

---

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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE CANELLES

---



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:

69.814,27 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE CANELLES

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2013

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2013

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Canelles desde el camino de acceso.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2013). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 198 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>19</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>21</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO.....</b>	<b>22</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 2012-2013. ....	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 .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	28
<b>Figura 8.</b> Fotografía del punto de acceso al embalse .....	28
<b>Figura 7.</b> Fotografía de la cola del embalse .....	29

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Canelles.....	8
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
<b>Tabla 3.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
<b>Tabla 4.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
<b>Tabla 6.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	21
<b>Tabla 7.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Canelles .....	21
<b>Tabla 8.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	22
<b>Tabla 9.</b> Combinación de los indicadores.....	23
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Canelles. ....	23
<b>Tabla 11.</b> 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).....	24
<b>Tabla 12.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	25
<b>Tabla 13.</b> Combinación de los indicadores.....	25
<b>Tabla 14.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Canelles.....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Canelles durante los muestreos de 2013 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 consulta una 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 2013, correspondiente al año hidrológico 2012-2013).

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**

El embalse de Canelles se enclava en el reborde meridional de las Sierras Exteriores Subpirenaicas (Sierra de Mongay, Sierra de Monsech), también conocido con el nombre de zona de “Las Nogueras”.

En términos geológicos, el embalse de Canelles se sitúa sobre materiales del Cretácico superior (calizas bioclásticas, margas y areniscas), y concretando más, en los Pisos Cenomaniense-Turonense (calizas con Prealveolina y calizas con rudistas). Además, aparecen materiales del Oligoceno (conglomerados, areniscas y lutitas) y depósitos del Cuaternario.

El embalse de Canelles se sitúa dentro del término municipal de Estopiñán, en las provincias de Huesca-Lérida. Regula las aguas del río Noguera Ribagorzana.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones y de geometría irregular y sinuosa.

La cuenca vertiente al embalse de Canelles tiene una superficie total de 163578,54 ha.

Este embalse tiene una capacidad total de 668 hm<sup>3</sup>. Tiene una profundidad media de 43,3 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 91 m.

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

**Tabla 1.** Características morfométricas del embalse de Canelles.

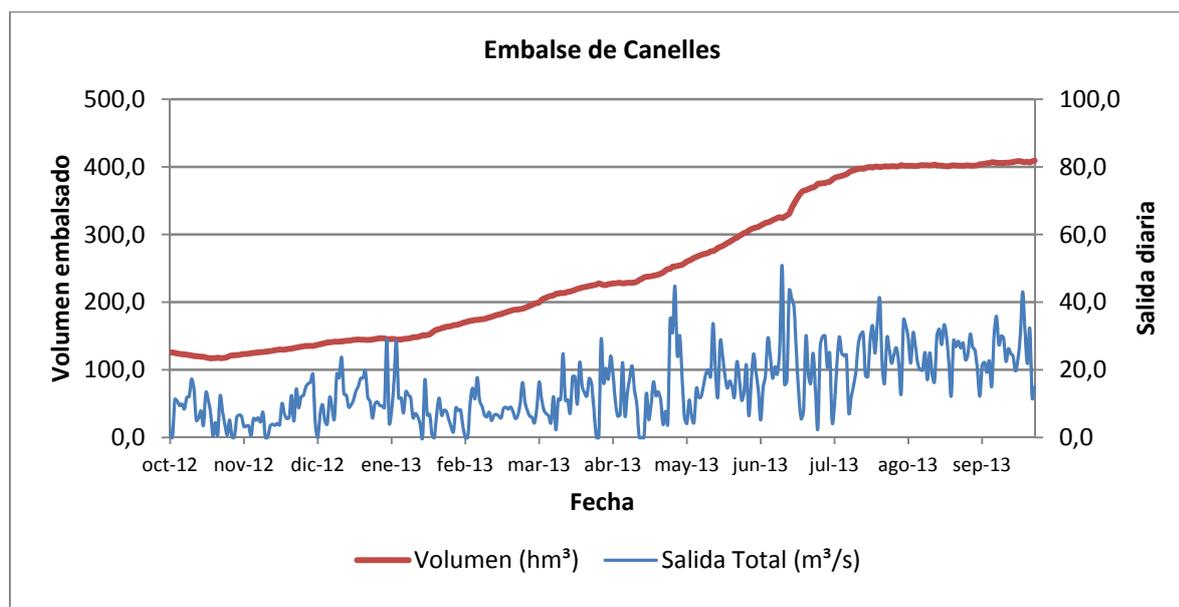
Capacidad total N.M.N.	668 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	1569 ha
Cota máximo embalse normal	506 m

