

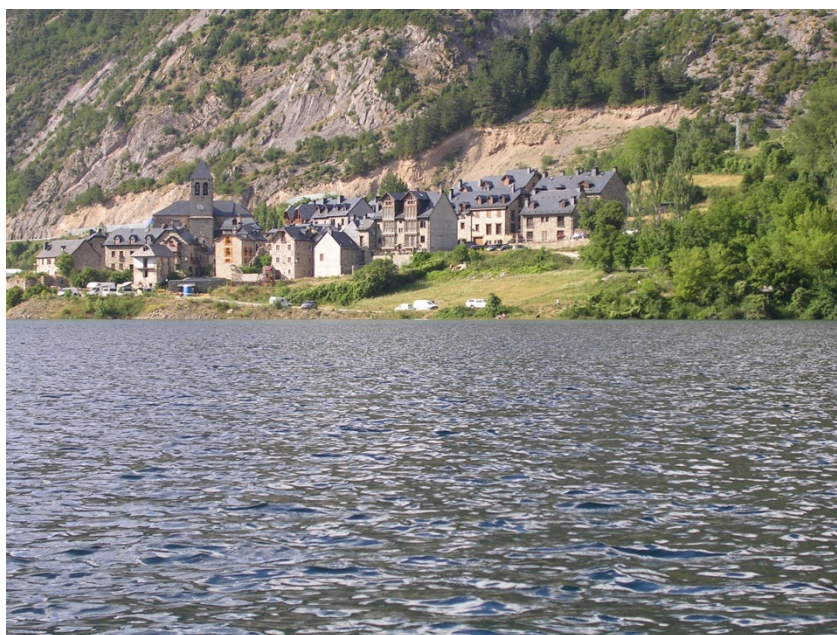
---

## RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

### DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

#### INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LANUZA

---





---

## RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

### 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:**

70.590,38 €

**CONTENIDO:**

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LANUZA

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2015

**FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Lanuza y el acceso junto al pueblo desde el punto de toma de muestras.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Red de seguimiento de masas de agua muy modificadas 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>6</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>18</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>19</b>
<b>6. DIAGNOSTICO 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 2014-2015. ....	9
<b>Figura 2.</b> Localización de la estación de muestreo en el embalse. ....	10
<b>Figura 3.</b> Perfil vertical de la temperatura y pH .....	11
<b>Figura 4.</b> Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto .....	12
<b>Figura 5.</b> Perfil vertical de la conductividad .....	13
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> .....	16
<b>Figura 7.</b> Fotografía de la presa del embalse.....	27
<b>Figura 8.</b> Fotografía de la cola del embalse .....	27

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Lanuza.....	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.....	18
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 6.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	20
<b>Tabla 7.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Lanuza. ....	20
<b>Tabla 8.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	21
<b>Tabla 9.</b> Combinación de los indicadores. ....	22
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Lanuza. ....	22
<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 (RD 817/2015). ....	23
<b>Tabla 12.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	24
<b>Tabla 13.</b> Combinación de los indicadores.....	24
<b>Tabla 14.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Lanuza.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Lanuza durante los muestreos de 2015 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 2015, correspondiente al año hidrológico 2014-2015).

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**

La cuenca vertiente al embalse de Lanuza se sitúa en los Pirineos Centrales, en el límite con Francia, ocupando la parte norte de la provincia de Huesca, situado dentro del término municipal de Sallent de Gállego. Regula las aguas del río Gállego.

El embalse de Lanuza, en términos geológicos, se encuentra situado sobre materiales del Paleozoico como son las pizarras ampelíticas. Además, se encuentran depósitos aluviales del Cuaternario. En la cuenca predominan los materiales hercínicos, los depósitos cuaternarios de la cabecera del río Gállego y los batolitos granodioríticos del macizo de Panticosa.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones de geometría alargada y regular.

La cuenca vertiente al embalse de Lanuza tiene una superficie total de 11716,31 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 16,86 hm<sup>3</sup>, que coincide con la capacidad útil. Caracterizado por una profundidad media de 17,5 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 69 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse

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

Superficie de la cuenca	117 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	16,86 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	16,86 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	209 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	114 ha
Cota máximo embalse normal	1275,50 msnm

Tipo de clasificación: 1. Monomítico, silíceo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, ubicado en un zona fría de geología silícea. En el momento del muestreo, existe termoclina entre los 4 y los 10 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 18 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, estimación muy similar a la obtenida mediante el Disco de Secchi, de 19 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Lanuza para el año hidrológico 2014-2015 fue de 0,47 meses.

