



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2014

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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE PAJARES



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
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:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE PAJARES

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Pajares desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	6
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	<i>7</i>
2.3. <i>Usos del agua</i>	<i>8</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>8</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	9
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>10</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>13</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>14</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>18</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	19
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	21
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014	8
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	9
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	10
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	11
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.....	12
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	15
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse.....	27
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Pajares	7
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	14
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	18
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Pajares.....	20
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 9. Combinación de los indicadores.....	22
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Pajares.....	22
Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	23
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 13. Combinación de los indicadores.....	24
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Pajares.....	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Pajares durante los muestreos de 2014 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 I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

En apartados sucesivos se comentan 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 geológico y geográfico

En geología, la cuenca del embalse de Pajares, presenta materiales del grupo Urbión con limonitas, areniscas e intercalaciones de calizas arenosas; y grupo Oncala con calizas arenosas, margas, arenitas y limolitas pertenecientes al Sistema Cretácico, Serie Inferior. Aparecen también materiales del Cuaternario como: aluviales de gravas con matriz arenociliosa, arenas, limos y arcillas.

La presa de Pajares se sitúa dentro del término municipal de Lumbreras, en la provincia de La Rioja. Regula las aguas del río Iregua.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones.

La cuenca vertiente al embalse de Pajares tiene una superficie de cuenca de escorrentía directa de 97,85 km².

El embalse tiene una capacidad total de 35 Hm³. Caracterizado por una profundidad media de 19 m. y una profundidad máxima de 61 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Pajares

Superficie de la cuenca	98 km ²
Capacidad total N.M.N.	35,29 Hm ³
Capacidad útil	34,83 Hm ³
Aportación media anual	54,35 Hm ³
Superficie inundada	162 ha
Cota máximo embalse normal	1288 msnm

Tipo de clasificación: 1. Monomítico, silíceo, 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, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno entre los 7 y 14 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 11 metros de profundidad según la medida de PAR, pues el valor obtenido con el disco de Secchi es de 14,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Pajares para el año hidrológico 2013-2014 fue de 7,44 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.

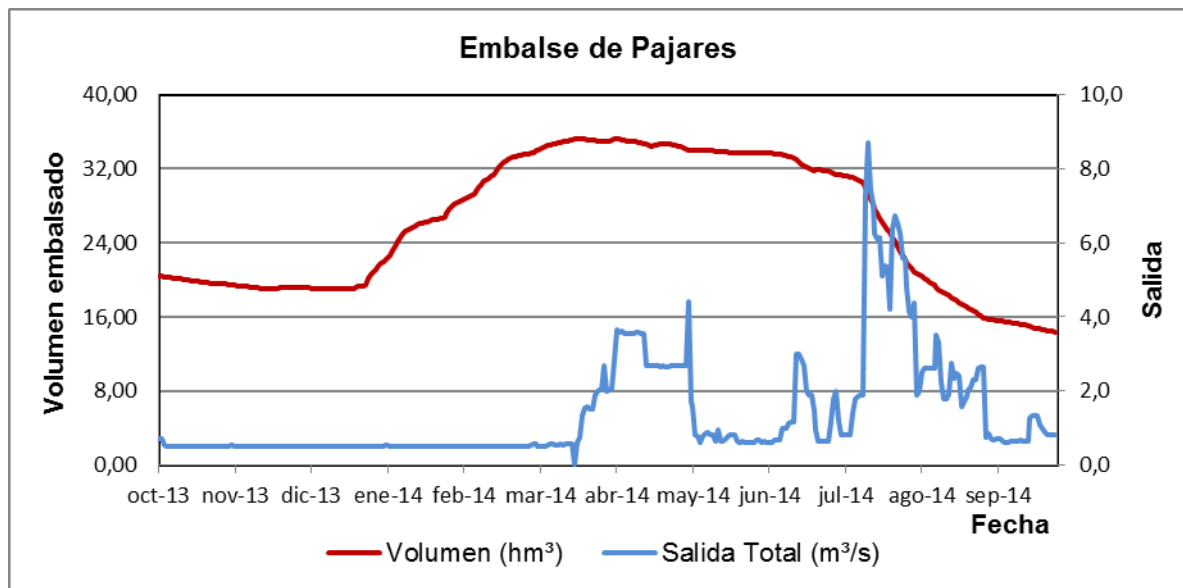


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

2.3. Usos del agua

El uso de las aguas del embalse es principalmente regadíos, abastecimiento humano y aprovechamiento hidroeléctrico. También el uso recreativo del embalse es significativo, permitiéndose la pesca (coto de Pajares).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Pajares 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 protección de hábitat o especie (Punto Red Natura 2000: ZEPA y LIC ES0000067, "Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros").

