



---

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE PAJARES  
AÑO 2011

---



VNIVERSITAT D VALÈNCIA

CONSULTOR:  
**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA ESTUDI GENERAL**

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas  
46100 – Burjassot (Valencia)

DICIEMBRE 2011

## ÍNDICE

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>2</b>
2.1.  Ámbito geológico y geográfico	2
2.2.  Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3.  Usos del agua	4
2.4.  Registro de zonas protegidas	4
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>5</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>6</b>
4.1.  Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2.  Hidroquímica del embalse	9
4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4.  Zooplancton	14
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>15</b>
<b><u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>17</b>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Pajares durante los muestreos de 2011 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 2011, correspondiente al año hidrológico 2010-2011).

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 areno-arcillosa, 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 km<sup>2</sup>.

El embalse tiene una capacidad total de 35 Hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 19 m. y una profundidad máxima de 61 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

**CUADRO 1**  
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE PAJARES

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

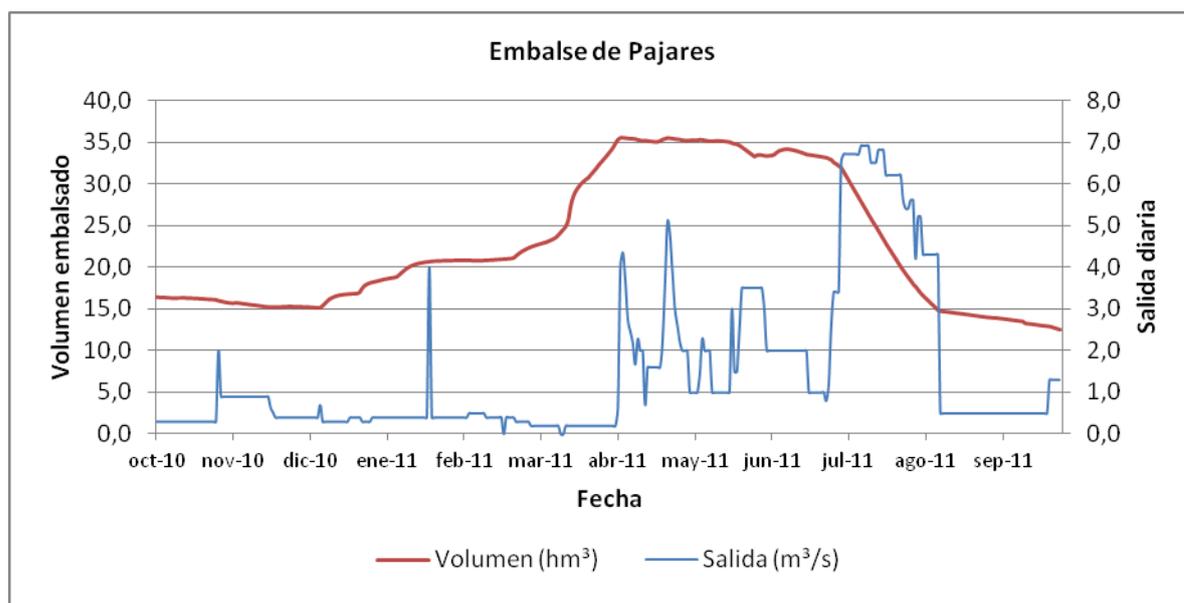
Tipo de clasificación: 1. Monomítico, silíceo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno entre los 11 y 16 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 9 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 2010-2011 fue de 6,0 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores de volumen embalsado y salida desembalsada correspondientes al año hidrológico 2010-2011.

