



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2016

---

# ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE URRÚNAGA

---



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO





---

## ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO VS. ESTADO TRÓFICO DE LOS EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO

---

### PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



### SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

### DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls 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:

89.000,00 €

### CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE URRÚNAGA

### AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

### FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



#### REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista panorámica del embalse de Urrúnaga desde el mirador de la carretera A-2620.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). Establecimiento de una metodología para el seguimiento del potencial ecológico vs. estado trófico de los embalses de la cuenca del Ebro. 212 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.



## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico.....</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas.....</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Usos del agua.....</i>	<i>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
<b>3. TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>11</b>
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas.....</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila.....</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>19</i>
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO .....</b>	<b>21</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO.....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

<b>Figura 1.</b> Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016. ....	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> Vista del embalse .....	28
<b>Figura 8.</b> Vista desde el punto de acceso. ....	28

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características morfométricas del embalse de Urrúnaga.....	8
<b>Tabla 2.</b> Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
<b>Tabla 3.</b> Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
<b>Tabla 4.</b> Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
<b>Tabla 5.</b> Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
<b>Tabla 6.</b> Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. ....	21
<b>Tabla 7.</b> Diagnóstico del estado trófico del embalse de Urrúnaga .....	21
<b>Tabla 8.</b> Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. ....	22
<b>Tabla 9.</b> Combinación de los indicadores. ....	23
<b>Tabla 10.</b> Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Urrúnaga. ....	23
<b>Tabla 11.</b> Valores de referencia propios del tipo ( $VR_t$ ) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).....	24
<b>Tabla 12.</b> Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. ....	25
<b>Tabla 13.</b> Combinación de los indicadores. ....	25
<b>Tabla 14.</b> Diagnóstico del potencial ecológico ( $PE_{norm}$ ) del embalse de Urrúnaga.....	26



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Urrúnaga durante los muestreos de 2016 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 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

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 experimental”, tras la aplicación de los indicadores biológicos, propuestos en la MEMORIA DEL ESTUDIO, y fisicoquímicos, propuestos en la Directiva Marco del Agua.
- Clasificación del “Potencial Ecológico normativo”, 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 Urrúnaga está situada en el sector oriental de la Cuenca Cantábrica, sobre un basamento mesozoico de origen marino. Las directrices tectónicas dominantes son las WNW-ESE. La cuenca del embalse se sitúa sobre la conjugación del Anticlinorio Vizcaíno con la Falla de Bilbao. Los materiales de la Era Mesozoica son areniscas de grano fino, limolitas y limos, lutitas, margas y margocalizas.

El embalse de Urrúnaga se sitúa dentro del término municipal de Villareal de Álava, en la provincia de Álava. Regula las aguas del río Santa Engracia y Urquiola.



## 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría sinuosa. La cuenca vertiente al embalse de Urrúnaga tiene una superficie total de 14261,56 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 72 hm<sup>3</sup>, siendo la capacidad útil de valor muy parecido (67 hm<sup>3</sup>). La profundidad media es de 8,2 m, mientras que la profundidad máxima es de 24,5 m.

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

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

Capacidad total N.M.N.	72 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	67 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	869 ha
Cota máximo embalse normal	546,50 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, 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, de geología calcárea y situado en zona húmeda. En el periodo estival existe termoclina entre los 6 y 11 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 9,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 7,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Urrúnaga para el año hidrológico 2015-2016 es de 5,09 meses. Este dato se ha estimado a partir del caudal de salida ecológico y las variaciones de volumen del embalse.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2015-2016.



