

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)

Lagos y humedales



Índice

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2	INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LAGOS Y HUMEDALES DE LA DEMARCACIÓN DEL EBRO	3
2.1	Obtención del inventario de lagos y humedales de la cuenca del Ebro	3
2.2	Tipos de lagos y humedales	3
2.3	Criterios aplicados a lagos y humedales para su identificación como masas de agua	7
3	APROXIMACIÓN METODOLÓGICA AL ESTUDIO DE LAGOS Y HUMEDALES	9
3.1	Selección de lagos y humedales	9
3.2	Protocolo de estudio	12
4	RESULTADOS DE LOS MUESTREOS EFECTUADOS EN 2004 Y 2005	15
4.1	Elementos de calidad fisicoquímica	15
4.2	Elementos de calidad hidromorfológica	20
4.3	Elementos de calidad biológicos: Fitoplancton.....	23
4.4	Elementos de calidad biológicos: Macrófitos	29
4.5	Elementos de calidad biológicos: Microinvertebrados bentónicos	32
4.6	Elementos de calidad biológicos: Macroinvertebrados bentónicos.....	38
5	APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS DE CONDICIONES DE REFERENCIA	43
5.1	Valoración de los lagos como masas de referencia.....	43
5.2	Elementos de calidad biológicos de los lagos de referencia	47
6	DISEÑO DE UN PLAN DE SEGUIMIENTO DE LAGOS Y HUMEDALES	51
6.1	Identificación de la red de lagos	51
6.2	Protocolo de seguimiento	59

APÉNDICE IV-1: Tablas no incluidas en el texto

APÉNDICE IV-2: Fichas de lagos

Nota:

*Este documento es la parte **IV** 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 todas las tablas y apéndices viene referida con un **IV** delante, y a veces se pueden encontrar en el documento referencias a los otros documentos, independientes, pero que asimismo forman parte del proyecto.*

Lagos y humedales

1 Introducción y objetivos

La Directiva 2000/60 (Directiva Marco del Agua, DMA) incluye a los lagos en su ámbito de aplicación directa y hace referencia a los humedales en términos poco específicos en su artículo 1¹. No obstante en la guía *Wetlands horizontal Guidance*², se intenta paliar este hecho, y se señala la importancia de los humedales en la dinámica funcional de los ecosistemas acuáticos y se dan directrices metodológicas para su inclusión en los trabajos de implementación de la Directiva Marco.

En el presente proyecto se han realizado diferentes tareas dirigidas a recabar información sobre los lagos y humedales de la demarcación del Ebro, obtener las directrices metodológicas que permitan fijar los objetivos ambientales y diseñar un plan de seguimiento.

Los objetivos a desarrollar son:

- Identificación y tipificación de los lagos y humedales.
- Identificación de los objetivos ambientales en términos de los elementos de calidad biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos a usar para establecer el estado ecológico.
- Definición de un plan de seguimiento que incluya la red de humedales objeto del seguimiento, indicadores y procedimientos de evaluación y programa de trabajos.

En los capítulos de la presente memoria se exponen los resultados de los trabajos realizados. Además se han preparado fichas para los 41 lagos muestreados que incluyen toda la información de los muestreos, los inventarios de los elementos de calidad biológicos y datos de biota recopilados de la bibliografía. Estas fichas se recogen en el Apéndice IV-2.

¹ Directiva 2000/60/CE. Artículo 1. "El objeto de la presente Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas costeras que: a) prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestres y **humedales** directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos; ...

² *Horizontal Guidance document on the role of wetlands in the Water Framework Directive. Final Version 8.0. 17th December 2005.*

2 Inventario y caracterización de lagos y humedales de la demarcación del Ebro

2.1 Obtención del inventario de lagos y humedales de la cuenca del Ebro

La identificación de los lagos y humedales de interés para su evaluación bajo las directrices de la DMA se ha basado en el inventario existente y en trabajos de caracterización previos efectuados por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro (OPH-CHE). El proceso de identificación y catalogación hidrológica de los humedales se resume en el apartado 1.3.4. del informe "Caracterización de la Demarcación y Registro de Zonas Protegidas" emitido por la CHE en abril de 2005, y asimismo se presenta en la memoria final del proyecto "Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro) Términos municipales varios" (Expte nº 09.803.359/0411) en fase de finalización a finales de 2006.

El proceso de obtención del inventario de humedales se completó a partir de las siguientes fuentes principales:

- Base de Datos de humedales de la cuenca del Ebro disponible en la oficina de Planificación Hidrológica de la CHE (OPH-CHE, 1996).
- Capa Gis del CEDEX (2003)

Se obtuvo un catálogo integrado por 1.149 humedales identificados en el GIS-Ebro por las UTM del centroide del polígono que representa a cada humedal. Se procedió entonces a la revisión de los humedales en la cartografía 1:50.000 y en las ortoimágenes del GIS-oleícola (la mayoría). Esto condujo a la clasificación de los espacios digitalizados en 3 naturalezas:

- ✓ Zonas húmedas propiamente dichas (664 unidades)
- ✓ Sotos ligados a cauces activos (443 unidades)
- ✓ Otros espacios (salinas artificiales, turberas, criptohumedales, ...) (42 unidades).

Posteriormente se trabajó con el inventario de las zonas húmedas propiamente dichas que incluye, en general, espejos de agua en lámina libre de al menos 5.000 m², y que finalmente se corrigió y amplió mediante cartografía de detalle (mapas entre 1:5.000 y 1:25.000 del Centro de Estudios Hidrológicos) hasta 712 lagos y humedales para los que se realizó la identificación de los tipos según las directrices de la DMA.

2.2 Tipos de lagos y humedales

La definición de los tipos se ha realizado en el ámbito del proyecto realizado por la UTE URS-Zeta Amaltea para OPH-CHE. El método de tipificación empleado muestra coherencia con el sistema A del anexo II de la DMA y con los criterios adoptados con el CEDEX para la tipificación de los lagos de España. Los parámetros usados para la identificación de los tipos son los siguientes:

Parámetros obligatorios (sistema B)	Parámetros opcionales (sistema B)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Altitud ▪ Geología ▪ Profundidad ▪ Latitud / Longitud 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Origen hidrológico del agua ▪ Hidroperiodo ▪ Salinidad ▪ Superficie

En el diagrama adjunto se muestran los 9 tipos identificados en la demarcación del Ebro (se ha descartado un tipo que corresponde a humedales del Delta del Ebro cuya catalogación está pendiente y que se han considerado "aguas de transición" o "aguas muy modificadas").

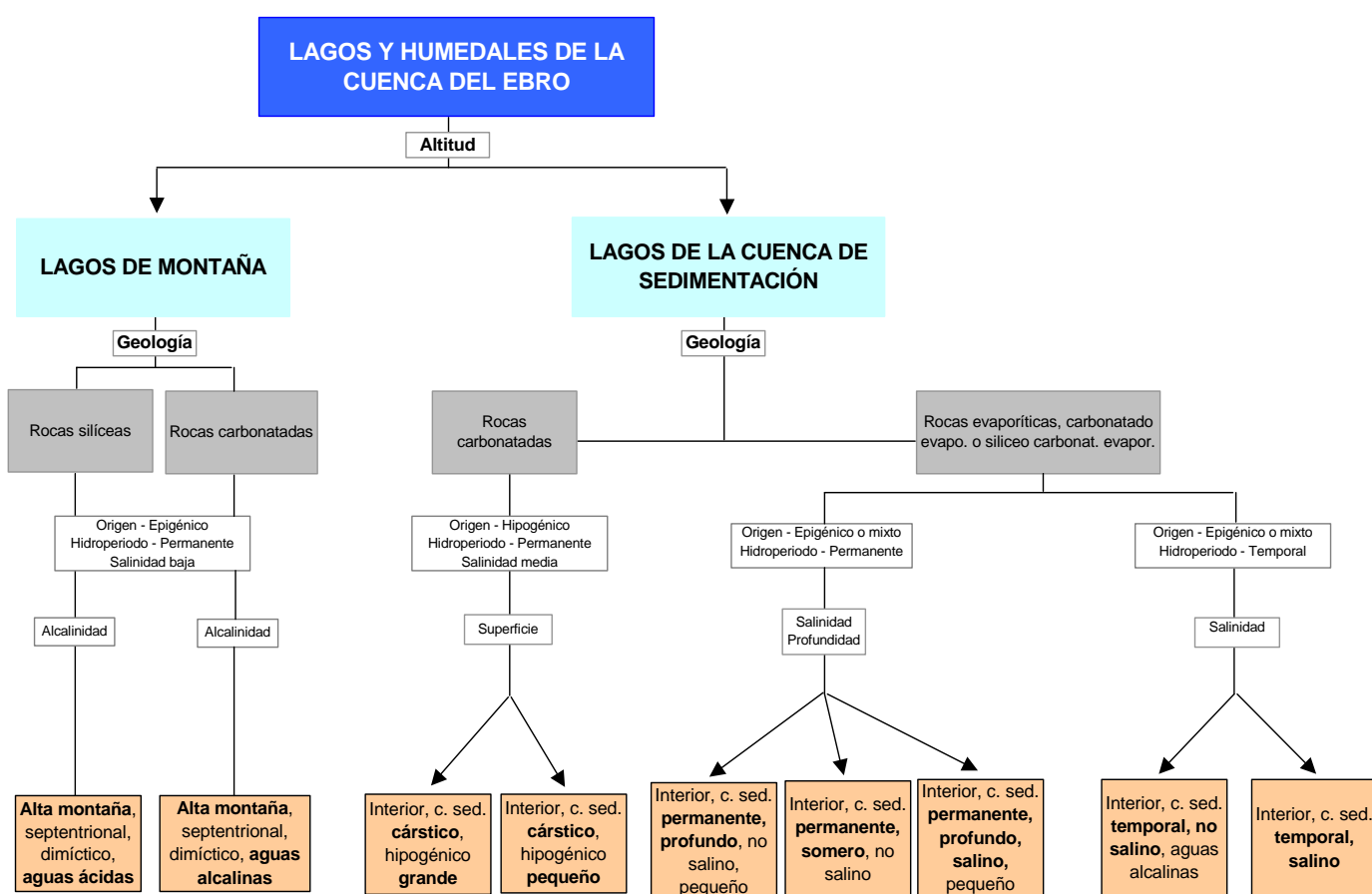


Figura 2.-1
Tipos de lagos y humedales de la cuenca del Ebro

La distribución de los tipos en la demarcación del Ebro se muestra en la figura 2.-2.

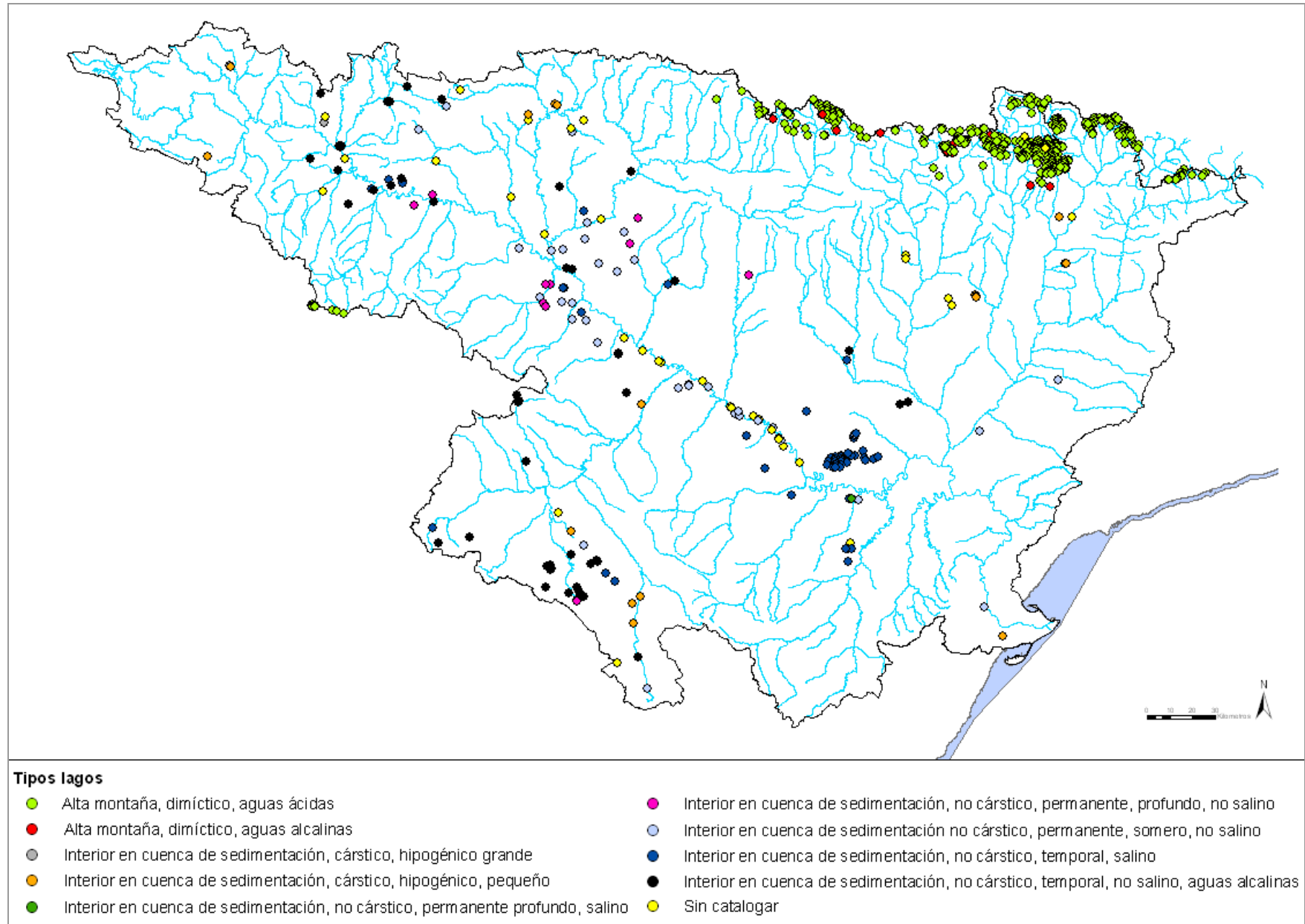


Figura 2.-2: Tipos de lagos de la demarcación del Ebro.

Los tipos identificados muestran la siguiente correspondencia con los tipos del CEDEX (según la clasificación borrador de Junio de 2005):

Tipo CHE	Tipo CEDEX (Junio, 2005)	Comentarios
Alta montaña, ácidas	1- Alta montaña, septentrional, dimictico, aguas ácidas 3 - Alta montaña, septentrional, frío, monomictico, aguas ácidas	En los tipos de la CHE no se separa entre dimictico y monomictico. No obstante la mayoría de los lagos de este tipo de la demarcación del Ebro son dimicticos.
Alta montaña, alcalinas	2- Alta montaña, septentrional, dimictico, aguas alcalinas 4- Alta montaña, septentrional frío, monomictico, aguas alcalinas	
Cárstico hipogénico grande Cárstico hipogénico pequeño	20 – Cárstico hipogénico grande 21 - Cárstico hipogénico pequeño 23 – Cárstico con aportación mixta	El tipo 20 del CEDEX sólo incluye el lago de Bañolas que no pertenece a la cuenca del Ebro. Todos los lagos cársticos de la demarcación del Ebro se incluyen en los tipos 21 y 23. La clasificación de la CHE usa el límite de 8 ha para separar los lagos grandes y pequeños.
Cuenca Sedimentación, permanente, profundo, no salino	12 – Interior C. Sedimentación, no cárstico, permanente, profundo, no salino	
Cuenca Sedimentación, permanente, somero, no salino	14 – Interior C. Sedimentación, no cárstico, permanente, somero, no salino	
Cuenca Sedimentación, permanente, profundo, salino	11 – Interior C. Sedimentación, no cárstico, permanente, profundo, salino	
Cuenca Sedimentación, temporal, salino	15 – Interior C. Sedimentación, no cárstico, temporal, salino	
Cuenca Sedimentación temporal, no salino, aguas alcalinas	17- Interior C. Sedimentación, no cárstico, temporal, no salino, aguas alcalinas	En la primera clasificación del CEDEX (Julio 2004) este tipo nombrado "15" contaba con un lago en la demarcación del Ebro. En la revisión de la tipología (Junio 2005) el tipo se nombra "17" y no está representado en la demarcación del Ebro, según datos del CEDEX.

Si bien los tipos de la CHE se ajustan bastante bien a los tipos del CEDEX, existen algunas discrepancias en la clasificación de algún lago; entre éstas se comentan las más relevantes que afectan a los lagos incluidos en los muestreos realizados (detalle para los lagos estudiados en la tabla IV.2-1):

- La laguna de Sariñena pertenece al tipo C.Sedimentación, temporal salino, según la CHE y al tipo Interior, C.Sedimentación, no cárstico, permanente, somero, no salino (tipo 14, CEDEX-Junio 2005). La discrepancia obedece a que la laguna era inicialmente temporal salina, y en la actualidad se ha vuelto permanente, no

salina como resultado de los excedentes de riego que recibe. Según esto la laguna debería incluirse en la categoría de “aguas muy modificadas”.

- La laguna de Gallocanta se considera del tipo temporal-salina según la tipología de la CHE y permanente-salina según el CEDEX. La primera clasificación es la correcta.

2.3 Criterios aplicados a lagos y humedales para su identificación como masas de agua

Para identificar los lagos y humedales a incluir como masas de agua en el ámbito de aplicación de la DMA, se han aplicado los criterios de selección del Ministerio de Medio Ambiente (CEDEX) junto a criterios específicos dirigidos a dar respuesta a la solicitud de alguna Comunidad Autónoma.

Los criterios de selección han sido:

- Lagos o humedales cuya área (superficie del polígono digitalizado) supera 50 ha.
- Lagos o humedales cuya área es inferior a 50 ha y superior a 8 ha, que tienen una profundidad mayor de 3 m.
- Selecciones específicas de lagos o humedales que presentan especial interés y significación.

En la demarcación del Ebro se han identificado 92 masas de agua de la categoría lago (humedal), (Ficha SWB2 del informe Caracterización de la Demarcación y Registro de Zonas Protegidas. CHE, Abril-2005). No obstante hay 7 masas situadas en el delta del Ebro, que no se han considerado en los trabajos de este proyecto. Esto es porque se trata de aguas posiblemente de transición, cuyo estudio en principio está a cargo de la Dirección de Costas. Por lo tanto, el número de masas lago a considerar bajo las directrices del proyecto es de 85.

3 Aproximación metodológica al estudio de lagos y humedales

3.1 Selección de lagos y humedales

En el ámbito del presente proyecto se planeó la visita y muestreo de un conjunto de lagos y humedales de la demarcación del Ebro que fueran representativos de los diferentes tipos y estados de calidad, incluyendo masas de agua presumiblemente inalteradas o poco alteradas, con objeto de obtener, en estos casos, las condiciones de referencia.

Cabe señalar que la selección de los lagos a muestrear se realizó previamente a tener identificadas las masas de agua. Se seleccionaron 55 lagos y humedales de los que se visitaron y muestrearon 41 durante los veranos de 2004 (12 lagos) y 2005 (29 lagos) (de éstos 39 están declarados masa de agua). No se pudieron muestrear 14 lagos de los tipos de cuenca sedimentaria, temporales salinos y de aguas alcalinas por encontrarse secos en el periodo de muestreo (primaveras de 2005 y 2006). En la tabla 3.-1 se indica el número de lagos muestreados, y en la tabla 3.-2 se presenta su inventario.

