



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2017

---

# **ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO**

**INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA PEÑA**

---



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**





---

## ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

---

### PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



### DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls 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:

89.000,00 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA PEÑA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



#### REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de La Peña des del punto de muestreo.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). Establecimiento de una metodología para el seguimiento del potencial ecológico vs. estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro. 212 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
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico .....</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas .....</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Usos del agua .....</i>	<i>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>11</b>
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas .....</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila .....</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>17</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>20</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017. ....	9
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse. ....	10
<b>Figura 3.</b> Perfil vertical de la temperatura y pH .....	11
<b>Figura 4.</b> Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto .....	12
<b>Figura 5.</b> Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Vista de la presa del embalse .....	27
<b>Figura 8.</b> Vista del puente que cruza el embalse .....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de La Peña .....	8
<b>Tabla 1.</b> Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.....	14
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
<b>Tabla 4.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
<b>Tabla 5.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	18
<b>Tabla 6.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 7.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	20
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Peña.....	20
<b>Tabla 9.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	21
<b>Tabla 10.</b> Combinación de los indicadores. ....	22
<b>Tabla 11.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Peña.....	22
<b>Tabla 12.</b> 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 (RD 817/2015). ....	23
<b>Tabla 13.</b> Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	24
<b>Tabla 14.</b> Combinación de los indicadores. ....	24
<b>Tabla 15.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de La Peña. ....	25



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de La Peña durante los muestreos de 2017 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 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 experimental”, tras la aplicación de los indicadores biológicos, propuestos en la MEMORIA DEL ESTUDIO, y fisicoquímicos, propuestos en la Directiva Marco del Agua.
- Clasificación del “Potencial Ecológico normativo”, 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

El embalse de La Peña se ubica en las Sierras Exteriores del Prepirineo Aragonés que se describen como una larga alineación montañosa dispuesta en sentido oeste-este. Desde el punto de vista litológico incluye conglomerados calcáreos en el sector más meridional, calizas eocenas coincidiendo con las sierras exteriores y molasas oligocenas.

El embalse de La Peña se sitúa dentro del término municipal de Triste, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Gállego.



## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones de geometría alargada y regular.

La cuenca vertiente al embalse de La Peña tiene una superficie total de 172142,26 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 25,1 Hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 7,8 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 39 m.

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

**Tabla 1.** Características morfométricas del embalse de La Peña.

Capacidad total N.M.N.	25,1 Hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	77 ha
Cota máximo embalse normal	539 msnm

Tipo de clasificación: 9. Monomítico, calcáreo de zonas húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico de zonas templadas de geología calcárea y situado en zona húmeda. En el momento del muestreo, periodo estival, no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 5,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el disco de Secchi era de 3,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Peña para el año hidrológico 2016-2017 fue de 0,21 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2016-2017.

