

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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE OLIANA



DICIEMBRE 2012  
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO  
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:**

68.857,47 €

**CONTENIDO:**

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE OLIANA.

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2012

**FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2012

**FOTO PORTADA:**

Vista de la cola del embalse de Oliana y el punto de acceso a la lámina de agua.

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.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

## ÍNDICE

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>5</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>5</b>
2.1.    Ámbito geológico y geográfico	5
2.2.    Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3.    Usos del agua	7
2.4.    Registro de zonas protegidas	7
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>7</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>9</b>
4.1.    Características fisicoquímicas de las aguas	9
4.2.    Hidroquímica del embalse	12
4.3.    Fitoplancton y concentración de clorofila	13
4.4.    Zooplancton	18
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>20</b>
<b><u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></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 2011-2012.....	7
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	8
<b>Figura 3.</b> Perfil vertical de la temperatura y pH .....	9
<b>Figura 4.</b> Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto .....	10
<b>Figura 5.</b> Perfil vertical de la conductividad .....	11
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	14
<b>Figura 7.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	27
<b>Figura 8.</b> Fotografía del punto de acceso al embalse.....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Oliana .....	6
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	13
<b>Tabla 3.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	17
<b>Tabla 4.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	20
<b>Tabla 5.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Oliana.....	20
<b>Tabla 6.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	21
<b>Tabla 7.</b> Combinación de los indicadores.....	22
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Oliana.....	22
<b>Tabla 9.</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). .....	23
<b>Tabla 10.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	24
<b>Tabla 11.</b> Combinación de los indicadores.....	24
<b>Tabla 12.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Oliana.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Oliana durante los muestreos de 2012 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 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

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 indicadores los 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.

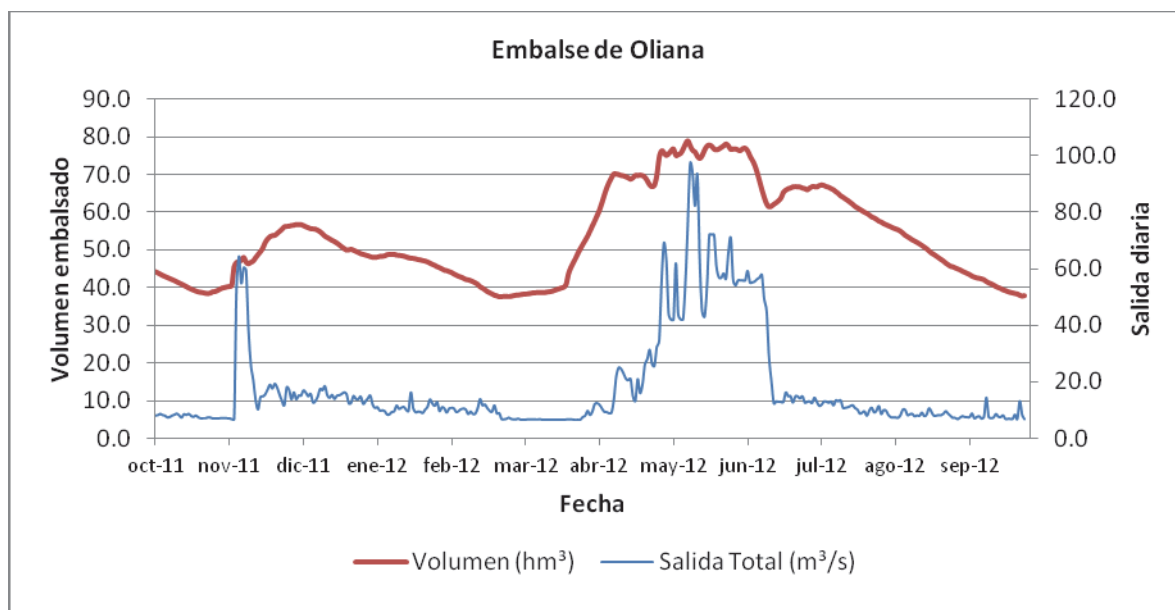
Superficie de la cuenca	2675 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	101,10 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	78,38 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	1013 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	443 ha
Cota máximo embalse normal	518,30 msnm

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

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea ubicado en la zona húmeda de la red principal. En el momento del muestreo no existe termoclina. La capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 8,9 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 7,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Oliana para el año hidrológico 2011-2012 fue de 1,14 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2011-2012.