Tabla 3.-1: Tipos de lagos y número muestreados en verano-otoño de 2004 y 2005.

Tipo de lago	Total	Declarados masa	Muestreo 2004	Muestreo 2005	Pendientes
Montaña, aguas ácidas	21	12	12	9	0
Montaña, aguas alcalinas	3	1	0	3	0
Cárstico hipogénico grande	3	3	0	3	0
Cárstico hipogénico pequeño	3	0	0	3	0
C.Sedim., permanente, profundo, no salino	1	1	0	1	0
C. Sedim, permanente, somero, no salino	6	4	0	6	0
C. Sedim., permanente, profundo, salino	1	1	0	1	0
C. Sedim., temporal, salino	11	7	0	3	8
C. Sedim., temporal, no salino, aguas alcalinas	6	1	0	0	6
TOTAL	55	39	12	29	14

Tabla 3.-2: Relación de lagos muestreados en los veranos de 2004 y 2005. Se indica el código de masa para aquellos que son masa.

ALTA MONTAÑA, ÁCIDAS					
	ID Masa		ID Masa		ID Masa
Ibón del Escalar	*	Tramacastilla	1002	Estany de Saboredo 3 (Naut)	*
Respumoso	1033	Ibón Grande de Batisielles	*	Estany de Travessany	972
Ibón de Astún	*	Lac de Rius	994	Estany Negre (Boi)	987
Ibones Altos de Brazato 1	*	Ibón Aigüeta Batisielles	*	Estany de Cavallers	1043
Ibón inferior de Brazato	*	Estany Tort de Rius	1018	Estany Negre (Espot)	1008
Ibón de Anayet	*	Estany Sant Maurici	996	Estany Gento	977
Lago de Urdiceto	1001	Estany de Saboredo 2 (Miei)	*	Laguna Larga de Neila	991

ALTA MONTAÑA, ÁLCALINAS		CÁRSTICO HIPOG. GRANDE		CÁRSTICO HIPOG. PEQUEÑO	
	ID Masa		ID Masa		ID Masa
Estany de Mainera	*	Laguna de Arreo	1019	Cernégula	*
Estany de Filia	*	Montcortés	1029	Estany Gran de Basturs	*
Lago Grande de Marboré	1027	Estanque Grande de Estaña	1014	Estany Petit de Basturs	*

C.SED., PERM, PROF, NO SALINO		C.SED., PERM, SOMERO, NO SALINO		C.SED., PERM, PROF, SALINO	
	ID Masa		ID Masa		ID Masa
Las Cañas	1007	Galacho de Jusibol	973	Salada de Chiprana	990
		Guialguerrero	*		
		Laguna Honda	1042		
		Estanca del Gancho	*		
		Galacho de la Alfranca	976		
		Laguna de la Estanca	985		

C.SED., TEMPORAL, SALINO		C.SED., TEMP., NO SALINO, ALCALINAS	
	ID Masa		ID Masa
Sariñena	968		
Salada Grande de Alcañiz	988		
Gallocanta	984		
<i>No muestreadas por estar secas</i>			
Carralagroño	974	Laguna de Musco	1037
Carravalseca	992	Laguna Llana	*
Pitillas	1016	Laguna del Rubio	*
Salada Pequeña	*	Laguna del Mojón	*
Salada de la Muerte	*	Laguna de Hervías	*
Salada del Rollico	*	Laguna de La Zaida	*
Laguna de la Playa	989		
La Salada	*		

* Lagos muestreados que no son masa

La figura 3.-1 muestra la distribución de los 55 lagos seleccionados y de los 41 muestreados.

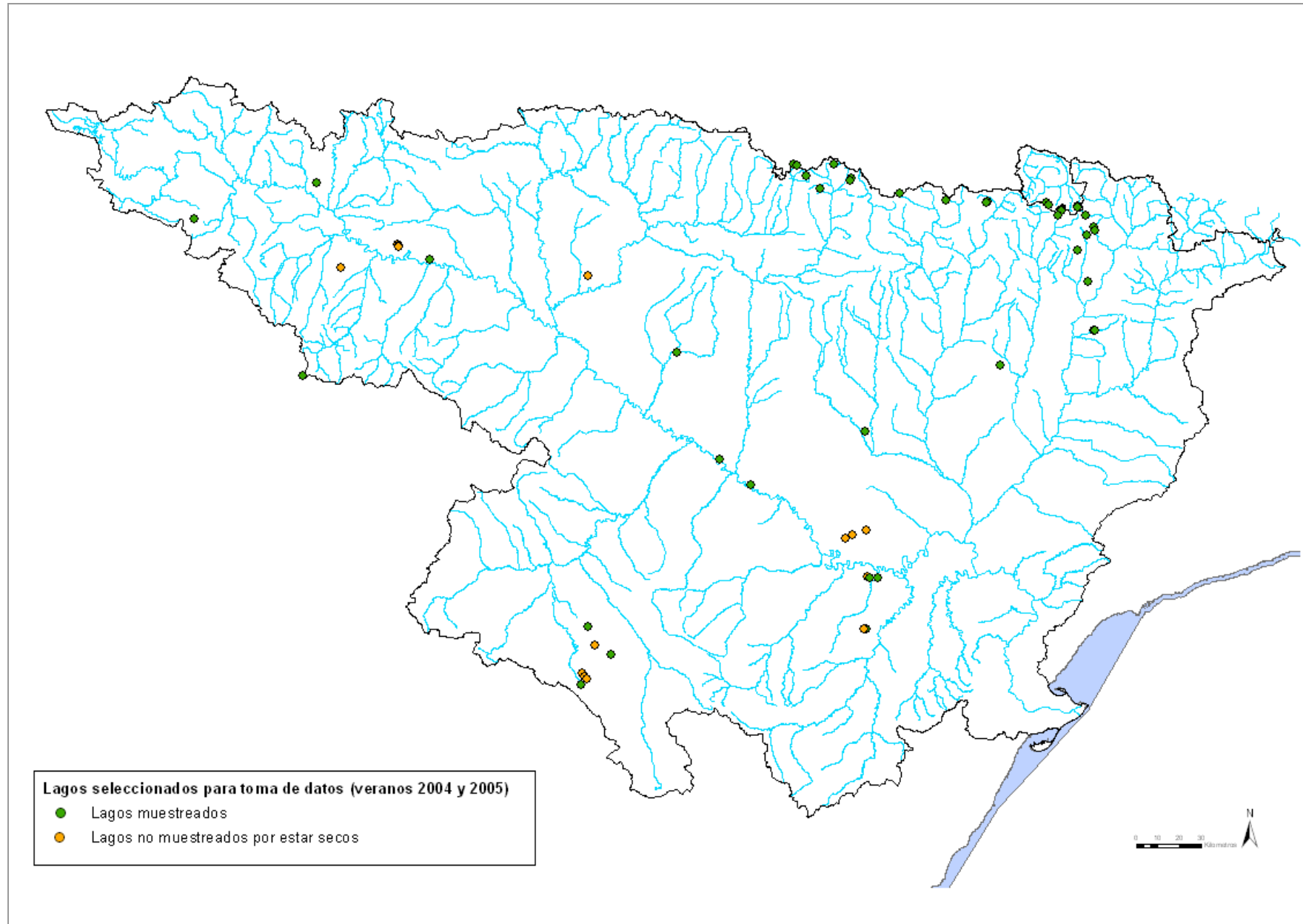


Figura 3.-1: Localización de los lagos muestreados en 2004 y 2005.

3.2 Protocolo de estudio

El estudio de los lagos y humedales seleccionados según lo indicado en el apartado 3.-1 se ha basado en las directrices metodológicas que se presentan a continuación:

3.2.1 Trabajos previos de gabinete

Se ha recogido información sobre los lagos a visitar referida a:

- Cartografía y fotografía aérea para identificar accesos, características del litoral y posibles impactos (presas, canales, etc...).
- Datos hidromorfológicos procedentes de la base de datos de Gis -Ebro
- Datos existentes procedentes de estudios previos (ver bibliografía).

La información recogida se ha usado para la caracterización y selección del punto de muestreo.

3.2.2 Trabajos de campo y laboratorio

Periodos de muestreo

La programación de las visitas y muestreos se realizó intentando elegir los periodos más adecuados para la evaluación de las comunidades biológicas de los diferentes tipos de lagos.

En el cuadro adjunto se indican los periodos de muestreo inicialmente seleccionados para los tipos de lagos, y el detalle de los muestreos realizados:

Tipo de lago	Periodo de muestreo	Detalle de muestreos
Alta Montaña, aguas ácidas y alcalinas	Finales de verano	En agosto, septiembre e inicio de octubre (2004-05)
Cársticos, hipogénicos grandes y pequeños	Inicio de verano	Primera quincena de julio, 2005
Sedim., permanentes someros, no salinos	Inicio de verano	Primera quincena de julio, 2005
Sedim., permanentes profundos sal /no sal	Inicio de verano	Primera quincena de julio, 2005
Sedim., temporales salinos	Primavera e inicio de verano	Abril, 2005 e inicio de julio, 2005 Sólo se han muestreado 3 lagos, el resto se encontró seco.
Sedim., temporal no salino, aguas alcalinas	Primavera e inicio de verano	No se muestreo ninguno; lagos seleccionados secos.

Elementos de calidad fisicoquímicos, hidromorfológicos y biológicos evaluados

Siguiendo las directrices del Anexo V.1.2 de la DMA, el muestreo de los lagos y humedales incluyó la toma de medidas ambientales y muestras de los siguientes elementos de calidad:

Indicadores de calidad fisicoquímicos en ríos especificados en el Anexo V.1.2 de la DMA	
Condiciones generales	
Cond. Térmicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura del agua
Cond. de oxigenación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxígeno disuelto del agua
Salinidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conductividad,
Estado de acidificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH
Cond. en cuanto a nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amonio, nitrito, nitrato, fósforo soluble y total

Indicadores de calidad hidromorfológicos en ríos especificados en el Anexo V.1.2 de la DMA	
Condiciones hidrológicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tasa de renovación ▪ Hidroperiodo
Condiciones morfológicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profundidad y área del lago ▪ Substratos dominantes ▪ Pendiente y tipo de cobertura de la zona ribereña

Indicadores de calidad biológicos en ríos especificados en el Anexo V.1.2 de la DMA	
Fitoplancton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventario de especies, clorofila
Otra Flora acuática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventario y cobertura de macrófitos
Fauna bentónica de invertebrados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventario y abundancia relativa de microinvertebrados y macroinvertebrados

Procedimientos de muestreo y análisis

Se han seguido las directrices metodológicas que, para cada elemento de calidad, se presentan los ***Protocolos de muestreo y análisis para los elementos de calidad biológica*** (CHE, Octubre 2005).

La toma de muestras se ha efectuado preferentemente en la zona central de la masa de agua, siempre que el acceso a la misma fuera posible, bien mediante el uso de una embarcación o penetrando a pie en los lagos someros. En los lagos profundos de alta montaña a los que se ha llegado a pie, la muestra se ha tomado en la zona litoral vadeable.

El muestreo de macrófitos se ha realizado a lo largo de transectos litorales o perpendiculares a la costa.

El muestreo de invertebrados bentónicos se ha efectuado mediante golpes de manga en los diferentes hábitats existentes.

Los métodos de muestreo utilizados se resumen en el cuadro adjunto:

Muestra /medida	Método de muestreo	Método de análisis
Temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, pH, turbidez, amonio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medidas con sonda multiparámetrica Turo o Termistor eléctrico Multiline P4 ▪ Medida "in situ" o a las pocas horas de la recogida (en lagos de acceso a pie) 	
Nutrientes	Toma de una muestra de agua. Conservación en frío (4°C).	<ul style="list-style-type: none"> - Amonio: In situ mediante Kit Aquaquant . - Nitrito: Colorimetría. - Nitrato: Colorimetría previo paso a nitrito en columna de intercambio. - Fosfato disuelto. Colorimetría. Ácido ascórbico. - Fósforo total. Colorimetría, fosfato disuelto tras digestión.
Clorofila a	Filtrado in situ de un volumen de agua hasta saturar un filtro de fibra de vidrio. Congelación del filtro en nitrógeno líquido.	- Extracción con acetona 90%. Cálculo según la fórmula de Jeffrey & Humphrey (1975)
Fitoplancton	<p>Muestra para recuento: Toma de agua en recipiente de 125 ml y conservación con lugol.</p> <p>Muestra de red: Pescas horizontales y verticales con una manga de 35 µm de diámetro de poro. Conservación con lugol.</p>	<p>Recuento de las células sedimentadas según método de Utermolh</p> <p>Identificación a género o especie realizada por Ana Negro (Universidad de Salamanca).</p>
Macrófitos	<p>Recolección a mano de las especies sumergidas y helófitos</p> <p>Secado de especímenes en presa portátil.</p> <p>Algas en formol</p>	Identificación a género y especie con el apoyo de textos taxonómicos. Consulta a expertos (Joan Pino. Universidad Autónoma de Barcelona).
Microinvertebrados	<p>Muestra con manga de 100 µm.</p> <p>Conservación con formol al 4%</p>	Identificación a especie con el apoyo de textos taxonómicos. Realizada por Miguel Alonso (URS).
Macroinvertebrados	<p>Muestreo con manga de 500 µm</p> <p>Conservación con formol al 4%</p>	Identificación hasta familia y género a cargo del equipo de bentólogos de URS.

4 Resultados de los muestreos efectuados en 2004 y 2005

4.1 Elementos de calidad fisicoquímica

Los resultados de los análisis fisicoquímicos efectuados se muestran en las tablas IV.4.-1 a-3, y se comentan en los apartados siguientes.

4.1.1 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas ácidas y alcalinas

Tipo AM-AC: Ibón del Escalar, Respumoso (1033), Ibón de Astún, Ibones altos de Brazato 1, Ibón inferior de Brazato, Ibón de Anayet, Lago de Urdiceto (1001), Tramacastilla, Ibón Grande de Batisielles, Lac de Rius (994), Ibón Aigüeta de Batisielles, Estany Tort de Rius, Estany Sant Maurici, Saboredo-2 (Miei), Saboredo -3 (Naut), Estany de Travessany, Estany Negre (Boi), Estany de Cavallers, Estany Negre (Espot), Estany Gento y Laguna Larga de Neila.

Tipo AM-AL: Estany de Mairena, Estany de Fillia y lago Grande de Marboré.

No se encuentra diferencia entre la calidad fisicoquímica de los lagos de aguas ácidas (21 lagos AM-AC) y alcalinas (3 lagos AM-AL), según las medidas de conductividad efectuadas, y al no disponer de datos de alcalinidad. Por esta razón los resultados se comentan conjuntamente.

Los rangos medidos y promedios se muestran en el cuadro adjunto:

	Temp. °C	Cond. uS/cm	pH	Turb. Clases*	O2 mg/L	P-PO4 mg/L	P tot mg/L	NO3 mg/L	NO2 mg/L	NH4 mg/L
Min	7,0	8	6,97	1	7,5	<0,001	0,001	0,01	<0,001	0,025
Max	18,2	204	9,36	3	12,7	0,02	0,06	1,12	0,018	0,2
Promedio	13,0	38	7,85	1	9,3	0,003	0,01	0,47	<0,006	0,05

* Aspecto del agua: 1 -transparente; 2 -algo turbia; 3 -turbia; 4 -muy turbia

Condiciones térmicas

La temperatura máxima estival en las aguas superficiales es generalmente menor de 18°C. La masa de agua se estratifica dos veces, una en invierno, con aguas de temperatura inferior a 4°C en superficie (y hielo), y otra en verano con aguas superficiales más calientes que las profundas.

Condiciones de salinidad

Las aguas son muy poco mineralizadas, con conductividades generalmente menores de 50 µS/cm. Como excepciones se tienen el Ibón de Tramacastilla (204 µS/cm) y el Ibón de Anayet (120 µS/cm), ambos con conductividades elevadas para el tipo, atribuibles a anomalías en la geología local que se desvían de la naturaleza predominantemente silíceo de los sustratos que albergan estos lagos.

Condiciones de acidificación

Los pH se encuentran generalmente entre 7 y 8. En las aguas más eutróficas pueden encontrarse valores más elevados (8,9) por efecto de la fotosíntesis (Ibón del Escalar). En los lagos de aguas alcalinas los pH medidos son superiores a 8 (9 en el lago de Marboré).

Condiciones de oxigenación

Las aguas se encuentran normalmente saturadas de oxígeno en todo el perfil vertical de la columna de agua.

Condiciones relativas a nutrientes

Las concentraciones de fosfato y fósforo total son propias de aguas oligotróficas (<0,01 mg/L P total) con la excepción de la laguna Larga de Neila, donde la concentración de fósforo (0,06 mg/L P total) es propia de aguas mesotróficas.

Las concentraciones de nitrato, nitrito y amonio son muy bajas. Las concentraciones máximas son 1 mg/L NO₃ y 0,018 mg/L NO₂ (Lago de Marboré), y 0,2 mg/L de NH₄ (Tramacastilla).

4.1.2 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, cársticos hipogénicos

Tipo CHG: Laguna de Arreo (1019), Montcortés (1029), Grande de Estaña (1014)

Tipo CHP: Cernégula, Gran de Basturs y Petit de Basturs.

No se encuentra diferencia entre la calidad fisicoquímica de los lagos cársticos hipogénicos grandes (3 lagos CHG analizados) y pequeños (3 lagos CHP), por lo que los resultados se comentan conjuntamente.

Los rangos medidos y promedios se muestran en el cuadro adjunto:

	Temp. °C	Cond. uS/cm	pH	Turb. Clases	O2 mg/L	P-PO4 mg/L	P tot mg/L	NO3 mg/L	NO2 mg/L	NH4 mg/L
Min	21,8	191	7,64	1	5,4	0,001	0,005	0,07	<0,001	0,05
Max	25,3	3.133	9,06	3	9,7	0,01	0,030	0,71	0,031	0,4
Promedio	24,0	951	8,37	2	7,6	0,006	0,016	0,36	0,009	0,17

* Aspecto del agua: 1 -transparente; 2 -algo turbia; 3 -turbia; 4 -muy turbia

Condiciones térmicas

La temperatura máxima estival en las aguas superficiales es generalmente mayor de 20°C. En los de profundidad superior a 5 m la masa de agua se estratifica fuertemente en verano (las aguas hipolimnéticas presentan temperaturas muy bajas en Arreo, Montcortés y Estaña) (tabla IV.4.-3).

Condiciones de salinidad

La mineralización es muy variable. Los valores mínimos se encuentran en la laguna de Cernégula (191 µS/cm) y los máximos en el lago Grande de Estaña (3.133 µS/cm).

Condiciones de acidificación

Las aguas se encuentran bien tamponadas porque en los lagos cársticos la reserva alcalina suele ser elevada. Los pH son altos (>8,5) en todos los casos, excepto en dos (7,6 en Laguna de Arreo y 7,9 en Petit de Basturs).

Condiciones de oxigenación

En la mayor parte de los lagos las aguas se encuentran bien oxigenadas en el epilimnion y anóxicas o hipóxicas en el hipolimnion. En el Estany Gran de Basturs las aguas profundas poseen más oxígeno que las superficiales debido a que están más frías y a la fotosíntesis de los macrófitos sumergidos.

Condiciones relativas a nutrientes

Las concentraciones de fosfato y fósforo total son propias de aguas oligotróficas (<0,01 mg/L P total) en Montcortés, Lago Grande de Estaña y Estany Gran de Basturs. En el resto de los lagos las concentraciones de este nutriente corresponden a aguas mesotróficas (del orden de 0,03 mg/L P total).