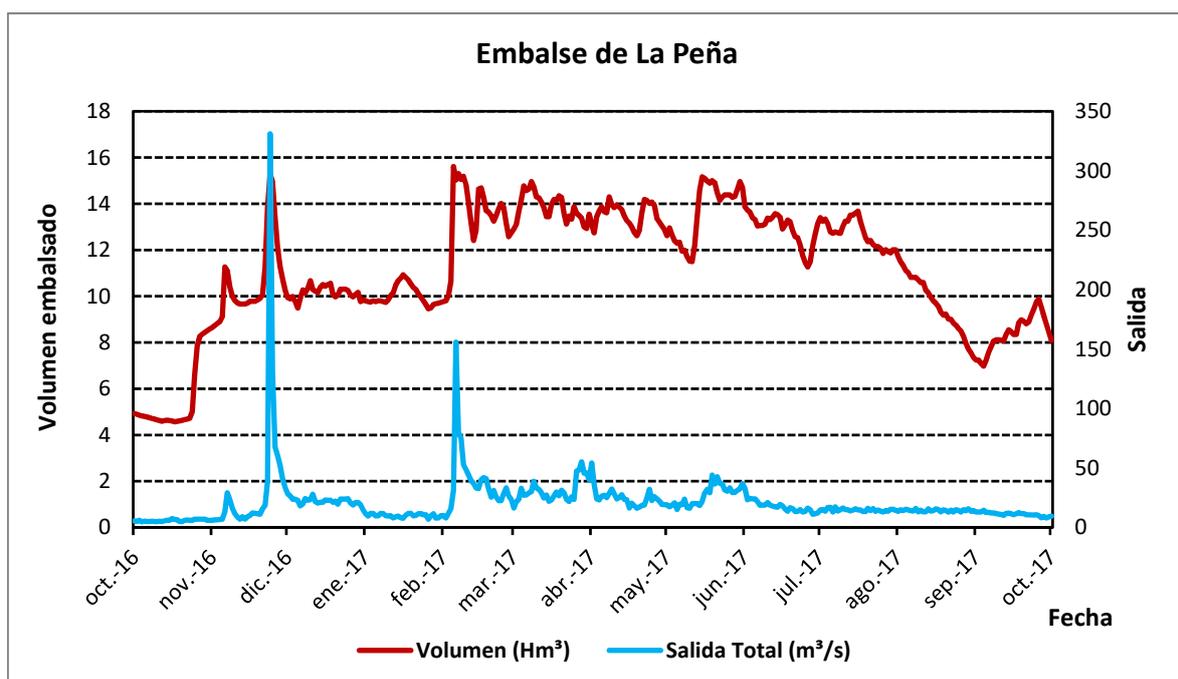


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose la navegación (sin restricciones para el remo, con condiciones poco favorables para la vela y con limitaciones para motor) en este embalse.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Peña no 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 ninguna de sus categorías.

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo junto a la presa lateral al este de la principal, debido a que la cota embalsada no permitía la navegación por el mismo (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 4 de Julio de 2017, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y el 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.

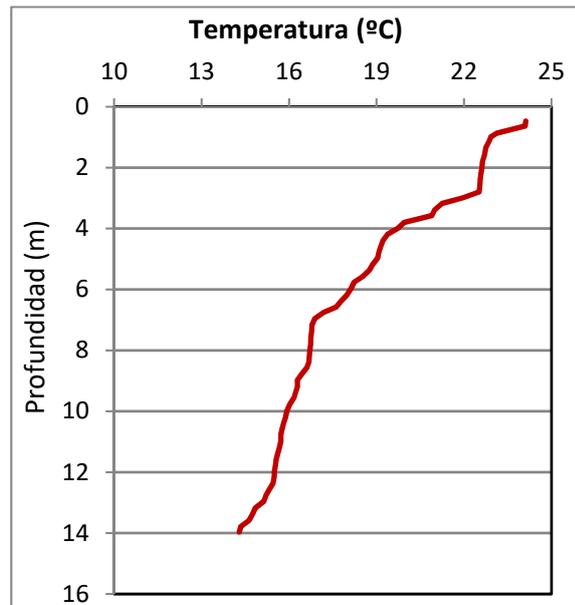


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

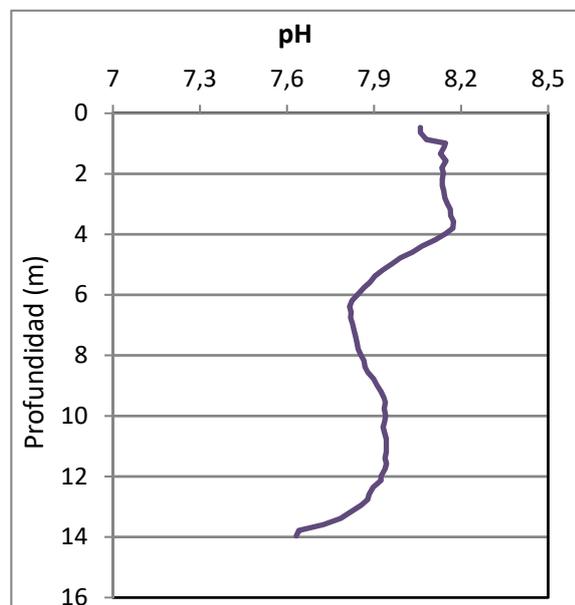
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

