



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 CIURANA

---



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 CIURANA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



#### REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Ciurana desde el 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 físico-químicas 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 y del punto de acceso. ....	27
<b>Figura 8.</b> Vista de la cola del embalse. ....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Ciurana. ....	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 Ciurana. ....	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 Ciurana. ....	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 Ciurana. ....	25



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ciurana 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 el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2017, correspondiente al año hidrológico 2016-2017).

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**

La cuenca vertiente del embalse de Ciurana se ubica en la zona de transferencia entre los Pirineos y el Sistema Mediterráneo. “La zona de transferencia” presenta fallas alpinas reactivadas y nuevas de la edad pliocena-cuaternaria de dirección NW-SE que afectan la terminación oriental de la Cuenca del Ebro. En esta región se sitúa la zona volcánica neógena-cuaternaria, la cuenca neógena de Empordà y la fosa plio-cuaternaria de la Selva.

El embalse de Ciurana se sitúa dentro del término municipal de Cornudella de Montsant, en la provincia de Tarragona. Regula las aguas del río Ciurana.



## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones y de geometría en “V”.

La cuenca vertiente al embalse de Ciurana tiene una superficie total de 5990,76 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 12 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 14,1 m, y una máxima de 30 m.

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

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

Capacidad total N.M.N.	12 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	85 ha
Cota máximo embalse normal	460 msnm,

Tipo de clasificación: 10. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

Se trata de un embalse monomítico, ubicado en zonas no húmedas de cabecera y tramos altos de geología calcárea. En el momento del muestreo, la termoclina se sitúa entre los 6 y los 12 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 15 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado mediante el Disco de Secchi fue de 14,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ciurana para el año hidrológico 2016-2017 ha sido de 9,45 meses.

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



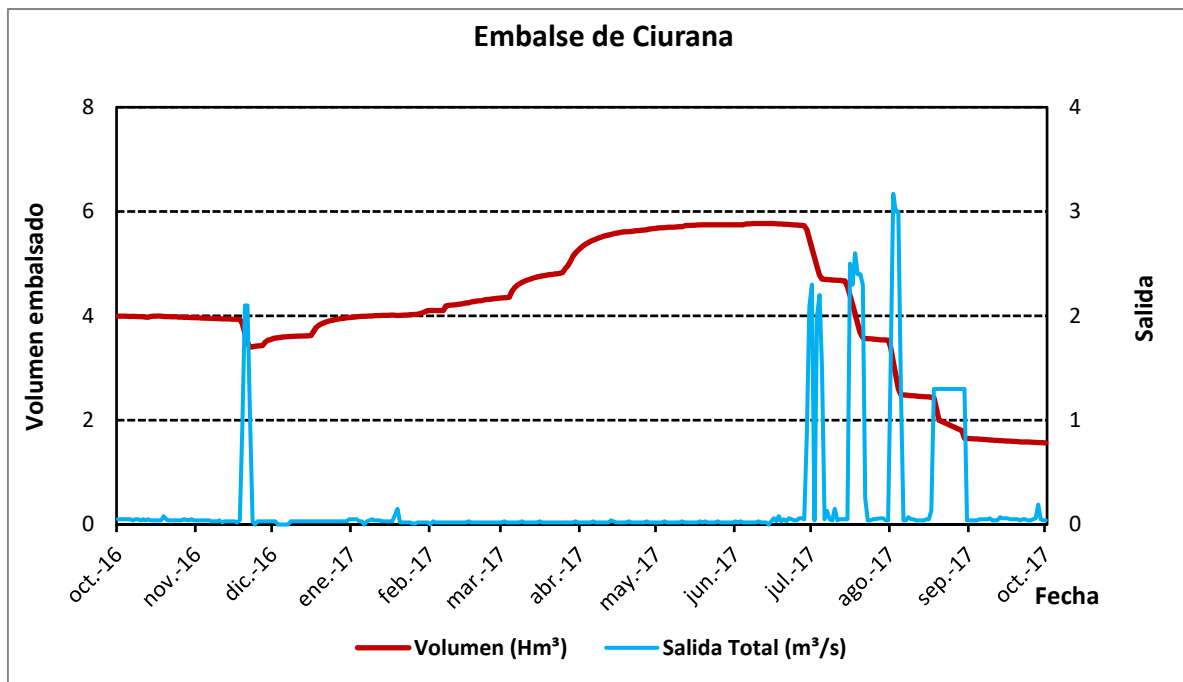


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento a la población y los regadíos. También se usan para actividades recreativas: navegación (a remo y vela con condiciones poco favorables, no es apto para motor).

