
EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO EN EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LECHAGO



DICIEMBRE 2012
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia
Estudi General

EQUIPO DE TRABAJO

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología.
Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

68.857,47 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LECHAGO.

AÑO DE EJECUCIÓN:

2012

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2012

FOTO PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Lechago desde el punto de toma de muestras.

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	5
2.1. Ámbito geográfico y geológico	5
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3. Usos del agua	6
2.4. Registro de zonas protegidas	6
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	7
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	8
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	8
4.2. Hidroquímica del embalse	11
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	12
4.4. Zooplancton	16
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	18
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	19
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	7
Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH	8
Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	9
Figura 4. Perfil vertical de la conductividad	10
Figura 5. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	14
Figura 6. Fotografía de la presa del embalse.....	25
Figura 7. Fotografía de la cola del embalse.	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Lechago.....	6
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	12
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	16
Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	18
Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Lechago.	18
Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	19
Tabla 7. Combinación de los indicadores.	20
Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Lechago.	20
Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	21
Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	22
Tabla 11. Combinación de los indicadores.	22
Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Lechago.....	23

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Lechago durante la campaña de muestreo del verano de 2012 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia que facilite la consulta y explotación de la información obtenida.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo 1** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

En los apartados sucesivos se tratan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geográfico y geológico

El embalse de Lechago está situado en el extremo oriental de la cuenca de Almazán, sobre materiales del basamento paleozoico y mesozoico en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El embalse de Lechago se sitúa en el término municipal de Calamocha, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Pancrudo.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de reciente construcción, de unas 210 ha de superficie y de geometría regular y alargada. La cuenca de drenaje del embalse de Lechago tiene una superficie de 2957 km². El embalse tiene una capacidad total de 18,16 hm³. En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Lechago.

Superficie de la cuenca	2957 km ²
Capacidad total N.M.N.	18,16 hm ³
Capacidad útil	18 hm ³
Superficie inundada	210 ha
Cota máximo embalse normal	891 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En el verano de 2012 no existe termoclina y el límite inferior de la capa fótica se sitúa alrededor de los 3,9 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, muy similar a la estimación mediante el Disco de Secchi de 3,6 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Montearagón para el año hidrológico 2011-2012 se estima en 3,98 meses. Para ello se han utilizado los datos de la estación de aforos Pancrudo-Navarrete, aguas arriba del embalse, como datos de entradas. El volumen se ha mantenido estable en 1 hm³ durante todo el año, mientras culminan las obras de terminación del embalse y la puesta en carga.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan a abastecimiento humano y a paliar el déficit hídrico de los riegos del bajo Jiloca. También contribuye al mantenimiento de los caudales ecológicos mínimos del río Jiloca, permitiendo el desarrollo de usos recreativos y turísticos.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Lechago forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 6 de Agosto de 2012, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