3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 4 de Agosto de 2014, 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 fitoplancton y zooplancton.

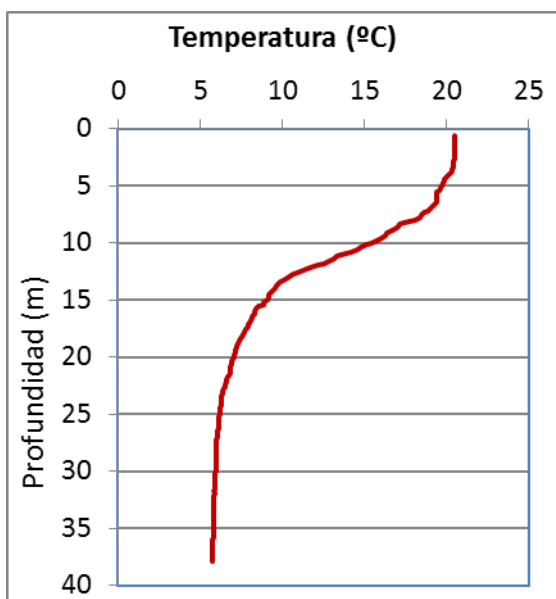


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

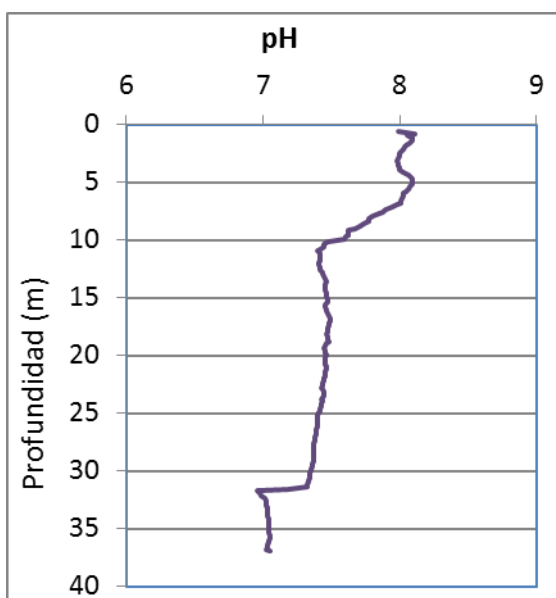
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

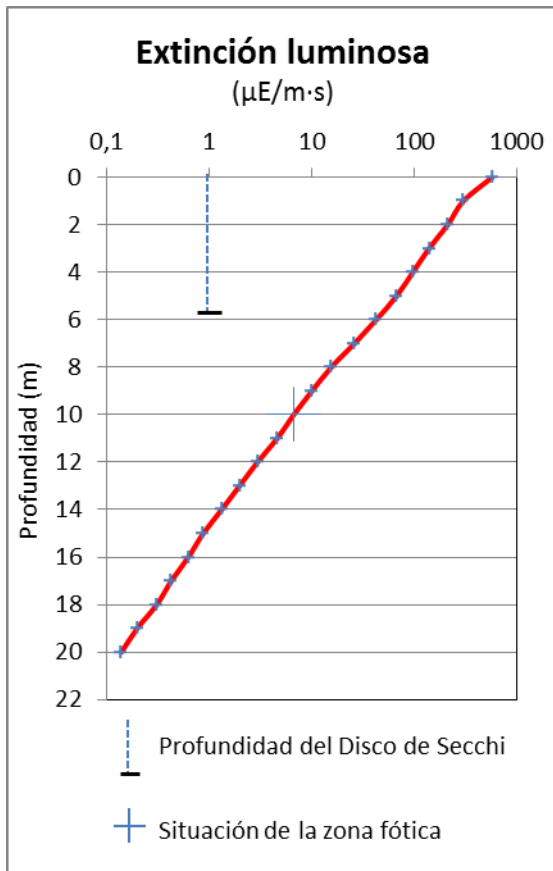


La temperatura del agua oscila entre los 5,73 °C – en el fondo- y los 20,49 °C –máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Agosto 2014)) la termoclina se sitúa entre los 7 y 14 m de profundidad. La temperatura media de la zona fótica (11 m de profundidad) es de 18,2 °C.



