

Establecimiento de condiciones de referencia y redefinición de redes en la
cuenca del Ebro, según la Directiva 2000/60/CE
(Expediente nº 27/04-A)

Establecimiento de las condiciones de referencia en los tipos fluviales



Establecimiento de condiciones de referencia y
redefinición de redes en la cuenca del Ebro,
según la Directiva 2000/60/CE

(Expediente nº 27/04-A)

**Establecimiento de las condiciones de
referencia en los tipos fluviales**

Julio 2006

URS

Índice

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2	IDENTIFICACIÓN DE ESTACIONES DE REFERENCIA.....	3
2.1	Selección y muestreo de posibles estaciones de referencia previamente al IMPRESS	3
2.1.1	<i>Fuentes de información.....</i>	3
2.1.2	<i>Preselección de estaciones a incluir en el programa de visitas.....</i>	5
2.1.3	<i>Planificación de visitas y muestreos</i>	6
2.2	Validación de las estaciones de referencia	8
2.2.1	<i>Análisis del CEDEX (capa GIS)</i>	8
2.2.2	<i>Criterios Guadalmed.....</i>	9
2.2.3	<i>Análisis IMPRESS (Abril 2005)</i>	10
2.2.4	<i>Redefinición de criterios IMPRESS: Criterio estricto.....</i>	12
2.3	Propuesta de red de estaciones de referencia.....	17
3	MÉTRICAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA.....	23
3.1	Introducción	23
3.2	Selección de métricas.....	23
3.2.1	<i>Microalgas bentónicas (diatomeas)</i>	23
3.2.2	<i>Invertebrados bentónicos.....</i>	24
4	ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE REFERENCIA	27
4.1	Método para la determinación de condiciones de referencia para los tipos con estaciones de referencia	27
4.2	Condiciones de referencia para los invertebrados bentónicos.....	27
4.3	Condiciones de referencia para las Diatomeas.....	33
4.4	Resumen de los resultados del análisis de condiciones de referencia basados en estaciones de referencia	34

4.5 Comparación entre los valores de referencia obtenidos en estaciones validadas con diferentes criterios	36
4.6 Propuesta de condiciones de referencia para los tipos sin estaciones de referencia o con un número bajo.....	38
4.7 Establecimiento de los límites entre clases	41
5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO DE CONDICIONES DE REFERENCIA Y RECOMENDACIONES	45
5.1 Búsqueda de estaciones y criterios de referencia	45
5.2 Identificación de métricas	45
5.3 Aspectos y tareas pendientes de completar	46

APÉNDICE III-1: Tablas

APÉNDICE III-2: Resultados de los muestreos de la red provisional de referencia.

- Resumen de los resultados
- Tablas del Apéndice
- Fichas de estaciones

APÉNDICE III-3: Estudio de peces

*Nota: Este documento es la parte **III** de las siete que conforman el proyecto "Establecimiento de Condiciones de Referencia y Redefinición de Redes, según la Directiva 2000/60/CE".*

*Por ello la numeración de tablas y apéndices viene referida con un **III** delante, y a veces se pueden encontrar en el documento referencias a los otros documentos, independientes, pero que asimismo forman parte del proyecto .*

Establecimiento de las condiciones de referencia en los tipos fluviales

1 Introducción y objetivos

La identificación de las condiciones de referencia en los tipos de ríos puede realizarse, según directrices de la Directiva Marco del Agua (DMA) y de la guía REFCOND¹, a partir de los resultados del análisis de las presiones e impactos (IMPRESS) de las masas fluviales. Esto es así porque la comunidad de referencia se define "como la comunidad biológica que se espera que exista donde no hay alteraciones antropogénicas o éstas son de muy escasa importancia". El estudio de presiones e impactos tiene como objetivo la identificación de las presiones significativas relacionadas con la hidromorfología y la calidad del agua, así como la evaluación del impacto en las masas de agua. Luego, una vez identificadas las masas sin riesgo, las condiciones de referencia serán las que alcancen los elementos de calidad biológicos (representados por métricas) en las estaciones situadas en aquellas. Si no existen masas sin riesgo, las condiciones de referencia no podrán definirse en base a un análisis espacial y deberán usarse otros métodos basados en criterio de experto, modelizaciones de datos históricos, paleolimnología, etc.

En la demarcación del Ebro el estudio de condiciones de referencia se inició previamente a disponer de los resultados del análisis de presiones e impactos. Se siguió un procedimiento basado en el análisis en gabinete de los datos existentes, procedentes de las estaciones de control de calidad de la Confederación Hidrográfica del Ebro (Red Control Variables Ambientales, Red Integral de Calidad de Aguas, Red de Diatomeas) y de algunas Comunidades Autónomas (País Vasco, Navarra, Aragón y Cataluña); seguido de trabajos de campo (visitas y muestreos en los veranos de 2004 y 2005) en las estaciones pre-seleccionadas. Con esto se discriminaron grupos de estaciones de posible referencia, dudosas y no aptas.

En 2005 y una vez finalizado el estudio de presiones e impactos se procedió a comprobar si las estaciones analizadas se encontraban en masas sin riesgo. Asimismo se procedió a revisar los criterios del análisis de IMPRESS de acuerdo con las directrices de los Grupos de Intercalibración Geográficos (GIGs). Finalmente las condiciones de referencia se definieron a partir de las estaciones validadas según el procedimiento IMPRESS estricto. De la misma manera se identificaron masas de agua sin estaciones de control o bien estaciones de control no seleccionadas previamente para el cálculo de las condiciones de referencia, que cumplen con los criterios de IMPRESS estricto, las cuales podrán usarse en etapas posteriores de los trabajos de explotación de las redes de control de vigilancia y control operativo. El procedimiento de trabajo indicado se visualiza en la figura 1.-1.

¹ Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. REFCOND Guidance, final version 7.0, 2003-03-05.

FASES DE EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS DE CONDICIONES DE REFERENCIA

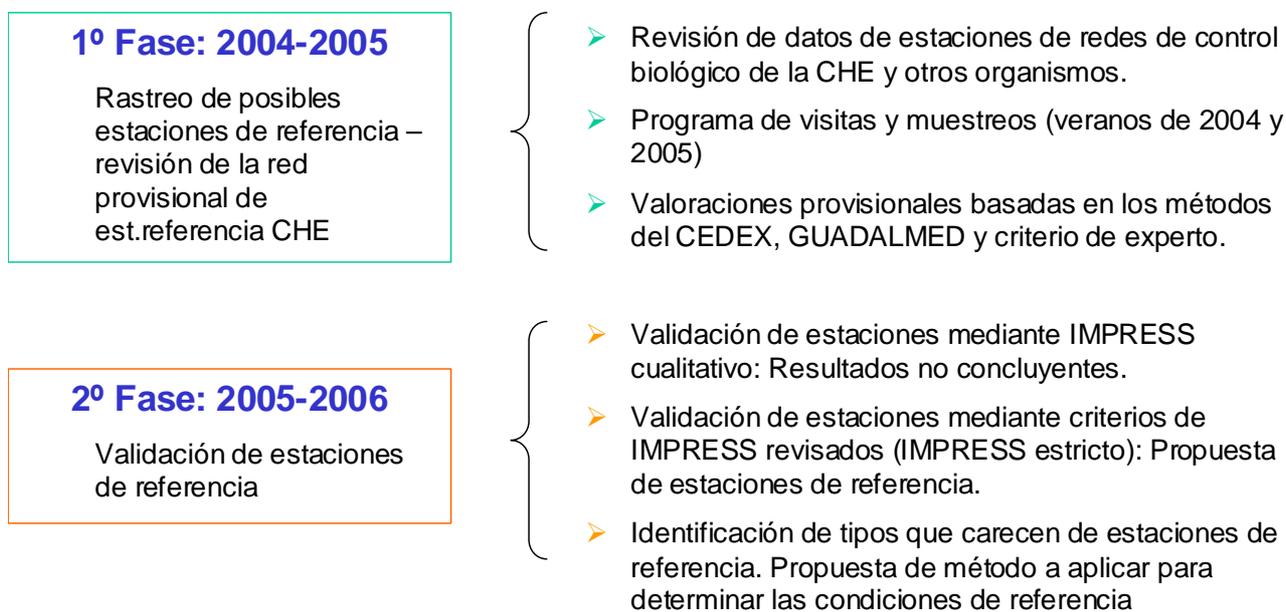


Figura 1.-1: Tareas desarrolladas en el análisis de condiciones de referencia

En el caso de los tipos de ríos sin estaciones de referencia en la demarcación del Ebro, se procedió a recoger los datos disponibles representativos de las mejores condiciones detectadas así como otros referentes basados en criterio de experto.

En los apartados siguientes se desarrollan los trabajos efectuados, siguiendo el siguiente esquema:

- Rastreo e identificación de estaciones de referencia previamente al IMPRESS.
- Aplicación de criterios de validación a las estaciones de referencia.
- Selección de métricas basadas en los invertebrados bentónicos y diatomeas.
- Cálculo de estadísticos (mediana y percentil 25) sobre las métricas seleccionadas.
- Análisis de condiciones de referencia para los tipos sin estaciones.
- Cálculo provisional de los límites entre los estados de calidad.

2 Identificación de estaciones de referencia

2.1 Selección y muestreo de posibles estaciones de referencia previamente al IMPRESS

2.1.1 Fuentes de información

En este apartado se listan los documentos más relevantes usados como apoyo, en las tareas de preselección de estaciones de posible referencia y de identificación de metodologías para el establecimiento de condiciones de referencia. La mayoría de documentos se recopilaron y consultaron en primavera – verano de 2004, no obstante la recogida de información ha continuado en el transcurso de la totalidad del proyecto.

- CHE- Área de Calidad de Aguas. Red provisional de estaciones de referencia de la cuenca del Ebro.

Listado de posibles estaciones de referencia identificadas por el personal del Área de Calidad a partir del conocimiento de la cuenca y de los resultados de las redes fisicoquímicas y biológicas.

- CHE-OPH -Universidad de Barcelona. Delimitación de Regiones Ecológicas en la cuenca del Ebro (clave: 1998-PH-08-I)
- CHE-OPH -Universidad de Barcelona. Objetivos del Estado Ecológico en los ríos de la cuenca del Ebro (clave: 1999-PH-25-I)

Trabajos de regionalización fisiográfica, biogeográfica y biológica de los ríos de la cuenca del Ebro. Incluye una propuesta de criterios de referencia e identifica estaciones de posible referencia.

- CHE-OPH -URS- Determinación de los regímenes que satisfagan las necesidades ecológicas mínimas en los ríos de la cuenca del Ebro. 2ª fase (2002).

Incluye los datos de calidad de la Red de Control de Variables Ambientales (RCVA) de la CHE para 2001 y 2002 mediante aplicación de una metodología de trabajo comparable a la utilizada en el presente estudio.

- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)- Selección preliminar de posibles tramos fluviales de referencia. Versión 1.0. Enero de 2004.

Por medio de indicadores de presión basados en los usos del suelo (a través de Corine Land Cover), las actividades urbana, industrial y agraria (demandas de agua), regulación de los cauces (capacidad de regulación) y alteraciones morfológicas (tramos encauzados y que discurren por zonas urbanas y de riego), se identifican tramos fluviales correspondientes a *condiciones inalteradas* (85% de naturalidad) y *alteraciones de muy escasa importancia* (70% de naturalidad).

- Grupo GUADALMED: N. Bonada *et al.* (2002). Criterios para la selección de condiciones de referencia en los ríos mediterráneos. Resultados del proyecto. *Limnetica* 21 (3-4): 99-114

Resultados del proyecto de investigación realizado en ríos de la vertiente mediterránea para dar respuesta metodológica a las directrices de la DMA. Incluye criterios para la identificación de estaciones de referencia basados en los usos de la cuenca, las características y estado del bosque de ribera y del canal y lecho fluvial, la regulación del tramo y las características fisicoquímicas del agua (nutrientes).

- CHE-Universidad de Barcelona- CRP Gabriel Lippmann (2003). 2ª Fase del Diseño de la Red de Diatomeas en la cuenca del Ebro.

Resultados de muestreos de diatomeas en la cuenca del Ebro y de los índices de calidad IPS, IBD y CEE. Se identifican estaciones de calidad biológica muy buena, entre las que puede haber estaciones de referencia.

- Gobierno de Navarra. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda - Ekolur (2003). Estudio de determinación de índices bióticos en 81 puntos de los ríos de Navarra.

Resultados de indicadores biológicos y fisicoquímicos para las estaciones de la red de calidad de la Comunidad Foral de Navarra que tiene 72 estaciones en la cuenca del Ebro. Existen datos para macroinvertebrados benthicos (para todas las estaciones), y pigmentos en bentos y plancton (24 estaciones) y diatomeas bentónicas (11 estaciones).

- Gobierno Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente - UTE AZTI- Anbiotek-Labein-Ondoan (2003). Red de Vigilancia de las masas de agua superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

- Base de Datos URSAREA

Informe que incluye metodología para la determinación del estado ecológico y datos sobre indicadores biológicos (macroinvertebrados bentónicos, peces, clorofila y perifiton, macrófitos y macroalgas) y fisicoquímicos (agua y sedimento) en estaciones (de 7 ríos) de la cuenca del Ebro.

También se dispone de datos históricos para las estaciones de la red de vigilancia incluidos en la base de datos URSAREA (datos entre 1993 y 19-11-04)

- Agencia Catalana de l'Aigua (2003). Anàlisi de la viabilitat i proposta d'indicadors fitobentònics de la qualitat de l'aigua per als cursos fluvials de Catalunya.

Resultados de muestreos de diatomeas en los ríos catalanes, incluyendo las cuencas del Ebro. Se dan los valores de los índices en estaciones potenciales de referencia

- Agencia Catalana de l'Aigua (2004 y 2005). "Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a les conques internes de Catalunya". Informe Preliminar e informe final.

Incluye metodología y umbrales para la determinación de condiciones de referencia en ríos de Cataluña.

- Gobierno de Aragón (2004). "Determinación del estado ecológico de los ríos de Aragón".

Desarrolla trabajos de tipificación, definición de indicadores hidromorfológicos y biológicos, condiciones de referencia y determina el estado ecológico de los ríos de Aragón.

- Ministerio de Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Ebro. Caracterización de la Demarcación y registro de zonas protegidas. Zaragoza, abril de 2005.

Da cumplimiento a lo establecido en los artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua. Entre otros temas incluye los resultados de la identificación y caracterización, de las masas de agua río, lago, aguas de transición y costeras, incluyendo las directrices para el establecimiento de las condiciones de referencia.

- Ministerio de Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Júcar. *Jucar Pilot River Basin. Provisional Article 5 Report.*

Es un estudio piloto que desarrolla las tareas del artículo 5 de la Directiva Marco del Agua. Contiene directrices metodológicas para la identificación de las condiciones de referencia.

2.1.2 Preselección de estaciones a incluir en el programa de visitas

En trabajos de gabinete se realizaron las siguientes tareas:

- Análisis de la red provisional de referencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE).
- Rastreo de otras posibles estaciones.

Previamente a los trabajos de campo (agosto 2004 y 2005), se trabajó con la red de posibles estaciones de referencia (seleccionadas por el Área de Calidad de la CHE), con estaciones de la red de Diatomeas y con la base de datos de la Red de Control de Variables Ambientales (RCVA) de la oficina de Planificación Hidrológica y de la Red ICA.

Como parte del desarrollo de la tarea se consultó la propuesta preliminar de tramos en condiciones inalteradas o con alteraciones de muy escasa importancia del CEDEX². También se revisó el listado de posibles estaciones de referencia que se señala en el informe de la CHE-OPH (1998-99).

Finalmente se completó un listado de tramos fluviales susceptibles de inclusión en el plan de visitas y muestreos a realizar en el verano de 2004. Al año siguiente se revisó dicho listado, y se incorporaron otras localidades, identificadas algunas en los diferentes trabajos desarrollados por las comunidades autónomas del País Vasco, Navarra, Cataluña y Aragón (algunas de las cuales se visitaron en el verano de 2005). La tabla III 1.-1 a y b incluye el listado de estaciones preseleccionadas, las acciones realizadas (muestreo, visita sin muestreo, sin visita) y las observaciones de campo.