Las concentraciones de nitrato, nitrito y amonio son muy bajas. Los valores máximos son de 0,7 mg/L NO₃ (Montcortés), 0,03 mg/L NO₂ (Arreo) y 0,4 mg/L NH₄ (Cernégula).

4.1.3 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, no salinos

Tipo CSPP-no S: Pantano de Las Cañas

Los valores fisicoquímicos medidos en el agua de superficie son los siguientes:

	Temp. °C	Cond. uS/cm	pH	Turb. Clases	O ₂ mg/L	P-PO ₄ mg/L	P tot mg/L	NO ₃ mg/L	NO ₂ mg/L	NH ₄ mg/L
Cañas	22,4	756	8,29	3	8,99	0,058	0,16	0,05	<0,001	0,2

* Aspecto del agua: 1 -transparente; 2 -algo turbia; 3 -turbia; 4 -muy turbia

Condiciones térmicas

La temperatura máxima estival en las aguas superficiales es mayor de 20°C.

Condiciones de salinidad

La mineralización es moderada (756 µS/cm).

Condiciones de acidificación

El pH es elevado (8,29 unid.).

Condiciones de oxigenación

Las aguas superficiales están bien oxigenadas.

Condiciones relativas a nutrientes

Las concentraciones de fosfato y fósforo total (0,16 mg/L P total) son propias de aguas eutróficas

Las concentraciones de nitrato, nitrito y amonio son bajas (0,05 mg/L NO₃, <0,001 mg/L NO₂ y 0,2 mg/L NH₄).

4.1.4 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos.

TipoCSPS- no S: Galacho de Juslibol (976), Guialguerrero, Laguna Honda (1042), Estanca del Gancho, Galacho de la Alfranca (976), Laguna de la Estanca (985)

Los rangos medidos y promedios en las aguas de superficie se muestran en el cuadro adjunto:

	Temp. °C	Cond. uS/cm	pH	Turb. Clases	O2 mg/L	P-PO4 mg/L	P tot mg/L	NO3 mg/L	NO2 mg/L	NH4 mg/L
Min	22,4	410	7,50	2	2,5	0,003	0,017	0,07	<0,01	0,05
Max	28,3	3.550	9,14	3	13,3	0,04	0,26	31,2	0,123	0,3
Promedio	25,1	1.982	8,23	2	8,5	0,02	0,08	6,72	0,049	0,16

* *Aspecto del agua: 1 -transparente; 2 -algo turbia; 3 -turbia; 4 -muy turbia*

Condiciones térmicas

La temperatura máxima estival en las aguas superficiales es generalmente mayor de 20°C. En los lagos de profundidad superior a 3 m la masa de agua se estratifica en verano, como sucede en la laguna Honda. Ésta se encontró con 3,4 m de profundidad y un gradiente de temperatura, entre 23,5 °C y 21,2 °C asociado a una oxiclina.

Condiciones de salinidad

La mineralización es muy variable. Los valores mínimos se encuentran en la laguna de Guialguerrero (410 µS/cm) y los máximos en la Laguna de la Estanca (3.550 µS/cm).

Condiciones de acidificación

Las aguas se encuentran bien tamponadas. Los pH son elevados en todos los casos (>8 excepto en La Alfranca).

Condiciones de oxigenación

Las concentraciones de oxígeno son elevadas en la mayor parte de los lagos analizados. En la Laguna de la Estanca se dan valores de hipoxia en la superficie (2,5 mg/L de O₂ disuelto), probablemente asociados a una fase de dominio de la heterotrofia, lo que concuerda con el color grisáceo de las aguas. En la laguna Honda existe una oxiclina asociada a la termoclina y la concentración de oxígeno en el fondo es de 1,5 mg/L.

Condiciones relativas a nutrientes

Las concentraciones de fosfato y fósforo total son propias de aguas mesotróficas o eutróficas. La concentración más elevada se mide en la Estanca del Gancho (0,26 mg/L P total).

Las concentraciones de nitrógeno en sus diferentes formas son también bajas excepto en el Galacho de la Alfranca, en el que se superan los 30 mg/L. Esta concentración se atribuye a contaminación difusa.

4.1.5 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, salinos, pequeños

Tipo CSPP-S: Laguna de Chiprana (990)

Los valores fisicoquímicos medidos en el agua de superficie son los siguientes:

	Temp. °C	Cond. uS/cm	pH	Turb. Clases	O ₂ mg/L	P-PO ₄ mg/L	P tot mg/L	NO ₃ mg/L	NO ₂ mg/L	NH ₄ mg/L
Chiprana	26,2	44.500	8,55	1	3,24	0,012	0,041	0,65	<0,001	-

* Aspecto del agua: 1 -transparente; 2 -algo turbia; 3 -turbia; 4 -muy turbia

Condiciones térmicas

La temperatura de la laguna sigue el ciclo térmico atmosférico anual. No se encontró estratificación térmica.

Condiciones de salinidad

Las aguas son hipersalinas (44.500 µS/cm)

Condiciones de acidificación

Las aguas se encuentran bien tamponadas y el pH es elevado (8,55 unid.)

Condiciones de oxigenación

La concentración de oxígeno es relativamente baja (3 mg/L O₂), debido a que la laguna pasaba por una fase heterotrófica (aguas con poco fitoplancton), y a la elevada salinidad.

Condiciones relativas a nutrientes

Las concentraciones de fósforo y nitrógeno son propias de aguas oligo-mesotróficas (0,04 mg/L P total, 0,6 mg/L NO₃ y <0,001 mg/L NH₄).

4.1.6 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, temporales, salinos.

Tipo CST-S: Lago de Sariñena (990) y Gallocanta (984)

Se han analizado dos lagos, Sariñena y Gallocanta (el resto de los seleccionados para su estudio se encontraron secos), no obstante Sariñena no se considera representativo del tipo y en Gallocanta sólo se dispone de datos de temperatura y conductividad. Los datos medidos se presentan en el cuadro adjunto:

	Temp. °C	Cond. uS/cm	pH	Turb. Clases	O2 mg/L	P-PO4 mg/L	P tot mg/L	NO3 mg/L	NO2 mg/L	NH4 mg/L
Sariñena	28,4	1.738	8,74	3	8,27	0,017	0,07	0,47	0,07	0,3
Gallocanta	15,9	87.500	-	-	-	0,024	0,24	0,02	<0,001	-

* Aspecto del agua: 1 -transparente; 2 -algo turbia; 3 -turbia; 4 -muy turbia

Condiciones térmicas

La temperatura de las lagunas sigue el ciclo térmico atmosférico anual. No se encontró estratificación térmica.

Condiciones de salinidad

Las aguas son dulces en la laguna de Sariñena (1.738 μ S/cm) debido a las aportaciones de excedentes de riego; debido a esto la laguna debe considerarse como masa de agua muy modificada. Gallocanta tiene aguas hipersalinas en una fase muy avanzada de salinidad debido a la sequía por la que pasa (87.500 μ S/cm).

Condiciones de acidificación

En Sariñena el pH es elevado (8,74 unid.) y en Gallocanta no se analizó.

Condiciones de oxigenación

Las aguas están bien oxigenadas en Sariñena. No se analizó el oxígeno disuelto en Gallocanta.

Condiciones relativas a nutrientes

Las concentraciones de fósforo en Sariñena son propias de aguas eutróficas (0,07 mg/L P total). Hay muy poco nitrógeno.

4.2 Elementos de calidad hidromorfológica

Se han evaluado algunos aspectos de la hidromorfología de los lagos estudiados, los cuales se presentan en la tabla IV.4.-4 a y b para cada uno de los lagos y se resumen en tabla 4.2.-1 para los tipos representados.

4.2.1 Lagos de alta montaña, aguas ácidas y alcalinas

Tipo AM-AC: Ibón del Escalar, Respumoso (1033), Ibón de Astún, Ibones altos de Brazato 1, Ibón inferior de Brazato, Ibón de Anayet, Lago de Urdiceto (1001), Tramacastilla, Ibón Grande de Batisielles, Lac de Rius (994), Ibón Aigüeta de Batisielles, Estany Tort de Rius, Estany Sant Maurici, Saboredó-2 (Miei), Saboredó -3 (Naut), Estany de Travessany, Estany Negre (Boi), Estany de Cavallers, Estany Negre (Espot), Estany Gento y Laguna Larga de Neila.

Tipo AM-AL: Estany de Mairena, Estany de Filia y lago Grande de Marboré.

Son lagos pequeños y medios (< 50 ha de superficie) con tasas de renovación altas y medias e hidroperiodo permanente fluctuante. En general, son profundos y el sustrato es

variado, si bien dominan rocas y gravas. Hay arenas finas y limos en Ibón de Escalar, Astún, Tramacastilla, Larga de Neila, Mainera y Filià.

La zona ribereña presenta pendientes elevadas, en general entre 50-75%, y está ocupada por prados alpinos (es rara la presencia de arbustos y árboles).

4.2.2 Lagos cársticos hipogénicos grandes y pequeños

Tipo CHG: Laguna de Arreo (1019), Montcortés (1029), Grande de Estaña (1014)

Tipo CHP: Cernégula, Gran de Basturs y Petit de Basturs.

Los lagos cársticos hipogénicos grandes presentan un área entre 12-20 ha y son bastante profundos (profundidad máxima entre 15 y 30 m). La tasa de renovación es alta-media y el hidropereodo es permanente no fluctuante (excepto Estaña que es permanente fluctuante). Domina el substrato arenoso.

La pendiente de la zona ribereña es suave en Estaña y Montcortés (< 25%) y algo más abrupta en Arreo (entre 25 y 50%). Se encuentran cinturones bien formados de helófitos.

En el caso de los lagos cársticos hipogénicos pequeños (<1 ha de superficie), también son profundos (excepto Cernégula), el hidropereodo es permanente fluctuante, y domina el substrato arenoso. Los márgenes son poco pendientes (<25%) y la cobertura vegetal ribereña varía, según el lago (litoral asfaltado en Cernégula, prados herbáceos en el Estany Gran de Basturs y cinturón de helófitos en el Estany Petit de Basturs).

4.2.3 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, no salinos

Tipo CSPP-no S: Pantano de Las Cañas

La superficie es extensa (>90 ha), la tasa de renovación media y el hidropereodo permanente fluctuante. Substrato dominado por arenas y limos.

La zona ribereña se caracteriza por taludes de poca pendiente (<25%) y presencia de cinturón de helófitos casi completo.

4.2.4 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos.

TipoCSPS- no S: Galacho de Juslibol (976), Guialguerrero, Laguna Honda (1042), Estanca del Gancho, Galacho de la Alfranca (976), Laguna de la Estanca (985)

Comprende lagos de diferente tamaño (área entre 6 ha en la laguna Honda y 55 ha en el Galacho de Juslibol) y poco profundos (en general < 5 m; la laguna de la Estanca podría tener 15 m de profundidad). El hidropereodo es permanente fluctuante y el substrato dominante son limos y arenas.

La zona ribereña tiene una pendiente suave (<25%, excepto Juslibol entre 25-50%) y presenta formaciones de helófitos que, en muchos casos, ocupan gran parte del litoral.

Tabla 4.2.-1
Aspectos hidromorfológicos de los lagos analizados

Condiciones hidromorfológicas	Alta montaña ácida	Alta montaña alcalina	Cárstico hipogénico grande	Cárstico hipogénico pequeño	C. Sedimentación, permanentes, profundos, no salinos	C. Sedimentación, permanentes, someros, no salinos	C. Sedimentación, permanentes, profundos, salinos	C. Sedimentación, temporales, salinos
	AM-AC	AM-AL	CHG	CHP	CSPP-noS	CSPS-noS	CSPP-S	CST-S
Características hidrológicas								
<i>Área del lago en el GIS-EBRO (ha)</i>	Entre >1 y 45	< 10	entre 12 y 20	< 1	<100	entre 6 y 55	37	entre 62 y 967
<i>Tasa de renovación</i>	Alta -Media	Alta -Media	Alta -Media	Alta -Media	Media	Media	Media	Media
<i>Hidoperíodo</i>	Permanente fluctuante	Permanente fluctuante	Permanente no fluctuante, excepto Grande de Estaña	Permanente fluctuante	Permanente fluctuante	Permanente fluctuante	Permanente fluctuante	Temporal
Morfología del vaso								
<i>Profundidad en muestreo o bibliografía (m)</i>	En general, profundos	-	entre 15 y 30	>1 -11	-	entre 2-15	<1	-
<i>Características del sustrato (Sustrato dominante)</i>	Rocas y gravas	Filià y Mainera: Arenas finas y limos. Marboré: Rocas y gravas.	Arenas y limos.	Arena y limos.	Arena y limos.	Limos y arena.	Limos y arena.	Limos y arena.
Morfología de zona ribereña								
<i>Grado de pendiente del litoral</i>	En la mayoría entre el 50 y el 75%., excepto represados	Alrededor del 50%.	Alrededor del 25%.	Pendiente inferior al 25%.	Pendiente inferior al 25%.	Inferior al 25%.,excepto Juslibol	Inferior al 25%.	Inferior al 25%.
<i>Cobertura vegetal</i>	Vegetación herbácea hasta el litoral.	Filià y Mainera: Vegetación herbácea hasta el litoral. Marboré: Sin vegetación.	Cinturón completo de helófitos.	Vegetación herbácea hasta el litoral aunque también hay lagos (Estany Petit de Basturs) que presentan un cinturón de helófitos	Cinturón casi completo de helófitos.	Comunidades de helófitos que en algunos lagos llegan a formar un cinturón completo.	Cinturón casi completo de helófitos con presencia de estrato arbustivo.	Salicornial y helófitos dispersos

4.2.5 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, salinos

Tipo CSPP-S: Laguna de Chiprana (990)

Incluye la Salada de Chiprana (37 ha y < 1 m de profundidad). La tasa de renovación es media y el hidropериodo es permanente fluctuante. El substrato dominante del vaso son arenas y limos.

La zona ribereña presenta una pendiente muy suave y formaciones de helófitos junto arbustos.

4.2.6 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, temporales, salinos

Tipo CST-S: Lago de Sariñena (990), Salada Grande de Alcañiz (988) y Gallocanta (984)

Lagos, en general, extensos (>50 ha) con hidropериodo temporal errático (Salada Grande de Alcañiz) y temporal estacional (Gallocanta). Sariñena, incluido en este tipo, por su origen presenta el hidropериodo alterado (permanente fluctuante) al recibir caudales procedentes de los excedentes de riegos.

Los substratos dominantes son arenas y limos. La zona ribereña presenta taludes de pendiente suave, en los que crecen quenopodiáceas (*Salicornia*) junto a bosquetes de helófitos más alejados de la orilla. En Sariñena se encuentra cinturón de helófitos favorecido por la menor salinidad del agua.

4.3 Elementos de calidad biológicos: Fitoplancton

A continuación se describe la comunidad de fitoplancton encontrada en los diferentes tipos de lagos (ver tablas IV.4.-5 y IV.4.-6).

4.3.1 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas ácidas.

Tipo AM-AC: Ibón del Escalar, Respumoso (1033), Ibón de Astún, Ibones altos de Brazato 1, Ibón inferior de Brazato, Ibón de Anayet, Lago de Urdiceto (1001), Tramacastilla, Ibón Grande de Batisielles, Lac de Rius (994), Ibón Aigueta de Batisielles, Estany Tort de Rius, Estany Sant Maurici, Saboredo-2 (Miei), Saboredo -3 (Naut), Estany de Travessany, Estany Negre (Boi), Estany de Cavallers, Estany Negre (Espot), Estany Gento y Laguna Larga de Neila.

Composición

En la mayoría de estos lagos el grupo predominante, o uno de los más importantes en número de células, es el de las crisofíceas, y además son especies de tamaño muy pequeño. También en el resto de grupos de algas predominan especies pequeñas, y sobre todo son flageladas (dinoflagelados, clorofilas flageladas, etc.). Todas estas características son propias de ecosistemas oligotróficos.

Dentro del grupo de las diatomeas aparecieron especies típicas de ambientes de mineralización y pH relativamente bajos, como las especies de *Eunotia*, *Frustulia*, *Pinnularia*.

Aparecieron bastantes especies de desmidiáceas (Chlorophyta) en las muestras cuantitativas, pero salvo en la laguna Larga de Neila, en pequeñas cantidades.

Las excepciones son el Ibón del Escalar y la laguna Larga de Neila, con una abundancia de fitoplancton mucho mayor que el resto de lagos, especialmente la laguna Larga de Neila. Estos resultados están de acuerdo con la mayor cantidad de clorofila obtenida en estos dos lagos (9 mg/m³ en Escalar y 25 mg/m³ en Larga de Neila). En el Ibón del Escalar el grupo predominante es el de las clorofitas y en la laguna Larga de Neila las clorofitas y cianobacterias. Las cianobacterias de la laguna Larga de Neila son del orden Chroococcales (*Aphanocapsa* sp.).

En ninguno de estos lagos, ni siquiera en la laguna Larga de Neila o en I. del Escalar, han aparecido cianobacterias con heterocistes o cianobacterias coloniales típicas de ambientes eutróficos, ni en las muestras de red ni en las cuantitativas. No obstante, un desarrollo grande de clorofitas (*Scenedesmus*, *Chlorella*, *Crucigenia*, *Pediastrum*, etc.), también puede indicar que hay altas concentraciones de nutrientes. Otras condiciones que benefician a las clorofitas y cianobacterias durante el verano son la mayor estabilidad del agua y mayor temperatura.

En estos lagos apenas aparecieron euglenofitas (una especie en las muestras cuantitativas, en el lago y tres especies en el total de muestras de red).

Abundancia

Estos lagos se caracterizan por una baja abundancia de fitoplancton en su situación natural. La concentración se encuentra en general por debajo de 5.000 cel/mL, excepto en los casos en los que se ha detectado eutrofización (laguna de Tramacastilla: 13.655 cel/mL, Ibón del Escalar: 125.506 cel/mL, y laguna de Neila: 460.036 cel/mL). En el Ibón Grande Batisielles, que no se considera eutrofizado, la gran concentración de células (27.177 cel/mL) se debe a la presencia de colonias de *Aphanocapsa* que engloban células diminutas en una matriz gelatinosa.

Biomasa

La biomasa, expresada como concentración de clorofila, es muy baja en los lagos no eutrofizados, y generalmente se encuentra por debajo de los 2 mg/m³, lo que es consistente con los criterios de la OCDE. En los lagos eutrofizados que ya se han comentado se tienen valores de 7,2 mg/m³ en la laguna de Tramacastilla, 9,04 mg/L en el Ibón del Escalar y 25,02 en la laguna de Neila).

4.3.2 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas alcalinas

Tipo AM-AL: Estany de Mairena, Estany de Fillia y lago Grande de Marboré.

Composición

La composición del fitoplancton es muy similar a la de los lagos de montaña de aguas ácidas. En Mainera y Marboré el grupo predominante es el de las crisofíceas. En Filiá predominan las clorofitas, pero la abundancia es muy baja en comparación con el Ibón del Escalar o la laguna Larga de Neila.

En estos lagos no se encontraron euglenofitas, ni en las muestras cuantitativas ni en las de red.

Abundancia

Muy similar a la de los lagos de aguas ácidas.

Biomasa

Muy similar a la de los lagos de aguas ácidas.