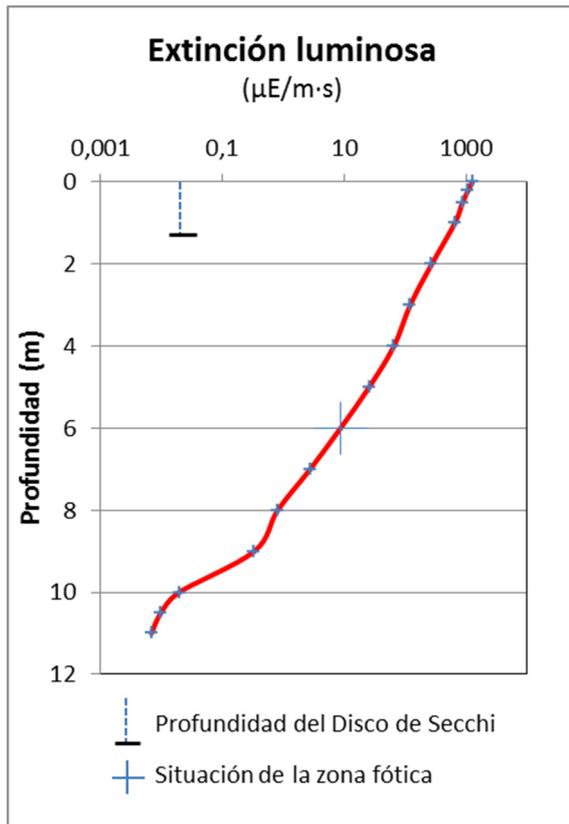


La temperatura del agua oscila entre los 14,29 °C – en el fondo- y los 24,12 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2017) no se observa termoclina.



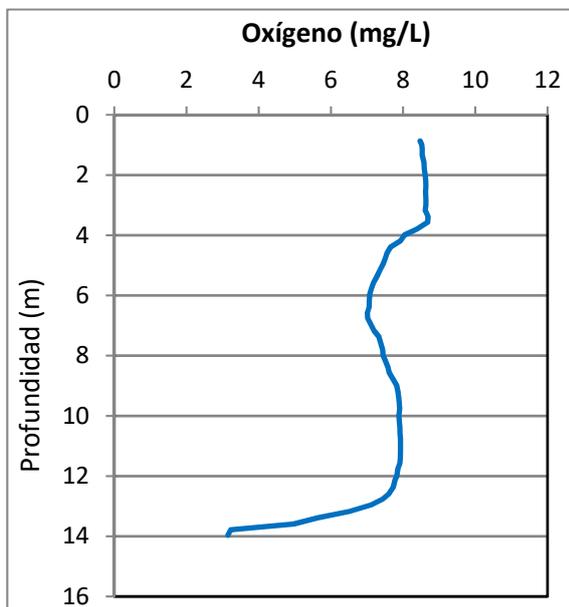
El pH del agua en superficie es de 8,06. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,63. El valor máximo de 3,17 se registra a 3,8 metros de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



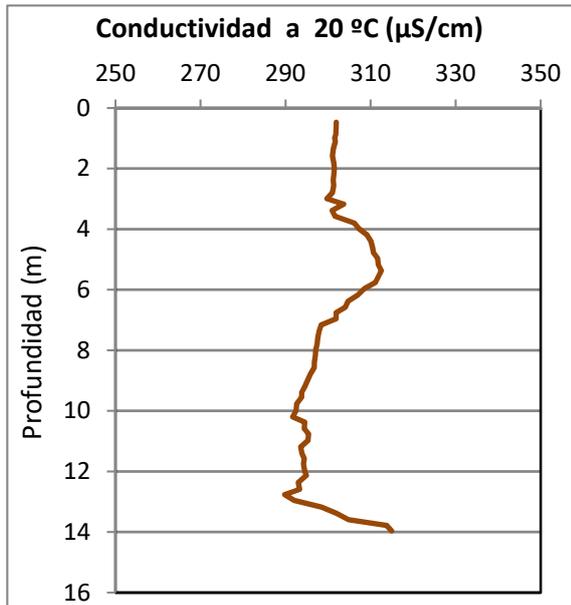
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 1,30 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 3,3 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 5,5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 6 metros de profundidad) fue de 7,05 UAF.

