

---

# 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 BARASONA

---



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 BARASONA.

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2012

**FECHA ENTREGA:**

DICIEMBRE 2012

**FOTO PORTADA:**

Vista de la cerrada del embalse de Barasona desde el punto de acceso al 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. <b>Ámbito geológico y geográfico</b>	<b>5</b>
2.2. <b>Características morfométricas e hidrológicas</b>	<b>6</b>
2.3. <b>Usos del agua</b>	<b>6</b>
2.4. <b>Registro de zonas protegidas</b>	<b>7</b>
<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. <b>Características fisicoquímicas de las aguas</b>	<b>9</b>
4.2. <b>Hidroquímica del embalse</b>	<b>12</b>
4.3. <b>Fitoplancton y concentración de clorofila</b>	<b>13</b>
4.4. <b>Zooplancton</b>	<b>17</b>
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>19</b>
<b><u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>20</b>

### ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 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.....	26
<b>Figura 8.</b> Panorámica del embalse.....	26

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Barasona .....	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.....	19
<b>Tabla 5.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Barasona.....	19
<b>Tabla 6.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	20
<b>Tabla 7.</b> Combinación de los indicadores.....	21
<b>Tabla 8.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Barasona.....	21
<b>Tabla 9.</b> Valores de referencia propios del tipo (VR <sub>i</sub> ) 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). .....	22
<b>Tabla 10.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.....	23
<b>Tabla 11.</b> Combinación de los indicadores.....	23
<b>Tabla 12.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( <i>PE<sub>norm</sub></i> ) del embalse de Barasona.....	24

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Barasona (Joaquín Costa) durante la campaña de muestreo del verano 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 ágil y rápida consulta del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano del 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 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 Barasona se encuentra encajado en la formación geológica denominada “Depresión media”, al sur de la cuenca del río Ésera. Está constituida por materiales terciarios relativamente blandos que dan lugar a una monótona serie de conglomerados, areniscas y margas.

El embalse de Barasona se sitúa dentro del término municipal de Graus, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Ésera.

## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de gran superficie y de geometría alargada.

La cuenca vertiente al embalse de Barasona tiene una superficie total de 151.459,69 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 92,20 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 13,3 m, mientras que la profundidad máxima es de 59,50 m. En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

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

Superficie de la cuenca	1514 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	92,20 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	91,70 hm <sup>3</sup>
Aportación media anual	845 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	692,70 ha
Cota máximo embalse normal	448,37 msnm

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

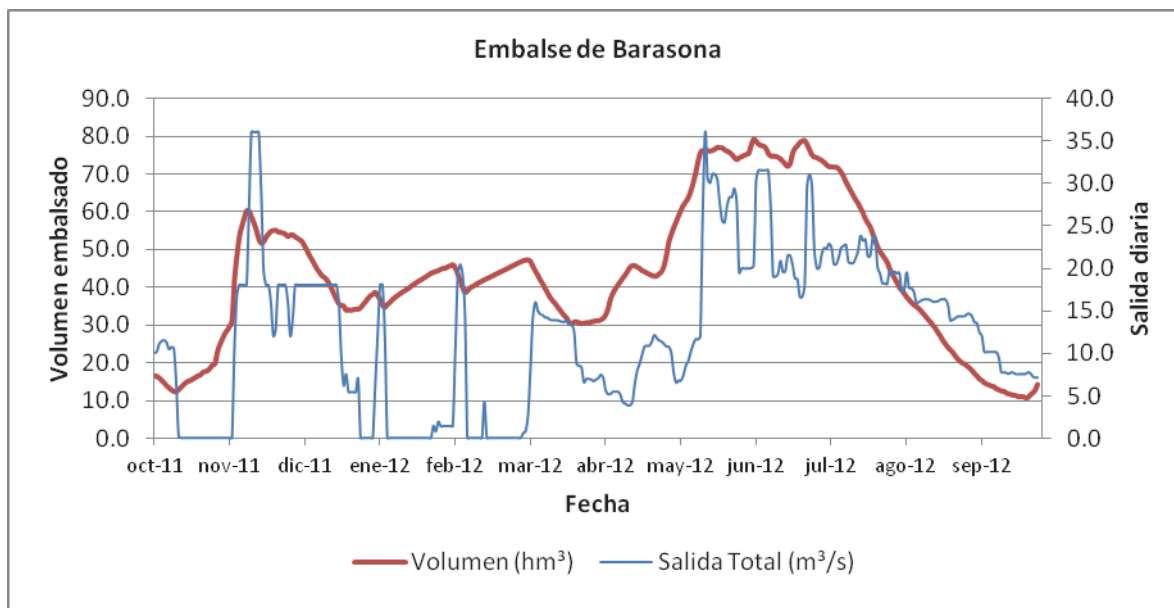
Se trata de un embalse monomítico. La termoclina, en el momento del muestreo, se sitúa entre los 5,7 y los 9 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra en torno a los 12 metros de profundidad determinada con el medidor fotoeléctrico, pues con el Disco de Secchi el valor estimado era de 13,75 m.