4.3.3 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, cársticos hipogénicos

Tipo CHG: Laguna de Arreo (1019), Montcortés (1029), Grande de Estaña (1014)

Tipo CHP: Cernégula, Gran de Basturs y Petit de Basturs

Composición

Estos lagos se caracterizaron (en conjunto) por presentar mayor diversidad de dinoflageladas con placas que otras tipologías de lagos, y en algunas especies la mayor abundancia. Por ejemplo en Arreo y Estany Gran de Basturs se registró la mayor abundancia del estudio de las dinoflageladas *Ceratium hirundinella*, *Peridiniopsis elpatiewskyi*, *Peridiniopsis borgei* y *Peridinium willei*. En las muestras cuantitativas las tres últimas especies solamente aparecieron en lagos de esta tipología, aunque se encontraron esporádicamente en muestras de red de otros tipos de lagos.

También destaca la presencia en Estany Gran y Estany Petit de Basturs de *Ceratium cornutum* (en Estany Gran solamente en la muestra de red), dinoflagelada que no apareció en ningún otro lago del estudio.

Otro aspecto que se puede destacar de estos lagos es que algunas desmidiáceas de los géneros *Cosmarium* y *Euastrum* fueron relativamente abundantes (cada especie en un lago distinto).

Abundancia

En este grupo de lagos hay más variación de unos lagos a otros en cuanto a la abundancia del fitoplancton. El que presenta más cantidad de fitoplancton es el lago de Arreo, donde predominan las cianobacterias y clorofitas. Las cianobacterias más abundantes son chroococcales (*Aphanothece minutissima*). No obstante, teniendo en cuenta el tamaño de las cianobacterias la cantidad de biomasa correspondiente a este grupo no es tan alta como la que pueden aportar las clorofitas, diatomeas u otras algas. También el Estany Petit (Basturs) presenta bastante fitoplancton, en este caso con un gran predominio de clorofitas (*Dictyosphaerium subsolitarium*). Estos dos lagos son los de mayor concentración de clorofila.

Después de estos lagos, por orden descendente de abundancia de fitoplancton, tenemos el Estanque Grande de Estaña, el Estany Gran (Basturs), Cernégula y en último lugar Montcortés, que también presenta la menor concentración de clorofila. En Estaña y Cernégula el grupo más importante fue el de las clorofitas y en el Estany Gros las clorofitas y haptofitas. Las haptofitas (algas flageladas) solamente están representadas en el estudio por la especie *Chrysochromulina parva*. En Montcortés no hay un predominio claro de un grupo.

Biomasa

La biomasa, expresada como concentración de clorofila es de condiciones oligo- mesotróficas en la mayor parte de los lagos. La más baja corresponde al lago de Montcortés (1,7 mg/m³) y la más elevada al lago de Arreo (18,2 mg/m³). En Cernégula la concentración de clorofila es la tercera más alta de este grupo de lagos (parecida al Estany Petit), aunque el número de células del fitoplancton es de los más bajos. Esto se debe a que en Cernégula aparecieron dos clorofitas que aportan bastante biomasa (y clorofila) aunque en número de células no sean tan abundantes como otras especies. Se trata de *Euastrum insulare* (una desmidiácea) y *Oocystis solitaria*.

4.3.4 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, no salinos

Tipo CSPP-no S: Pantano de Las Cañas

Composición

Este tipo de lagos se encuentra representado únicamente por el lago de las Cañas, que se encuentra represado. Predominan en este lago las cianobacterias y clorófitas. Aparecieron muchas especies de clorófitas, pero las cianobacterias pertenecen únicamente a tres especies de chroococcales: *Aphanocapsa holsatica*, *Merismopedia tenuissima* y *Chroococcus* cf. *obliteratus*. Aunque las dos primeras poseen células de pequeño tamaño, en este lago las cianobacterias sí tienen gran relevancia en biomasa dada su gran abundancia.

No aparecieron crisofíceas ni apenas dinoflageladas, pero presentó bastantes euglenofitas, al igual que otros lagos sedimentarios. Algunas de las euglenófitas son muy grandes (*Euglena oxyuris*, *Lepocinclis texta*). Las euglenófitas abundan en ambientes ricos en materia orgánica.

Abundancia

Este lago es que presenta la mayor abundancia del fitoplancton de todos los tipos estudiados (>3*10⁶ cel./ml).

Biomasa

La biomasa, expresada como concentración de clorofila es de condiciones eutróficas: 32,5 mg/m³.

4.3.5 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos

TipoCSPS- no S: Galacho de Juslibol (976), Guialguerrero, Laguna Honda (1042), Estanca del Gancho, Galacho de la Alfranca (976), Laguna de la Estanca (985)

Composición

En este grupo de lagos (considerados en conjunto) aparecieron bastantes especies de diatomeas en las muestras cuantitativas, muchas de ellas son especies con preferencia por aguas con contenido iónico medio-alto, como son *Chaetoceros* sp., varias especies de *Gyrosigma*, *Nitzschia closterium*, *Nitzschia tryblionella*, *Nitzschia reversa* y *Rhopalodia gibba*.

También se caracterizan por poseer bastantes especies de euglenofitas (y abundantes) y por la presencia en algunos lagos de clorofitas que no aparecieron en otros tipos de lagos, como

Dictyosphaerium tetrachotomum, *Micractinium pusillum*, *Pectodcytion cubicum*, *Volvox aureus*.

No obstante, estas características que se han comentado no aparecen en todos los lagos del grupo. De hecho, la abundancia y composición del fitoplancton son bastante diferentes de unos a otros lagos. Las especies predominantes son distintas en casi todos los lagos. Esto es reflejo de la diversidad de condiciones físico-químicas de estos lagos (pH, conductividad, nutrientes), y también de su carácter somero. En los lagos someros las características físicas y químicas suelen variar más rápidamente y esto favorece el que puntualmente se desarrolle más alguna especie del fitoplancton.

Abundancia

El lago que presenta mayor abundancia de fitoplancton de este grupo es Estanca del Gancho. La cianobacteria *Merismopedia* cf. *tenuissima* es la especie más abundante. Las diatomeas (*Navicula* cf. *capitatoradiata*) y criptofitas son los otros grupos relevantes en este lago. En este lago apenas aparecieron clorofitas, algo que lo diferencia bastante del resto de lagos del grupo y también de otros grupos.

Después de la Estanca del Gancho, los lagos con más fitoplancton de este grupo son Galacho de Alfranca, Guialguerrero y Galacho de Juslibol. La abundancia de algas es bastante similar en los tres, pero la composición del fitoplancton muy distinta.

En Galacho de Alfranca hay un predominio total de diatomeas. Aunque no es una laguna con una conductividad muy alta sorprende la abundancia de la diatomea *Chaetoceros* sp. Este género (del orden centrales) suele preferir ambientes salinos o de alto contenido iónico. También apareció en Caspe, pero en mucha menor cantidad. La mayor abundancia de diatomeas en Alfranca corresponde a una especie del orden centrales no identificada debido a su pequeño tamaño, pero podría tratarse también de individuos de *Chaetoceros* sp. También destaca de Alfranca la presencia de crisofíceas, algas que no aparecieron en otros lagos de esta tipología.

En Guialguerrero las algas más abundantes son las clorofitas, concretamente dos especies: *Dictyosphaerium tetrachotomum* y *Micractinium pusillum*. La segunda no apareció en ningún otro lago del estudio y *D. tetrachotomum* únicamente apareció en Guialguerrero y en Galacho de Juslibol, aunque en este último lago en menor cantidad. Entre las cianobacterias apareció *Nostoc* sp. (especie con heterocistes), aunque en una cantidad mucho menor que especies de otros grupos.

En Galacho de Juslibol las haptofitas (*Chrysochromulina parva*) fueron más abundantes que otros grupos del fitoplancton. *C. parva* no apareció en otros lagos de esta tipología ni en otros lagos sedimentarios. Además de *C. parva*, también fueron abundantes las clorofitas, diatomeas y criptofitas. Galacho de Juslibol destaca por la presencia (y además con bastante abundancia) de las diatomeas *Gyrosigma macrum* y *Nitzschia reversa*, y de la dinoflagelada *Peridiniopsis penardiforme*, especies que no aparecieron en las muestras de otros lagos del estudio. Además en este lago es donde se registró la mayor abundancia de euglenofitas.

La menor abundancia de fitoplancton de este grupo de lagos corresponde a Caspe y finalmente a la laguna Honda. En ambos predominan las clorofitas y no aparecieron euglenofitas. En Caspe destacan las cianobacterias y en la laguna Honda las criptofitas. A diferencia de otros lagos del estudio, en Caspe aparecieron bastantes especies de cianobacterias en la muestra cuantitativa. Entre esas especies está *Aphanizomenon ovalisporum*, una especie con heterocistes, pero su abundancia fue baja.

Biomasa

La biomasa, expresada como concentración de clorofila, de este tipo de lagos es de condiciones mesotrófico-eutróficas: Las masas de agua no eutrofizadas tienen entre 3 y 16,3 mg/m³ de clorofila. El galacho de Juslibol y la Estanca del Gancho son sistemas claramente eutróficos, aunque el primero puede serlo de forma natural.

4.3.6 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, salinos

Tipo CSPP-S: Laguna de Chiprana (990)

Composición

Este lago destaca por la escasez de especies que aparecieron. Solamente se encontraron algunas cianobacterias, diatomeas y clorofitas. De estos tres grupos fueron las cianobacterias las más abundantes, debido a la oscillatorial *Limnothrix* sp.

Abundancia

La abundancia total de fitoplancton es muy baja (11.662 cel/mL) en el contexto de los lagos situados en cuencas sedimentarias.

Biomasa

La biomasa, expresada como concentración de clorofila, en este lago es de condiciones oligotróficas (1,1 mg/m³).

4.3.7 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, temporales, salinos

Tipo CST-S: Lago de Sariñena (990), Salada Grande de Alcañiz (988) y Gallocanta (984)

Composición

Los dos lagos estudiados de este tipo presentan características muy distintas en el fitoplancton. Gallocanta presentó una abundancia de algas mucho mayor que Sariñena. Las especies más abundantes en Gallocanta fueron la diatomea *Nitzschia closterium* y la cianobacteria *Leptolyngbya* cf. *halophila*, especies propias de ambientes salinos. Algunas algas de otros grupos que no han podido ser determinadas con exactitud en Gallocanta también es posible que sean especies halófilas. También se puede destacar, en Gallocanta, la presencia de *Chilomonas paramecium*, una especie incolora (sin clorofila) afín taxonómicamente a las criptofitas.

En Sariñena las algas predominantes fueron las clorofitas y criptofitas. La composición del fitoplancton no fue muy diferente de la de otros lagos sedimentarios estudiados, debido a que, en la actualidad, este lago no se comporta ni como temporal, ni como salino, debido a los excedentes de riegos que recibe.

Abundancia

La densidad de células en Gallocanta es muy elevada (174.421 cel/mL). En Sariñena la densidad es mucho más baja (6.938 cel/ml).

Biomasa

La biomasa, expresada como concentración de clorofila, en estos lagos corresponde a condiciones mesotrófico-eutróficas (13,3-28 mg/m³).

4.4 Elementos de calidad biológicos: Macrófitos

A continuación se describe la comunidad de macrófitos encontrada en los diferentes tipos de lagos (ver tabla IV.4.-7). En el cuadro adjunto se presenta el número de taxones de los grupos de macrófitos en los tipos de lagos muestreados.

	AM-AC	AM-AL	CHG	CHP	CSPP-noS	CSPS-noS	CSPP-S	CST-S
Nº lagos con macrófitos	13	2	3	3	1	6	1	2
Nº lagos muestreados	21	3	3	3	1	6	1	3
CIANOPHYTA								
Nostocaceae	1							
COLOROPHYTA								
Characeae	3	2	2	2		2	1	
Cladophoraceae	1	1		1		2		
Chlorophyceae				1		1		
BRYOPHYTA								
Polytrichaceae	2							
PTERIDOPHYTA								
Isoetaceae	2							
MAGNOLIOPHYTA								
Ceratophyllaceae						2		
Ranunculaceae	3	1						
Caryophyllaceae	1							
Polygonaceae		1	1			1	1	
Plumbaginaceae							1	
Frankeniaceae								1
Brassicaceae	1							
Haloragaceae		2	1	4		2		
Lamiaceae			1					
Callitrichaceae	3							
Lentibulariaceae				1				
LILIOPSIDA								
Potamogetonaceae	2	1	2	1		2		
Ruppiaceae				1			1	
Zannichelliaceae	1			1				
Juncaceae	2		1			1	1	1
Cyperaceae	3		7	2	1	3	1	1
Poaceae	1		1	1	1	1	1	1
Sparganiaceae	2	1	1					
Typhaceae			1		1	1		1
Liliaceae	3							
Nº taxones total	31	9	18	15	3	18	7	5
Nº taxones macroalgas	5	3	2	4	0	5	1	0
Nº taxones musgos y hepáticas	4	0	0	0	0	0	0	0
Nº taxones fanerógamas	22	6	16	11	3	13	6	5

Se observa que los macrófitos están representados en todos los tipos, no obstante sólo en los lagos de alta montaña existen algunos que carecen de macrófitos (de los 21 lagos del tipo de montaña ácidas hay macrófitos en 13).

4.4.1 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas ácidas y alcalinas.

Tipo AM-AC: Ibón del Escalar, Respumoso (1033), Ibón de Astún, Ibones altos de Brazato 1, Ibón inferior de Brazato, Ibón de Anayet, Lago de Urdiceto (1001), Tramacastilla, Ibón Grande de Batisielles, Lac de Rius (994), Ibón Aigueta de Batisielles, Estany Tort de Rius, Estany Sant Maurici, Saboredo-2 (Miei), Saboredo -3 (Naut), Estany de Travessany, Estany Negre (Boi), Estany de Cavallers, Estany Negre (Espot), Estany Gento y Laguna Larga de Neila.

Tipo AM-AL: Estany de Mairena, Estany de Filia y lago Grande de Marboré.

No se encuentra diferencia entre las comunidades de los lagos de aguas ácidas y alcalinas, por lo que los resultados se comentan conjuntamente.

Composición

Estos lagos poseen una veintena de especies entre macroalgas e hidrófitos.

Las macroalgas más características son las caráceas de los géneros *Chara* y *Nitella*, aunque son frecuentes algunas filamentosas que no llegan a formar masas importantes como es el caso de *Rhizoclonium*. Las caráceas ocupan principalmente las partes más profundas del lago donde existe sedimento fino. También es frecuente la aparición de *Nostoc* formando grandes colonias masivas como por ejemplo en el Ibón de Astún.

Los briófitos están representados por musgos (*Polytrichum*) y esfagnos, los cuales crecen fundamentalmente en el litoral.

Los hidrófitos se desarrollan en partes poco profundas cercanas al litoral. Los más característicos son *Sparganium angustifolium*, *Subularia aquatica*, *Isoetes lacustris* y *Ranunculus* sp. pl.. Ocasionalmente aparecen algunos *Potamogeton* (*P. Perfoliatus*) y *Callitriche*.

Los helófitos son poco abundantes. En los muestreos aparecieron *Carex ovalis* y *Juncus alpinus*.

Abundancia y biomasa

Las poblaciones de macrófitos son poco abundantes en los lagos de alta montaña, muchos de los cuales poseen un sustrato rocoso y poco apto para el progreso de las plantas acuáticas. Sólo en aquellos sustratos donde se acumula material fino, los macrófitos pueden progresar. En los lagos estudiados el mayor desarrollo de macrófitos se ha detectado en los siguientes lagos: Ibón de Astún, Ibón de Anayet, Lago de Miei y Laguna Negra de Urbión.

4.4.2 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, cársticos hipogénicos

Tipo CHG: Laguna de Arreo (1019), Montcortés (1029), Grande de Estaña (1014)

Tipo CHP: Cernégula, Gran de Basturs y Petit de Basturs

Composición

La flora de macrófitos de los lagos muestreados cuenta con quince especies entre macroalgas e hidrófitos.

Dentro de las macroalgas figuran tres especies de carófitos, del género *Chara*, muy característicos de estos ambientes, y dos algas filamentosas (*Spirogyra* y *Cladophora*).

Los hidrófitos más característicos de este tipo de lagos pertenecen al género *Myriophyllum*. Quizá *M. verticillatum* que aparece en Bastúrs sería el más representativo, aunque también aparecen *M. alterniflorum* y *M. spicatum*. El género *Potamogeton* es también muy frecuente pero tiene un espectro ecológico más amplio en todas las aguas permanentes medianamente mineralizadas; en los lagos muestreados han aparecido *Potamogeton coloratus*, *P. crispus* y *P. trichoides*.

Entre los helófitos, los más característicos son *Cladium mariscus*, *Scirpus lacustris* y *Phragmites australis*.

Abundancia y Biomasa

Los macrófitos en los lagos cársticos son muy abundantes. Generalmente ocupan anillos concéntricos según la profundidad. Un apretado cinturón de helófitos es seguido por praderas de *Potamogeton* y *Myriophyllum* y, en la parte más profunda aparecen las *Chara*. La cobertura de macrófitos, siempre que el sustrato y la calidad del agua lo permiten (existencia de monimolimnion anóxico en algunos lagos como Montcortés), suele ser del 100%.

4.4.3 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, no salinos

Tipo CSPP-no S: Pantano de Las Cañas

El único es el de Las Cañas. Se trata de un embalse eutrófico que carece de vegetación sumergida por la elevada turbidez del agua.

Composición

La única vegetación que aparece es helofítica: *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis* y *Typha angustifolia*.

Abundancia y biomasa

Los cinturones de helófitos son muy densos y cubren todo el litoral

4.4.4 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos

TipoCSPS- no S: Galacho de Juslibol (976), Guialguerrero, Laguna Honda (1042), Estanca del Gancho, Galacho de la Alfranca (976), Laguna de la Estanca (985)

La flora de macrófitos de los lagos muestreados cuenta con once especies entre macroalgas e hidrófitos.

Composición

Las macroalgas están representadas por algunas *Chara* y filamentosas (*Cladophora* y *Spirogyra*).

Los hidrófitos pertenecen a los géneros *Ceratophyllum*, *Myriophyllum* y *Potamogeton*. Las lagunas que muestran mayor diversidad son las de Guialguerrero y la Honda, la primera con dos especies de *Ceratophyllum* (*C. demersum* y *C. submersum*) y *Myriophyllum*

alterniflorum, y la segunda con *Myriophyllum spicatum* y dos especies de *Potamogeton* (*P. crispus* y *P. trichoides*).

Los helófitos son básicamente *Typha*, *Phragmites* y *Scirpus*.

Abundancia y biomasa

De todos los lagos muestreados, los que presentan un desarrollo significativo de la vegetación sumergida son la laguna de Guialguerrero y la laguna Honda, las cuales poseen un cinturón continuo de helófitos y densas praderas de hidrófitos cubriendo el fondo. El resto de las lagunas poseen el agua muy turbia por desarrollo del fitoplancton, lo que limita o impide el desarrollo de los macrófitos.

4.4.5 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, salinos

Tipo CSPP-S: Laguna de Chiprana (990)

Composición

El único macrófito sumergido que se encontró en la laguna es *Ruppia maritima*, que crece sobre el tapete microbiano.

En el litoral crecen los helófitos *Phragmites australis*, *Juncus inflexus* y *Scirpus maritimus*.

Abundancia y biomasa

Ruppia maritima se encontró formando poblaciones poco densas.

4.4.6 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, temporales, salinos

Tipo CST-S: Lago de Sariñena (990) y Gallocanta (984)

Composición

En la laguna de Sariñena no aparecieron macrófitos sumergidos debido a la elevada turbidez (eutrofia) de las aguas. Además, esta laguna ya no es salada debido a las aportaciones de excedentes de riego.