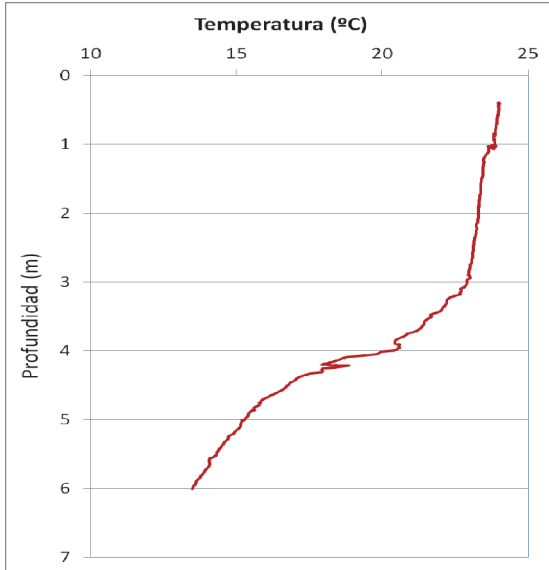


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

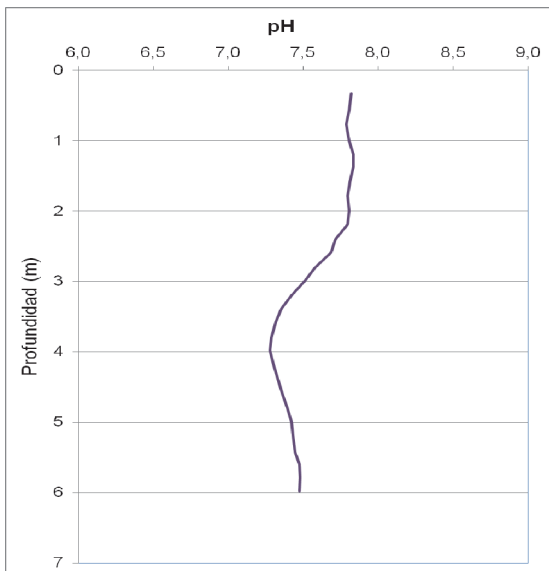
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

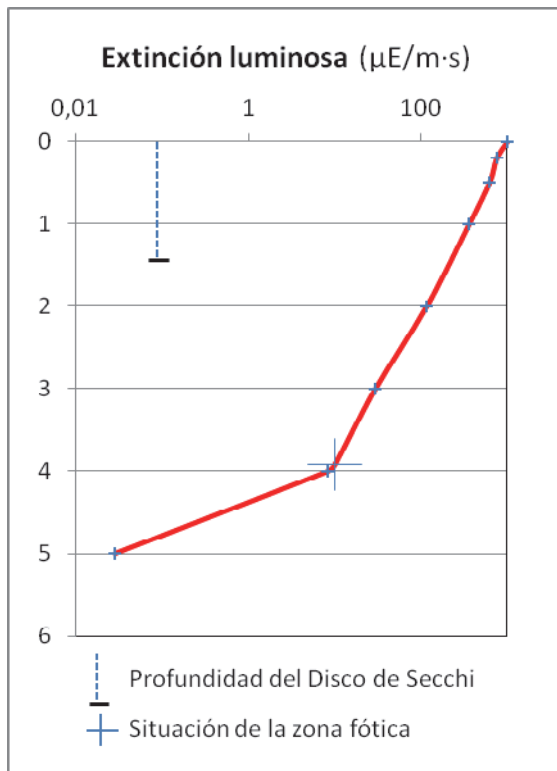


La temperatura del agua oscila entre los 13,54 °C en el fondo, y los 24,00 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (6 Agosto 2012) no hay termoclina.



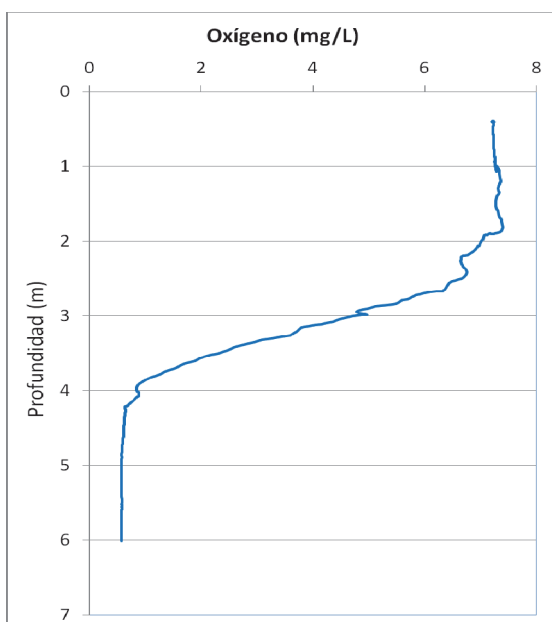
El pH del agua en superficie es de 7,82. En el fondo el pH es 7,48. El mínimo hipolimnético estival se encuentra a los 4 m de profundidad, con un pH de 7,28, mientras que el máximo epilimnético se sitúa a una profundidad de 1,2 m y alcanza un pH de 7,84.