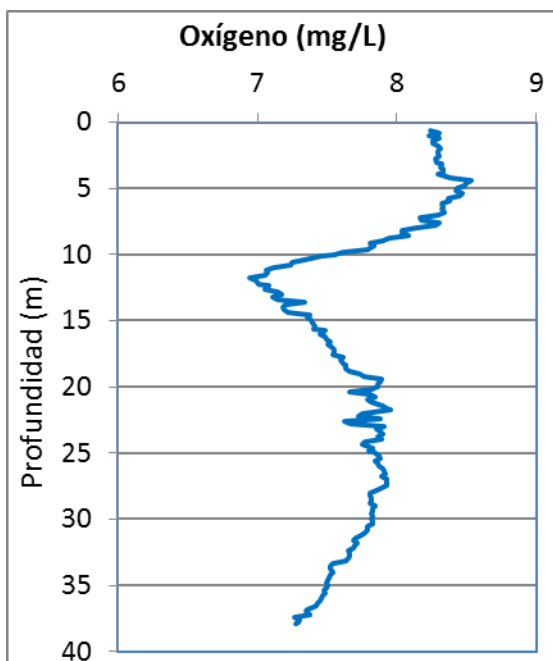
El pH del agua en la superficie es de 7,99. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,06. El máximo epilimnético se sitúa a 0,8 m de profundidad con un valor de 8,11, y el mínimo hipolimnético se encuentra a 31,7 m, con un valor de pH de 6,96.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



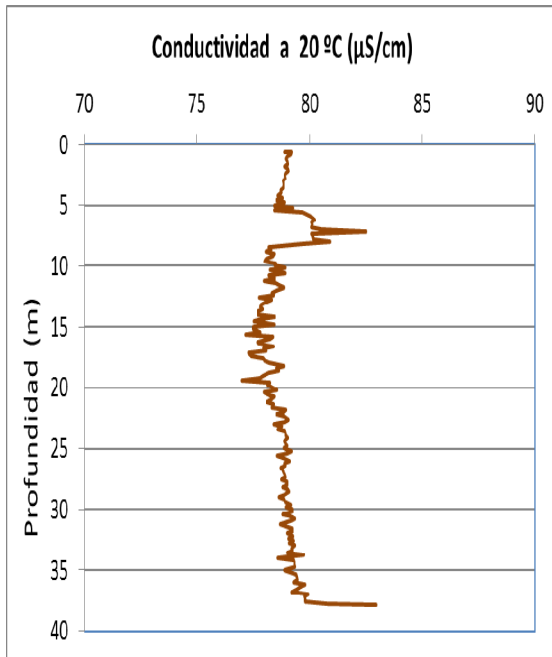
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 5,8 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 14,5 metros. Mucho mayor que la medición mediante célula fotoeléctrica, que indica una profundidad de la capa fótica de 11 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 12 m de profundidad) fue de 2,37 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,76 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 79 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 93 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El máximo epilimnético, y de toda la columna, se encuentra a 7 m de profundidad con un valor de 82,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 3,66 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 1,14 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,15 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,02 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue <0,01 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,21 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 0,40 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 30 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHRYSTOPHYCEAE	8
SYNUROPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	5
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	4

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	9460,70
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	349231
Diversidad Shannon-Wiener		0,70
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		8629,46
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanocapsa</i> sp.
Nº células/ml		8629,46
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
µm³/ml		201851
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
µm³/ml		123965

La concentración de clorofila fue de 3,13 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un máximo de 6,9 µg/L en la zona epilimnética, a 7 metros de profundidad.

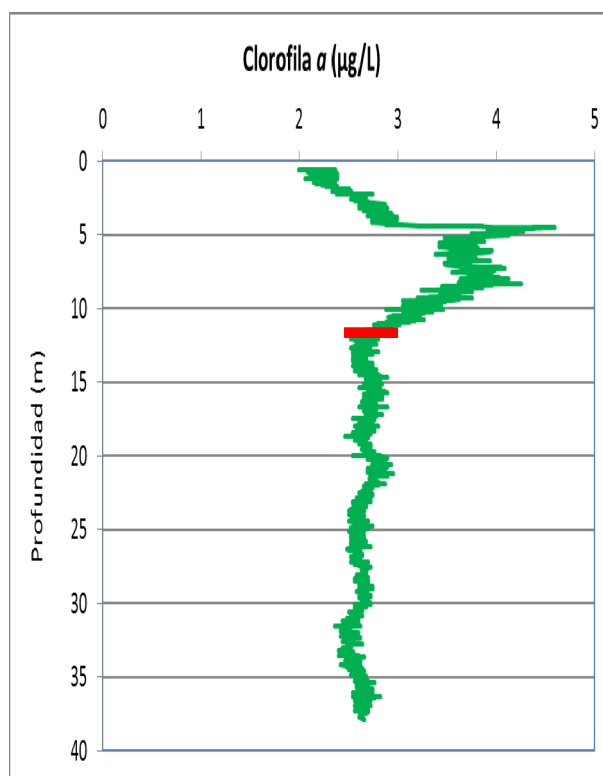


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 de la tabla siguiente:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i>	4,72	17807	
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	18,89	13604	3
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	3,79	1882	1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna (=Fragilaria ulna)</i>	1,89	2157	
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	3,79	1986	