En la figura 1 se presentan los valores del volumen embalsado y salida media diaria correspondientes al año hidrológico 2014-2015.



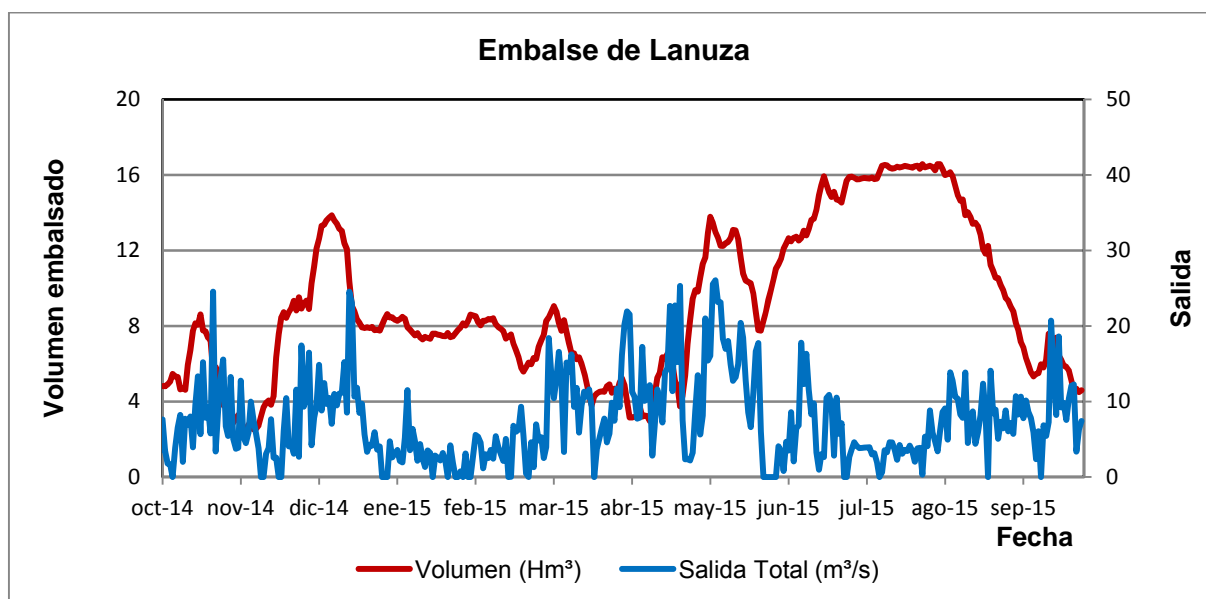


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico y a los regadíos. También está permitida la navegación (sin restricciones para remo y vela, no es apto para motor) en este embalse.

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Lanuza no 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. No obstante, destacamos que sus orillas limitan con los LICs de Foz Escarrilla-Cucuraza (ES2410031) y Monte Pacino (ES2410010).

### 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 20 de Julio de 2015, 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 fitoplancton y zooplancton.

