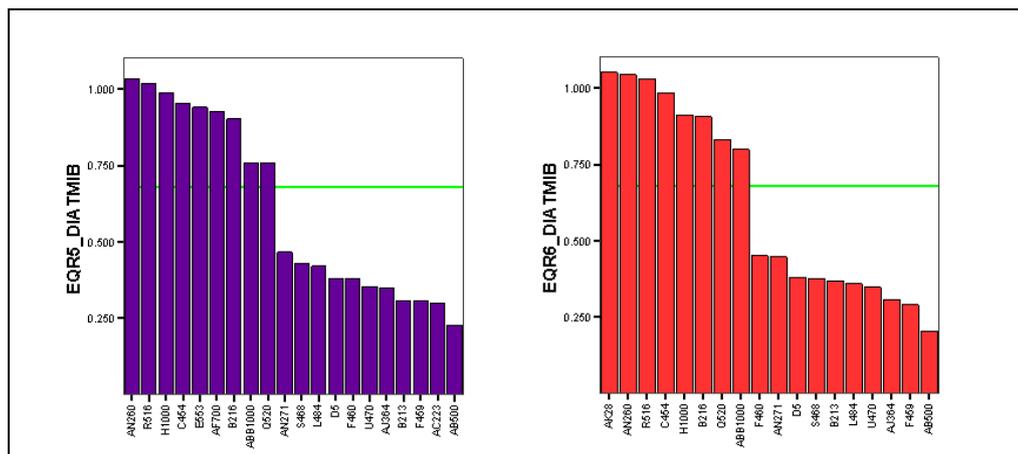


Figura 1.51 (continuación). Distribución del valor de EQR de las diatomeas (EQR\_DIATMIB) de los torrentes del tipo 1 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_DIATMIB. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1= primavera05; 2= otoño05; 3=invierno06, 4=primavera06, 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR\_DIATMIB = 0.68)

Se observa como las localidades definidas como referencias: AK28 y AN260 siempre tienen valores de EQR superiores a 0.9. En todas las localidades se observa una caída brusca del EQR, y que más de la mitad de las localidades tienen valores de EQR menores del 0.68, lo que indica una gran alteración para los torrentes de este tipo.

Tipo 1	Campaña	EQRmed_DIATMIB
EQR1_DIATMIB	primavera 05	0.85
EQR2_DIATMIB	otoño 05	0.88
EQR3_DIATMIB	invierno 06	0.90
EQR4_DIATMIB	primavera 06	0.84
EQR5_DIATMIB	invierno 08	0.95
EQR6_DIATMIB	primavera 08	0.96
EQRinvpri_DIATMIB	invierno-primavera	<b>0.99</b>

Tabla 1.38. Tabla de correlaciones entre el valor de EQRmed\_DIATMIB para las 6 campañas de muestreo y el valor del EQR\_DIATMIB para cada una de ellas. El valor más alto es el coeficiente de correlación obtenido con el promedio de todas las campañas de invierno-primavera (EQRinvpri\_DIATMIB) que son las que se utilizan en la evaluación. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ( $p < 0.05$ )

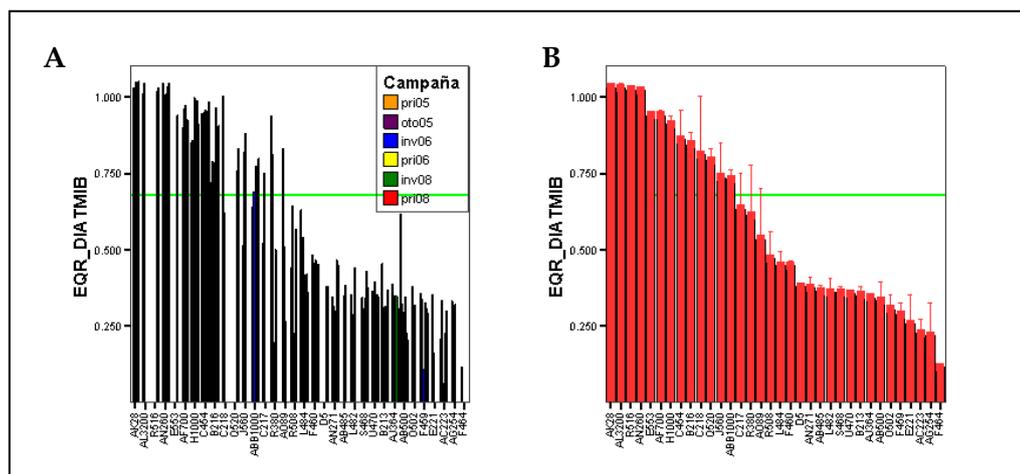


Figura 1.52. La gráfica muestra A) el EQR\_DIATMIB de cada campaña de muestreo y B) el valor del EQR\_DIATMIB medio para las 5 campañas seleccionadas como *óptimas* (invierno-primavera). La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR\_DIATMIB = 0.68)

**INVERTEBRADOS.-** En los diagramas de barras que muestran la distribución del EQR\_INVMIIB en las localidades estudiadas por campaña (Fig. 1.54A), se aprecia una constancia en la evaluación. Para poder observar mejor la distribución del EQR por punto de muestreo se representan los diagramas de barras separando las campañas de muestreo (Fig. 1.54).

En estas figuras podemos comprobar que prácticamente todas las localidades presentan valores inferiores a 0.68, lo que indica el alto grado de deterioro que sufren los torrentes del tipo llano (Fig. 1.53), al igual que se demostraba para las diatomeas. Se comprueba que las localidades en mejor estado, con valores de EQR superiores al resto son las referencias del tipo (AK28 y AN260), lo que verifica su buen estado independientemente de la estacionalidad.

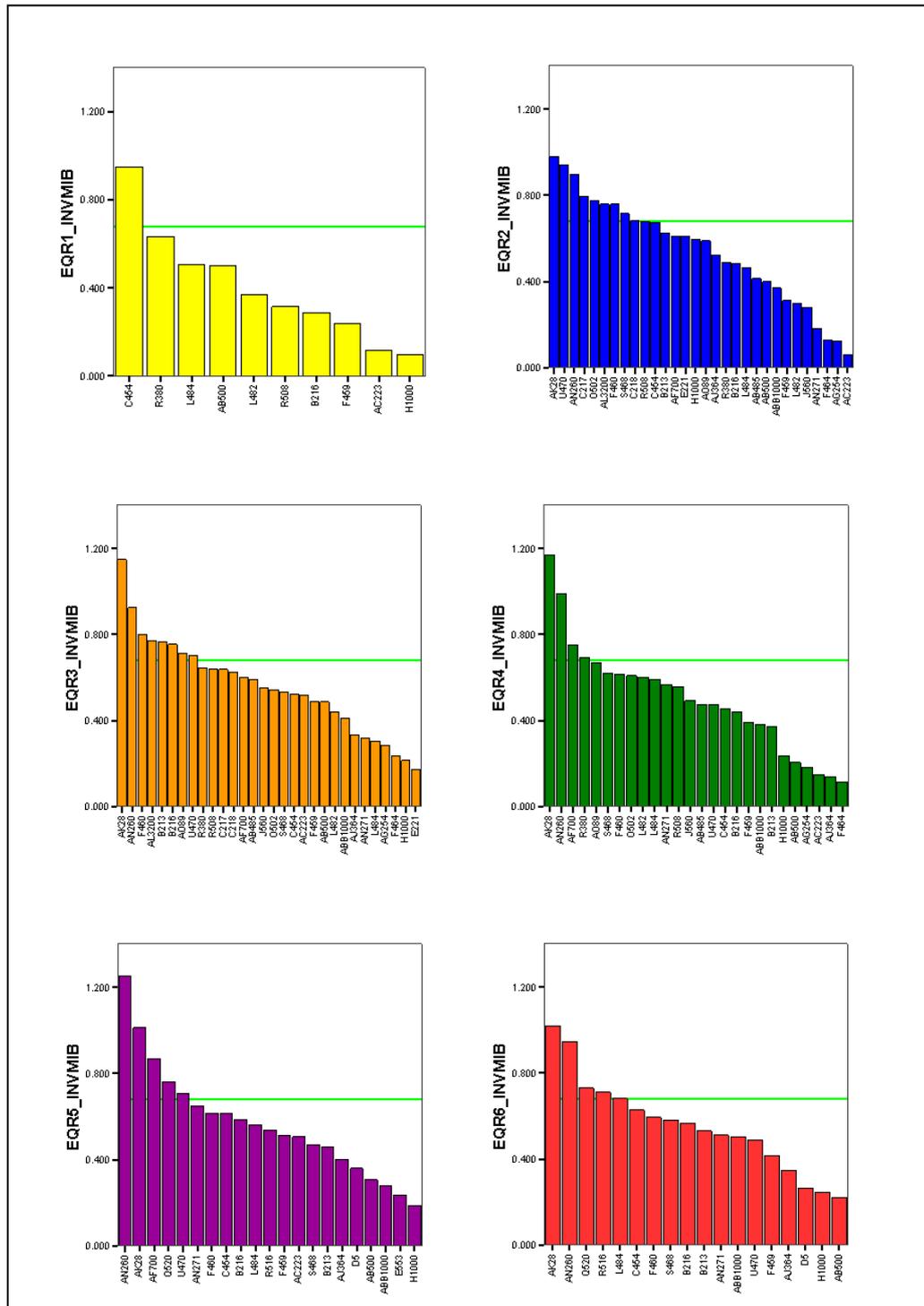


Figura 1.53 (página anterior). Distribución del valor de EQR\_INVMB de los torrentes tipo 1 muestreados en las 6 campañas de muestreo. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_INVMB. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1= primavera05; 2= otoño05; 3= invierno06; 4= primavera06; 5= invierno08 y 6= primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR-INVMB= 0.68)

Al igual que se obtuvo para las diatomeas, las correlaciones más altas se correspondieron con las campañas de invierno y primavera, por lo que se calculó la correlación entre la media del EQR obtenido en estas 5 campañas (EQRinvpri\_INVMI B) y el EQR medio del ciclo hidrológico (EQRmed\_INVMI B), resultando un coeficiente de correlación mayor (Tabla 1.39). Así, se proponen estas campañas como *óptimas* para la evaluación del estado de las localidades de muestreo, y este valor de EQRinvpri\_INVMI B será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de los torrentes del tipo 1 en base a los invertebrados (Fig. 1.54).

Tipo 1	Campaña	EQRmed_INVMI B
EQR1_INVMI B	primavera 05	0.76
EQR2_INVMI B	otoño 05	0.83
EQR3_INVMI B	invierno 06	0.83
EQR4_INVMI B	primavera 06	0.84
EQR5_INVMI B	invierno 08	0.88
EQR6_INVMI B	primavera 08	0.86
EQRinvpri_INVMI B	invierno-primavera	<b>0.97</b>

Tabla 1.39. Tabla de correlaciones entre el valor de EQRmed\_INVMI B para las 6 campañas de muestreo y el valor del EQR\_INVMI B obtenido para cada una de ellas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen coeficientes de correlación altos se muestra también la correlación con el EQRinvpri\_INVMI B medio para estas 5 campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ( $p < 0.05$ )

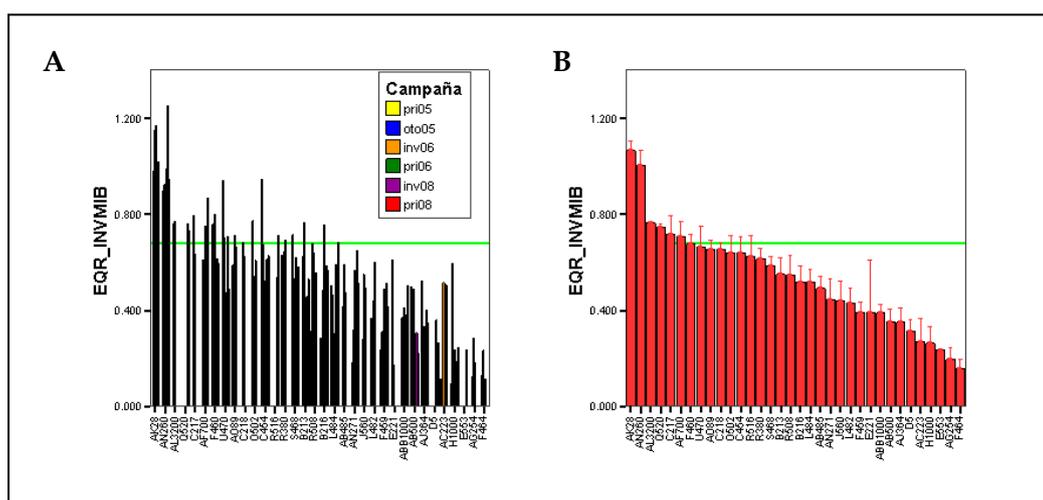


Figura 1.54. La gráfica muestra A) el EQR\_INVMI B de cada campaña de muestreo y B) el valor del EQR\_INVMI B medio para las campañas seleccionadas (invierno & primavera) como *óptimas*. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR34\_INVMI B = 0.68)

**UNIÓN DE ELEMENTOS BIOLÓGICOS DEL TIPO 1.-** Una vez analizados cada uno de los elementos biológicos de calidad por separado, se realiza la integración entre ambos, utilizando los valores de EQR *óptimos* para cada elemento biológico discutidos en el punto anterior, lo cual permitirá obtener una CLASE FINAL de estado ecológico para cada localidad muestreada (Fig. 1.55). La clase final resulta del valor promedio de los EQR de cada elemento biológico. Mientras la comunidad de invertebrados muestra una respuesta gradual del EQR en relación a la presión, el EQR derivado de las diatomeas es más sigmoïdal en su respuesta. Además, hay que tener en cuenta que la valoración de algunas localidades difiere según el elemento biológico valorado.

Si se observa la parte superior del corte entre el estado *Bueno* y *Moderado* (0.68) se aprecian tres localidades (E553, ABB1000 y H1000) que tienen una buena valoración con el multimétrico de las diatomeas debido a una buena calidad del agua y a que no tienen impactos orgánicos importantes y una mala valoración con el multimétrico de los invertebrados debido a que las localidades E553 y H1000 presentan abundantes taxones tolerantes que reducen el valor del multimétrico, y la localidad ABB1000 (Font de Son Sant Joan) presenta una elevada conductividad (al igual que sucede en la localidad D5) que favorece una comunidad de invertebrados diferente al resto de las localidades incluidas en este tipo (Fig. 1.55).

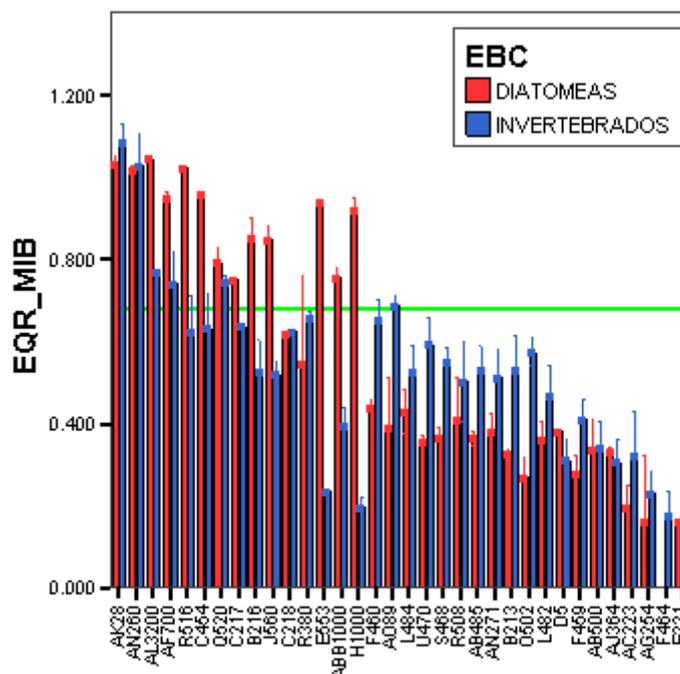


Figura 1.55. Distribución del valor medio de EQR en función de las localidades de muestreo del tipo 1. La gráfica muestra el valor del EQR medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno-primavera) como *óptimas* para el muestreo de los elementos biológicos. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68)

En la parte inferior del corte, podemos observar que la valoración para las localidades L482, D5, AB500, F459, AJ364, AC223, AG254, F464 y E221, es la más baja de todas las localidades (Fig. 1.60). Por norma general, la valoración de las diatomeas en estas localidades es algo más estricta que la valoración mediante invertebrados. Varias localidades se encuentran en la isla de Menorca, con lo que podemos atribuir ésta diferenciación debido a una mayor carga en nutrientes procedentes de la agricultura y ganadería contrastada en esta isla. Otras localidades pertenecen a la isla de Mallorca, y todas ellas se corresponden con puntos que sufren el efecto de los vertidos de depuradoras (*i.e.* Torrent de Sant Miquel, AC223 y Torrent Séquerral, AG254). La localidad D5 (*i.e.* Font de S'Almadrava) es una fuente salada con características particulares y únicas, por lo que pertenecería a un subtipo diferente, y debido a que es la única muestra en esta situación no se llevó a cabo su evaluación.

Cuando se comparan ambos elementos biológicos, se puede observar que el EQR coincide exactamente en las mismas clases de estado en un total de 12 de las localidades estudiadas. Sin embargo, hay 11 localidades (61.7% del total) en las que los invertebrados le asignan una o dos clases por encima con respecto a las diatomeas. De lo contrario, son 10 las localidades (29.4%) donde las diatomeas le dan una mayor valoración (Fig. 1.55).

Se presentan a partir de ahora, tablas resumen de la físico-química (nutrientes, biomasa y clorofila) para cada elemento biológico, en función de las clases de estado definidas por el valor de EQR<sub>invpri</sub>. La discusión posterior sobre las clases finales de Estado Ecológico se apoyará en parte en estas tablas.

Tanto para invertebrados como para diatomeas los valores de las variables físico-químicas en la clase de estado *Muy Bueno* y en las *Referencias*, presentan los contenidos más bajos con respecto al resto de clases de estado ecológico.

La composición de aguas en las clases definidas por las diatomeas varía de una forma menos gradual, con diferencias más acentuadas en las clases peores para el nitrógeno (N<sub>NO<sub>3</sub></sub>) y fósforo (P<sub>PO<sub>4</sub></sub>). La clorofila *a* y el peso seco presentan tendencias de aumento más claras. La clorofila por ejemplo tiene valores medios de 6.35 mg/m<sup>2</sup> en *Referencias* y de 66.03 mg/m<sup>2</sup> en la clase de estado *Malo* (Tabla 1.40). En los invertebrados son los nutrientes, como fosfato, nitrato y amonio, en los que se observan diferencias, de manera que aumentan su concentración al disminuir la clase de estado. Los valores medios de nitrógeno (pertenecientes al N<sub>NO<sub>3</sub></sub>) van desde 0.26 mg/l en *Referencia* a 2.34 mg/l en la clase de estado *Malo*. Por otra parte, los valores medios de clorofila *a* van desde 6.35 mg/m<sup>2</sup> en *Referencia* a 41.39 mg/m<sup>2</sup> en las clases en peor estado (Tabla 1.41).

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Diatomeas TIPO 1)	Alcalinidad (meq/L)		Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Demanda Biológica (DBO_mg/L)	Fósforo (P_PO4_mg/L)	Nitrógeno (N_NO2_mg/L)	Nitrógeno (N_NO3_mg/L)	Nitrógeno (N_NH4_mg/L)	Silice (SiO2_mg/L)	Sulfato (SO4_mg/L)	Clorofila (ChIA_mg/m2)	Peso seco libre cenizas (AFDM_g/m2)
	Referencia	Media	8.13	779.69	2.25	0.02	0.03	0.26	0.04	3.63	36.72	6.35
	ES	0.37	54.88	0.75	0.00	0.02	0.00	0.00	0.23	2.46	0.73	0.94
	Mediana	8.13	779.69	2.25	0.02	0.03	0.26	0.04	3.63	36.72	6.35	6.78
	P <sub>25</sub>	7.76	724.82	1.50	0.01	0.00	0.26	0.03	3.39	34.25	5.62	5.84
	P <sub>75</sub>	8.50	834.57	3.00	0.02	0.05	0.26	0.04	3.86	39.18	7.09	7.71
Muy Bueno	Media	8.79	1175.39	2.31	0.01	0.01	1.23	0.05	4.21	58.10	7.43	6.25
	ES	1.70	226.77	0.48	0.00	0.00	0.52	0.05	0.59	18.22	2.10	1.87
	Mediana	7.39	993.50	2.50	0.01	0.00	0.86	0.00	3.62	42.53	6.01	3.97
	P <sub>25</sub>	6.81	938.93	1.67	0.00	0.00	0.44	0.00	3.56	30.60	3.47	3.90
	P <sub>75</sub>	10.17	1231.00	2.50	0.02	0.00	2.11	0.01	4.91	63.80	11.54	6.11
Bueno	Media	7.22	1280.53	1.75	0.01	0.00	3.53	0.02	5.25	87.34	27.67	12.64
	ES	1.05	326.40	0.40	0.00	0.00	1.51	0.01	1.09	13.30	9.24	1.92
	Mediana	6.04	932.50	2.00	0.01	0.00	2.45	0.01	4.63	73.70	22.66	12.53
	P <sub>25</sub>	5.70	703.15	1.40	0.01	0.00	0.55	0.00	3.04	63.80	9.76	8.69
	P <sub>75</sub>	7.81	2027.25	2.28	0.02	0.00	5.09	0.03	6.88	124.17	36.70	17.20
Moderado	Media	7.86	1504.70	1.67	0.02	0.00	1.70	0.01	8.48	129.31	45.33	11.23
	ES	0.67	688.20	0.33	0.00	0.00	0.36	0.00	2.32	24.32	19.95	0.20
	Mediana	7.86	1504.70	1.67	0.02	0.00	1.70	0.01	8.48	129.31	45.33	11.23
	P <sub>25</sub>	7.19	816.50	1.33	0.02	0.00	1.34	0.01	6.17	104.99	25.38	11.03
	P <sub>75</sub>	8.52	2192.89	2.00	0.02	0.00	2.06	0.02	10.80	153.63	65.28	11.43
Deficiente	Media	8.61	1774.86	4.23	0.44	0.04	3.18	0.37	5.52	141.07	22.19	13.28
	ES	0.49	136.22	0.48	0.20	0.01	0.84	0.18	1.10	23.37	2.91	1.59
	Mediana	8.61	1621.31	4.03	0.11	0.02	2.11	0.04	4.57	103.29	23.05	11.54
	P <sub>25</sub>	7.74	1428.08	2.75	0.05	0.01	1.02	0.02	3.65	89.22	16.27	9.01
	P <sub>75</sub>	9.93	2214.25	5.40	0.71	0.07	3.79	0.14	5.24	147.35	25.17	17.84
Malo	Media	8.59	2372.61	9.23	1.01	0.10	2.03	2.07	8.49	129.70	66.03	25.92
	ES	2.66	526.32	5.99	0.81	0.05	1.57	1.03	4.09	20.44	10.35	3.78
	Mediana	6.56	1866.13	3.50	0.40	0.15	0.47	3.01	6.15	135.25	60.98	28.70
	P <sub>25</sub>	5.36	1826.70	3.00	0.01	0.00	0.45	0.00	2.88	91.84	51.15	18.45
	P <sub>75</sub>	13.86	3425.00	21.20	2.61	0.15	5.16	3.19	16.46	162.00	85.94	30.81

Tabla 1.40. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 1 tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de diatomeas

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Invertebrados TIPO 1)	Alcalinidad (meq/L)		Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Demanda Biológica (DBO_mg/L)	Fósforo (P_PO4_mg/L)	Nitrato (N_NO2_mg/L)	Nitrato (N_NO3_mg/L)	Amonio (N_NH4_mg/L)	Silice (SiO2_mg/L)	Sulfato (SO4_mg/L)	Clorofila (ChIA_mg/m2)	Peso seco libre cenizas (PSLC_g/m2)
	Referencia	Media	8.13	779.69	2.25	0.02	0.03	0.26	0.04	3.63	36.72	6.35
	ES	0.37	54.88	0.75	0.00	0.02	0.00	0.00	0.23	2.46	0.73	0.94
	Mediana	8.13	779.69	2.25	0.02	0.03	0.26	0.04	3.63	36.72	6.35	6.78
	P <sub>25</sub>	7.76	724.82	1.50	0.01	0.00	0.26	0.03	3.39	34.25	5.62	5.84
	P <sub>75</sub>	8.50	834.57	3.00	0.02	0.05	0.26	0.04	3.86	39.18	7.09	7.71
Bueno	Media	8.66	1047.67	2.04	0.02	0.00	2.24	0.01	4.04	65.89	18.56	11.27
	ES	1.22	154.83	0.17	0.01	0.00	1.25	0.00	0.92	21.38	10.48	3.88
	Mediana	7.81	1031.21	2.00	0.02	0.00	1.80	0.00	3.30	53.17	10.97	9.95
	P <sub>25</sub>	7.10	817.96	1.83	0.01	0.00	0.23	0.00	2.92	36.57	5.82	5.18
	P <sub>75</sub>	10.21	1277.38	2.25	0.03	0.00	4.26	0.01	5.17	95.21	31.30	17.36
Moderado	Media	8.15	1549.59	3.45	0.13	0.02	2.42	0.04	5.38	129.80	24.59	11.37
	ES	0.62	140.00	0.52	0.07	0.01	0.65	0.01	0.59	21.02	4.63	1.49
	Mediana	8.06	1503.16	2.78	0.04	0.00	1.75	0.02	4.80	101.25	23.69	10.94
	P <sub>25</sub>	6.62	1146.06	2.17	0.02	0.00	0.85	0.01	3.66	83.35	9.27	6.63
	P <sub>75</sub>	9.32	2021.89	4.25	0.11	0.02	2.81	0.04	6.52	139.75	29.19	15.33
Deficiente	Media	9.40	2114.15	6.67	1.14	0.07	4.11	1.31	7.00	119.32	27.72	15.62
	ES	1.28	209.55	2.94	0.49	0.03	1.71	0.50	2.40	16.17	6.09	2.86
	Mediana	9.64	2090.66	4.08	0.76	0.05	2.20	1.26	4.54	112.15	26.18	13.28
	P <sub>25</sub>	6.25	1705.26	3.00	0.03	0.01	1.02	0.05	4.23	91.84	16.82	11.50
	P <sub>75</sub>	11.33	2506.00	5.40	2.61	0.14	8.63	2.09	6.15	138.34	36.70	17.66
Malo	Media	7.47	1657.34	4.18	0.22	0.06	2.34	1.06	6.78	95.15	41.39	20.95
	ES	0.99	491.01	2.01	0.14	0.03	0.87	0.62	2.52	24.68	14.58	4.82
	Mediana	6.56	1420.25	3.00	0.01	0.00	2.75	0.23	5.78	94.72	38.43	18.45
	P <sub>25</sub>	5.78	993.50	1.40	0.01	0.00	0.55	0.01	2.88	56.54	11.54	17.20
	P <sub>75</sub>	9.47	1866.13	3.50	0.40	0.13	2.79	2.02	6.15	135.25	60.98	30.61

Tabla 1.41. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 1 tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de invertebrados

Para ambos elementos biológicos, diatomeas e invertebrados, los valores del índice de modificación fluvial (HMS) y el porcentaje de áreas agrícolas totales y de secano tienen valores más bajos en las Referencias y para el estado *Muy bueno*. Estos valores aumentan al disminuir la clase, al contrario de lo que sucede con el porcentaje de bosques y áreas

seminaturales. Por ejemplo, en el caso del índice HMS, las *Referencias* muestran valores de 2.0, mientras que en la clase de estado *Malo*, muestra valores de 80.7 y 44.0 en diatomeas e invertebrados, respectivamente (Tablas 1.42 y 1.43).