Entre las estaciones preseleccionadas se incluyeron, además de las consideradas de posible referencia, otras representativas del mejor estado de calidad ecológica posible (de acuerdo con los datos disponibles).

² Centro de estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Selección preliminar de posibles tramos fluviales de referencia (Enero, 2004).

2.1.3 Planificación de visitas y muestreos

Se planeó la realización de visitas a las estaciones preseleccionadas de referencia o de mejor estado, con la finalidad de evaluar si podían cumplir con el objetivo de servir de referencia para el resto de masas de agua del tipo. Se situaron las posibles estaciones o localidades en la cartografía de trabajo, y se planificaron recorridos. La selección de las estaciones a visitar y muestrear se fijó en parte en trabajo de gabinete y en parte en el curso de los recorridos efectuados.

En el campo se evaluaban diversos aspectos del tramo fluvial (presencia de posibles presiones e impactos sobre la calidad del agua y de las riberas) y si éste se consideraba apropiado se procedía a la toma de muestras de agua y de los elementos de calidad biológicos (diatomeas e invertebrados bentónicos) e hidromorfológicos (índice IHF, QBR). En algunos tramos pertenecientes a tipos para los que no se detectaban estaciones de posible referencia, se tomaron igualmente muestras, siempre que no existieran graves alteraciones (en la calidad del agua o en las riberas), con objeto de disponer de datos para caracterizar el mejor estado posible.

En el verano de 2004, el objetivo principal fijado fue visitar (y muestrear en su caso) las estaciones previamente seleccionadas por la CHE, además de otras pre-seleccionadas en base al estudio de gabinete efectuado. En 2005 se completaron las visitas y muestreos. En total se visitaron más de 100 localidades (107 registradas) y se tomó muestras en 67 estaciones (ver figura 2.-1)

En el Apéndice III-2 se presentan los procedimientos de evaluación y muestreo y los resultados obtenidos.

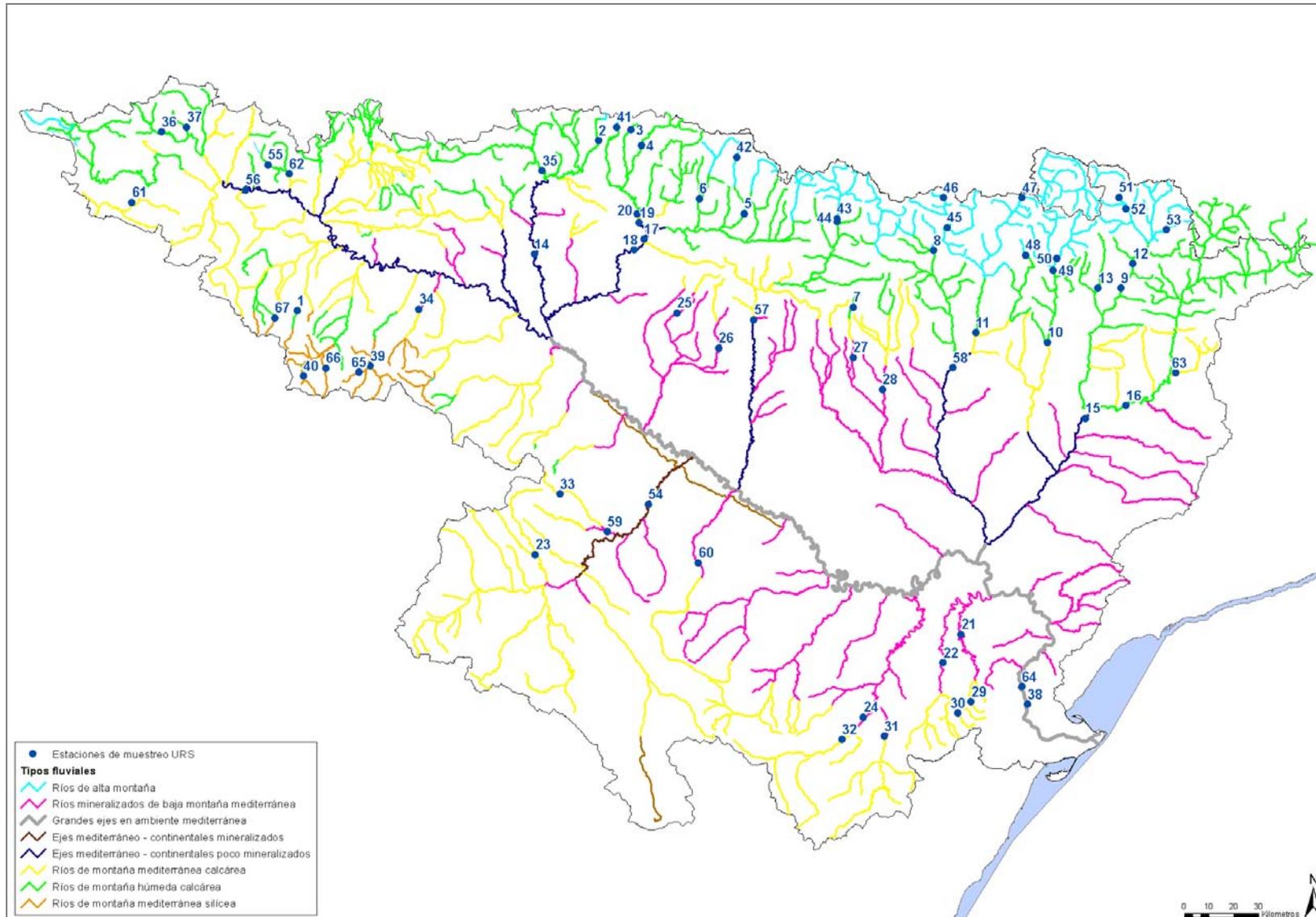


Figura 2.-1: Tipos fluviales presentes en la demarcación del Ebro y localización de las estaciones muestreadas en los veranos de 2004 y 2005, en el ámbito del proyecto.

2.2 Validación de las estaciones de referencia

2.2.1 Análisis del CEDEX (capa GIS)

En la fase de preparación de las visitas y muestreos se usó como herramienta para clasificar la posible bondad de los tramos fluviales respecto a la ausencia o escasa significación de alteraciones antropogénicas los resultados del análisis efectuado por el CEDEX (*Selección preliminar de posibles tramos fluviales de referencia*, Enero 2004), los cuales se plasman en la figura 2.-2.

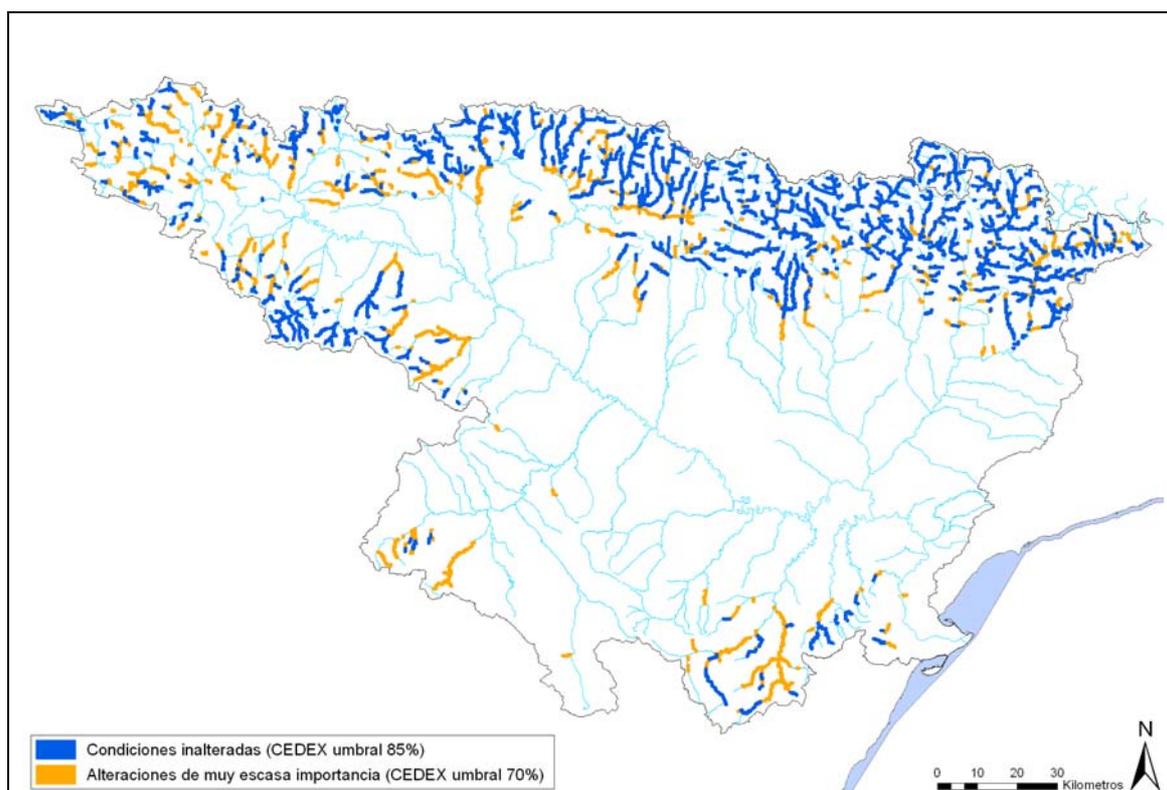


Figura 2.-2. Tramos fluviales prístinos o con alteraciones de muy escasa importancia según CEDEX (2004).

La metodología usada por el CEDEX consistió en trabajar sobre una serie de indicadores indirectos de presión para los que se disponía de información cartográfica para todas las cuencas españolas. Éstos son:

- Indicador de la naturalidad de la cuenca, basado en los usos del suelo. Se establecieron dos umbrales: hasta el 85% para masas presumiblemente prístinas y entre 85 - 70% para masas con alteraciones de muy escasa importancia.
- Indicador de las actividades humanas más importantes que pueden influir en las características fisicoquímicas e hidrológicas de las masas de agua, basado en las demandas urbana, industrial y de riegos. Los umbrales considerados fueron 3% de la aportación (presión urbana), 1,5% (presión industrial) y 10% (presión agrícola).

- Indicador de la incidencia de la regulación de los caudales de agua basado en la capacidad de los embalses. El umbral se estableció en un 15% (almacenamiento superior al 15% de la aportación natural).

La aplicación de los indicadores de presión a la red fluvial en estudio permitió identificar un conjunto de tramos fluviales que presumiblemente correspondían a masas prístinas o con alteraciones de escasa importancia, entre las que podían localizarse estaciones de referencia.

Entre las estaciones muestreadas, muchas de las evaluadas de posible referencia se localizaban en los tramos del CEDEX (tabla III.2.-2), especialmente para los tipos de alta montaña, montaña húmeda calcárea, montaña mediterránea silíceo, y en menor medida para los de la montaña mediterránea calcárea.

2.2.2 Criterios Guadalmed

El proyecto Guadalmed tuvo como objetivo desde sus primeras etapas, el diseño de criterios y metodologías de aplicación en el ámbito de la DMA. Los trabajos de investigación sobre los ríos mediterráneos, que integran este proyecto, han sido llevados a cabo por un extenso grupo de investigadores de las Universidades de Barcelona, Baleares, Murcia, Almería, Granada y Vigo, que contó con la colaboración del CEDEX. Una de las tareas del proyecto ha sido la identificación de criterios para la selección de las condiciones de referencia, los cuales se han recogido en un trabajo publicado en *Limnética*³.

La identificación de condiciones de referencia se basa en el cumplimiento de los criterios incluidos en la tabla 2.-1.

Tabla 2.-1. Criterios GUALDALMED (2002) para la selección de condiciones de referencia

Condición	Respuesta	Indica
Uso urbano, agrícola o industrial <10%	SI	Cuenca sin alteraciones
Bosque de ribera naturalizado	SI	La cobertura vegetal de la ribera es la que debería haber; en general cobertura total; excepto en ríos de alta montaña; o en ramblas o ríos temporales
Bosque de ribera con especies autóctonas	SI	Bosque exclusivamente con especies autóctonas; si se encuentra 1 solo pie de una especie no autóctona naturalizada no se cuenta.
Bosque de ribera sin alteraciones	SI	No existen infraestructuras importantes en las riberas (casas, polideportivos, fábricas,...).
Canal fluvial natural	SI	El río no está canalizado ni presenta escolleras, presas transversales u otras estructuras similares.
Río sin regulación	SI	No existe regulación por embalses aguas arriba.
Hábitat del lecho adecuado	SI	El sustrato es el correspondiente al tramo al que pertenece (piedras grandes en partes altas, cantos y gravas en tramos medios y bajos y arenas o limos en las
Concentración de amonio	SI	<0,5 mg/L
Concentración de N-NO2	SI	<0,01 mg/L
Concentración de P-PO4	SI	<0,05 mg/L

En cada estación se evalúan los diferentes criterios, y los resultados son:

³ Bonada, N., Prat, N., Munne, A., Rieradevall, M., Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., Casas, J., Jáimez-Cuéllar, P., Mellado, A., Moyà, G., Pardo, I., Robles, S. Ramón, Guillem, Suarez, M.L., Toro, M., Vidal Abarca- M.R., Vivas, S. Y Zamora-Muñoz, C. 2004. *Limnética* 2(3-4): 99-114 (2002).

- La estación es de **referencia** si se cumplen todos los criterios (SCR = 10).
- En tipos sin estaciones de referencia que cumplan SCR = 10, las que obtienen un SCR entre 7 y 9 pueden considerarse de referencia si no se incumplen los criterios de uso del suelo, naturalidad del canal fluvial y regulación (sombreados en color en la tabla 2.-1).

Si en un tipo no hay estaciones que cumplan SCR=10 y fallan los criterios básicos anteriormente señalados, entonces en lugar de condición de referencia se habla de máximo potencial ecológico (MPE).

En las estaciones de muestreo de referencia del presente proyecto se ha realizado una aproximación a la aplicación de los criterios de Guadalmed cuyos resultados se presentan en la tabla III.1.-2.

El análisis de los resultados se muestra en los siguientes cuadros:

<p><u>Estaciones evaluadas:</u> 67</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Adecuadas 20 ✓ Dudosas 22 ✓ Inadecuadas 25 	<p><u>Estaciones adecuadas:</u> 20</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo AM-27 : 6 • Tipo MHC-26: 5 • Tipo MMS-11: 4 • Tipo MMC-12: 5
--	--

Entre el grupo de estaciones dudosas algunas se consideraron inicialmente adecuadas pero posteriormente se desestimaron si no cumplían los criterios básicos del procedimiento (uso de la cuenca, naturalidad del canal y regulación).

2.2.3 Análisis IMPRESS (Abril 2005)

Los resultados del estudio de presiones e impactos cualitativo (Abril 2005) permitieron identificar masas con riesgo nulo, masas con riesgo en estudio y masas con riesgo seguro. Esto se observa en la figura 2.-3 en la que se indica también la localización de las estaciones de control biológico de la CHE (RCVA, diatomeas y red del presente estudio).

Se procedió a constatar si las estaciones muestreadas se localizaban en *masas con riesgo nulo*. Los resultados se presentan en la tabla III.1-3 y se resumen en el siguiente cuadro:

<u>Estaciones evaluadas:</u> 67	
✓ Riesgo nulo	42
✓ Riesgo en estudio	17
✓ Riesgo seguro	7
✓ Sin evaluar Impress	1

Las 17 estaciones en masas con riesgo en estudio incluye 3 estaciones situadas en límite de masas con riesgo nulo/en estudio. Además existe una estación sin clasificar en el IMPRESS (E-52) ya que se encuentra en un río no identificado como masa por no haberse incluido en la red hidrográfica de trabajo, no obstante esta estación se encuentra en un pequeño arroyo en el que no se aprecian presiones ni impactos significativos.