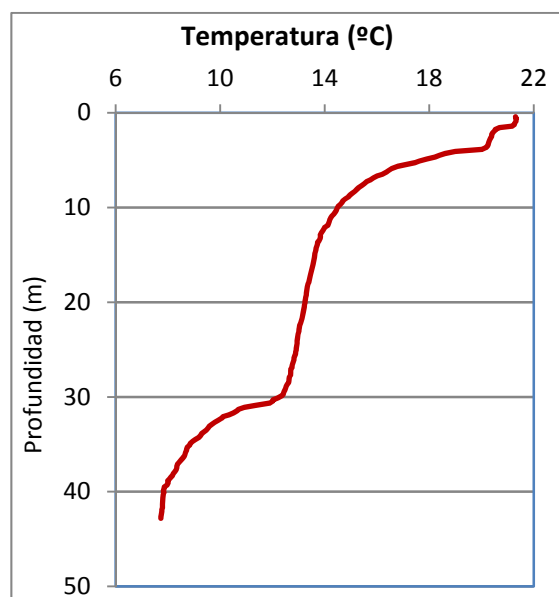


**Figura 2.** Localización de la estación de muestreo en el embalse.

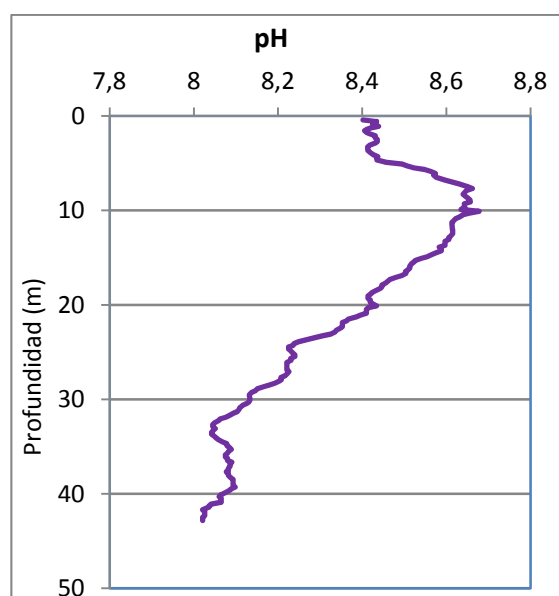
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

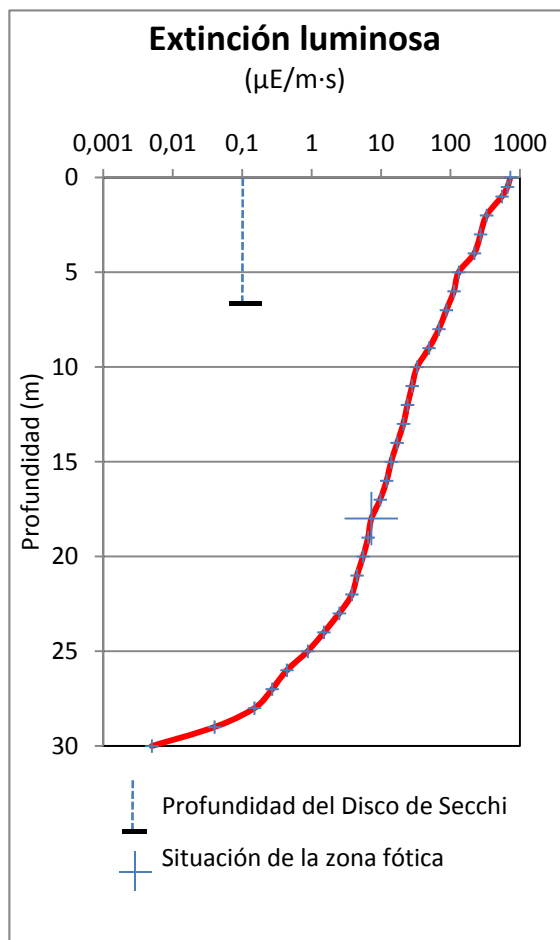


La temperatura del agua oscila entre los 7,73 °C – en el fondo- y los 21,32 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2015) existe una termoclina bien definida entre los 4 y los 10 metros de profundidad.



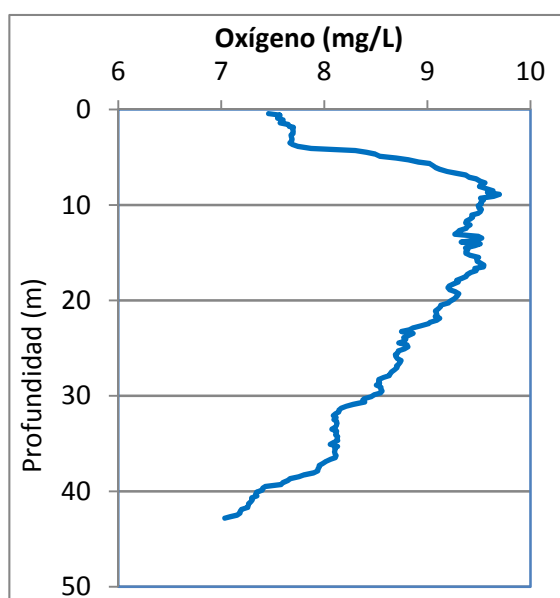
El pH del agua en superficie es 8,43, valor máximo de la columna de agua. En el fondo del embalse el valor del pH es de 8,02. El valor más alto, 8,68, se sitúa a 10 metros de profundidad.