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno entre los 5 y 10 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 15 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 10 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Canelles para el año hidrológico 2012-2013 es de 6,48 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2012-2013.



**Figura 1.** Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2012-2013.

### 2.3. Usos del agua

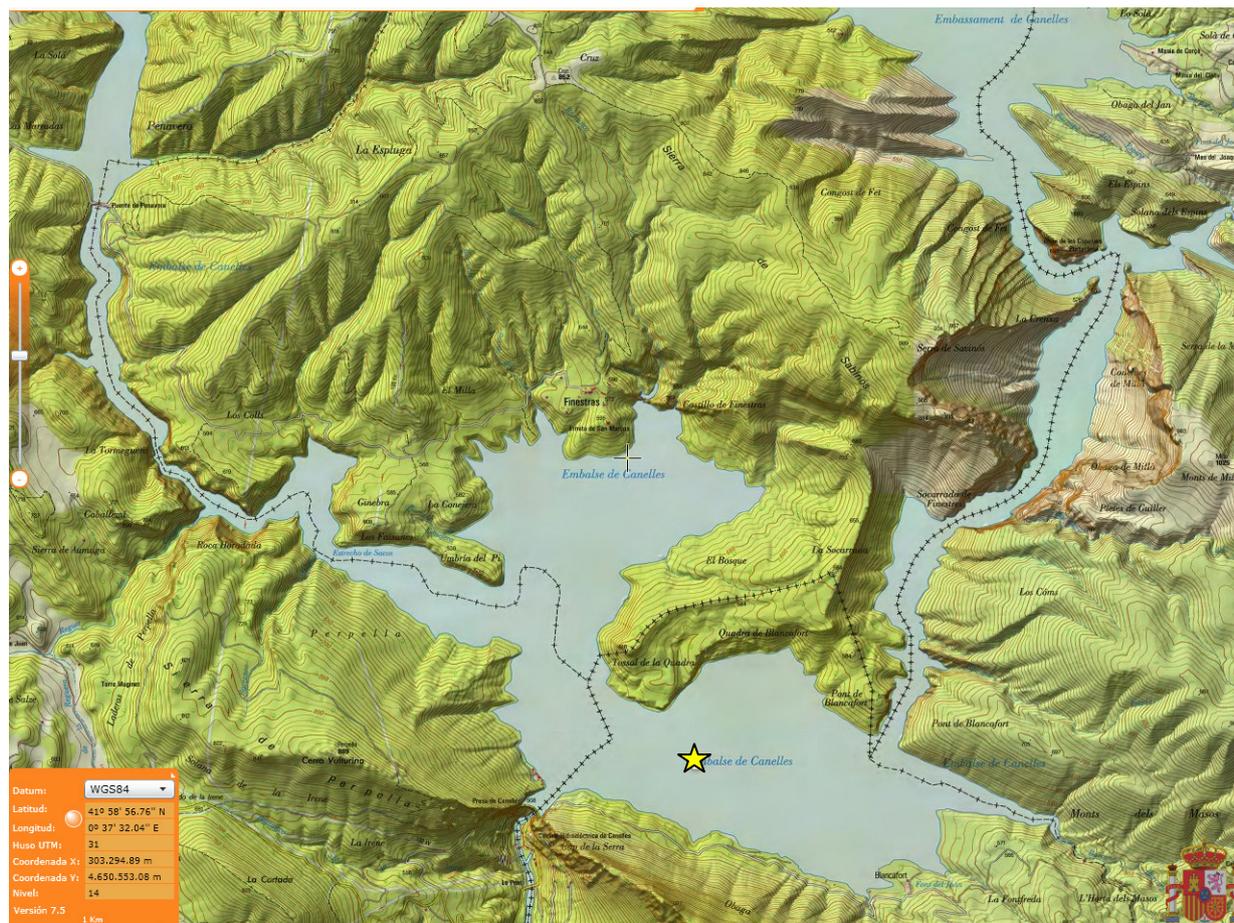
Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico, al abastecimiento humano y a los regadíos. También se pueden destinar para actividades deportivas: la pesca, ya que el embalse es coto deportivo de pesca y la navegación (sin restricciones para remo, con condiciones poco favorables para vela y motor).