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



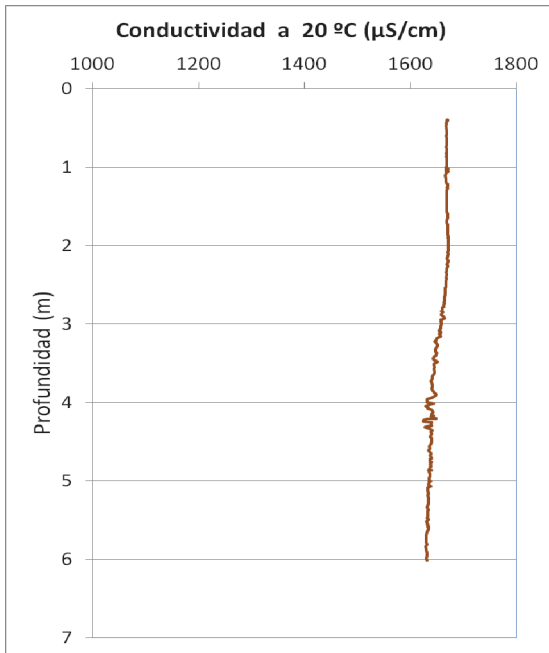
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,45 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 3,6 metros, muy similar a la profundidad obtenida con el medidor fotoeléctrico, que es de 3,9 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 4 m de profundidad) fue de 8,02 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 3,69 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 3,5 m de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 1669 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie (valor máximo) y de 1629 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo (valor mínimo).

Figura 4. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 30,33 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 3,94 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,60 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor por bajo del límite de detección de 0,01 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó de 0,025 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 18,75 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,77 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton de las muestras del embalse de Lechago se han identificado un total de 19 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSTOPHYCEAE	2
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	8
CRYPTOPHYCEAE	2
DINOPHYCEAE	1
EUGLENOPHYCEAE	2

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	17620
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	4961872
Diversidad Shannon-Wiener		0,55
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		17229,62
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i>)*
Nº células/ml		16536,86
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		4442692
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Peridinium cinctum</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		4442692

* Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

La concentración de clorofila fue de 13,87 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura. El valor máximo en profundidad se ha presentado, según la medida del perfil vertical por fluorimetría, a 1,8 m con una concentración de 19,69 $\mu\text{g/L}$.