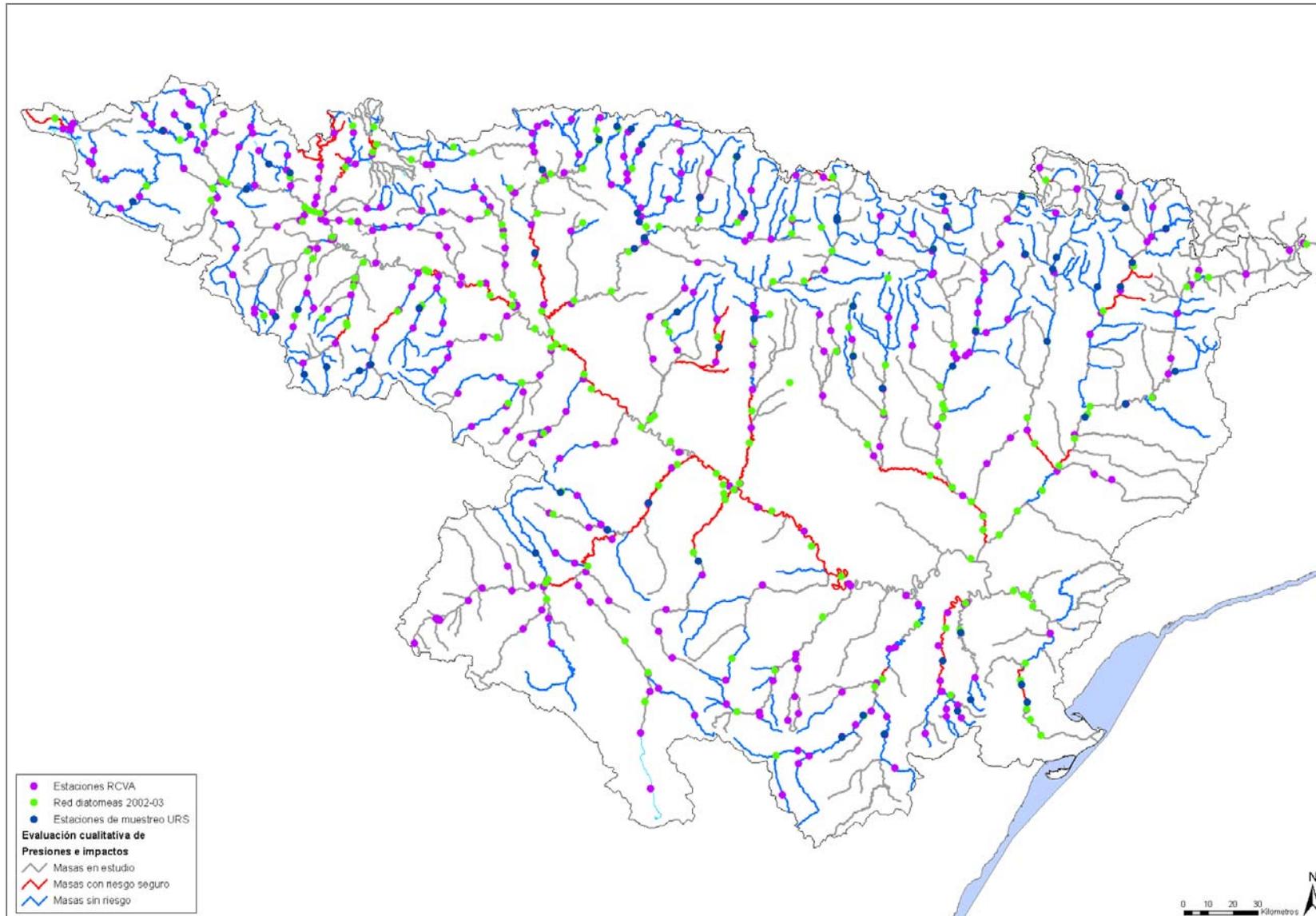


Figura 2.-3: Resultados del IMPRESS cualitativo y localización de estaciones de control biológico pertenecientes a la CHE.

Comparación de resultados GUADALMED e IMPRESS

La comparación entre los resultados del análisis IMPRESS para las estaciones analizadas y su evaluación de acuerdo con el procedimiento GUADALMED (apartado 2.2.2) permite observar que lo siguiente:

- Todas las estaciones consideradas adecuadas como referencia según GUADALMED (20) se encuentran en masas con riesgo nulo.
- Las estaciones inadecuadas según GUADALMED (25) se encuentran en masas de diferente calificación según IMPRESS:
 - 5 en masas con riesgo seguro
 - 13 en masas con riesgo en estudio
 - 7 en masas con riesgo nulo
- Las estaciones dudosas según GUADALMED (22) se encuentran mayoritariamente en masas con riesgo nulo (16); además 2 están en masas con riesgo seguro y 4 en masas con riesgo en estudio.

Estos resultados se explican por las diferentes aproximaciones y escalas de trabajo usadas. Así el procedimiento GUADALMED se basa en el análisis de características ligadas a la estación de muestreo (básicamente), mientras que el análisis IMPRESS tiene una escala de trabajo mucho más amplia, y además usa umbrales que resultan, en algunos casos, poco restrictivos. A la vista de lo indicado se procedió a realizar un mayor esfuerzo en la definición de criterios IMPRESS más estrictos que pudieran usarse para la validación de las estaciones de referencia, o para localizar masas con riesgo nulo que tuvieran mayor garantía de albergar condiciones de referencia (ver apartado 2.2.4).

2.2.4 Redefinición de criterios IMPRESS: Criterio estricto

Como se ha indicado en el apartado 2.2.3., los resultados del IMPRESS no parecen ser lo suficientemente adecuados para identificar estaciones (y masas) en condiciones prístinas o con mínima alteración, en las que se puedan identificar las condiciones de referencia. Esto se justifica por la escala de trabajo, y en algunos casos por la falta de información adecuada sobre presiones.

No obstante se intentó ahondar en los resultados del análisis de IMPRESS para las masas de posible referencia identificadas en la demarcación del Ebro. Para ello se procedió a la evaluación de forma más detallada y aplicada a la estación de posible referencia, de los criterios usados en el IMPRESS cualitativo, junto con otros recomendados por el GIG Central-Báltico (*Reference Criteria-Central Baltic GIG, John Murria-Bligh, 20 de diciembre de 2005*) para la identificación de condiciones de referencia.

Este análisis condujo a la definición de nuevos criterios (denominados criterios **IMPRESS estricto**) los cuales se aplicaron en las masas identificadas con **RIESGO NULO**.

En las tablas siguientes se muestran los criterios seleccionados para su aplicación en las masas con riesgo nulo (de IMPRESS), que permitan confirmar o no que la masa puede ser de referencia, así como validar las estaciones de referencia que puedan encontrarse en la misma.

Grupo de Presión	Umbral de los distintos tipos de alteraciones que originan presión considerando los tres criterios		
	CRITERIO IMPRESS	CRITERIO GIG ⁴	CRITERIO ESTRICTO
Fuentes difusas de contaminación	Área usada por aeropuertos $\geq 15\%$		C.IMPRESS
	Área usada por vías de transporte $\geq 15\%$		
	Suelos contaminados \Rightarrow TODOS		
	Área usada para regadío $\geq 10\%$	Área usada para regadío $> 10\%$	
		Área usada para viñas y huerto (fuera de la zona riparia) $\geq 1\%$	
	Área usada para secano $\geq 30\%$	Área usada para tierras arables $\geq 20\%$ y hasta $\geq 50\%$ en tramos bajos si la vegetación de ribera se conserva bien y no hay problemas de erosión	
	Área ocupada por zonas urbanas $\geq 25\%$	Área ocupada por zonas urbanas $> 4\%$ en tramos bajos y $\geq 0,1\%$ en tramos altos	
		Área ocupada por zonas industriales $> 2\%$	
	Zonas de extracción minera \Rightarrow TODAS		
	Área ocupada por zonas recreativas $\geq 15\%$		
	Área ocupada por praderas $\geq 15\%$		
	Cabezas acumuladas de ganado bovino ≥ 3.500	Ganadería intensiva: En zona riparia \Rightarrow TODAS Fuera de zona riparia cuando el área usada $> 10\%$	
	Cabezas acumuladas de ganado porcino ≥ 10.000	Ganadería extensiva: Cabezas de ganado/ha $\geq 1,25$	
Proximidad de gasolineras < 1.000 m			
	% de plantación de coníferas (variable)		
	Signos de eutrofización: proliferación de macrófitas y algas; $PO_4 \geq 0,3$ mg/l; $NO_3 \geq 5$ mg/l		
	Valor de pH (dependiendo del pH natural del tramo)		

IMPRESS: el % que se pone de umbral corresponde al % de área usada en la actividad analizada respecto a la cuenca de drenaje de la masa de agua.

GIG: se refiere a tramos de río cuya longitud depende del orden del río en el que nos encontremos.

Grupo de Presión	Umbral de los distintos tipos de alteraciones que originan presión considerando los tres criterios		
	CRITERIO IMPRESS	CRITERIO GIG	CRITERIO ESTRICTO
Fuentes puntuales de contaminación	Vertido urbano ≥ 2.000 habitantes equivalentes (sin depuradora)	Pequeños vertidos o con depuración (impacto muy localizado).	Criterio IMPRESS y nº de vertidos que soporta la masa. Se analizan también la existencia (y presencia o no de presión) de vertidos situados aguas arriba de la estación de referencia, considerando tanto los que están en la propia masa como en las masas de agua situadas aguas arriba.
	Vertido industriales biodegradables ≥ 4.000 habitantes equivalentes (sin depuradora)	Con vertidos con índice PEC/PNEC > 1 Presencia de otros vertidos químicos.	
	Vertidos industriales de actividades IPPC \Rightarrow TODAS		
	Vertidos con sustancias peligrosas: si emiten sustancias de las listas I, II Preferente y Prioritarias		
	Vertidos de piscifactorías ≥ 50 l/s		
	Vertidos procedentes de extracciones mineras (aguas de agotamiento) ≥ 100 l/s		
	Vertidos de sales ≥ 100 T/día TSD ⁴		
	Vertidos térmicos de producción ≥ 10 MW		

⁴ Reference Criteria – Central-Baltic GIG. Basados en la recopilación o respuesta a la plantilla REFCOND de Central-Baltic GIG (John Murria-Bligh, 20 de diciembre de 2005).

Grupo de Presión	Umbral de los distintos tipos de alteraciones que originan presión considerando los tres criterios		
	CRITERIO IMPRESS	CRITERIO GIG	CRITERIO Estricto
	Vertederos urbanos de población \geq 10.000 habitantes Vertederos de residuos tóxicos y peligrosos \Rightarrow TODOS Vertederos de residuos no peligrosos \Rightarrow si \exists evidencia de presión		

Grupo de Presión	Umbral de los distintos tipos de alteraciones que originan presión considerando los tres criterios		
	CRITERIO IMPRESS	CRITERIO GIG	CRITERIO Estricto
Extracciones	<p>Si $Ind\ Ext \geq 40\%$, donde:</p> $Ind\ Ext = \frac{\sum q_e}{Q_{RN}} \cdot 100$ <p>Ind Ext: índice de extracción q_e (m^3/s): caudal medio continuo equivalente anual extraído de cada captación de agua en la cuenca vertiente de MAS considerada Q_{RN} (m^3/s): caudal en régimen natural</p>	<p><u>A nivel de cuenca:</u> Con presas afectando el régimen de agua bajas (alteración > 20% del flujo mensual mínimo).</p> <p><u>A nivel de tramo:</u> Con extracciones de agua que suponen > 20% de las descargas en aguas bajas. Variaciones en el nivel.</p>	<p>Si $0,8 > I > 1,2$, donde:</p> $I = \frac{Q_{rn} + (\sum Inc - \sum Ext)}{Q_{RN}}$ <p>I: índice de variación de flujo.</p>
Incorporaciones	<p>Si $Ind\ Inc \geq 200\%$, donde:</p> $Ind\ Inc = \frac{\sum q_i}{Q_{RN}} \cdot 100$ <p>Ind Inc: índice de incorporación (incorporaciones debidas únicamente a centrales hidroeléctricas y a trasvases). q_i (m^3/s): caudal medio continuo equivalente anual incorporado por el trasvase o desvío hidroeléctrico, suma de todos los existentes aguas arriba de la masa de agua. Q_{RN} (m^3/s): caudal en régimen natural.</p>		<p>Q_{RN} (m^3/s): caudal en régimen natural</p> <p>$\sum Inc$: incorporaciones acumuladas en la masa de agua (las que se producen en la masa de agua y aguas arriba).</p> <p>$\sum Ext$: extracciones acumuladas en la masa de agua (las que se producen en la masa de agua y aguas arriba).</p>
Regulación	<p>Si $IR > 40\%$ donde:</p> $IR = \frac{CapEmbAcum}{ApoRN} \cdot 100$ <p>IR: Indicador de regulación de flujo por capacidad de embalse aguas arriba Cap Emb Acum (Hm^3): Capacidad del embalse acumulada aguas arriba Apo RN (Hm^3): Aportación total en régimen natural acumulada aguas arriba</p>	<p><u>A nivel de cuenca:</u> Con presas modificando significativamente régimen hidrológico (crecidas ordinarias y flujos de aguas bajas) y/o el de sedimentos (alteraciones morfológicas: incisión).</p> <p><u>A nivel de tramo:</u> Con by-pass de aguas residuales. Con regulación de flujo aguas arriba. Con picos hidrodinámicos: relación $Q_{en\ pico}/Q_{base} > 2$.</p>	<p>Se utiliza el Indicador de Regulación del IMPRESS, pero con criterio más estricto: $IR > 20\%$</p>

Grupo de Presión	Umbrales de los distintos tipos de alteraciones que originan presión considerando los tres criterios		
	CRITERIO IMPRESS	CRITERIO GIG	CRITERIO ESTRICTO
Alteraciones morfológicas	Presencia de presa o azud de altura \geq 2m. Masa de agua considerada "embalse" por la CHE.	Si la afección por fluctuaciones de nivel de agua es $>$ 10% en el tramo. Presencia de estructuras transversales en la estación de muestreo.	C.IMPRESS
	Longitud afectada por alteración longitudinal (canalización, protección de márgenes o coberturas) \geq 100m.	Si la longitud afectada por "trabajos duros" + "trabajos blandos" es $>$ 10% de la longitud del tramo. Estación de muestreo en zona afectada por estructuras artificiales.	Combinación de criterio IMPRESS y GIG: Longitud afectada por alteración longitudinal (suma de canalización, protección de márgenes y coberturas) \geq 100m ó $>$ 10%.
	Masas de agua que según criterio de experto sufre alteraciones morfológicas (análisis hidromorfológico de la universidad de Zaragoza)	Si no existe continuidad fluvial para los organismos acuáticos y transporte de sedimentos. Sustatos, perfiles y relación anchura/profundidad no adecuados a la tipología. No conectividad total con el freático. Estación de muestreo sin conectividad lateral.	C.IMPRESS

Procedimiento de validación de estaciones según criterios IMPRESS estrictos

Se ha trabajado partiendo del análisis de riesgos en las masas de agua de la CHE realizado en el análisis IMPRESS y del conjunto de estaciones de control biológico (en una primera fase se han evaluado las estaciones de la red provisional de referencia de la CHE, y posteriormente se han ido añadiendo de forma sucesiva, otras de la RCVA, red diatomeas de la CHE, del estudio del Gobierno de Aragón, y de las redes del País Vasco, Navarra y Cataluña. Los pasos seguidos en el procedimiento de selección y validación de estaciones de referencia se muestra en la figura 2.-4, y se detallan a continuación:

➤ **Análisis de las masas de agua:**

- ✓ En primer lugar se han seleccionado las estaciones situadas sobre masas de agua con RIESGO NULO, según el análisis IMPRESS.
- ✓ Sobre las masas de agua con RIESGO NULO se ha determinado la afección de presiones significativas según **criterio estricto**, según los grupos de presiones, criterio y umbrales definidos en las tablas incluidas en este apartado.
- ✓ Se han agrupado las estaciones según su localización en:
 - masas de agua que cumplen criterio estricto
 - masas que no cumplen criterio estricto

➤ Análisis de las estaciones:

- Estaciones situadas en masas de agua que cumplen criterio estricto:

Se confirma que la estación cumple los criterios de la masa. El procedimiento se basa en la realización de un análisis detallado, sobre cada una de las estaciones a evaluar, considerando todas las presiones que se ejercen aguas arriba de la estación que puedan afectar a la estación. En el análisis se consideran también las presiones heredadas de otras masas situadas aguas arriba de la posible estación de referencia.