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ciurana 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 uso recreativo (zona de baño "Cornudella de Montsant") y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC y ZEPA "Muntanyes des Prades, ES5140008).

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 6 de Junio de 2017, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

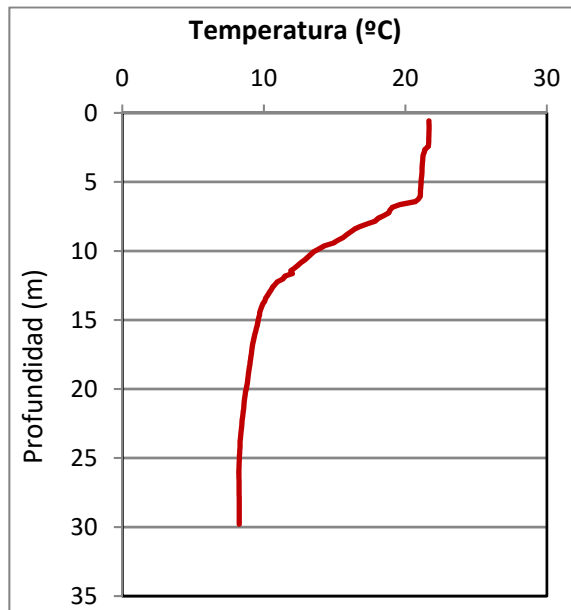


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

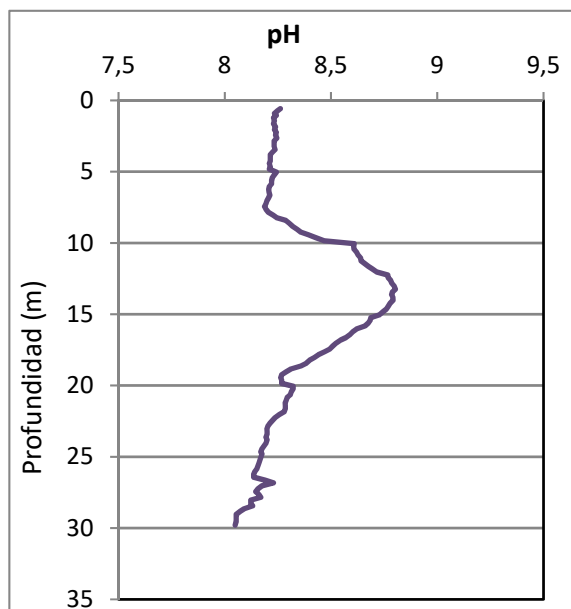
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