**GRÁFICO 1**  
**VOLUMEN EMBALSADO Y SALIDA DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2010-2011**



## Usos del agua

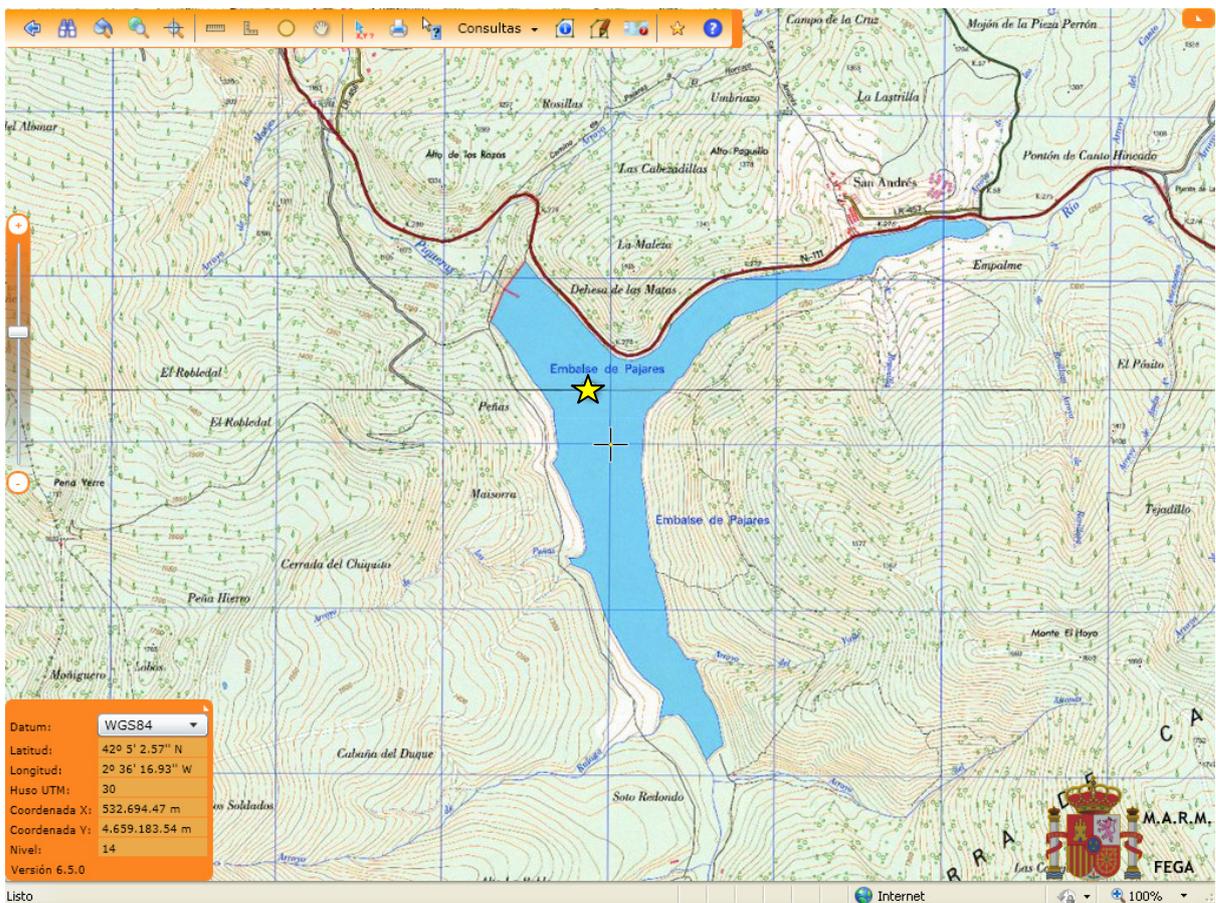
El uso de las aguas del embalse es principalmente regadíos, abastecimiento humano y aprovechamiento hidroeléctrico. También el uso recreativo del embalse es significativo, permitiéndose la pesca (coto de Pajares).

### 2.3. 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 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 14 de Junio de 2011, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