		% superficies artificiales	% superficies agrícolas	% Bosques y áreas naturales	% agrícola con vegetación natural	% agrícola de secano	% agrícola de regadío	HQA	HMS	LRD
Referencia	Media	0.0	18.0	82.0	12.1	5.9	0.0	36.0	2.0	55.8
	ES	0.0	11.3	11.3	8.2	3.1	0.0	8.0	2.0	45.8
	Mediana	0.0	18.0	82.0	12.1	5.9	0.0	36.0	2.0	55.8
	P <sub>25</sub>	0.0	6.7	70.6	3.9	2.7	0.0	28.0	0.0	10.0
	P <sub>75</sub>	0.0	29.4	93.3	20.3	9.0	0.0	44.0	4.0	101.5
Muy Bueno	Media	1.0	36.6	52.6	5.5	28.9	12.1	38.9	17.6	29.5
	ES	0.4	12.3	8.3	2.5	7.8	5.0	4.5	5.6	20.8
	Mediana	0.5	47.2	50.7	2.9	38.1	8.3	36.0	21.0	10.0
	P <sub>25</sub>	0.5	18.0	49.1	1.5	14.5	4.4	34.0	6.0	7.0
	P <sub>75</sub>	1.6	48.4	51.1	11.1	42.8	22.7	45.0	26.0	12.5
Bueno	Media	1.2	34.1	58.7	1.5	38.0	0.3	35.6	28.9	18.4
	ES	0.5	10.0	7.5	1.1	7.2	0.2	3.7	10.3	8.1
	Mediana	1.2	34.8	59.1	0.0	34.8	0.0	37.0	24.5	9.6
	P <sub>25</sub>	0.0	16.5	45.9	0.0	26.4	0.0	33.0	8.0	3.0
	P <sub>75</sub>	1.8	52.4	72.2	2.9	51.9	0.5	43.5	38.0	42.0
Moderado	Media	1.6	29.5	68.8	2.0	27.6	0.0	46.5	55.5	6.3
	ES	1.6	0.3	1.3	2.0	2.2	0.0	10.5	25.5	1.8
	Mediana	1.6	29.5	68.8	2.0	27.6	0.0	46.5	55.5	6.3
	P <sub>25</sub>	0.0	29.3	67.5	0.0	25.3	0.0	36.0	30.0	4.5
	P <sub>75</sub>	3.2	29.8	70.1	3.9	29.8	0.0	57.0	81.0	8.0
Deficiente	Media	1.9	61.5	36.6	18.5	36.7	6.4	33.7	33.9	18.9
	ES	0.7	3.7	3.7	3.3	5.0	2.4	2.6	8.5	2.6
	Mediana	0.9	61.8	37.2	19.8	37.7	2.6	35.0	32.8	18.3
	P <sub>25</sub>	0.0	56.8	33.0	9.1	19.7	0.1	25.0	6.0	13.0
	P <sub>75</sub>	2.5	65.0	38.9	26.3	45.1	8.9	37.0	42.0	27.5
Malo	Media	1.3	67.0	31.7	2.6	60.3	4.1	30.2	80.7	14.2
	ES	0.7	15.0	15.5	0.2	17.2	2.4	4.6	1.8	6.1
	Mediana	1.6	54.9	45.1	2.6	48.6	4.1	34.5	80.0	20.1
	P <sub>25</sub>	0.0	49.3	0.7	2.2	38.1	0.0	21.0	78.0	2.0
	P <sub>75</sub>	2.4	96.8	49.1	2.9	94.2	8.3	35.0	84.0	20.5

Tabla 1.42. Resumen de los valores de usos del suelo y variables hidromorfológicas estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 1 tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de diatomeas

		% superficies artificiales	% superficies agrícolas	% Bosques y áreas naturales	% agrícola con vegetación natural	% agrícola de secano	% agrícola de regadío	HQA	HMS	LRD
Referencia	Media	0.0	18.0	82.0	12.1	5.9	0.0	36.0	2.0	55.8
	ES	0.0	11.3	11.3	8.2	3.1	0.0	8.0	2.0	45.8
	Mediana	0.0	18.0	82.0	12.1	5.9	0.0	36.0	2.0	55.8
	P <sub>25</sub>	0.0	6.7	70.6	3.9	2.7	0.0	28.0	0.0	10.0
	P <sub>75</sub>	0.0	29.4	93.3	20.3	9.0	0.0	44.0	4.0	101.5
Bueno	Media	2.0	31.8	53.9	3.8	35.2	5.1	40.3	20.5	37.5
	ES	0.9	13.7	9.6	2.9	10.2	2.9	5.4	6.8	25.6
	Mediana	1.7	35.2	47.5	1.5	41.6	4.4	40.8	24.5	17.3
	P <sub>25</sub>	0.8	9.0	42.3	0.0	22.0	0.2	32.0	12.0	5.0
	P <sub>75</sub>	3.2	54.6	65.6	7.5	48.5	10.0	48.5	29.0	70.0
Moderado	Media	1.6	49.4	49.1	12.8	31.9	4.7	37.8	35.7	18.0
	ES	0.6	4.0	4.1	3.3	3.6	2.0	2.3	7.4	3.5
	Mediana	0.6	54.3	43.7	10.1	29.1	0.9	36.0	30.3	11.8
	P <sub>25</sub>	0.0	36.5	35.8	0.5	17.2	0.0	33.5	11.5	6.8
	P <sub>75</sub>	2.7	62.3	60.6	21.8	42.3	5.1	44.3	57.0	29.8
Deficiente	Media	1.3	57.4	35.4	13.6	43.0	6.5	26.9	38.0	15.9
	ES	0.4	12.8	8.2	4.7	9.5	4.0	3.1	15.8	3.4
	Mediana	1.4	63.7	35.2	11.8	40.3	2.6	25.5	26.0	17.8
	P <sub>25</sub>	0.0	49.3	19.4	3.2	27.9	0.0	20.0	8.0	13.0
	P <sub>75</sub>	2.3	78.0	49.1	19.7	43.3	8.3	34.5	78.0	21.0
Malo	Media	1.5	61.1	37.4	4.4	45.8	10.9	32.0	44.0	9.4
	ES	0.6	11.4	11.6	2.8	13.4	5.9	4.2	16.4	3.4
	Mediana	1.4	58.0	38.9	2.2	43.1	4.1	35.0	38.0	9.3
	P <sub>25</sub>	0.5	54.9	30.1	1.5	26.4	0.0	24.0	12.0	2.5
	P <sub>75</sub>	2.4	69.4	45.1	2.6	48.6	24.8	36.0	80.0	12.5

Tabla 1.43. Resumen de los valores de usos del suelo y variables hidromorfológicas estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 1 tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de invertebrados

El **EQR FINAL** se obtiene calculando el promedio de los EQRs de las campañas invierno-primavera (EQRinvpri) de diatomeas e invertebrados. Aquéllas estaciones de muestreo cuyo EQR FINAL sea inferior a 0.68 (i.e., corte entre el estado *Bueno* y *Moderado*) tras la integración de los dos elementos biológicos, no alcanzan el buen estado ecológico (Tabla 1.44). En la localidad F464 sólo se pudieron encontrar diatomeas en la campaña de otoño 05', por este motivo, al no tener datos de las campañas de invierno o primavera no se puede evaluar para este elemento biológico y el estado ecológico final resulta de la evaluación con invertebrados.

ID	EQRinvpri_DIATMIB	EQRinvpri_INVMIIB	EQR FINAL	CLASE FINAL
AK28	1.033	1.087	1.060	Referencia
AN260	1.016	1.028	1.022	Referencia
AL3200	1.045	0.771	0.908	Bueno
AF700	0.952	0.740	0.846	Bueno
R516	1.024	0.624	0.824	Bueno
C454	0.958	0.633	0.796	Bueno
Q520	0.794	0.746	0.770	Bueno
C217	0.749	0.637	0.693	Bueno
B216	0.855	0.527	0.691	Bueno
J560	0.850	0.521	0.685	Bueno
C218	0.619	0.625	0.622	Moderado
R380	0.545	0.656	0.600	Moderado
E553	0.940	0.237	0.589	Moderado
ABB1000	0.756	0.394	0.575	Moderado
H1000	0.922	0.196	0.559	Moderado
F460	0.439	0.655	0.547	Moderado
AO89	0.389	0.689	0.539	Moderado
L484	0.430	0.529	0.480	Deficiente
U470	0.355	0.593	0.474	Deficiente
S468	0.364	0.551	0.458	Deficiente
R508	0.412	0.504	0.458	Deficiente
AB485	0.365	0.531	0.448	Deficiente
AN271	0.382	0.512	0.447	Deficiente
B213	0.325	0.532	0.429	Deficiente
O502	0.270	0.575	0.422	Deficiente
L482	0.361	0.470	0.416	Deficiente
F459	0.279	0.409	0.344	Deficiente
AB500	0.338	0.344	0.341	Deficiente
AJ364	0.333	0.306	0.320	Deficiente
AC223	0.198	0.321	0.260	Deficiente
AG254	0.165	0.233	0.199	Malo
F464		0.175	0.175	Malo
E221	0.161	0.173	0.167	Malo

Tabla 1.44. Valor de EQR obtenido en base a los dos componentes biológicos analizados en este estudio, el EQR final (equivalente al valor medio) y la clase de estado resultante para cada punto

En la siguiente tabla se muestra el número de localidades, agrupadas según la condición preestablecida, y su pertenencia a cada una de las clases de estado final obtenidas a partir de la integración de los elementos biológicos de calidad (Tabla 1.45).

CONDICIÓN	Total	Referencia	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Referencia	2	2	0	0	0	0
Mejor	6	0	1	2	3	0
Ruralnatural	7	0	5	1	1	0
Rural	2	0	1	0	1	0
Artificialseminatural	2	0	1	1	0	0
Artificialagricultura	5	0	0	2	1	2
Regadío	3	0	0	1	2	0
Depuradora	6	0	0	0	5	1
	33	2	8	7	13	3

Tabla 1.45. Evaluación del Estado Ecológico final de los torrentes de las Islas Baleares incluidos dentro del tipo 1. El gráfico muestra porcentaje de cada clase ecológica con respecto al total de puntos estudiados. Hay un total de 33 muestras debido a la eliminación del punto D5 de la evaluación

De esta manera podemos observar que ninguna de las 6 localidades afectadas por efluentes de depuradora, cumple los objetivos de calidad impuestos por la directiva, ya que 5 localidades aparecen en estado *Deficiente* y 1 en estado *Malo*. En otras 6 localidades que no estaban afectadas por presiones dominantes de condición *Mejor*, se observa que sólo 1 de ellas permanece en estado *Bueno* después del análisis de los elementos de calidad, mientras que las otras 5 tampoco cumplen los objetivos de calidad, 2 están en estado *Moderado* y las otras 3 en estado *Deficiente* (Tabla 1.45).

#### 1.6.6.2. TIPO 2: TORRENTES DE TIPO CAÑÓN

Los torrentes del tipo 2 son los menos representados en el diseño de la red de muestreo, debido a su menor representación espacial en las Baleares (3,23% de la red hidrológica). En este estudio se dispone para el análisis de un total de 43 muestras correspondientes a 9 localidades.

**DIATOMEAS.-** Las figuras 1.56 y 1.57 representan el EQR\_DIATMIB obtenido en las 6 campañas de muestreo.

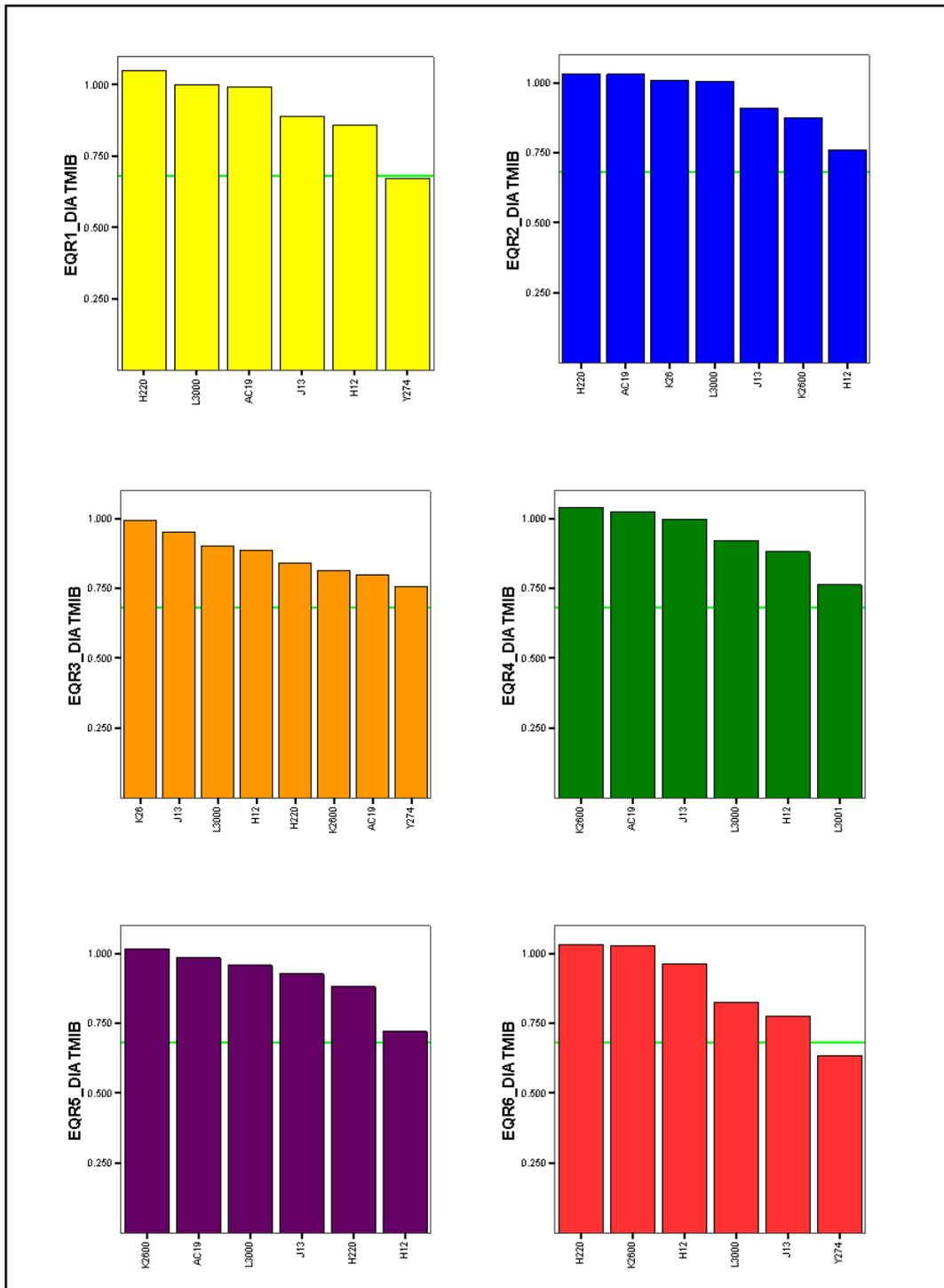


Figura 1.56. Distribución del valor de EQR de las diatomeas (EQR\_DIATMIB) de los torrentes del tipo 2 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_DIATMIB. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1= primavera05; 2= otoño05; 3=invierno06, 4=primavera06, 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado Bueno y el Moderado (EQR\_DIATMIB = 0.68)

En estos gráficos se observar que hay muy pocas muestras por debajo del 0.68, solo la localidad Y274 (primavera05 y primavera08) no alcanza el buen estado ecológico según las diatomeas. Esto puede ser debido a que las muestras se tomaron en una única poza debido a la escasez de agua en el tramo en los diferentes periodos de muestreo.

Las muestras de la localidad H12 (‘oto05 y ‘inv08), L3001 (‘pri06), tienen valores del EQR\_DIATMIB algo inferiores al resto de localidades, pero si alcanzan el valor de 0.68. Las localidades de *Referencia*: AC19, H12, K2600 y H220 tienen tendencias similares en todas las campañas y se observa una ausencia general de presiones significativas que influyan en el estado ecológico. En la campaña de invierno es donde el valor del EQR es más conservativo y homogéneo.

Como ya se explicó antes y para estandarizar los resultados, la campaña de muestreo escogida para la evaluación del estado ecológico será la resultante de realizar la media entre invierno y primavera, a pesar de que la campaña de invierno no tienen unas correlaciones elevadas con el EQRmed\_DIATMIB, esto es debido a la escasez de muestras esta campaña (Tabla 1.46).

Tipo 2	Campaña	EQRmed_DIATMIB
EQR1_DIATMIB	primavera 05	0.94
EQR2_DIATMIB	otoño 05	0.79
EQR3_DIATMIB	invierno 06	0.31
EQR4_DIATMIB	primavera 06	0.89
EQR5_DIATMIB	invierno 08	0.37
EQR6_DIATMIB	primavera 08	0.83
EQRinvpri_DIATMIB	invierno-primavera	<b>0.92</b>

Tabla 1.46. Tabla de correlaciones entre el valor de EQRmed\_DIATMIB para las 6 campañas de muestreo y el valor del EQR\_DIATMIB obtenido para cada una de ellas. Se muestra igual que en anteriores apartados la correlación con el EQRinvpri\_DIATMIB medio para las 5 campañas (invierno-primavera). La tabla muestra los coeficientes de correlación de *Spearman* ( $p < 0.05$ )

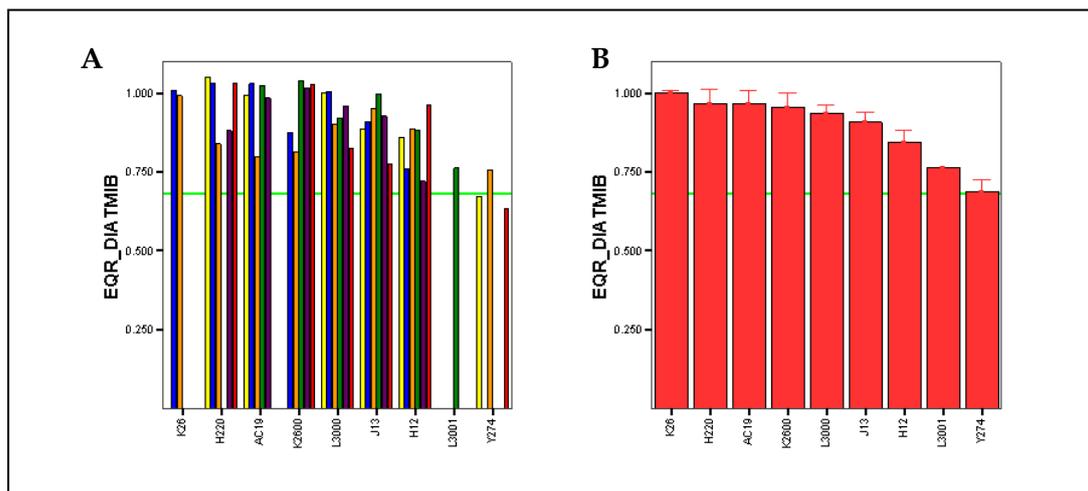


Figura 1.57. La gráfica muestra A) el EQR\_DIA TMIB de cada campaña de muestreo y B) el valor del EQR\_DIA TMIB medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno & primavera) como *óptimas*. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Buena* y el *Moderado* (EQR\_DIA TMIB = 0.68)

**INVERTEBRADOS.-** Debido a la posición geográfica de este tipo, las zonas son de difícil acceso, menos habitadas y por ello las localidades están muy bien conservadas. La distribución de los valores de EQR es bastante homogénea en todas las campañas de muestreo (Figs. 1.58 y 1.59A).

Los valores del EQR\_INV MIB son elevados en todas las localidades y para todas las campañas de muestreo, exceptuando un par de puntos con valores inferiores a 0.68, límite entre el estado *Buena* y *Moderado*. Este es el caso de Y274 y L3000, localidades con buena calidad de agua pero con formaciones de carbonatos que cementan todo el lecho del cauce, disminuyendo la disponibilidad de hábitats y consecuentemente la diversidad y establecimiento de la fauna.

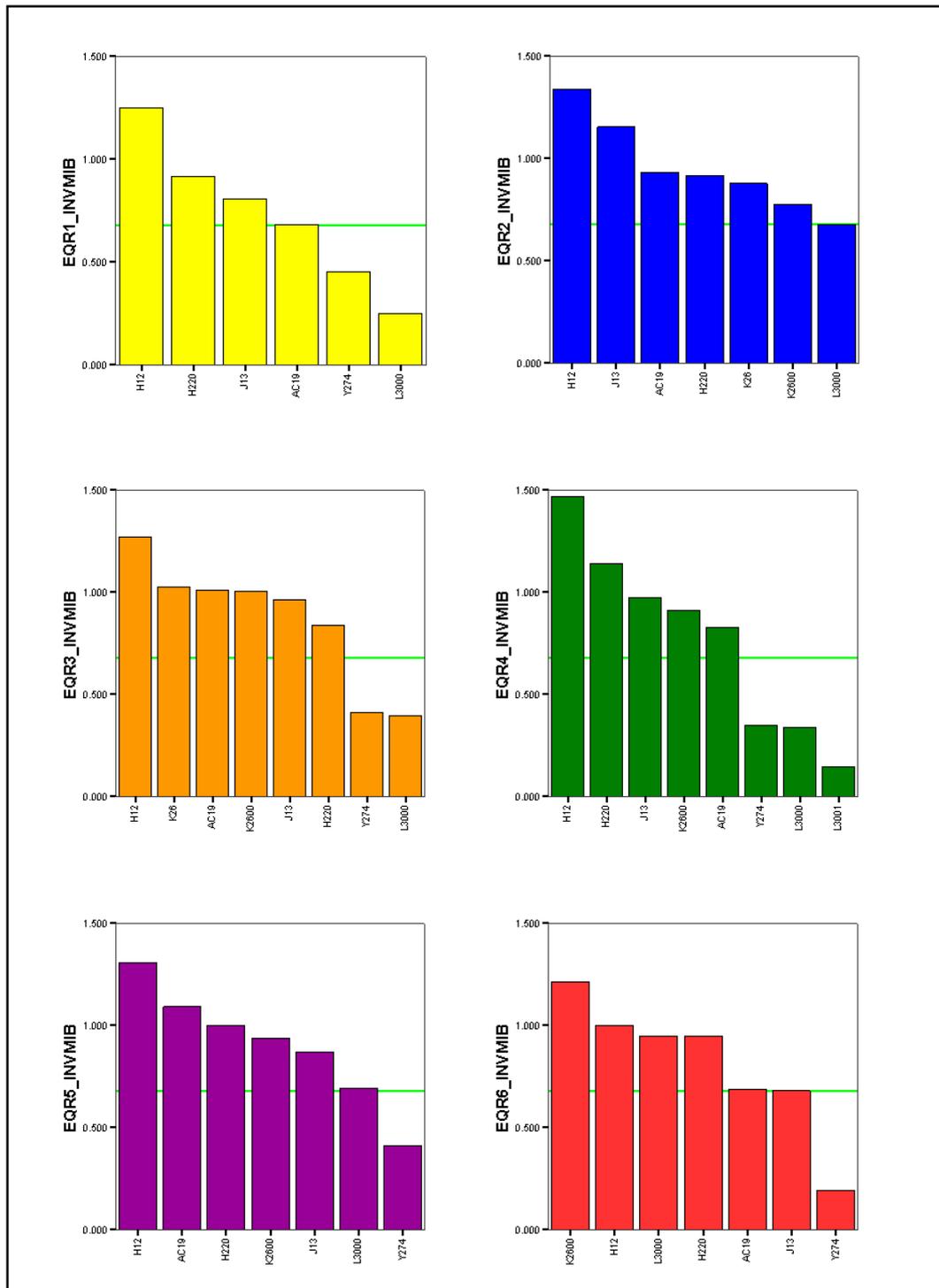


Figura 1.58. Distribución del valor de EQR\_INVMB de los torrentes del tipo 2 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_INVMB. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1= primavera05; 2= otoño05; 3=invierno06; 4=primavera06; 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR\_INVMB = 0.68)

La correlación más baja del EQR entre las campañas de muestreo es la de otoño 05 ( $r=0.36$ ). Al igual que ocurría para el tipo 1, las correlaciones entre las campañas de invierno y primavera son también altas y significativas ( $r =0.67-0.94$ ) por lo que se calculó la correlación, al igual que para los otros tipos, entre la media del EQR obtenido en estas 5 campañas (EQRinvpri\_INVMI) y el EQR medio del ciclo hidrológico (EQRmed\_INVMI), resultando un coeficiente de correlación mayor (Tabla 1.47). Así, se proponen estas campañas como *óptimas* para la evaluación del estado de las localidades de muestreo, y este valor de EQRinvpri\_INVMI medio de las 5 campañas seleccionadas (invierno y primavera) será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de los torrentes del tipo 2 en base a los invertebrados (Fig. 1.59B).