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



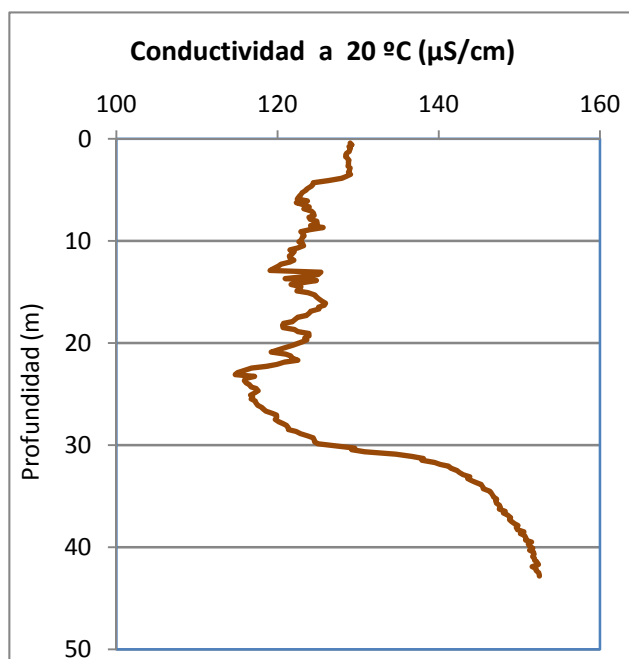
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 7,60 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 19,0 metros. El valor registrado mediante medidor de PAR ha sido de 18 metros de profundidad.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 12 m de profundidad) fue de 0,73 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el muestreo alcanzan una concentración media de 8,89 mg/L. El valor máximo es de 9,70 mg/L y se encuentra a 9 m de profundidad. 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 129  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y un valor de 152  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse. El valor mínimo se sitúa a 23 m con una conductividad de 114  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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

## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2015 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 9,15 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 1,46 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,15 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 (NH<sub>4</sub>) resultó ser de 0,030 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 1,91 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,25 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 20 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	5
CHRYSOPHYCEAE	4
CHLOROPHYTA	3
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	1
EUGLENOPHYCEAE	1

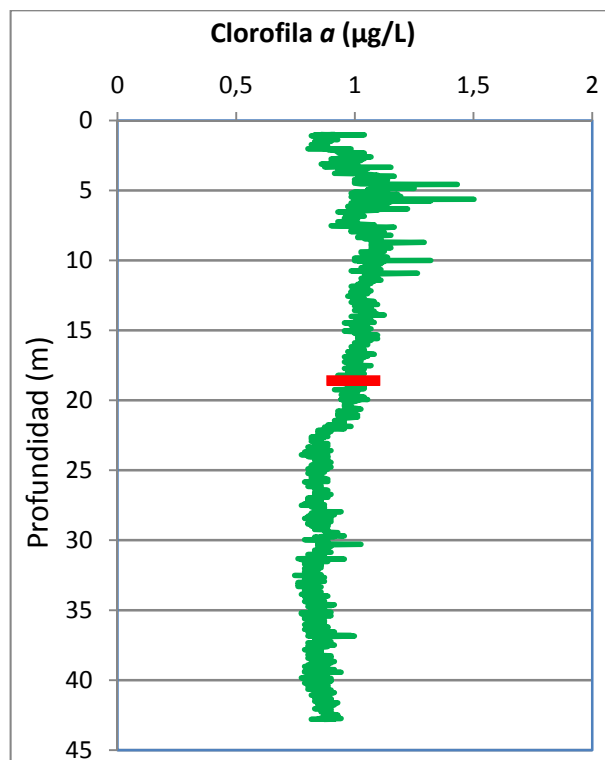
La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2:

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
<b>Nº CÉLULAS TOTALES</b>	nº cél./ml	806
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	µm <sup>3</sup> /ml	175364
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		2,35
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cryptophyceae
<b>Nº células/ml</b>		547
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
<b>Nº células/ml</b>		417
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Cryptophyceae
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		121119
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
<b>µm<sup>3</sup>/ml</b>		56323

\* Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

La concentración de clorofila fue de 0,95 µg/L en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja).