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Canelles 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 las categorías de: zonas de extracción de agua para el consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPAs y LICs ES5130015 “Serra del Montsec, ES5130032 “Vessants de la Noguera Ribargorçana”, y ES0000288 “Sierra de Mongay”).

### 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 5 de Agosto de 2013, 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 fitoplancton y zooplancton.

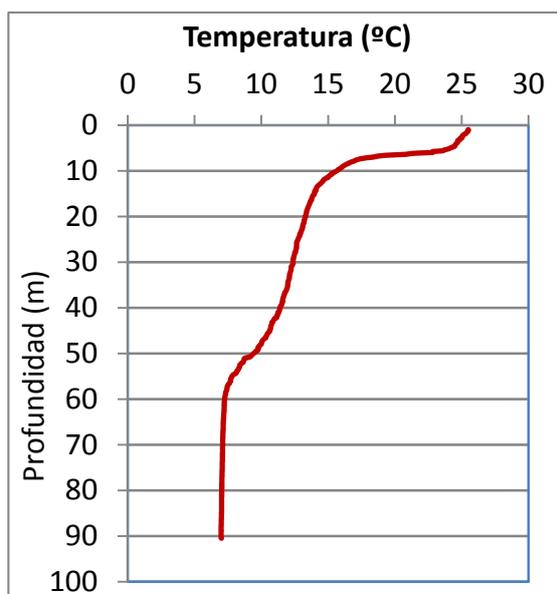


**Figura 2.** Localización de la estación de muestreo en el embalse.

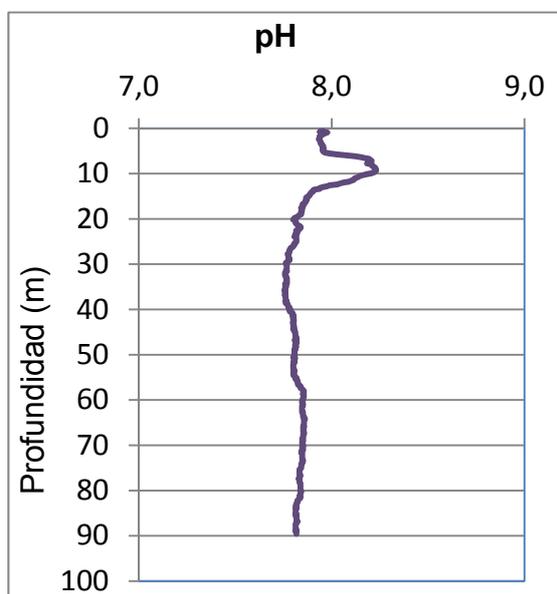
#### 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

##### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

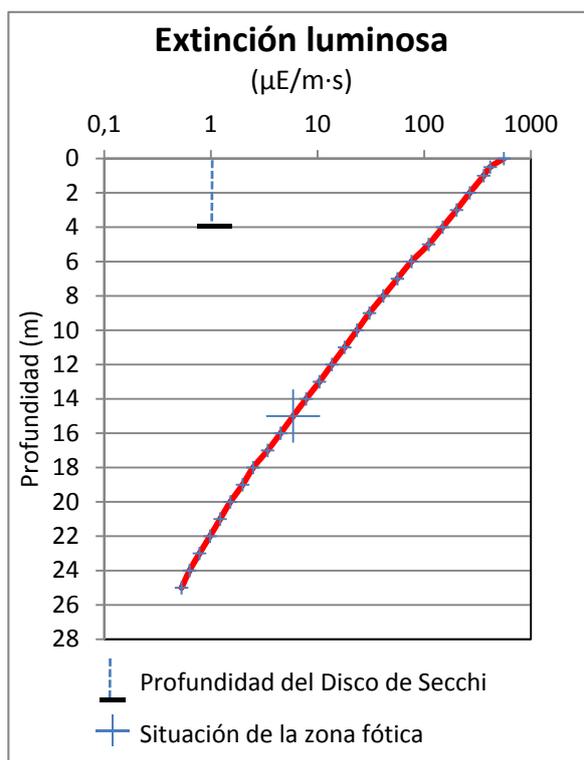


La temperatura del agua oscila entre los 7,01 °C – en el fondo- y los 25,53 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2013) la termoclina se sitúa entre los 5 – 10 metros de profundidad.



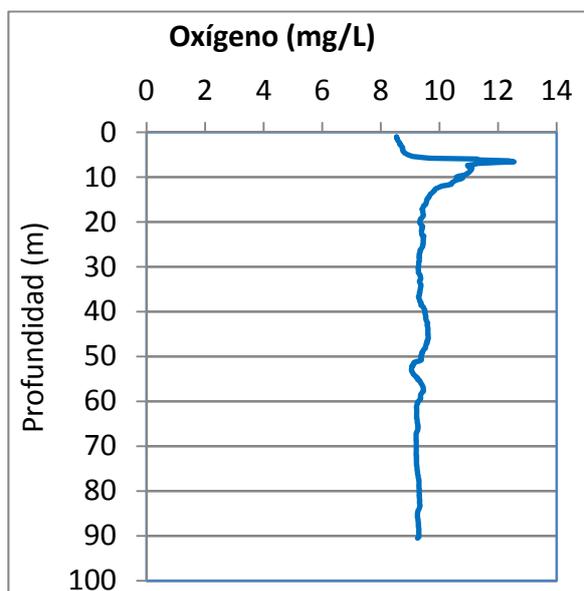
El pH del agua en superficie es 7,95. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,82. Hay un máximo registrado a 9 metros de profundidad con un valor de pH de 8,23.

Figura 3. Perfiles verticales de la temperatura y el pH.



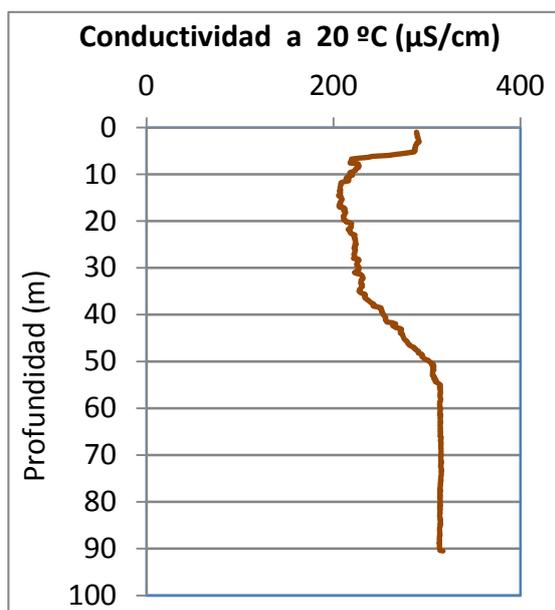
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,0 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 10 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 15 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 15 m de profundidad) fue de 1,43 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,67 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion es de 9,38mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ).

**Figura 4.** Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 289  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 317  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse, aunque el valor mínimo se presenta a 7,5 m con un valor de 219  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2013 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 6,55  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 1,14  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,42 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,30 mg N/L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser < 0,01 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,35mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,02 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 27 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSTOPHYCEAE	4
SYNUROPHYCEAE	2
CHLOROPHYTA	4
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	3

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
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cel./ml	4044,83
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	718773
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		2,24
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cyanobacteria
<b>Nº células/ml</b>		2234,71
<b>TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Aphanocapsa</i> sp
<b>Nº células/ml</b>		2234,71
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Dinophyceae
<b>Nº células/ml</b>		283952
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Ceratium hirundinella</i>
<b>Nº células/ml</b>		244365

La concentración de clorofila fue de 1,83 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura. Los valores más elevados del perfil determinado por fluorimetría se encuentran sobre los 6 m de profundidad.