Tipo 2	Campaña	EQRmed_INVMI
EQR1_INVMI	primavera 05	0.94
EQR2_INVMI	otoño 05	0.36
EQR3_INVMI	invierno 06	0.67
EQR4_INVMI	primavera 06	0.90
EQR5_INVMI	invierno 08	0.75
EQR6_INVMI	primavera 08	0.71
EQRinvpri_INVMI	invierno-primavera	<b>0.94</b>

Tabla 1.47. Tabla de correlaciones entre el valor de EQRmed\_INVMI para las 6 campañas de muestreo y el valor del EQR\_INVMI obtenido para cada una de ellas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen coeficientes de correlación altos se muestra también la correlación con el EQRinvpri\_INVMI medio para estas cinco campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de *Spearman* ( $p < 0.05$ )

Aparecen 3 localidades (del total de 9 estudiadas en este tipo) con un valor por debajo de 0.68, por lo que no presentan un estado ecológico *Bueno*. Las localidades L3000, L3001 e Y274 son las que resultan, para la evaluación con invertebrados, con una valoración inferior a la necesaria para obtener una condición óptima según los requerimientos de la Directiva (Fig. 1.59B).

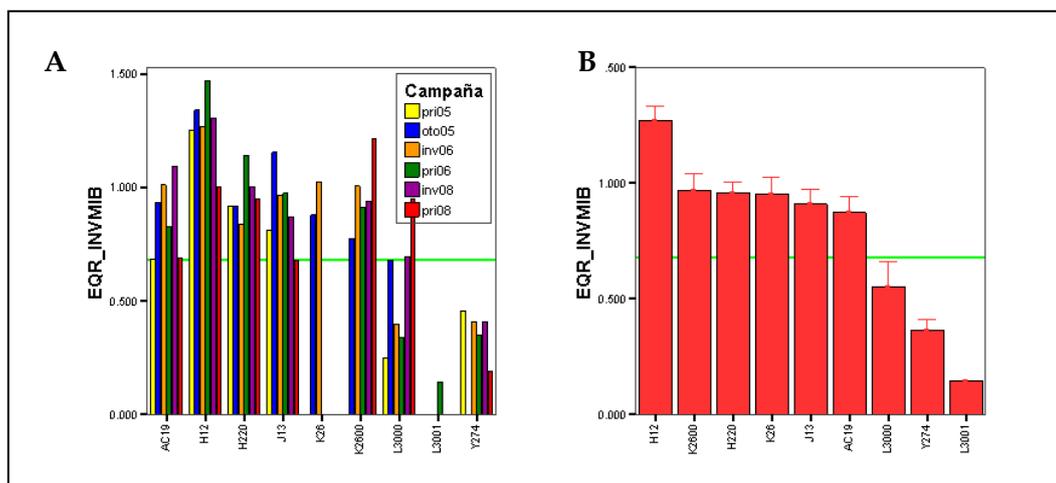


Figura 1.59. La gráfica muestra A) el EQR\_INVMIB de cada campaña de muestreo y B) el valor del EQRinvpri\_INVMIB medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno & primavera) como óptimas (ver texto). La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR\_INVMIB = 0.68)

**UNIÓN DE ELEMENTOS BIOLÓGICOS DEL TIPO 2.-** Una vez analizados los elementos biológicos por separado, se realiza la comparación entre ellos, se puede comprobar la correspondencia de la valoración en prácticamente todas las masas de agua (Fig. 1.60). Como ya se explicó antes, las localidades de este tipo son bastante homogéneas en su evaluación, y en general presentan un buen estado ecológico. Los valores de EQR\_MIB siguen la misma distribución independientemente de los diferentes elementos biológicos. Las localidades que difieren en la evaluación del estado ecológico según los diferentes elementos biológicos de calidad (EBC) son: la localidad L3000, presentando según las diatomeas, un valor elevado de EQR debido a la buena calidad del agua (procede de una fuente), y la localidad L3001 que también aparece con un EQR mayor según la valoración con diatomeas (Fig. 1.60) debido a que el métrico de la clorofila en esta comunidad eleva el valor del multimétrico.

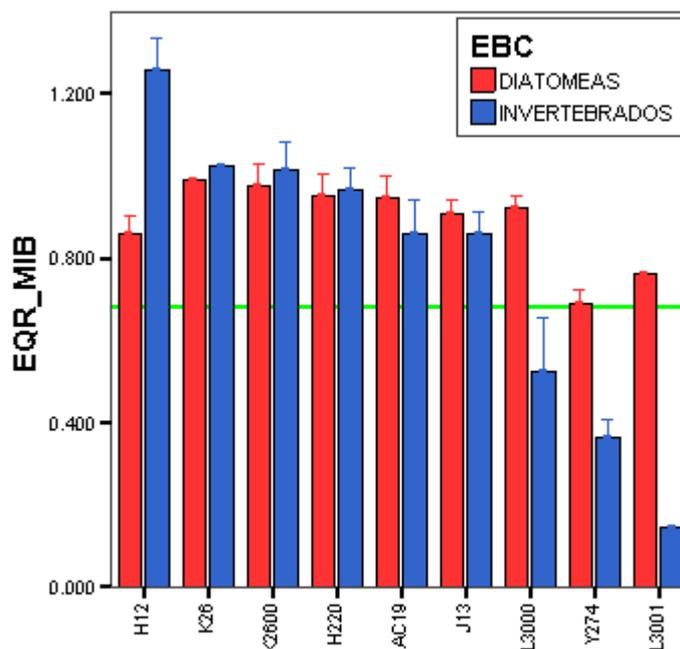


Figura 1.60. Distribución del valor medio de EQR en función de las localidades de muestreo del tipo 2. La gráfica muestra el valor del EQR medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno & primavera) como óptimas para el muestreo de los elementos biológicos. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68)

Según las diatomeas, no hay localidades en estado *Moderado*, *Deficiente* o *Malo* (Fig. 1.60). Mientras que según los invertebrados hay 3 localidades por debajo del estado *Bueno* (L3000, Y274 y L3001). Cuando se comparan ambos elementos biológicos, se puede observar que el EQR coincide exactamente (en las mismas clases de estado) en un total de 6 de las localidades estudiadas. Sin embargo, hay 3 localidades (33.3% del total) en las que la evaluación difiere.

Se presentan a continuación tablas resumen de la físico-química (nutrientes y biomasa periférica) obtenida en función de las clases de estado, para cada elemento biológico (Tabla 1.48 y 1.49). La discusión posterior sobre las clases finales de *Estado Ecológico* se apoyará en parte en estas tablas. Las diferencias más claras en los nutrientes se observan en los valores medios de nitrógeno ( $N_{NO_3}$ ) que pasan de un valor medio de 0.29 mg/l en *Referencias*, al 0.83 mg/l en *Bueno*, en el caso de la evaluación con diatomeas (Tabla 1.48); y de un valor

medio de 0.29 mg/l en *Referencias*, al 1.63 mg/l en *Malo* (una única muestra), en el caso de la evaluación con invertebrados (Tabla 1.49).

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Diatomeas TIPO 2)		Alcalinidad (meq/L)	Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Demanda Biológica (DBO_mg/L)	Fósforo (P_PO4_mg/L)	Nitrógeno (N_NO2_mg/L)	Nitrógeno (N_NO3_mg/L)	Nitrógeno (N_NH4_mg/L)	Silice (SiO2_mg/L)	Sulfato (SO4_mg/L)	Clorofila (ChlA_mg/m2)	Peso seco libre cenizas (PSLC_g/m2)
	<b>Referencia</b>	Media	3.41	372.56	2.53	0.02	0.00	0.29	0.02	1.33	37.64	7.73
	ES	0.44	78.62	0.45	0.00	0.00	0.07	0.01	0.20	13.56	2.39	1.66
	Mediana	3.50	321.93	2.40	0.02	0.00	0.26	0.01	1.22	26.31	8.14	6.01
	P <sub>25</sub>	2.67	262.59	1.78	0.02	0.00	0.21	0.00	1.04	20.70	3.70	4.14
	P <sub>75</sub>	4.14	482.52	3.29	0.03	0.00	0.37	0.03	1.62	54.59	11.77	8.64
<b>Muy Bueno</b>	Media	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
	P <sub>25</sub>	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
	P <sub>75</sub>	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
<b>Bueno</b>	Media	4.72	643.72	2.65	0.03	0.01	0.83	0.01	3.84	73.29	12.34	23.74
	ES	0.84	48.09	1.15	0.01	0.00	0.37	0.00	0.46	20.95	2.08	6.55
	Mediana	4.45	613.03	1.80	0.03	0.01	0.80	0.01	3.72	88.87	11.47	25.33
	P <sub>25</sub>	3.47	580.91	1.15	0.02	0.00	0.20	0.01	3.17	45.15	9.33	12.77
	P <sub>75</sub>	5.97	706.53	4.15	0.04	0.01	1.46	0.02	4.50	101.43	15.34	34.72

Tabla 1.48. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 2 tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de diatomeas

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Invertebrados TIPO 2)		Alcalinidad (meq/L)	Conductividad eléctrica (CE_mScm)	Demanda Biológica (DBO_mg/L)	Fósforo (P_PO4_mg/L)	Nitrógeno (N_NO2_mg/L)	Nitrato (N_NO3_mg/L)	Amonio (N_NH4_mg/L)	Silice (SiO2_mg/L)	Sulfato (SO4_mg/L)	Clorofila (ChlA_mg/m2)	Peso seco libre cenizas (PSLC_g/m2)
	<b>Referencia</b>	Media	3.41	372.56	2.53	0.02	0.00	0.29	0.02	1.33	37.64	7.73
	ES	0.44	78.62	0.45	0.00	0.00	0.07	0.01	0.20	13.56	2.39	1.66
	Mediana	3.50	321.93	2.40	0.02	0.00	0.26	0.01	1.22	26.31	8.14	6.01
	P <sub>25</sub>	2.67	262.59	1.78	0.02	0.00	0.21	0.00	1.04	20.70	3.70	4.14
	P <sub>75</sub>	4.14	482.52	3.29	0.03	0.00	0.37	0.03	1.62	54.59	11.77	8.64
<b>Muy Bueno</b>	Media	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
	P <sub>25</sub>	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
	P <sub>75</sub>	2.37	254.50	1.40	0.01	0.00	0.45	0.00	2.31	6.90	17.74	8.70
<b>Bueno</b>	Media	6.95	630.55	1.30	0.03	0.01	0.08	0.02	5.05	12.78	8.41	8.79
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	6.95	630.55	1.30	0.03	0.01	0.08	0.02	5.05	12.78	8.41	8.79
	P <sub>25</sub>	6.95	630.55	1.30	0.03	0.01	0.08	0.02	5.05	12.78	8.41	8.79
	P <sub>75</sub>	6.95	630.55	1.30	0.03	0.01	0.08	0.02	5.05	12.78	8.41	8.79
<b>Moderado</b>	Media	4.98	566.33	1.00	0.02	0.00	0.32	0.01	2.87	77.52	18.00	33.91
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	4.98	566.33	1.00	0.02	0.00	0.32	0.01	2.87	77.52	18.00	33.91
	P <sub>25</sub>	4.98	566.33	1.00	0.02	0.00	0.32	0.01	2.87	77.52	18.00	33.91
	P <sub>75</sub>	4.98	566.33	1.00	0.02	0.00	0.32	0.01	2.87	77.52	18.00	33.91
<b>Deficiente</b>	Media	3.91	595.50	2.30	0.02	0.01	1.28	0.03	3.96	100.21	10.25	16.74
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	3.91	595.50	2.30	0.02	0.01	1.28	0.03	3.96	100.21	10.25	16.74
	P <sub>25</sub>	3.91	595.50	2.30	0.02	0.01	1.28	0.03	3.96	100.21	10.25	16.74
	P <sub>75</sub>	3.91	595.50	2.30	0.02	0.01	1.28	0.03	3.96	100.21	10.25	16.74
<b>Malo</b>	Media	3.02	782.50	6.00	0.04	0.01	1.63	0.01	3.48	102.65	12.69	35.53
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	3.02	782.50	6.00	0.04	0.01	1.63	0.01	3.48	102.65	12.69	35.53
	P <sub>25</sub>	3.02	782.50	6.00	0.04	0.01	1.63	0.01	3.48	102.65	12.69	35.53
	P <sub>75</sub>	3.02	782.50	6.00	0.04	0.01	1.63	0.01	3.48	102.65	12.69	35.53

Tabla 1.49. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 2 tras la evaluación de los puntos estudiados en base a la comunidad de invertebrados

En función de los usos del suelo y valores hidromorfológicos del tipo 2 se observa que para las clases de estado definidas por cada EBC, la mayor parte de las áreas agrícolas son de la categoría de seco, y los valores de esta aumentan al disminuir la clase de estado (Tablas 1.50 y 1.51). Por otra parte, la cuantificación de la alteración del hábitat mediante el índice

HMS denota leves alteraciones en las localidades pertenecientes a este tipo, con valores entre 10 y 79 para los invertebrados (Tabla 1.51).

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Diatomeas TIPO 2)		% superficies	% superficies	% Bosques y áreas	% agrícola con	% agrícola de	% agrícola de	HQA	HMS	LRD
		artificiales	agrícolas	naturales	vegetación natural	secano	regadío			
Referencia	Media	0.7	5.0	88.7	2.0	7.5	1.1	35.1	10.0	62.6
	ES	0.5	4.7	6.3	1.7	4.7	1.1	3.8	8.7	22.1
	Mediana	0.2	0.5	89.7	0.5	5.5	0.0	37.8	2.0	65.5
	P <sub>25</sub>	0.0	0.0	78.0	0.0	0.0	0.0	30.5	0.0	27.3
	P <sub>75</sub>	1.3	10.1	99.5	4.0	15.1	2.1	39.8	20.0	98.0
Muy Bueno	Media	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
	P <sub>25</sub>	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
	P <sub>75</sub>	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
Bueno	Media	2.0	28.4	69.7	1.0	26.5	0.9	34.1	36.3	59.4
	ES	1.1	3.0	4.0	1.0	4.0	0.9	5.8	16.4	25.9
	Mediana	2.0	30.3	67.7	0.0	28.5	0.0	36.8	33.0	56.8
	P <sub>25</sub>	0.0	23.9	63.2	0.0	20.2	0.0	26.0	14.0	14.8
	P <sub>75</sub>	3.9	32.8	76.1	2.0	32.8	1.8	42.3	58.5	104.0

Tabla 1.50. Resumen de los valores de usos del suelo y variables hidromorfológicas estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 2 tras la evaluación de las localidades estudiadas en base a la comunidad de diatomeas

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Invertebrados TIPO 2)		% superficies	% superficies	% Bosques y áreas	% agrícola con	% agrícola de	% agrícola de	HQA	HMS	LRD
		artificiales	agrícolas	naturales	vegetación natural	secano	regadío			
Referencia	Media	0.7	5.0	88.7	2.0	7.5	1.1	35.1	10.0	62.6
	ES	0.5	4.7	6.3	1.7	4.7	1.1	3.8	8.7	22.1
	Mediana	0.2	0.5	89.7	0.5	5.5	0.0	37.8	2.0	65.5
	P <sub>25</sub>	0.0	0.0	78.0	0.0	0.0	0.0	30.5	0.0	27.3
	P <sub>75</sub>	1.3	10.1	99.5	4.0	15.1	2.1	39.8	20.0	98.0
Muy Bueno	Media	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
	P <sub>25</sub>	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
	P <sub>75</sub>	2.2	22.3	75.4	7.1	11.0	4.3	51.0	44.0	31.5
Bueno	Media	0.0	20.0	80.0	4.0	16.1	0.0	39.5	28.0	110.5
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	0.0	20.0	80.0	4.0	16.1	0.0	39.5	28.0	110.5
	P <sub>25</sub>	0.0	20.0	80.0	4.0	16.1	0.0	39.5	28.0	110.5
	P <sub>75</sub>	0.0	20.0	80.0	4.0	16.1	0.0	39.5	28.0	110.5
Moderado	Media	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	18.0	38.0	13.5
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	18.0	38.0	13.5
	P <sub>25</sub>	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	18.0	38.0	13.5
	P <sub>75</sub>	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	18.0	38.0	13.5
Deficiente	Media	0.0	27.8	72.2	0.0	24.2	3.6	45.0	0.0	97.5
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	0.0	27.8	72.2	0.0	24.2	3.6	45.0	0.0	97.5
	P <sub>25</sub>	0.0	27.8	72.2	0.0	24.2	3.6	45.0	0.0	97.5
	P <sub>75</sub>	0.0	27.8	72.2	0.0	24.2	3.6	45.0	0.0	97.5
Malo	Media	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	34.0	79.0	16.0
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	34.0	79.0	16.0
	P <sub>25</sub>	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	34.0	79.0	16.0
	P <sub>75</sub>	3.9	32.8	63.2	0.0	32.8	0.0	34.0	79.0	16.0

Tabla 1.51. Resumen de los valores de usos del suelo y variables hidromorfológicas estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 2 tras la evaluación de las localidades estudiadas en base a la comunidad de invertebrados

El EQR FINAL se obtiene, al igual que en el tipo 1, mediante el promedio de los EQRs de las campañas de invierno y primavera (EQRinvpri) de cada EBC (diatomeas e invertebrados). Aquellas estaciones de muestreo cuyo EQR FINAL sea inferior a 0.68 (i.e., corte entre el estado *Bueno* y *Moderado*) tras la integración de los dos elementos biológicos, no alcanzarán el buen estado ecológico (Tabla 1.52).

ID	EQRinvpri_DIATMIB	EQRinvpri_INVMIIB	EQR FINAL	CLASE FINAL
H12	0.862	1.259	1.060	Referencia
K2600	0.974	1.016	0.995	Referencia
H220	0.950	0.968	0.959	Referencia
AC19	0.949	0.860	0.905	Referencia
K26	0.991	1.025	1.008	Muy Bueno
J13	0.907	0.859	0.883	Bueno
L3000	0.921	0.525	0.723	Bueno
Y274	0.687	0.363	0.525	Moderado
L3001	0.763	0.144	0.454	Deficiente

Tabla 1.52. Valor de EQR obtenido en base a los dos componentes biológicos analizados en este estudio, el EQR final (equivalente al valor promedio de los dos) y la clase de estado resultante para cada localidad

En la siguiente tabla se muestra el número de localidades, agrupadas según la condición preestablecida, por clase de estado final obtenida después de la integración de los EBC (Tabla 1.52). Podemos comprobar que la localidad J13, aunque está impactada por un vertido de depuradora permanece en estado *Bueno*, debido a que el punto de muestreo está alejado del vertido y además el torrente esta casi seco durante todo el año por lo cual la recogida de muestras se realizó en una zona de pozas permanentes. Aparecen dos localidades por debajo de 0.68: en estado *Moderado*, el cañón de Coanegra (Y274) y en estado *Deficiente*, el punto que sufrió un vertido de gasoil (L3001) con valores de nitrógeno (N\_NO<sub>3</sub>) más elevados que en el resto de las clases (Tabla 1.53).

CONDICIÓN	Total	Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente
Referencia	4	4	0	0	0	0
Mejor	0	0	0	0	0	0
Ruralnatural	2	0	1	0	1	0
Artificialseminatural	2	0	0	1	0	1
Depuradora	1	0	0	1	0	0
	9	4	1	2	1	1

Tabla 1.53. Evaluación del Estado Ecológico final de los torrentes de las Islas Baleares incluidos dentro del tipo 2. El gráfico muestra porcentaje de cada clase ecológica con respecto al total de localidades estudiadas

### 1.6.6.3. TIPO 5: TORRENTES DE MONTAÑA

Los torrentes de montaña estudiados se corresponden con un total de 18 tramos fluviales estudiados (en total 96 muestras). En este tipo se puede observar muy bien la diferenciación entre las localidades con un buen estado ecológico (la mayoría) y las que presentan una mala calidad.

*DIATOMEAS.*- En el siguiente gráfico podemos ver los valores del EQR de diatomeas para cada localidad y por campaña, en todas las localidades de este tipo. Todos los gráficos están ordenados en orden descendente de EQR (Figs. 1.61 y 1.62A).

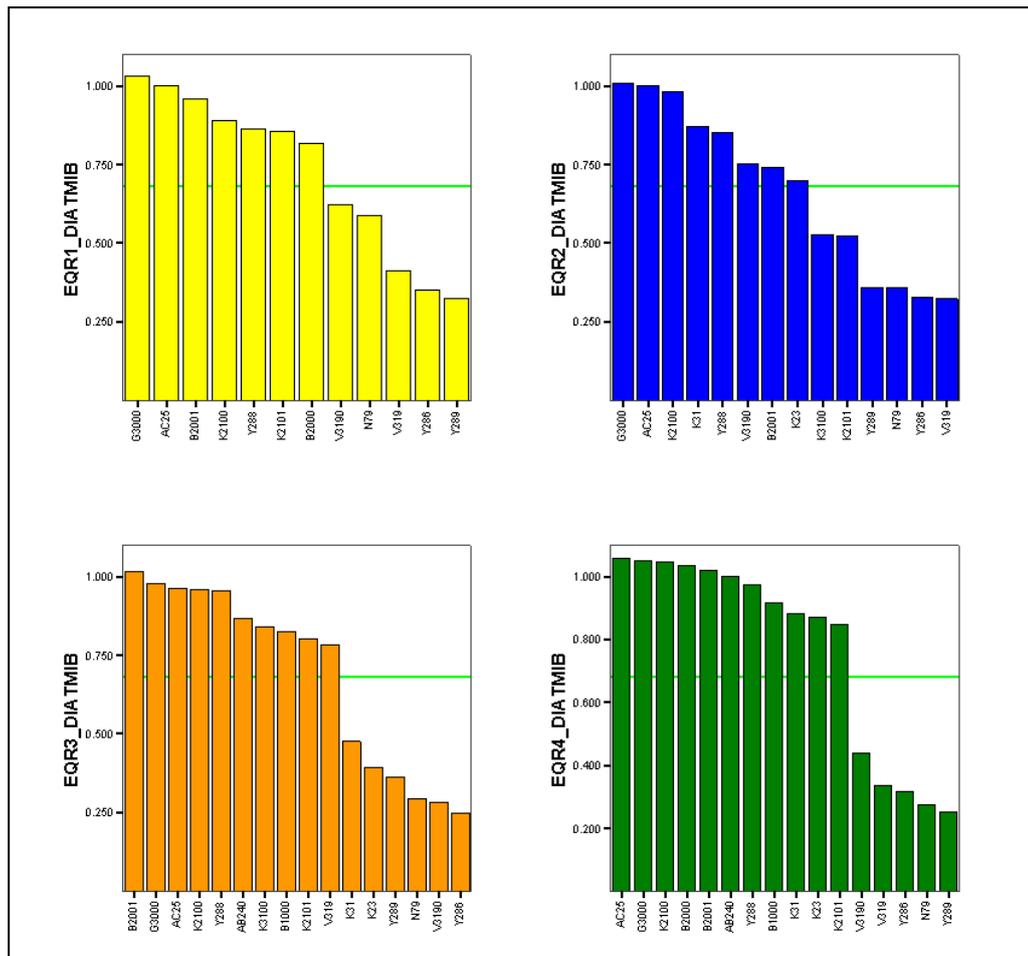


Figura 1.61. Distribución del valor de EQR de las diatomeas (EQR\_DIATMIB) de los torrentes del tipo 5 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_DIATMIB medio. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1=primavera05; 2=otoño05; 3=invierno06, 4=primavera06, 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y *Moderado* (EQR\_DIATMIB = 0.68)

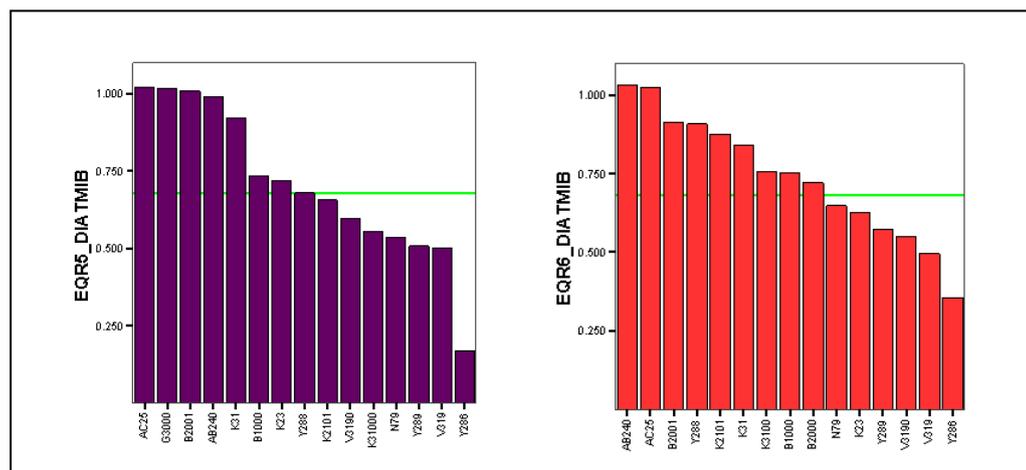


Figura 1.61 (continuación). Distribución del valor del EQR de diatomeas (EQR\_DIA TMIB) de los torrentes del tipo 5 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_DIA TMIB medio. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1=primavera05; 2=otoño05; 3=invierno06, 4=primavera06, 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y *Moderado* (EQR\_DIA TMIB = 0.68)

Se observa como las localidades definidas como *Referencias* siempre tienen valores de EQR superiores a 0.93, en todas las campañas, excepto algunas muestras de la cuenca de Ternelles (B2000, B2001 y B1000) que, en alguna de las campañas en las que se realizó el muestreo, aparecen con valores de EQR algo menores debido a la presencia de diferentes especies del género *Nitzschia* (*N. inconspicua* y *N. bulhemiana*) consideradas como taxones tolerantes, que penalizan el valor del multimétrico.