En Gallocanta tampoco aparecieron macrófitos porque la laguna estaba muy baja de nivel y por lo tanto en una fase muy salina. Sólo se encontró tapete microbiano en fase degradada.

4.5 Elementos de calidad biológicos: Microinvertebrados bentónicos

En los lagos, a diferencia de lo que sucede en las aguas corrientes, la fauna bentónica de invertebrados más diversificada y rica en elementos característicos es la de microinvertebrados. Éstos son principalmente microcrustáceos (branquiópodos, rotíferos y ostrácodos) y rotíferos, de los cuales se conoce razonablemente bien la taxonomía y la autoecología. Los branquiópodos y los ostrácodos, en particular, tienen además el valor añadido de dejar restos reconocibles en el sedimento, lo que permite completar los inventarios sin que las poblaciones se encuentren activas en el momento del muestreo, y realizar estudios paleoecológicos.

A continuación se describe la comunidad de microinvertebrados encontrada en los diferentes tipos de lagos (ver tabla IV.4.-8).

4.5.1 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas ácidas y alcalinas

Tipo AM-AC: Ibón del Escalar, Respumoso (1033), Ibón de Astún, Ibones altos de Brazato 1, Ibón inferior de Brazato, Ibón de Anayet, Lago de Urdiceto (1001), Tramacastilla, Ibón Grande de Batisielles, Lac de Rius (994), Ibón Aigueta de Batisielles, Estany Tort de Rius, Estany Sant Maurici, Saboredó-2 (Miei), Saboredó -3 (Naut), Estany de Travessany, Estany Negre (Boi), Estany de Cavallers, Estany Negre (Espot), Estany Gento y Laguna Larga de Neila.

Tipo AM-AL: Estany de Mairena, Estany de Filia y lago Grande de Marboré.

No se encuentra diferencia entre las comunidades de los lagos de aguas ácidas y alcalinas, por lo que los resultados se comentan conjuntamente.

Composición

En las muestras aparece una isocia que corresponde a la comunidad descrita para aguas permanentes, poco mineralizadas y transparentes descrita por Alonso (1998)³: el *Daphnietum longispinae* (en el plancton) y el *Chydoro-Eucyclopidetum serrulati* (en el bentos). En los lagos analizados, esta comunidad posee:

- 19 branquiópodos, de los cuales 14 son estrictamente bentónicos,
- 8 copépodos, 4 bentónicos
- ostrácodos muy poco abundantes
- 6 rotíferos, 2 bentónicos

Las especies características del bentos son: *Alonella nana*, *Alonella excisa*, *Alona affinis*, *Acroperus harpae* y *Eucyclops serrulatus*. Este grupo troncal se puede ver enriquecido específicamente por otros crustáceos, en particular por branquiópodos. Ordenados por su riqueza específica se tiene que:

- el lago de Marboré carece de especies bentónicas (sólo plancton), lo cual se atribuye a su extrema oligotrofia.
- Lac de Rius, ibón de Astún, estany de Sant Maurici, estany Negre de Bohí, estany Negre de Espot, Saboredó-3 (Naut) e ibón inferior de Brazato son los que poseen mayor riqueza específica. Todos estos lagos pertenecen a la tipología de aguas ácidas y no están eutrofizados. Las especies que enriquecen la comunidad en estos lagos son principalmente los branquiópodos *Eurycercus lamellatus*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Alona intermedia*, *Chydorus sphaericus*, *Graptoleberis testudinaria* y *Acroperus harpae*, los copépodos *Eucyclops speratus* y algunos harpacticoides, y el rotífero *Euchlanys dilatata*.

³ Alonso, M., 1998. Las lagunas de la España Peninsular. *Limnetica*. Vol 15. 1-176.

Lago	Nº taxones				Total
	branquiópodos	copépodos	ostrácodos	rotíferos	
Lago de Marboré					0
Tramacastilla	2				2
Estany de Cavallers	2				2
Estany de Filià	1		1		2
Estany de Travessany	3				3
Ibón de Escalar	3	1			4
Respumoso	3	1			4
Ibones Altos de Brazato 1	3	1			4
Ibón de Anayet	3	1			4
Ibón Grande de Batisielles	3			1	4
Estany Tort de Rius	3			1	4
Estany Gento	3	1			4
Laguna Larga de Neila	3	1			4
Estany de Mainera	3	1			4
Lago Urdiceto	4	1		1	6
Ibón de l'Aigüeta de Batisielles	5	1			6
Saboredo -2 (de Miei)	6				6
Lac de Rius	5	1		1	7
Ibón de Astún	5	2		1	8
Estany de Sant Maurici	6	1		1	8
Estany Negre (Bohí)	7			1	8
Estany Negre (Espot)	6			2	8
Saboredo -3 (de Naut)	6	3			9
Ibón inferior de Brazato	5	3		2	10

Abundancia

En general, las poblaciones de microinvertebrados bentónicos son muy poco numerosas en este tipo de lagos. *Alona affinis*, *Alonella excisa* y *Chydorus sphaericus* son generalmente las especies más abundantes. Los rotíferos bentónicos y los ostrácodos son particularmente escasos.

4.5.2 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, cársticos hipogénicos

Tipo CHG: Laguna de Arreo (1019), Montcortés (1029), Grande de Estaña (1014)

Tipo CHP: Cernégula, Gran de Basturs y Petit de Basturs

No se encuentra diferencia entre las comunidades de los lagos cársticos de gran y pequeño volumen. En realidad, los hábitats para los organismos bentónicos en ambos tipos de lagos son muy similares.

Composición

En las muestras la isocies que aparece corresponde a la comunidad descrita para aguas permanentes, algo mineralizadas y transparentes descrita por Alonso (1998)¹: el *Daphnietum longispinae* (en el plancton) con *Daphnia longispina* y *Tropocyclops prasinus* como especies más características, y el *Acropero-Eucyclopidetum macruroides* (en el bentos). En el estany Gran de Basturs aparece el copépodo planctónico *Eudiaptomus padanus*, probablemente un relictó glacial que encuentra en este lago su única localidad en la península Ibérica. En los lagos analizados, esta comunidad posee:

- 14 branquiópodos, de los cuales 8 son estrictamente bentónicos,
- 6 copépodos, 3 bentónicos
- ostrácodos muy poco abundantes
- 4 rotíferos, ninguno bentónico

Las especies características del bentos son: *Simosa vetula*, *Alona costata*, *Acroperus neglectus* y *Eucyclops serrulatus*. Este grupo se puede ver enriquecido específicamente por otros crustáceos, en particular por branquiópodos. Ordenados por su riqueza específica se tiene que:

- El microzoobentos del lago de Montcortés posee pocas especies pese al buen estado de este lago. El caso de Cernégula, con la misma pobreza específica se comprende mejor por la importante alteración de su litoral.
- Los lagos Gran de Basturs y Arreo poseen la comunidad más desarrollada, con prácticamente todos los elementos característicos desarrollados simultáneamente.

Lago	Nº taxones				Total
	branquiópodos	copépodos	ostrácodos	rotíferos	
Montcortés	1	1			2
Cernégula	2				2
Estanque Grande de Estaña	2	1			3
Estany Petit de Basturs	2		1		3
Estany Gran de Basturs	3	1			4
Laguna de Arreo	4	1			5

Abundancia

En general, las poblaciones de microinvertebrados bentónicos son muy poco numerosas porque suelen ir asociadas a la vegetación sumergida, la cual es escasa en estos lagos. Sólo en Arreo y el Estany Gran, que poseen una importante colonización macrofítica, aumenta significativamente el número de especies. En éste último destaca la gran abundancia relativa de *Acroperus neglectus* que debe ser considerada como de gran valor indicador para estas masas de agua.

4.5.3 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, no salinos

Tipo CSPP-no S: Pantano de Las Cañas

El único analizado es el lago de Las Cañas, el cual es eutrófico y represado.

Composición

Dadas sus características, el lago de Las Cañas no es favorable al desarrollo del microzoobentos por su escasez de vegetación sumergida y la eutrofia de las aguas. El número de taxones es de 9.

En el plancton dominan especies características de aguas muy productivas como *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris*, *Acanthocyclops robustus* y varios rotíferos eutrafentes.

Lago	Nº taxones				Total
	branquiópodos	copépodos	ostrácodos	rotíferos	
Pantano de Las Cañas	4	1	1	3	9

En el plancton dominan especies características de aguas muy productivas como *Daphnia galeata*, *Bosmina longirostris*, *Acanthocyclops robustus* y varios rotíferos eutrafentes.

En el bentos la única especie registrada es *Chydorus sphaericus*.

Abundancia

La abundancia relativa de *C. sphaericus* respecto del total de microcrustáceos y rotíferos no bentónicos es muy baja.

4.5.4 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos

TipoCSPS- no S: Galacho de Juslibol (976), Guialguerrero, Laguna Honda (1042), Estanca del Gancho, Galacho de la Alfranca (976), Laguna de la Estanca (985)

Composición

Estos lagos se comportan como un grupo heterogéneo en el que el desarrollo de la comunidad de microzoobentos está muy regulada por la vegetación acuática. En el total del tipo analizado se encuentran:

- 17 branquiópodos, de los cuales 10 son estrictamente bentónicos,
- 6 copépodos, 3 bentónicos
- 2 ostrácodos, en algunos casos significativamente abundantes
- 9 rotíferos, 3 bentónicos

Lago	Nº taxones				Total
	branquiópodos	copépodos	ostrácodos	rotíferos	
Laguna Honda					0
Galacho de Juslibol			1		1
Estanca del Gancho			1		1
Galacho de la Alfranca	2		1		3
Laguna de la Estanca	5		1		6
Guialguerrero	7	1	2	2	12

Las especies características del bentos son: *Pleuroxus aduncus* y *Alona rectangula*. La comunidad puede verse enriquecida específicamente por otros crustáceos, en particular por branquiópodos. Ordenados por su riqueza específica se tiene que:

- Laguna Honda, Galacho de Juslibol y Estanca del Gancho poseen una comunidad muy pobre de microzoobentos. La laguna Honda carece incluso de él en este muestreo, aunque datos previos (Alonso, 1998) muestran que este lago posee 5 especies de microcrustáceos, uno de ellos *A. rectangula*, que se ha mencionado como característica del tipo.

- La laguna de la Estanca y Guialguerrero, ambas con un sustrato macrofítico adecuado para el microzoobentos muestran la máxima riqueza específica.

Abundancia

Como en el caso de los otros tipos de lagos, las poblaciones de microzoobentos son menos numerosas que las planctónicas. Sólo en Guialguerrero y en la Laguna de la Estanca, ambas con abundante vegetación macrofítica, las poblaciones de especies como *Alona rectangula* y *Chydorus sphaericus* alcanzan proporciones relativas relevantes.

4.5.5 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, salinos

Tipo CSPP-S: Laguna de Chiprana (990)

Composición

La laguna de Chiprana es la única de aguas hipersalinas y permanentes que existe en la península ibérica. Su comunidad de microzoobentos está dominada por el copépodo harpacticóide *Cletocamptus retrogressus* y por el ciliado *Fabrea salina*. Ambas especies están adaptadas a elevadas concentraciones de sales.

Lago	Nº taxones			Total
	anostráceos	copéodos	ciliados	
Salada de Chiprana	1	1	1	3

Además, el elemento más característico es *Artemia* sp., el cual no entraría por tamaño en la clasificación de microzoobentos, pero que por su posición taxonómica de branquiópodo se incluye en este apartado. *Artemia* sp. es un crustáceo característico de aguas hipersalinas y permanentes; de hecho su único hábitat natural en la península ibérica es la laguna de Chiprana, mientras que el resto de masas de agua que coloniza son salinas artificiales. *Artemia* sp. es un buen candidato a indicador de futuras variaciones en las condiciones de la laguna.

Abundancia

Todas las especies citadas forman poblaciones muy numerosas en la laguna de Chiprana.

4.5.6 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, temporales, salinos

Tipo CST-S: Lago de Sariñena (990) y Gallocanta (984)

Aunque se han analizado dos lagos: Sariñena y Gallocanta, sólo este último corresponde actualmente a la tipología de temporal salino ya que en Sariñena ha descendido notablemente la mineralización (conductividad eléctrica: 1.738 μS) a la vez que ha aumentado la permanencia del agua debido a que recibe excedentes de riego. La comunidad de microzoobentos que aparece en Sariñena es propia de aguas dulces y eutróficas, en concreto coincide con la de Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos, con *Alona rectangula* y *Pleuroxus aduncus*.

Composición

La comunidad de la laguna de Gallocanta es la característica de aguas temporales atalasoalinas caracterizada en Alonso (1998) como *Arctodiatometum salini*. En estas aguas someras todos los organismos que aparecen se consideran bentónicos ya que siempre están relacionados de alguna manera con el sustrato. Las especies características son *Arctodiaptomus salinus*, *Daphnia mediterranea* y *Cletocamptus retrogressus*.

Lago	Nº taxones				Total
	branquiópodos	copépodos	ostrácodos	rotíferos	
Sariñena	11	3		1	15
Gallocanta	1	2			3

Abundancia

Las poblaciones de las especies características de este tipo de lagos son muy numerosas.

4.6 Elementos de calidad biológicos: Macroinvertebrados bentónicos

El macrobentos está integrado principalmente por insectos, moluscos, oligoquetos, crustáceos, ácaros y otros grupos menos representados, que habitan en relación con los sustratos lacustres. La composición taxonómica de los lagos con macrobentos se presenta en la tabla IV.4.-9. En el cuadro adjunto se presenta la distribución de los grupos del zoobentos en los tipos de lagos (excepto los lagos temporales para los que no se dispone de datos).

Tipo lagos	AM-AC	AM-AL	CHG-CHP	CSPP-noS	CSPS-noS	CSPP-S
<i>Nº con macroinvertebrados</i>	21	3	6	1	6	1
Cnidarios	-	1	-	-	-	-
Briozoos	1	1	-	-	-	-
Nemátodos	11	1	1	-	2	-
Nematomorfos	-	-	1	-	-	-
Tardígrados	1	-	-	-	-	-
Moluscos	11	1	2	1	4	-
Oligoquetos	20	3	4	1	5	-
Hirudíneos	3	1	1	-	2	-
Turbelarios	1	1	-	-	-	-
Ácaros	4	1	4	-	2	-
Crustáceos	5	1	2	-	2	1
Odonatos	2	1	5	1	4	-
Efemerópteros	5	2	6	1	6	-
Plecópteros	2	-	-	-	-	-
Heterópteros	4	-	6	1	6	-
Megalópteros	8	2	-	-	-	-
Coleópteros	9	2	3	1	3	1
Dípteros	20	3	6	1	6	1
Tricópteros	10	1	1	-	1	-
Nº taxones	43	17	44	10	37	3
Nº tax. No insectos	14	9	10	3	9	1
Nº tax. Insectos	29	8	34	7	28	2

Se observa:

- Oligoquetos y dípteros (Quironómidos) son grupos representados en todos los tipos de lagos y, en general, abundan en la mayoría de lagos.
- Los Megalópteros (*Sialis*) se encuentran sólo en los lagos de alta montaña (AM-AC y AM-AL), y los tricópteros son más frecuentes en ese tipo de lagos.
- Odonatos, efemerópteros y heterópteros están más diversificados en los tipos de lagos cársticos (CHG y CHP) y en los de cuenda de sedimentación permanentes, someros no salinos (CSPS-noS).

En los apartados siguientes se comentan las particularidades del macrobentos en los diferentes tipos de lagos.

4.6.1 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas ácidas

Tipo AM-AC: Ibón del Escalar, Respumoso (1033), Ibón de Astún, Ibones altos de Brazato 1, Ibón inferior de Brazato, Ibón de Anayet, Lago de Urdiceto (1001), Tramacastilla, Ibón Grande de Batisielles, Lac de Rius (994), Ibón Aigüeta de Batisielles, Estany Tort de Rius, Estany Sant Maurici, Saboredo-2 (Miei), Saboredo -3 (Naut), Estany de Travessany, Estany Negre (Boi), Estany de Cavallers, Estany Negre (Espot), Estany Gento y Laguna Larga de Nella.

Composición

Estos lagos presentan 43 taxones de macroinvertebrados (de los que 29 son insectos). Los grupos más frecuentes son dípteros quironómidos junto con oligoquetos y moluscos (especialmente esféridos). Es característica la presencia del megalóptero *Sialis* (en 8 de los 21 lagos analizados) y de tricópteros policentropódidos (en 6 lagos) y limnefilidos (en 6 lagos).

La mayor riqueza taxonómica se encuentra en Anayet (13 tax.), L'Aigüeta de Batisielles (12 tax.) y Astún (10 tax.). En algunos casos (Astún y Anayet) la riqueza taxonómica se debe, entre otros factores, a la mayor diversidad de hábitats.

Abundancia

Las comunidades de macroinvertebrados son, en general, poco abundantes en los lagos de alta montaña. Los grupos faunísticos que integran la mayor parte de la abundancia son dípteros quironómidos y oligoquetos (de forma puntual los moluscos son los más abundantes en Anayet).

4.6.2 Lagos de alta montaña septentrional, dimícticos, aguas alcalinas

Tipo AM-AL: Estany de Mairena, Estany de Filla y lago Grande de Marboré.

Composición

La comunidad de macroinvertebrados de estos lagos cuenta con 17 taxones (8 grupos de insectos). El menor número respecto al grupo anterior se explica por el menor tamaño muestral (3 lagos). La composición es similar a la de los lagos de alta montaña, aguas ácidas.

Marboré presenta la menor riqueza taxonómica (únicamente se han encontrado oligoquetos, turbelarios y quironómidos). Este hecho puede atribuirse a que, a diferencia de Mainera y Filià, Marboré es una laguna represada con muy poca diversidad de sustratos y sin vegetación ni litoral ni sumergida.

Abundancia

La mayor abundancia de macroinvertebrados se da en Filià, debido principalmente a la gran proliferación de quironómidos y oligoquetos, muy abundantes también en Mainera. Las abundancias /muestra son algo superiores a las de los lagos de matonaña, aguas ácidas.

4.6.3 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, cársticos hipogénicos, grandes y pequeños

Tipo CHG: Laguna de Arreo (1019), Montcortés (1029), Grande de Estaña (1014)

Tipo CHP: Cernégula, Gran de Basturs y Petit de Basturs

No se encuentra diferencias entre el macrobentos de los lagos hipogénicos grandes y pequeños.

Composición

La comunidad de macroinvertebrados de estos lagos cuenta con un total de 44 taxones de los que 34 son insectos. Es un rasgo característico de la comunidad la mayor diversificación de hemípteros (9 tax.), odonatos (9 tax.) y coleópteros (7 tax.) y la frecuencia de efemerópteros (*Cloeon* y *Caenis*).

Los lagos de Arreo, Cernégula y Petit de Basturs presentan la mayor riqueza taxonómica con 19 taxones; en la Laguna Grande de Estaña, se encuentra el menor número de taxones (5).

Abundancia

Los macroinvertebrados presentan abundancias moderado-bajas. En términos relativos los más abundantes son los dípteros quironómidos y, de forma puntual, los efemerópteros béticos, coríxidos y odonatos aeshnidos.

Los lagos con mayor abundancia (y riqueza taxonómica) son Arreo y Cernégula, los cuales presentan una elevada cobertura de macrófitos y buena diversificación del hábitat.