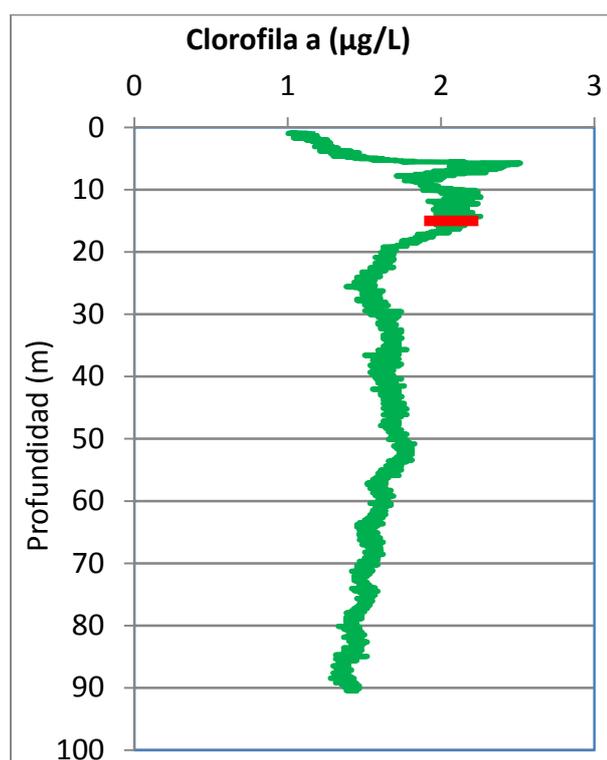


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 3:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
<i>Cyclotella radiosa</i>	16,76	3685,79	-
<i>Cyclotella</i> sp. pequeña	748,63	88195,67	-
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	5,59	1053,08	-
<i>Asterionella formosa</i>	11,17	9126,72	1
<i>Fragilaria crotonensis</i>	33,52	7582,19	1
<i>Nitzschia palea</i>	5,59	2972,17	1
<i>Synedra ulna</i>	5,59	8827,11	1
<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)	-	-	1
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Dinobryon bavaricum</i>	16,76	6634,42	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
<b>FITOPLANCTON</b>	<b>cél./ml</b>	<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>	
<i>Dinobryon crenulatum</i>	16,76	6823,98	1
<i>Dinobryon divergens</i>	413,42	170467,75	3
<i>Dinobryon sertularia</i>	5,59	2270,71	1
<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
<i>Mallomonas akrokomos</i>	16,76	7582,19	-
<i>Mallomonas oviformis</i> (= <i>Mallomonopsis oviformis</i> )	11,17	4212,33	1
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Acutodesmus obliquus</i> (= <i>Scenedesmus obliquus</i> = <i>Scenedesmus acutus</i> )	22,35	5616,44	1
<i>Coenochloris hindakii</i>	44,69	11232,88	2
<i>Chlamydomonas</i> sp.	16,76	4493,15	1
<i>Dactylosphaerium sociale</i>	22,35	1340,83	1
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	-	-	1
<b>CYANOBACTERIA</b>			
<i>Aphanocapsa</i> sp.	2234,71	21061,65	2
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Cryptomonas erosa</i>	5,59	17200,35	1
<i>Cryptomonas marsonii</i>	22,35	12730,60	2
<i>Cryptomonas pusilla</i>	5,59	1290,03	1
<i>Chilomonas</i> sp.	5,59	1310,50	1
<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i> ) <i>lacustris</i>	195,54	25800,52	1
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	145,26	13309,79	-
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Ceratium hirundinella</i>	5,59	244365,62	2
<i>Gymnodinium</i> sp.	5,59	27424,03	1
<i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>deflandrei</i>	5,59	12163,10	1
<i>Woloszynskia coronata</i>	-	-	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>826,84</b>	<b>121442,73</b>	
<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>452,53</b>	<b>186196,86</b>	
<b>TOTALES SYNUROPHYCEAE</b>	<b>27,93</b>	<b>11794,53</b>	
<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>106,15</b>	<b>22683,30</b>	
<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>2234,71</b>	<b>21061,65</b>	
<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>379,90</b>	<b>71641,80</b>	
<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>16,76</b>	<b>283952,75</b>	
<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>4044,83</b>	<b>718773,61</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 Canelles se han identificado un total de 15 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 3 Copepoda
- 9 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	13,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	218,27
BIOMASA TOTAL	µg/L	117,83
Diversidad Shannon-Wiener		2,76
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		160,00
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Ascomorpha saltans</i>
individuos/L		69,23
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		78,92
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Daphnia galeata</i>
µg/L		41,85
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 9,38 %	COPÉPODOS: 15,10 %	ROTÍFEROS: 75,52 %

