



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE PAJARES
AÑO 2010



VNIVERSITAT Æ VALÈNCIA

CONSULTOR:

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA ESTUDI GENERAL

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Área de Limnología

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas

46100 – Burjassot (Valencia)

DICIEMBRE 2010

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	2
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
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	5
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	6
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	12
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	13
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	15

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 2010 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 2010, correspondiente al año hidrológico 2009-2010).

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.

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.

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

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE PAJARES

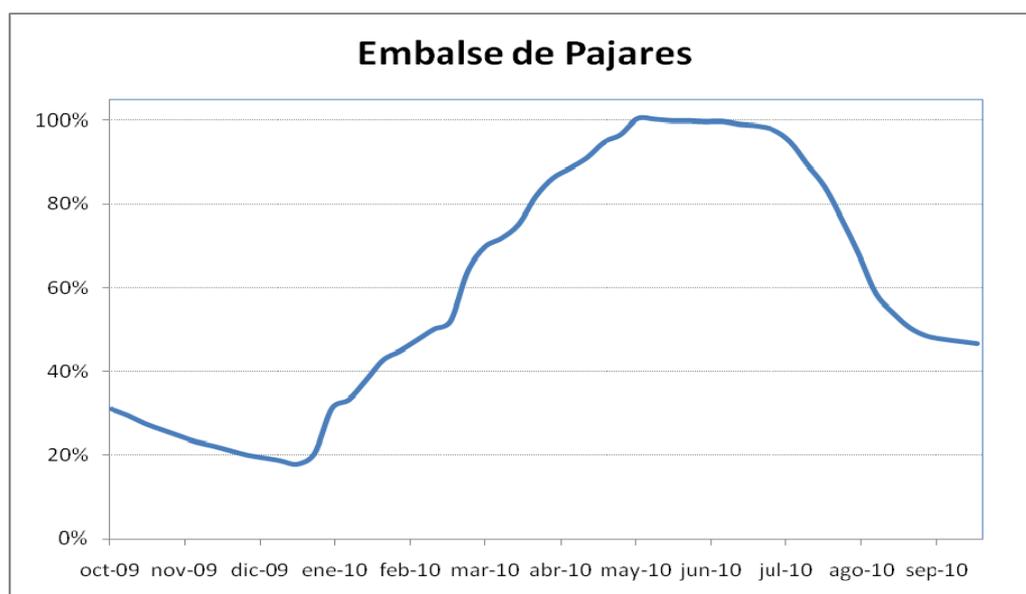
Superficie de la cuenca	98 km ²
Capacidad total N.M.N.	35,29 Hm ³
Capacidad útil	34,83 Hm ³
Aportación media anual	54,35 Hm ³
Superficie inundada	162 ha
Cota máximo embalse normal	1288 msnm

Se trata de un embalse monomítico, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno entre los 6 y 12 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 11 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Pajares para el año hidrológico 2009-2010 fue de 7,0 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del porcentaje de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2009-2010.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2009-2010



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 4 de Agosto de 2010, 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.