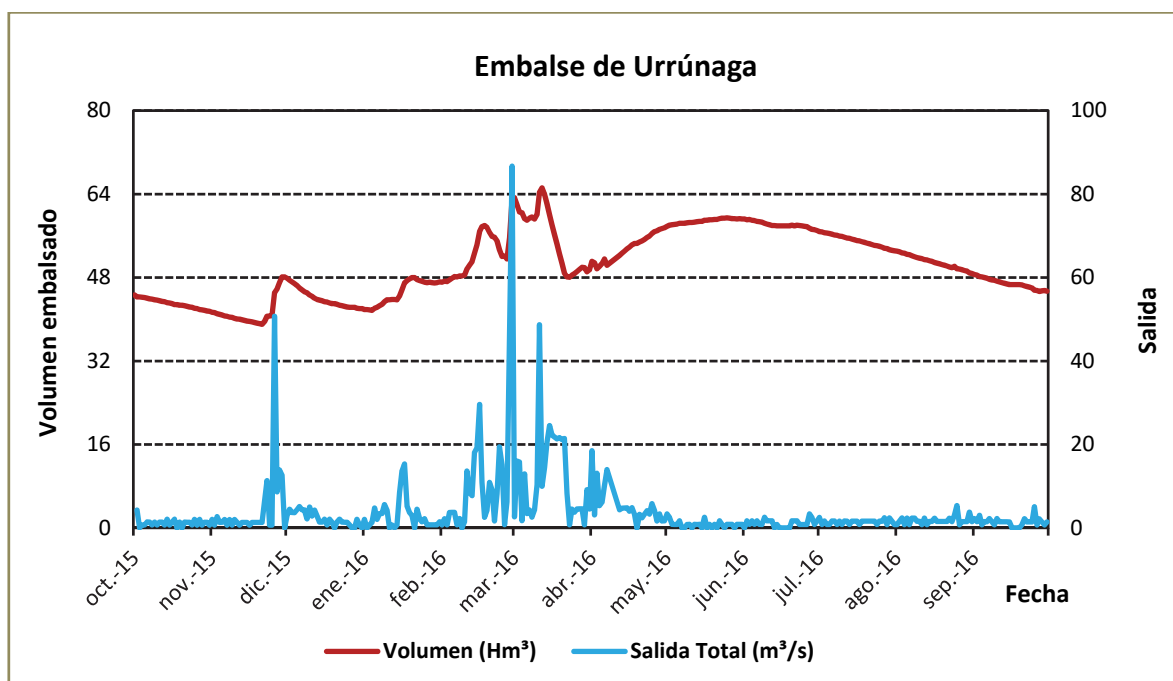


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

### 2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población, al aprovechamiento hidroeléctrico y al uso recreativo (existe un área recreativa a lo largo del perímetro del embalse, aunque para la navegación hay restricciones, ya que este embalse está protegido).

### 2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Urrúnaga 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 a nutrientes bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zona de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2110011 "Zadorra sistemako urtegiak / embalses del sistema del Zadorra).

### 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 12 de Julio de 2016, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos 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.

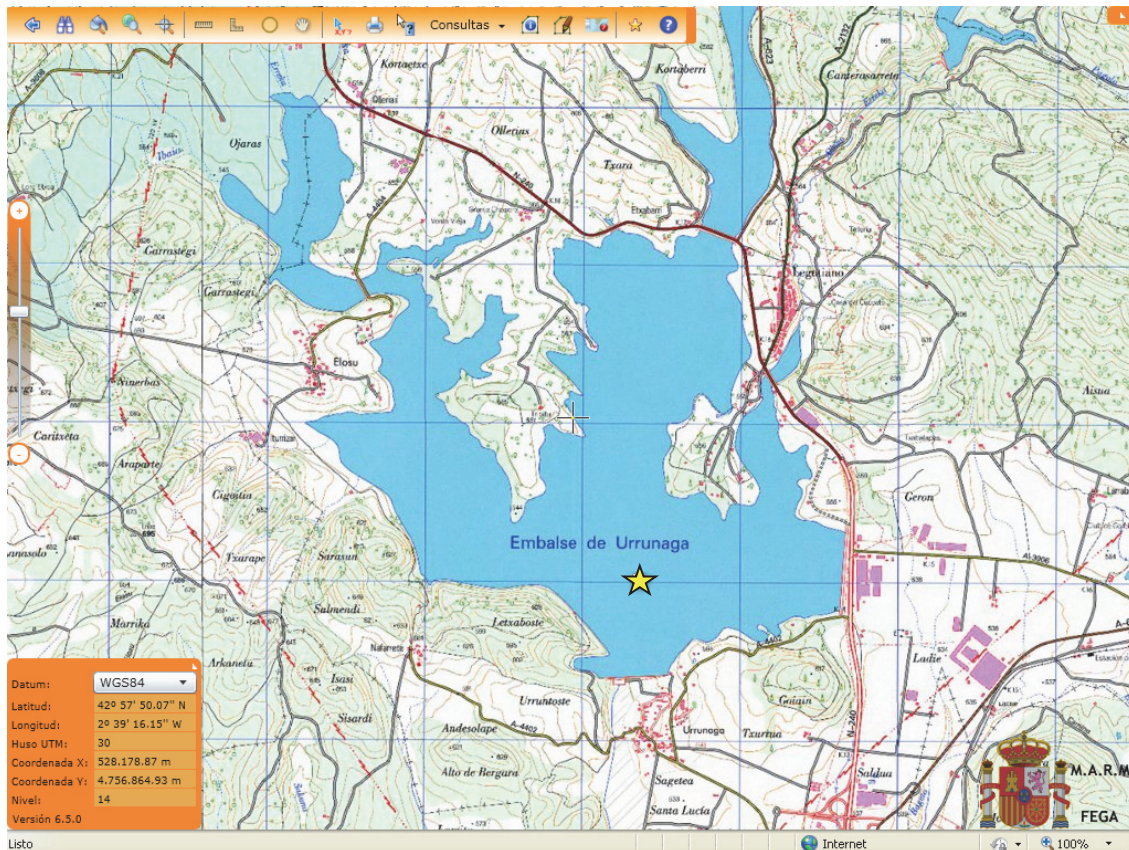
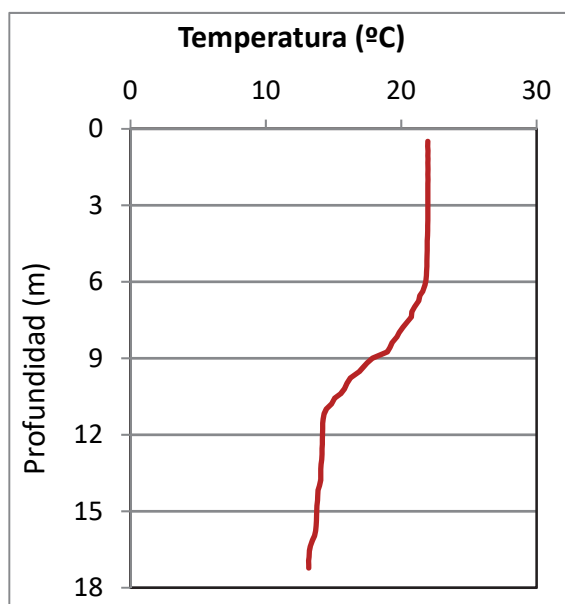