De esta manera se seleccionan aquellas estaciones que cumplen lo siguiente:

- No cuentan con una presión significativa aguas arriba cuyo efecto se arrastre hasta la estación considerada.
- El número de presiones situadas aguas arriba no sea numerosa (efecto acumulativo), significativa o muy próxima (criterio de experto).

- Estaciones situadas en masa de agua que no cumplen criterio estricto:

Se trata de rescatar estaciones que pueden cumplir criterio estricto, a pesar de encontrarse en masas que no lo cumplen. Se sigue el mismo procedimiento de análisis detallado que en el caso anterior. Se consideran los siguientes aspectos determinantes:

- ✓ La afección (o afecciones) que genera la presión (según criterio estricto) debe situarse aguas abajo de la estación, con el fin de que la estación **SI** cumpla el criterio estricto.
- ✓ No deben existir presiones significativas y también se excluirán (a criterio de experto) estaciones en las que exista:
 - Afección aguas arriba de la estación o a su altura por extracciones-incorporaciones de uso hidroeléctrico.
 - Vertidos puntuales, azudes, alteraciones morfológicas, etc. muy próximas a la estación de muestreo (inferior a 500 m).
 - Grandes presas aguas arriba que provocan alteración en el índice de regulación (IR).
 - Muchos vertidos aguas arriba y concentrados (no se conoce su efecto acumulativo).

Con esta metodología se consigue una selección de las estaciones situadas en zonas sin afección conocida y, por tanto, se espera que sean las potencialmente más representativas de las condiciones de referencia del tipo al que representan. Asimismo se identifican masas de agua que carecen de estaciones de control biológico pero que serían susceptibles de incluir estaciones de referencia. Los resultados se presentan en el apartado 2.3.

PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE ESTACIONES DE REFERENCIA

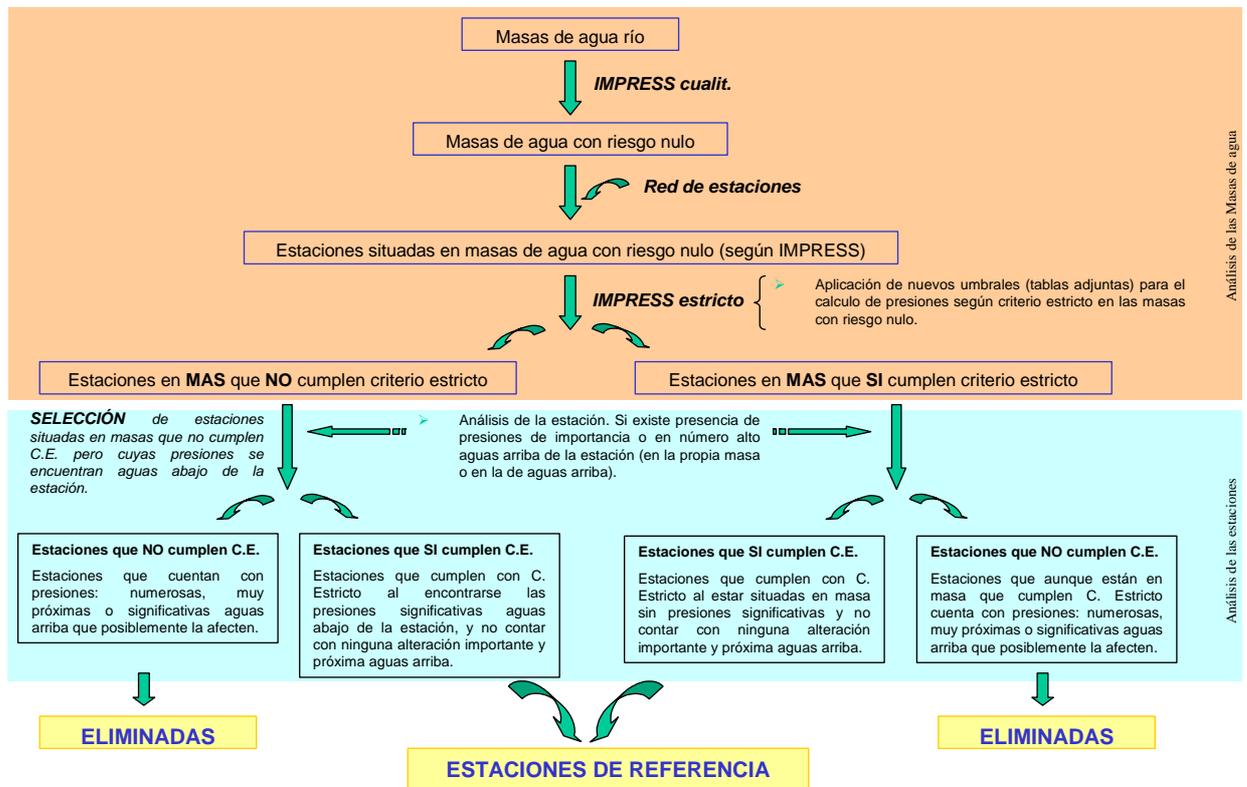


Figura 2-4: Procedimiento usado para la selección y validación de estaciones de referencia

2.3 Propuesta de red de estaciones de referencia

La metodología indicada en el apartado 2.2.4. se ha aplicado sobre una matriz de estaciones de control biológico de diferente procedencia:

- Estaciones de muestreo de la red provisional de referencia (muestreada los veranos de 2004 y 2005).
- Estaciones de la RCVA. Años 2001 a 2005.
- Estaciones de la red de diatomeas de la CHE. Años 2002 y 2003.
- Estaciones del estudio del Gobierno de Aragón. Años 2003 y 2003.
- Estaciones de la red de control biológico del País Vasco(*)
- Estaciones de la red de control biológico de Navarra (*)
- Estaciones de la red de control biológico de Cataluña (cuenca del Ebro) (*)

(*) Sólo se han validado estaciones pero no se han usado los datos en la cuantificación de las condiciones de referencia.

El desarrollo de los trabajos ha seguido las siguientes pautas:

1. Se han aplicado los criterios de IMPRESS estricto a las estaciones de la red provisional de referencia, muestreada en 2004 y 2005 (códigos URS 1 a URS 67), para contrastar las evaluaciones previamente realizadas con GUADALMED e IMPRESS cualitativo (en apartados 2.2.2 y 2.2.3). Los resultados se presentan en la tabla III.1-3. Las siguientes 18 estaciones resultan válidas (valoraciones incluidas en la tabla III.1.5):

Estaciones del muestreo 2004-05 validadas según Impress estricto				
Código estación	Masa Nº	Río	Localidad	Tipo
25	100	Arba de Luesia	Malpica de A	RMBMM- 9
40	186	Najerilla	Ag. Aba. Neila	MMS-11
65	197	Mayor	Villoslada de Cameros (ag. arr.)	MMS-11
66	194	Urbión	Viniegra de Abajo	MMS-11
67	179	Tirón	Fresneda de la Sierra Tirón	MMS-11
29	398	Algás	Mas de Bañetes	MMC-12
31	356	Bergantes	La Balma	MMC-12
34	89-276	Leza	Leza	MMC-12
61	217	Rudrón	Tablada del Rudrón	MMC-12
3	533	Urrobi	Aguas arriba camping Urrobi	MHC-26
6	526	Esca	Burgui ag. arr. 58	MHC-26
36	474	Nela	Puentedey	MHC-26
55	481	Omecillo	Corro	MHC-26
57	425	Gállego	Sta. Eulalia de Gállego	EMCPM- 15
41	535	Erro	Sorogaín	AM-27
42	694	Veral	Zuriza	AM- 27
47	764	Ésera	Plan del Hospital	AM- 27
52	-	Son	Esterri d'Aneu	AM- 27

De las estaciones descartadas, algunas se habían considerado adecuadas según criterio de experto apoyado en las evaluaciones realizadas con GUADALMED e IMPRESS cualitativo. Éstas se listan en la tabla III.1-4 y se indican las causas de no cumplimiento de los criterios de IMPRESS estricto. Se trata de 12 estaciones de las que 5 eran dudosas según GUADALMED, por lo que el resultado de IMPRESS estricto apoya su exclusión como estaciones de referencia. De las 7 restantes las causas de exclusión se deben a la existencia de presiones morfológicas e hidrológicas (extracción) principalmente y, en algunos casos, por presiones debidas a fuentes difusas. En este caso las condiciones de la estación pueden ser buenas, no obstante no se puede asegurar que las condiciones que existen sean las representativas de referencia del tipo.

2. En una segunda fase, se ha procedido a identificar más estaciones que cumplieran con los criterios de IMPRESS estricto con la finalidad de aumentar el número de estaciones de referencia. Para ello se han aplicado los criterios indicados a estaciones de la RCVA, red de diatomeas de la CHE y estaciones de control biológico de Aragón, País Vasco Navarra y Cataluña. Las estaciones seleccionadas se muestran en las tablas III.1-5 a III.1-7. Hay que indicar que parte de ellas no se han evaluado en campo, por lo que su uso como estación de referencia requeriría este paso final.
3. Se han identificado masas de agua sin estaciones de control de la CHE que cumplen criterio estricto, las cuales se listan en la tabla III.1.-8.

4. En la tabla III.1.-9 y en el cuadro adjunto se muestra la lista de estaciones de referencia que se ha usado para el cálculo de las condiciones de referencia. No se ha incluido la totalidad de las estaciones validadas según criterio estricto, dado que algunas de las evaluaciones se han realizado con posterioridad a la realización de los cálculos de condiciones de referencia.

Estaciones de referencia validadas por Impress estricto, usadas para el establecimiento de las condiciones de referencia							
Código estación	Masa Nº	Río	Localidad	Tipo	Usada cálculos		
					IBMWP	Otras métricas	Diatomeas
URS25	100	Arba de Luesia	Malpica de Arba	RMBMM-9	+	+	+
A72	127	Cámaras	Herrera de los Navarros	RMBMM-9	+	-	+
D540	116	Ayerbe		RMBMM-9	-	-	+
RCVA 178	183	Najerilla	Villavelayo (ag.arr)	RMMS-11	+	+	-
RCVA 387	180	Urbión	Soto del Valle	RMMS-11	+	+	-
URS65	197	Mayor	Villoslada de Cameros (ag. Abajo)	RMMS-11	+	+	+
URS66	194	Urbión	Viniestra de Abajo	RMMS-11	+	+	+
URS67	179	Tirón	Fresneda	RMMS-11	+	+	+
URS40	186	Najerilla	Neila (ag.abajo)	RMMS-11	+	+	+
RCVA 169	221	Oca	Villalmondar	RMMS-12	+	+	-
RCVA 191	296	Linares	San Pedro Manrique	RMMS-12	+	+	-
RCVA 193	295	Alhama	Magada	RMMS-12	+	+	-
RCVA 240	383	Matarraña	Beceite (Parrizal)	RMMS-12	+	+	-
URS34=RCVA346	276	Leza	Leza del río Leza	RMMS-12	+	+	+
URS31=RCVA380	356	Bergantes	La Balma	RMMS-12	+	+	+
URS61	217	Rudrón	Tablada de Rudrón	RMMS-12	+	+	+
URS29	398	Algas	Mas de Bañetes	RMMS-12	+	+	+
D166	234	Jerea	Palazuelos	RMMS-12	-	-	+
A48	304	Arba de Biel	El Frago	RMMS-12	+	-	+
A119	375	Vero	Lecina	RMMS-12	+	-	+
A120	375	Vero	Almazorre	RMMS-12	+	-	+
A122	377	Isuala	Alberuela de la Liena	RMMS-12	+	-	+
A123	377	Balcés	Las Bellostas	RMMS-12	+	-	+
A124	381	Alcanadre	Casbas	RMMS-12	+	-	+
A126	378	Alcanadre	Pedruel	RMMS-12	+	-	+
A130	380	Formiga	Bastarás	RMMS-12	+	-	+
URS57=RCVA292	425	Gállego	Santa Eulalia de Gállego	EMCPM-15	+	+	+
URS36=RCVA4	474	Nela	Puentedey	RMHC-26	+	+	+
RCVA 6	477	Trueba	El Vado	RMHC-26	+	+	-
URS6=RCVA58	526	Esca	Burgui	RMHC-26	+	+	+
RCVA 446	531	Iratí	Cola embalse Irabia	RMHC-26	+	+	-
URS55	718	Omeçillo	Corro	RMHC-26	+	+	+
URS3	533	Urrobi	Ag. Arr.camping Urrobi	RMHC-26	+	+	+
A127	684	Mascún	Rodellar	RMHC-26	+	-	+
A132	686	Guatizalema	Nocito (después)	RMHC-26	+	-	+
A40	514	Estarrón	Aisa	RMHC-26	+	-	+
A41	517	Osía	Jasa	RMHC-26	+	-	+
A43	518	Aragón Subordán	Embún	RMHC-26	+	-	+
A33	568	Aurín	isín	RMHC-26	+	-	+
A32	574	Guarga	Ordovés	RMHC-26	+	-	+
RCVA 53	693	Subordán	Hecho	RAM-27	+	+	-
RCVA 128	756	Aso	Vellos aguas abajo nacimiento	RAM-27	+	+	+
URS42=RCVA448	694	Veral	Zuriza	RAM-27	+	+	+
URS47=RCVA270	764	Èsera	Plan de l'Hospital	RAM-27	+	+	+
URS52	711	Son	Esterrí d'Aneu	RAM-27	+	+	+
URS41	535	Erro	Sorogain	RAM-27	+	+	+
A6	764	Èsera	Hospital de Benasque	RAM-27	+	-	+
A13	785	Arazas	Torla (pradera Ordesa)	RAM-27	+	-	+
A14	785	Arazas	Torla (desembocadura)	RAM-27	+	-	+
A42	693	Aragón Subordán	Hecho (Selva de Oza)	RAM-27	+	-	+

Códigos: RCVA= Red control variables ambientales de CHE-OPH; D= Red de diatomeas de la CHE; A= Aragón; URS = estaciones muestreadas en el presente proyecto.

La figura 2.-5 muestra la localización de las estaciones de referencia usadas en el cálculo de las condiciones de referencia

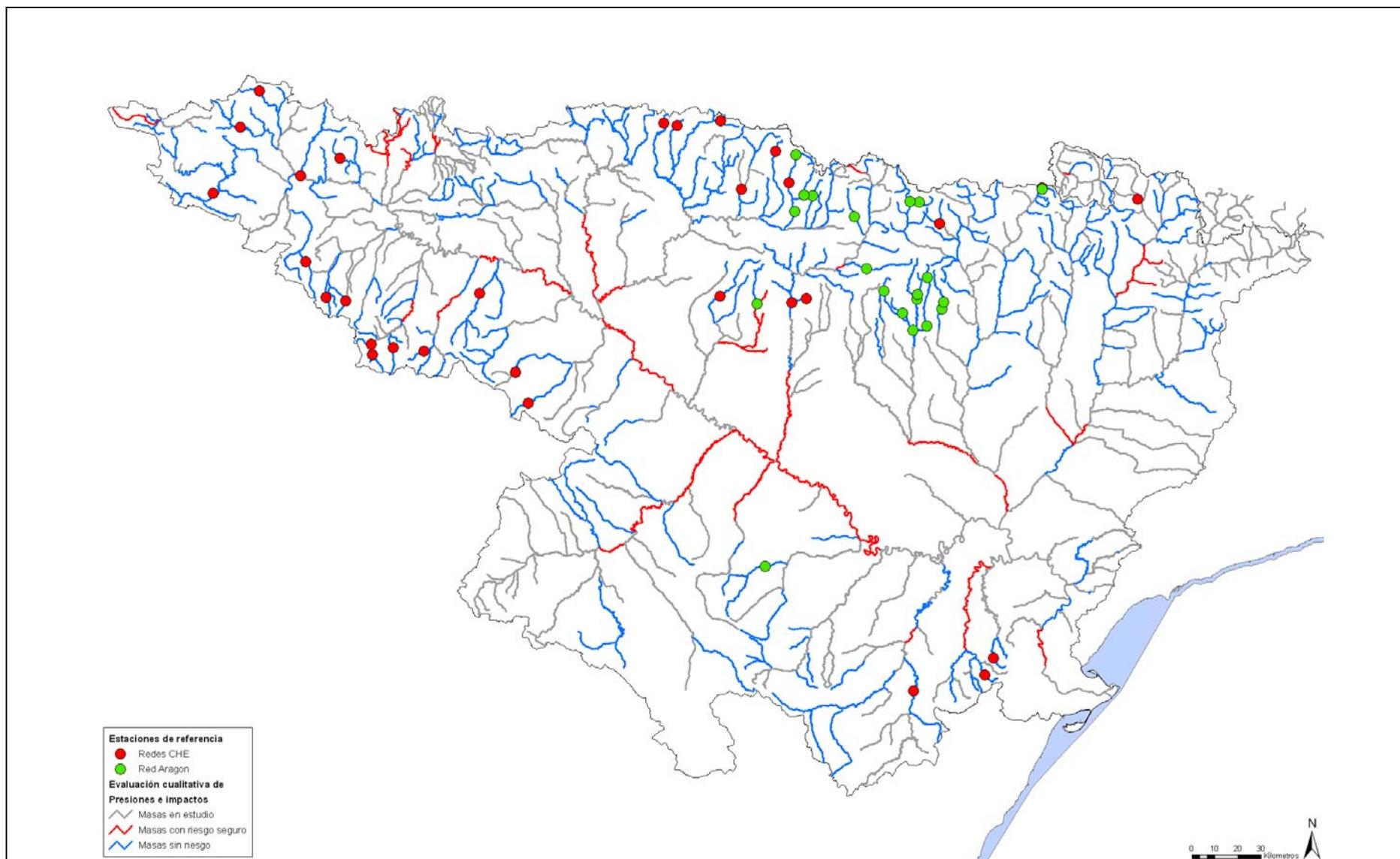


Figura 2.-5: Estaciones de referencia validadas por IMPRESS estricto y usadas en los cálculos de las condiciones de referencia (lista en la tabla III.1.-9).