4.6.4 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, no salinos

Tipo CSPP-no S: Pantano de Las Cañas

El único lago estudiado es el de Las Cañas que, como ya se ha comentado, es eutrófico y está represado.

Composición

El macrobentos cuenta con 10 taxones de los que 7 son insectos. Entre éstos los más relevantes son dípteros quironómidos, hemípteros (*Micronecta*) y efemerópteros (3 tax.) y odonatos (2 tax.), comunes en aguas muy productivas.

Abundancia

Es moderada-baja y está dominada por un hemíptero del género *Micronecta*, que representa el 69% del recuento.

4.6.5 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, someros, no salinos

TipoCSPS- no S: Galacho de Juslibol (976), Guialguerrero, Laguna Honda (1042), Estanca del Gancho, Galacho de la Alfranca (976), Laguna de la Estanca (985)

Composición

Estos lagos, como se ha observado con los microinvertebrados, tienen un comportamiento muy heterogéneo, así se encuentran riquezas taxonómicas de entre 18 (Laguna de Guialguerrero) y 5 familias (Galacho de la Alfranca). No obstante el tipo es el tercero con más riqueza taxonómica (después de los lagos cársticos y de alta montaña. Presenta 37 taxones de los que 28 son insectos.

Los grupos taxonómicos más variados son hemípteros (6 tax.) y odonatos y coleópteros (5 taxones respectivamente).

Abundancia

Del mismo modo que la riqueza, la abundancia es también muy dispar entre lagunas. Las mayores abundancias se dan en la Laguna Honda y en la del Guialguerrero superando las dos los 2.000 individuos/muestra, en el caso de la laguna Honda la comunidad está dominada por un hemíptero, *Micronecta* sp., mientras que en el caso de la laguna de Guialguerrero es otro hemíptero, *Plea* sp., y un efemerópteros, *Baetis* sp., los más representados.

EL Galacho de la Alfranca es el que presenta el macrobentos menos abundante, dominado por oligoquetos y dípteros quironómidos.

4.6.6 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, permanentes, profundos, salinos

Tipo CSPP-S: Laguna de Chiprana (990)

Composición

Las condiciones hipersalinas de esta laguna limitan la composición del macrobentos que no obstante ser poco variado, está integrado por taxones característicos. En la muestra analizada se encuentra el crustáceo *Artemia salina*, un coleóptero (cf *Enochrus* sp.) y un díptero (Efídrido), los cuales están adaptados a la vida en aguas hipersalinas y a sustratos limosos.

Abundancia

Dominan los dípteros efídridos que representan el 50% de la abundancia de la muestra. El crustáceo *Artemia salina* es también abundante.

4.6.7 Lagos interiores, en cuenca sedimentaria, temporales, salinos

Tipo CST-S: Lago de Sariñena (990) y Gallocanta (984)

No se dispone de muestras de macrobentos representativas de este tipo de lagos. La muestra de Sariñena representa más el tipo de lagos interiores en cuenca de sedimentación permanente, no salino, puesto que la laguna ha visto alteradas sus características originales por influencia antrópica.

Se encuentran 10 taxones, de los que 7 son insectos. La abundancia es baja y dominan hemipteros corixidos oligoquetos y moluscos.

5 Aproximación al análisis de condiciones de referencia

5.1 Valoración de los lagos como masas de referencia

De acuerdo con las directrices de la guía REFCOND⁴ las masas de referencia son aquellas que no cuentan con presiones e impactos significativas, de modo que las comunidades biológicas que las habitan son las representativas de lugares sin presiones antropogénicas o éstas son de muy escasa importancia.

En el caso de los ríos los resultados del estudio de Presiones e Impactos (IMPRESS) han sido de gran importancia a la hora de identificar los sitios y las condiciones de referencia (ver *Establecimiento de las condiciones de referencia en los tipos fluviales*. URS, 2006). Ahora bien para los lagos el estudio de IMPRESS no ha cubierto todos los casos, y sólo se han tenido en cuenta algunas presiones (extracciones, ...). Esto es porque la información existente es más escasa que para los ríos, está más dispersa y procede de metodologías no directamente comparables. Por esta razón se ha efectuado una aproximación al análisis de presiones e impactos de los lagos basada en la realización de las siguientes tareas:

- Revisión de la información sobre lagos y humedales centralizada en la base de datos DMA-Ebro de OPH-CHE y de trabajos proporcionados por las CCAA (Base de humedales del Gobierno de Aragón; estudios de lagos y humedales de Cataluña; Datos sobre lagos y humedales del País Vasco) y de trabajos científicos (Alonso, 1998; Santos Cirujano etc.).
- Consulta de la cartografía disponible incluyendo fotos aéreas.
- Evaluación de las presiones según los siguientes indicadores hidromorfológicos y fisicoquímicos⁵:

Indicadores hidromorfológicos	
▪ Represamiento	Afecta principalmente a los lagos de montaña
▪ Ahondamiento de la cubeta	Esto se realiza para aumentar la permanencia del agua, especialmente en los lagos interiores en cuenca de sedimentación temporales no salinos, con objeto de favorecer la disponibilidad de agua para atender a la cabaña ganadera.
▪ Detracciones de agua	Afecta principalmente a los lagos de montaña y tiene por objeto favorecer los usos hidroeléctricos o turísticos (cañones de montaña).
▪ Desecación	Afecta en especial a los lagos interiores en cuencas de sedimentación temporales no salinos, con objetivos agrícolas (drenaje para el aprovechamiento de tierras).
▪ Aportaciones superficiales o subterráneas de excedentes de riego	Afecta a todo tipo de lagos interiores en cuencas de sedimentación.

⁴ Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. REFCOND Guidance, final version 7.0, 2003-03-05.

⁵ Ver capítulo 2.4 del informe Caracterización de las Demarcación y Registro de zonas protegidas. Confederación Hidrográfica del Ebro, Abril de 2005.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transformación de las riberas 	Afecta a todo tipo de lagos, en los de montaña por la creación de diques para elevar la capacidad de almacenamiento hídrico, y en lagos interiores en cuencas de sedimentación por el avance de la ocupación del territorio, fundamentalmente cultivos y ganadería.
---	---

Indicadores fisicoquímicos	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eutrofización 	Se da tanto en los lagos interiores (Embalse de Las Cañas) como en montaña.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación por vertidos directos 	Existen pocos casos de vertidos directos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación por aportes difusos 	Ambos afectan principalmente a los lagos interiores en cuenca de sedimentación. También afecta a los lagos de montaña por la presencia de ganadería.

La evaluación de las presiones según lo indicado se ha realizado para el grupo de lagos visitados y muestreados y los resultados se presentan en las fichas de la red de lagos (Apéndice IV.2).

En la tabla IV.5.-1 se listan los lagos considerados de referencia, según las directrices metodológicas anteriormente presentadas. También se detalla si los muestreos corresponden a la situación adecuada para el desarrollo de las condiciones de referencia y se indica el periodo de muestreo más favorable.

Se identifican los siguientes lagos de referencia (entre paréntesis el código de la masa para los que se han declarado):

- Tipo de alta montaña, aguas ácidas (AM-AC)
 - Ibon de l'Aigüeta de Batisielles
 - Ibón Grande de Batisielles
 - Estany de Travessany (ID masa: 972)
 - Estany Negre (Cavallers) (ID masa: 987)
 - Ibón de Astún
 - Ibón de Anayet
 - Ibón superior de Brazato
 - Ibón inferior de Brazato
 - Lago de Saboredo-2 (de Miei)
 - Lago de Saboredo-3 (de Naut)
 - Estany Tort de Rius (ID masa: 1018)
- Tipo de alta montaña, aguas alcalinas (AM-AL)
 - Estany Gran de Mainera

- Tipo de lagos cársticos hipogénicos grandes (CHG)
 - Montcortés (ID masa: 1029)
 - Estanque Grande de Estaña (Id masa: 1014)
- Tipo de lagos cársticos hipogénicos pequeños (CHP)
 - Estany Gran de Basturs. El lago se considera de referencia pero la situación durante el muestreo no es la óptima para el desarrollo de las condiciones de referencia (cota de agua baja).
 - Estany Petit de Basturs
- Tipo de lagos interiores en cuenca de sedimentación, permanentes, someros, no salinos (CSPS-noS)
 - Guialguerrero
 - Laguna Honda (ID masa: 1042)

En ambos lagos el muestreo realizado no se hizo en la situación adecuada para el desarrollo de las condiciones de referencia, por encontrarse la cota de agua muy baja.
- Tipo de lagos interiores en cuenca de sedimentación, permanentes, profundo, salino (CSPP-S)
 - Salada de Chiprana El muestreo no corresponde a la situación adecuada para el desarrollo de las condiciones de referencia, se realizó con estiaje acusado. Aunque posee presiones se considera de referencia por ser el único representante del tipo y poseer la comunidad biológica característica.
- Tipo de lago interiores en cuenca de sedimentación, temporal, salino (CST-S)
 - Gallocanta. La laguna se encontró casi seca y sólo se obtuvieron muestras de fitoplancton.

No se han encontrado lagos de referencia para:

- Tipo de lagos interiores de cuenca de sedimentación, permanente, profundo, no salino (CSPP-noS).
 - Esta representado por 3 masas de agua en la demarcación del Ebro, de las que se ha analizado una (Las Cañas) que no es de referencia.
- Tipo de lagos interiores en cuenca de sedimentación, temporales, no salinos, aguas alcalinas (CST-AL).
 - No se ha muestreado ningún lago de este tipo por encontrarse secos en el periodo de estudio.

La distribución de los lagos de referencia se muestra en la figura 5.-1.

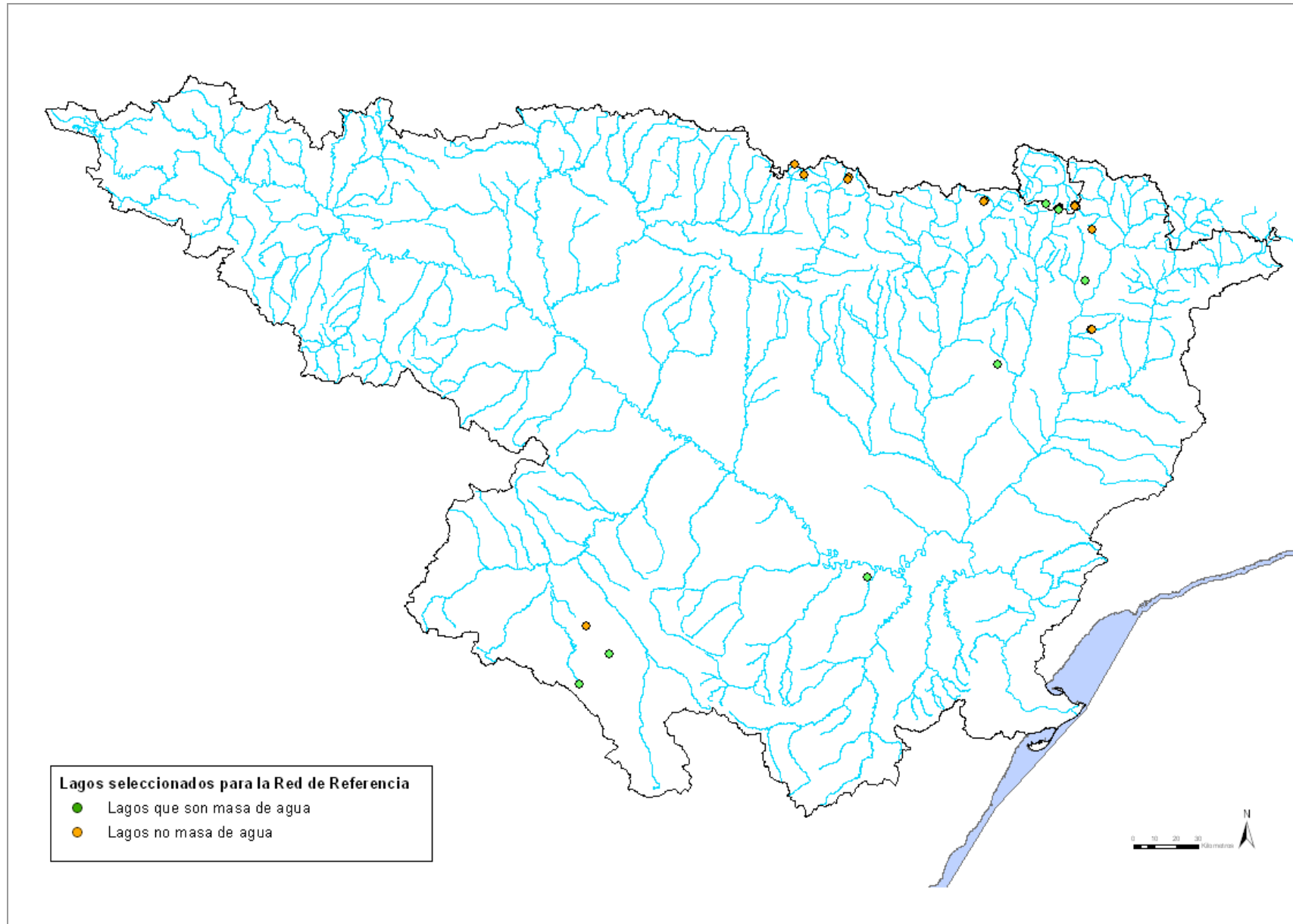


Figura 5.-1: Lagos de referencia identificados en los muestreos de 2004 y 2005.

5.2 Elementos de calidad biológicos de los lagos de referencia

En este apartado se presenta el análisis de los elementos de calidad biológica asociados a los lagos de referencia, lo cual constituye un paso obligado para el establecimiento de las condiciones de referencia.

5.2.1 Estado del proceso de establecimiento de las condiciones de referencia

En la tabla siguiente se presenta la situación actual del proceso requerido para establecer las condiciones de referencia y los trabajos necesarios para que éstas queden plenamente definidas:

<u>Estado actual del proceso</u>	<u>Trabajos a realizar</u>
Se han identificado de lagos de referencia para 7 de los 9 tipos de lagos existentes.	Completar de forma sistemática la evaluación de lagos de referencia usando como base la totalidad de los lagos declarados masa. En los tipos para los que no existan lagos declarados masa de referencia, se recomienda rastrear en el conjunto de lagos de la demarcación.
Se han identificado los elementos de calidad biológicos y las metodologías específicas para su evaluación.	Completar la identificación de métricas (en algunos casos puede ser necesaria la definición de índices específicos) y el cálculo de los valores de referencia.
Se han obtenido inventarios muy completos, en lagos de referencia, de los elementos de calidad biológicos más característicos: Fitoplancton, vegetación acuática e invertebrados bentónicos (microinvertebrados y macroinvertebrados).	Realización de nuevos muestreos en los periodos recomendados en lagos de referencia de todos los tipos. El cálculo de las condiciones de referencia requiere de un número suficiente de datos para que los resultados sean estadísticamente significativos. En resumen, se requiere aumentar la serie de datos disponible ya sea muestreando más lagos o bien muestreando más veces un mismo lago (en los tipos representados por un solo lago, como es el caso de la laguna de Chiprana)
Se han definido los elementos característicos y acompañantes de las asociaciones de especies de fitoplancton, macrófitos e invertebrados bentónicos	Completar la definición de las asociaciones de especies y aplicar las métricas seleccionadas.

5.2.2 Elementos característicos de las comunidades biológicas de los lagos de referencia

Los trabajos efectuados han permitido identificar las asociaciones de taxones (isocias) características de los diferentes tipos de lagos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro que se han considerado de referencia. Estas isocias constituirán la base para el establecimiento de condiciones de referencia (índices) en lo que a elementos de calidad biológica se refiere.

En el caso del fitoplancton, las asociaciones se han definido utilizando técnicas multivariantes (PCA), mientras que las de macrófitas y de invertebrados bentónicos se han definido

mediante el criterio experto , en base a la autoecología de las especies y su grado de estenoicidad, o lo que es lo mismo, fidelidad a determinados tipos de lagos.

En la fase del proceso de establecimiento de las condiciones de referencia en la que nos encontramos, los elementos característicos ya pueden ser utilizados para una evaluación previa del estado ecológico en el sentido de que, si al menos un porcentaje significativo de éstos no aparece, dándose las condiciones de microhábitat requeridas (esto básicamente limitado a los macrófitos y a los invertebrados bentónicos), el lago ya no cumpliría los OMAs.

La tabla 5.2-1 muestra la relación de taxones característicos de los diferentes tipos de lagos.

Tabla 5.2-1 Asociaciones de taxones (isocias) características de los diferentes tipos de lagos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro que se han considerado de referencia.

TIPOLOGÍA	Alta montaña, septentrional, dimíctico, aguas ácidas (AM-AC)	Alta montaña, septentrional, dimíctico, aguas alcalinas (AM-ALC)	Interior, c. sed. cárstico, hipogénico grande (CHG)	Interior, c. sed. cárstico, hipogénico pequeño (CHP)	Interior, c. sed. permanente, somero, no salino	Interior, c. sed. permanente, profundo, salino, pequeño	Interior, c. sed. temporal, salino
	<p>Ref: 11 lagos (9 lagos en Situación adecuada en el momento del muestreo 2 lagos en Situación NO adecuada en el momento del muestreo)</p>	<p>Ref: 1 lago Mainera (Situación adecuada en el momento del muestreo)</p>	<p>Ref 2: lagos Estaña (Situación adecuada en el momento del muestreo) Montcortes (Situación adecuada en el momento del muestreo)</p>	<p>Ref: 2 lagos Petit de Basturs (Situación adecuada en el momento del muestreo) Gran de Basturs (Situación NO adecuada en el momento del muestreo)</p>	<p>Ref: 2 lagos Honda (Situación NO adecuada en el momento del muestreo) Guialguerrero (Situación NO adecuada en el momento del muestreo)</p>	<p>Ref: 1 lago Chiprana (Situación NO adecuada en el momento del muestreo)</p>	<p>Ref: 1 lago Gallocanta (Situación NO adecuada en el momento del muestreo)</p>
FITOPLANCTON	<p><u>Diatomeas:</u> <i>Cyclotella radiosa</i> <i>Pinnularia</i> <i>Surirella</i> <i>Tabellaria flocculosa</i> <u>Crisofíceas:</u> muchas especies nanoplantónicas <u>Clorofitas:</u> <i>Monomastix astigmata</i> <i>Willea wilhelmii</i> <i>Chlorella</i> Zygoíceas, particularmente: <i>Gonatozygon</i> <i>Staurastrum</i> <i>Staurodesmus</i> <u>Dinoflageladas:</u> <i>Peridinium cinctum</i></p>		<p><u>Clorofitas:</u> <i>Volvocales (especialmente especies solitarias)</i> <u>Dinoflageladas:</u> <i>Ceratium cornutum</i> <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i> <i>Peridinium willei</i></p>		<p><u>Diatomeas:</u> <i>Epithemia sorex</i> <i>Fragilaria capucina var. mesolepta</i> <u>Clorófitas:</u> <i>Closterium</i> <u>Euglenofitas:</u> <i>Euglena oxyuris</i></p>	<p><u>Cianobacterias:</u> <i>Limnothrix</i> sp. <i>Synechocystis aquatilis</i></p>	<p><u>Diatomeas:</u> <i>Nitzschia closterium</i> <u>Cianobacterias:</u> <i>Limnothrix cf. halophila</i></p>
MACRÓFITOS	<p><i>Nitella</i> gr. <i>opaca</i> <i>Isoetes lacustris</i> <i>Ranunculus aquatilis aquatilis</i> <i>Subularia aquatica</i></p>		<p><i>Chara major</i> <i>Chara vulgaris</i> <i>Ceratophyllum</i> spp. <i>Myriophyllum</i> spp. <i>Potamogeton amphibium</i> <i>Potamogeton coloratus</i> <i>Utricularia</i></p>			<p><i>Ruppia maritima</i></p>	<p><i>Chara galioides</i> <i>Lamprothamnium papulosum</i> <i>Ruppia cirrhosa</i></p>
MICRO-INVERTEBRADOS BENTÓNICOS	<p><i>Alonella nana</i> <i>Alonella excisa</i> <i>Alona affinis</i> <i>Acroperus harpae</i> <i>Eucyclops serrulatus</i></p>		<p><i>Simosa vetula</i> <i>Alona costata</i> <i>Acroperus neglectus</i> <i>Eucyclops serrulatus</i></p>		<p><i>Pleuroxus aduncus</i> <i>Alona rectangulara</i></p>	<p><i>Artemia</i> sp. <i>Cletocamptus retrogressus</i></p>	<p><i>Daphnia mediterranea</i> <i>Arctodiaptomus salinus</i> <i>Cletocamptus retrogressus</i></p>

6 Diseño de un plan de seguimiento de lagos y humedales

6.1 Identificación de la red de lagos

Para la identificación de los lagos a integrar las redes de vigilancia y control operativo se ha trabajado sobre 85 lagos de los 92 declarados masa (se han excluido 7 lagunas del Delta del Ebro por tratarse posiblemente de aguas de transición).