El tiempo de permanencia hidráulica media en el embalse de Barasona para el año hidrológico 2011-2012 fue de 1,37 meses.

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

## 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. Los usos recreativo y deportivo también son significativos, permitiéndose la navegación en este embalse (sin restricciones para remo, vela y motor).



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

#### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Barasona forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en las categorías de: zonas de uso recreativo (zona de baño: Puebla de Castro), zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2410071 “Congosto de Olvena”).

### 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 13 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.



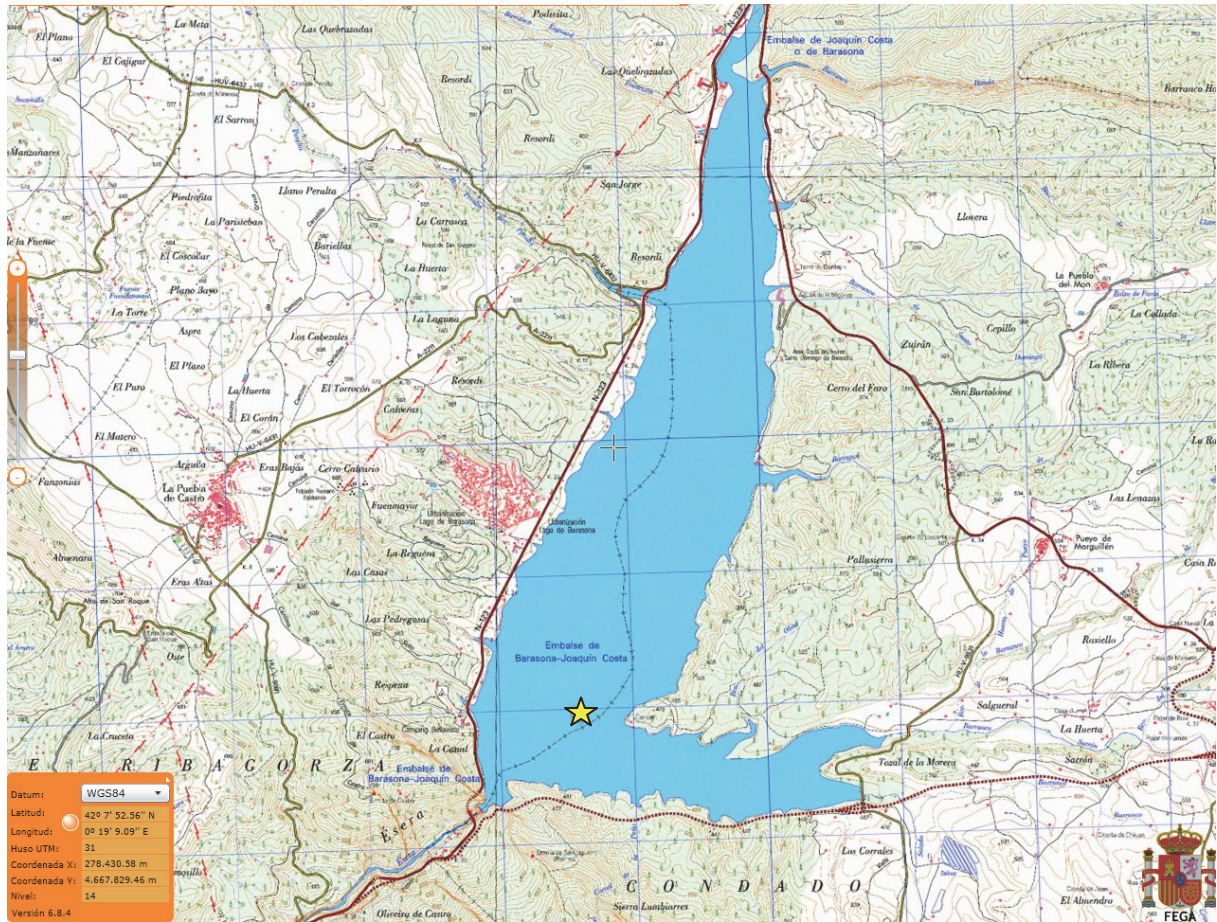


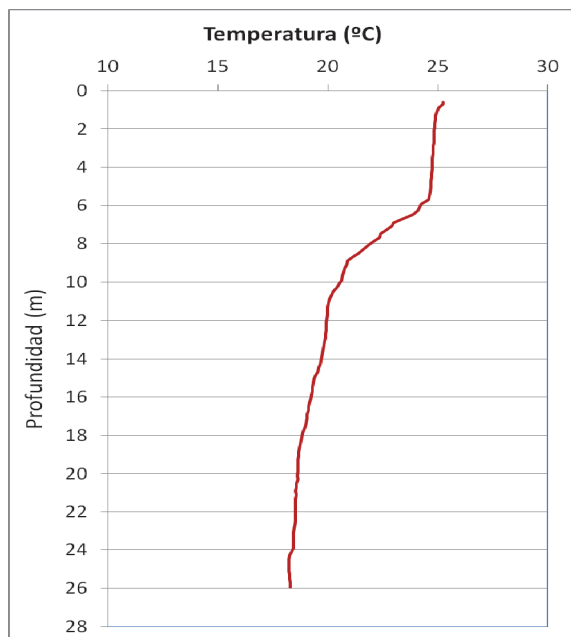
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse



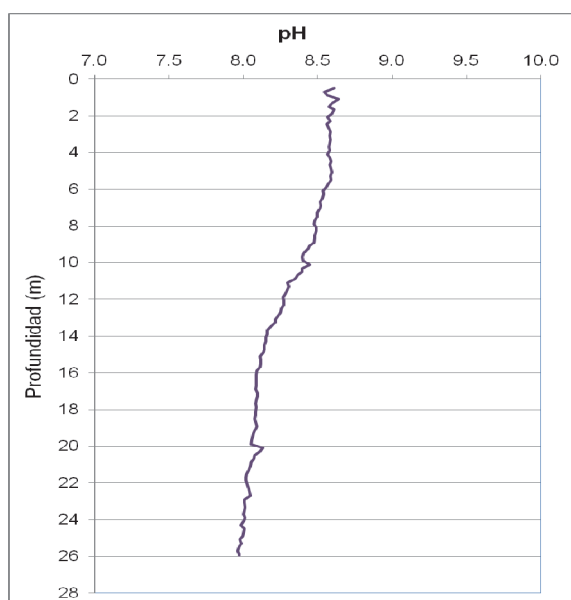
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