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.

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
<b>CLADÓCEROS</b>			
<i>Bosmina longirostris</i>	10,77	14,00	4,69
<i>Daphnia galeata</i>	12,31	41,85	0,94
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	9,23	23,08	3,75
<b>COPÉPODOS</b>			
<i>Cyclops abyssorum</i>	2,12	7,37	0,94
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	3,85	12,65	1,03
Fam. Cyclopidae	20,00	5,08	13,13
<b>ROTÍFEROS</b>			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	16,92	1,06	6,57
<i>Ascomorpha saltans</i>	69,23	4,33	10,32
<i>Asplanchna priodonta</i>	4,62	3,46	0,94
<i>Gastropus stylifer</i>	3,08	0,62	1,88
<i>Hexarthra oxyuris</i>	-	-	0,94
<i>Keratella cochlearis</i>	1,54	0,08	0,94
<i>Keratella quadrata</i>	1,54	0,19	0,47
<i>Ploesoma truncatum</i>	-	-	2,81
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	55,38	2,82	23,45
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	-	0,94
<i>Synchaeta longipes</i>	3,08	1,02	0,94
<i>Synchaeta oblonga</i>	4,62	0,23	25,33
<b>Total Cladóceros</b>	32,31	78,92	9,38
<b>Total Copépodos</b>	25,96	25,10	15,10
<b>Total Rotíferos</b>	160,00	13,81	75,52
<b>Total</b>	218,27	117,83	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 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>&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 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 Canelles.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	6,55	Oligotrófico
CLOROFILA a	1,83	Oligotrófico
DISCO SECCHI	4,00	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	4045	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,75</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, los resultados obtenidos según los parámetros: concentración de clorofila a, transparencia (DS) y fósforo total (PT), catalogan al embalse como oligotrófico. Según el resultado obtenido de densidad algal, el embalse se sitúa en el rango de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de CANELLES 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	Maló
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 4 elementos es igual o superior a 4, se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3 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 Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 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 Canelles.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	4045	Moderado
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	1,83	Bueno
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,72	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,40	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,99	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,30	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	3,0	Máximo
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,63	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,9</b>	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,00	Bueno
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	9,38	Maximo
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	6,55	Bueno
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>4,3</b>	<b>MPE</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PExp</b>				<b>BUENO</b>

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 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 (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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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

**Tabla 12.** Parámetros, rangos del RECT 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>			<b>&gt; 0,8</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>&lt; 0,2</b>
			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>			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</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 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