Se observa:

- Existen suficientes estaciones de referencia (mínimo 5) para los tipos AM, MHC, MMC y MMS. El número es:
 - 10 de Alta Montaña (tipo 27)
 - 13 de Montaña Húmeda Calcárea (tipo 26)
 - 17 de Montaña Mediterránea Calcárea (tipo 12)
 - 6 de Montaña Mediterránea silíceo (tipo 11)
- No hay suficientes estaciones de referencia para los tipos RMBMM y EMCPM. Hay:
 - 3 de Ríos Mineralizados de Baja Montaña Mediterránea (tipo 9)
 - 1 de Ejes Mediterráneo Continentales Poco Mineralizados (tipo 15)
- No existen estaciones de referencia para los tipos EMCM y GEAM.
 - 0 de Ejes Mediterráneo Continentales Mineralizados (tipo 16)
 - 0 de Grandes ejes en ambiente mediterráneo (tipo 17)

El número de estaciones con datos para invertebrados bentónicos y diatomeas se muestra en el siguiente cuadro:

Tipo de río	Nº estaciones de referencia con datos del elem. biológico	
	Invertebrados bentónicos	Diatomeas
Alta montaña (27)	10	8
Ríos de montaña mediterránea silíceo (11)	6	4
Ríos de montaña húmeda calcárea (26)	13	11
Ríos de montaña mediterránea calcárea (12)	16	13
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	2	3
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	1	1
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	0	0
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	0	0

La fauna íctica no se ha considerado para el establecimiento de las condiciones de referencia debido a que no se disponía de datos suficientes en la cuenca. No obstante en el presente estudio se realizaron pescas en 11 estaciones de la red provisional de referencia y se obtuvieron y analizaron datos, de dos estaciones más, proporcionados por la Junta de Castilla y León. El informe correspondiente a las pescas realizadas se presenta en el Apéndice III.3.

De las estaciones con datos de peces las siguientes corresponden a estaciones validadas por criterio Impress estricto:

<i>Estaciones con datos de peces validadas con Impress estricto</i>									
Masa de agua nº	Código final	Localización	Huso	Coord. X	Coord.Y	Tipos fluviales	Fecha muestreo	IMPRESS	Validación
535	41	Erro en Sorogain (Navarra)	30	629622	4760537	AM-27	26-07-05	Riesgo nulo	Criterio estricto
694	42	Veral en Zuriza (Huesca)	30	678566	4748345	AM-27	21-07-05	Riesgo nulo	Criterio estricto
764	47	Ésera en Benasque (Huesca)	31	303390	4728450	AM-27	20-07-05	Riesgo nulo	Criterio estricto
186	40	Najerilla en Neila (Burgos)	30	501713	4659807	MMS-11	26-07-05	Riesgo nulo	Criterio estricto
398	29	Algás en Mas de Bañetes (Teruel)	31	268400	4526556	MMC-12	28-07-05	Riesgo nulo	Criterio estricto
533	3	Urrobi en Erro (Navarra)	30	635632	4759351	MHC-26	26-07-05	Riesgo nulo	Criterio estricto
474	36	Nela en Puente de Merindad de Valdeporres, Burgos)	30	443885	4758620	MHC-26	(17-03-00) (14-10-00)	Riesgo nulo	Criterio estricto

Estos datos son una contribución al estudio de la fauna íctica de la demarcación del Ebro que la CHE tiene en marcha y que rendirá resultados en 2006-2007.

3 Métricas para la evaluación de la calidad biológica

3.1 Introducción

La evaluación de los elementos de calidad biológicos de las masas de agua es un pilar básico para el establecimiento del estado ecológico, según las directrices de la DMA. En las masas fluviales los elementos de calidad biológicos a considerar son:

- Flora acuática: microalgas y macrófitos
- Fauna bentónica de invertebrados
- Fauna íctica

En el documento Metodología para el establecimiento del estado ecológico, según la Directiva Marco del Agua (CHE, 2005) se han presentado diferentes aspectos metodológicos para la selección de indicadores y métricas, y en concreto se han desarrollado protocolos de muestreo y análisis para fitobentos (microalgas bentónicas), fitoplancton, macrófitos y macroalgas, invertebrados bentónicos y fauna íctica.

Para el cálculo de condiciones de referencia de los tipos fluviales se han analizado microalgas bentónicas (diatomeas) e invertebrados bentónicos, por tratarse de los indicadores con más datos existentes en las estaciones de control biológico de la cuenca del Ebro.

Para cada caso se ha obtenido lo siguiente:

Microalgas bentónicas (diatomeas)	Invertebrados bentónicos
<ul style="list-style-type: none"> - Listado de géneros y especies, y abundancias relativas. - Cálculo de los índices IPS, IBD y CEE. 	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de familias. Datos de presencia y ausencia (abundancias relativas para las estaciones muestreadas en 2005). - Cálculo de métricas referidas a riqueza taxonómica e índices IBMWP y ASTP.

3.2 Selección de métricas

3.2.1 Microalgas bentónicas (diatomeas)

Entre las métricas basadas en las microalgas bentónicas, los índices de diatomeas son los que ofrecen mejores resultados y, además, existen experiencias previas consolidadas tanto metodológicas (normas CEN de muestreo e identificación) como de aplicación en la cuenca del Ebro (*2ª fase del diseño de la red de diatomeas en la cuenca del Ebro*, CHE, 2004) (para más detalles ver el *Protocolo de muestreo y análisis para fitobentos* (MMA-CHE, 2005).

Los índices de diatomeas calculados en los muestreos han sido:

- IPS (Índice de polusensibilidad específica)
- IBD (Índice biológico de diatomeas; AFNOR, 2000)
- CEE (índice de Descy y Coste, 1990)

Entre éstos el IPS es la métrica recomendada, de acuerdo con los resultados de la aplicación de los tres índices indicados en la cuenca del Ebro (CHE, 2004), y a la luz de las conclusiones del Seminario de Expertos dedicado a diatomeas que, auspiciado por la C.H.E., tuvo lugar en octubre de 2004.

Por lo tanto el IPS es la métrica que se ha seleccionado como indicadora de flora acuática, para su cálculo en las estaciones de referencia.

3.2.2 Invertebrados bentónicos

Los datos disponibles, en el caso del elemento de calidad invertebrados bentónicos, consisten en inventarios cualitativos de familias obtenidos entre 2000 y 2005 (para las estaciones muestreadas en 2005 se tiene una estima de abundancias relativas según la metodología de Guadalmed para estaciones de referencia). Esto reduce el universo de las posibles métricas a calcular, sólo siendo aplicables aquellas que se refieren a la riqueza taxonómica y al valor indicador de las familias, como es el caso del IBMWP.

Inicialmente se han calculado y analizado las siguientes métricas:

IBMWP

IASPT

Número total de familias

Suma de familias de Efemerópteros

Suma de familias de Plecópteros

Suma de familias de Tricópteros

Suma de familias de Tricópteros sin estuche

Suma de familias de Tricópteros con estuche

Suma de familias de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros (EPT)

Análisis discriminante de las métricas respecto a los tipos fluviales

El análisis estadístico de la matriz de datos es limitado por ser de tipo cualitativo. No obstante se ha realizado un ejercicio para conocer si las métricas obtenidas a partir de los invertebrados bentónicos permiten discriminar entre los tipos fluviales. Esto se ha realizado mediante un análisis de la varianza de un factor de Kruskal-Wallis, que permite comparar la distribución de los datos. Este análisis posibilita la comparación de las medianas de los diversos grupos y la comprobación del valor discriminante (entre uno o más grupos) de las métricas empleadas. Se ha optado por un test no paramétrico, ya que la distribución de los datos no se ajusta a una distribución normal, ni es posible aplicar transformaciones para emplear el test paramétrico equivalente (ANOVA).

Además se ha realizado una prueba post-hoc de Mann-Whitney, que es un análisis no paramétrico de comparación de la varianza entre pares de grupos, que permite conocer qué parejas de tipos son realmente discriminados por cada métrica.

El análisis se ha realizado sobre todas las métricas indicadas anteriormente.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los estadísticos del test Kruskal-Wallis (en sombreado azul se indican los datos estadísticamente significativos).

Estadísticos de contraste (a,b)

	IBMWP	IASPT	Num Familias	Num Efemeróp	Num Plecopt.	Num Tricópt.	Num Tricop SIN estuche	Num Tricop CON estuche	Num EPT
Chi-cuadrado	5,077	10,917	12,446	7,716	15,405	7,236	2,602	6,505	12,929
gl	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sig. asintót.	,407	,053	,029	,173	,009	,204	,761	,260	,024

a Prueba de Kruskal-Wallis
b Variable de agrupación: TipoNum

Las métricas que discriminan los tipos analizados son tres: a) número de familias de Plecópteros, b) número de familias EPT, c) número total de familias y hay una cuarta, IASPT, muy cercana al rango por debajo del cual se considera que hay diferencias significativas entre grupos (0,05). Por el contrario el IBMWP y el resto de métricas analizadas no presentan diferencias significativas entre los tipos (para las estaciones de referencia).

Los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

Métricas que discriminan entre tipos	Métricas que NO discriminan entre tipos
Num total Familias Num Familias EPT Num Familias Plecópteros IASTP	IBMWP Num Familias Tricópteros Num Familias Tricópteros con estuche Num Familias Tricópteros sin estuche Num Familias Efemerópteros

Esto quiere decir que las métricas que discriminan tipos tienen una variación característica en el conjunto de datos analizados y por lo tanto pueden tener mayor interés para su uso en la definición de las condiciones de referencia.

Como prueba adicional para las métricas que con el análisis Kruskal-Wallis han presentado diferencias significativas (sig. asintótica >0,05) entre tipos, se ha realizado una prueba *post-hoc*, la U de Mann-Whitney. Este test permite identificar las diferencias significativas que existen para cada métrica, comparados los tipos por parejas. De este modo se identifican las métricas que discriminan mejor entre cada pareja de tipos. Los resultados obtenidos son los siguientes :

	AM	MHC	MMC
MHC	Núm. Fam. Núm. Plecópteros	-	-
MMC	IASPT Núm. EPT Núm. Plecópteros	IASPT Núm. EPT	-
MMS	IBMWP Núm. Fam.	Núm. EPT	IASPT Núm. EPT Núm. Plecópteros

Se observa que las métricas que mejor discriminan por parejas de tipos son: Número de familias ETP (discrimina todos los tipos analizados), número de familias de plecópteros y IASTP.

Estos resultados permiten conocer que métricas pueden tener mayor peso como descriptoras de la comunidad de invertebrados bentónicos en los diferentes tipos de ríos de la demarcación del Ebro, desde una aproximación cualitativa y basado sólo en el muestreo de estaciones de posible referencia. No obstante para la selección de las métricas a usar en el cálculo de estaciones de referencia también se ha tenido en cuenta que métricas cualitativas son las más usadas en otras metodologías (AQEM) y que otras se han usado en los ejercicios de intercalibración (GIG Alpino⁵, GIG Mediterráneo⁶). De acuerdo a la evaluación de los puntos indicados, y teniendo en cuenta los datos disponibles, se han seleccionado las siguientes:

- Número total de familias
- Suma de familias EPT
- Suma de familias de Plecópteros
- IASTP
- IBMWP

⁵ En el GIG alpino las métricas usadas en la aproximación cualitativa son: N° familias, N° familias EPT, IASTP y taxones sensibles seleccionados.

⁶ En el GIG Mediterráneo se ha usado N° familias, N° familias EPT, IASTP-2 y %ETD (en la aproximación cualitativa).

4 Establecimiento de las condiciones de referencia

4.1 Método para la determinación de condiciones de referencia para los tipos con estaciones de referencia

Las condiciones de referencia se obtienen a partir de estadísticos calculados sobre los valores que presentan las diferentes métricas en las estaciones de referencia.

Los estadísticos usados y consensuados en los diversos GIG's de ríos son:

Condición de referencia	<p>Mediana de los valores anuales de las métricas analizadas.</p> <p>Para evitar la distorsión estadística que se pudiera derivar del diferente número muestral (<i>n</i>) por estación, se ha optado por utilizar la media de los valores correspondientes a los distintos años de muestreo, de modo que para cada estación se ha trabajado con un solo dato, y a partir del conjunto de datos de las estaciones se ha calculado la mediana.</p>
Frontera entre el estado ecológico muy bueno y bueno (<i>normative boundary</i>)	<p>Percentil 25 (P25) de la distribución de los datos de las estaciones de referencia.</p> <p>Permite establecer la frontera entre MB/B para las distintas métricas, siempre que el número muestral lo permita.</p>

El cálculo del **EQR** para cada una de estas métricas se calcula mediante el cociente entre el valor frontera y el valor de referencia:

$$EQR = \frac{\text{valor_frontera_MB/B}}{\text{valor_de_referencia}}$$

En los apartados siguientes se presentan los resultados de la aplicación de los estadísticos indicados, en tablas y figuras tipo *box plot*.

4.2 Condiciones de referencia para los invertebrados bentónicos

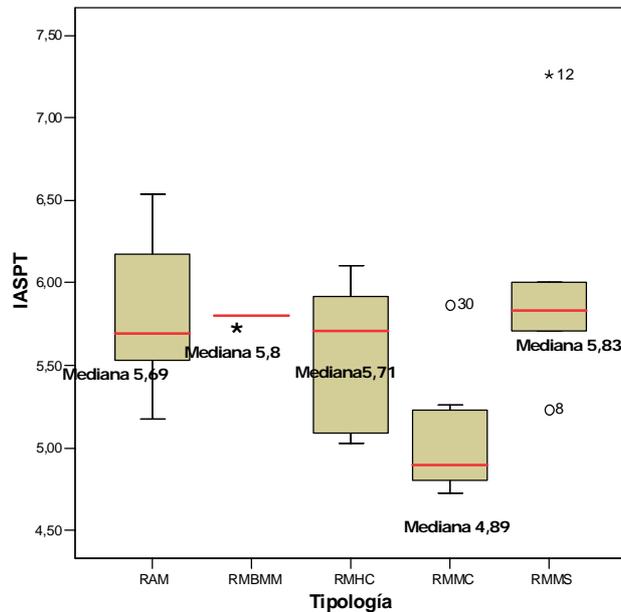
Los datos analizados proceden de las estaciones de la RCVA (2001-2002-2005), del estudio del Gobierno de Aragón (datos de 2002 y 2003) y del muestreo realizado para el presente proyecto (URS 2004-2005) validadas mediante criterio IMPRESS estricto (ver tabla III.1.-9 y apartado 2.2.4). Los resultados de los estadísticos para las métricas seleccionadas se presenta en los sucesivos cuadros y figuras adjuntos⁷:

⁷ El número de estaciones incluidas en los cálculos difiere entre las métricas IASPT, Num. Familias de Plecópteros, Num. Familias de EPT, Num. Familias y IBMWP, debido a que para las estaciones de Aragón únicamente se ha dispuesto de datos de IBMWP.

