

---

# 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 OLIANA

---



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:

70.862,60 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE OLIANA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse de Oliana.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 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 2013-2014. ....	8
<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

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Oliana .....	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 Oliana.....	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 Oliana.....	23
<b>Tabla 11.</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 (Orden ARM/2656/2008). ....	24
<b>Tabla 12.</b> Parámetros, rangos del RCE 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 Oliana. ....	26

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Oliana durante los muestreos de 2014 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”, 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 Oliana se sitúa en las Sierras Interiores de la Cadena Pirenaica, adosadas al Pirineo Axial, las Sierras Interiores configuran una estrecha franja de rocas del Triásico, Cretácico superior, Paleoceno y Eoceno. Su estructura consiste de manera simplificada en pliegues y cabalgamientos de dirección WNW-ESE.

En términos geológicos, el embalse de Oliana se encuentra sobre materiales del Cretácico inferior y superior (calizas bioclásticas con rudistas y obitolinas; calizas margosas; margas con intercalaciones de areniscas; calizas con prealveolina y calizas con rudistas) y del Paleoceno (facies garum, conglomerados; areniscas y arcillas). También aparecen materiales cuaternarios: conos de deyección; coluviales; depósitos fluvio-glaciares y aluviales, brechas; gravas; areniscas; limos y lutitas.

El embalse de Oliana se sitúa dentro del término municipal de Oliana, en la provincia de Lérida. Regula las aguas del río Segre.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones de geometría alargada.

La cuenca vertiente al embalse de Oliana tiene una superficie total de 267963,67 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 101,10 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 22,8 m, mientras que la profundidad máxima es de 72,7 m.

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

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

Superficie de la cuenca	2680 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	101,10 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	78,38 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	1013 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	443 ha
Cota máximo embalse normal	518,30 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. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 4 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 2,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Oliana para el año hidrológico 2013-2014 fue de 0,91 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.



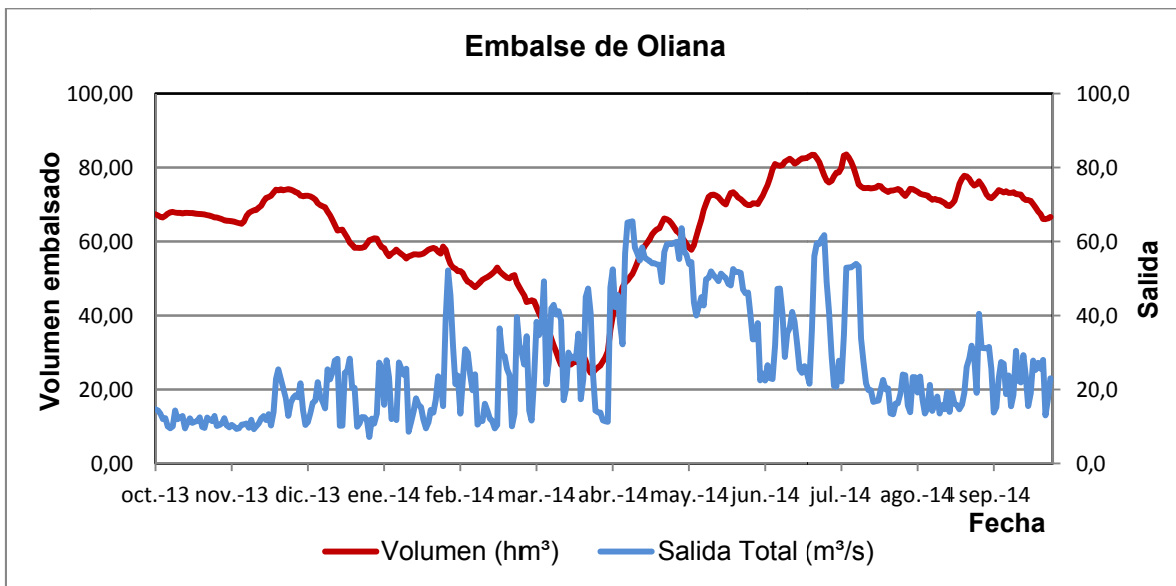


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, a través del Canal Principal de Urgell, y al aprovechamiento hidroeléctrico. También se utiliza con fines recreativos (baño, navegación sin restricciones para el remo, con limitaciones para la vela, y el motor, y para la pesca), aunque las escarpadas riberas que presenta el embalse limitan estos usos.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Oliana 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, dentro de la categoría de zonas sensibles bajo el marco de la Directiva 91/271/CEE.