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

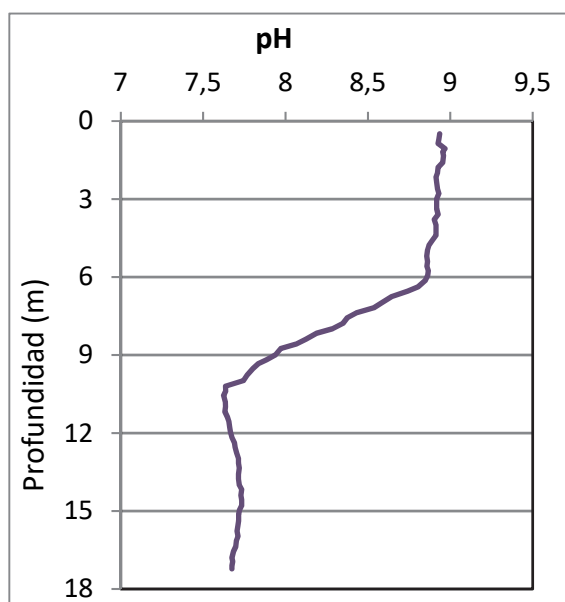
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

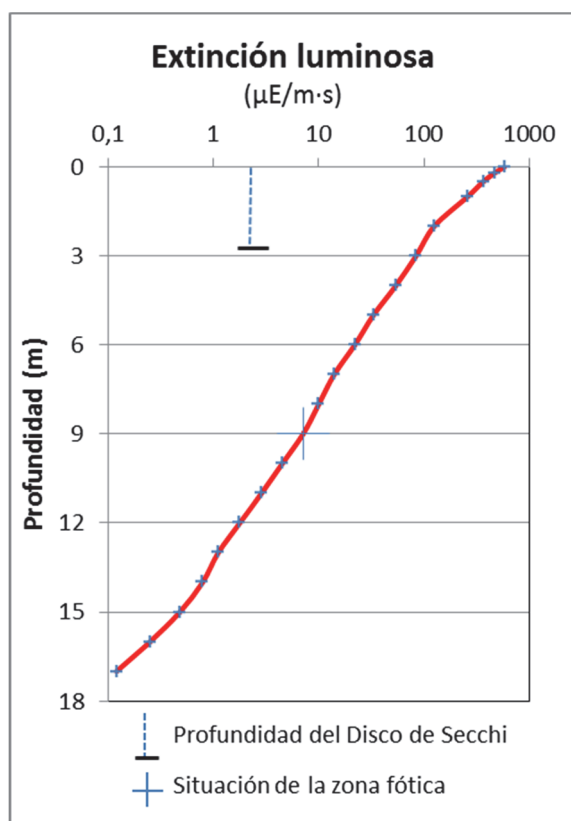


La temperatura del agua oscila entre los 13,16 °C – en el fondo- y los 21,96 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2016) la termoclina se sitúa entre los 6 – 11 metros de profundidad.