IASPT

TIPOLOGÍA (nº tipo Cedex)	Valor de Referencia (Mediana)	P25	EQR límite entre MB y B	Núm. de estaciones
Alta montaña (27)	5,69	5,40	0,95	6 (16 datos)
Montaña mediterránea silícea (11)	5,83	5,59	0,96	6 (8 datos)
Montaña húmeda calcárea (26)	5,71	5,07	0,89	6 (16 datos)
Montaña mediterránea calcárea (12)	4,89	4,79	0,98	8 (17 datos)
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	5,8 *	-	-	1 (1 datos)
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	5,48 *	-	-	1 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	-	-	-	-
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	-	-	-	-

(*) Valores orientativos El número de estaciones disponibles es inferior a 5 (límite considerado adecuado para obtener resultados estadísticamente significativos)

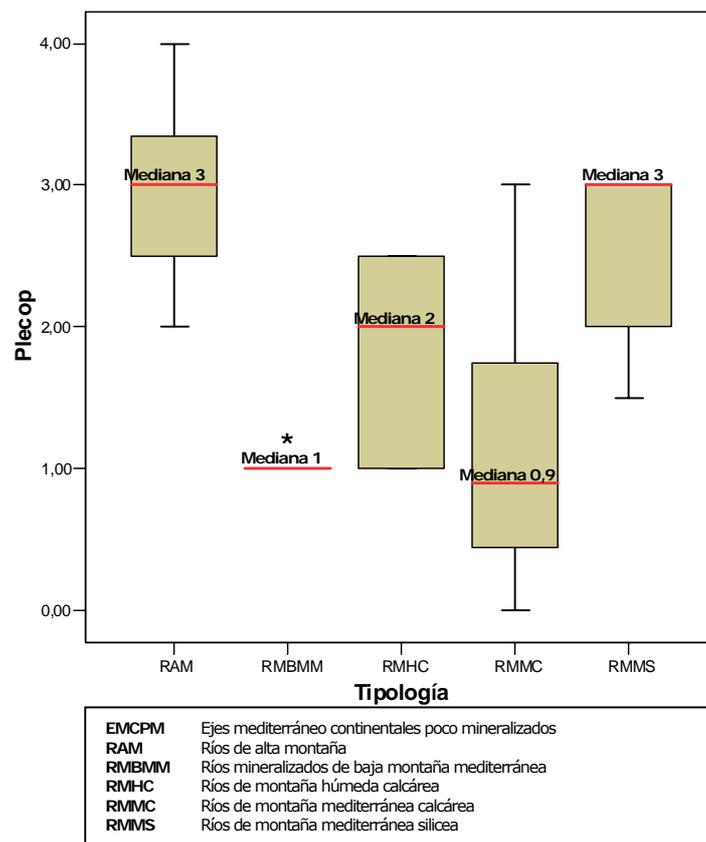


EMCPM	Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados
RAM	Ríos de alta montaña
RMBMM	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
RMHC	Ríos de montaña húmeda calcárea
RMMC	Ríos de montaña mediterránea calcárea
RMMS	Ríos de montaña mediterránea silícea

Núm. Familias de Plecópteros

TIPOLOGÍA (nº tipo Cedex)	Valor de Referencia (Mediana)	P25	EQR límite entre MB y B	Núm. de estaciones
Alta montaña (27)	3	2,50	0,85	6 (16 datos)
Montaña mediterránea silíceo (11)	3	1,87	0,62	6 (8 datos)
Montaña húmeda calcárea (26)	2	1	0,5	6 (16 datos)
Montaña mediterránea calcárea (12)	0,9	0,42	0,46	8 (17 datos)
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	1*	-	-	1 (1 datos)
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	0,7*	-	-	1 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	-	-	-	-
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	-	-	-	-

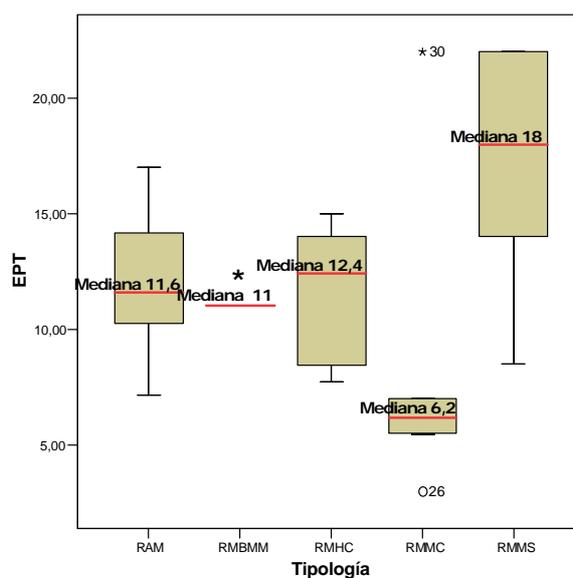
(*) Valores orientativos El número de estaciones disponibles es inferior a 5 (límite considerado adecuado para obtener resultados estadísticamente significativos)



Núm. Familias de EPT (Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros)

TIPOLOGÍA (nº tipo Cedex)	Valor de Referencia (Mediana)	P25	EQR límite entre MB y B	Núm. de estaciones
Alta montaña (27)	11,6	9,25	0,80	6 (16 datos)
Montaña mediterránea silícea (11)	18	12,62	0,70	6 (8 datos)
Montaña húmeda calcárea (26)	12,4	8,27	0,67	6 (16 datos)
Montaña mediterránea calcárea (12)	6,2	5,48	0,88	8 (17 datos)
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	11*	-	-	1 (1 datos)
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	10,8*	-	-	1 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	-	-	-	-
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	-	-	-	-

(*) Valores orientativos El número de estaciones disponibles es inferior a 5 (límite considerado adecuado para obtener resultados estadísticamente significativos)

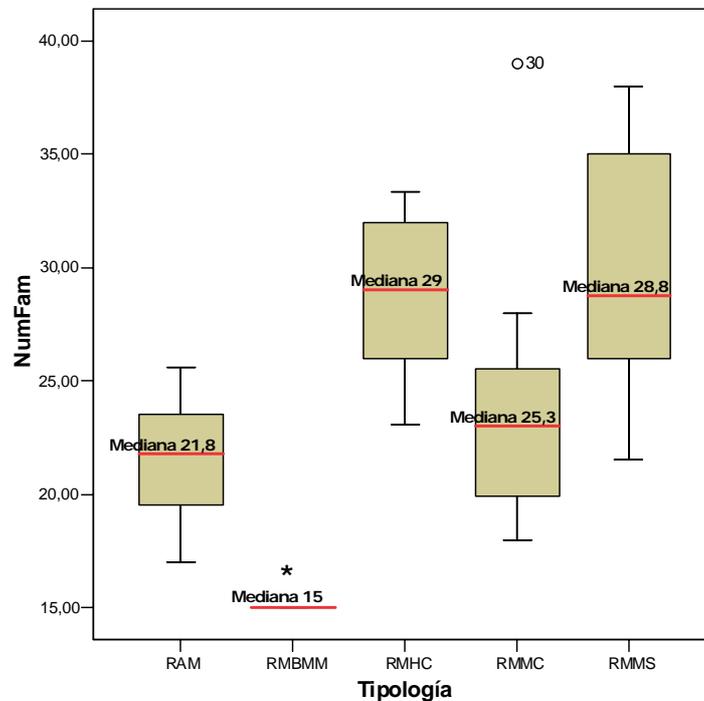


EMCPM	Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados
RAM	Ríos de alta montaña
RMBMM	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
RMHC	Ríos de montaña húmeda calcárea
RMVC	Ríos de montaña mediterránea calcárea
RMMS	Ríos de montaña mediterránea silícea

Núm. Familias

TIPOLOGÍA (nº tipo Cedex)	Valor de Referencia (Mediana)	P25	EQR límite entre MB y B	Núm. de estaciones
Alta montaña (27)	21,8	17,5	0,87	6 (16 datos)
Montaña mediterránea silíceo (11)	28,8	24,8	0,88	6 (8 datos)
Montaña húmeda calcárea (26)	29,0	25,3	0,85	6 (16 datos)
Montaña mediterránea calcárea (12)	25,3	19,4	0,84	8 (17 datos)
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	15*	-	-	2 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	25,3	-	-	1 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	-	-	-	-
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	-	-	-	-

(*) Valores orientativos El número de estaciones disponibles es inferior a 5 (límite considerado adecuado para obtener resultados estadísticamente significativos)

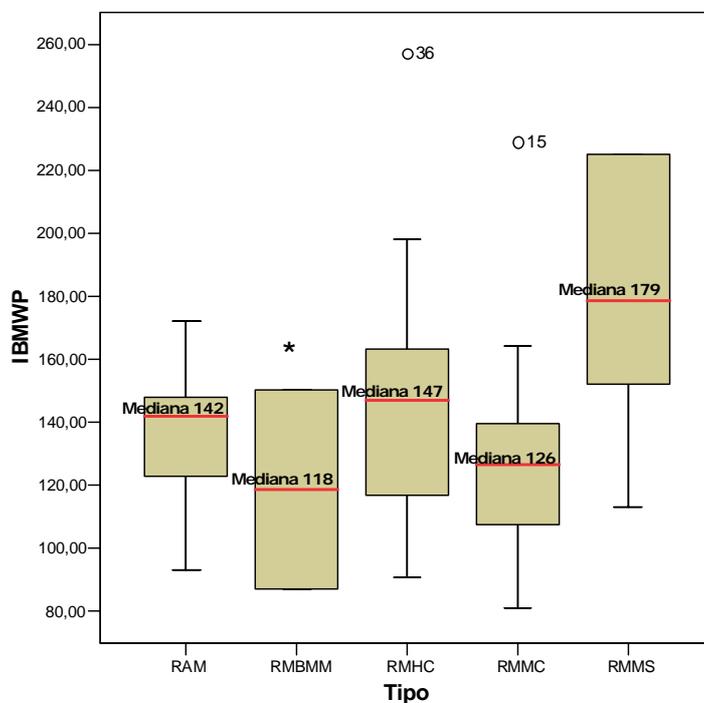


EMCPM	Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados
RAM	Ríos de alta montaña
RMBMM	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
RMHC	Ríos de montaña húmeda calcárea
RMMC	Ríos de montaña mediterránea calcárea
RMMS	Ríos de montaña mediterránea silíceo

IBMWP

TIPOLOGÍA (nº tipo Cedex)	Valor de Referencia (Mediana)	P25	EQR límite entre MB y B	Núm. de estaciones
Alta montaña (27)	142	119,5	0,84	10 (23 datos)
Montaña mediterránea silíceo (11)	179	142,25	0,79	6 (8 datos)
Montaña húmeda calcárea (26)	147	116	0,79	13 (29 datos)
Montaña mediterránea calcárea (12)	126	105,75	0,88	16 (35 datos)
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	118*	87*	0,74*	2 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	138*	-	-	1 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	-	-	-	-
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	-	-	-	-

(*) Valores orientativos El número de estaciones disponibles es inferior a 5 (límite considerado adecuado para obtener resultados estadísticamente significativos).



EMCPM	Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados
RAM	Ríos de alta montaña
RMBMM	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
RMHC	Ríos de montaña húmeda calcárea
RMMC	Ríos de montaña mediterránea calcárea
RMMS	Ríos de montaña mediterránea silíceo

4.3 Condiciones de referencia para las Diatomeas

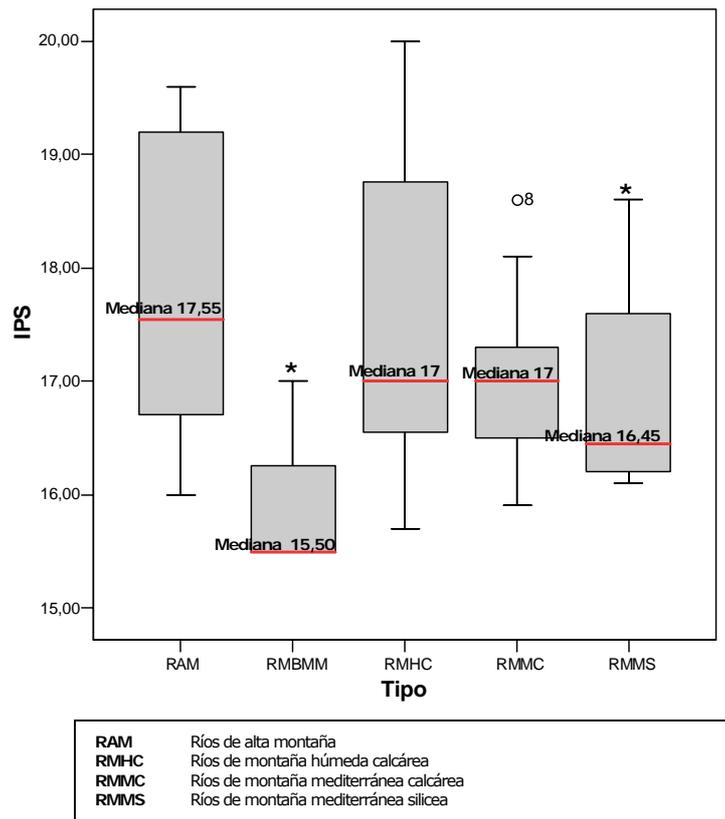
Los datos incluidos en el análisis proceden de las estaciones de la red de diatomeas de la CHE (datos 2002 y 2003), del presente proyecto (URS 2004-2005) y del estudio del Gobierno de Aragón (2002-2003), validadas por IMPRESS estricto (ver apartado 2.2.4).

La única métrica analizada es el IPS.

IPS

TIPOLOGÍA (nº tipo Cedex)	Valor de Referencia (Mediana)	P25	EQR límite entre MB y B	Núm. de estaciones
Alta montaña (27)	17,55	16,55	0,94	8 (9 datos)
Montaña mediterránea silíceas (11)	16,45*	16,15*	0,98*	4 (4 datos)
Montaña húmeda calcárea (26)	17	16,30	0,96	11 (11 datos)
Montaña mediterránea calcárea (12)	17	16,25	0,95	13 (14 datos)
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	15,50*	-	-	3 (3 datos)
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	16,60*	-	-	1 (1 dato)
Ejes mediterráneo continentales mineralizados (16)	-	-	-	-
Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17)	-	-	-	-

(*) Valores orientativos El número de estaciones disponibles es inferior a 5 (límite considerado adecuado para obtener resultados estadísticamente significativos).



4.4 Resumen de los resultados del análisis de condiciones de referencia basados en estaciones de referencia

Los tipos fluviales de alta montaña, montaña mediterránea sílicea, montaña húmeda calcárea y montaña mediterránea calcárea presentan suficientes estaciones de referencia (>5) para que los resultados obtenidos en el cálculo de los estadísticos para las métricas seleccionadas sean suficientemente adecuados. En el caso del IPS, también se obtienen buenos resultados para los tipos indicados, excepto en la montaña mediterránea sílicea (sólo 4 estaciones). En el cuadro siguiente se resumen los valores calculados:

TIPOLOGÍA	Métricas empleadas	Condiciones de referencia (mediana)	Límite entre MB/B (percentil 25)	EQR límite entre MB y B
Alta montaña (27)	IBMWP	142	119,5	0,84
	IASPT	5,69	5,40	0,95
	número total de familias	21,8	17,5	0,87
	Σ familias de Plecópteros	3,0	2,50	0,85
	Σ familias ETP	11,6	9,25	0,80
	IPS		17,55	16,55
Ríos de montaña mediterránea sílicea (11)	IBMWP	179	142,25	0,79
	IASPT	5,83	5,59	0,96
	número total de familias	28,8	24,87	0,88
	Σ familias de Plecópteros	3,0	1,87	0,62
	Σ familias EPT	18	12,62	0,70
	IPS		16,45*	16,15*
Ríos de montaña húmeda calcárea (26)	IBMWP	147	116	0,79
	IASPT	5,71	5,07	0,89
	número total de familias	29	25,27	0,84
	Σ familias de Plecópteros	2,0	1,0	0,5
	Σ familias de EPT	12,4	8,27	0,67
	IPS		17,0	16,30
Ríos de montaña mediterránea calcárea (12)	IBMWP	126	105,75	0,88
	IASPT	4,89	4,79	0,98
	número total de familias	25,3	19,35	0,85
	Σ familias de Plecópteros	0,9	0,42	0,46
	Σ familias de EPT	6,2	5,48	0,88
	IPS		17,0	16,25

Los tipos de ríos mineralizados de baja montaña y ejes mediterráneo continentales poco mineralizados no presentan suficientes estaciones (<5) por lo que los resultados del cálculo de los estadísticos deben considerarse sólo orientativos.