Al igual que anteriormente se hizo para los otros tipos, se calcularon las correlaciones entre EQRs por campañas con el EQR medio. Todas las correlaciones son muy altas y similares ( $r = 0.82-0.96$ ) indican su idoneidad para el cálculo del EQR Final. El coeficiente de correlación entre la media del EQR obtenido en invierno y primavera (EQRinvpri\_DIA TMIB) y el EQR medio del ciclo hidrológico (EQRmed\_DIA TMIB) resultó ser el mayor ( $r = 0.98$ ) (Tabla 1.54). Así, se proponen estas 5 campañas como *óptimas* para la evaluación del estado de los puntos y muestreos, y este valor de EQRinvpri\_DIA TMIB será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de los torrentes del tipo 5 en base a las diatomeas (Fig. 1.62).

Tipo 5	Campaña	EQRmed_DIATMIB
EQR1_DIATMIB	primavera 05	0.97
EQR2_DIATMIB	otoño 05	0.88
EQR3_DIATMIB	invierno 06	0.90
EQR4_DIATMIB	primavera 06	0.96
EQR5_DIATMIB	invierno 08	0.95
EQR6_DIATMIB	primavera 08	0.90
EQRinvpri_DIATMIB	invierno-primavera	<b>0.99</b>

Tabla 1.54. Tabla de correlaciones entre el valor de EQRmed\_DIATMIB para las 6 campañas de muestreo y el valor del EQR\_DIATMIB obtenido para cada una de ellas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen coeficientes de correlación altos se muestra también la correlación con el EQRinvpri\_DIATMIB medio para estas 5 campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ( $p < 0.05$ )

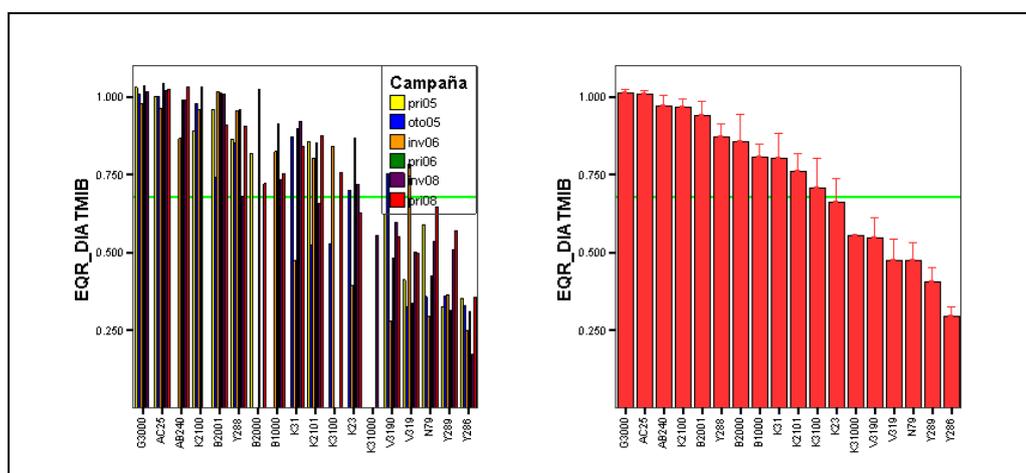


Figura 1.62. La gráfica muestra A) el EQR\_DIATMIB de cada campaña de muestreo y B) el valor del EQRinvpri\_DIATMIB medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno & primavera) como *óptimas* (ver texto). La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y *Moderado* ( $EQR\_DIATMIB = 0.68$ )

**INVERTEBRADOS.-** A partir de las figuras se puede observar la variación estacional (Fig.1.63 y 1.64A) que se produce en los torrentes de montaña (tipo 5).

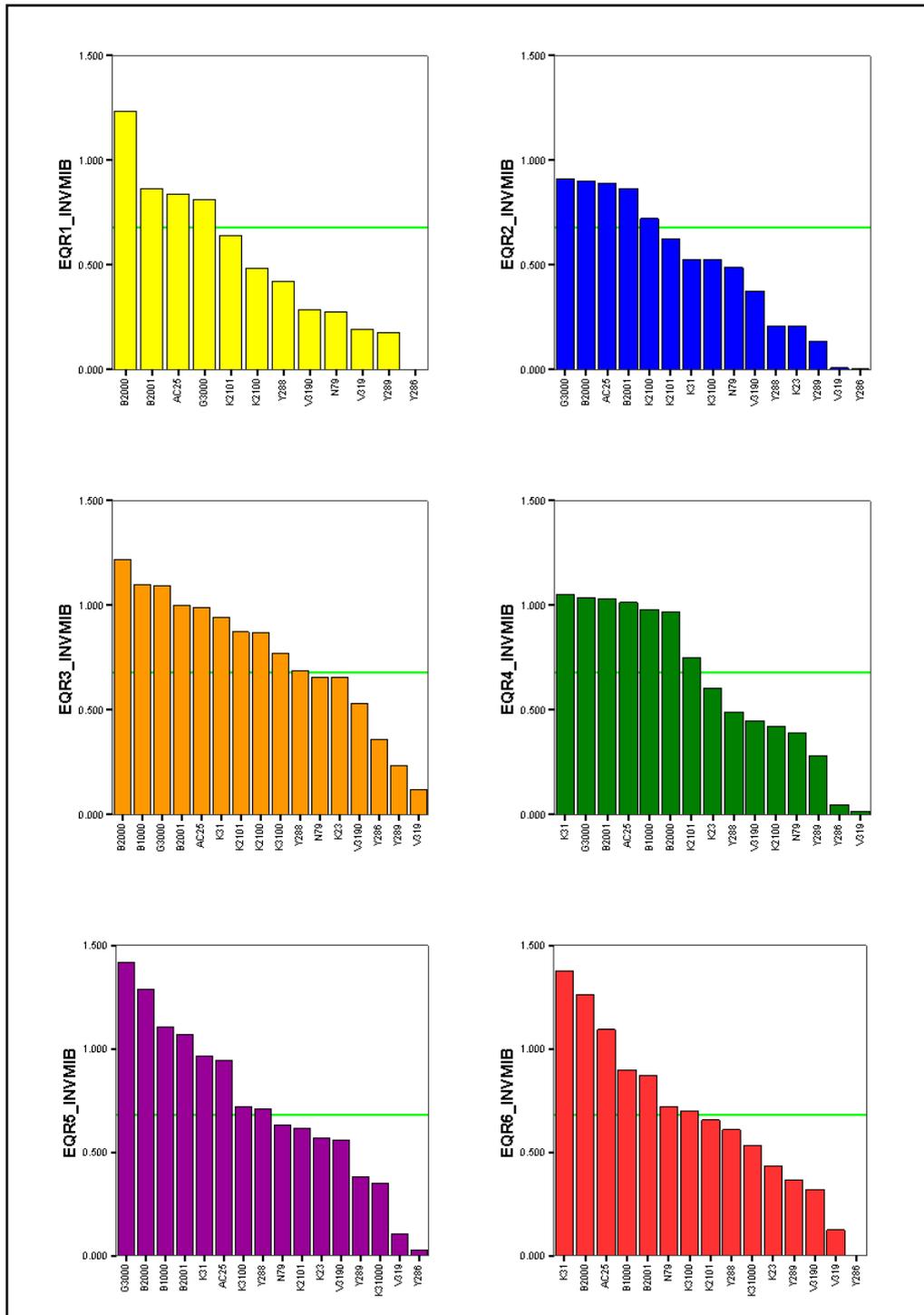


Figura 1.63. Distribución del valor de EQR de los invertebrados (EQR\_INVMI) en los torrentes del tipo 5 muestreados en cada una de las campañas. Las localidades de muestreo están ordenadas en orden decreciente en función del valor de EQR\_INVMI. Los números que siguen a continuación de EQR se corresponden con la campaña de muestreo: 1= primavera05; 2= otoño05; 3=invierno06; 4=primavera06; 5=invierno08 y 6=primavera08. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Buena* y *Moderada* (EQR\_INVMI = 0.68)

En primavera, cuando la dilución de los efluentes de depuradora es mínima en los caudales circulantes, y coincide con una mayor densidad poblacional (por el turismo), es cuando las diferencias entre puntos son más evidentes, por lo que la valoración es más estricta (Fig. 1.68). Por otra parte se observa que las localidades afectadas por depuradoras, como es el caso de Y286, V319 e Y289, poseen los valores de EQR más bajos.

Al igual que en los anteriores tipos se calculó la correlación entre la media del EQR obtenido en estas cinco campañas (EQRinvpri\_INVMI B) y el EQR medio del ciclo hidrológico (EQRmed\_INVMI B), resultando un coeficiente de correlación mayor (Tabla 1.55). Así, se proponen estas campañas como *óptimas* para la evaluación del estado de los puntos y muestreos, y este valor de EQRinvpri\_INVMI B será el que se utilice para hacer la evaluación del estado ecológico de los torrentes del tipo 5 en base a los invertebrados.

Tipo 5	Campaña	EQRmed_INVMI B
EQR1_INVMI B	primavera 05	0.94
EQR2_INVMI B	otoño 05	0.94
EQR3_INVMI B	invierno 06	0.97
EQR4_INVMI B	primavera 06	0.85
EQR5_INVMI B	invierno 08	0.96
EQR6_INVMI B	primavera 08	0.96
EQRinvpri_INVMI B	invierno-primavera	<b>0.99</b>

Tabla 1.55. Tabla de correlaciones entre el valor de EQR\_INVMI B para las 6 campañas de muestreo y el valor del EQR\_INVMI B obtenido para cada una de ellas. Dado que las correlaciones de las campañas de invierno y primavera tienen coeficientes de correlación altos se muestra también la correlación con el EQRinvpri\_INVMI B medio para estas 5 campañas. La tabla muestra los coeficientes de correlación de Spearman ( $p < 0.05$ )

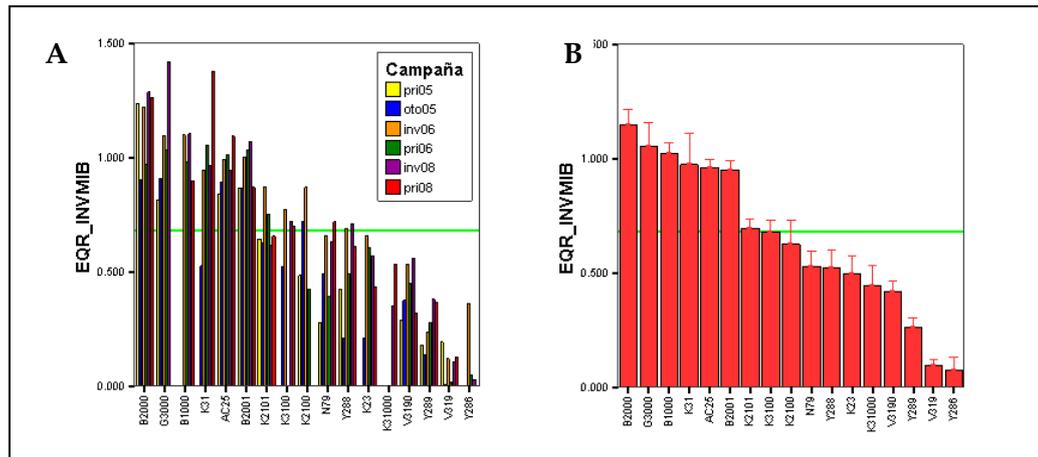


Figura 1.64. La gráfica muestra A) el EQR\_INVMIB de cada campaña de muestreo y B) el valor del EQRinvpri\_INVMIB medio para las 5 campañas seleccionadas (invierno & primavera) como *óptimas*. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR\_INVMIB = 0.68).

**UNIÓN DE ELEMENTOS BIOLÓGICOS DEL TIPO 5.-** Una vez analizados los elementos biológicos por separado, se realiza la comparación entre ellos, mediante la cual podemos comprobar la correspondencia de la valoración en prácticamente todas las masas de agua (Fig. 1.65). Así, las comunidades tanto de invertebrados como de diatomeas suministran una indicación muy similar. Las localidades más degradadas son las que presentan impacto por depuradoras: Y286, V319, Y289, N79, V3190, K31000 y K23 aparecen con los valores de EQR más bajos. La localidad K31000 (Font de S'Olla) pese a tener unas características físico-químicas apropiadas, aparece catalogado como *Deficiente* debido a que se trata de una mina con una comunidad muy característica y diferente del resto de localidades de este tipo. Esta localidad pertenecería a un subtipo dentro del tipo (al igual que el AB240 como se explicó en apartados anteriores) debido a sus particulares características, pero que debido al poco número de localidades muestreadas en esta situación no se llevó a cabo la evaluación por separado.

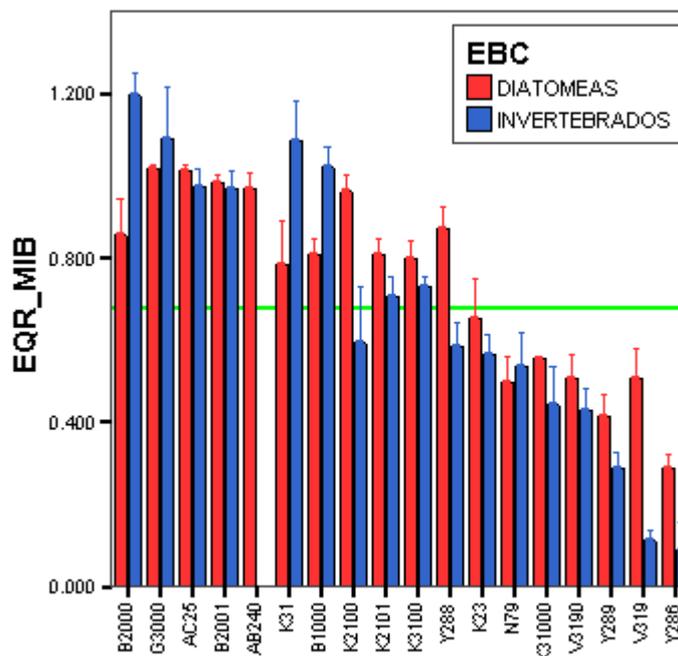


Figura 1.65. Distribución del valor medio de EQR en función de las localidades de muestreo del tipo 5. La gráfica muestra el valor del EQR medio para las campañas seleccionadas (invierno & primavera) como *óptimas* para el muestreo de los elementos biológicos. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Buena* y *Moderada* (EQR = 0.68)

Como podemos observar en la figura 1.65, la valoración de los elementos bióticos en los torrentes de tipo 5 es bastante similar en todas las localidades. De las 18 localidades estudiadas para este tipo, los dos elementos biológicos de calidad (EBC) valoran en la misma clase de estado ecológico a 10 localidades, lo que implica que hay una concordancia del 55.6% entre EBC. Se encuentran cinco localidades (AB240, K2100, Y288, V319 e Y286) que aparecen valoradas positivamente por las diatomeas y no por los invertebrados. Las localidades afectadas por depuradora (Y286, Y289 y V319) son las que presentan los valores de EQR más bajos, y por ninguno de los EBC cumplen los objetivos de calidad.

Se presentan a continuación tablas resumen con las variables físico-químicas (nutrientes, clorofila y biomasa periférica) para cada elemento biológico de calidad en función de las

clases de estado (Tablas 1.56 y 1.57). La discusión posterior sobre las clases finales de *Estado Ecológico* se apoyará en parte en estas tablas.

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Diatomeas TIPO 5)		Alcalinidad	Conductividad	Demanda Biológica	Fósforo	Nitrógeno	Nitrógeno	Nitrógeno	Silice	Sulfato	Clorofila	Peso seco libre
		(meq/L)	eléctrica (CE_mScm)	(DBO_mg/L)	(P_PO4_mg/L)	(N_NO2_mg/L)	(N_NO3_mg/L)	(N_NH4_mg/L)	(SiO2_mg/L)	(SO4_mg/L)	(ChlA_mg/m2)	cenizas (PSLC_g/m2)
Referencia	Media	5.42	720.77	0.98	0.02	0.00	0.51	0.02	3.76	82.84	7.82	6.97
	ES	0.37	113.94	0.34	0.00	0.00	0.14	0.01	0.68	19.44	1.03	1.27
	Mediana	5.36	772.34	0.78	0.02	0.00	0.52	0.01	3.92	95.97	8.04	8.70
	P <sub>25</sub>	4.60	406.38	0.50	0.02	0.00	0.16	0.01	2.08	28.01	7.92	4.51
	P <sub>75</sub>	5.67	974.61	1.40	0.02	0.00	0.83	0.02	5.07	124.48	9.22	9.03
Muy Bueno	Media	4.13	663.70	3.67	0.03	0.00	0.67	0.01	4.30	133.19	12.54	9.07
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	4.13	663.70	3.67	0.03	0.00	0.67	0.01	4.30	133.19	12.54	9.07
	P <sub>25</sub>	4.13	663.70	3.67	0.03	0.00	0.67	0.01	4.30	133.19	12.54	9.07
	P <sub>75</sub>	4.13	663.70	3.67	0.03	0.00	0.67	0.01	4.30	133.19	12.54	9.07
Bueno	Media	5.47	790.09	1.90	0.02	0.00	0.66	0.01	3.40	87.29	22.97	9.49
	ES	0.89	98.76	0.20	0.00	0.00	0.18	0.00	0.73	7.95	3.11	2.16
	Mediana	4.85	826.89	1.85	0.02	0.00	0.54	0.01	3.14	91.53	21.85	9.29
	P <sub>25</sub>	4.28	627.46	1.60	0.01	0.00	0.41	0.00	2.27	75.85	17.95	5.80
	P <sub>75</sub>	6.67	952.72	2.20	0.02	0.01	0.91	0.01	4.54	98.73	28.00	13.19
Moderado	Media	6.97	815.04	2.60	0.09	0.02	0.89	0.27	3.69	91.34	19.78	10.77
	ES	0.82	139.30	1.09	0.07	0.01	0.41	0.25	1.12	14.30	6.39	4.04
	Mediana	7.24	782.49	1.80	0.02	0.01	0.64	0.03	3.55	94.19	19.95	12.02
	P <sub>25</sub>	5.62	584.19	1.30	0.01	0.01	0.34	0.01	1.76	67.02	11.82	4.18
	P <sub>75</sub>	8.31	1045.90	3.90	0.17	0.03	1.45	0.53	5.62	115.67	27.75	17.36
Deficiente	Media	7.01	1127.96	4.27	0.60	0.05	1.86	0.44	7.18	129.93	22.76	14.56
	ES	0.40	72.23	1.85	0.23	0.03	0.36	0.33	1.26	14.14	2.23	2.03
	Mediana	6.78	1060.11	4.40	0.83	0.03	2.15	0.17	6.99	136.42	24.16	13.53
	P <sub>25</sub>	6.47	1051.45	1.00	0.13	0.01	1.13	0.04	5.09	102.86	18.39	11.68
	P <sub>75</sub>	7.79	1272.33	7.40	0.84	0.10	2.30	1.10	9.46	150.52	25.73	18.47

Tabla 1.56. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 5 tras la evaluación de las localidades estudiadas en base a la comunidad de diatomeas.

CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Invertebrados TIPO 5)		Alcalinidad	Conductividad	Demanda Biológica	Fósforo	Nitró	Nitrato	Amonio	Silice	Sulfato	Clorofila	Peso seco libre
		(meq/L)	eléctrica (CE_mScm)	(DBO_mg/L)	(P_PO4_mg/L)	(N_NO2_mg/L)	(N_NO3_mg/L)	(N_NH4_mg/L)	(SiO2_mg/L)	(SO4_mg/L)	(ChlA_mg/m2)	cenizas (PSLC_g/m2)
Referencia	Media	5.42	720.77	0.98	0.02	0.00	0.51	0.02	3.76	82.84	7.82	6.97
	ES	0.37	113.94	0.34	0.00	0.00	0.14	0.01	0.68	19.44	1.03	1.27
	Mediana	5.36	772.34	0.78	0.02	0.00	0.51	0.01	3.92	95.97	8.04	8.70
	P <sub>25</sub>	4.60	406.38	0.50	0.02	0.00	0.16	0.01	2.08	28.01	7.92	4.51
	P <sub>75</sub>	5.67	974.61	1.40	0.02	0.00	0.82	0.02	5.07	124.48	9.22	9.03
Muy Bueno	Media	4.15	552.50	1.50	0.02	0.00	0.65	0.00	2.02	65.22	18.40	5.46
	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mediana	4.15	552.50	1.50	0.02	0.00	0.65	0.00	2.02	65.22	18.40	5.46
	P <sub>25</sub>	4.15	552.50	1.50	0.02	0.00	0.65	0.00	2.02	65.22	18.40	5.46
	P <sub>75</sub>	4.15	552.50	1.50	0.02	0.00	0.65	0.00	2.02	65.22	18.40	5.46
Bueno	Media	4.85	826.89	1.85	0.02	0.01	0.78	0.01	3.14	93.69	24.09	9.29
	ES	0.45	124.47	0.15	0.00	0.00	0.38	0.01	0.63	7.21	6.60	3.15
	Mediana	4.85	826.89	1.85	0.02	0.01	0.78	0.01	3.14	93.69	24.09	9.29
	P <sub>25</sub>	4.40	702.42	1.70	0.02	0.00	0.40	0.00	2.51	86.49	17.49	6.14
	P <sub>75</sub>	5.31	951.37	2.00	0.02	0.01	1.16	0.02	3.77	100.90	30.69	12.45
Moderado	Media	5.89	861.18	2.27	0.05	0.01	1.02	0.02	5.22	113.46	24.71	12.82
	ES	0.86	160.90	0.55	0.03	0.00	0.39	0.01	1.60	17.41	4.66	1.61
	Mediana	5.71	808.89	2.20	0.02	0.00	0.75	0.01	4.81	114.87	25.52	12.80
	P <sub>25</sub>	4.54	609.16	1.50	0.01	0.00	0.55	0.01	3.05	85.07	18.92	10.38
	P <sub>75</sub>	7.25	1113.20	3.03	0.08	0.01	1.49	0.03	7.38	141.85	30.50	15.27
Deficiente	Media	7.09	875.03	2.33	0.29	0.03	0.99	0.08	4.05	104.47	14.19	7.30
	ES	0.57	134.37	1.05	0.27	0.02	0.66	0.05	1.16	22.74	5.14	3.64
	Mediana	6.78	951.23	1.60	0.03	0.03	0.43	0.05	5.09	116.53	18.39	7.42
	P <sub>25</sub>	6.30	613.75	1.00	0.00	0.00	0.24	0.00	1.74	60.46	3.95	0.94
	P <sub>75</sub>	8.19	1060.11	4.40	0.83	0.06	2.30	0.17	5.31	136.42	20.22	13.53
Malo	Media	8.11	1096.01	6.60	0.58	0.06	1.60	1.05	6.46	108.83	21.92	18.28
	ES	0.32	44.56	0.80	0.26	0.04	0.47	0.05	0.53	5.98	2.24	0.18
	Mediana	8.11	1096.01	6.60	0.58	0.06	1.60	1.05	6.46	108.83	21.92	18.28
	P <sub>25</sub>	7.79	1051.45	5.80	0.31	0.01	1.13	1.01	5.92	102.86	19.69	18.10
	P <sub>75</sub>	8.43	1140.57	7.40	0.84	0.10	2.07	1.10	6.99	114.81	24.16	18.47

Tabla 1.57. Resumen de los valores de nutrientes y biomasa estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 5 tras la evaluación de las localidades estudiadas en base a la comunidad de invertebrados.