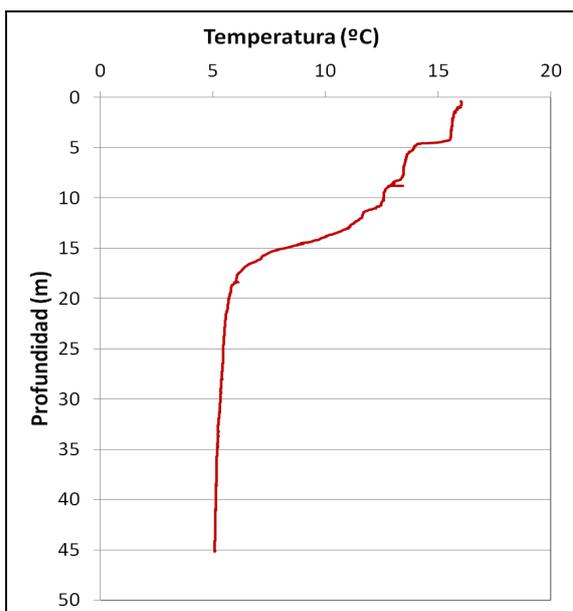


**Figura 1.** Localización de la estación de muestreo en el embalse.

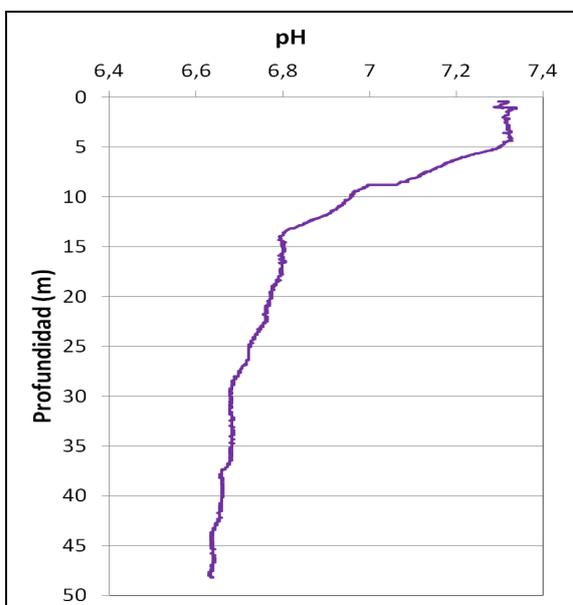
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

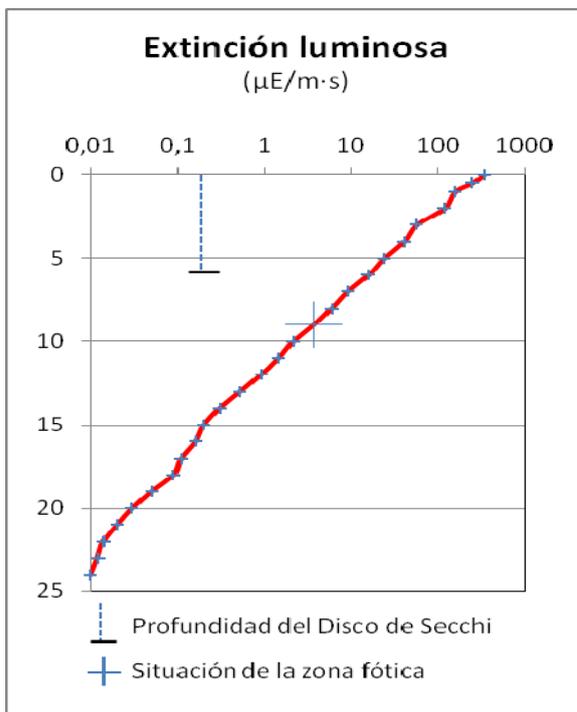
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 5,1 °C – en el fondo- y los 16,0 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2011) la termoclina se sitúa entre 11 y 16 m de profundidad. La temperatura media de la zona fótica (10 m de profundidad) es de 14,2 °C.

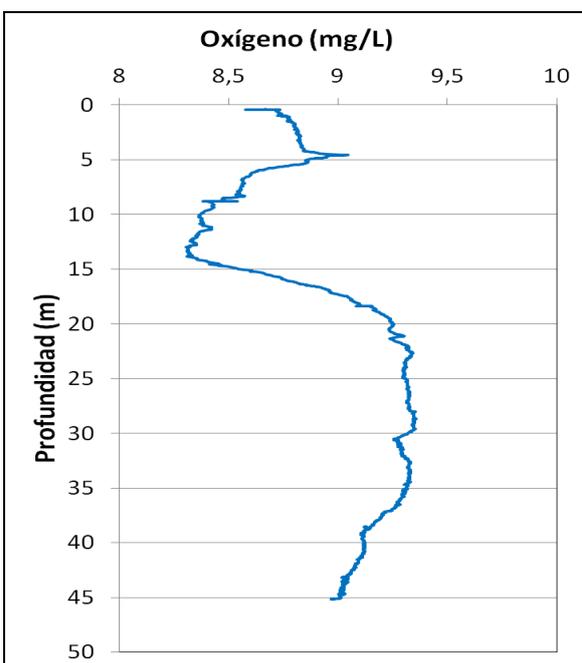


El pH del agua en la superficie es de 7,30 y en el fondo del embalse el valor del pH es de 6,63.