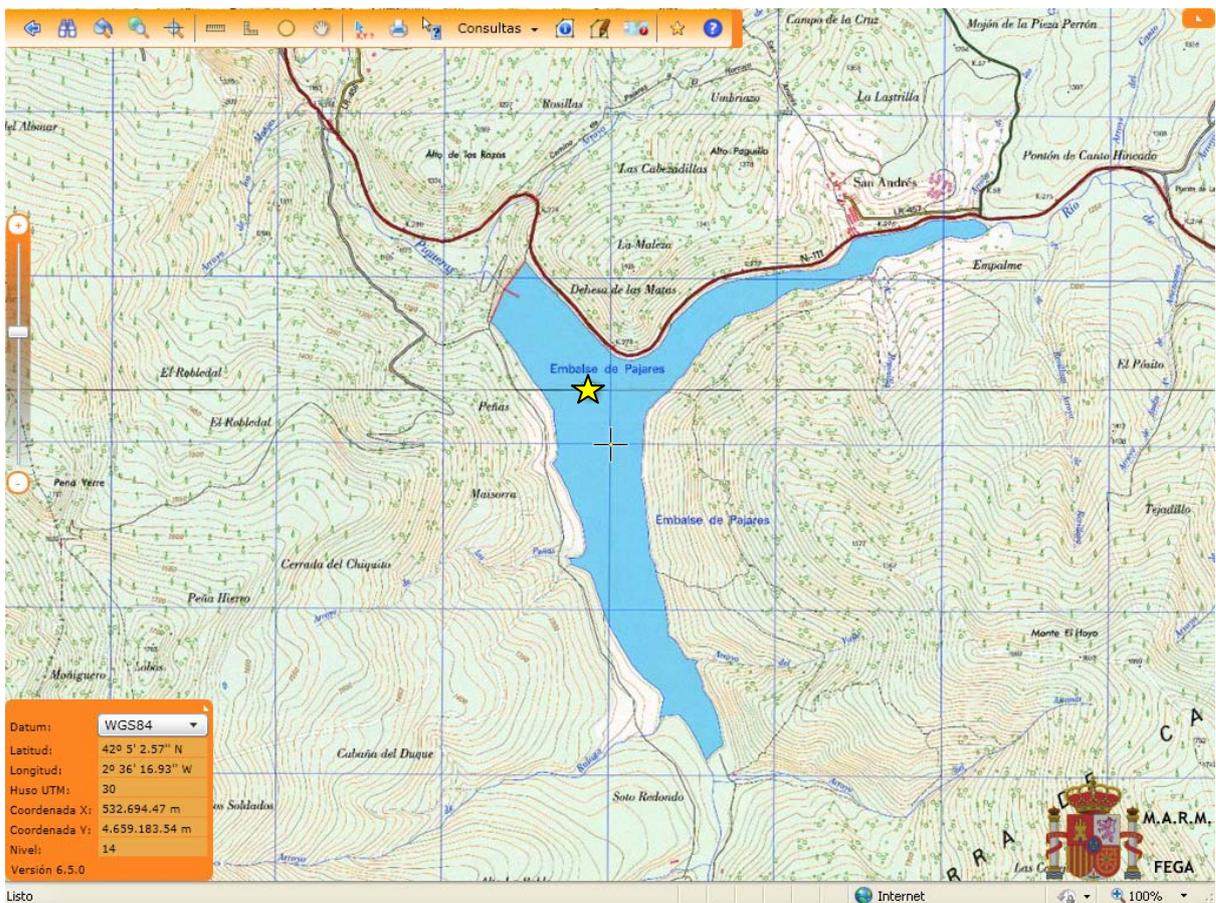
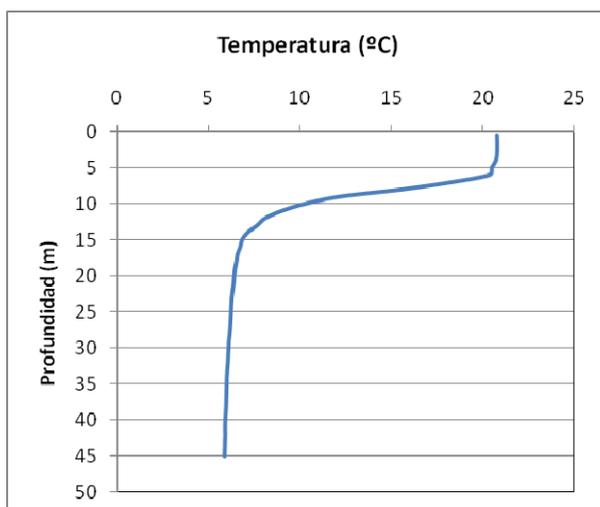


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

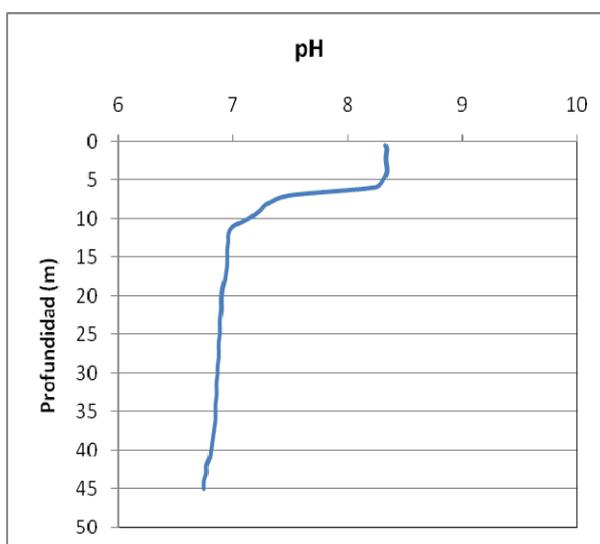
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