Según la valoración con diatomeas, los valores medios de nutrientes y DBO para las clases de estado *Deficiente* y *Malo* son más altas que los valores medios de las clases superiores (Tabla 1.56). Así, podemos comprobar que las localidades de *Referencia* presentan un valor medio de nitrógeno (expresado como N\_NO<sub>3</sub>) de 0.51 mg/l, mientras que las localidades en estado *Malo* presentan un valor de 1.86 mg/l. En el caso de la DBO, las localidades de *Referencia* presentan valores medios de 0.98 mg/l, mientras que las clases en peor estado tienen valores medios de 4.27 mg/l.

En la valoración con invertebrados podemos observar la misma degradación de la calidad físico-química (Tabla 1.57). De esta manera se observa un aumento de nutrientes a medida que se empeora la clase de estado ecológico, por ejemplo los valores medios de nitrógeno (expresado como N\_NO<sub>3</sub>) van desde 0.51 mg/l en *Referencias* a valores superiores a 0.99 y 1.60 mg/l en *Deficiente* y *Malo*, respectivamente.

Con respecto a las variables hidromorfológicas (índices y usos del suelo) no se aprecia una clara tendencia al disminuir la clase de estado en los torrentes pertenecientes a este tipo, debido a su localización geográfica en la montaña. Esto parece indicar una mayor importancia de la presión orgánica sobre el estado ecológico, y ausencia de afección hidromorfológica. Sin embargo, sí se observa una disminución en el porcentaje de bosques y áreas seminaturales conforme empeora la clase, sobre todo en la valoración con invertebrados (Tabla 1.59).

		% superficies artificiales	% superficies agrícolas	% Bosques y áreas naturales	% agrícola con vegetación natural	% agrícola de secano	% agrícola de regadío	HQA	HMS	LRD
CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Diatomeas TIPO 5)	<b>Referencia</b>									
	Media	0.0	10.9	88.9	1.1	8.7	1.1	45.2	15.2	33.1
	ES	0.0	4.8	5.0	1.1	3.9	0.5	4.0	8.6	16.1
	Mediana	0.0	7.5	92.5	0.0	5.2	1.1	48.0	3.5	15.5
	P <sub>25</sub>	0.0	7.3	92.5	0.0	5.2	0.0	35.5	2.0	10.0
	P <sub>75</sub>	0.0	7.5	92.7	0.0	7.3	2.2	51.0	28.5	46.0
	<b>Muy Bueno</b>									
	Media	1.8	31.5	66.7	6.7	18.2	6.5	51.5	28.0	10.0
	ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mediana	1.8	31.5	66.7	6.7	18.2	6.5	51.5	28.0	10.0
	P <sub>25</sub>	1.8	31.5	66.7	6.7	18.2	6.5	51.5	28.0	10.0
	P <sub>75</sub>	1.8	31.5	66.7	6.7	18.2	6.5	51.5	28.0	10.0
	<b>Bueno</b>									
	Media	1.2	17.6	76.8	8.5	11.0	2.5	34.6	37.5	25.3
	ES	0.4	6.6	3.4	2.2	2.5	1.4	5.5	13.5	20.0
	Mediana	1.5	19.5	79.8	6.4	9.7	1.7	37.3	27.5	8.1
	P <sub>25</sub>	0.8	8.8	72.7	6.1	8.1	0.9	27.5	20.5	3.2
	P <sub>75</sub>	1.7	26.4	80.9	10.8	13.9	4.1	41.8	54.5	47.5
	<b>Moderado</b>									
	Media	4.1	15.6	68.1	7.1	18.6	2.1	34.3	39.9	10.0
ES	1.4	9.0	4.4	0.4	3.2	1.5	6.3	18.0	0.0	
Mediana	4.2	15.5	64.5	7.3	20.7	0.9	36.0	38.5	10.0	
P <sub>25</sub>	1.7	0.0	62.3	6.4	13.9	0.0	24.0	11.5	10.0	
P <sub>75</sub>	6.6	31.3	73.8	7.8	23.2	4.1	44.5	68.3	10.0	
<b>Deficiente</b>										
Media	1.9	27.6	70.5	6.7	15.8	5.1	35.5	23.7	7.5	
ES	1.0	5.0	4.0	3.4	5.2	3.6	8.5	3.5	1.8	
Mediana	2.1	29.6	68.3	9.0	17.3	3.3	34.0	25.0	8.5	
P <sub>25</sub>	0.0	18.1	64.9	0.0	6.2	0.0	21.5	17.0	4.0	
P <sub>75</sub>	3.6	35.1	78.3	11.2	23.9	11.9	51.0	29.0	10.0	

Tabla 1.58. Resumen de los valores de usos del suelo y variables hidromorfológicas estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 5 tras la evaluación de las localidades estudiadas en base a la comunidad de diatomeas.

		% superficies artificiales	% superficies agrícolas	% Bosques y áreas naturales	% agrícola con vegetación natural	% agrícola de secano	% agrícola de regadío	HQA	HMS	LRD	
CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO (Invertebrados TIPO 5)	Referencia	Media	0.0	10.9	88.9	1.1	8.7	1.1	45.2	15.2	33.1
		ES	0.0	4.8	5.0	1.1	3.9	0.5	4.0	8.6	16.1
		Mediana	0.0	7.5	92.5	0.0	5.2	1.1	48.0	3.5	15.5
		P <sub>25</sub>	0.0	7.3	92.5	0.0	5.2	0.0	35.5	2.0	10.0
		P <sub>75</sub>	0.0	7.5	92.7	0.0	7.3	2.2	51.0	28.5	46.0
	Muy Bueno	Media	1.5	17.5	80.9	6.1	9.7	1.7	38.5	77.0	0.1
		ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		Mediana	1.5	17.5	80.9	6.1	9.7	1.7	38.5	77.0	0.1
		P <sub>25</sub>	1.5	17.5	80.9	6.1	9.7	1.7	38.5	77.0	0.1
		P <sub>75</sub>	1.5	17.5	80.9	6.1	9.7	1.7	38.5	77.0	0.1
	Bueno	Media	1.7	15.7	73.8	6.4	13.9	4.1	27.5	27.5	8.1
		ES	0.1	15.7	7.1	0.3	4.2	2.4	8.5	4.5	1.9
		Mediana	1.7	15.7	73.8	6.4	13.9	4.1	27.5	27.5	8.1
		P <sub>25</sub>	1.5	0.0	66.7	6.1	9.7	1.7	19.0	23.0	6.3
		P <sub>75</sub>	1.8	31.5	80.9	6.7	18.2	6.5	36.0	32.0	10.0
	Moderado	Media	0.9	29.9	69.3	9.9	16.7	3.3	36.8	38.4	27.3
ES		0.5	3.0	3.2	2.0	3.7	1.9	6.9	14.9	19.3	
Mediana		0.9	31.5	66.7	9.0	18.2	3.3	37.0	26.5	10.0	
P <sub>25</sub>		0.0	26.4	65.8	6.7	12.3	0.0	25.3	21.5	7.0	
P <sub>75</sub>		1.8	33.3	72.7	13.1	21.0	6.5	48.3	55.3	47.5	
Deficiente	Media	3.9	6.0	73.8	4.6	13.0	4.6	38.7	13.3	9.5	
	ES	1.5	6.0	5.8	2.4	5.2	3.7	9.9	6.9	0.5	
	Mediana	3.6	0.0	78.3	6.1	9.7	1.7	46.0	17.0	10.0	
	P <sub>25</sub>	1.5	0.0	62.3	0.0	6.2	0.0	19.0	0.0	8.5	
	P <sub>75</sub>	6.6	18.1	80.9	7.8	23.2	11.9	51.0	23.0	10.0	
Malo	Media	4.3	30.4	65.3	8.4	20.3	1.7	38.5	41.5	10.0	
	ES	2.3	0.7	3.0	0.6	2.9	1.7	4.5	12.5	0.0	
	Mediana	4.3	30.4	65.3	8.4	20.3	1.7	38.5	41.5	10.0	
	P <sub>25</sub>	2.1	29.6	62.3	7.8	17.3	0.0	34.0	29.0	10.0	
	P <sub>75</sub>	6.6	31.1	68.3	9.0	23.2	3.3	43.0	54.0	10.0	

Tabla 1.59. Resumen de los valores de usos del suelo y variables hidromorfológicas estimados en función las clases de estado obtenidas para el tipo 5 tras la evaluación de las localidades estudiadas en base a la comunidad de invertebrados.

El EQR FINAL se obtiene calculando el promedio de los EQRs de las campañas invierno-primavera (EQRinvpri) de diatomeas e invertebrados. Aquellas estaciones de muestreo cuyo EQR FINAL sea inferior a 0.68 (i.e., corte entre el estado *Bueno* y *Moderado*) tras la integración de los dos elementos biológicos, no alcanzarán el buen estado ecológico (Tabla 1.60).

ID	EQRinvpri_DIATMIB	EQRinvpri_INVMIIB	EQR FINAL	CLASE FINAL
G3000	1.015	1.089	1.052	Referencia
B2000	0.854	1.194	1.024	Referencia
AC25	1.011	0.975	0.993	Referencia
B2001	0.981	0.968	0.974	Referencia
AB240	0.970		0.970	Referencia
B1000	0.806	1.019	0.913	Referencia
K31	0.784	1.084	0.934	Muy Bueno
K2100	0.961	0.592	0.776	Bueno
K3100	0.799	0.730	0.764	Bueno
K2101	0.808	0.707	0.758	Bueno
Y288	0.873	0.584	0.728	Bueno
K23	0.651	0.565	0.608	Moderado
N79	0.498	0.535	0.516	Moderado
K31000	0.554	0.442	0.498	Deficiente
V3190	0.505	0.429	0.467	Deficiente
Y289	0.416	0.287	0.351	Deficiente
V319	0.505	0.111	0.308	Deficiente
Y286	0.287	0.087	0.187	Malo

Tabla 1.60. Valor de EQR obtenido en base a los dos componentes biológicos analizados en este estudio, el EQR final (equivalente al valor promedio de los dos) y la clase de estado resultante para cada localidad.

En la siguiente tabla se muestra el número de localidades, agrupadas según la condición preestablecida, que pertenecen a cada una de las clases de estado final obtenidas a partir de la integración de los elementos biológicos de calidad (Tabla 1.61). Podemos observar que de las 18 localidades que representan a este tipo, hay 7 que no cumplen los objetivos de calidad y que se corresponden mayormente con localidades impactadas por efluentes de depuradoras.

CONDICIÓN	Total	Referencia	Muy Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Referencia	6	6	0	0	0	0	0
Mejor	3	0	0	1	0	2	0
Ruralnatural	5	0	1	3	1	0	0
Depuradora	4	0	0	0	1	2	1
	18	6	1	4	2	4	1

Tabla 1.61. Evaluación del Estado Ecológico final de los torrentes de las Islas Baleares incluidos dentro del tipo 5. El gráfico muestra porcentaje de cada clase ecológica con respecto al total de localidades estudiadas

Con los resultados obtenidos se puede concluir que se podría muestrear en cualquiera de las campañas estacionales y el resultado se correspondería en gran medida con la valoración general suministrada por la media anual del EQR. Sin embargo, las campañas de muestreo más correlacionadas con la media anual son las que comprenden el período del año entre Febrero (invierno) y Mayo (primavera), y será el valor del EQR medio de este período el que se utilice como valor de seguimiento para las redes de vigilancia y operativa de las Islas Baleares.

El período anual comprendido entre Febrero y Mayo está afectado por una amplia estacionalidad interanual, y así según el ciclo hidrológico particular de cada año y serie de años, el período de inundaciones y sequías puede ser más o menos variable (alargarse y/o acortarse). Por todo ello, se propone el valor de EQR medio entre el invierno y la primavera utilizado en este estudio (EQR<sub>invpri\_MIB</sub>= **EQR Final**; en conjunto invertebrados y diatomeas), este da la **CLASE FINAL** de estado ecológico de las masas de agua estudiadas (Tablas 1.44, 1.52 y 1.60).

### 1.6.7. Contribución al análisis de presiones e impactos

El objeto de este apartado es realizar una síntesis de la relación existente entre las presiones dominantes evaluadas en las Islas Baleares, y los resultados obtenidos en este Proyecto para los dos elementos de calidad biológicos, diatomeas e invertebrados bentónicos en cada uno de los tipos de torrentes estudiados.

En el apartado 1.6.1, de forma previa al estudio, se clasificaron las localidades según su "condición", indicando el tipo de presión dominante al que está sometida cada una de ellas. Las condiciones que se van a analizar son 8: referencias (ref), mejor (mejor), ruralnatural (rurnat), rural (rural), artificialseminatural (artfsemi), artificialagricultura (artfagri), regadío (reg) y depuradora (dep).

En base a los análisis previos (apartado 1.6.4) se han detectado dos tipos de presiones en los torrentes de las Islas Baleares: una presión **orgánica/nutrientes** y otra **hidromorfológica**. Dentro de la contaminación orgánica diferenciamos dos niveles, uno de contaminación puntual debida a efluentes de depuradoras, y otro de contaminación difusa, procedente de los usos agrícolas de la cuenca. Por tanto, serán 3 las presiones analizadas en este apartado.

### 1.6.7.1. Presión orgánica puntual (DEPURADORA/VERTIDO)

Para el análisis de esta presión, se ha utilizado información adicional sobre la localización de depuradoras y/o vertidos en los torrentes estudiados (Apartado 1.2). El mayor número de localidades afectadas por esta presión se encuentran repartidas entre los tipos 1 y 5, mientras que en el tipo 2 las únicas localidades afectadas son el Cañón de Na Mora (vertido orgánico, J13) y el torrente de Deiá (vertido gasoil, L3001). Se han clasificado las localidades en tres grupos: Referencias (Ref), Depuradoras (presencia de depuradora) y No referencias (No ref) que comprenden las restantes localidades.

#### 1.6.7.1.1 Torrentes del llano: TIPO 1

El EQR final discrimina de forma eficiente las muestras de *Referencia*, con un valor de EQR elevado, respecto a las no referencias, y a las afectadas por efluentes de depuradoras las cuales tienden a presentar un estado *Deficiente* (Fig. 1.66). Las muestras caracterizadas como *No referencias* presentan una amplia distribución geográfica porque pertenecen a las tres islas estudiadas (Mallorca, Menorca e Ibiza), pudiendo estar afectadas o no por otras presiones no analizadas aquí.

Esta misma distribución se puede observar tanto para los elementos biológicos de calidad por separado como en la integración (EQR Final), ya que tienen la misma respuesta frente a la degradación orgánica y discriminan igual. Por este motivo se puede decir que los MIB elaborados en este informe para ambos elementos biológicos son buenos indicadores.

En lo referente a los nutrientes, los efluentes de depuradoras destacan por su alto contenido en fosfatos y nitratos con respecto a las *Referencias*. En cuanto a la clorofila también podemos comprobar que los valores más bajos corresponden a las localidades de *Referencia* (Fig. 1.66D) y los más elevados a las localidades que pertenecen a las otras clases.

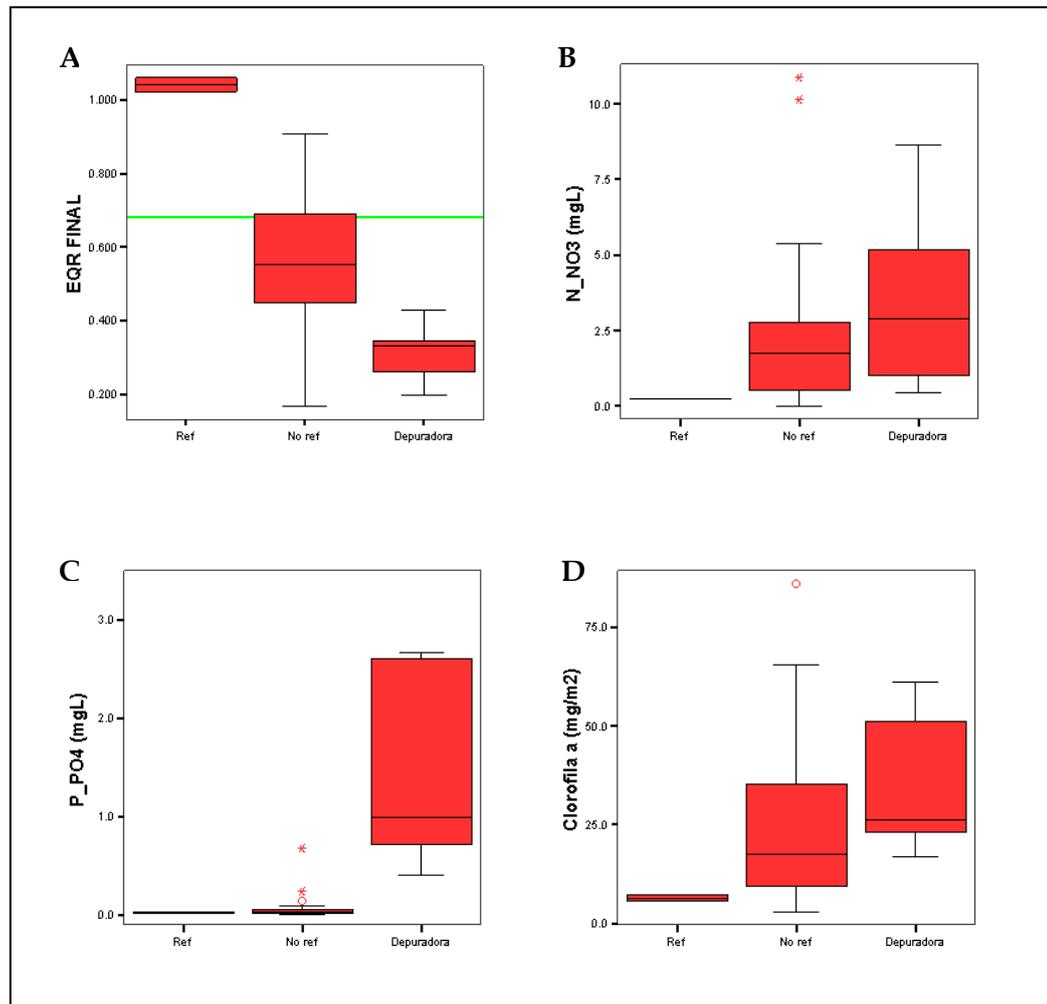


Figura 1.66. Diagramas de barras, para el tipo 1. A) EQR final enfrentado a la presión depuradora. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68). B-C) Carga de nutrientes: Nitrógeno y Fósforo (de las moléculas de nitrato y fosfato, respectivamente) y D) Concentración de clorofila *a*. Se han diferenciado las categorías *Referencia* (Ref), *No referencia* (No ref) y *Depuradora*

Ninguna de las muestras de tipo 1, afectadas por presión orgánica (Depuradora), alcanzan el estado ecológico *Bueno* o *Moderado*, de forma que el 66.7% pertenecen a la clase de estado *Deficiente* y el 33.3% a la clase *Malo*. Sin embargo, en las localidades de *No referencia* el 30.7% si supera el corte de 0.68 (*Bueno-Moderado*) (Fig. 1.67).

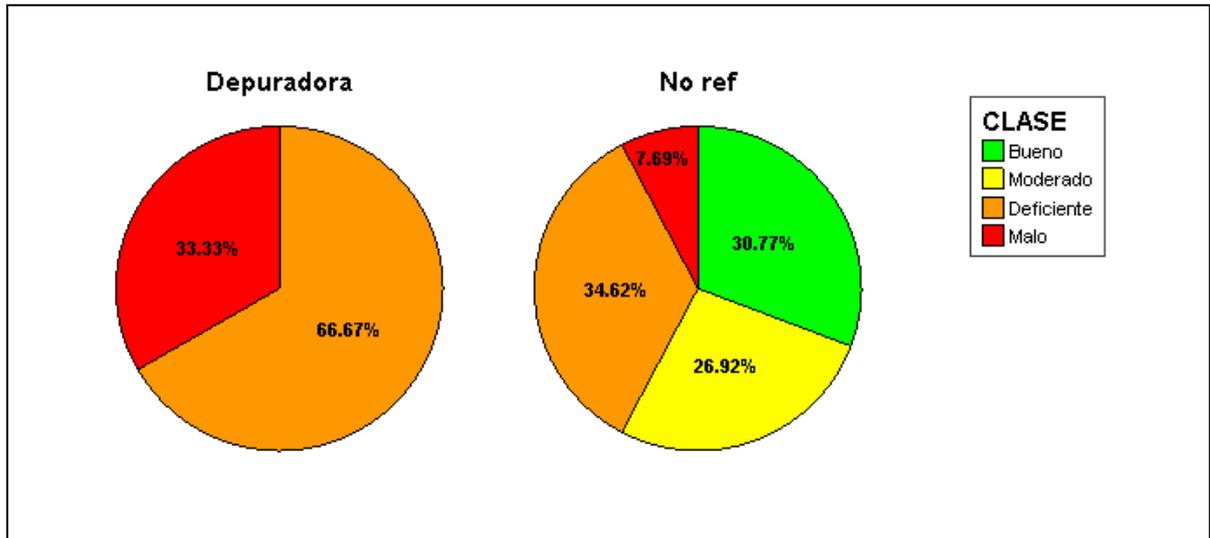


Figura 1.67. Diagramas de sectores representando las clases de estado ecológico en las que se encuentran las localidades afectadas por depuradoras y las localidades “no referencia” de los torrentes del tipo 1

**1.6.7.1.2 Torrentes tipo cañón: TIPO 2**

En este tipo solo hay una localidad afectada por depuradora (J13), que alcanza el buen estado ecológico indicando que la localidad no está significativamente alterada (Fig. 1.69). La inexistencia de una fuerte degradación orgánica en las localidades definidas como no referencia o depuradora/vertido, se comprueba con las concentraciones de nutrientes (nitrato y fosfato) (Figs. 1.68B y 1.68C), aunque son ligeramente altos para el fosfato.

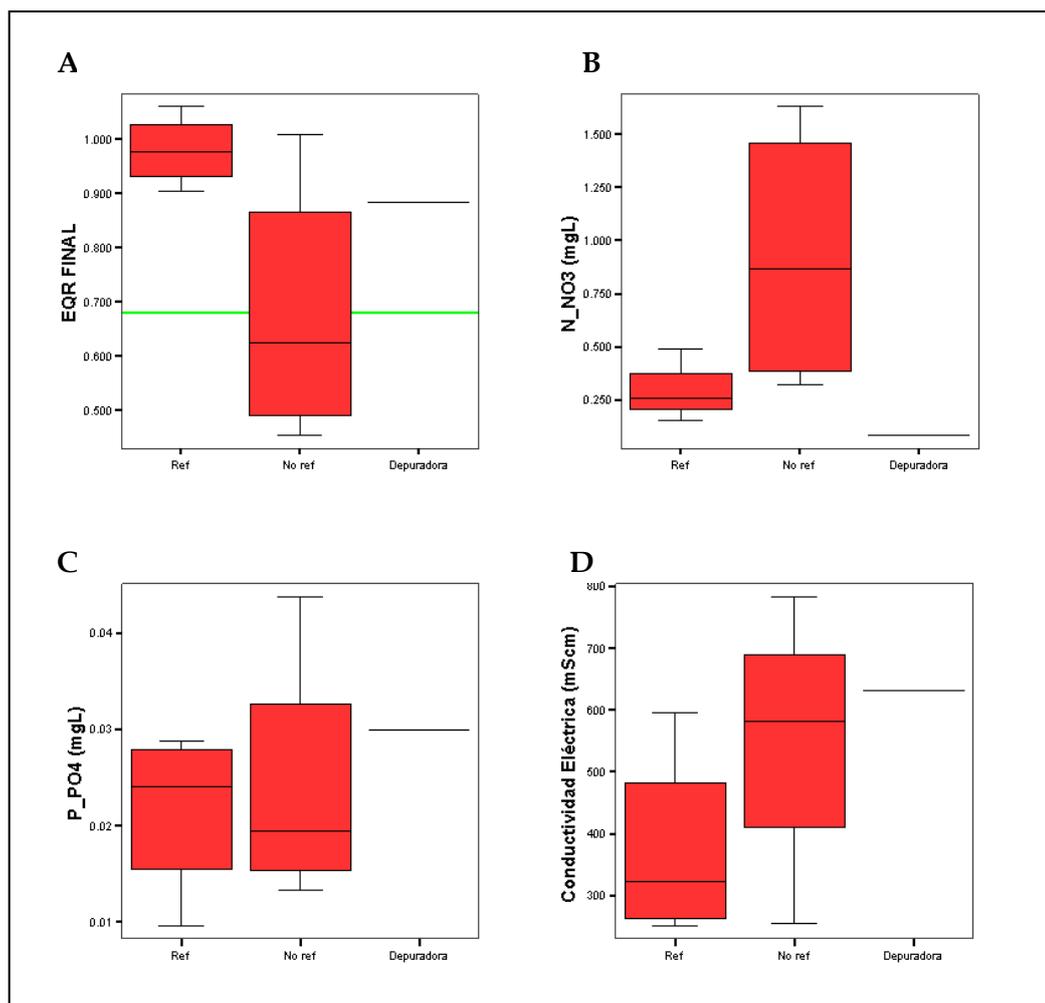


Figura 1.68. Diagramas de barras, para el tipo 2. A) EQR Final frente a la presión depuradora/vertido. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68). B-C) Carga de nutrientes (expresados en forma de N-nitrato y P\_fosfato, respectivamente), y D) Conductividad eléctrica, para cada condición (Referencia, no referencia (No ref) y Depuradora/vertido)

De todas las localidades de torrentes de tipo cañón (tipo 2) no aparece ninguna en estado *Malo*. En las localidades agrupadas como *No referencia* hay un 25% en *Muy Bueno*, un 25% en *Bueno*, un 25% en *Moderado* (cañón de Coanegra: Y274) y un 25% en estado *Deficiente* (torrente de Deia, después de sufrir un vertido de gasoil (L3001)). La única localidad impactada por vertidos puntuales de depuradora (Cañón de Na Mora: J13) aparece en estado *Bueno*, como ya se ha dicho anteriormente (Fig. 1.69).