En la tabla 6.-1 se listan los lagos agrupados por tipos y ordenados según la superficie del polígono de la capa SIG (extraída de la base DMA-Ebro). Se presenta una propuesta provisional de lagos para las redes de vigilancia, red de referencia y control operativo.

6.1.1 Red de vigilancia

La red de control de vigilancia debe incluir un número suficiente de masas de agua representativas de las condiciones de la demarcación, tanto de las condiciones de referencia de cada tipo como de las presiones e impactos identificados.

La selección provisional se ha basado en los siguientes criterios:

- Distribución geográfica y superficie de la cuenca para los lagos de alta montaña de modo que estén representados lagos de los pirineos orientales, centrales y occidentales, y de la Sierra de Urbión; y de todos los rangos de tamaño (entre 50 y 8 ha), en proporción aproximada al número de lagos en cada zona.
- Presencia de lagos de referencia (especialmente los que son masa)
- Representación de la mayor parte de los lagos del resto de tipos, con excepción de algunos situados cerca de otro seleccionado, o alguna masa de características desconocidas.

La aplicación de los criterios indicados ha permitido seleccionar **40** lagos, representativos de los siguientes tipos y calidades.

	AM-AC	AM-AL	CHG	CHP	CSPP - no S	CSPP - S	CSPS- no S	CST-S	CST-AL
Total masas (85)	58	1	3	0	2	1	9	7	4
Red vigilancia	16	2	2	1	1	1	9	6	2
Lagos no masa incluidos	2	1	0	1	0	0	1	0	0
Lagos referencia en Red Vig.	5	1	2	1	0	1	2	1	0
Lagos muy modif. Prov.	7	0	0	0	1	0	6	1	0

La distribución de los lagos que integran la red de vigilancia provisional se muestra en la figura 6.-1.

Tabla 6.-1

Propuesta de lagos a integrar las redes de vigilancia, referencia y control operativo ordenados según la superficie (ha) para cada tipo. Se incluyen todos los lagos declarados masa y los lagos de referencia que no lo son. Se presentan los códigos de masa y del lagos según la base de datos DMA-Ebro; también se indica la superficie (según DMA-Ebro) y la clasificación provisional de lagos muy modificados.

Lago	IdMasa	IdLago	Tipo	Muy Modificado	Superficie (ha)	Red vigilancia	Red referencia	Red control operativo
Estany de Certascan	1032	74	AM-AC	1	58,3			
Ibón de Cregüeña	983	233	AM-AC	0	50,8	+		
Estany de Mar	967	249	AM-AC	1	47,7			
Estany de Cavallers	1043	361	AM-AC	1	45,7			+
Estany Tort de Rius	1018	237	AM-AC	1	42,9	+	+	
Estany Tort	1009	434	AM-AC	1	38,6			
Embalse de Respomuso	1033	30	AM-AC	1	37,5			+
Estany de Mar	1028	436	AM-AC	1	35,9			
Estany Cubeso	1024	424	AM-AC	0	32,8			
Estany Negre (Espot)	1008	421	AM-AC	0	32,6			+
Embalse de Brachimaña alto	986	52	AM-AC	0	30,4	+		
Lago de Urdiceto	1001	131	AM-AC	1	28,3	+		+
Estany de Liat	978	9	AM-AC	0	27,5			
Estany Saburó de Baix	1038	296	AM-AC	1	27,4			
Embalse Bramatuero alto	982	55	AM-AC	0	26,3			
Lago Redondo	970	224	AM-AC	0	25,3			
Estany Gento	977	449	AM-AC	1	24,2	+		+
Estany de Sant Maurici	996	290	AM-AC	1	23,0	+		+
Embalse de Ip	1003	168	AM-AC	1	21,9			+
Estany de Airoto	1006	112	AM-AC	0	19,1			
Embalse de Brazato	1039	96	AM-AC	1	19,1	+		
Estany de Mariola	980	72	AM-AC	0	18,6			
Lac de Rius	994	226	AM-AC	1	18,1			+
Estany Gerber	975	231	AM-AC	0	15,8			
Estany de Neriolo	1021	430	AM-AC	0	15,6	+		
Embalse Bramatuero bajo	1013	49	AM-AC	0	15,6			
Estany de Colomina	1044	440	AM-AC	1	15,3			
Estany dels Monges	1011	263	AM-AC	0	14,8			
Estany Major	1030	275	AM-AC	1	14,7			
Estany Gran de Tumeneja	998	319	AM-AC	0	14,3			
Embalse de Tramacastilla	1002	157	AM-AC	0	14,3			+
Estany Obago	1031	299	AM-AC	0	14,0			
Estany Major de Colomers	1020	251	AM-AC	1	13,6			
Laguna Negra	1017	498	AM-AC	0	13,3	+		
Estany Fosser	1023	448	AM-AC	1	12,9			
Estany Romedo	1041	91	AM-AC	0	12,8			
Estany Major	1040	114	AM-AC	0	11,9			
Estany de la Gola	1010	150	AM-AC	0	11,5			
Estany de Travessany	972	323	AM-AC	0	11,5	+	+	
Laguna Larga	991	520	AM-AC	0	11,1			+
Estany de Montoliu	981	27	AM-AC	0	11,0			
Estany Superior de Arreu	969	159	AM-AC	0	10,9			
Estany Fondo	979	194	AM-AC	0	10,4			
Embalse Bajo del Pecico	1000	42	AM-AC	0	10,4	+		
Estany de Conraig	995	283	AM-AC	0	10,3			
Embalse de Arriel alto	999	15	AM-AC	1	10,3			+
Estany Negre (de Boí)	987	344	AM-AC	0	9,8	+	+	
Estany de les Mangades	1005	267	AM-AC	0	9,6			
Estany Romedo de Baix	965	102	AM-AC	1	9,6	+		
Estany Gran del Pessó	1015	450	AM-AC	0	9,4			
Embalse Tort-Trulló	1036	416	AM-AC	1	9,3			
Estany Salat	971	625	AM-AC	0	9,2			
Estany Reguera	1034	618	AM-AC	0	9,0			
Estany Gémena de Baix	966	391	AM-AC	0	8,5			
Estany de la Llebreta	1012	414	AM-AC	0	8,5			
Estany Superior de Saboredo	1004	313	AM-AC	1	8,2	+		
Estany de Baiau	997	307	AM-AC	0	8,2			
Estany de Cap del Port	1026	425	AM-AC	0	7,7			
Ibón Grande de Batielles	-	222	AM-AC	0	5,4		+	
Ibón de Anayet	-	123	AM-AC	0	4,6	+	+	
Estany de Saboredo 2 (de Miei)	-	271	AM-AC	0	4,5		+	
Ibón inferior de Brazato	-	99	AM-AC	0	4,3		+	
Ibones Altos de Brazato	-	82	AM-AC	0	2,6		+	
Ibón de Astun	-	40	AM-AC	0	2,1	+	+	
Ibón de l'Aigüeta de Batielles	-	230	AM-AC	0	1,9		+	
Estany de Saboredo 3 (de Naut)	-	304	AM-AC	0	1,8		+	
Lago de Marboré	1027	744	AM-AL	0	9,3	+		+
Estany Gran de Mainera	-	437	AM-AL	0	5,4	+	+	
Estanque Grande de Estanya	1014	512	CHG	0	15,6	+	+	
Lago de Arreo	1019	108	CHG	0	11,8	+		+
Estany de Montcortés	1029	486	CHG	0	12,4		+	
Estany Gran de Basturs	-	849	CHP	0	0,9	+	+	
Estany Petit de Basturs	-	868	CHP	0	0,6		+	

Tabla 6.-1

Propuesta de lagos a integrar las redes de vigilancia, referencia y control operativo ordenados según la superficie (ha) para cada tipo. Se incluyen todos los lagos declarados masa y los lagos de referencia que no lo son. Se presentan los códigos de masa y del lagos según la base de datos DMA-Ebro; también se indica la superficie (según DMA-Ebro) y la clasificación provisional de lagos muy modificados.

Lago	IdMasa	IdLago	Tipo	Muy Modificado	Superficie (ha)	Red vigilancia	Red referencia	Red control operativo
Pantano de las Cañas	1007	481	CSPP-noS	1	98,2	+		+
Pantano de la Grajera	993	484	CSPP-noS	1	53,6			
Laguna Salada de Chiprana	990	807	CSPP-S	0	37,2	+	+	
Cañizar de Villarquemado	1046	881	CSPS-noS	1	1129,2			
La Estanca de Alcañiz	1022	579	CSPS-noS	1	145,8	+		+
Galacho de Juslibol	973	537	CSPS-noS	1	54,5	+		+
Galacho de La Alfranca	976	723	CSPS-noS	1	51,8	+		+
Laguna de Lor	1035	528	CSPS-noS	1	36,7	+		
Laguna de la Estanca	985	878	CSPS-noS	0	27,1	+		+
Balsa del Pulguer	1678	516	CSPS-noS	1	22,9	+		
Balsa de la Morea	1677	183	CSPS-noS	1	11,7	+		
Guialguerrero	-	580	CSPS-noS	0	7,3	+	+	
Laguna Honda	1042	605	CSPS-noS	0	6,4	+	+	
Laguna de Gallocanta	984	592	CST-S	0	967,2	+	+	
Laguna de la Playa	989	783	CST-S	0	218,5	+		
Laguna de Sariñena	968	535	CST-S	1	207,2	+		+
Laguna de Pitillas	1016	485	CST-S	0	177,5	+		
Salada Grande o Laguna de Alcañiz	988	581	CST-S	0	62,1	+		+
Laguna de Carralagroño	974	470	CST-S	0	9,2	+		
Laguna de Carravalseca	992	473	CST-S	0	7,9			
Cañizar de Alba	1047	882	CST-AL	1	161,8			
Encharca.Salburua - Balsa de Arcaute	1025	664	CST-AL	0	34,0	+		
Encharca. - Balsa de Betoño	1045	879	CST-AL	0	16,4			
Laguna de Musco	1037	472	CST-AL	0	4,5	+		
Total provisional						40	20	20

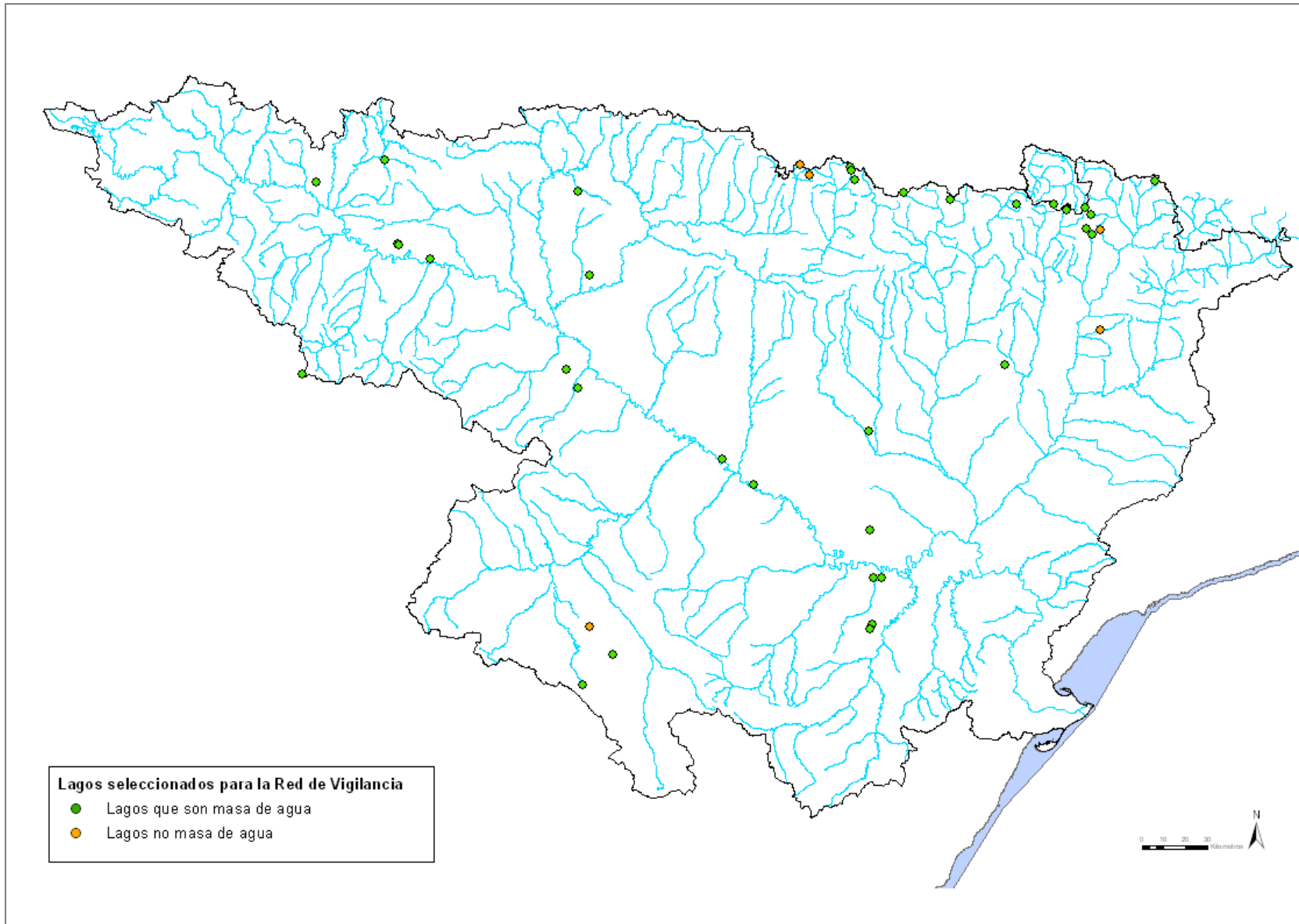


Figura 6.-1: Lagos incluidos en la red de vigilancia provisional.

Esta propuesta se considera representativa de los tipos, y de las calidades teniendo en cuenta la información disponible. Así el número de lagos de cada tipo incluidos en la red de vigilancia refleja aproximadamente la frecuencia de los tipos en el total de las masas lago (cuadro adjunto y figura 6.-2):

	AM-AC	AM-AL	CHG	CHP	CSPP - no S	CSPP - S	CSPS- no S	CST-S	CST-AL
Total masas (85)	58	1	3	0	2	1	9	7	4
%	68,24	1,18	3,53	0,0	2,35	1,18	10,59	8,24	4,71
Red vigilancia (40)	16	2	2	1	1	1	9	6	2
%	40,0	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	22,5	15,0	5,0

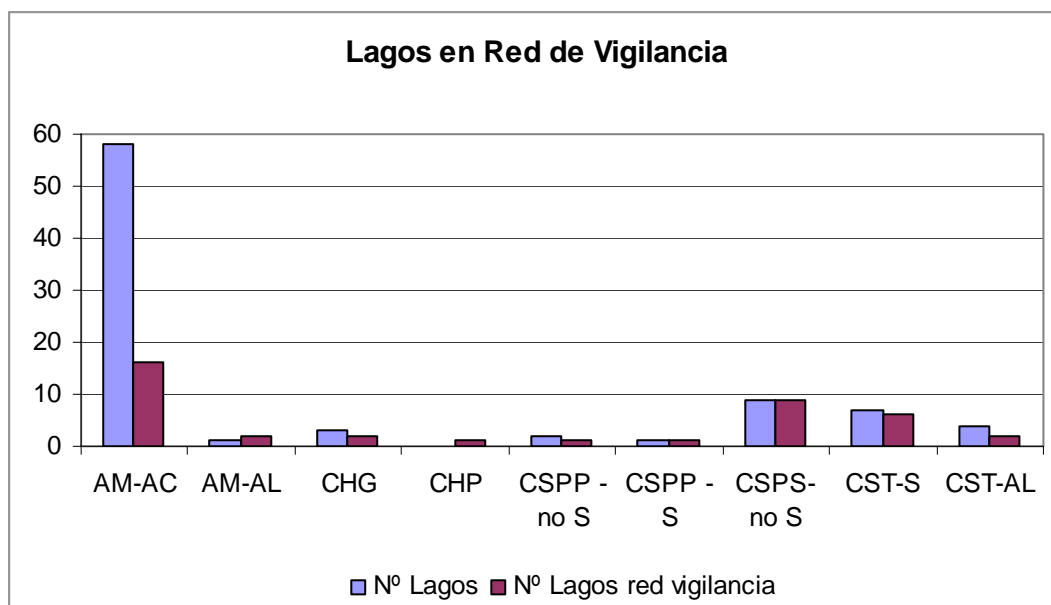


Figura 6.-2:

Comparación entre el número de lagos que son masa y el nº de lagos que integran la red provisional de vigilancia.

Los lagos cársticos y de los tipos de la cuenca sedimentaria pueden estar más representados, en la red de vigilancia, que lo que les correspondería si se hiciera una asignación proporcional al número de lagos. No obstante se ha dado más peso a estos lagos por ser más heterogéneos que los lagos de alta montaña. En el caso de los lagos cársticos pequeños no hay ninguno que sea masa, no obstante se considera adecuado que exista un representante en la red de vigilancia.

En cuanto a la presencia de lagos de referencia (tanto masas como no masas) en la red de vigilancia, existe al menos un lago de referencia en cada uno de los tipos con lagos de referencia (hasta 5 para el tipo AM-AC).

	AM-AC	AM-AL	CHG	CHP	CSPP - no S	CSPP - S	CSPS- no S	CST-S	CST-AL
Lagos referencia (20)	11	1	2	2	0	1	2	1	-
Red vigilancia (40)	5	1	1	1	0	1	2	1	0

No se dispone de ningún lago de referencia del tipo CST-AL por encontrarse secos en el periodo de muestreo.

Finalmente la representación de las diferentes calidades ecológicas en la red de vigilancia es un tema complejo, dada la ausencia de datos en muchos lagos. Se ha tomado como indicador la calificación provisional del lago como masa muy modificada, no obstante en algunos casos esto puede no ser suficiente. En el cuadro adjunto y en la figura 6.-3 se compara el número de masas muy modificadas y el nº de éstas presentes en la red propuesta.