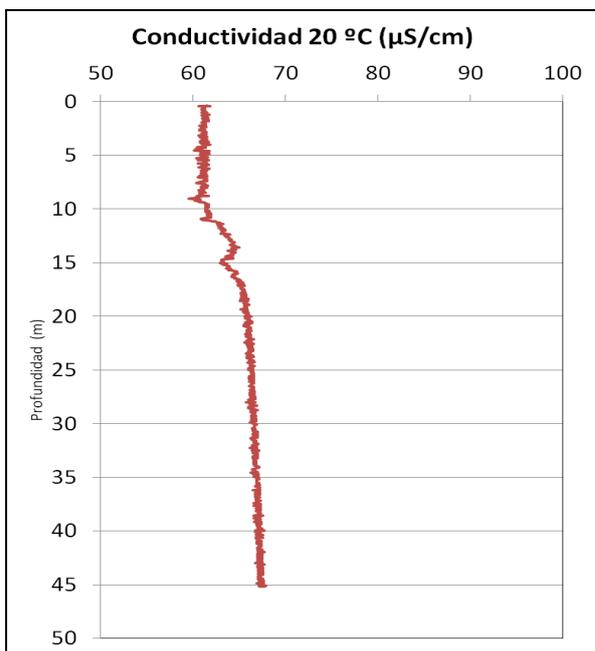


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 5,80 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 14,5 metros. Sin embargo, mediante medidor de PAR se ha obtenido una zona fótica de 9 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra de 10 m de profundidad) fue de 2,49 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion (entre superficie y 11 m) alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,64 mg/L. En el hipolimnion las condiciones de oxigenación son todavía mayores, por la bajada de la temperatura, y tiene un valor (entre 16 m y el fondo) promedio de 9,21 mg/L. Por supuesto, no se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ).

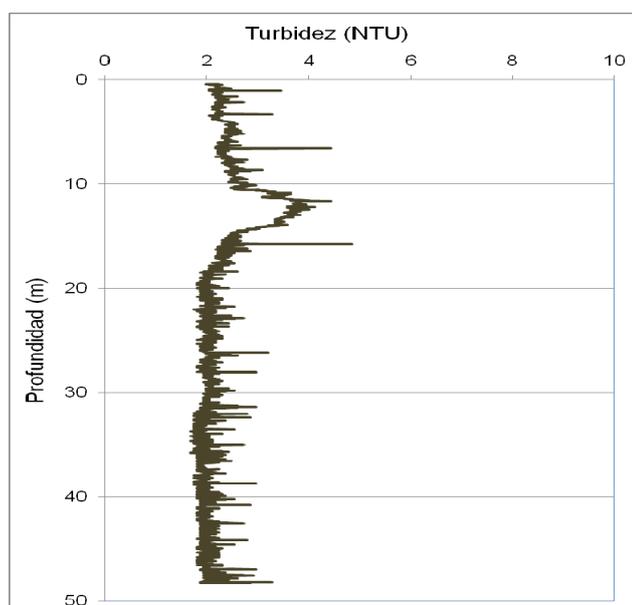


La conductividad del agua estandarizada a 20 °C es de 61,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie, y de 67,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse, siendo el máximo valor cercano al fondo. Como se puede apreciar, apenas hay variación en el perfil vertical.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2011 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 8,20  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue inferior al límite de detección de 0,1  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,26 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,08 mg N /L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser de 0,037 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,56 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 0,09 meq/L.
- La turbidez en el perfil vertical muestra un valor más elevado cercano a 4 NTU entre 12 y 14 m de profundidad. El resto de la columna de agua presenta valores en torno a 3 NTU.



### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 24 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSOPHYCEAE	5
SYNUROPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	5
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	2