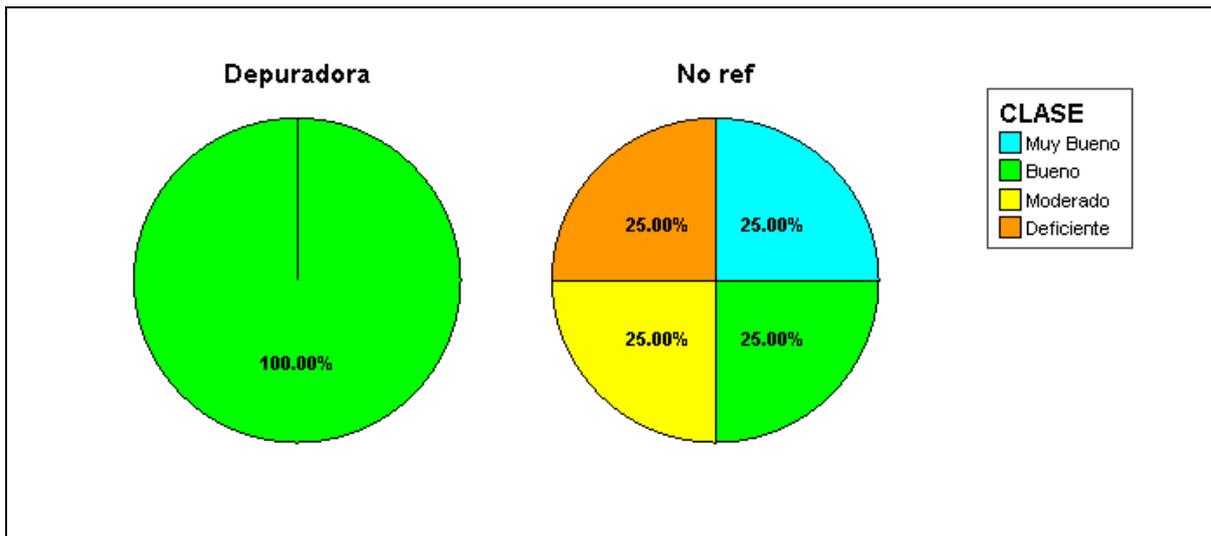


Figura 1.69. Diagramas de sectores representando las clases de estado ecológico en las que se encuentran las localidades afectadas por depuradoras (corresponde a un vertido), las localidades “no referencia” de los torrentes del tipo 2

### 1.6.7.1.3 *Torrentes de montaña: TIPO 5*

El EQR final discrimina de forma muy eficiente las muestras de *Referencia*, con un valor de EQR elevado, respecto a las muestras afectadas por depuradoras/vertidos. La mitad de las muestras clasificadas como *No referencia* aparecen representadas con valores de EQR por encima del corte 0.68, indicando el estado *Bueno* de todos aquellos torrentes de montaña estudiados que no se ven afectados por efluentes de depuradora (Fig. 1.70A).

La carga de nutrientes (fosfatos y nitratos) en las localidades afectadas por depuradoras es muy elevada con respecto a las otras localidades, y se refleja en una alta demanda biológica de oxígeno en estas localidades (Fig. 1.70C y E).

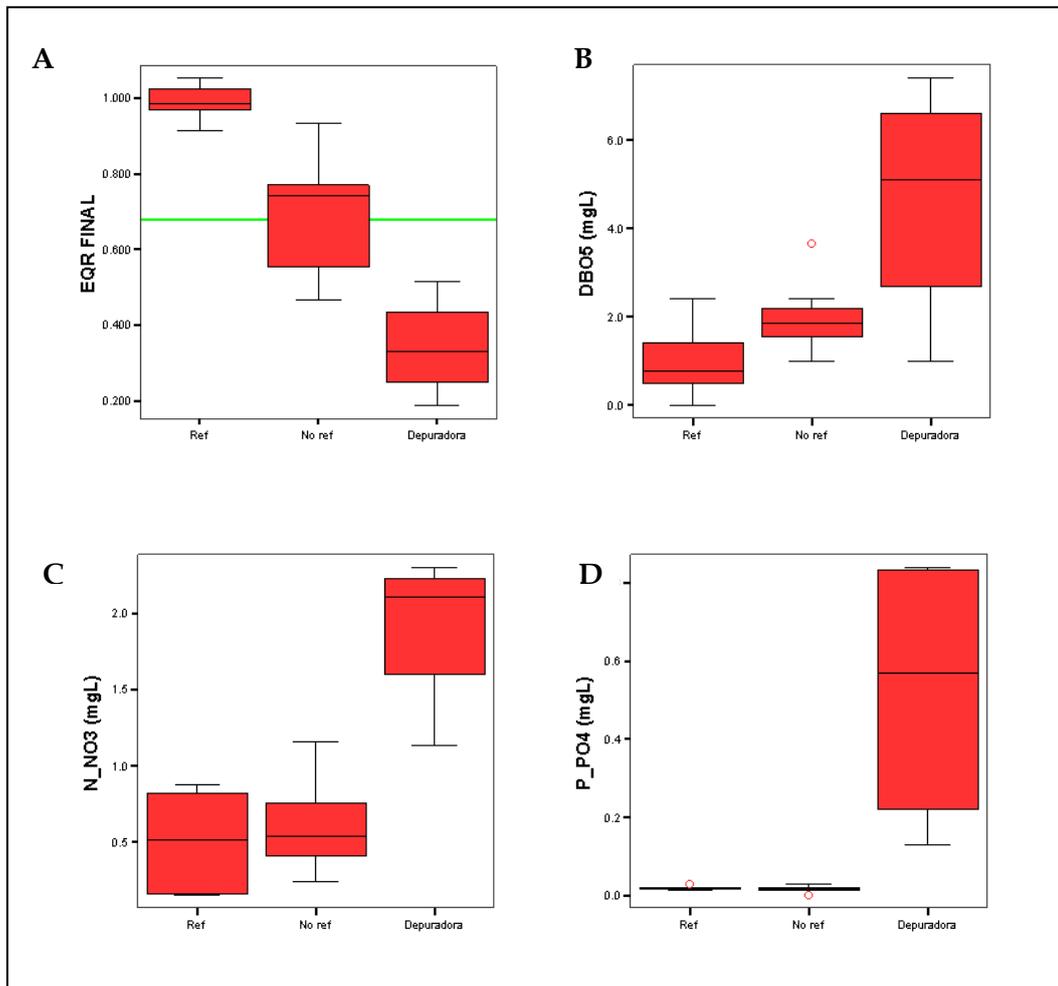


Figura 1.70. Diagramas de barras, para el tipo 5. A) EQR final enfrentado a la presión depuradora. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68). B) Demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y C-D) Carga de nutrientes (expresados en forma de N-nitrato y P\_fosfato, respectivamente). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), No referencia (No ref) y Depuradora

En las muestras de torrentes de montaña que se corresponden con las *No referencia* hay un 12.5% en clase *Moderado* y un 25% en clase *Deficiente*, con posibles presiones no evaluadas. En el caso de las localidades afectadas por depuradora/vertido, el enriquecimiento por nutrientes promueve cambios en los elementos biológicos de calidad. Por este motivo el 25% de las localidades pertenecen a la clase *Moderado*, el 50% de las localidades se encuentran en estado *Deficiente* y el 25% en *Malo* (Fig. 1.71).

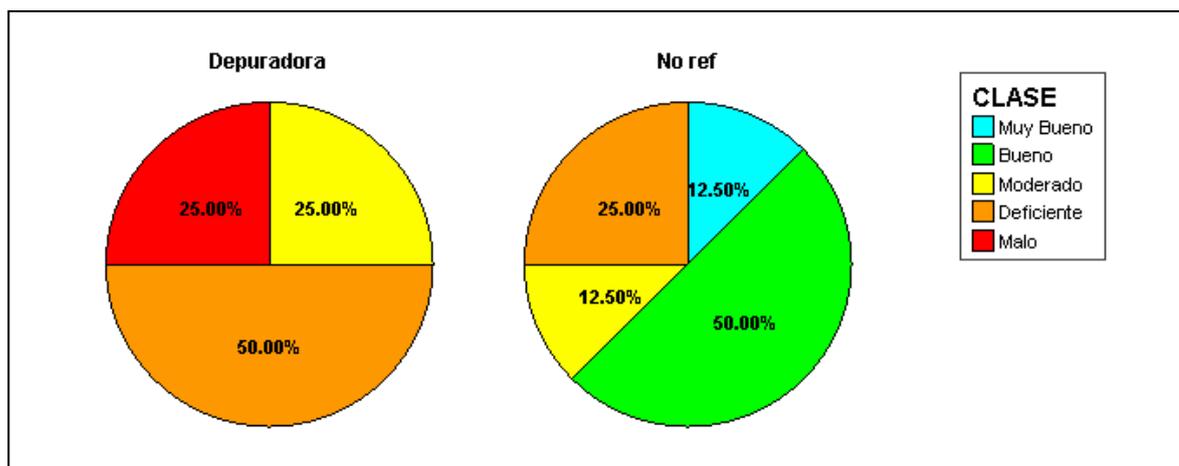


Figura 1.71. Diagramas de sectores representando las clases de estado ecológico en las que se encuentran las localidades afectadas por depuradoras, las localidades “no referencia” de los torrentes del tipo 5

### 1.6.7.2. Presión difusa por nutrientes derivados de la agricultura

Para el análisis de esta presión, se ha utilizado información adicional sobre usos del suelo en base a diversas fuentes, entre ellas las categorías de usos del suelo CORINE. Tras agrupar las localidades según su “condición” hay seis grupos además de las referencias: Rural-natural, Rural, Mejor, Artificial-seminatural, Artificial-agricultura y Regadío, en orden creciente de presión esperada. Se han eliminado del análisis las localidades que se encuentran afectadas por depuradoras/vertidos ya que han sido analizadas en el apartado anterior.

#### 1.6.7.2.1 *Torrentes del llano: TIPO 1*

Las localidades del tipo de torrente del llano son las que están sometidas a más impactos antropogénicos debido a su localización. Según su condición diferenciamos 7 clases diferentes: Referencia, Rural-natural, Mejor, Rural, Artificial-seminatural, Artificial-agricultura y Regadío.

El EQR final discrimina de forma muy eficaz las muestras de *Referencia* (con valores de EQR superiores a 1) del resto de muestras que presentan condiciones que suponen una presión importante. Se observa claramente que las únicas localidades con valores de EQR próximos a

los valores de referencia son las muestras de los torrentes localizados en la condición de rural-natural (Fig. 1.72A). A su vez, las localidades pertenecientes a las condiciones Artificial-agricultura y Regadío, están más impactadas, con valores de EQR en torno a 0.4 e inferior. En el resto de condiciones (Rural, Mejor y Artificial-seminatural) los valores medios del EQR están más próximos al corte de 0.68.

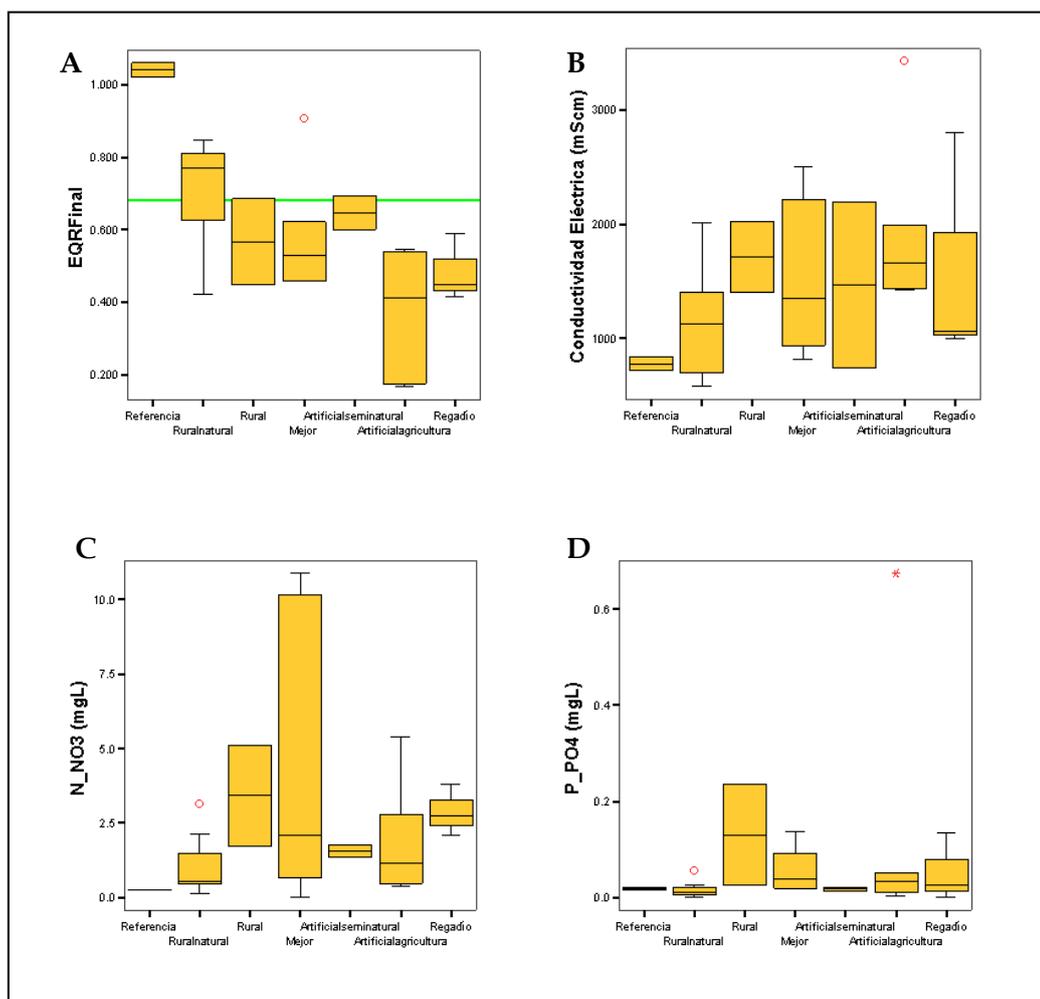


Figura 1.72. Diagramas de barras de las localidades del tipo 1. A) EQR final enfrentado a la presión orgánica difusa. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68). B) Conductividad eléctrica (CE) y C-D) Carga de nutrientes (expresados en forma de N-nitrato y P\_fosfato, respectivamente). Se han diferenciado las categorías Referencia (Ref), Rural-natural, Rural, Mejor, Artificial-seminatural, Artificial-agricultura y Regadío.

Con respecto a la conductividad y a los nutrientes (nitrato, expresado como N-NO<sub>3</sub>, y fosfato, expresado como P-PO<sub>4</sub>) se observa que las *Referencias* presentan los valores más

bajos, observándose una tendencia de aumento conforme se aumenta el posible nivel de contaminación difusa implicado en las categorías (Fig. 1.72).

De manera resumida, se puede observar en los diagramas de sectores las localidades más afectadas por contaminación agraria difusa, que son las que pertenecen a la condición Artificial-agricultura. De ellas un tercio de las localidades se encuentra en estado *Moderado*, un tercio en estado *Deficiente*, y un tercio en estado *Malo*. Por otra parte las localidades que pertenece a la condición regadío presentan un 66.7% del total de localidades en estado *Deficiente* y un 33.3% en estado *Moderado*. Las categorías que indican porcentaje artificial de pueblos y ciudades (rural y rural-natural) pueden estar contribuyendo a la presión difusa, también de forma puntual por la presencia de vertidos. A continuación, las condiciones Mejor y Artificial-seminatural tienen un 83.33% y un 50% respectivamente de localidades, que no cumplen los objetivos de calidad de la directiva (Fig. 1.73).

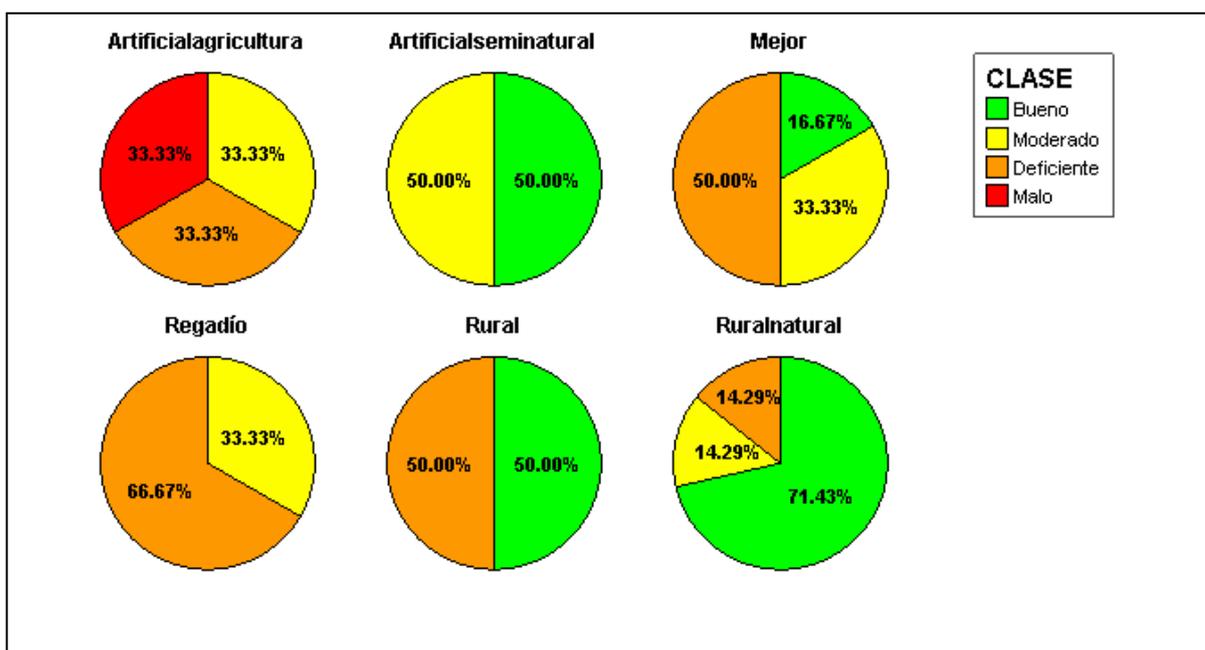


Figura 1.73. Diagramas de sectores representando las clases de estado ecológico en las que se encuentran las localidades según la condición preestablecida de los torrentes del tipo 1. Se presenta la clase de estado ecológico final obtenida en las localidades pertenecientes a las categorías artificial-agricultura, artificial-seminatural, mejor, regadío, rural y rural-natural

1.6.7.2.2 *Torrentes tipo cañón: TIPO 2*

Las localidades del tipo cañón se supone que están sometidas a menos presiones debido a su localización en montaña. Tras agrupar las localidades según su condición hay, además de las referencias, dos grupos más: rural-natural y artificial- seminatural.

El EQR discrimina las muestras de *Referencia*, con valores de EQR medio por encima de 0.93, frente a los valores medios inferiores de las muestras de las condiciones artificial-seminatural y rural-natural (Fig. 1.74A). Como sucede en el caso anterior, tanto la conductividad como los nitratos (N\_NO3) de las localidades de *Referencia* son menores que en las otras condiciones (Fig. 1.74). Las localidades de este tipo muestran una elevada variación dentro de su condición debido a la variación natural dentro del tipo.

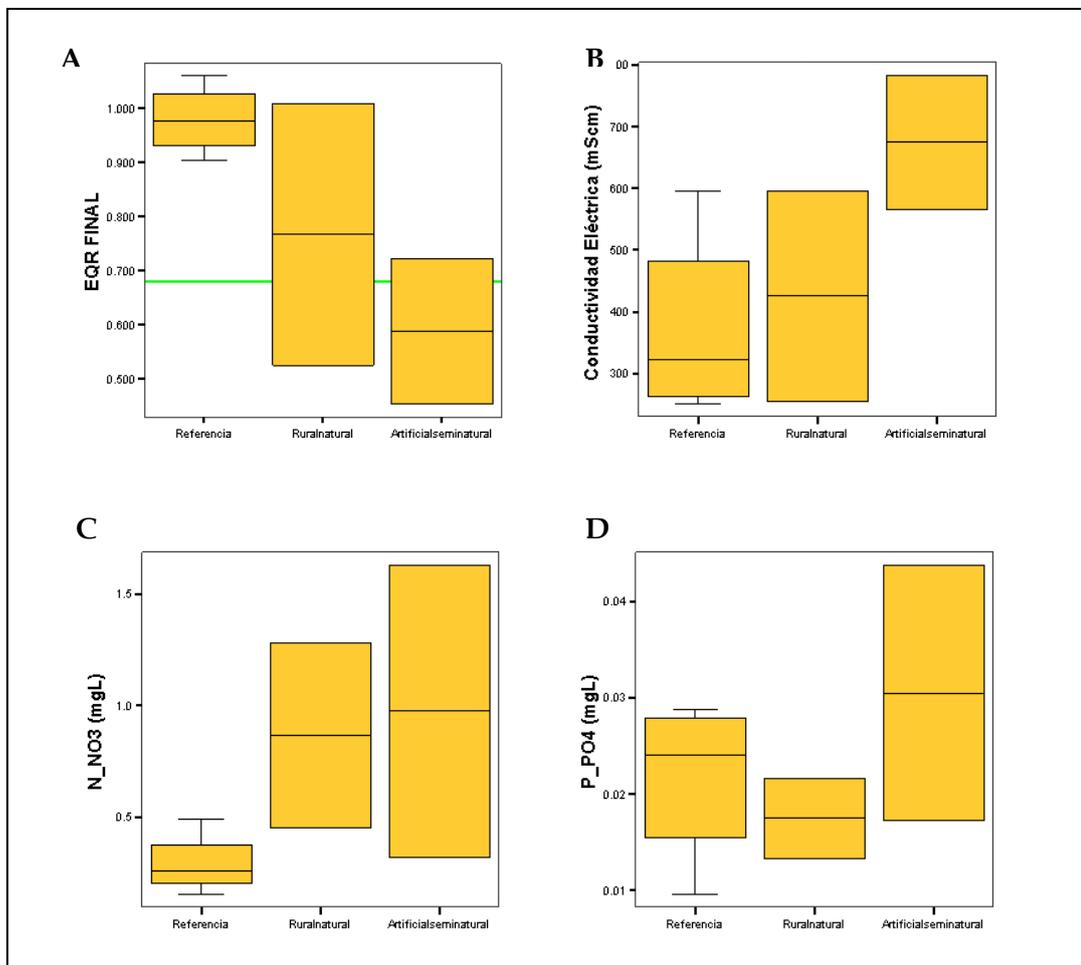


Figura 1.74. Diagramas de barras de las localidades del tipo 2. A) EQR final enfrentado a la presión orgánica difusa en dichas localidades. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68). B) Conductividad eléctrica y C-D) Carga de nutrientes (expresados en forma de N-nitrato y P\_fosfato, respectivamente). Se han diferenciado las categorías Referencia, Rural-natural y Artificial-seminatural

Las localidades del tipo 2 presentan algunos signos de degradación por contaminación difusa. La mitad de las localidades del grupo Artificial-seminatural se encuentran en estado ecológico *Deficiente* y la otra mitad en estado *Bueno*, sin embargo un 50% de las localidades clasificadas como Rural-natural están en estado *Muy Bueno*, y un 50% en estado *Moderado* (Fig. 1.75).

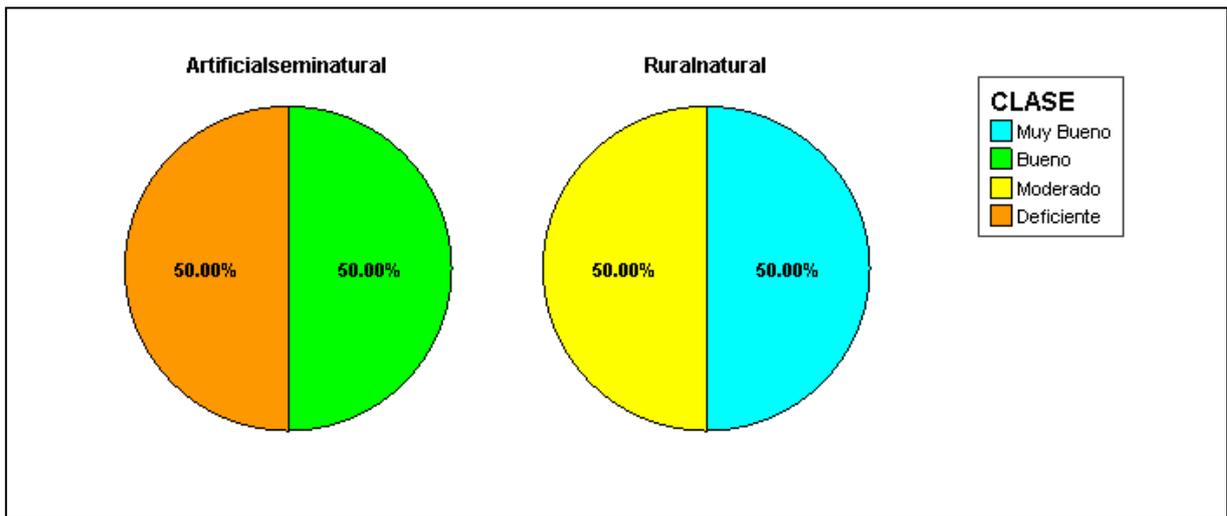


Figura 1.75. Diagramas de sectores representando las clases de estado ecológico en las que se encuentran las localidades según la condición preestablecida de los torrentes del tipo 2. Se presenta la clase de estado ecológico final obtenido en las localidades pertenecientes a la condición Artificialseminatural y Ruralnatural

### 1.6.7.2.3 *Torrentes de montaña: TIPO 5*

Las localidades del tipo torrente de montaña se supone que no están sometidas a presiones humanas significativas. Tras agrupar las localidades según su condición hay, además de las referencias, dos condiciones más: Rural-natural y Mejor.