### 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 2 de Septiembre de 2014, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y 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.

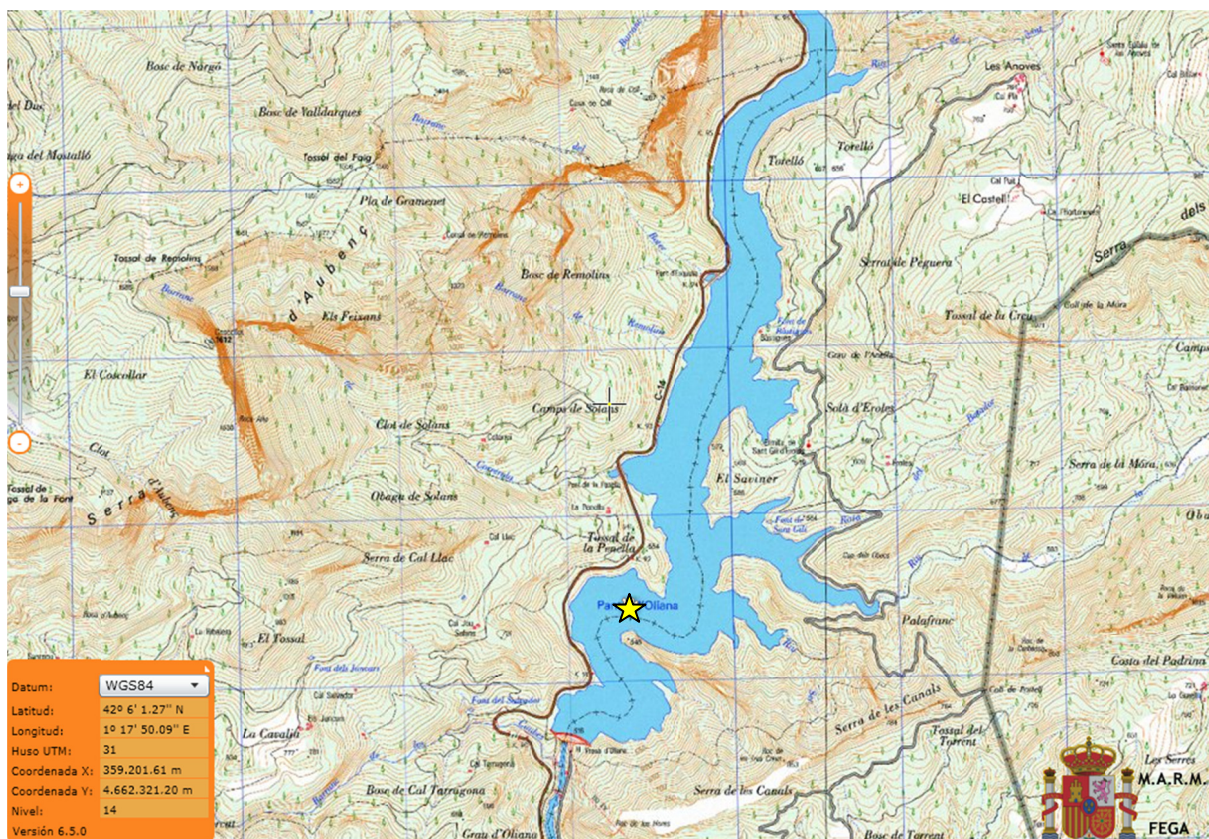
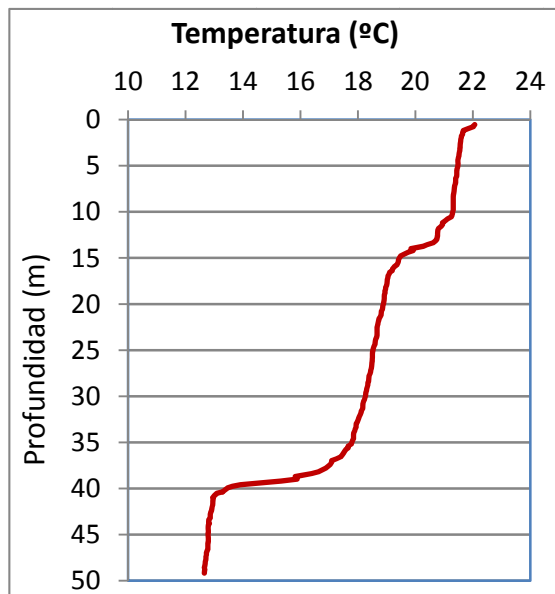