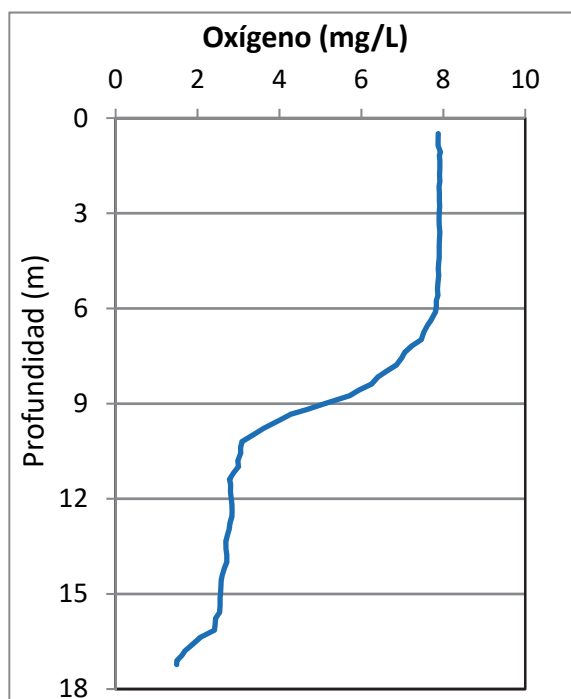
El pH del agua en superficie es 8,93, máximo epilimnético. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,67. El mínimo hipolimnético estival se sitúa a 10,2 m de profundidad, con un valor de 7,64.

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



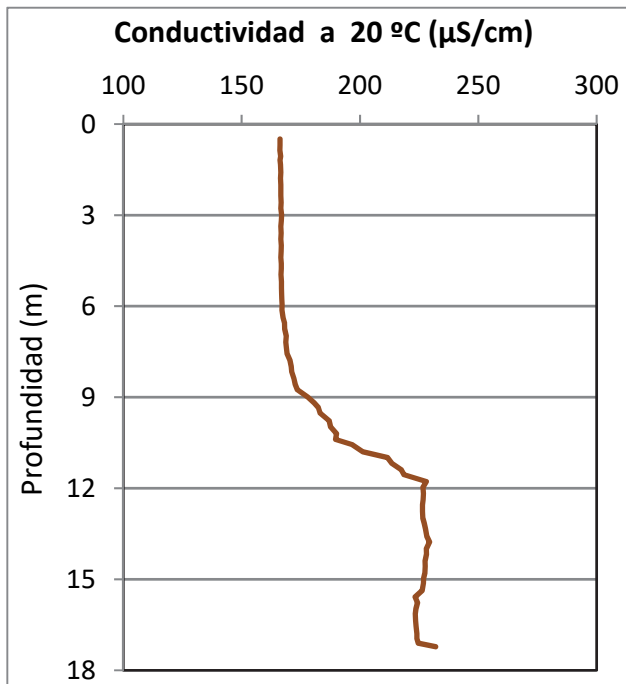
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 2,90 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 7,3 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 9,5 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 9 m de profundidad) fue de 2,58 UAF.



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 2,51 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ( $<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ ) en el último metro de profundidad.

**Figura 4.** Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 166  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 232  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo del embalse, valor máximo y mínimo del perfil.

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



## 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2016 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 13,69  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 1,65  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,60 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,56 mg N/L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser inferior al límite de detección (<0,01 mg  $\text{NH}_4/\text{L}$ ).
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,66 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,36 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 35 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSTOPHYCEAE	4
SYNUROPHYCEAE	2
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	9
CYANOBACTERIA	4
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	4
EUGLENOPHYCEAE	2

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>	<b>nº cel/ml</b>	8673,24
<b>BIOVOLUMEN TOTAL</b>	<b>µm³/ml</b>	1643022
<b>Diversidad Shannon-Wiener</b>		1,47
<b>CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		Cyanobacteria
<b>Nº células/ml</b>		7850,55
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)</b>		<i>Microcystis aeruginosa</i>
<b>Nº células/ml</b>		6738,94
<b>CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		Dinophyceae
<b>Nº células/ml</b>		711751
<b>ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)</b>		<i>Microcystis aeruginosa</i>
<b>Nº células/ml</b>		587054

La concentración de clorofila fue de 5,34 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado con una línea roja en la figura 6. Los valores más elevados del perfil determinado por fluorimetría se encuentran en los primeros 2 m de profundidad.