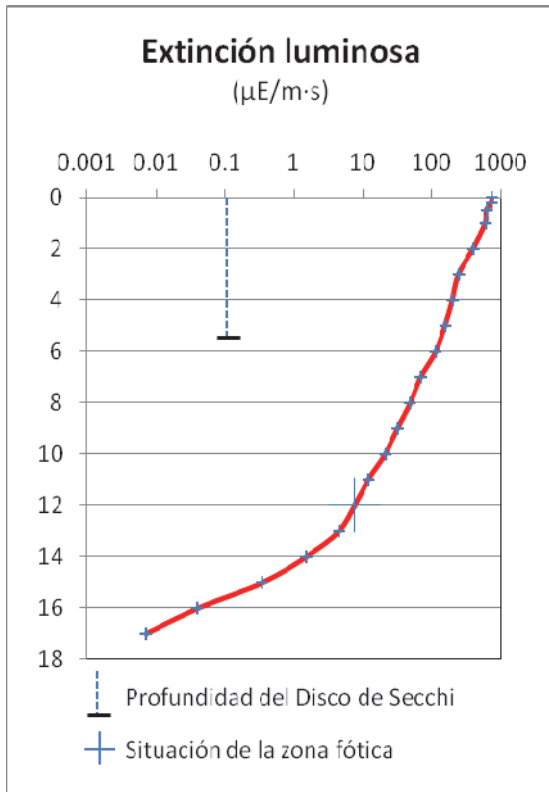


La temperatura del agua oscila entre los 18,23 °C – en el fondo- y los 25,25 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo existe una termoclina entre los 5,7 y los 9 m de profundidad.



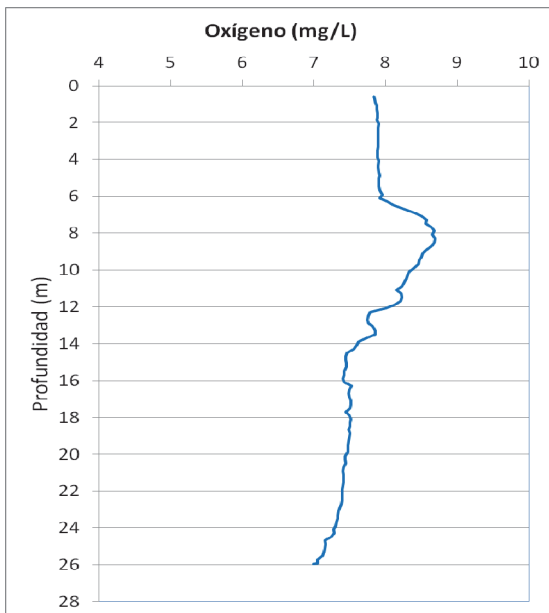
El pH del agua en superficie es de 8,61 (máximo epilimnético estival). En el fondo el pH es 7,97, mínimo hipolimnético.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



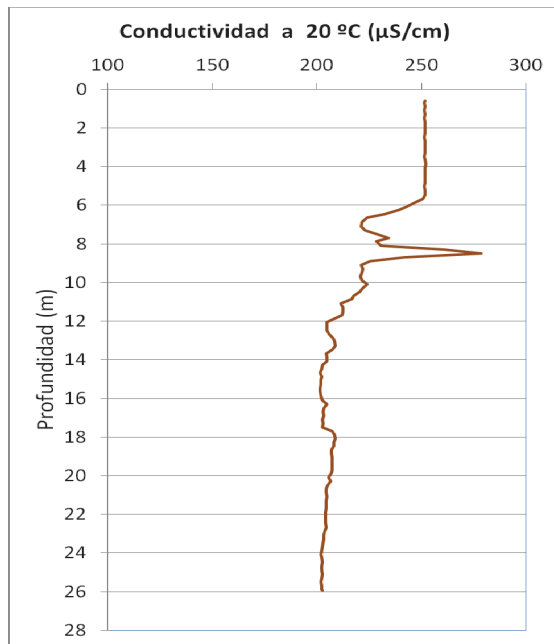
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 5,5 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 13,75 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 12 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 12 m de profundidad) fue de 2,37 NTU. La turbidez va en aumento con la profundidad, y a 16 m es de 49 NTU. El valor máximo se presenta al fondo con un valor de 159 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,89 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion es de 7,54 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ), siendo el valor máximo de 8,7 a 8 m de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 251  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 202  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo. Hay una variación de la conductividad en la columna de agua, con un ligero aumento sobre los 8,5 m, donde se registra el valor máximo, 278  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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



## 4.2. Hidroquímica del embalse

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

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 10,13 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,83 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,32 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,22 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH<sub>4</sub>) resultó ser de 0,036 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,79 mg SiO<sub>2</sub>/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,82 meq/L.

#### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

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

BACILLARIOPHYCEAE	5
CHRYSOPHYCEAE	3
SYNUROPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	1
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	2

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	215,09
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	473737
Diversidad Shannon-Wiener		3,49
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		111,74
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas)* lacustris</i>
Nº células/ml		44,69
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		379869
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		366548

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



La concentración de clorofila *a* fue de 1,47 µg/L para la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura con una línea roja. El perfil realizado con el fluorímetro muestra un valor máximo a 11 m.

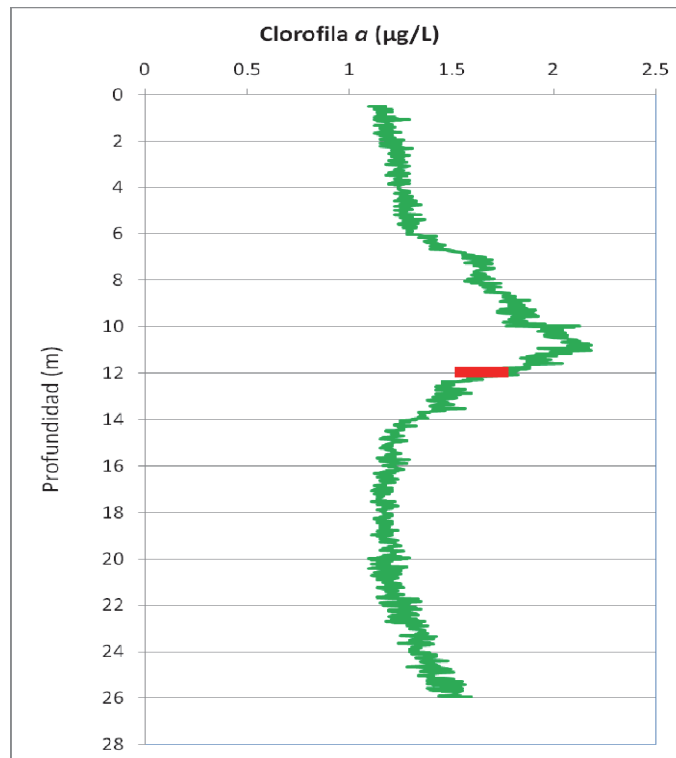


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila *a*

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 del listado siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<b>BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/</b>			
<i>Cyclotella delicatula</i>	16,76	1579,62	-
<i>Cyclotella radiosa</i>	2,79	614,30	-
<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i> )	2,79	526,54	-
<i>Encyonema minutum</i> (=Cymbella <i>minuta</i> )	2,79	1447,99	1
<i>Epithemia argus</i>	2,79	1474,32	1
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	-	-	1
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Dinobryon bavaricum</i>	5,59	2211,47	1
<i>Dinobryon sertularia</i>	33,52	13624,26	4
<i>Kephyrion ovale</i>	5,59	184,29	-
<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis <i>oviformis</i> )	11,17	4212,33	1
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Monoraphidium dybowskii</i>	5,59	184,29	1
<i>Pandorina morum</i>	-	-	1
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Chilomonas</i> sp.	5,59	1310,50	-
<i>Cryptomonas erosa</i>	2,79	8600,17	-
<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	11,17	39315,08	1
<i>Cryptomonas ovata</i>	5,59	8845,89	-
<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	44,69	5897,26	-
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i> )	41,90	3839,36	-
<b>DINOPHYCEAE</b>			
<i>Ceratium hirundinella</i>	8,38	366548,43	3