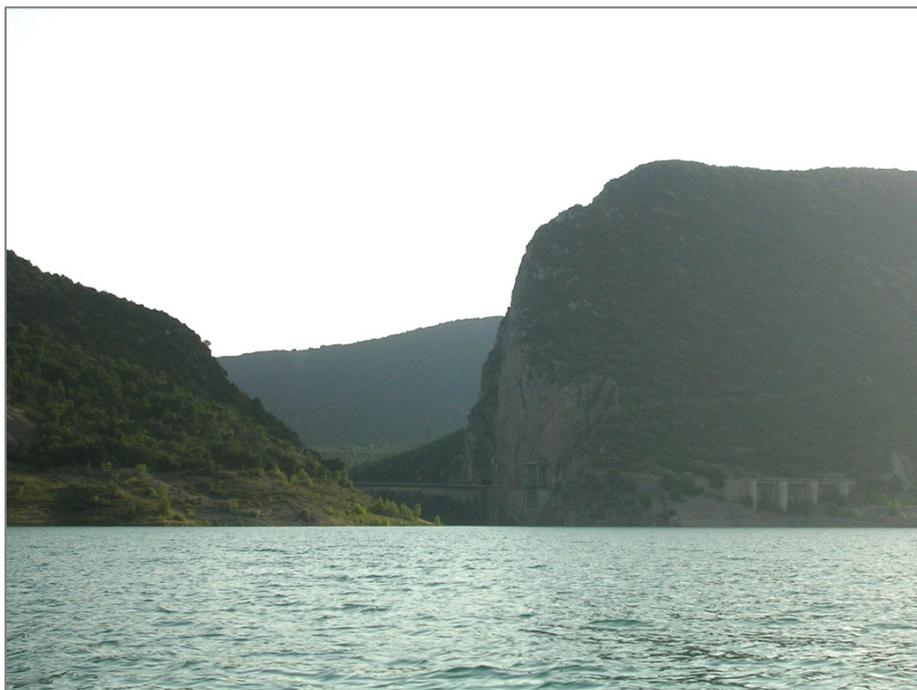
En la tabla 14 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 14.** Diagnóstico del potencial ecológico (*PE<sub>norm</sub>*) del embalse de Canelles.

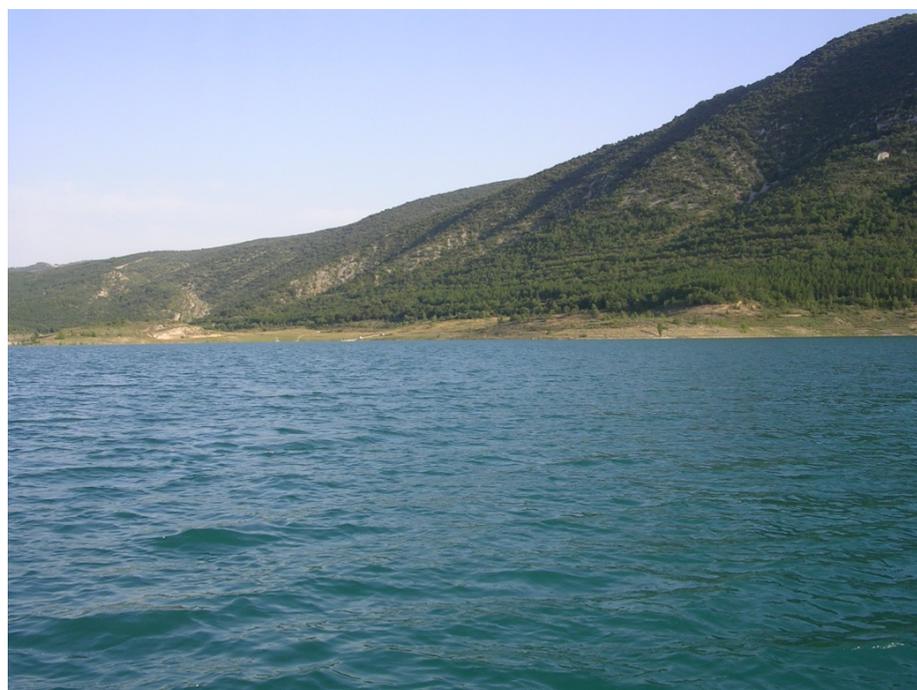
Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,83	1,42	1,30	Máximo
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,72	1,06	1,04	Máximo
			<b>Media</b>			<b>1,17</b>	
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,50	1,000	1,01	Máximo
			Porcentaje de cianobacterias	55,25	0,45	0,37	No alcanza
			<b>Media</b>			<b>0,69</b>	
<b>Media global</b>						<b>0,93</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>					<b>0,93</b>		<b>MÁXIMO</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,00			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	9,38			Maximo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	6,55			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

---



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



**Figura 8.** Vista del punto de acceso



**Figura 9.** Vista de la cola del embalse