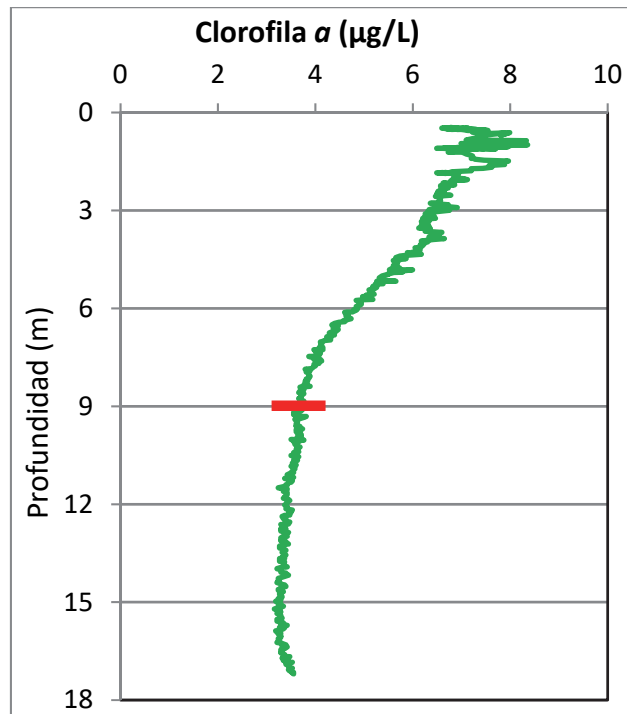


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, se muestran en 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>			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	0,66	681,91	1
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>			1
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i> )	7,09	1780,74	
	<b>BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/</b>			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	66,13	21492,18	1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (= <i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> )			1
	<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	2,36	1236,62	
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	25,98	1315,22	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	7,09	1234,46	1
KEPHLIT0	<i>Kephyrion littorale</i>	2,36	118,72	





COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
	<b>SYNUROPHYCEAE</b>			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)	16,53	42849,02	
MALLTONS0	<i>Mallomonas tonsurata</i>	2,36	5946,88	1
	<b>XANTHOPHYCEAE</b>			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	23,62	4748,64	
	<b>CHLOROPHYTA</b>			
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	103,92	3482,33	
CRUCTETR0	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	9,45	680,19	
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	9,45	98,93	
MONOKOMA0	<i>Monoraphidium komarkovae</i>	4,72	144,69	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	9,45	118,72	
SCENACUM0	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1,31	131,95	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	4,72	178,07	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			1
TROCHGEN0	<i>Trochiscia</i> sp.	4,72	3291,89	
WESTBOTR0	<i>Westella botryoides</i>	75,58	11396,73	1
	<b>CYANOBACTERIA</b>			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	393,63	206,10	
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	6738,94	587054,30	5
PSEUMUCI0	<i>Pseudanabaena mucicola</i>			1
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	708,53	13912,02	
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>	9,45	474,86	
	<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
CRYPERS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	16,53	39517,08	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	14,17	12019,99	
CRYPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	16,53	3427,92	
CRYPSTO0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (=Cryptomonas curvata)	2,36	8347,21	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.			1
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	94,47	7213,64	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplantica)	188,94	7386,77	
	<b>DINOPHYCEAE</b>			
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	4,72	5342,22	
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	4,72	52235,00	1
PERIPENR0	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>	61,41	530511,73	
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>			1
WOLOCORO0	<i>Woloszynskia coronata</i>	18,89	123662,41	
	<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
EUGLAGILO	<i>Euglena agilis</i>	21,26	147745,66	1
TRACHISPO	<i>Trachelomonas hispida</i>			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm <sup>3</sup> /ml	(1 al 5)
TRACVOLV0	<i>Trachelomonas volvocina</i>	1,18	3037,77	
	<b>TOTALES BACILLARIOPHYCEAE</b>	<b>73,87</b>	<b>23954,83</b>	
	<b>TOTALES CHRYSOPHYCEAE</b>	<b>37,79</b>	<b>3905,02</b>	
	<b>TOTALES SYNUROPHYCEAE</b>	<b>18,89</b>	<b>48795,90</b>	
	<b>TOTALES XANTHOPHYCEAE</b>	<b>23,62</b>	<b>4748,64</b>	
	<b>TOTALES CHLOROPHYTA</b>	<b>223,32</b>	<b>19523,50</b>	
	<b>TOTALES CYANOBACTERIA</b>	<b>7850,55</b>	<b>601647,29</b>	
	<b>TOTALES CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>333,01</b>	<b>77912,61</b>	
	<b>TOTALES DINOPHYCEAE</b>	<b>89,75</b>	<b>711751,35</b>	
	<b>TOTALES EUGLENOPHYCEAE</b>	<b>22,44</b>	<b>150783,43</b>	
	<b>TOTALES ALGAS</b>	<b>8673,24</b>	<b>1643022,56</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 Urrúnaga se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 1 Copepoda
- 14 Rotifera
- 1 Otros