El EQR final de las localidades de este tipo está para la mayoría de las condiciones por encima del corte de 0.68 (*Bueno/Moderado*). El EQR discrimina las muestras de *Referencia*, con un valor de EQR medio por encima de 0.93, de las muestras de la condición Rural-natural que se encuentran próximas al 0.8 y de la condición mejor por debajo de 0.7 (Fig. 1.76A).

Todas las localidades de este tipo tienen valores de de nitrógeno (N\_NO<sub>3</sub>) por debajo de 1 mg/l. Por otra parte, los valores de fosfatos para las tres condiciones son muy similares, aunque aparece una mayor variación en la condición *Mejor* (Fig. 1.76).

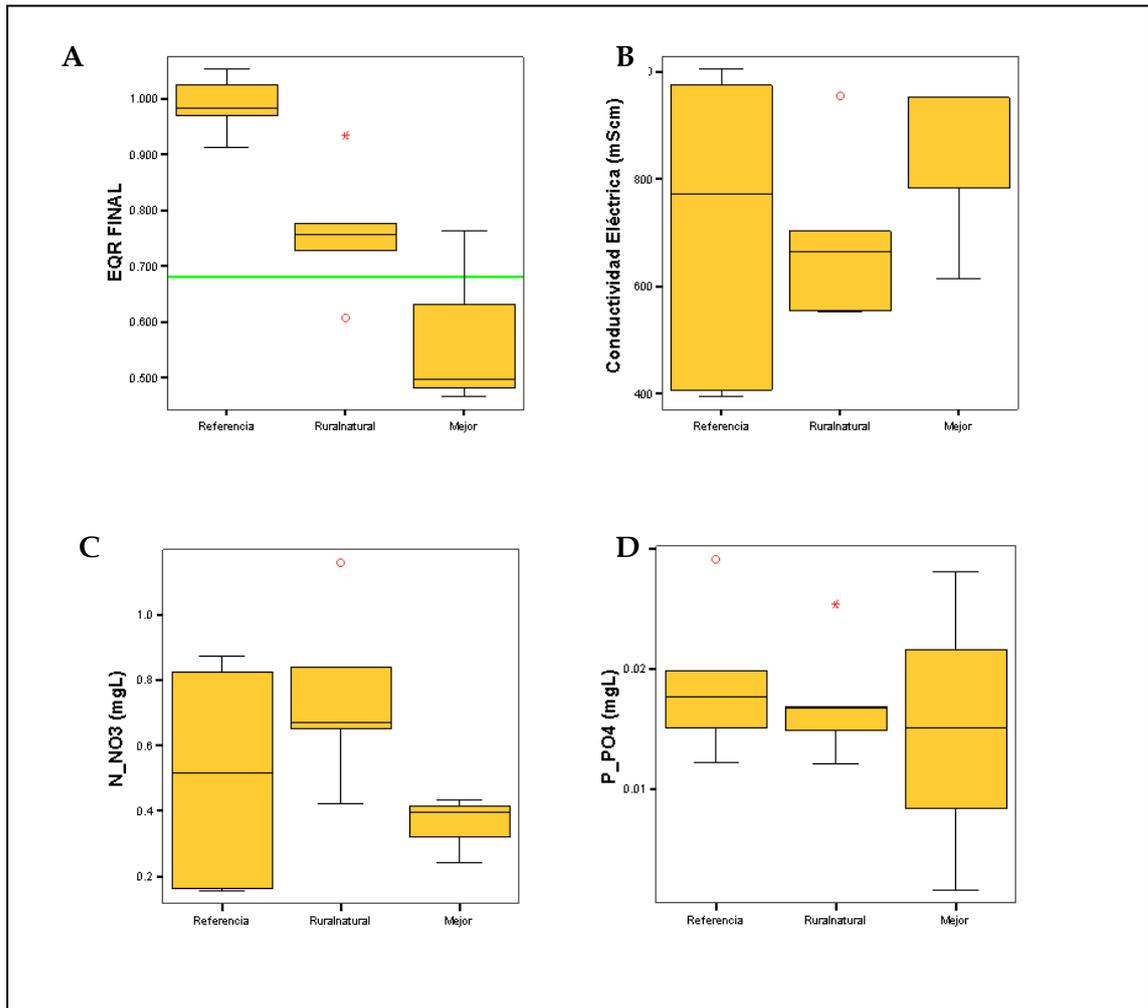


Figura 1.76. Diagramas de barras de las localidades del tipo 5. A) EQR final enfrentado a la presión orgánica difusa. La línea verde, indica el punto de corte entre el estado *Bueno* y el *Moderado* (EQR = 0.68). B) Conductividad eléctrica y C-D) Carga de nutrientes (expresados en forma de N-nitrato y P\_fosfato, respectivamente) en las localidades del tipo 5. Se han diferenciado las categorías Referencia, Mejor, y Rural-natural

En general, podemos observar que los torrentes del tipo 5, torrentes de montaña (todos en Mallorca), presentan alteración difusa por nutrientes en el 66.7% de las localidades en estado Mejor (Fig. 1.77), lo que indica la necesidad de revisar las localidades incluidas en esta categoría y evaluar los posibles impactos que están alterando su estado ecológico, no cuantificadas hasta ahora. Por otra parte, un 20% de las localidades del tipo 5 analizadas dentro de la condición Rural-natural no cumplen los objetivos ambientales de la directiva (Fig. 1.77).

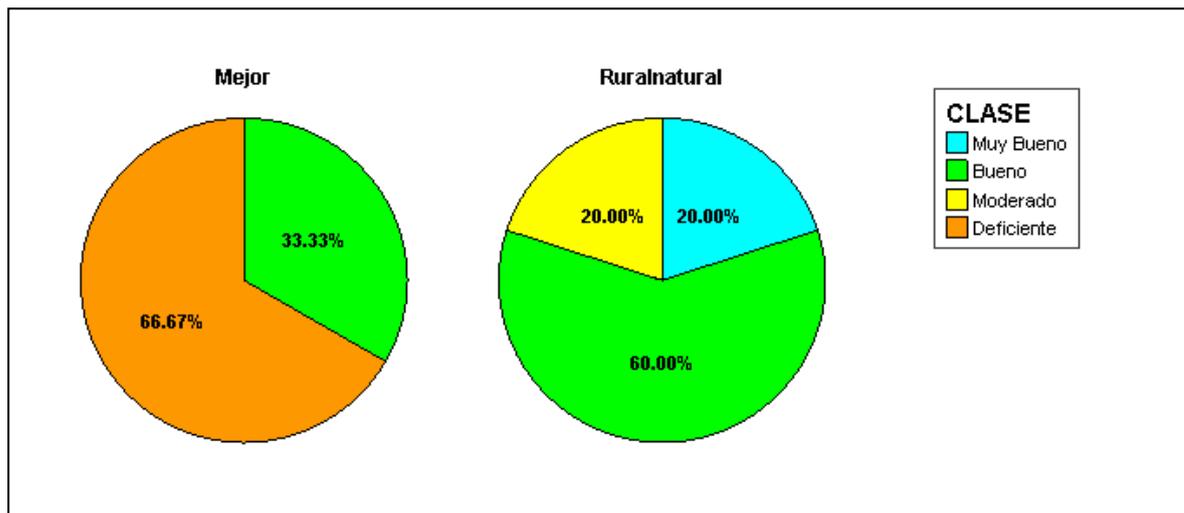


Figura 1.77. Diagramas de sectores representando las clases de estado ecológico en las que se encuentran las localidades según la condición preestablecida de los torrentes del tipo 5. Se presenta la clase de estado ecológico final obtenido en las localidades pertenecientes a las Mejor y Rural-natural

### 1.6.7.3. Presión HIDROMORFOLÓGICA.

El sistema de clasificación desarrollado (multimétricos) y su valor del EQR como expresión de la relación entre lo observado y lo esperado, indican el impacto biológico de presiones de naturaleza orgánica/nutrientes general. Pero también los torrentes pueden encontrarse afectados por presiones físicas que afectan al régimen hidrológico y al hábitat físico (ribera y lecho fluvial), influyendo así en la composición de la biota, e impactando de manera independiente pero también de forma combinada con el efecto de la perturbación orgánica/nutrientes.

En este apartado se analiza el efecto hidromorfológico utilizando los valores de los índices que cuantifican la diversidad de hábitats (*HQA*) y la alteración hidromorfológica (*HMS*) del hábitat fluvial, como indicadores de la presión hidromorfológica, y se usan para discriminar si la comunidad biológica se ve afectada o no por los mismos. De la misma manera, el efecto de los usos del suelo se analiza utilizando los valores de los porcentajes de usos del suelo (artificial, agrícola y forestal) en la cuenca que drena a cada tramo de torrente. Para discriminar dicho impacto se han realizado análisis de regresión (Tree Regression) con el programa SYSTAT (v. 12). El modelo aplicado fue analizado mediante el ajuste de mínimos

cuadrados (Least Squares). De esta manera, es posible testar el efecto de las variables de presión hidromorfológica independientemente (índices hidromorfológicos y usos del suelo), o en su efecto combinado (junto con variables físico-químicas), sobre el EQR Final (variable dependiente).

**1.6.7.3.1 Torrentes del llano: TIPO 1**

Los torrentes del llano (tipo 1) son los que están más afectados por las actividades humanas, por la concentración urbana, alteraciones en la cuenca y en la ribera, que afectan a los torrentes y a sus zonas limítrofes (*i.e.* construcción de estructuras de prevención de crecidas, canalizaciones o medidas correctoras para estabilizar los bancos en zonas agrícolas).

*Efecto independiente.* Se pretende testar si los usos del suelo y los índices hidromorfológicos indican algún tipo de efecto sobre el EQR, de manera independiente al resto de variables. Los porcentajes de agricultura, uso artificial en la cuenca, y el índice HQA son las que mejor clasifican el EQR final (Tabla 1.61).

*Efecto combinado.* Una vez se incluyen las variables físico-químicas indicadoras de contaminación orgánica (alcalinidad, nutrientes, oxígeno, etc...), se pretende testar la relación combinada de todas las variables sobre el EQR final. Se observa que la clorofila, los nutrientes que indican contaminación de tipo orgánico (N\_NH<sub>4</sub>), el caudal y la demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) son las variables que mejor clasifican en el EQR Final (Tabla 1.61).

	Variable	Tipo 1
<i>Efecto independiente</i>	Agricultura (%)	x
	HQA	x
	Artificial (%)	x
	<b>PRE</b>	<b>0.64</b>
<i>Efecto combinado</i>	Clorofila <i>a</i>	x
	DBO <sub>5</sub>	x
	Caudal	x
	N_NH <sub>4</sub>	x
	<b>PRE</b>	<b>0.85</b>

Tabla 1.61. Resultados de los árboles de regresión realizados para el tipo 1, teniendo en cuenta las relaciones de los índices hidromorfológicos, los usos del suelo y las variables físico-químicas (variables independientes) sobre el EQR Final (variable dependiente) como efectos independientes o combinado. El valor PRE (proportional reduction in error) es el que indica el nivel de ajuste

De esto se puede deducir que la contaminación orgánica es más importante en los torrentes del llano que el efecto hidromorfológico de forma aislada, aunque también este tiene un efecto significativo sobre el EQR.

#### 1.6.7.3.2 *Torrentes tipo cañón: TIPO 2*

Los torrentes tipo cañón (tipo 2) por lo general, no presentan alteraciones hidromorfológicas debido a su situación geográfica en la montaña y orografía encañonada. Por otra parte, existen unas construcciones abundantes, denominadas martges (realizadas para estabilizar los márgenes de los torrentes) que penalizan a los índices hidromorfológicos. Éstas tienen un impacto directo en la ribera, aunque su forma de construcción, permite las conexiones laterales de los flujos de agua entre la cuenca y ribera y el cauce, y las verticales entre la capa freática y la superficie del agua, por lo que se supone que no afectan de forma significativa al desarrollo y establecimiento de las comunidades biológicas.

Dado el bajo número de localidades tipo cañón, y al hecho de que el gradiente de variación en la composición de las aguas es escaso, este análisis no puede realizarse.

#### 1.6.7.3.3 *Torrentes de montaña: TIPO 5*

Los torrentes de montaña (tipo 5) por lo general no presentan demasiadas alteraciones en el hábitat, al igual que para el tipo cañón, excepto por las abundantes construcciones con martges que penalizan a los índices hidromorfológicos, pero que no afectan de forma significativa al desarrollo y establecimiento de las comunidades biológicas.

**Efecto independiente.** Se pretende testar si los usos del suelo y los índices hidromorfológicos indican algún tipo de efecto sobre el EQR, de manera independiente al resto de variables. De manera resumida se observa que el porcentaje de uso artificial y forestal son las variables que mejor clasifican el EQR final (Tabla 1.62).

**Efecto combinado.** Una vez se incluyen las variables físico-químicas indicadoras de contaminación orgánica (alcalinidad, nutrientes, oxígeno, etc...), se pretende testar la relación combinada de todas las variables sobre el EQR final. Se observa que los nutrientes que indican contaminación de tipo orgánico (N-NO<sub>2</sub>) y el % uso forestal son las variables que mejor clasifican en el EQR Final (Tabla 1.62). Estos resultados apuntan al efecto combinado de ambas presiones, contaminación orgánica y usos del suelo en la cuenca

(variables dirigentes del cambio hidromorfológico) sobre el estado ecológico de los torrentes de montaña.

Variable		Tipo 5	
	Artificial (%)		x
<i>Efecto independiente</i>	Forestal (%)		x
		<b>PRE</b>	<b>0.58</b>
	N_NO <sub>2</sub>		x
<i>Efecto combinado</i>	Forestal (%)		x
		<b>PRE</b>	<b>0.70</b>

Tabla 1.62. Resultados de los árboles de regresión realizados para el tipo 5, teniendo en cuenta las relaciones de los índices hidromorfológicos, los usos del suelo y las variables físico-químicas (variables independientes) sobre el EQR Final (variable dependiente) como efectos independientes o combinado. El valor PRE (proportional reduction in error) es el que indica el nivel de ajuste

#### 1.6.7.4. Conclusiones al estudio del análisis de presiones

Las conclusiones que podemos obtener del estudio realizado sobre el análisis de las tres presiones dominantes en los torrentes de las Islas Baleares, se resumen a continuación:

**Torrentes del llano: Tipo 1.** - Las localidades de *Referencia* no están sometidas a ningún tipo de presión, pero el resto de las localidades del tipo están influenciadas por los tres tipos de presiones estudiadas. Las localidades más degradadas corresponden a las afectadas por la presión orgánica puntual, y ningún torrente afectado por depuradora/vertido alcanza el estado ecológico *Bueno*. En el grupo de las localidades caracterizadas como “no referencias”, el 69.2% de las localidades está por debajo del estado ecológico *Bueno*. Con este elevado porcentaje no podemos descartar que algunas de ellas estén sometidas a contaminaciones puntuales que no fueron contabilizadas en este estudio.

Las localidades de los torrentes del llano que están agrupadas en las condiciones de la cuenca caracterizadas como Artificial-agricultura, Regadío, Mejor y Artificial-semiatural son las más afectadas por la presión de nutrientes difusa, debido al origen difuso del lavado de nutrientes en cuencas. Pero también esta presión afecta a algunas de las localidades rurales y rural-naturales.

La presión hidromorfológica viene definida por las alteraciones hidromorfológicas y de la calidad del hábitat que afectan en gran medida a la valoración del estado ecológico, independientemente de que exista degradación orgánica o no. En un futuro se debería prestar atención a este tipo de presión, ya que incluso en los torrentes tipo cañón, donde la contaminación orgánica/nutrientes es muy escasa, podría presentar un efecto significativo si se incrementa este tipo de presión en la cuenca.

*Torrentes tipo cañón: Tipo 2.-* Las localidades de este tipo en principio son las que están sometidas a menos presiones debido a su localización geográfica en la montaña y orografía encañonada. Hay pocas localidades que están afectadas por vertidos puntuales, contaminación difusa o alteraciones hidromorfológicas. Aunque el efecto de las presiones en este tipo de torrentes es leve, se puede deducir de los resultados obtenidos que cualquier modificación del hábitat físico podría tener un elevado potencial futuro sobre el estado ecológico, sobre todo en la valoración con los invertebrados.

*Torrentes de montaña: Tipo 5.-* Las localidades que soportan una presión orgánica puntual al estar afectadas por efluentes directos de las depuradoras, no cumplen los objetivos de calidad de la Directiva, ya que no alcanzan en ningún caso la clase de estado *Buena*. En el grupo de las *no referencias* un 37.5% tampoco lo alcanzan (Fig. 1.76).

Por otra parte, un 66.7% de las localidades agrupadas en la condición Mejor (Fig. 1.81) parecen estar afectadas por la presión de nutrientes difusa, indicando la necesidad de caracterizar esa condición de forma más apropiada, al probablemente incluir un % elevado de uso agrícola (< 50%), con riesgo probable de no cumplir objetivos ambientales. Además, un 20% de las localidades agrupadas en la condición Rural-natural no cumple los requisitos de la Directiva (Fig. 1.81).

Aunque los torrentes de montaña no suelen presentar demasiadas alteraciones en el hábitat y usos del suelo, los usos artificiales y agrícolas en la cuenca y las alteraciones hidromorfológicas del cauce penalizan el valor del EQR Final independientemente de que exista o no una presión puntual orgánica.

## 1.7. CONCLUSIONES

### 1.7.1. Estado general y evaluación de la red de torrentes

- A) La evaluación del estado ecológico de los torrentes se ha realizado en base a sistemas de clasificación del estado ecológico, basados en **nuevos multimétricos**. En este informe final se han mejorado los multimétricos anteriores (Pardo *et al.*, 2007) mediante la adición de un mayor número de muestras y según los últimos resultados del análisis de la respuesta de los multimétricos a las distintas presiones. Los métodos diseñados en el informe previo (Pardo *et al.*, 2007) quedan pues anulados al haberse mejorado en este informe final.
- B) Para la evaluación se han usado sólo los datos de las campañas más fiables en su indicación, por estar menos influenciadas por los cambios temporales característicos de los torrentes, ya indicadas en el primer informe: febrero-marzo (invierno) y mayo (primavera).
- C) Se han utilizado para ambos elementos biológicos de calidad (diatomeas e invertebrados) los cortes de clases MB/B = 0.93, B/M = 0.73, M/D = 0.5 y D/M = 0.25, aunque en el proceso de integración se ha aceptado un 10% de incertidumbre por lo que el corte *Bueno-Moderado* ha quedado en **0.68**.
- D) La fusión de la clasificación de ambos elementos biológicos se ha hecho en base a la media de ambos EQRs, no en base al peor de los casos ya que el número de valoraciones es todavía pequeño, y la media se considera un estadístico más robusto en este caso.
- E) El estado ecológico FINAL de cada uno de los 61 tramos fluviales incluidos en este estudio en base a ambos elementos biológicos de calidad se presenta en la Tabla 1.63. Se resumen las problemáticas asociadas y las acciones recomendadas para cada localidad que no cumple con el estado ecológico (Tabla 1.63). Dichas acciones se explicarán con detalle en el siguiente apartado.

Isla	TORRENTE	Topónimo	Tipo	Condición	Clase Estado	Problemática asociada	Acción recomendada
IB	E553	Santa Eularia	1	Regadío	Moderado	*Extracción de agua *Regadío *Represa (semi-artificial)	*Gestión de cuenca *Retirada de la represa
	J560	Sant Josep	1	Rural	Bueno		
	Q520	Sant Miquel	1	Rural-natural	Bueno		
	R516	Benirrás	1	Rural-natural	Bueno		
ME	AB485	Cala en Porter	1	Rural	Deficiente	*Usos agrícolas *Usos urbanos (carretera)	*Gestión de cuenca
	AB500	Cala en Porter	1	Depuradora	Deficiente	*Vertidos de la depuradora de Alaior *Extracción de agua	*Revisión del funcionamiento de la depuradora
	C454	Pont de S'Alairó	1	Rural-natural	Bueno		
	F459	Mercadel	1	Depuradora	Deficiente	*Vertidos de depuradora	*Revisión del funcionamiento de la depuradora
	F460	Mercadel	1	Artificial-agricultura	Moderado	*Usos agrícolas *Extracción de agua	*Gestión de cuenca *Revisar extracción de agua
	F464	Mercadel	1	Artificial-agricultura	Malo	*Usos ganaderos (granja de cerdos) *Usos agrícolas (vertido de purines) *Vertidos	*Gestión de cuenca *Revisión del funcionamiento de la granja
	L482	Algendar	1	Regadío	Deficiente	*Regadío *Usos ganaderos *Represa artificial de hormigón	*Gestión de cuenca *Retirada de la represa
	L484	Algendar-Moli de Baix	1	Mejor	Deficiente	*Muro en una de las orillas *Usos agrícolas (regadío) *Usos ganaderos (vacas)	
	O502	Puntarró	1	Rural-natural	Deficiente	*Agricultura de secano *Usos ganaderos *Cauce reforzado	*Gestión de cuenca *Revisión del obras de reforzamiento
	R508	Sa Cova	1	Mejor	Deficiente	*Agricultura de secano *Cauce reforzado	
	S468	Son Biró	1	Mejor	Deficiente	*Agricultura de secano *Cauce reforzado	
	U470	Na Bona	1	Artificial-agricultura	Deficiente	*Usos agrícolas (secano)	*Gestión de cuenca

Tabla 63. (continúa en la siguiente página) Resumen del estado ecológico de los tramos fluviales estudiados en función de la isla a la que pertenecen. Se indican las clases de estado y los cambios en la evaluación sufridos desde la primera evaluación. También se indica el impacto principal identificado en los torrentes que contienen tramos en riesgo así como las recomendaciones de acciones propuestas a partir de lo indicado en el apartado 1.6.7.