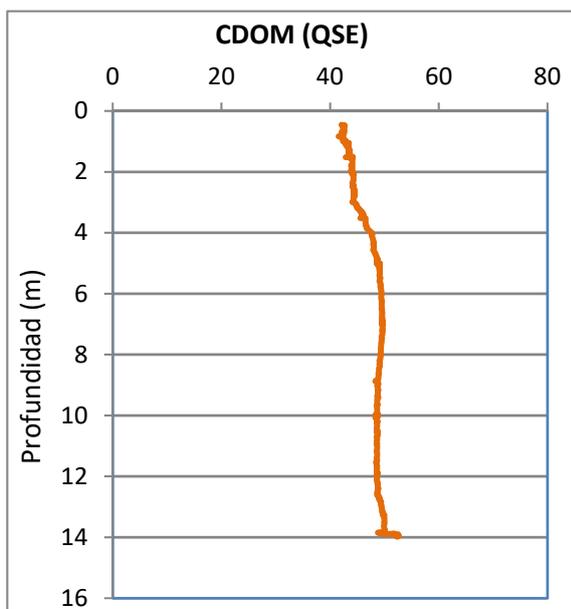


Las condiciones de oxigenación en la columna de agua alcanzan una concentración media de 7,62 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ( $<2$  mg  $\text{O}_2/\text{L}$ ).

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



La conductividad del agua es de 301  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 313  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. Registrándose el mínimo de conductividad a 13 m de profundidad con un valor de 289  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



El CDOM a lo largo de la columna de agua es muy constante, pasando de 42 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie a los 49 QSE registrados en el fondo, valor máximo de CDOM.

**Figura 5.** Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2017 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

**Tabla 2.** Concentración de los diferentes nutrientes -analizados en las muestras integradas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	6,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,029
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	13,30
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,49
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,20
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,39
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	3,41
ALCALINIDAD	meq/L	2,03

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 26 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

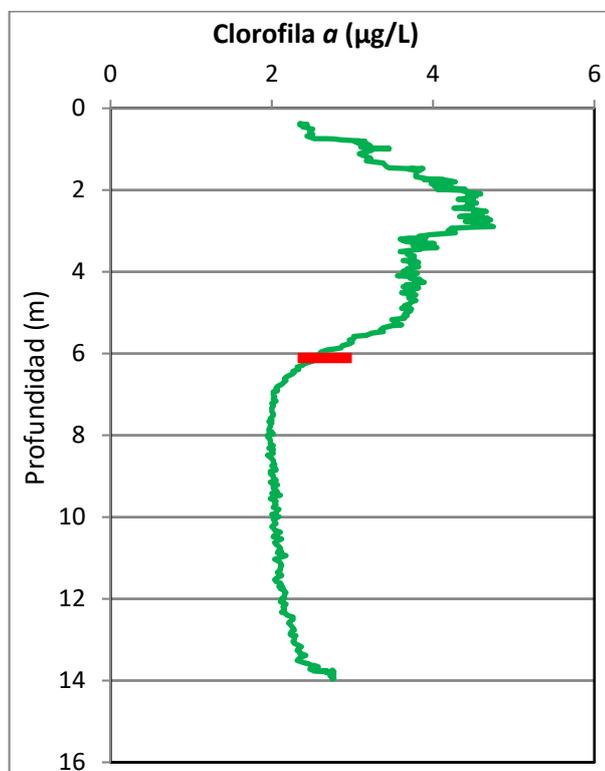
BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSOPHYCEAE	6
XANTHOPHYCEAE	2
CHLOROPHYTA	8
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	2
EUGLENOPHYCEAE	1

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

**Tabla 3.** Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	<b>nº cél./ml</b>	4604
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>	452206
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		2,19
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Chlorophyceae
<b>Nº células/ml</b>		2955
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Coenochloris hindakii</i>
<b>Nº células/ml</b>		2674
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		220211
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cryptomonas erosa</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		126454

La concentración de clorofila fue de 3,47  $\mu\text{g/L}$  en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado en la figura 6 con una línea roja. Se observa en el perfil medido por fluorimetría un máximo a 2,8 m de profundidad con una concentración de 4,75  $\mu\text{g/L}$ .