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

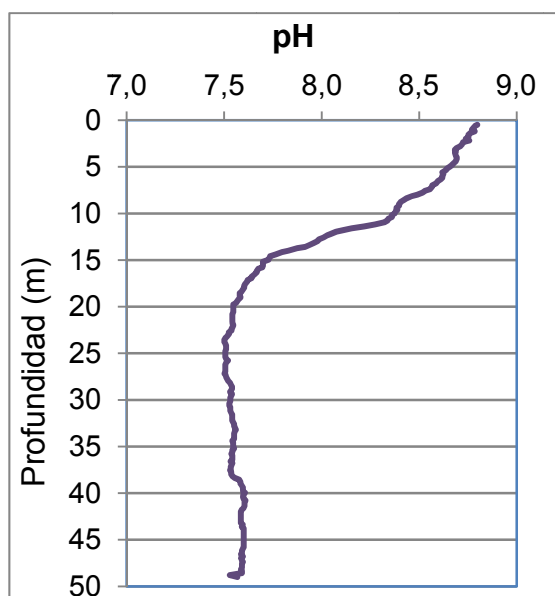
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

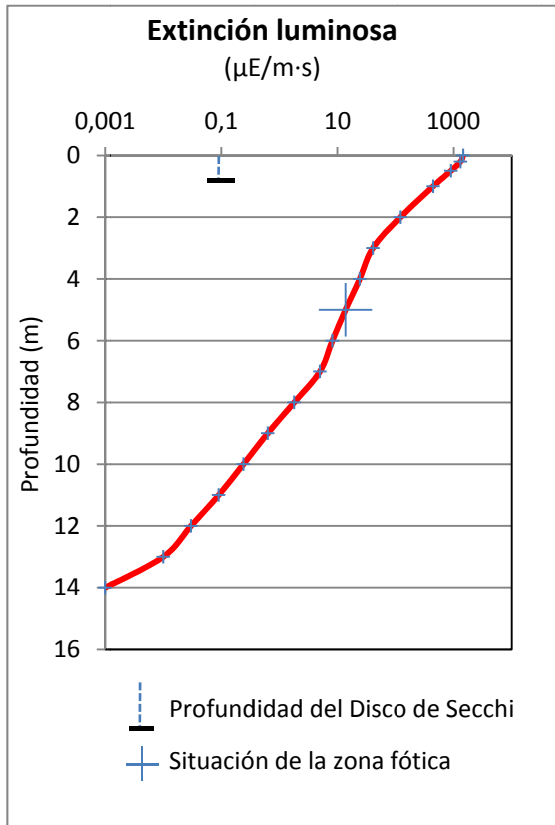


La temperatura del agua oscila entre los 12,65 °C – en el fondo- y los 22,08 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Septiembre 2014) no existe termoclina en sentido estricto, aunque existe un acusado descenso de la temperatura entre los 35 y 40 m de profundidad.



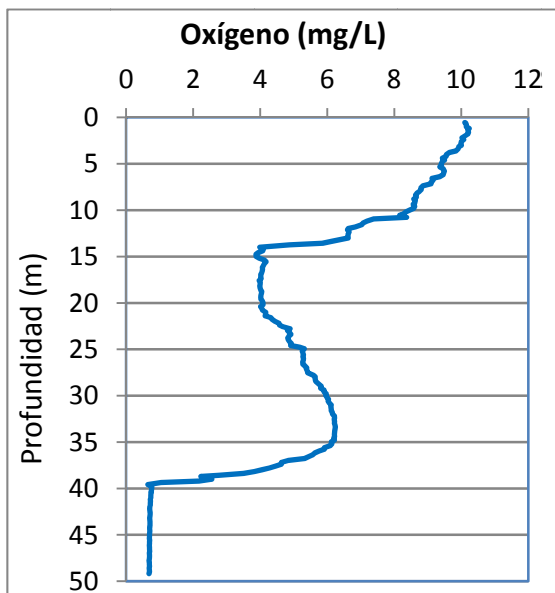
El pH del agua en superficie es de 8,80. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,57. El pH es estable desde los 20 m de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