Isla	TORRENTE	Topónimo	Tipo	Condición	Clase Estado	Problemática asociada	Acción recomendada
MA	AB240	Tte d'Almadrà	5	Referencia	Referencia		
	ABB1000	Font de Son Sant Joan	1	mejor	Moderado	*Agricultura en margen derecho *Edificio de Son San Joan con posibles vertidos	*Gestión de cuenca *Revisión de posibles vertidos
	AC19	Comafreda-Guix	2	Referencia	Referencia		
	AC25	Font des Prat	5	Referencia	Referencia		
	AC223	San Miguel	1	Depuradora	Malo	*Vertidos de depuradora de Sa Pobra *Usos agrícolas *Canalización	*Gestión de cuenca *Revisión del funcionamiento de la depuradora *Revisión del obras de reforzamiento
	AF700	Des Gross	1	Rural-natural	Bueno		
	AG254	Séquerral	1	Depuradora	Malo	*Vertidos de depuradora de Santa Margalida *Usos agrícolas	*Gestión de cuenca *Revisión del funcionamiento de las depuradoras
	AJ364	Hortella	1	Depuradora	Deficiente	*Vertidos de depuradora *Usos agrícolas	
	AK28	Matzoc	1	Referencia	Referencia		
	AL3200	Des Castellot	1	Mejor	Bueno		
	AN260	Coccons	1	Referencia	Referencia		
	AN271	Canymel	1	Regadío	Deficiente	*Regadío *Obras en cauce (dragado en Marzo 05)	*Gestión de cuenca *Revisar obras en cauce
	AO89	Son Jordi	1	Artificial-agricultura	Moderado	*Altos nitratos	*Gestión de cuenca *Revisión de posibles vertidos
	B1000	Gorg Blau	5	Referencia	Referencia		
	B2000	Ternelles 3	5	Referencia	Referencia		
	B2001	Ternelles 5	5	Referencia	Referencia		
	B213	Sant Jordi 3	1	Depuradora	Deficiente	*Vertidos de depuradora de Pollença	*Revisión del funcionamiento de las depuradoras
	B216	Vall d'en Marc desde Fartarix	1	Rural-natural	Bueno		
	C217	Tte de Sitges	1	Artificial-seminatural	Bueno		
	C218	Son Brull	1	mejor	Moderado	*Usos agrícolas	*Gestión de cuenca
	D5	Almadrava	1	Artificial-agricultura		*Fuente salina	
	E221	Font del Mal-Any	1	Artificial-agricultura	Malo	*Parcialmente canalizado, muro de piedra en orillas *Posible extracción de agua	*Revisar extracción de agua
	G3000	Ses Comer	5	Referencia	Referencia		
	H1000	Lluc-Alqueda (Afluente)	1	mejor	Moderado	*Usos agrícolas *Extracción de agua que acentúa su temporalidad natural	*Gestión de cuenca *Revisar extracción de agua
	H12	Gorg Blau	2	Referencia	Referencia		
	H220	Lluc	2	Referencia	Referencia		
	J13	Na Mora	2	Depuradora	Bueno		
	K23	Soller (pueblo)	5	Rural-natural	Moderado	*Usos urbanos *Cauce reforzado	*Gestión de cuenca
	K26	Biniaraitx	2	Rural-natural	Muy Bueno		
	K31	Sóller (tunel)	5	Rural-natural	Muy Bueno		
	K2100	Fornalutx (aguas arriba pueblo)	5	Rural-natural	Bueno		
	K2101	Fornalutx (aguas abajo pueblo)	5	Rural-natural	Bueno		
	K2600	Biniaraitx-Cami del L'Ofre	2	Referencia	Referencia		
	K3100	Sa Font de Soller	5	Mejor	Bueno		
	K31000	Sa Font de Soller (mina)	5	mejor	Deficiente	*Surgencia agua (mina) *Comunidades de invertebrados y diatomeas especiales de este ambiente, no se puede evaluar EE con los tipos definidos de comunidades	
	L3000	Deiá	2	Artificial-seminatural	Bueno		
	L3001	Deiá (vertido)	2	Artificial-seminatural	Deficiente	*Vertido gasoil	*Limpieza y gestión del torrente
	N79	Estellencs	5	Depuradora	Moderado	*Vertidos de depuradora *Residuos sólidos	*Revisión del funcionamiento de la depuradora
	R380	Sa Ponsa	1	Artificial-seminatural	Moderado	*Usos agrícolas	*Gestión de cuenca
	V319	Puig punyent	5	mejor	Deficiente	*Vertidos de depuradora *Cauce reforzado	*Revisión del funcionamiento de la depuradora
V3190	Puig punyent	5	Depuradora	Deficiente	*Vertidos sólidos		
Y274	Tte CoaNegra	2	Rural-natural	Moderado	*Influencia de nutrientes de la agricultura *Revisar abstracción de agua	*Gestión de cuenca *Adopción de buenas prácticas agrícolas	
Y286	Esporlas	5	Depuradora	Malo	*Vertidos de depuradora *Cauce reforzado	*Revisión del funcionamiento de la depuradora	
Y288	Esporlas (fuentes)	5	Rural-natural	Bueno			
Y289	Valldemossa	5	Depuradora	Deficiente	*Vertidos de depuradora	*Revisión del funcionamiento de la depuradora	

### 1.7.2. Propuesta de seguimiento de la red de torrentes

De forma previa al establecimiento final de las redes de vigilancia y operativa, se propone la continuación de los trabajos iniciados con el objeto de aumentar el número de muestras y reducir la incertidumbre en la clasificación del estado ecológico mediante multimétricos. Se propone la

1. Continuación de la recogida de muestras en torrentes con idénticas metodologías y protocolos a los del presente convenio “Implementación de la Directiva Marco del Agua en Baleares: Evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales (torrentes y zonas húmedas) utilizando indicadores e índices biológicos”
2. Se han identificado las dos campañas *óptimas* para la recogida de muestras dependiendo de los elementos biológicos de calidad, análisis físico-químico de las aguas y de las características hidromorfológicas
3. Se han analizado y validado los sistemas desarrollados en el pasado convenio con los nuevos datos recogidos. Las nuevas recogidas de datos estarán diseñadas para cubrir dichos aspectos de la evaluación del estado ecológico

Además, se propone la explotación de las redes de vigilancia y operativa en los torrentes de las Islas Baleares, para obtener una visión general coherente y completa del estado ecológico y químico. Para ello se necesita realizar un diseño basado en la representatividad y en la designación de las masas de agua en riesgo. Para la selección de las localidades apropiadas de las dos redes, se precisan de protocolos con especificaciones científicas y técnicas de los indicadores de calidad, parámetros relevantes y la periodicidad de muestreo para los dos programas de seguimiento. Este análisis se apoya en la recogida de datos biológicos, hidromorfológicos, y físico-químicos, así como series de datos previos recogidos dentro del marco del convenio anterior.

Las definiciones de las dos redes de seguimiento deben cubrir:

1. **Explotación de la red de vigilancia.**- constituida por localidades representativas de los tres tipos de torrentes identificados, para su uso en el seguimiento de vigilancia y su programa, de forma que permita obtener la información esencial para determinar los requisitos de los programas de seguimiento en los planes hidrográficos de cuenca actuales y futuros en torrentes y aguas de transición.

2. **Explotación de la red operativa.**- constituida por localidades que estén en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales para su uso en el seguimiento operativo y su programa, de forma que permita seguir el estado ecológico de las aguas que estén en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales y permita evaluar la eficacia de las medidas aplicadas para su mejora.

### 1.7.3. Recomendaciones para el programa de medidas

Con la adopción en diciembre del 2000 de la Directiva Marco del Agua (DMA) se introdujeron normas más estrictas para la protección y uso de los recursos de agua y el ambiente acuático en todos los Estados miembros europeos.

La DMA obliga a los estados miembros a asegurar la protección de los ríos, lagos, estuarios, lagunas y aguas costeras y mantenerlos "al menos" en su estado actual. Las aguas que han sido alteradas por la actividad humana y deterioradas por debajo del *Buen estado* deben restaurarse al menos hasta un *Buen estado* en el 2015. Se deben tomar medidas dentro de un plan general de Gestión de la cuenca fluvial entera que deben ser totalmente operativos en el 2009.

El *Buen estado* se define de una forma tal, que dentro de ciertos límites permite el uso del agua, e. g. para cierta extracción de agua, pesca, usos recreativos, etc... Las restricciones sobre las aguas en *Muy Buen estado* van ser en general más severas y algunas aguas en *Muy Buen estado* van a requerir una protección muy estricta. En principio el estado de las aguas en *Buen* y *Muy Buen estado* no debe cambiarse / reducirse, a no ser que se puedan demostrar necesidades muy grandes. E incluso así, se deben realizar todos los esfuerzos posibles para minimizar la alteración cuando los cambios se juzgan necesarios. La protección requerida cubre tanto los aspectos ecológicos como químicos y cuantitativos de las aguas. Esto significa que es importante asegurar que las plantas y animales, que viven normalmente en las aguas pueden continuar viviendo en un balance natural.

Las actividades e impactos en las partes altas de las cuencas pueden influenciar y causar alteración a mayores distancias aguas abajo de su localización. La nueva directiva del Agua también considera esto y llama a una mayor atención en la gestión y uso de la cuenca entera. La alteración y perturbación de cada masa de agua (río, lagos,...) en particular se mide en comparación con el estado natural de referencia, estado virtualmente no perturbado.

Los pocos torrentes, que permanecen en un *Buen estado* relativo sin perturbaciones serias o impactos irreparables han llegado a ser incluso más importantes como modelos y puntos de referencia para determinar y definir los que son torrentes en *Muy Buen estado* en las Baleares. Obviamente, si existen escasas masas de agua de un tipo en particular (torrentes en este caso), más importante será su protección.

En adición, pero no por ello menos importante, llega el imperativo moral de proteger un tipo que constituye una herencia natural y cultural, que es único para el área mediterránea. Las Baleares ya han logrado una buena reputación y buena puntuación al nivel europeo por su política del agua y protección de la naturaleza. E incluso aunque no todo sea totalmente satisfactorio, las Baleares, sobrepasan el nivel del resto de España, siendo muy superior a la mayoría de los otros estados miembros. Más se puede, podría y debería hacerse. Obligación y lo más imperioso, preocupación por el uso del agua y del ambiente.

#### **1.7.3.1. Presiones identificadas con posible impacto sobre los ecosistemas acuáticos de las Baleares**

Los *Torrentes* son un tipo de río temporal mediterráneo que se caracteriza por presentar agua en el cauce durante tan sólo unos meses al año. En las Islas Baleares, los torrentes son el único tipo de ecosistema de aguas corrientes existente, que, junto con los otros ecosistemas acuáticos leníticos (humedales: charcas temporales, lagunas y albuferas), comprenden la diversidad de hábitats acuáticos continentales, muchos de ellos de interés comunitario.

De forma general el impacto de las actividades humanas se aprecia ya de forma visual en los torrentes: cambio de encinares, vegetación climática natural, y pinos, por plantaciones de olivos, cítricos, y otros, en montaña y llano; canalización parcial o total de fuentes, construcción de marges así como carreteras asfaltadas en los bordes de los torrentes; basuras y residuos en el cauce, restos de hogueras de quema de desbrozo de huertos y maleza; malos olores en el agua; crecimiento masivo de algas verdes filamentosas que luego se pudren de forma asociada a la desaparición de oxígeno y agua, etc.. Sin embargo, estos impactos visuales deben cuantificarse mediante el estudio de la estructura y funcionamiento de los organismos acuáticos de los torrentes y de los factores ambientales que los afectan: hidrología y composición de las aguas, estado del hábitat físico en cauce y riberas, etc., como se recoge en la Directiva Marco del Agua.

La evaluación de impactos en el estado ecológico de los torrentes se hace por comparación con las condiciones de referencia no alteradas. Hay torrentes que cumplen los criterios de referencia de estado natural o mínimamente alterado, principalmente localizados en la Tramuntana de Mallorca y muchos de ellos son torrentes que están comprendidos en fincas privadas. Se evalúa la desaparición local de especies sensibles a la alteración, y de endémicas que habitan las aguas corrientes de los torrentes no alterados (especies de Tricópteros, Plecópteros, Efémeras), y su reemplazo por otras especies más tolerantes a la alteración, pero de menor calidad biológica (Anélidos, Dípteros, Moluscos). También se evalúan cambios producidos a una mayor escala, que afectan a la estructura trófica total de la comunidad acuática de cuencas enteras, y que son consecuencia de la alteración histórica y actual de las fuentes de energía natural de los torrentes, por la transformación del uso de la tierra. Por ejemplo, la transformación de valles forestados con especies de árboles y arbustos autóctonas (que suministraban materia orgánica, hojas, de las que se alimentan muchos organismos acuáticos), en zonas deforestadas de uso agrícola que usan fertilizantes para el incremento de la producción, o en reforestación con especies exóticas, con lo cual a los torrentes solo llegan lixiviados de nutrientes que incrementan el desarrollo de algas, o hojas de árboles, las cuales las especies acuáticas de los torrentes no están adaptadas a ingerir.

El programa de medidas de la DMA debe ir dirigido a la recuperación del estado ecológico en las masas de agua en riesgo de no cumplir objetivos ambientales. Las masas de agua que pueden identificarse en riesgo pueden verse afectadas por diversas presiones de origen puntual o difuso. En este apartado se describen algunas recomendaciones orientadas a la reducción de la presión de origen humano en los torrentes, por lo que pueden definirse como líneas de trabajo a desarrollar dentro del **programa de medidas**.

Algunos tipos de presión pueden ocasionar un mayor o menor efecto sobre el estado ecológico de los torrentes, siempre en relación a la intensidad y magnitud de la presión ejercida y al tamaño de la masa de agua.

#### **1.7.3.1.1. Contaminación puntual por depuradoras y vertidos**

Los **vertidos** pueden ser sólidos (basura y restos en torrentes), líquidos (vertidos directos no depurados), y efluentes de **depuradoras**. Su efecto sobre la calidad físico-química del agua, se manifiesta incrementando la materia orgánica, el fósforo y nitrógeno, lo que promueve el desarrollo de procesos de oxidación de la materia orgánica reduciendo el oxígeno disuelto, y procesos de eutrofización con desarrollos masivos de algas.

**Acciones recomendadas:**

1. Prioritario el revisar y mejorar el funcionamiento de las depuradoras.
2. Eliminación de vertidos directos de cualquier naturaleza al cauce de los torrentes, ya que los torrentes no tienen capacidad ninguna de dilución, y menos sobre una base temporal con caudales no existentes en primavera. Llegándose al caso de suministrar agua de muy mala calidad en primavera a un sistema que de forma natural no presenta caudales circulantes en esas épocas del año.
3. Para los vertidos únicamente orgánicos de depuradora habría que eliminar los vertidos directos a los cauces, y dirigirlos a zonas extensas que actúen de filtros verdes. En estas zonas la eliminación de nutrientes se hace de forma periódica con cortes de biomasa vegetal (árboles, frutos, etc).
4. Diseño de sistemas de lagunaje artificial, similares a los humedales, para eliminación de nutrientes por desnitrificación y fósforo en biomasa vegetal o de peces.

**1.7.3.1.2. Contaminación orgánica difusa**

Esta presión, aunque difusa en origen, puede tener un efecto a largo plazo muy difícil de recuperar. Bajo este tipo de presión los efectos principales consisten en la entrada de nutrientes (fósforo y nitrógeno) al sistema fluvial. Ambos nutrientes pueden ocasionar procesos de eutrofización en los torrentes que tienen sus zonas de captación en cuencas ganaderas/agrícolas. Por otro lado, las actividades agrícolas han ocasionado el cambio, histórico y actual, en la composición de las comunidades acuáticas de los torrentes debido a la desaparición de una fuente de alimento principal (hojas de árboles autóctonos). La eliminación de la vegetación de ribera, ocasiona el aumento de la radiación que llega a los cauces, transformando los tramos antes forestados y de carácter heterotrófico en tramos expuestos de claro carácter autotrófico. Por ejemplo la cuenca de Sóller eminentemente agrícola (frutales) frente a la del torrente forestado de encinares de Ternelles.

**Acciones recomendadas:**

1. La eliminación de la fuente difusa es muy difícil, y pasa por la adopción de medidas de buenas prácticas en cuencas de elevada dedicación agrícola o ganadera, en relación con la reducción de cargas propuesta por las directivas de nitratos y de aguas residuales.

2. Se debe propiciar la restauración de riberas en los torrentes de zonas agrícolas, ya que las riberas tienen un papel natural de filtro verde, reteniendo sedimentos y nutrientes de forma previa a su arrastre a los torrentes.
3. Bandas de protección a los lados de los torrentes donde no se permitan actividades agrícolas, y restauración de riberas con especies autóctonas.

#### **1.7.3.1.3. Erosión de laderas**

De forma natural la vegetación de las riberas (arbustos y árboles) mantienen con sus raíces los bancos de los cauces de los torrentes, permitiendo su estabilidad, al retener los sedimentos que son arrastrados por las laderas de las cuencas en épocas de lluvias torrenciales, características del mediterráneo. La eliminación de las riberas tiene como consecuencia el que los materiales erosionados en la cuenca, sobre todo las de montaña, lleguen a los torrentes colmatándolos con el consiguiente riesgo de aumento dañino de las crecidas. Por otro lado, en cuencas agrícolas de montaña, donde se aumentan las tasas de erosión debido a reducción de la cobertura vegetal y a la mayor pendiente, también aumenta la erosión en la ribera, y los bancos del cauce colapsan. En estos casos ya el único remedio es el de estabilizar con obras de ingeniería blandas (martges en el mejor de los casos) o más duras (placas de hormigón en caja).

#### **Acciones recomendadas:**

1. Este resultado aboga por una restauración urgente de riberas en zonas agrícolas limítrofes a los torrentes, como un programa de medidas a medio-largo plazo.
2. Establecer bandas de protección a los lados de los torrentes donde no se permita realizar labores agrícolas, en combinación con programas de restauración de riberas con especies autóctonas. Las riberas actúan reteniendo sedimentos nutrientes derivados de la agricultura.

#### **1.7.3.1.4. Sequía artificial en los cauces de los torrentes debido a la sustracción de agua con cañerías**

De forma más acusada en los últimos años, esta presión ha ido modificando progresivamente el régimen hidrológico natural en los torrentes. Los caudales circulantes se han visto reducidos en cantidad y duración, debido al aumento progresivo de captaciones de aguas superficiales y de aguas subterráneas (pozos). Esta presión puede llegar a ser extrema

en la canalización de fuentes de montaña, lo que en un futuro destruye el sistema acuático y las comunidades que viven en él. Por ejemplo en la cuenca de Sóller-Fornalutx -Biniaraitx, Esporles, Puigpunyent o en la de Lluch, en la cual se ha canalizado la única fuente que tenía agua y alimentaba un torrente, ahora seco.

**Acciones recomendadas:**

1. Poner contadores en zonas donde la sustracción es importante
2. Controlar caudales y uso, limitar concesiones de agua
3. Establecer criterios de uso y costes ambientales
4. Recomendar dejar caudales mínimos que aseguren la cantidad de agua, y más importante, que no se reduzca el periodo de agua en cauce de forma significativa frente a la permanencia natural del agua en el torrente en cuestión
5. Dejar las fuentes abiertas la longitud necesaria, para seguir permitiendo el desarrollo de comunidades en ellas y que se completen en estas zonas al menos los ciclos de vida de los organismos. Los organismos que habitan en los torrentes se dispersan en gran medida desde las fuentes (sus refugios en épocas secas), pero si se canalizan las fuentes se inhibe la dispersión de fauna a los torrentes. Este es uno de los problemas más “serios” a medio-largo plazo, ya que dada la continuada creciente demanda, inversa a la tendencia del cambio climático, que prevé reducción de aportes hídricos en la zona del mediterráneo, los torrentes pueden verse privados de sus comunidades biológicas
6. Actualmente la sociedad “mal interpreta” el uso eficiente del agua, como poner la cañería lo más cerrada posible para que no escape nada de agua de la fuente. Obviamente hay que establecer objetivos ambientales y de caudales mínimos (en cantidad y tiempo de agua en el torrente) para los torrentes, pues el uso total de las fuentes no es compatible con el mantenimiento de los torrentes y de sus caudales circulantes en las islas
7. Usar agua de desaladoras para abastecimiento y agricultura, así se pueden dejar caudales circundantes en los torrentes. Si acaso, recuperar agua al final de los torrentes, antes de llegar al llano que es cuando se pueden infiltrar a la capa freática, o antes de desaguar al mar

#### 1.7.3.1.5. *Actividades directas en los cauces: Quemadas en torrentes y limpieza de torrentes*

Son prácticas habituales, no naturales, que ocasionan residuos no solo de vegetación, también de plásticos etc. Estéticamente, la población mal interpreta que los cauces son lugares de quema de residuos/basureros.

##### **Acciones recomendadas:**

1. Eliminar la quema de residuos orgánicos en torrentes. En vez de quemadas, se tiene que priorizar el compostaje e utilización de biomasa, sobre todo en zonas agrícolas donde se producen
2. Realizar limpiezas de basuras en los cauces. Intentar realizar las limpiezas cuando los torrentes estén secos (agosto), y evitar el uso de máquinas, que sea en lo posible un trabajo manual, minimizar la extracción de suelo del lecho de los torrentes
3. Priorizar la recogida de residuos y extracción de especies exóticas, o invasivas en los cauces de los torrentes. Dejar arbustos y especies autóctonas de bajo porte, evitando dejar en la medida de lo posible suelo al descubierto

#### 1.7.3.1.6. *Usos recreativos*

Los torrentes de montaña son sistemas muy frágiles ya que los usos y actividades en sus cuencas, de pequeño tamaño, se trasladan directamente a su estado ecológico, como expresión de su estructura y funcionamiento. En determinadas épocas del año se observan visitas numerosas y continuas de practicantes de descensos por torrentes con traje de neopreno, que en su uso del torrente causan una perturbación evidente al sistema fluvial (raspados de piedras, movimientos de sustratos, arrastres de sedimentos, alteración física de la lámina del agua, muerte directa de organismos acuáticos).

##### **Acciones recomendadas:**

1. Necesidad de regular el acceso y el número de visitantes a los torrentes de montaña bien conservados y que presentan según la Directiva Marco del Agua la comunidad tipo de referencia. Entre los designados como torrentes de referencia se encuentran los siguientes torrentes: Cañón de Guix (AC19), Font des Prat (AC25), Tte. De Ternelles (B1000, B2000 y B2001) y Afluyente de Mortitx (G3000)

2. Sobre estos sistemas se deben aplicar programas de ordenación que prioricen su conservación y protección según la DMA, para el mantenimiento del *Muy buen estado ecológico de los torrentes*, que incluyan el control de las actividades y presiones en los mismos

## 1.8. BIBLIOGRAFÍA

- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder, & J. B. Stribling, 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B99-002. US. *Environmental Protection Agency*; Office of Water; Washington, D. C.
- Buffagni, A. & J. L. Kemp, 2002. Looking beyond the shores of the United Kingdom: addenda for the application of River Habitat Survey in Southern European Rivers. *Journal of Limnology* 61: 199-214.
- CEMAGREF, 1982. Etude des methods biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. *Rapport Q. E. Lyon A. F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse*, 218p.
- CEN, 2002: prEN 13946. Water quality. Guidance standard for the routine sampling and pre-treatment of benthic diatoms from rivers.-CEN/TC 230, 14pp.
- Delgado, C., I. Pardo & L. García, 2010. A multimetric diatom index to assess the ecological status of coastal Galician Rivers (NW Spain). *Hydrobiologia in press*.
- García, L., C. Delgado & I. Pardo, 2008. Seasonal changes in benthic communities in a temporary stream of Ibiza (Balearic Islands, Spain). *Limnetica* 27: 259-272.
- Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwandrans, J., Laugaste, R., Lindstrøm, E-A., Leiteo, M., Marvan, P., Padisak, J., Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., van Dam, H., Vizinet, J., 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10(2): 215-224.
- Krammer, K., 1997 a. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxones. Teil 1. Allgemeinen und Encyonema Part.-. *Biblioteca Diatomologica*. Band 36. J. Cramer. Berlin-Stuttgart.
- Krammer, K., 1997 b. Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxones. Teil 2. *Encyonema Part., Encyonopsis* und *Cymbellopsis*.- *Bibl. Diatomologica*. Band 37. J. Cramer. Berlin-Stuttgart.
- Krammer, K., 2000. The genus *Pinnularia*. *Diatoms of Europe*. H. Lange-Bertalot (Ed.). Vol. 1. ARG Gantner Verlag K. G. 593
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 876 pp.

- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York. 596 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York. 576 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York. 437 pp.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H., 1991c. Bacillariophyceae. 5 Teil: English and French translation of the keys. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/5. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York. 309 pp.
- Lange-Bertalot, H., 1993. 85 Neue Taxones und über 100 weitere neu definierte Taxones ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa vol. 2/1-4.- J. Cramer. Berlin-Stuttgart.
- Lange-Bertalot, H., 2001. *Navicula sensu stricto*. 10 Genera separated from *Navicula sensu lato*. Frustulia.- *Diatoms of Europe*. Vol. 2. A. R. G. Gantner Verlag K. G.
- Lange-Bertalot, H. & Krammer, K., 1989. Achnanthes, eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung Cocconeis.- *Bibliotheca Diatomologica* ,18.
- Lorenzen, C. J., 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* 12: 342-346.
- Margalef, R., 1951. Materiales para la hidrobiología de la isla de Ibiza.- *Publ. Inst. Biol. Apl.* Barcelona 8: 5-70.
- Margalef, R, 1952 a. Materiales para la hidrobiología de la Isla de Menorca.- *Publ. Inst. Biol. Apl.* Barcelona 11: 5-112.
- Margalef, R., 1953 a. Materiales para la hidrobiología de la Isla de Mallorca.- *Publ. Inst. Biol. Apl.* Barcelona 15: 5-111.
- Moyá, G., G. Bennasar, C., Frau, L., García, Gómez, M. & Ramón, G., 1993. Long term changes (after twelve years) in the composition of phytoplankton communities in the Gorg Blau reservoir (Majorca, Spain).- *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1257-1261.
- Pardo, I. & Olsen, A.M., 2004. Tipologías A y B de los torrentes de las islas Baleares. Directiva Marco del agua en las Islas Baleares.

- Pardo, I. & Álvarez, M. (2006). Comparison of resource and consumer dynamics in Atlantic and Mediterranean streams. *Limnetica* 25(1-2): 271-286.
- Pardo, I., Álvarez M., Delgado C., García L. & Lucena P. 2007. Implementación de la DMA en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua epicontinentales utilizando indicadores e índices biológicos. Tomo I: Torrentes (Informe Técnico). Universidad de Vigo. 302pp.
- Raven, P. J., T. H. Holmes, F. H. Dawson, P. J. A. Fox, M. Everard, I. R. Fozzard & K. J. Rouen, 1998. River Habitat Survey, the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. *River Habitat Survey Report* No. 2. The Environment Agency, Bristol, pp. 86.
- River habitat survey, 1997. *Field Survey Guidance Manual*. Environment Agency.
- Renberg, I., 1990. A procedure for preparing large sets of diatom slides from sediment cores. *Journal of Paleolimnology*, 4: 87-90.
- Round F.E., 1993. A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality. Methods for the examination of water and associated materials. HMSO Publications. London.
- Schmedtje, U., S Birk, S. Poikane, W. van De Bund and W. Bonne, 2010. Guidance document on the intercalibration process 2008-2011. Guidance Document No. 14. Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).
- Wallin, M., T. Wiederholm & R.K. Johnson, 2003. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. Produced by CIS Working Group 2.3 - REFCOND. Available via the internet at [http://www-nrciws.slu.se/REFCOND/7th\\_REFCOND\\_final.pdf](http://www-nrciws.slu.se/REFCOND/7th_REFCOND_final.pdf)
- Werum, M. & Lange-Bertalot, H., 2004. Diatoms in springs from central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. *Iconografia Diatomologica*, 13: 1-417; A.R.G. Gantner, Ruggell, Liechtenstein.
- Wrona, F.J., Culp, J.M. & Davies, R.W, 1982. Macroinvertebrate subsampling: a simplified apparatus and approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 1051-1054.