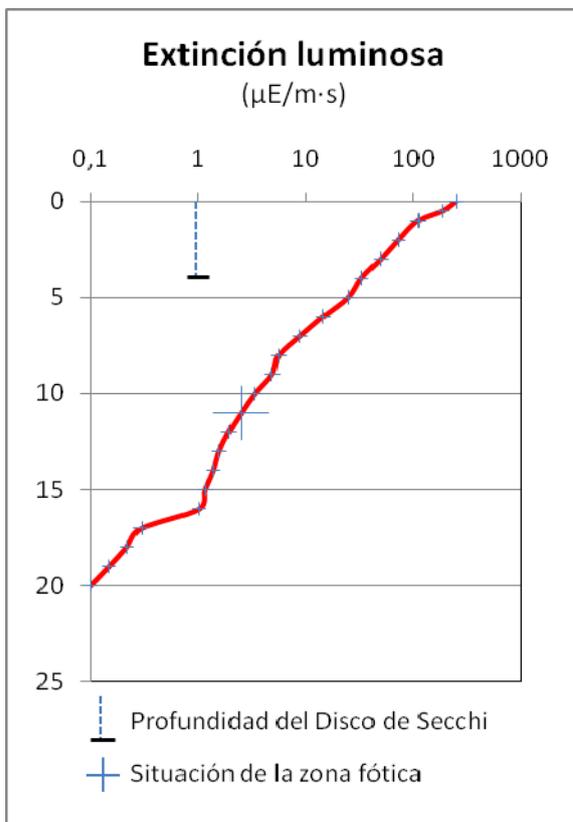
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 5,9 °C – en el fondo- y los 20,9 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2010) la termoclina se sitúa entre 6 y 12 m de profundidad. La temperatura media de la zona fótica es de 17,5 °C.

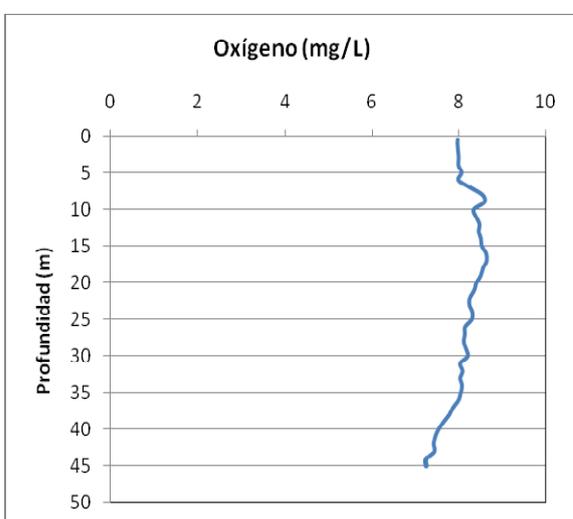


El pH del agua en la superficie es de 8,32 y en el fondo del embalse el valor del pH es de 6,75.

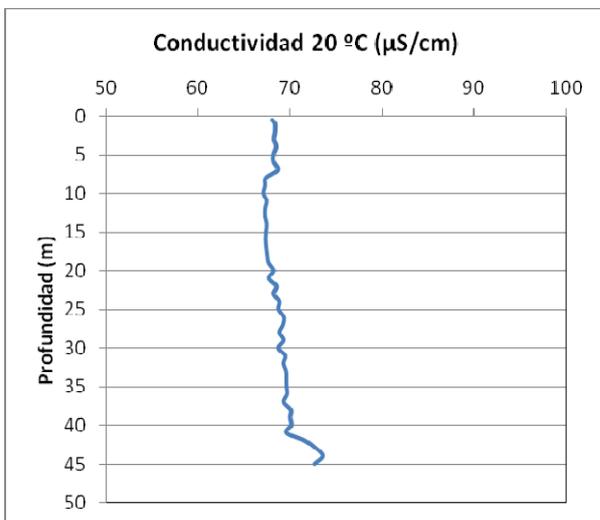


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 3,80 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11 metros, similar a la obtenida mediante medidor de PAR.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 2,16 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,99 mg/L . En el hipolimnion las condiciones de oxigenación se sitúan en 8,04 mg/L . No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).