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	
<i>Peridinium umbonatum</i>	5,59	13321,50	1
<i>Peridinium umbonatum var. deflandrei</i>	-	-	1
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
<i>Strombomonas fluviatilis</i>	-	-	1
<b>TOTAL BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>27,93</b>	<b>5642,77</b>	
<b>TOTAL CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>44,69</b>	<b>16020,02</b>	
<b>TOTAL SYNUROPHYCEAE</b>	<b>11,17</b>	<b>4212,33</b>	
<b>TOTAL CHLOROPHYTA</b>	<b>5,59</b>	<b>184,29</b>	
<b>TOTAL CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>111,74</b>	<b>67808,28</b>	
<b>TOTAL DINOPHYCEAE</b>	<b>13,97</b>	<b>379869,93</b>	
<b>TOTAL ALGAS</b>	<b>215,09</b>	<b>473737,62</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 Barasona se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 6 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro:

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD ZOOPLANCTON	m	13,0
DENSIDAD TOTAL	Individuos/L	68,08
BIOMASA TOTAL	µg/L	16,50
Diversidad Shannon-Wiener		2,23
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		55,77
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		32,31
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		7,29
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		3,50
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 25 m
CLADÓCEROS: 28,37 %	COPÉPODOS: 10,64 %	ROTÍFEROS: 60,99 %

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 siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
<b>CLADÓCEROS</b>			
<i>Bosmina longirostris</i>	2,69	3,50	25,53
<i>Daphnia longispina</i>	0,19	0,73	2,84
<b>COPÉPODOS</b>			
<i>Cyclops vicinus</i>	0,58	0,79	1,77
<i>Macrocyclops albidus</i>	3,08	5,12	3,19
Ciclópido	5,77	1,38	5,67
<b>ROTÍFEROS</b>			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	2,84
<i>Asplanchna priodonta</i>	1,15	0,87	4,26
<i>Collotheca</i> sp.	-	-	2,84
<i>Keratella cochlearis</i>	0,38	0,02	0,71
<i>Ploesoma truncatum</i>	-	-	1,42
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	32,31	1,65	11,35
<i>Polyarthra major</i>	16,92	2,20	35,46
<i>Synchaeta oblonga</i>	4,62	0,23	1,42
<i>Synchaeta grandis</i>	0,38	0,02	0,71
<b>Total Cladóceros</b>	2,88	4,23	28,37
<b>Total Copépodos</b>	9,42	7,29	10,64
<b>Total Rotíferos</b>	55,77	4,98	60,99
<b>Total</b>	68,08	16,50	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 Barasona.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	10,13	Mesotrófico
CLOROFILA a	1,45	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	215	Oligotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,75</b>	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de clorofila a, la transparencia (DS) y la densidad algal, clasifican el embalse como oligotrófico. Mientras que el resultado obtenido según el fósforo total (PT), indica un estado de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de BARASONA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

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 obtendría 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 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

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 Barasona.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	215	Bueno
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,47	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,47	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,41	Máximo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,10	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,37	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	5,9	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,58	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>4,0</b>	<b>BUENO</b>
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,50	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	7,54	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	10,13	Moderado
<b>INDICADOR FÍSICOQUÍMICO</b>			<b>3,7</b>	<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PEexp</b>				<b>BUENO</b>

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

Se han considerando 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 (pág. 138).

**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 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

**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		
			<b>Máximo</b>	<b>Bueno</b>	<b>Moderado</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Malo</b>
<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
			<b>MPE</b>	<b>AS FUN</b>	<b>NO AS FUN</b>		
<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 Barasona.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,47	1,77	1,54	Máximo
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,47	1,60	1,38	Máximo
			<b>Media</b>				<b>1,46</b>
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,03	1,001	1,03	Máximo
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	1,00	1,00	Máximo
			<b>Media</b>				<b>1,02</b>
<b>Media global</b>						<b>1,24</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>				<b>1,24</b>			<b>MÁXIMO</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,50			Bueno	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	7,54			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	10,13			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>				<b>3,7</b>			<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>BUENO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 7:** Presa del embalse de Barasona



**Figura 8:** Panorámica del embalse