**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, se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4.** Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	3,78	4.071,96	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGTENE0	<i>Fragilaria tenera</i>	7,56	2.962,61	
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	3,78	120,92	1
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	18,89	3.291,89	1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	423,23	73.738,41	4
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	7,56	1.077,35	
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	94,47	4.748,64	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	3,78	678,66	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	151,15	13.850,19	
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	18,89	5.609,33	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas sp.</i>	86,91	15.609,16	1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	2.674,19	21.878,13	2
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	26,45	1.121,87	
HAEMPLUV0	<i>Haematococcus pluvialis</i>			1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	41,57	1.077,35	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	113,80	6.673,30	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>	7,35	969,83	1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus (=Desmodesmus magnus)</i>	1,84	153,94	
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	3,78	236,18	
WESTBOTR0	<i>Westella botryoides</i>			2
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	52,90	126.454,67	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	60,46	34.443,44	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>			1
CRYPPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>			1
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	767,11	58.574,76	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	18,89	738,68	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>			1
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	3,68	48.645,53	1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawrikan</i>	7,56	12.536,40	2
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum (Parvodinium umbonatum)</i>	4,59	10.910,61	1
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGIL0	<i>Euglena agilis</i>	0,46	2.032,51	1
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>11,34</b>	<b>7.034,57</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>551,71</b>	<b>83.655,87</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>170,05</b>	<b>19.459,52</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>2.955,88</b>	<b>47.719,75</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>899,37</b>	<b>220.211,55</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>15,83</b>	<b>72.092,53</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>0,46</b>	<b>2.032,51</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>4.604,63</b>	<b>452.206,30</b>	

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 La Peña se han identificado un total de 8 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 1 Copepoda
- 4 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 5:

**Tabla 5.** Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	6,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	119,81
BIOMASA TOTAL	µg/L	93,85
Diversidad Shannon-Wiener		1,57
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cladóceros
individuos/L		70,19
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Bosmina longirostris</i>
individuos/L		69,23
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		91,16
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		90,00
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 13 m
CLADÓCEROS: 42,02 %	COPÉPODOS: 6,44 %	ROTÍFEROS: 51,54 %

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 6:

**Tabla 6.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	( 1 al 5)
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	69,23	90,00	3
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,77	0,92	1
DIAPHGEN0	<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,19	0,24	
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>			1
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>			1
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	1,15	0,35	1
	<b>ROTÍFEROS</b>			
COLLOGEN0	<i>Collotheca pelagica</i>	9,23	0,28	2
KERACOC0	<i>Keratella cochlearis</i>			1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	3,08	0,16	1
POLYEURY0	<i>Polyarthra euriptera</i>	0,77	0,10	
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	35,38	1,80	2
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>			2
	<b>Total Cladóceros</b>	70,19	91,16	42,02
	<b>Total Copépodos</b>	1,15	0,35	6,44
	<b>Total Rotíferos</b>	48,46	2,34	51,54
	<b>Total</b>	119,81	93,85	100

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

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 7.** 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
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&lt; 1,8</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>

En la tabla 8 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 8.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Peña.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,30	Mesotrófico
CLOROFILA a	3,47	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,30	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	4605	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,25</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la transparencia (DS) establece un estado de eutrofia, mientras que el resto de indicadores (concentración de clorofila a, densidad algal y fósforo total (PT)) clasifican el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LA PEÑA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PE<sub>exp</sub>*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 9, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 9.** Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	< 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 a (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	> 3	2-3	1-2	<1	
		<i>Trophic Index (TI)</i>	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	Zooplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
		<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&lt; 2,6</b>	<b>2,6 - 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</b>	
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	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>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>		
			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</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 asignando la calificación del elemento de menor puntuación o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

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 10:

**Tabla 10.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 11 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 11.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Peña.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	4605	Moderado
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	3,47	Moderado
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,45	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,26	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,27	Deficiente
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,25	Bueno o superior
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,42	Moderado	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,83	Deficiente
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>4</b>	<b>DEFICIENTE</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,30	Deficiente
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	7,62	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	13,30	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>

## b) Aproximación normativa (*PE<sub>norm</sub>*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B<sup>+</sup>/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 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 12.** Valores de referencia propios del tipo (VR<sub>t</sub>) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR <sub>t</sub>	B <sup>+</sup> /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m <sup>3</sup>	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm <sup>3</sup> /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 13.** Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</b>		

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 14:

**Tabla 14.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 15 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.

**Tabla 15.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de La Peña.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,47	0,75	0,82	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,45	1,68	1,43	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>1,13</b>	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,89	0,999	0,98	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>0,99</b>	
<b>Media global</b>						<b>1,06</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO o SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,30			Deficiente	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,62			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,30			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3</b>		<b>MODERADO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 7.** Vista de la presa del embalse



**Figura 8.** Vista del puente que cruza el embalse