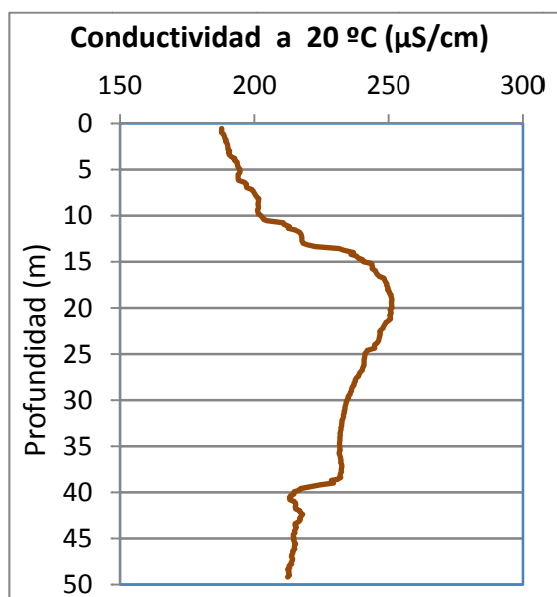
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 1,6 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 5 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 6 metros de profundidad) fue de 8,44 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el epilimnion una concentración media de 9,42 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg  $\text{O}_2/\text{L}$ ) a profundidades superiores a 39,3 metros.

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



La conductividad del agua es de 188  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 212  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. Observándose el máximo de conductividad a 19,5 metros con 251  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Figura 5.** Perfil vertical de la conductividad.

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 19,07  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 0,81  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,23 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,08 mg N/L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser  $<0,01$  mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,83 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,33 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 32 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHRYSTOPHYCEAE	2
CHLOROPHYTA	11
ZYGNEMATOPHYCEAE	2
CYANOBACTERIA	3
CRYPTOPHYCEAE	8
DINOPHYCEAE	2

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2.** Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	<b>nº cel./ml</b>	7054,73
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>	739952
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		2,57
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cyanobacteria
<b>Nº células/ml</b>		5187,20
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>
<b>Nº células/ml</b>		3639,58
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		282967
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		180087

La concentración de clorofila fue de 11,35  $\mu\text{g/L}$  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 m de profundidad con una concentración de 11,92  $\mu\text{g/L}$ .

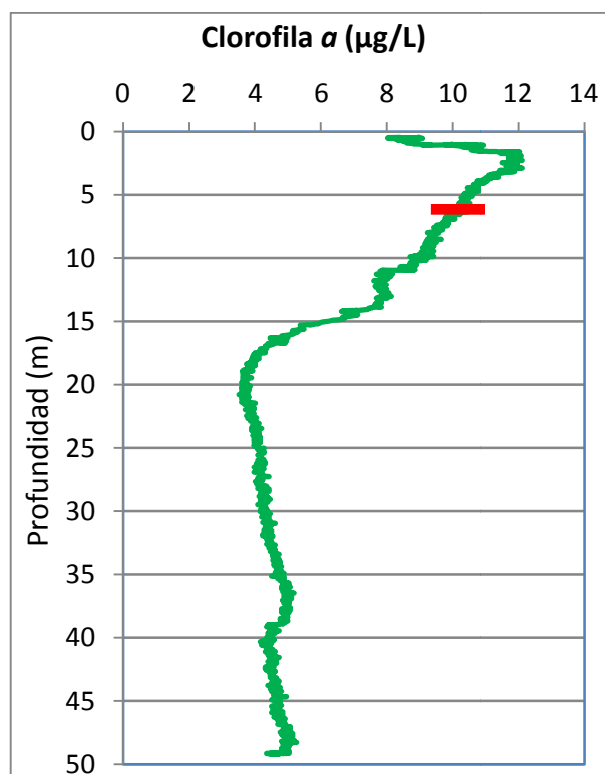


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, muestran los resultados de la tabla 3:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	30,70	13866	2
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i>	2,36	2508	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	4,72	3439	1
HANNARCU0	<i>Hannaea arcus</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	2,36	2671	1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	295,87	9468	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	22,76	17303	



	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	23,62	40089	1
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	37,79	2473	
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>	182,07	11917	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	91,04	5958	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	56,90	15253	1
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	2,36	534	
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>	47,24	6233	2
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>	37,79	9447	2
PTEROGEN0	<i>Pteromonas</i> sp.	125,17	35327	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	14,17	534	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			1
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	25,98	1624	
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
COSMLAEV0	<i>Cosmarium laeve</i>	2,36	2216	1
COSMAGEN0	<i>Cosmarium</i> sp.	0,004	4	
STAURGEN0	<i>Staurastrum</i> sp.			1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
CHRODISP0	<i>Chroococcus dispersus</i>	1411,06	19948	3
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>	136,55	8937	
CUSPISSA0	<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>	3639,58	180087	3
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	23,62	56453	1
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	2,36	5645	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	182,07	103722	1
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	34,14	47583	
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (=Cryptomonas curvata)	2,36	7123	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	16,53	7756	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	307,25	40671	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	238,97	14014	
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	45,52	51480	1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawrikan</i>	9,45	15671	
PHACCAUD0	<i>Phacus caudatus</i>			1

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>40,15</b>	<b>22483</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>318,63</b>	<b>26771</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>644,12</b>	<b>129389</b>	
	<b>TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>2,37</b>	<b>2220</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>5187,20</b>	<b>208973</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>807,30</b>	<b>282967</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>54,97</b>	<b>67150</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>7054,73</b>	<b>739952</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 Oliana se han identificado un total de 12 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 2 Copepoda
- 7 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	8,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	107,69
BIOMASA TOTAL	µg/L	61,32
Diversidad Shannon-Wiener		2,20
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		69,23
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Acanthocyclops americanus</i>
individuos/L		68,27
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		38,77
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		31,38
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 25 m
CLADÓCEROS: 28,57 %	COPÉPODOS: 64,29 %	ROTÍFEROS: 7,14 %

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.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	3,46	4,50	3,21
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	26,15	31,38	24,29
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,15	2,88	1,07
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	68,27	16,15	63,39
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	0,96	3,75	0,89
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	2,88	2,16	2,68
ASPLAGEN0	<i>Asplanchna</i> sp.	0,19	0,13	0,18
BDELLGEN0	<i>Bdelloide</i> sp.	0,19	0,02	0,18
KELLOLON1	<i>Kellicotia longispina longispina</i>	0,38	0,02	0,36
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	2,69	0,13	2,50
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>	0,38	0,05	0,36
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	0,96	0,13	0,89
	<b>Total Cladóceros</b>	30,77	38,77	28,57
	<b>Total Copépodos</b>	69,23	19,90	64,29
	<b>Total Rotíferos</b>	7,69	2,65	7,14
	<b>Total</b>	107,69	61,32	100,00

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando 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 <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ ) 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 Oliana.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	19,07	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	11,35	Eutrófico
DISCO SECCHI	0,90	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	7055	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,5</b>	<b>EUTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, el parámetro de la transparencia (DS) y concentración de clorofila *a*, sitúan al embalse en rangos de eutrofia. Los resultados obtenidos según la densidad algal y el fósforo total (PT) sitúan el embalse en rangos de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de OLIANA ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

## 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	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			<b>&gt; 4, 2</b>	<b>3, 4 -4, 2</b>	<b>2,6-3,4</b>	<b>1, 8 -2, 6</b>	<b>&lt; 1, 8</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
			<b>&gt;4,2</b>	<b>3,4-4,2</b>	<b>&lt;3,4</b>		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 9:

**Tabla 9.** Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	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
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

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 Oliana.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	7055	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	11,35	Deficiente
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,74	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,47	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,71	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,54	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,28	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	10,81	Deficiente
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>2,0</b>	<b>DEFICIENTE</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,90	Deficiente
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,13	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	19,07	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>2,7</b>	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>DEFICIENTE</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 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<sub>t</sub>) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR <sub>t</sub>	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 12.** Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			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
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

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 Oliana.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	11,35	0,23	0,32	Moderado
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,74	1,03	1,02	Máximo
		<b>Media</b>				<b>0,67</b>	
	Composición	Índice de Catalán (IGA)	5,03	0,989	0,75	Moderado	
		Porcentaje de cianobacterias	24,34	0,76	0,65	Moderado	
		<b>Media</b>				<b>0,70</b>	
<b>Media global</b>						<b>0,68</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>0,68</b>		<b>BUENO</b>	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,90			Deficiente	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	5,13			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	19,07			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>2,7</b>		<b>NO AS FUN</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 punto de acceso