La conductividad del agua es de 68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie, y de 73 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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 2010 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 7,09 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,34 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,20 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,10 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó ser de 0,042 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,38 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 0,48 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 36 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSOPHYCEAE	6
CHLOROPHYCEAE	13
CONJUGATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYTA	5
DINOPHYTA	2
XANTHOPHYTA	1

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

CUADRO 2

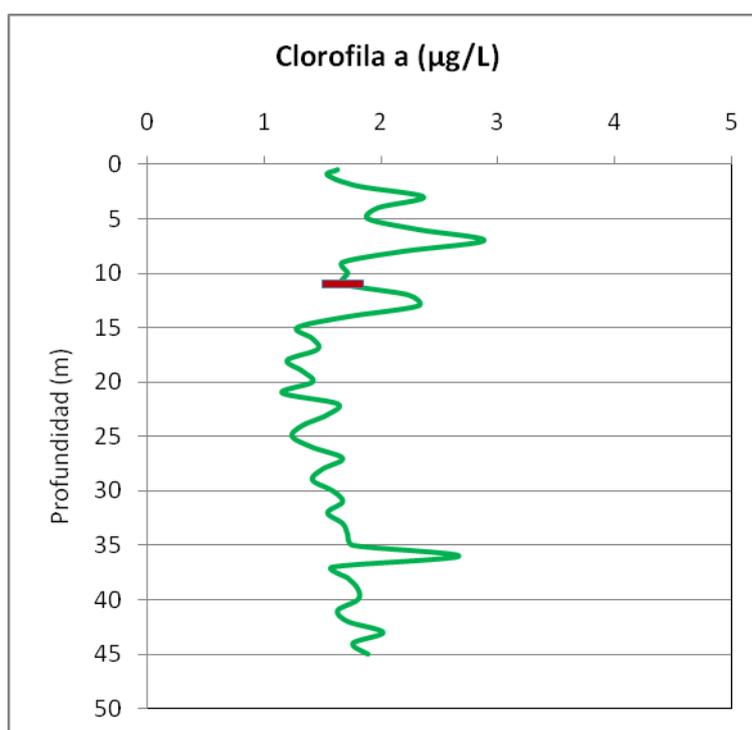
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	1016,79
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	240778
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Chlorophyceae
	Nº células/ml	547,50
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Didymocystis planctonica</i> Korš.
	Nº células/ml	430,18
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Dinophyta
	µm ³ /ml	139383

ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Dujardin
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	122183

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,63

La concentración de clorofila fue de 2,36 $\mu\text{g/L}$ 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 en varias profundidades, sin haber un máximo marcado.



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:

- 1 Cladocera
- 2 Copepoda
- 7 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

PROFUNDIDAD	m	12,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	23,1
BIOMASA TOTAL	µg/L	14,11
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	12,59
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synchaeta kitina</i>
	individuos/L	6,1
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
	µg/L	11,26
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>
	µg/L	11,26

COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)	0 - 30 m	
CLADÓCEROS: 3 %	COPÉPODOS: 12 %	ROTÍFEROS: 85 %

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,86.

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/L P)	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

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	7,09	Oligotrófico
CLOROFILA A	2,36	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,80	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1017	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,75	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la densidad algal indica un estado de mesotrofia. Los resultados obtenidos según la concentración de clorofila a, transparencia (DS) y el fósforo total, clasifican al embalse como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse de PAJARES se ha propuesto como **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

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 -5	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	1-1, 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)			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton.

(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).

En el **Cuadro 7** 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 7
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE PAJARES

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	1017	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,36	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,24	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,93	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,07	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,13	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,2	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,74	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,7	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,80	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	8,10	Máximo
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	7,09	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,3	MÁXIMO
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO

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 el **Cuadro 8**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

CUADRO 8

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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

En el **Cuadro 9** 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.

CUADRO 9
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE PAJARES.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,85	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,50	Máximo
		Índice de Catalán (IGA)	1,00	Bueno
		Porcentaje de cianobacterias	0,67	No alcanza
INDICADOR BIOLÓGICO			5,0	MÁXIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,80	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,04	Máximo
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	7,09	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,3	MÁXIMO
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MÁXIMO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general del embalse



Foto 2: Presa del embalse de Pajares