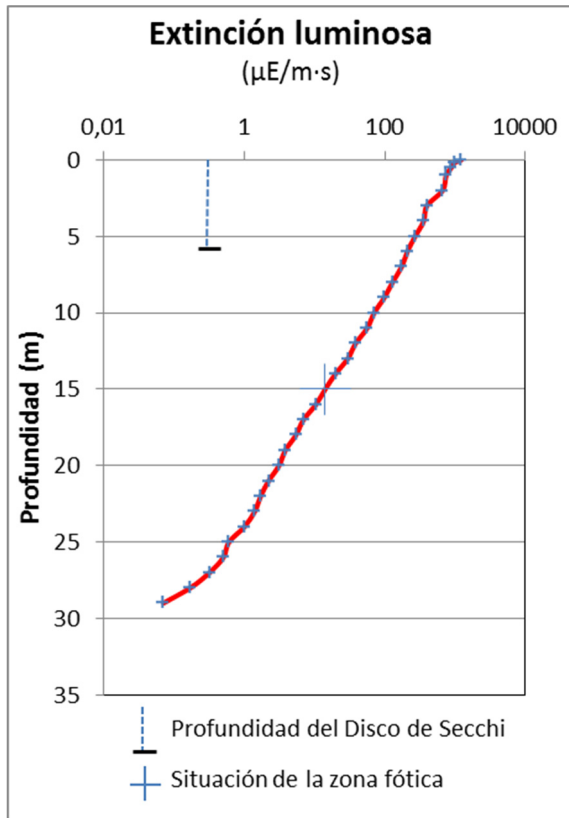


La temperatura del agua oscila entre los 8,27 °C en el fondo y los 21,67 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2017) la termoclina se sitúa entre los 6 y los 12 metros de profundidad.



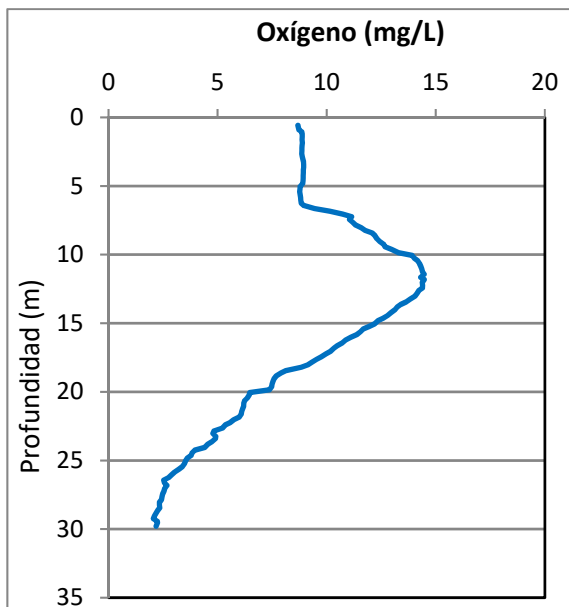
El pH del agua en superficie es de 8,25, y en el fondo de 8,05, mínimo hipolimnético. El valor máximo se sitúa al final del metalimnion, con un pH de 8,80 a los 13 m de profundidad.

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



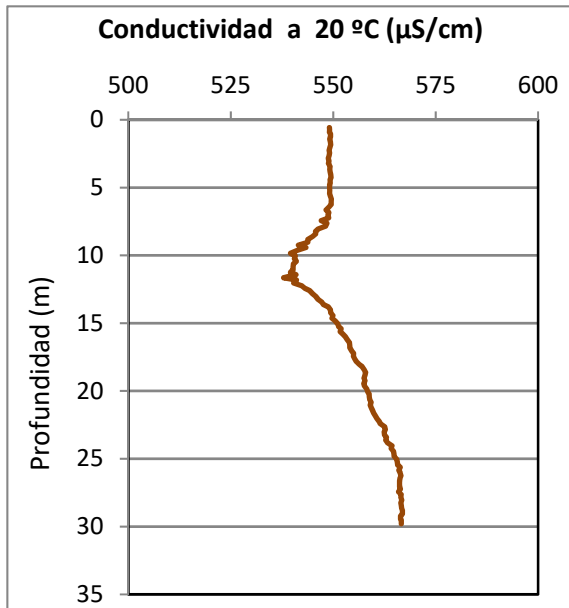
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 5,80 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 14,5 metros. Muy similar a la medición hecha mediante la célula fotoeléctrica, que indica una profundidad de la capa fótica de 15 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 15 m de profundidad) fue de 2,04 UAF.

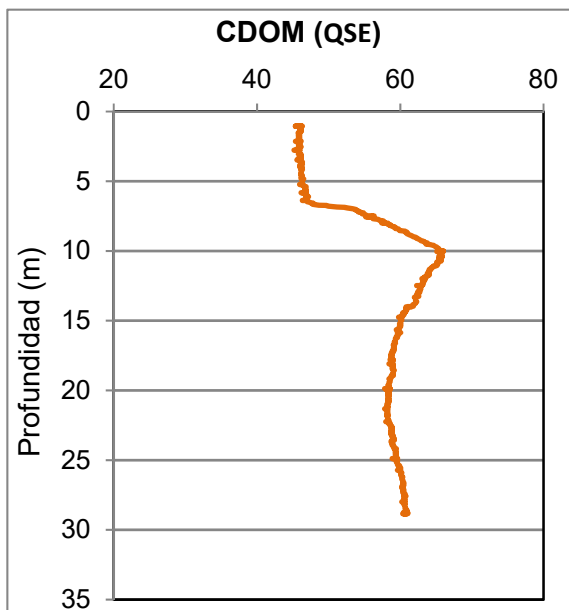


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el punto de muestreo una concentración media de 8,86 mg/L en el epilimnion y de 8,41 mg/L en el hipolimnion. No se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ).