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

**CUADRO 2**

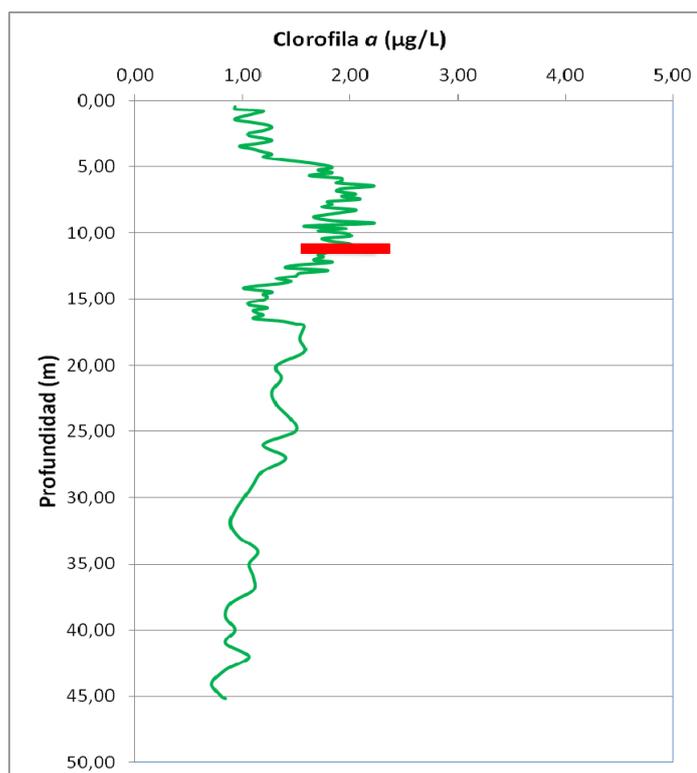
**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	497,22
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm <sup>3</sup> /ml	208418
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		231,85
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis lacustris</i>
Nº células/ml		167,60
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyceae
µm <sup>3</sup> /ml		78899

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Frustulia rhomboides</i>
	µm <sup>3</sup> /ml	40544

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 3,47.

La concentración de clorofila fue de 1,49 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se indica en la figura con una línea roja. El perfil vertical mediante fluorimetría muestra los valores más altos en la zona epilimnética entre los 5 y 10 m, para ir descendiendo a valores cercanos a la unidad con la profundidad.



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 <sup>3</sup> /ml	
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>			1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			1
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
<i>Asterionella formosa</i>	19,55	15972	2
<i>Frustulia rhomboides</i>	8,38	40544	1
<i>Gyrosigma acuminatum</i>			1
<i>Nitzschia acicularis</i>	2,79	1788	1
<i>Tabellaria fenestrata</i>			1
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Dinobryon bavaricum</i>	2,79	1106	1
<i>Dinobryon crenulatum</i>	5,59	2275	1
<i>Kephyrion planktonicum</i>	11,17	369	
<i>Ochromonas</i> sp.	8,38	4798	
<i>Uroglena</i> sp.	22,35	12795	1
<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
<i>Mallomonas helvetica</i>	5,59	3282	1
<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	8,38	1053	
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Coenochloris hindakii</i>	22,35	5616	2
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	72,63	14380	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	2,79	448	1
<i>Oocystis marssonii</i>	5,59	592	1
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i> )	13,97	263	
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
<i>Staurastrum muticum</i>	2,79	8380	1
<b>CYANOBACTERIA</b>			

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<i>Aphanocapsa</i> sp.	44,69	421	2
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Cryptomonas erosa</i>	11,17	34401	1
<i>Cryptomonas marssonii</i>	27,93	15913	1
<i>Cryptomonas ovata</i>	2,79	4423	1
<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	167,60	22115	3
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas <i>lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	22,35	2048	1
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Gymnodinium lacustre</i>	2,79	8776	1
<i>Peridinium umbonatum</i>	2,79	6661	1
<b>TOTAL BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>30,73</b>	<b>58303</b>	
<b>TOTAL CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>50,28</b>	<b>21342</b>	
<b>TOTAL SYNUROPHYCEAE</b>	<b>5,59</b>	<b>3282</b>	
<b>TOTAL XANTHOPHYCEAE</b>	<b>8,38</b>	<b>1053</b>	
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>117,32</b>	<b>21300</b>	
<b>TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>2,79</b>	<b>8380</b>	
<b>TOTAL CYANOBACTERIA</b>	<b>44,69</b>	<b>421</b>	
<b>TOTAL CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>231,85</b>	<b>78899</b>	
<b>TOTAL DINOPHYCEAE</b>	<b>5,59</b>	<b>15436</b>	
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>497,22</b>	<b>208418</b>	

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 10 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 5 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 3**):

**CUADRO 3**  
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	12,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	206,30
BIOMASA TOTAL	µg/L	70,73
Diversidad Shannon-Wiener		1,52
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	158,52
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synchaeta kitina</i>
	individuos/L	6,1
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
	µg/L	56,54
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>
	µg/L	56,30