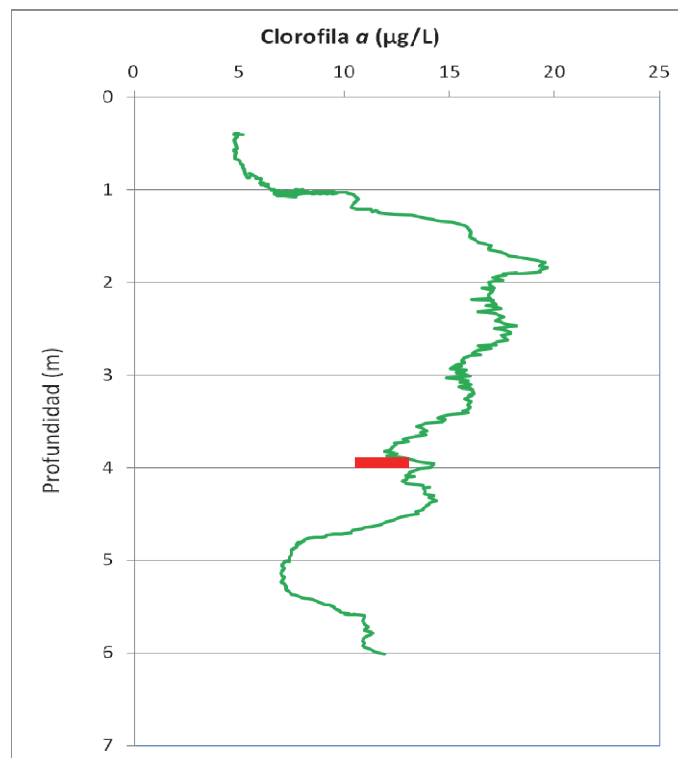


Figura 5. Perfil vertical de la clorofila a

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton muestran los resultados del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Cyclotella radiosa</i>	5,59	1228,60	1
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes <i>minutissima</i>)	5,59	1053,08	-
<i>Diatoma vulgare</i>	5,59	5528,68	1
<i>Ulnaria capitata</i> (=Synedra capitata)	-	-	1
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Dinobryon sertularia</i>	5,59	2270,71	1
<i>Ochromonas</i> sp.	33,52	19192,43	-
XANTHOPHYCEAE			
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	72,63	9126,72	-
CHLOROPHYTA			
<i>Coelastrum astroideum</i>	55,87	10033,54	1
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	201,12	39822,55	-
<i>Monoraphidium contortum</i>	206,71	7792,81	-
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	11,17	368,58	1
<i>Monoraphidium minutum</i>	50,28	1184,72	-
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (=Didymocystis planctonica)	16536,86	311712,46	1
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	78,21	14333,62	1
<i>Tetraedron minimum</i>	89,39	22883,44	1
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (=Cryptomonas <i>curvata</i>)	16,76	13426,80	1
<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	33,52	4422,95	-
DINOPHYCEAE			
<i>Peridinium cinctum</i>	139,67	4442692,34	4
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Euglena retronata</i>	5,59	4601,39	1



COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	67,04	50196,94	1
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	16,76	7810,36	
TOTAL CHRYSOPHYCEAE	39,11	21463,14	
TOTAL XANTHOPHYCEAE	72,63	9126,72	
TOTAL CHLOROPHYTA	17229,62	408131,71	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	50,28	17849,75	
TOTAL DINOPHYCEAE	139,67	4442692,34	
TOTAL EUGLENOPHYCEAE	72,63	54798,32	
TOTAL ALGAS	17620,69	4961872,34	

Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Lechago se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 3 Copepoda
- 5 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la siguiente tabla.

Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	4,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	2738,46
BIOMASA TOTAL	µg/L	731,55
Diversidad Shannon-Wiener		2,55
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		1495,38
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Polyarthra vulgaris</i>
individuos/L		870,77
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		403,60
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		168,00
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 5 m
CLADÓCEROS: 12,37 %	COPÉPODOS: 20,71 %	ROTÍFEROS: 66,92 %

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
CLADÓCEROS			
<i>Bosmina longirostris</i>	129,23	168,00	11,01
<i>Ceriodapnia dubia</i>	9,23	14,77	0,88
<i>Daphnia curvirostris</i>	9,23	35,08	0,44
<i>Diaphanosoma juven</i>	-	-	0,04
COPÉPODOS			
<i>Cyclops vicinus</i>	9,23	7,38	0,46
<i>Tropocyclops prasinus</i>	393,85	292,37	7,92
Ciclópido	692,31	103,85	12,33
ROTÍFEROS			
<i>Asplanchna girodi</i>	18,46	12,92	0,44
<i>Hexarthra fennica</i>	64,62	13,44	2,42
<i>Hexathra mira</i>	-	-	2,42
<i>Keratella cochlearis</i>	323,08	16,15	8,36
<i>Polyarthra major</i>	218,46	28,40	1,76
<i>Polyarthra vulgaris</i>	870,77	39,18	51,51
Total Cladóceros	147,69	217,85	12,37
Total Copépodos	1095,38	403,60	20,71
Total Rotíferos	1495,38	110,10	66,92
Total	2738,46	731,55	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 4 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

En la tabla 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Lechago.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	30,33	Mesotrófico
CLOROFILA a	13,87	Eutrófico
DISCO SECCHI	1,45	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	17621	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,25	EUTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica al embalse como mesotrófico. El resto de parámetros, concentración de clorofila a, densidad algal y transparencia (DS) indican un estado de eutrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LECHAGO ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O ₂ (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P /L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si

no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 7:

Tabla 7. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 8 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Lechago.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	17621	Deficiente
		Clorofila a (µg/L)	13,87	Deficiente
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	4,96	Deficiente
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,85	Máximo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,23	Deficiente
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,63	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	10,0	Deficiente
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,7	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			2,0	DEFICIENTE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,45	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	3,69	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	30,33	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				DEFICIENTE

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR_t	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm^3/L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCET				
			Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 11:

Tabla 11. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 12 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Lechago.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	13,87	0,19	0,26	No alcanza
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	4,96	0,15	0,26	No alcanza
			Media			0,26	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,08	1,001	1,03	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media			1,01	
Media global						0,64	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,64			BUENO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,45			Deficiente	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	3,69			Deficiente	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	30,33			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2,3		NO AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 6: Presa del embalse desde el punto de muestreo.



Figura 7: Panorámica de la cola del embalse.