	AM-AC	AM-AL	CHG	CHP	CSPP - no S	CSPP - S	CSPS- no S	CST-S	CST-AL
Total masas muy modif. (33)	22	0	0	0	2	0	7	1	1
Red vigilancia (15)	7	0	0	0	1	0	6	1	0

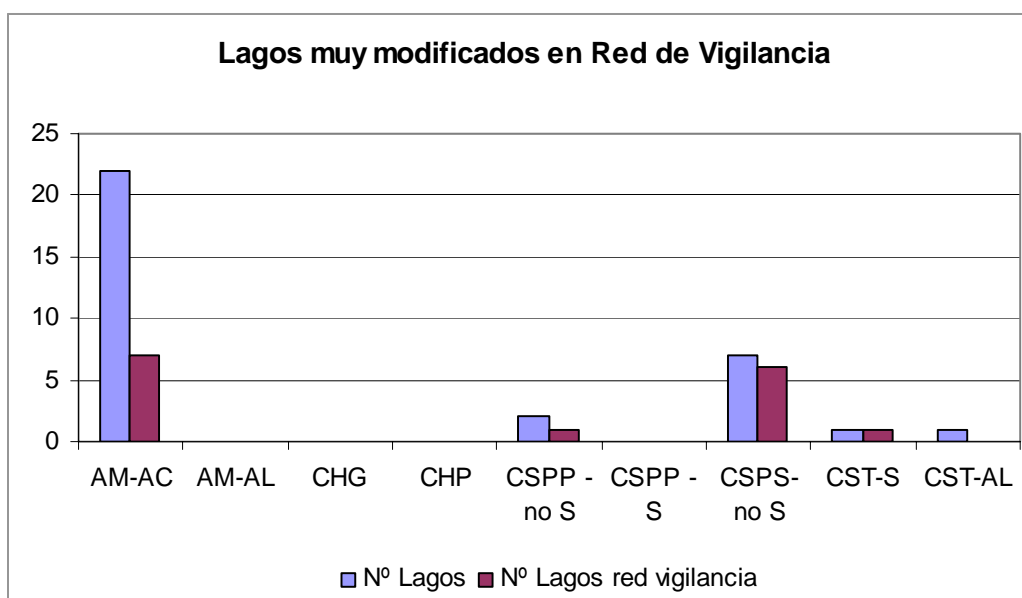


Figura 6.-3:

Comparación entre el número de lagos que son masa y el nº de lagos que integran la red provisional de vigilancia.

6.1.2 Red operativa

Actualmente no se dispone de ningún estudio completo de Presiones e Impactos referente a los lagos de la demarcación del Ebro. Los datos disponibles hasta el momento corresponden a:

- Estudios en campo y gabinete efectuados por URS en el presente estudio
- Estudio de Presiones e Impactos (IMPRESS) referido únicamente a “extracciones”
- Datos existentes en la CHE referido a episodios de eutrofia y proliferaciones de cianobacterias tóxicas (en la Estanca de Alcañiz).

En base a estos resultados parciales se propone incluir en la red operativa los lagos que se indican en la tabla siguiente y se muestran en la figura 6.-4.

Lago	IdMasa	Tipo	Presiones identificadas	
			Presente estudio	IMPRESS (Presiones por extracción)
Estany Gento	977	AM-AC	SI	SI
Laguna Larga de Neila	991	AM-AC	SI	-
Lac de Rius	994	AM-AC	SI	-
Estany de Sant Maurici	996	AM-AC	SI	-
Embalse de Arriel alto	999	AM-AC	-	SI
Lago de Urdiceto	1001	AM-AC	SI	SI
Tramacastilla	1002	AM-AC	SI	-
Embalse de Ip	1003	AM-AC	-	SI
Estany Negre (Espot)	1008	AM-AC	SI	-
Embalse de Respomuso	1033	AM-AC	SI	SI
Estany de Cavallers	1043	AM-AC	SI	-
Lago de Marboré	1027	AM-AL	SI	-
Laguna de Arreo	1019	CHG	SI	-
Las Cañas	1007	CSPP-noS	SI	-
La Estanca de Alcañiz	1022	CSPP-noS	Datos históricos	
Galacho de Juslibol	973	CSPS-noS	SI	-
Galacho de Alfranca	976	CSPS-noS	SI	-
Laguna de La Estanca	985	CSPS-noS	SI	-
Sariñena	968	CST-S	SI	-
Salada Grande de Alcañiz	988	CST-S	SI	-

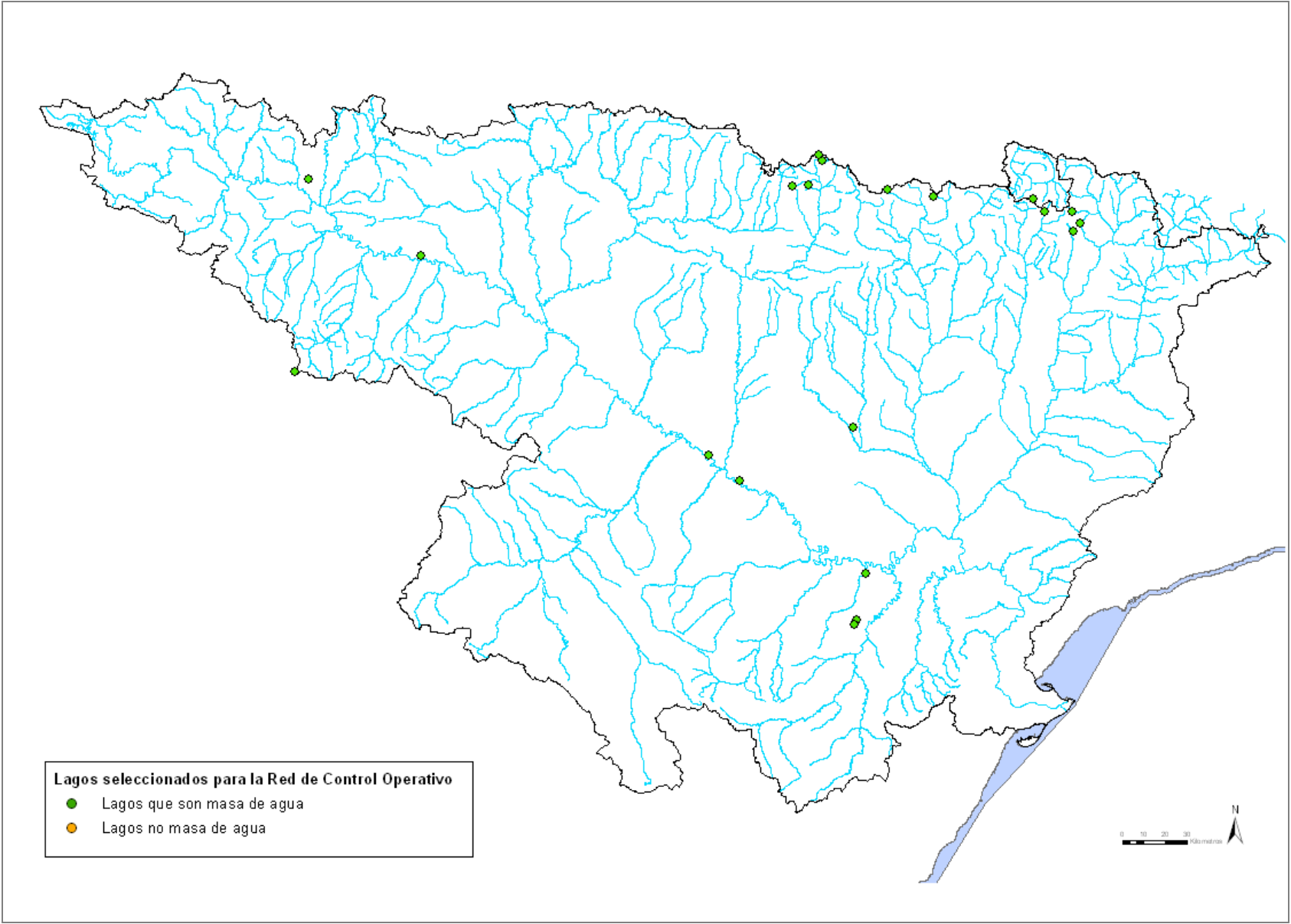


Figura 6.-4: Lagos incluidos en la red de control operativo provisional.

6.2 Protocolo de seguimiento

Se dan las directivas generales de muestreo para usar en la red vigilancia y operativa.

6.2.1 Métodos de muestreo

6.2.1.1 Fitoplancton

La toma de muestras de fitoplancton requiere de dos metodologías diferentes en función de la profundidad y extensión del lago:

- Lagos vadeables (<1,5 m) y no vadeables de <5 m de profundidad: Se toman muestras discretas de superficie o integradas (si la profundidad >1-2 m) en varias estaciones de la masa de agua.
- Lagos >5 m y en embalses: Varias muestras discretas distribuidas en el perfil (mínimo de 3 muestras hasta 5-6) o bien, una muestra integrada entre la superficie y una profundidad previamente fijada (generalmente capa tropogénica). El número de muestras es de 1 ó 2, si se integran las aguas más profundas.
- Masas de agua profundas y extensas: Un punto de muestreo en la presa y otros repartidos en zonas medias y colas. El número de muestras es entre 3 y 6 por punto de muestreo, o bien 1-2 integradas por punto de muestreo.

La descripción detallada de estas metodologías puede consultarse en el Protocolo de muestreo y análisis para Fitoplancton (CHE, 2005).

6.2.1.2 Fitobentos

Dado que la composición de las comunidades de diatomeas puede variar en función del sustrato, la toma de muestras de fitobentos requiere del establecimiento de criterios a la hora de seleccionar los sustratos idóneos para el muestreo. Como criterio general se recomienda muestrear las comunidades que se desarrollen sobre sustratos duros situados en zonas sumergidas.

La descripción detallada de la metodología y de sustratos alternativos (superficies verticales de infraestructuras artificiales, vegetación acuática, etc.) puede consultarse en el Protocolo de muestreo y análisis para Fitobentos (microalgas bentónicas) (CHE, 2005).

6.2.1.3 Macrófitos

La toma de muestras de macrófitos requiere de dos metodologías diferentes en función de la profundidad del lago:

- Lagos vadeables (<1,5 m): Recorrer la zona a muestrear extrayendo las plantas mediante ganchos y rastrillos. Realizar transectos de orilla a zona profunda, en diferentes puntos del lago (si es extenso) o bien atravesar el lago en dos direcciones (si no es muy extenso).

- Lagos profundos: El muestreo de los macrófitos requiere el uso de embarcaciones o de equipos de buceo. Con embarcación se recomienda tomar muestras del fondo con ganchos o dragas (varias extracciones).

La descripción detallada de estas metodologías puede consultarse en el Protocolo de muestreo y análisis para macrófitos (CHE, 2005).

6.2.1.4 Invertebrados bentónicos

Para el muestreo de invertebrados en lagos y lagunas se proponen dos tipos de muestreo:

- Muestreo con salabre ("dipping"). Tamaño de malla:
 - 250-300µm (macroinvertebrados)
 - 100 µm (microcrustaceos)
- Muestreo en vegetación sumergida (método de Kornijow y Kairesalo)

La descripción detallada de estas metodologías puede consultarse en el Protocolo de muestreo y análisis para invertebrados Invertebrados bentónicos (CHE, 2005).

6.2.2 Frecuencias y épocas de muestreo

La información sobre periodos preferentes de muestreo y número de muestreos por año es aplicable tanto en la red de vigilancia como en la red operativa; no obstante en el último caso podrían requerirse seguimientos específicos dependiendo de la acción correctora a evaluar. En la tabla 6.-5 se resumen las frecuencias y épocas de muestreo, para los indicadores biológicos y tipos de lagos. En los apartados siguientes se dan las directrices para cada indicador.

Tabla 6.-5

Periodos de muestreo recomendados y número de muestreos por año de seguimiento para los elementos de calidad biológicos.

Alta montaña <i>AM-AC y AM-AL</i>		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
<i>Fitoplancton</i>						■	■		■		■			2-3
<i>Fitobentos</i>						■	■		■	■				1-2
<i>Macrófitos</i>									■	■				1-2
<i>Invertebrados bentónicos</i>						■	■		■	■				1-2

Cársticos hipogénicos <i>CHG y CHP</i>		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
<i>Fitoplancton</i>		■	■			■	■				■	■		4-5
<i>Fitobentos</i>		■	■			■	■	■	■		■	■		2-4
<i>Macrófitos</i>								■	■	■	■			2-4
<i>Invertebrados bentónicos</i>		■	■			■	■	■	■		■	■		2-4

Sedimentarios permanentes <i>CSPP- no S, CSPP-S y CSPS-noS</i>		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
<i>Fitoplancton</i>			■	■		■	■	■			■	■		3-4
<i>Fitobentos</i>		■	■			■	■	■	■		■	■		2-4
<i>Macrófitos</i>							■	■	■					2-3
<i>Invertebrados bentónicos</i>		■	■			■	■	■	■		■	■		2-4

Sedimentarios temporales <i>CST-S y CST-AL</i>		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
<i>Fitoplancton</i>				■	■	■	■	■						2-3
<i>Fitobentos</i>				■	■	■	■	■						1-2
<i>Macrófitos</i>				■	■	■	■	■						1-2
<i>Invertebrados bentónicos</i>				■	■	■	■	■				■		1-2

6.2.2.1 Fitoplancton

La acusada variabilidad temporal del fitoplancton y el hecho de que su composición y abundancia respondan a factores físicos y químicos hace necesario adaptar tanto el número de muestreos como las épocas de muestreo al tipo de lago. En general una buena caracterización del fitoplancton requiere 4-6 muestreos al año, repartidos en el tiempo de modo que se recoja la variación estacional. La distribución de los muestreos se indica en el siguiente cuadro⁶:

Fitoplancton

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
Alta Montaña <i>AM-AC y AM-AL</i>					■	■		■				■	2-3
Cársticos hipogénicos <i>CHG y CHP</i>		■			■		■			■		■	4-5
Sedimentarios permanentes <i>CSPP- no S, CSPP-S y CSPS-noS</i>			■		■		■					■	3-4
Sedimentarios temporales <i>CST-S y CST-AL</i>			■		■		■						2-3

De modo general y en el caso de que sólo se pueda realizar un muestreo anual, los periodos más significativos son:

- final de verano para los lagos de alta montaña
- primavera-verano para los lagos cársticos
- primavera para los lagos sedimentarios (inicio para los temporales, y final para los permanentes)

6.2.2.2 Fitobentos

La frecuencia de muestreo de fitobentos en estudios de seguimientos de la calidad del agua varía entre una vez por año (en periodo de aguas bajas) a 4 veces al año (coincidiendo con las estaciones del año).

Las épocas más favorables para el muestreo son primavera (periodo de aguas altas) y verano (periodo de aguas bajas). La distribución de los muestreos se indica en el siguiente cuadro⁷:

⁶ Información del Protocolo de muestreo y análisis para fitoplancton (CHE, Octubre 2005)

⁷ Protocolos de muestreo y análisis para Fitobentos (microalgas bentónicas) (CHE, Octubre 2005).

Fitobentos

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
Alta Montaña <i>AM-AC y AM-AL</i>						■		■					1-2
Cársticos hipogénicos <i>CHG y CHP</i>	■				■	■	■	■	■				2-4
Sedimentarios permanentes <i>CSPP- no S, CSPP-S y CSPS-noS</i>	■				■	■	■	■	■				2-4
Sedimentarios temporales <i>CST-S y CST-AL</i>					■	■							1-2

En el Protocolo de muestreo y análisis para Fitobentos (microalgas bentónicas) se dan directrices relativas a la frecuencia de muestreo y periodos recomendados.

6.2.2.3 Macrófitos

El muestreo de macrófitos debe realizarse durante el periodo vegetativo de las especies, que suele ser entre primavera y otoño. No obstante el periodo óptimo dependerá del tipo del lago y también de la especie.

La frecuencia del muestreo será anual para el control de vigilancia y anual o bianual, con dos o tres muestreos por año dependiendo del impacto a evaluar, en el control operativo.

La distribución de los muestreos se indica en el siguiente cuadro⁸:

Macrófitos

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
Alta Montaña <i>AM-AC y AM-AL</i>								■	■				1-2
Cársticos hipogénicos <i>CHG y CHP</i>							■	■	■	■			2-4
Sedimentarios permanentes <i>CSPP- no S, CSPP-S y CSPS-noS</i>						■	■						2-3
Sedimentarios temporales <i>CST-S y CST-AL</i>					■	■							1-2

6.2.2.4 Invertebrados bentónicos

La variabilidad temporal de las comunidades de invertebrados bentónicos haría recomendable realizar muestreos estacionales. Cuando esto no sea posible, se recomienda realizar el muestreo en los periodos en que la comunidad alcanza su máxima diversidad. Esto ocurre, en general, entre primavera y verano, pero deberá ajustarse a las condiciones climáticas de cada tipo de lago. Los muestreos podrán realizarse dentro de los periodos indicados en el siguiente cuadro⁹:

⁸ Protocolo de muestreo y análisis para macrófitos (CHE, Octubre 2005).

⁹ Protocolo de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos (CHE, Octubre 2005).

Invertebrados bentónicos

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Nº muestreos /año seguim.
Alta Montaña <i>AM-AC y AM-AL</i>													1-2
Cársticos hipogénicos <i>CHG y CHP</i>													2-4
Sedimentarios permanentes <i>CSPP- no S, CSPP-S y CSPS-noS</i>													2-4
Sedimentarios temporales <i>CST-S y CST-AL</i>													1-2

6.2.3 Métricas a analizar

6.2.3.1 Fitoplancton

LA DMA requiere identificar la composición y abundancia del fitoplancton.

El análisis del fitoplancton incluye:

- Identificación taxonómica
- Recuentos
- Cálculos de biovolúmenes
- Análisis de pigmentos

A partir de la información recogida existen tres líneas de estudio:

- 1- Estudio de las especies y comunidades características. Permite obtener métricas y evaluar el estado ecológico.
- 2- Ponderación de los diferentes grupos. A partir del recuento de los principales grupos de algas se formulan índices basados en abundancias relativas y el valor indicador de cada grupo.
- 3- Análisis de parámetros relacionados con su biomasa (concentración de pigmentos, biovolumen)

La descripción detallada de estas métricas puede consultarse en el Protocolos de muestreo y análisis para Fitoplancton (CHE, 2005).

6.2.3.2 Fitobentos

Existe poca información de métricas basadas en las microalgas bentónicas, no obstante se considera adecuado su estudio como indicadores del estado ecológico de los lagos.

6.2.3.3 Macrófitos

Existe poca información sobre el uso de macrófitos como indicadores de calidad de las aguas españolas. Será necesaria una fase inicial de experimentación para el uso de cualquiera de las métricas existentes o para la elaboración de nuevas adaptadas a los diferentes tipos de lagos.

Un índice que podría aplicarse fácilmente sería el Índice I_h (Id. de valoración de humedales) se ha aplicado en humedales del País Vasco para la evaluación de su estado ecológico.

La información sobre las diferentes métricas existentes puede consultarse en la el Protocolo de muestreo y análisis para Macrófitos (CHE, 2005).

6.2.3.4 Invertebrados bentónicos

El inventario de taxones y sus abundancias permiten el cálculo de diferentes métricas. Las métricas a utilizar dependerán del nivel taxonómico de la identificación.

La información sobre las diferentes métricas existentes puede consultarse en la el Protocolo de muestreo y análisis para Invertebrados bentónicos (CHE, 2005).