TIPOLOGÍA	Métricas empleadas	Condiciones de referencia (mediana)	Límite entre MB/B (percentil 25)	EQR límite entre MB y B
Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (9)	IBMWP	118 *	-	-
	IASPT	5,8 *	-	-
	número total de familias	15 *	-	-
	Σ familias de Plecópteros	1 *	-	-
	Σ familias de EPT	11 *	-	-
	IPS		15,5*	-
Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (15)	IBMWP	138 *	-	-
	IASPT	5,48*	-	-
	número total de familias	25,3 *	-	-
	Σ familias de Plecópteros	0,7 *	-	-
	Σ familias de EPT	10,8 *	-	-
	IPS		16,60*	-

Por último para los tipos ejes mediterráneo continentales mineralizados (16) y grandes ejes en ambiente mediterráneo (17) no se dispone de valores para los estadísticos por no haberse identificado estaciones de referencia.

4.5 Comparación entre los valores de referencia obtenidos en estaciones validadas con diferentes criterios

Las condiciones de referencia se han establecido, a modo de ensayo, y para algunas métricas (IBMWP, IASTP y número de familias), para dos grupos de datos procedentes de:

- Las estaciones validadas con criterio estricto (datos del apartado 2.4).
- El conjunto de estaciones validadas con criterio estricto más otras situadas en estaciones de riesgo nulo de IMPRESS.

Con ello se pretende conocer hasta que punto es posible aumentar el tamaño muestral, sin alejarse mucho de los valores de referencia, lo cual puede ser importante en algunos tipos con pocas estaciones de referencia.

Alta Montaña –tipo 27 (pasa de 7 a 25)

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Estricto	142	119,5	0,84	10
	Impress	123	102	0,83	25
IASPT	Estricto	5,69	5,40	0,95	6
	Impress	5,92	5,59	0,94	25
Num Familias	Estricto	21,8	17,5	0,87	6
	Impress	22	18,25	0,83	25

Resultado: El valor de referencia varía muy poco para el IASTP y Num. de familias. El IBMWP disminuye al ampliar el criterio de selección.

Ríos de montaña mediterránea silíceo –tipo 11 (pasa de 6 a 7 estaciones)

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Estricto	179	142,25	0,79	6
	Impress	156	143,6	0,92	7
IASPT	Estricto	5,83	5,59	0,96	6
	Impress	5,92	5,71	0,96	7
Num Familias	Estricto	28,8	24,87	0,88	6
	Impress	27	26	0,96	7

Resultado: Se observa la misma tendencia que para el tipo de alta montaña

Montaña húmeda calcárea –tipo 26 (pasa de 10 a 82)

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Estricto	147	116	0,79	16
	Impress	130	105,50	0,81	82
IASPT	Estricto	5,714	5,07	0,89	6
	Impress	5,35	5,12	0,96	78
Num Familias	Estricto	29	25,27	0,85	6
	Impress	24	19,63	0,82	78

Resultado: Los valores de referencia para las métricas disminuyen al ampliar el criterio de selección.

Montaña mediterránea calcárea- tipo 12 (pasa de 11 a 84)

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Estricto	126	105,75	0,88	16
	Impress	112	89,75	0,80	84
IASPT	Estricto	4,89	4,79	0,98	8
	Impress	4,73	4,35	0,92	81
Num Familias	Estricto	25,3	19,35	0,84	8
	Impress	24	18,75	0,78	81

Resultado: El valor de referencia para el IBMWP e IASTP disminuye al ampliar el criterio de selección; el nº de familias disminuye sólo en una unidad. El límite MB/B (P25) disminuye al aumentar el número muestral.

Ejes mediterráneo continentales poco mineralizados-tipo 15 (pasa de 1 a 3)

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Estricto	138	-	-	1
	Impress	125	124,75	0,99	3
IASPT	Estricto	5,48	-	-	1
	Impress	5,43	5,41	0,99	3
Num Familias	Estricto	25,3	-	-	1
	Impress	23	22	0,95	3

Resultado: Los valores de referencia disminuyen al aumentar el tamaño muestral y éste continua siendo bajo para que los valores sean estadísticamente representativos.

Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea – tipo 9 (pasa de 2 a 12)

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Estricto	118	-	-	2
	Impress	92	67,44	0,73	12
IASPT	Estricto	5,8	-	-	1
	Impress	4,45	4,28	0,96	11
Num Familias	Estricto	15	-	-	1
	Impress	17	15,13	0,89	11

Resultado: El valor de referencia para el IBMWP disminuye de forma acusada, al igual que el del IASTP. El número de familias aumenta en dos unidades.

Para el resto de tipos el número de estaciones apenas se incrementa al considerar el criterio IMPRESS.

Conclusión final

Los resultados de la comparación realizada son dispares y dependen de la métrica, no obstante en la mayoría de los casos se produce una disminución de los valores de referencia al aumentar el tamaño muestral. La amplitud de las diferencias depende de la métrica, así el nº de familias e IASTP presentan, en general, diferencias más escasas en comparación con el IBMWP, que muestra descensos más acusados (especialmente en los ríos de baja montaña mediterránea).

De acuerdo a los resultados obtenidos no se aconseja ampliar el número de estaciones de referencia usando como baremo el análisis de IMPRESS, sino que se considera más adecuado mantener la selección de estaciones de referencia basada en el criterio estricto.

4.6 Propuesta de condiciones de referencia para los tipos sin estaciones de referencia o con un número bajo

No se dispone de suficientes estaciones de referencia para los tipos de ríos mineralizados de baja montaña y ejes mediterráneo continentales poco mineralizados, y no existe ninguna estación para el tipo de grandes ejes en ambiente mediterráneo.

En el primer caso (tipos con < 5 estaciones de referencia) se tienen valores orientativos, los cuales se pueden completar con datos procedentes de otras cuencas, datos históricos o por criterio de experto.

Tipo de ríos mineralizados de baja montaña (tipo 9)

Se dispone de dos estaciones validadas de referencia, en la cuenca del Ebro: E-25 (Arba de Luesia) del muestreo del presente proyecto y A72 (Cámaras) del estudio del Gobierno de Aragón. Además se han recogido datos de 3 estaciones del tipo procedentes de la cuenca del Júcar (datos cedidos por la C.H. del Júcar). Estas corresponden a una serie de 13 datos entre finales de 1999 y 2005.

	RB025 - Montán		RB038 - Palancia en Bejís		RB110 - Mijares en Yatora	
	Prom	Mediana	Prom	Mediana	Prom	Mediana
IBMWP	147	143	157	141	122	115
IASPT	5,3	5,4	5,6	5,4	5,6	5,7
Nº Taxones	28	27	28	26	22	20

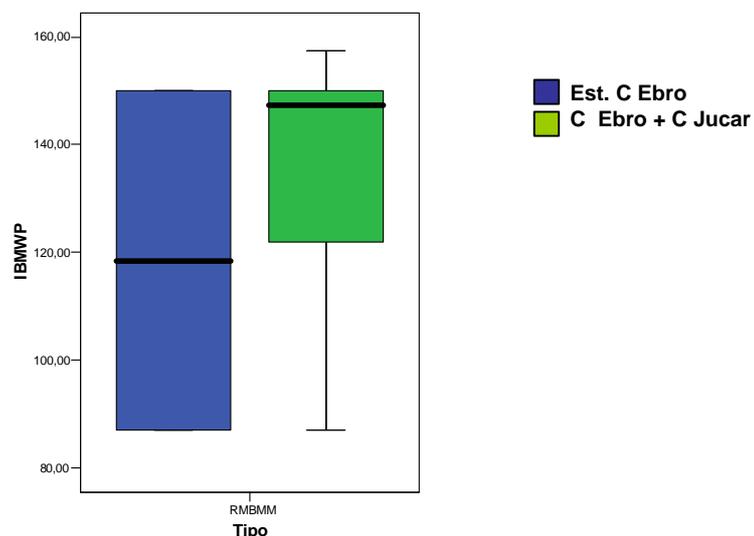
Los valores que se miden en estas estaciones son del mismo orden de magnitud que las que se miden en el río Cámaras (IBMWP de 138 y 161), siendo las del río Arba de Luesia algo inferiores (IBMWP entre 84 y 126).

Se han obtenido los correspondientes valores de referencia (ver cuadro adjunto):

	Criterio selección	Valor de referencia (mediana)	P25	EQR	Nº estaciones
IBMWP	Est. C Ebro	118	87	0,74	2
	C Ebro + C Jucar	147,4	95,7	0,65	5
IASPT	Est. C Ebro	5,8*	-	-	1
	C Ebro + C Jucar	5,6	5,35	0,95	5
Num Familias	Est. C Ebro	15*	-	-	1
	C Ebro + C Jucar	24,8	16,65	0,67	5
Num EPT	Est. C. Ebro	8*	-	-	1
	C Ebro + C Jucar	7,9	7,05	0,89	5
Num Plecópteros	Est. C. Ebro	1*	-	-	1
	C Ebro + C Jucar	1	0,7	0,70	5

* datos puntuales que corresponden a un solo dato

Se observa que la incorporación de las estaciones del Júcar a las dos estaciones del Ebro incrementa los valores de la condición de referencia del tipo para la métrica IBMWP. Para el resto de métricas la comparación no es posible puesto que sólo se dispone de datos para el río Arba de Luesia (para el río Cámaras sólo se dispone de los valores del IBMWP).



Comparación de los estadísticos entre las estaciones del Ebro y el conjunto de estaciones del Ebro y Júcar.

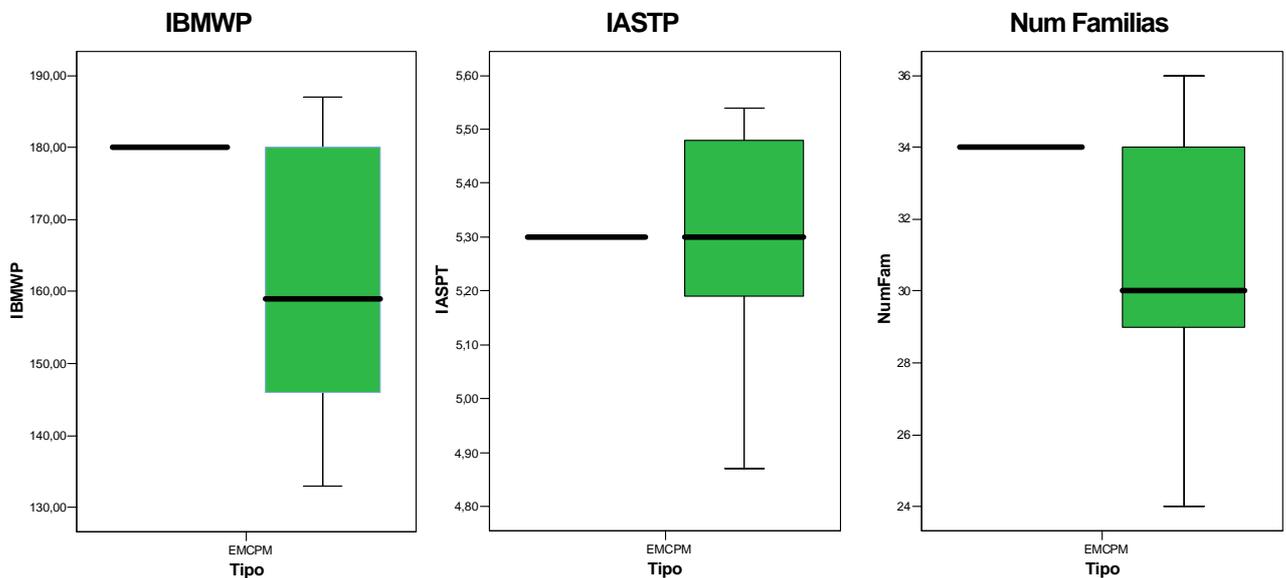
Tipo de ejes mediterráneo continentales poco mineralizados (tipo 15)

Sólo se ha validado una estación de referencia, situada en el río Gállego en Santa Eulalia de G. (E-57). El IBMWP es de 180, el IASTP de 5,3 y el número de familias de 34.

Otras estaciones no validadas de referencia presentan buenos valores para las métricas de invertebrados bentónicos analizadas, y tienen buenas valoraciones de campo (estación con calidad ambiental alta). Los valores de las métricas en las mismas se consideran representativas de la mejor condición en el tipo. Son las siguientes (se comparan con la estación de referencia):

Código estación	Tipo estación	Río	Localidad	IBMWP	Nº Familias	IASTP
57	Referencia	Gállego	Sta. Eulalia de G.	180	34	5,3
17	Mejor tipo	Aragón	Sangüesa	133	24	5,54
18		Aragón	Caseda ag. Arr.	146	30	4,87
19		Irati	Foz Lumbier	187	36	5,19
56		Ebro	Montejo de Cebas	159	29	5,48
				Promedio mejor tipo	30	5,27
				Mediana	30	5,34
				Mínimo	24	4,87
				Máximo	36	5,54

En los siguientes diagramas de cajas se comparan los valores de las métricas en la estación de referencia y las que se miden en las estaciones consideradas representativas de las mejores condiciones del tipo (cajas verdes).



El valor de referencia para el IBMWP y número de familias es superior al que se mide en las estaciones de mejor condición y prácticamente idéntico para el IASTP. No obstante esto debe considerarse meramente descriptivo dada la escasez de datos de referencia.

Tipo de ejes mediterráneo continentales mineralizados (tipo 16)

No existen estaciones de referencia para este tipo y se desconoce si en alguna cuenca española se ha identificado alguna.

Los datos de que se dispone procedentes de la RCVA (nº 210) y del muestreo del presente trabajo E-45) presentan valores de las métricas de invertebrados bentónicos bajos (máximo IBMWP de 53) por lo que no son representativos del mejor estado de calidad del tipo en la cuenca.

Tipo grandes ejes en ambiente mediterráneo (tipo 17)

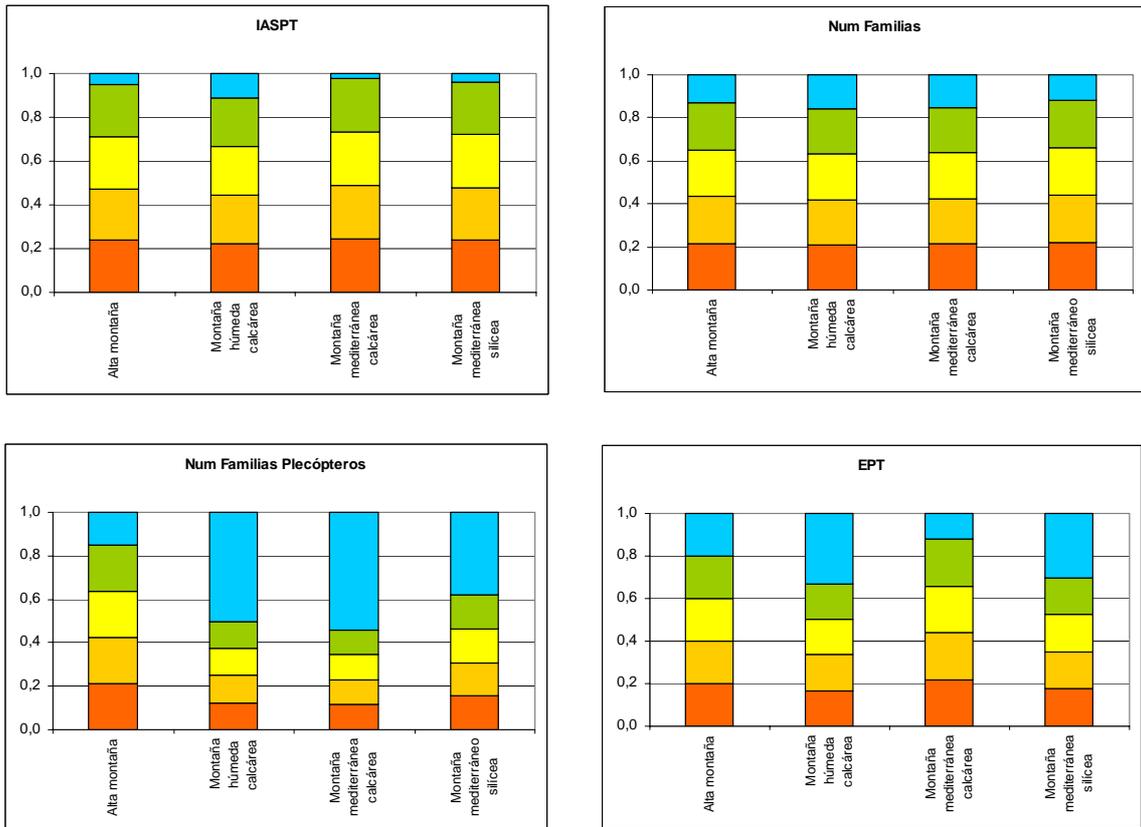
Corresponde al tramo bajo del Ebro, y no existen estaciones de referencia para el tipo en la demarcación. Los valores de las métricas de los invertebrados bentónicos correspondientes a las estaciones muestreadas (E-38, Ebro aguas arriba de Tortosa, y E-64, Ebro en Xerta) dan valores del IBMWP de 84 y 88, los cuales se consideran representativos del mejor estado de calidad del tipo en la cuenca. Para los ríos de Cataluña se toma un referente de >85 para el tipo de ejes fluviales principales.