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m	
CLADÓCEROS: 4,89 %		COPÉPODOS: 10,67 %	ROTÍFEROS: 84,44 %

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	
<b>CLADÓCEROS</b>			
<i>Bosmina longirostris</i>	0,19	0,24	0,89
<i>Daphnia longispina</i>	14,81	56,30	4,00
<b>COPÉPODOS</b>			
<i>Cyclops abyssorum</i>	0,19	0,15	2,22
<i>Macrocyclops albidus</i>	1,48	1,33	0,44
Orden Cyclopoida	31,11	4,67	8,00
<b>ROTÍFEROS</b>			
<i>Bdelloides sp.</i>	0,74	0,09	0,44
<i>Filinia terminalis</i>			0,89
<i>Keratella cochlearis</i>	142,22	7,11	27,11
<i>Keratella quadrata</i>	0,74	0,09	1,33
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	4,44	0,23	42,22
<i>Polyarthra major</i>			1,33
<i>Synchaeta kitina</i>	10,37	0,52	0,44
<i>Synchaeta pectinata</i>			10,67
<b>Total Cladóceros</b>	<b>15,00</b>	<b>56,54</b>	<b>4,89</b>
<b>Total Copépodos</b>	<b>32,78</b>	<b>6,15</b>	<b>10,67</b>
<b>Total Rotíferos</b>	<b>158,52</b>	<b>8,04</b>	<b>84,44</b>
<b>Total</b>	<b>206,30</b>	<b>70,73</b>	<b>100</b>

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando los indicadores especificados en el **Cuadro 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.

**CUADRO 4**  
PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P (µg 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 (µg/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
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&gt; 4,2</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</b>

En el **Cuadro 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.

**CUADRO 5**  
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE PAJARES

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	8,20	Oligotrófico
CLOROFILA a	1,49	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,80	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	497	Oligotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>4,0</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Todos los criterios seleccionados, la densidad algal, la clorofila a, la transparencia (DS) y el fósforo total (PT), clasifican al embalse como oligotrófico. 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 el **Cuadro 6**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**CUADRO 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 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&gt; 4, 2</b>	<b>3, 4 -4, 2</b>	<b>2,6-3,4</b>	<b>1, 8 -2, 6</b>	<b>&lt; 1, 8</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /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
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

(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 el **Cuadro 7**:

**CUADRO 7**  
COMBINACIÓN DE LOS INDICADORES

<b>Indicador Biológico</b>	<b>Indicador Fisicoquímico</b>	<b>Potencial Ecológico Experimental</b>
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 el **Cuadro 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.

**CUADRO 8**  
**DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE PAJARES**

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	497	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	1,49	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,21	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,84	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	1,86	Deficiente
		<i>Trophic Index (TI)</i>	1,66	Máximo
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,89	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	9,21	Máximo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	8,20	Bueno
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>4,3</b>	<b>MPE</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>

**b) Aproximación normativa (PEnorm)**

Se han considerando 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 los **Cuadros 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.

**CUADRO 9**

VALORES DE REFERENCIA PROPIOS DEL TIPO (VR<sub>t</sub>) 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 <sub>t</sub>	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m <sup>3</sup>	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m <sup>3</sup>	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m <sup>3</sup>	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m <sup>3</sup>	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m <sup>3</sup>	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

**CUADRO 10**  
 PARÁMETROS, RANGOS DEL RCET Y VALORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL  
 POTENCIAL ECOLÓGICO NORMATIVO

			RANGOS DEL RCET				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			> 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 <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /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		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			>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 el **Cuadro 11**:

**CUADRO 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 el **Cuadro 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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**CUADRO 12**

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE<sub>norm</sub>*) DEL EMBALSE DE PAJARES.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,49	1,34	1,17	Máximo
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,21	1,73	1,36	Máximo
			<b>Media</b>				<b>1,27</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,42	0,999	0,99	Bueno
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	8,99	0,91	0,60	No alcanza
			<b>Media</b>				<b>0,79</b>
<b>Media global</b>						<b>1,03</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,03</b>		<b>MÁXIMO</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	9,21			Máximo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	8,20			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>4,3</b>		<b>MPE</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MÁXIMO</b>			

---

**ANEXO I**  
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Foto 1:** Presa del embalse



**Foto 2:** Vista general del embalse