**Figura 1.** Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.

### 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 en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 17 de Julio de 2012, 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 fito y zooplancton.



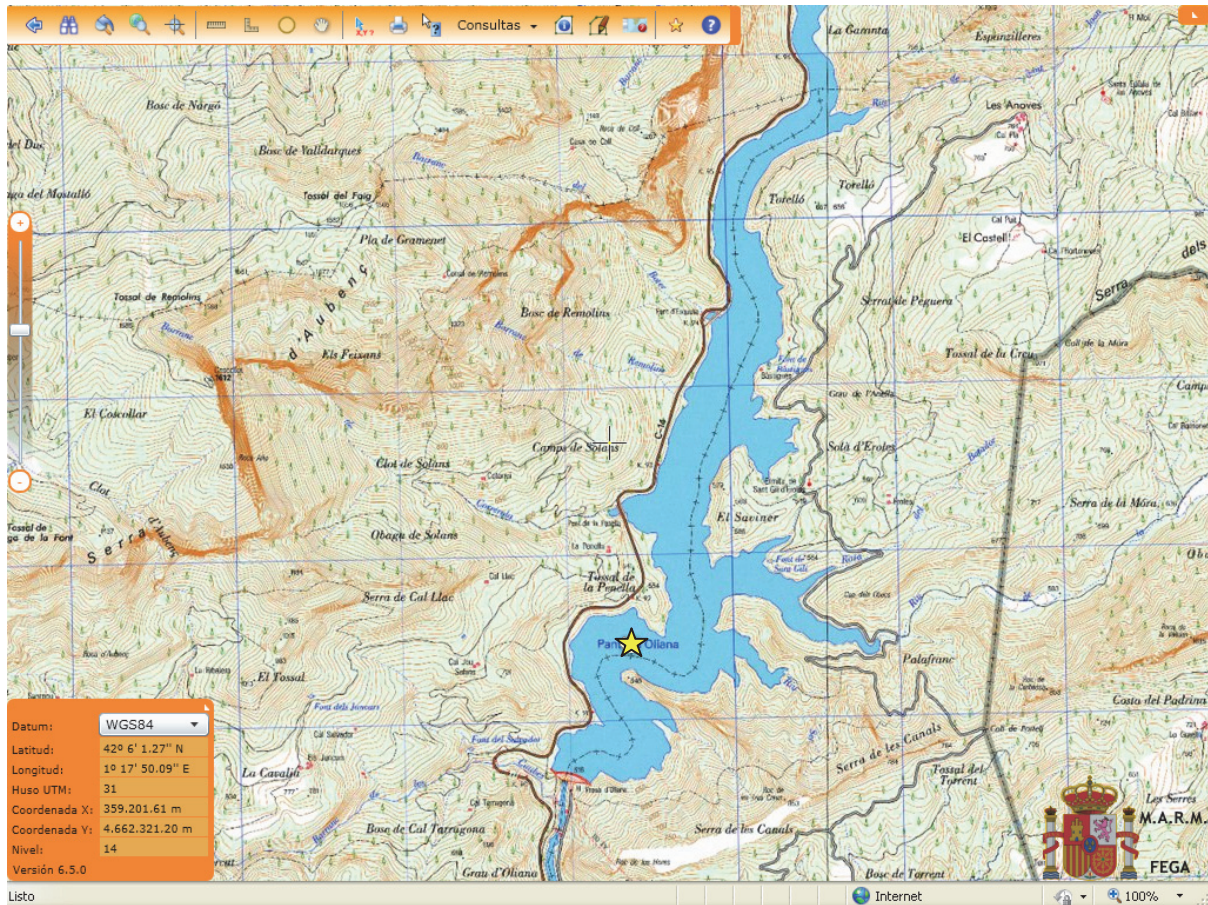


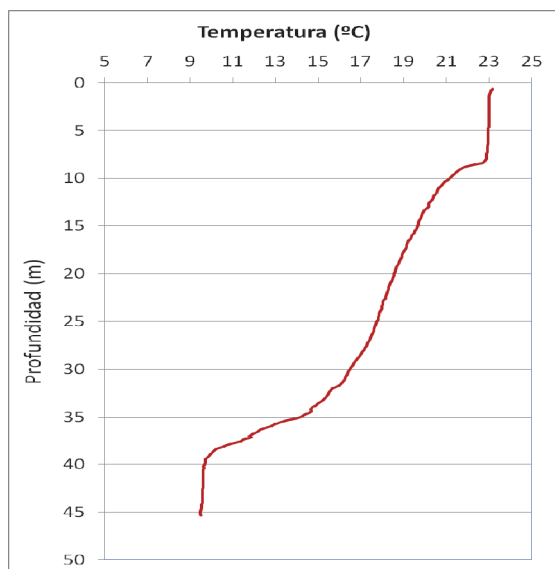
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.



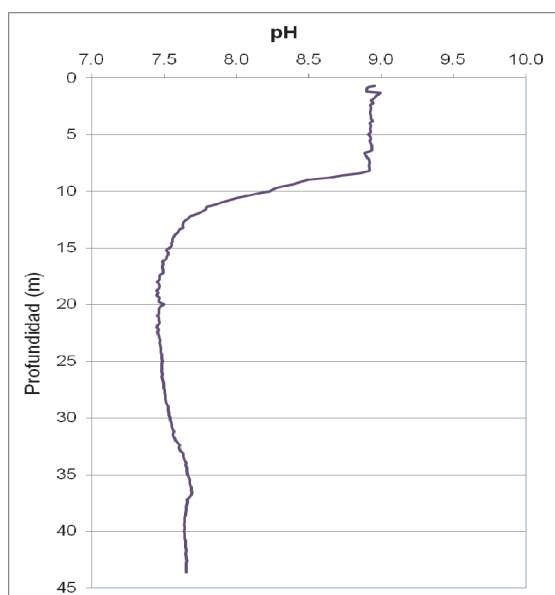
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

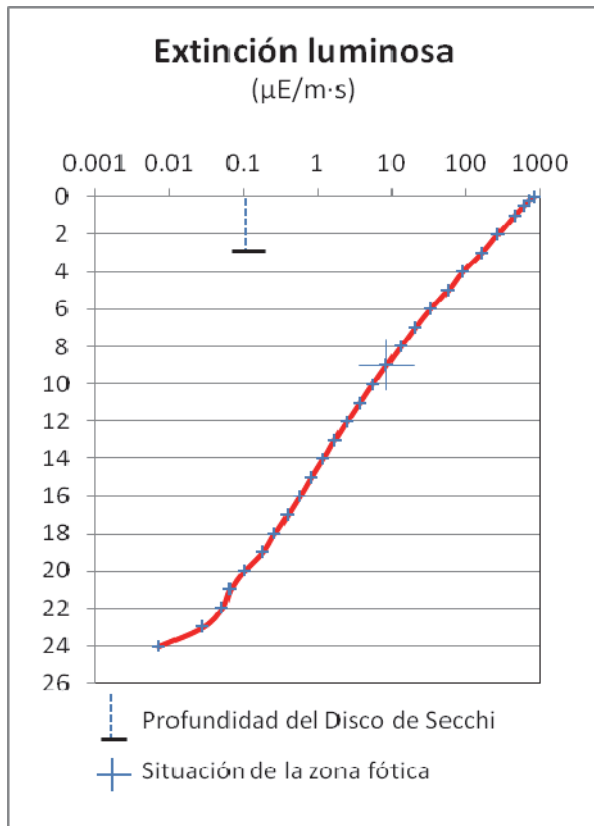


La temperatura del agua oscila entre los 9,49 °C – en el fondo- y los 23,15 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2012) no existe termoclina en sentido estricto, aunque existe un acusado descenso de la temperatura entre los 30 y 38 m de profundidad.



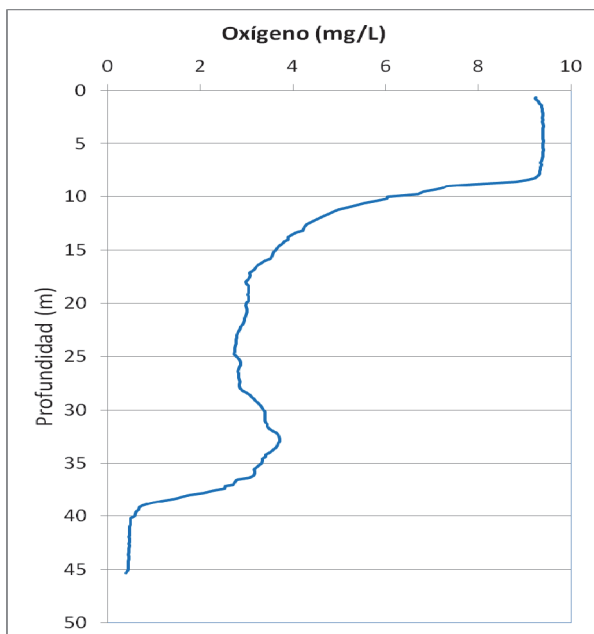
El pH del agua en la superficie es de 8,96. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,66. El máximo epilimnético con 8,99 se sitúa a 1,35 m de profundidad, mientras que el mínimo hipolimnético se presenta con 7,45 sobre los 18 m de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



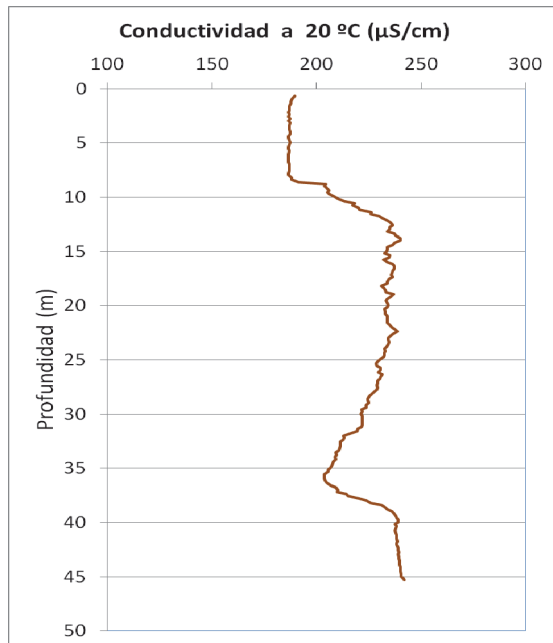
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) de 3 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 7,5 metros. La determinación mediante medidor de PAR ha dado una profundidad de la zona fótica de 8,9m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 10 m) fue de 2,92 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el epilimnion una concentración media de 9,36 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ) a profundidades superiores a 38 metros.

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



La conductividad del agua en superficie es de 189  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y en el fondo de 242  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El perfil es bastante irregular.

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



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 16,09 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,66 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,51 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,27 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH<sub>4</sub>) resultó ser de 0,035 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 0,61 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,74 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 38 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHRYSTOPHYCEAE	2
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	21
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	3

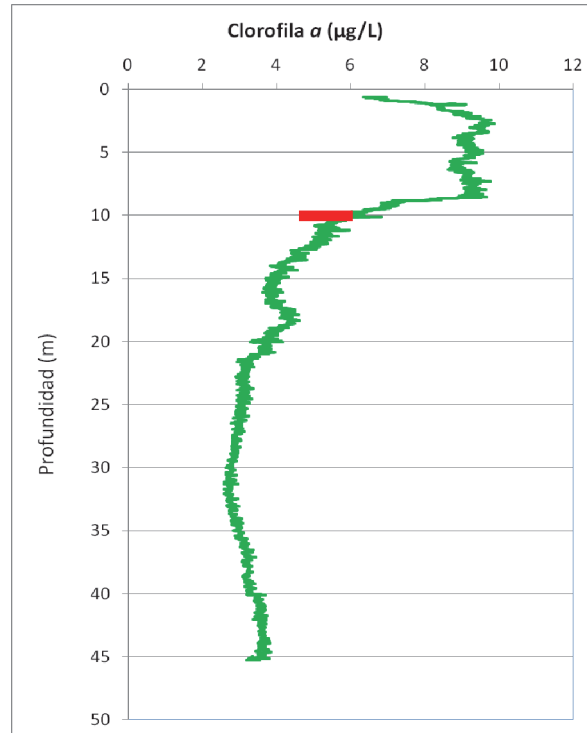
La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la siguiente tabla:

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	7966,74
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	2670095
Diversidad Shannon-Wiener		3,71
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		2413,49
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Ochromonas</i> sp.
Nº células/ml		2257,06
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Chrysophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		1300335
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Ochromonas</i> sp.
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		1292290



La concentración de clorofila fue de 8,55  $\mu\text{g/L}$  para la muestra integrada, cuya profundidad se muestra en la figura con una línea roja. El perfil vertical determinado mediante sonda fluorimétrica muestra un máximo a los 5 m de profundidad, quedando valores próximos a los 2  $\mu\text{g/L}$  en la zona hipolimnética.



**Figura 6.** Perfil vertical de la clorofila *a*.

Los resultados de la composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton se muestran en el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	16,76	5594,50	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	-	1
<i>Cyclotella radiosa</i>	22,35	4914,39	1
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	27,93	31592,48	1
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
<i>Fragilaria crotonensis</i>	424,60	96041,14	3
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	-	-	1
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (= <i>Rhoicosphenia curvata</i> )	-	-	1
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Ochromonas</i> sp.	2257,06	1292290,35	1
<i>Rhizochrysis</i> (= <i>Chrysamoeba</i> ) <i>planktonica</i>	67,04	8044,96	1
<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	754,21	94777,44	-
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Coelastrum astroideum</i>	44,69	8026,83	1
<i>Coelastrum microporum</i>	273,75	56187,81	2
<i>Coenochloris hindakii</i>	-	-	1
<i>Dactylosphaerium sociale</i>	-	-	1
<i>Desmodesmus intermedius</i> (= <i>Scenedesmus intermedius</i> )	22,35	2527,40	-
<i>Lanceola spatulifera</i> (= <i>Ankyra lanceolata</i> )	11,17	1591,32	1
<i>Monactinus simplex</i> (= <i>Pediastrum simplex</i> )	-	-	1
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	145,26	4791,53	1
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	217,88	9126,72	1
<i>Oocystis borgei</i>	22,35	2234,71	1
<i>Oocystis parva</i>	83,80	8441,12	1
<i>Pandorina morum</i>	44,69	13479,46	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<i>Pediastrum duplex</i>	-	-	1
<i>Phacotus lenticularis</i>	16,76	3685,79	1
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i> )	201,12	3791,10	-
<i>Pseudoschroederia antillarum</i> (= <i>Schroederia antillarum</i> )	11,17	782,15	1
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	22,35	3159,25	-
<i>Scenedesmus ecornis</i>	44,69	5265,41	1
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	156,43	28667,25	2
<i>Scenedesmus soli</i>	67,04	7898,12	-
<i>Scenedesmus verrucosus</i> (= <i>Scenedesmus disciformis</i> )	44,69	4914,39	1
<i>Schroederia nitzschoides</i>	569,85	53707,21	1
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	223,47	44229,47	2
<i>Tetraedron minimum</i>	184,36	47197,09	1
<i>Treubaria planctonica</i>	5,59	4264,98	1
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
<i>Closterium acerosum</i>	-	-	1
<i>Staurastrum paradoxum</i>	-	-	1
<i>Staurastrum</i> sp. pequeño	5,59	21324,92	1
<b>CYANOBACTERIA</b>			
<i>Anabaena circularis</i>	-	-	1
<i>Geitlerinema</i> sp.	223,47	7371,58	1
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Cryptomonas erosa</i>	11,17	34400,70	1
<i>Cryptomonas marsonii</i>	22,35	12730,60	-
<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (= <i>Cryptomonas curvata</i> )	11,17	8951,20	1
<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i> ) <i>lacustris</i>	1162,05	153328,83	1
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	519,57	47608,11	-
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Ceratium hirundinella</i>	11,17	488731,24	1
<i>Gymnodinium lacustre</i>	11,17	35102,75	1
<i>Peridinium cinctum</i>	-	-	1



COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	
<i>Peridinium umbonatum</i>	5,59	13321,50	1
<b>TOTAL BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>491,64</b>	<b>138142,50</b>	
<b>TOTAL CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>2324,10</b>	<b>1300335,31</b>	
<b>TOTAL XANTHOPHYCEAE</b>	<b>754,21</b>	<b>94777,44</b>	
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>2413,49</b>	<b>313969,10</b>	
<b>TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE</b>	<b>5,59</b>	<b>21324,92</b>	
<b>TOTAL CYANOBACTERIA</b>	<b>223,47</b>	<b>7371,58</b>	
<b>TOTAL CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>1726,31</b>	<b>257019,44</b>	
<b>TOTAL DINOPHYCEAE</b>	<b>27,93</b>	<b>537155,49</b>	
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>7966,74</b>	<b>2670095,78</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 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 5 Copepoda
- 6 Rotifera

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	11,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	200,77
BIOMASA TOTAL	µg/L	116,57
Diversidad Shannon-Wiener		2,44
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		121,54
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		81,54
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		82,23
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		62,77
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 25 m
CLADÓCEROS: 38,86 %	COPÉPODOS: 7,09 %	ROTÍFEROS: 53,26 %



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 el listado siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
<b>CLADÓCEROS</b>			
<i>Bosmina longirostris</i>	0,77	1,00	0,79
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	52,31	62,77	34,72
<i>Chydorus sphaericus</i>	12,31	18,46	3,16
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	0,20
<b>COPÉPODOS</b>			
<i>Acanthocyclops americanus</i>	1,92	4,73	0,43
<i>Cyclops vicinus</i>	0,38	0,96	0,08
<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	-	-	0,83
Ciclópido	10,77	3,69	5,52
Diaptómido	0,58	1,56	0,23
Harpacticoide	0,19	0,14	-
<b>ROTÍFEROS</b>			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	3,16
<i>Asplanchna priodonta</i>	23,08	17,31	4,73
<i>Collotheca</i> sp.	-	-	0,79
<i>Kellicotia longispina longispina</i>	-	-	0,79
<i>Keratella cochlearis</i>	3,08	0,15	3,95
<i>Lecane lunaris</i>	1,54	0,08	0,79
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	81,54	4,16	26,83
<i>Polyarthra major</i>	10,77	1,40	8,68
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	-	1,58
<i>Synchaeta stylata</i>	1,54	0,16	1,58
<i>Trichocerca cylindrica</i>	-	-	0,39
<b>OTROS</b>			
<i>Turbelario</i>	-	-	0,79
<b>Total Cladóceros</b>	65,38	82,23	38,86
<b>Total Copépodos</b>	13,85	11,08	7,09
<b>Total Rotíferos</b>	121,54	23,26	53,26
<b>Total Otros</b>	-	-	0,79
<b>Total</b>	200,77	116,57	100

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 4 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 4.** 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 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

**Tabla 5.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Oliana.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	16,10	Mesotrófico
CLOROFILA a	8,55	Eutrófico
DISCO SECCHI	3,00	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	7967	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>2,75</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de clorofila a clasifica el embalse en rangos de eutrofia. Los resultados obtenidos según la transparencia (DS), la densidad algal y el fósforo total (PT) lo clasifican como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de OLIANA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 6.** 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 <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 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 7:

**Tabla 7.** 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 8 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 8.** Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Oliana.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	7967	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	8,55	Deficiente
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	2,67	Deficiente
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,76	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,92	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,46	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,6	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,52	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3,0</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,00	Moderado
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	4,11	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	16,10	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>3,0</b>	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 9.** Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	$VR_t$	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2	9,5	0,21
			Biovolumen $mm^3/L$	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a $mg/m^3$	2,6	6	0,43
			Biovolumen $mm^3/L$	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72



**Tabla 10.** Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCET				
			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 11:

**Tabla 11.** 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 12 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 12.** 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 <i>a</i> (µg/L)	8,55	0,30	0,42	No alcanza
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	2,67	0,28	0,47	Bueno
			<b>Media</b>			<b>0,45</b>	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,17	1,001	1,02	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	2,81	0,97	0,97	Bueno
			<b>Media</b>			<b>0,99</b>	
<b>Media global</b>						<b>0,72</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>					<b>0,72</b>		<b>BUENO</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,00			Moderado	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	4,11			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	16,10			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,0</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 del embalse hacia la presa



**Figura 8:** Punto de acceso al embalse