**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.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	9	7.454	1
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	2	1.764	3
CYMBMINU0	<i>Cymbella minuta</i>			1
FRAGCAPU0	<i>Fragilaria capucina</i>			2
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	6	1.985	1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	0,3	74	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)	2	6.812	1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	136	4.353	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	15	2.634	3
KEPHRUBR0	<i>Kephyrion rubri-claustri</i>	5	253	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	67	22.849	3
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)			2
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	3	452	
KIRCCORN0	<i>Kirchneriella cornuta</i>	3	59	
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>			2
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	10	1.810	1
	<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>			
GONABREB0	<i>Gonatozygon brebissonii</i>			1
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPEROS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	19	45.162	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	24	13.634	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	1	1.756	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	1	591	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	417	56.323	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	84	3.653	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>			1
GYMNHELV0	<i>Gymnodinium</i> sp.	1	960	
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGILO0	<i>Euglena agilis</i>	1	2.787	
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>19</b>	<b>18.088</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>223</b>	<b>30.089</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>15</b>	<b>2.322</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>547</b>	<b>121.119</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>1</b>	<b>960</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>1</b>	<b>2.787</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>806</b>	<b>175.364</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 Lanuza se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 3 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	10,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	742,31
BIOMASA TOTAL	µg/L	135,98
Diversidad Shannon-Wiener		1,51
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		703,08
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Keratella cochlearis</i>
individuos/L		558,46
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		65,77
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i>
µg/L		46,77
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 2,79 %	COPÉPODOS: 4,62 %	ROTÍFEROS: 92,59 %

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.

<b>CÓDIGO</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>ABUNDANCIA</b>	<b>BIOMASA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,19	0,25	1,11
CHYDSPHA0	<i>Chydorus sphaericus</i>	0,19	0,29	0,03
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	6,15	18,46	0,55
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	12,31	46,77	1,11
	<b>COPÉPODOS</b>			
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	0,19	0,48	0,03
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	6,35	8,12	0,72
CYCLOPFAM	Ciclópido	13,85	3,46	3,87
	<b>ROTÍFEROS</b>			
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	558,46	27,92	77,39
PLOEHUDS0	<i>Ploesoma hudsoni</i>	12,31	11,08	2,76
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	56,92	2,90	6,63
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	32,31	4,20	1,66
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	3,08	0,15	1,11
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	33,85	11,25	2,76
SYNCSTYL0	<i>Synchaeta stylata</i>	6,15	0,65	0,28
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>18,85</b>	<b>65,77</b>	<b>2,79</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>20,38</b>	<b>12,06</b>	<b>4,62</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>703,08</b>	<b>58,16</b>	<b>92,59</b>
	<b>Total</b>	<b>742,31</b>	<b>135,98</b>	<b>100</b>

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6 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 6.** Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ( $\mu\text{g P/L}$ )	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
<b>VALOR PROMEDIO FINAL</b>	<b>&gt; 4,2</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</b>

En la tabla 7 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

**Tabla 7.** Diagnóstico del estado trófico del embalse de Lanuza.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	9,15	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	0,95	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	7,60	Ultraoligotrófico
DENSIDAD ALGAL	806	Oligotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	<b>3,75</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a dos de los criterios seleccionados, fósforo total (PT) y densidad algal, clasifican al embalse como oligotrófico. Mientras que el resto, clorofila *a* y transparencia (DS) lo clasifican como ultraoligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LANUZA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNOSTICO 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	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>&gt;3,4</b>	<b>2,6 - 3,4</b>	<b>1,8 - 2,6</b>	<b>&lt; 1,8</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>&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 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 9.

**Tabla 9.** 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 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 Lanuza.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	806	Bueno o superior
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	0,95	Bueno o superior
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	0,18	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,04	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,36	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,27	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,83	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	8,12	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>3</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	7,60	Muy bueno
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	7,84	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	9,15	Bueno
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>2</b>	<b>BUENO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>

## b) Aproximación normativa (PEnorm)

Se han considerando 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 (RD 817/2015).

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 RECT 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>&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 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 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 Lanuza.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0,95	2,10	1,56	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,18	2,05	1,52	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,54</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,32	0,999	0,99	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>1,00</b>
<b>Media global</b>						<b>1,27</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>4</b>			<b>BUENO o SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	7,60			Muy bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,84			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	9,15			Bueno	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>2</b>		<b>BUENO</b>	
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>BUENO o SUPERIOR</b>			

## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



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



**Figura 8.** Vista de la cola del embalse