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	117,59	3763	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	29,29	5102	2
DINOCREN0	<i>Dinobryon crenulatum</i>	13,23	2304	
KEPHOVAL0	<i>Kephyrion ovale</i>	7,59	381	
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	11,38	572	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	30,35	23071	
PSEUPSEU0	<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	7,59	381	
	SYNUROPHYCEAE			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (= <i>Mallomonopsis oviformis</i>)	0,94	1863	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	11,38	2288	
	CHLOROPHYTA			
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	345,18	22592	4
CRUCTETRO	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	18,89	680	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	79,66	21355	1
MONOKOMA0	<i>Monoraphidium komarkovae</i>	0,94	42	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	56,90	3337	
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	8629,46	4518	1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPEROS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	0,94	2258	
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	1,89	4516	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	4,72	2691	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	0,94	1317	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	1,89	886	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	45,52	6025	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,83	123965	2
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	1,89	2137	
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	5,67	75028	
GYMNHV0	<i>Gymnodinium</i> sp.	0,94	720	
PERICINCO	<i>Peridinium cinctum</i>			1

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	29,30	35450	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	220,79	37561	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	0,94	1863	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	11,38	2288	
	TOTALES CHLOROPHYTA	501,57	48006	
	TOTALES CYANOBACTERIA	8629,46	4518	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	55,91	17694	
	TOTALES DINOPHYCEAE	11,34	201851	
	TOTALES ALGAS	9460,70	349231	

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 Pajares se han identificado un total de 6 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 1 Copepoda
- 3 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	11,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	10,58
BIOMASA TOTAL	µg/L	16,03
Diversidad Shannon-Wiener		2,13
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		4,62
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Ciclópido
individuos/L		4,62
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		14,62
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>
µg/L		8,77
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 36,36 %	COPÉPODOS: 43,64 %	ROTÍFEROS: 20,00 %

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 la tabla 5:

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	2,31	8,77	21,82
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulicaria</i>	1,54	5,85	14,55
	COPÉPODOS			
CYCLOPFAM	Ciclópido	4,62	1,04	43,64
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,38	0,29	3,64
KERACOCHO	<i>Keratella cochlearis</i>	1,35	0,07	12,73
SYNCKITIO	<i>Synchaeta kitina</i>	0,38	0,02	3,64
	Total Cladóceros	3,85	14,62	36,36
	Total Copépodos	4,62	1,04	43,64
	Total Rotíferos	2,12	0,38	20,00
	Total	10,58	16,03	100,00

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. 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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) 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 7 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 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Pajares.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	3,66	Ultraoligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,13	Mesotrófico
DISCO SECCHI (DS)	5,80	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	9461	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,75	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a dos de los criterios seleccionados, (concentración de clorofila *a* y densidad algal) clasifican el embalse como mesotrófico. Por otro lado, el fósforo total (PT) determina un estado ultraoligotrófico y la transparencia (DS) establece un estado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de PAJARES ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. 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 a (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 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 9:

Tabla 9. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	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
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 10 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 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Pajares.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	9461	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,13	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,35	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,2	Máximo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,98	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,22	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	1,61	Máximo
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,20	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			4,0	BUENO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,67	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,66	Máximo
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			4,3	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO PExp				BUENO

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCE				
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,211	0,210 – 0,14	0,13 – 0,07	< 0,07
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 1	0,99 – 0,189	0,188 – 0,126	0,125 – 0,063	< 0,063
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,974	0,973 – 0,649	0,648 – 0,325	< 0,325
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,908	0,907 – 0,607	0,606 – 0,303	< 0,303
			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 13:

Tabla 13. 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
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 14 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 14. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Pajares.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	3,13	0,64	0,82	Bueno
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,35	1,03	1,02	Máximo
			Media				0,92
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,22	1,000	1,00	Bueno
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media				1,00
Media global						0,96	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,96		MÁXIMO	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,67			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	3,66			Máximo	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				4,3		MPE	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MÁXIMO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso