



---

**INFORME FINAL DEL EMBALSE DE OLIANA**  
**AÑO 2009**

---



**UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA**  
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8  
28460 LOS MOLINOS (MADRID)  
CIF: G-84535319

**CONSULTOR:**  
**UTE RED BIOLÓGICA EBRO**

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8  
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: [consultoria@ica1.e.telefonica.net](mailto:consultoria@ica1.e.telefonica.net)

**DICIEMBRE 2009**

## ÍNDICE

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>2</b>
2.1.  Ámbito geológico y geográfico	2
2.2.  Características morfológicas e hidrológicas	2
2.3.  Usos del agua	4
2.4.  Registro de zonas protegidas	4
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>5</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>6</b>
4.1.  Características físico-químicas de las aguas	6
4.2.  Hidroquímica del embalse	8
4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4.  Zooplancton	10
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>11</b>
<b><u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>12</b>

### ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Oliana durante los muestreos de 2009 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 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

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 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 obitolas; 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 el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

**CUADRO 1**  
 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE OLIANA

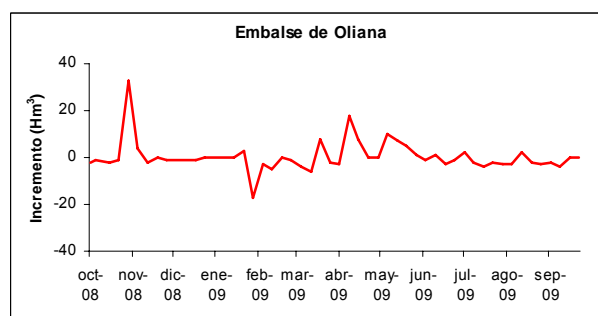
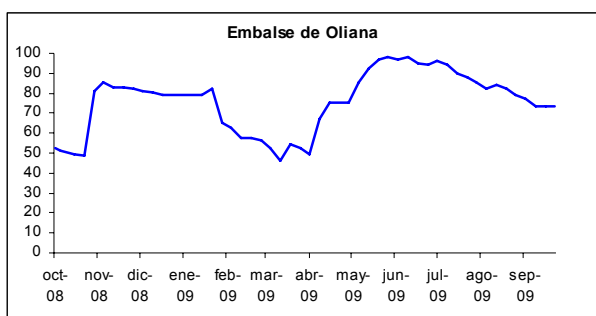
Superficie de la cuenca	2675 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	101,10 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	78,38 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	1013 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	443 ha
Cota máximo embalse normal	518,30 msnm

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 18,13 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Oliana para el año hidrológico 2008-2009 fue de 1,8 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del porcentaje de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2008-2009, así como los incrementos semanales en Hm<sup>3</sup>.

**GRÁFICO 1**  
 VOLUMEN EMBALSADO (%) E INCREMENTOS SEMANALES (Hm<sup>3</sup>) DURANTE EL AÑO  
 HIDROLÓGICO 2008-2009



### **2.3. Usos del agua**

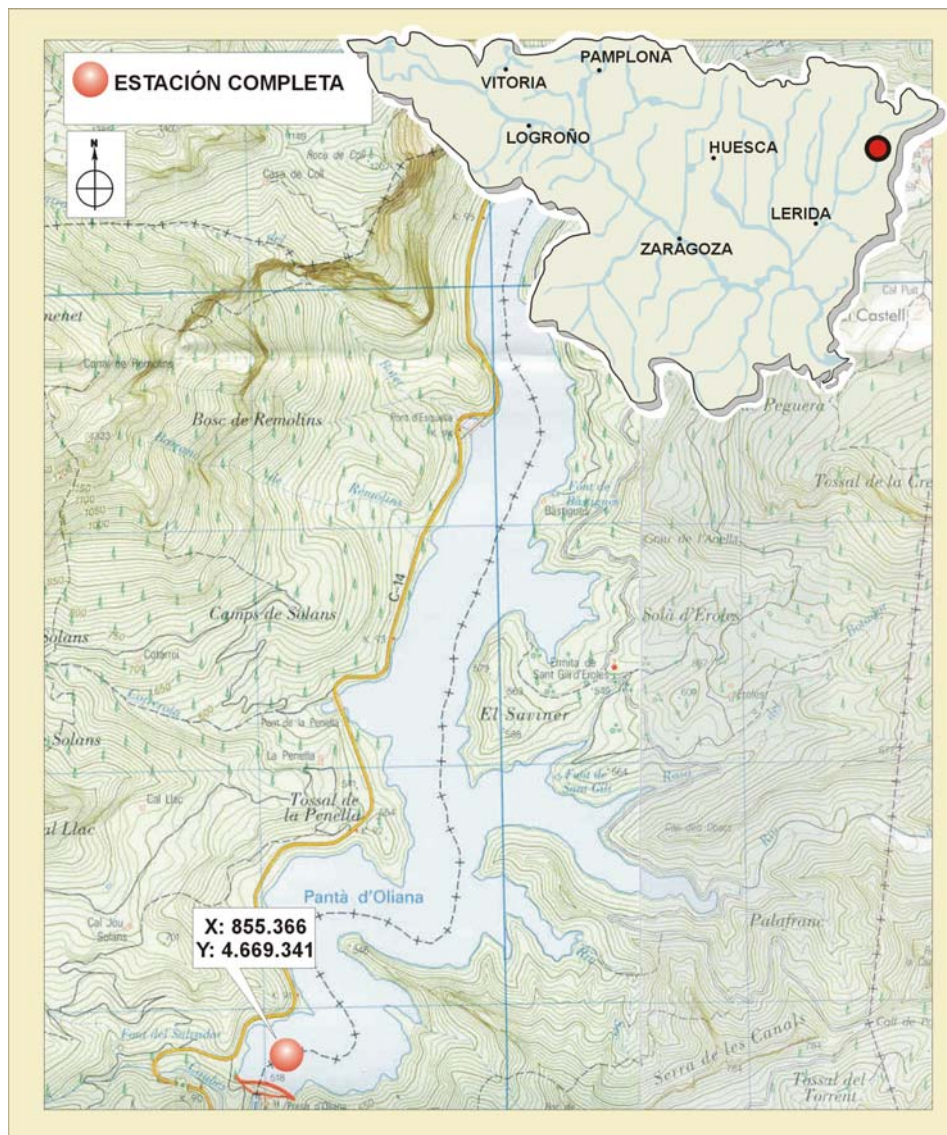
Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, a través del Canal Principal de Urgell, y al aprovechamiento hidroeléctrico. También se utiliza con fines recreativos (baño, navegación (sin restricciones para el remo, con limitaciones para la vela, y el motor) y la pesca), aunque las escarpadas 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 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 24 de Junio de 2009, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.



**Figura 1.** Localización de la estación de muestreo en el embalse.

## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

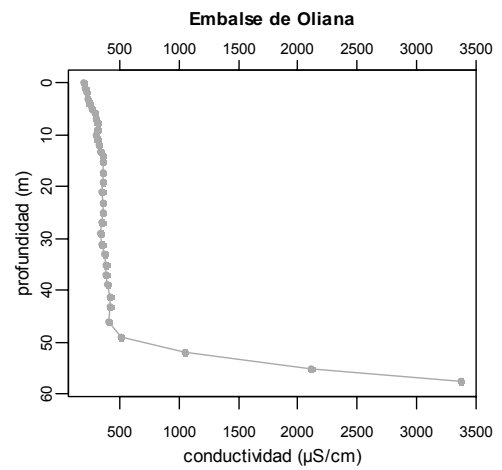
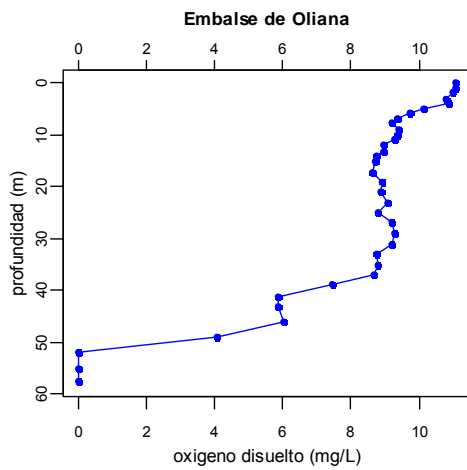
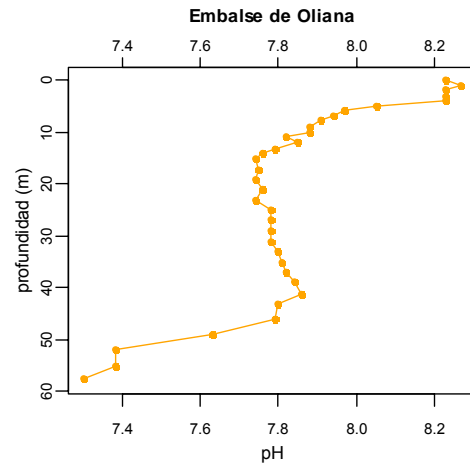
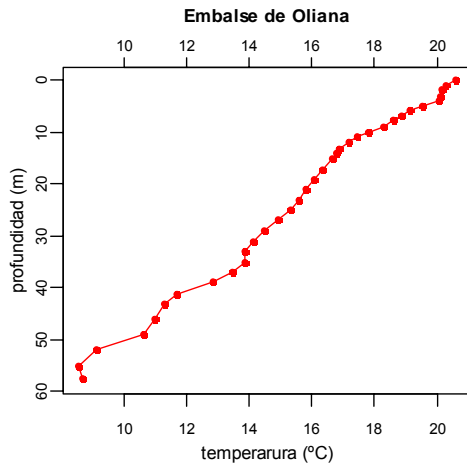
### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 8,64 °C – en el fondo- y los 20,61 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2009) no existe termoclina.
- El pH del agua en la superficie es de 8,23. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,3. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético estival y el mínimo hipolimnético respectivamente.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) de 7,25 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 18,13 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 2,09 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,11 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L) a profundidades superiores a 51 metros.
- La conductividad del agua en superficie es de 197 µS/cm y en el fondo 3380 µS/cm.



**GRÁFICO 2**  
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE OLIANA



#### 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2009 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 22,55 g P/L.
- La concentración de P soluble fue de 7,69 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,64 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,39 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH<sub>4</sub>) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,59 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,4 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 6 Chlorophyta
- 6 Bacillariophyceae
- 3 Cryptophyta
- 1 Cyanobacteria
- 1 Euglenophyta
- 1 Dynophita

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de cianobacteria (52%) y clorófitas (35%). Entre las especies más abundantes, encontramos la cianobacteria *Anabaena circularis* (G.S. West) Müller, con un 51,8% de la densidad total. En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan los Clorófitos, con un 71%. El clorófito *Pediastrum duplex Meyen* proporciona gran parte del biovolumen total (69,3%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de clorófitos y bacilariofíceas son los más representativos, con 6 especies.

La concentración de clorofila fue de 2,01 µg/L.

#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Oliana se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 Rotifera
- 2 Cladocera
- 2 Copepoda

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**).

**CUADRO 2**  
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

EMBALSE DE OLIANA		FECHA DE MUESTREO	24/06/2009
		<b>CODIGO PUNTO DE MUESTREO</b>	
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>OLI</b>	
<b>PROFUNDIDAD</b>	m	57,60	
<b>DENSIDAD TOTAL</b>	individuos/L	51	
<b>BIOMASA TOTAL</b>	µg/L	17	
<b>CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)</b>		ROTÍFERA (82%)	
individuos/L		42	
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)</b>		<i>Polyarthra dolichoptera</i> (49%)	
individuos/L		25	
<b>CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)</b>		CLADÓCERA (49%)	
µg/L		8,3	
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)</b>		<i>Daphnia longispina</i> (49%)	
µg/L		8,3	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por el rotífero *Polyarthra dolychoptera* con un 49% de la densidad total y *Daphnia longispina* con un 49% de la biomasa total. En cuanto a diversidad de especies, el grupo de rotíferos es el mejor representado, con 7 especies.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3** 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 (pág. 120).

**CUADRO 3**  
 PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P (µg/L P)	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 (µg/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

En el **Cuadro 4** 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.

**CUADRO 4**  
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE OLIANA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	22,55	Mesotrófico
CLOROFILA A	2,01	Oligotrófico
DISCO SECCHI	7,25	Ultraoligotrófico
DENSIDAD ALGAL	858	Oligotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	4	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica el embalse en rangos de mesotrofia. La concentración de clorofila a y la densidad algal indican un estado de oligotrofia. Los resultados obtenidos según la transparencia (DS) lo clasifican como ultraoligotrófico. El estado trófico final para el embalse de OLIANA se ha propuesto como **OLIGOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 157).

**CUADRO 5**  
 PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Indicador	Elementos	Parámetros	Óptimo	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>			4, 2 -5	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	1-1, 8
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>			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton y zooplancton.

(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 estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** 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.

**CUADRO 6**  
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE OLIANA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	858	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	2,01	Bueno
		Biovolumen algal(mm <sup>3</sup> /L)	0,64	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,35	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,99	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	3,26	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,7	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			3,0	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	7,25	Óptimo
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/LO <sub>2</sub> )	8,12	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	22,5	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			4,3	<b>MPE</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 el **Cuadro 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 163).

**CUADRO 7**

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*).

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 Catalan (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 Catalan (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 Catalan (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 Catalan (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 Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72



En el **Cuadro 8** 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 estado fisicoquímico.

**CUADRO 8**  
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE<sub>norm</sub>*) DEL EMBALSE DE OLIANA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	2,01	Óptimo
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,64	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	17,25	No Alcanza
		Porcentaje de cianobacterias	51,79	No Alcanza
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			2,0	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	7,25	Óptimo
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	8,12	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	22,5	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			4,3	<b>MPE</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>			<b>MODERADO</b>	

---

**ANEXO I**  
**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

---



**Foto 1:** Vista general del embalse



**Foto 2:** Técnico de campo realizando muestreos



**Foto 3:** Panorámica del embalse



**Foto 4:** Presa del embalse de Oliana