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



La conductividad del agua es de 549  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 566  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. El valor mínimo se encuentra en el metalimnion, a 11,6 metros de profundidad, con una conductividad de 537  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



El CDOM del agua es de 46 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 60 QSE en el fondo. El valor máximo de CDOM de 65 QSE se registra a 10 m de profundidad.

**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	15,0
AMONIO	mg NH <sub>4</sub> /L	0,092
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	9,92
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,82
NIO (NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> )	mg N/L	0,02
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,26
SÍLICE	mg SiO <sub>2</sub> /L	2,85
ALCALINIDAD	meq/L	3,16

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila.

En el análisis realizado se han identificado un total de 22 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSTOPHYCEAE	4
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	5
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	2

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3 y la composición detallada en la tabla 4.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CELULAS TOTALES</b>	nº cel/ml	3815
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	762928
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		2,39
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Bacillariophyceae
<b>Nº células/ml</b>		1242
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Cyclotella ocellata</i>
<b>Nº células/ml</b>		1147
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Bacillariophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		494023
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cyclotella radiosa</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		281950

La concentración de clorofila fue de 1,68 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un máximo de 4,4 µg/L a 15,5 metros de profundidad.

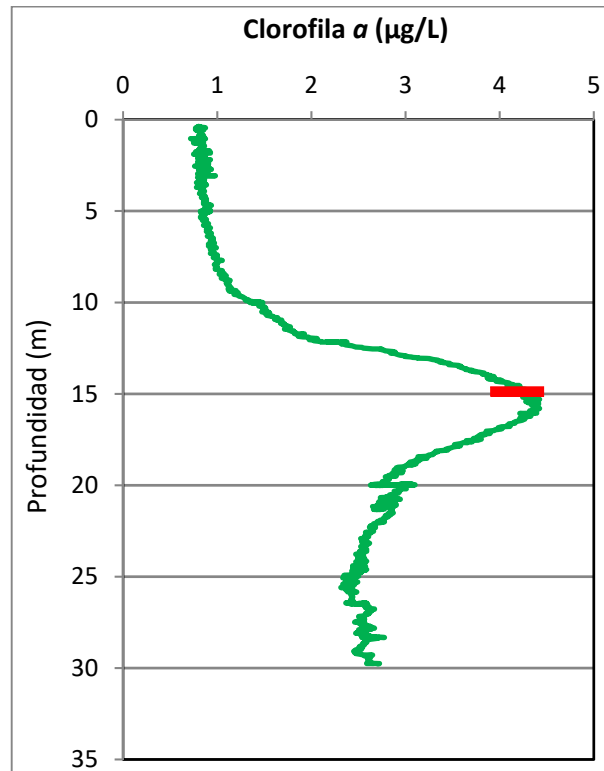


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, muestra los resultados de la tabla siguiente:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			1
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> ( <i>Lindavia ocellata</i> )	1.147,82	210.301,67	3
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i> )	89,75	281.950,29	2
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i> )			1
DIATVULG0	<i>Diatoma vulgaris</i>			2
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	4,72	1.771,33	2
GYROACUM0	<i>Gyrosigma acuminatum</i>			1
NAVIRADI0	<i>Navicula radiosa</i>			1
NITZCLOS0	<i>Nitzschia closterium</i>			1
RHOPGIBB0	<i>Rhopalodia gibba</i>			1
	<b>CHRYSTOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	1.133,65	36.276,91	1





COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	9,45	4.946,50	
CHRYPLAN0	<i>Chrysolykos planctonicus</i>	4,72	432,82	
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	9,45	474,86	
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLMINU0	<i>Mallomonas minuta</i>			1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	56,68	5.342,22	1
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	4,59	11.817,42	1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	14,17	2.544,97	1
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	14,17	601,00	
KIRCCORN0	<i>Kirchneriella cornuta</i>	4,72	54,10	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	14,17	367,28	1
OOCYBORG0	<i>Oocystis borgei</i>			1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			2
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			2
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	944,71	494,65	2
SPIRUGEN0	<i>Spirulina</i> sp.	0,42	52,48	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	4,72	11.290,60	2
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	9,45	5.381,79	
CRYPOBOV0	<i>Cryptomonas obovata</i>			1
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	42,51	19.944,27	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	259,80	21.588,90	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	42,51	1.543,31	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,51	124.828,77	2
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>	0,42	20.922,05	1
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>1.242,30</b>	<b>494.023,30</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>1.157,27</b>	<b>42.131,09</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>56,68</b>	<b>5.342,22</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>51,83</b>	<b>15.384,77</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>945,13</b>	<b>547,13</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>358,99</b>	<b>59.748,87</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>2,92</b>	<b>145.750,82</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>3.815,12</b>	<b>762.928,19</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 Ciurana se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 4 Copepoda
- 7 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	15,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	504,23
BIOMASA TOTAL	µg/L	66,04
Diversidad Shannon-Wiener		1,91
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		432,50
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		235,38
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		32,45
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>
µg/L		18,19
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 28 m
CLADÓCEROS: 9,69 %	COPÉPODOS: 33,44 %	ROTÍFEROS: 56,87 %

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>			1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	4,62	5,54	1
CHYDSPHA0	<i>Chydorus sphaericus</i>			1
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,77	2,92	1
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulicaria</i>	0,58	2,19	1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>			1
	<b>COPÉPODOS</b>			
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	6,92	18,19	2
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	0,19	0,48	1
CYCLLACU0	<i>Cyclops cf lacustris</i>			1
TROPPRAS0	<i>Tropocyclops prasinus</i>	0,19	0,16	1
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	58,46	13,62	2
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	1,54	0,10	1
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,19	0,14	1
FILITERM0	<i>Filinia terminalis</i>	18,46	1,38	1
GASTSTYLO	<i>Gastropus stylifer</i>	3,08	0,62	1
KERACCOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	6,15	0,31	1
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	235,38	12,00	3
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>			1
SYNCKITIO	<i>Synchaeta kitina</i>	167,69	8,38	1
	<b>Total Cladóceros</b>	5,96	10,65	9,69
	<b>Total Copépodos</b>	65,76	32,45	33,44
	<b>Total Rotíferos</b>	432,50	22,94	56,87
	<b>Total</b>	504,23	66,04	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 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.

**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 Ciurana.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	9,92	Oligotrófico
CLOROFILA a	1,68	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,80	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	3815	Mesotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>2,25</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a tres de los cuatro criterios seleccionados, (fósforo total (PT), concentración de clorofila a y transparencia (DS)) califican el embalse como oligotrófico. Mientras que la densidad algal determina el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de CIURANA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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 <i>a</i> (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	
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	<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 Ciurana.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	3815	Moderado
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	1,68	Bueno o superior
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,76	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,56	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,96	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,09	Bueno o superior
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,08	Moderado	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,66	Bueno o superior
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>2</b>	<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	5,80	Bueno
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	8,41	Muy bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	9,92	Bueno
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>2</b>	<b>BUENO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</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 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 ( $VR_t$ ) 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	$VR_t$	B <sup>+</sup> /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 ( $PE_{norm}$ ) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**Tabla 15.** Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Ciurana.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	$PE_{norm}$
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	1,68	1,55	1,38	Bueno o superior
			Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,76	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>1,19</b>	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,05	1,001	1,03	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,07	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>			<b>1,02</b>	
<b>Media global</b>						<b>1,10</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>2</b>			<b>BUENO o SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			$PE_{norm}$	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,80			Bueno	
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	8,41			Muy bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	9,92			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>2</b>		<b>BUENO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <math>PE_{norm}</math></b>				<b>BUENO o SUPERIOR</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



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



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