Finalmente cabe indicar que las condiciones de referencia para los tipos sin estaciones de referencia deberán completarse con la información procedente de otras cuencas hidrográficas, trabajo que auspiciado por el Ministerio de Medio Ambiente se ha puesto en marcha en 2006.

4.7 Establecimiento de los límites entre clases

Se ha realizado un primer ensayo de corte entre las clases del estado ecológico, siguiendo la metodología REFCOND. Ésta consiste en considerar el percentil 25 (25% de la desviación respecto a la condición de referencia) como límite entre los estados Muy Bueno y Bueno (MB/B), y obtener el resto de límites de clase a partir del cálculo de cuartiles. En el caso del IBMWP se han aplicado también los criterios de corte de Alba-Tercedor y Sánchez Ortega (1988) y Jaimez-Cuellar *et al.* (2002) (100% 61%, 36% y 15% de P25)

Los resultados del ensayo aplicado a las métricas de los invertebrados bentónicos se muestran en la tabla III.1.-10 (cortes sobre los valores de las métricas) y en la tabla III.1.-11 (cortes sobre los EQR de las métricas). En las figuras 4.7.-1 y 4.7.-2 se presentan gráficamente los límites obtenidos para los EQR.



IASPT

TIPOLOGÍA	EQR Límite MB/B	EQR Límite B/M	EQR Límite M/D	EQR Límite D/M
Alta montaña (27)	0,95	0,71	0,36	0,09
Montaña húmeda calcárea (26)	0,89	0,67	0,33	0,08
Montaña mediterránea calcárea (12)	0,98	0,74	0,37	0,09
Montaña mediterránea silícea (11)	0,96	0,72	0,36	0,09

Num taxa

TIPOLOGÍA	EQR Límite MB/B	EQR Límite B/M	EQR Límite M/D	EQR Límite D/M
Alta montaña (27)	0,87	0,65	0,33	0,08
Montaña húmeda calcárea (26)	0,84	0,63	0,32	0,08
Montaña mediterránea calcárea (12)	0,85	0,64	0,32	0,08
Montaña mediterránea silícea (11)	0,88	0,66	0,33	0,08

EPT

TIPOLOGÍA	EQR Límite MB/B	EQR Límite B/M	EQR Límite M/D	EQR Límite D/M
Alta montaña (27)	0,8	0,60	0,30	0,08
Montaña húmeda calcárea (26)	0,67	0,50	0,25	0,06
Montaña mediterránea calcárea (12)	0,88	0,66	0,33	0,08
Montaña mediterránea silícea (11)	0,7	0,53	0,26	0,07

Num Fam Plecópteros

TIPOLOGÍA	EQR Límite MB/B	EQR Límite B/M	EQR Límite M/D	EQR Límite D/M
Alta montaña (27)	0,85	0,64	0,32	0,08
Montaña húmeda calcárea (26)	0,5	0,38	0,19	0,05
Montaña mediterránea calcárea (12)	0,46	0,35	0,17	0,04
Montaña mediterránea silícea (11)	0,62	0,47	0,23	0,06

Figura 4.7.-1 Diagramas de barras representando los límites de las clases del estado ecológico, expresados en EQR de las métricas indicadas. El cálculo se basa en cuartiles de P-25.

El cálculo de los límites de clase para el caso del IBMWP se ha realizado usando el criterio REFCOND y el original del índice. Los resultados se muestran en la figura 4.7.-2.

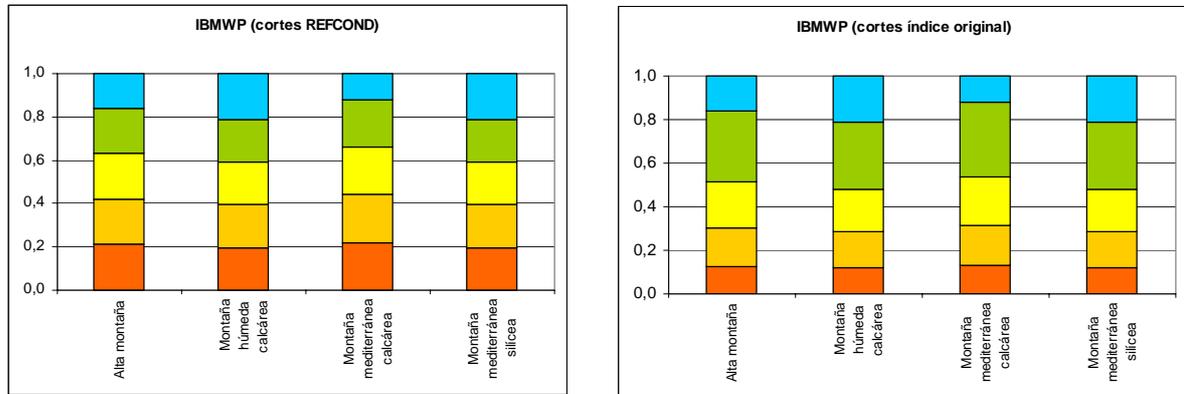


Figura 4.7.-2 Comparación entre los cortes de las clases del estado ecológico realizados para los EQR del IBMWP según REFCOND (cuartiles de P25) y el método original del índice.

Esta comparación permite observar que los límites de clase B/M que se obtienen con el método de corte IBMWP-original son más bajos que los que dan con el método REFCOND, la misma tendencia aunque más atenuada se observa al comparar los límites M/D, mientras que para el límite D/M la tendencia se invierte (los valores son más altos con el método de corte original del índice). Esto se atribuye a que el IBMWP no sigue una distribución lineal.

Los límites obtenidos son los siguientes:

AM -27	Límite MB/B		Límite B/M		Límite M/D		Límite D/M	
	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR
IBMWP								
REFCOND	119,5	0,84	89,63	0,63	44,81	0,32	11,20	0,08
ORIGINAL			72,90	0,51	43,02	0,30	17,93	0,13

MHC -26	Límite MB/B		Límite B/M		Límite M/D		Límite D/M	
	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR
IBMWP								
REFCOND	116	0,79	87	0,59	43,50	0,30	10,88	0,07
ORIGINAL			70,76	0,48	41,76	0,28	17,40	0,12

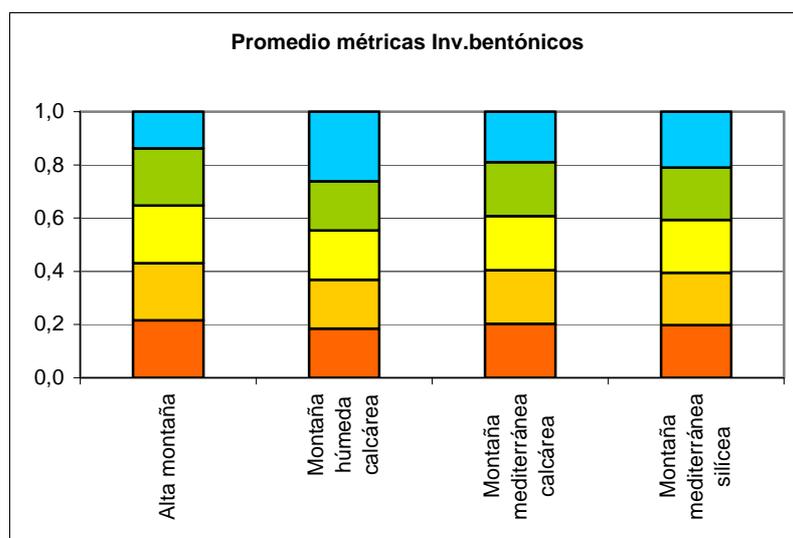
MMC -12	Límite MB/B		Límite B/M		Límite M/D		Límite D/M	
	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR
IBMWP								
REFCOND	105,75	0,88	79,31	0,66	39,66	0,33	9,91	0,08
ORIGINAL			64,51	0,54	38,07	0,32	15,86	0,13

MMS -11	Límite MB/B		Límite B/M		Límite M/D		Límite D/M	
	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR	Punt.	EQR
IBMWP								
REFCOND	142,25	0,79	106,69	0,59	53,34	0,30	13,34	0,07
ORIGINAL			86,76	0,48	51,21	0,28	21,34	0,12

Finalmente se han calculado los límites frontera para el promedio de los EQR de las métricas de invertebrados bentónicos analizadas.

$$\frac{\text{IASTP} + \text{Núm. familias} + \text{EPT} + \text{Núm Plecópteros} + \text{IBMWP}}{5}$$

Los resultados se muestran en la figura 4.7.-3.



Promedio métricas IB

TIPOLOGÍA	EQR Límite MB/B	EQR Límite B/M	EQR Límite M/D	EQR Límite D/M
Alta montaña (27)	0,86	0,65	0,32	0,08
Montaña húmeda calcárea (26)	0,74	0,55	0,28	0,07
Montaña mediterránea calcárea (12)	0,81	0,61	0,30	0,08
Montaña mediterránea silícea (11)	0,79	0,59	0,30	0,07

Figura 4.7.-3. Valores frontera para el promedio de los EQR de las métricas de invertebrados bentónicos.

Los resultados obtenidos se consideran preliminares, puesto que proceden sólo del análisis de estaciones de referencia. En rigor el establecimiento de los límites entre las clases del estado ecológico, debería apoyarse en la variación de las métricas en el gradiente de presión, lo cual está fuera del alcance del proyecto.

5 Limitaciones del estudio de condiciones de referencia y recomendaciones

El planteamiento y directrices metodológicas que han conducido al establecimiento de las condiciones de referencia de los tipos fluviales han variado a lo largo del proyecto, iniciado en 2004 y que se concluye en 2006. Esto se debe a la lógica evolución metodológica que se ha producido en este periodo, como resultado del avance de los diferentes trabajos de implantación de la Directiva 2000/60/CE.

5.1 Búsqueda de estaciones y criterios de referencia

En las primeras etapas del estudio se realizó mucho esfuerzo dirigido a la localización y validación provisional de estaciones de referencia, no obstante muchas de las estaciones preseleccionadas no han sido validadas con los criterios de referencia finalmente adoptados (Impress estricto). Esto se ha debido a:

- La inclusión en la red provisional de referencia de muchas estaciones que, aunque representativas de los diferentes estados de calidad del agua, por formar parte de la red ICA o RCVA (y teniendo a su favor el hecho de disponer de datos históricos), no respondían a los criterios de referencia de la guía REFCOND (existencia de condiciones prístinas o con mínima alteración).
- El uso de unos criterios de referencia, en la primera parte del estudio (Guadalmed, Cedex y criterio experto), algo diferentes a los que finalmente se han adoptado (IMPRESS estricto). Estos criterios se han definido a partir de la revisión de los aplicados en el estudio de presiones e impactos, para hacerlos más estrictos.

Esto ha dado lugar a que, finalmente, el número de estaciones de referencia sea relativamente bajo, y que quede pendiente la confirmación "in situ" de algunas estaciones validadas según Impress estricto (algunas de las correspondientes a los estudios del Gobierno de Aragón, Cataluña, País Vasco y Navarra); además se han identificado masas de agua sin estaciones de calidad existentes que se recomienda visitar con la finalidad de evaluar si pueden fijarse estaciones de referencia en las mismas.

5.2 Identificación de métricas

Esta tarea se ha realizado limitada por la metodología previamente existente en los trabajos de la CHE, y que para los elementos de calidad biológica se centra en el cálculo del índices cualitativos (IBMWP de invertebrados bentónicos e IPS de diatomeas). Las métricas basadas en aspectos cualitativos de las comunidades biológicas no responden directamente a los requerimientos de la DMA, que especifica que la definición del estado ecológico debe incluir métricas que reflejen la abundancia.

No obstante existen experiencias realizadas en el ámbito del proyecto GUADALMED y del grupo de España en el GIG Mediterráneo que señalan la buena respuesta de los índices y métricas cualitativas a los gradientes de presión, por lo que proponen que éstos puedan considerarse aptos para la valoración de la calidad biológica⁸. Asimismo el GIG alpino obtiene

⁸ Munné A. y N. Prat (2006). Síntesis conclusiones del grupo europeo de Intercalibración Mediterráneo (GIG-MED)- Conclusiones grupo español.

una elevada correlación entre los ICMi con métricas cuantitativas y ICMi con métricas cualitativas, lo que indica que ambas aproximaciones metodológicas son consistentes para la intercalibración de los límites, entre las clases del estado ecológico (ver CHE, 2006-Trabajos de apoyo al ejercicio de intercalibración).

5.3 Aspectos y tareas pendientes de completar

Los resultados de los trabajos dedicados a establecer las condiciones de referencia han permitido trazar el camino a seguir y su análisis permite conocer las carencias existentes y por lo tanto planificar los esfuerzos futuros. Se recomienda:

- Aumentar – asegurar las estaciones de referencia de los tipos fluviales que presentan masas validadas de referencia en la demarcación del Ebro (para los tipos de AM-27, MMS-11, MHC-26 y MMC-12).
 - ✓ Buscar nuevas estaciones y realizar muestreos y evaluaciones de las métricas seleccionadas.
 - ✓ Asegurar que las estaciones de referencia mantienen su condición, mediante la obtención de más datos.
- Analizar la situación para los tipos con pocas o nulas estaciones de referencia en la demarcación del Ebro (RMBMM-9, EMCPM-15, EMCM-16 y GEAM-17). Ampliar el ámbito del estudio a las masas representativas de los tipos en otras demarcaciones. En este aspecto, y de forma preliminar, se debería confirmar que los tipos presentes en las diferentes demarcaciones son efectivamente equivalentes.

Buscar otras aproximaciones metodológicas para los tipos sin estaciones de referencia en las diferentes demarcaciones. Para este punto, los trabajos en marcha del Ministerio de Medio Ambiente, en relación con la definición de condiciones de referencia para todo el territorio español, darán las pautas a seguir en un futuro próximo.

- Incluir metodologías cuantitativas en la explotación de las redes de referencia, de vigilancia y control operativo que permitan aplicar métricas cuantitativas, así como completar las métricas existentes con otras proporcionadas por los estudios, en marcha, de macrófitos y peces.
- Planear muestreos de la red de referencia en primavera y verano. Si no fuera posible realizar dos muestreos por año, es aconsejable que los muestreos en las estaciones de los tipos de montaña mediterránea calcárea (MMC-12) y ríos mineralizados de baja montaña mediterránea (RMBMM-9) se realicen a principios de verano (o en primavera). Esto está de acuerdo con la recomendación del grupo español del GIG Mediterráneo que especifica que el muestreo de los ríos mediterráneos se realice siempre en primavera.