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	181,15
BIOMASA TOTAL	µg/L	35,91
Diversidad Shannon-Wiener		2,99
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		162,12
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		64,62
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		18,73
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		18,0
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 16 m
CLADÓCEROS: 14,85 %	COPÉPODOS: 3,80%	ROTÍFEROS: 58,57 %



La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en la tabla 5:

**Tabla 5.** Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	<b>CLADÓCEROS</b>			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	13,85	18,00	14,81
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,19	0,73	0,04
	<b>COPÉPODOS</b>			
ACANAMERO	<i>Acanthocyclops americanus</i>			1,14
CYCLOPFAM	Ciclópido	3,46	0,69	2,66
	<b>ROTÍFEROS</b>			
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	0,77	0,05	0,04
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	7,69	0,48	1,14
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,38	0,29	1,14
COLPELA0	<i>Collotheca pelagica</i>	4,62		4,56
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	26,15	5,23	5,70
KERACOCO0	<i>Keratella cochlearis</i>	1,54	0,08	0,38
LECALUNA0	<i>Lecane luna</i>	0,19	0,01	0,04
PLOEHUDS0	<i>Ploesoma hudsoni</i>	2,31	2,08	1,14
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	64,62	3,30	15,95
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	18,46	2,40	7,98
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	20,00	1,00	10,25
SYNCLONG0	<i>Synchaeta longipes</i>	0,77	0,26	6,84
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>	12,31	0,62	3,42
TRICPUSI0	<i>Trichocerca pusilla</i>	2,31	0,06	0,00
	<b>OTROS</b>			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	1,54	0,65	22,79
	<b>Total Cladóceros</b>	<b>14,04</b>	<b>18,73</b>	<b>14,85</b>
	<b>Total Copépodos</b>	<b>3,46</b>	<b>0,69</b>	<b>3,80</b>
	<b>Total Rotíferos</b>	<b>162,12</b>	<b>15,84</b>	<b>58,57</b>
	<b>Total Otros</b>	<b>1,54</b>	<b>0,65</b>	<b>22,79</b>
	<b>Total</b>	<b>181,15</b>	<b>35,91</b>	<b>100</b>

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 6.** Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ( $\mu\text{g P/L}$ )	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila 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>&lt; 1,8</b>	<b>1,8 – 2,6</b>	<b>2,6 – 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</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 Urrúnaga.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,69	Mesotrófico
CLOROFILA a	5,34	Mesotrófico
DISCO SECCHI	2,90	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	8673	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	<b>3,00</b>	<b>MESOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, los resultados obtenidos según todos los parámetros (densidad algal, fósforo total (PT), concentración de clorofila a y transparencia), clasifican el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de URRÚNAGA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**Tabla 8.** Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	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>&lt; 2,6</b>	<b>2,6 - 3,4</b>	<b>3,4 – 4,2</b>	<b>&gt; 4,2</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>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</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 Urrúnaga.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	8673	Moderado
		Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	5,34	Moderado
		Biovolumen algal ( $\text{mm}^3/\text{L}$ )	1,64	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,21	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,96	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	3,14	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,17	Bueno o superior
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			<b>2,71</b>	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,90	Moderado
	Oxigenación	$\text{O}_2$ hipolimnética ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	2,51	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT ( $\mu\text{g P/L}$ )	13,69	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			<b>4,0</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO PExp</b>				<b>MODERADO</b>

## b) Aproximación normativa (*PEnorm*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B+/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 ( $VR_t$ ) 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	$VR_t$	B+/M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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>&lt; 1,6</b>	<b>1,6 – 2,4</b>	<b>&gt; 2,4</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 Urrúnaga.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	5,34	0,49	0,64	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,64	0,61	0,66	Bueno o superior
			<b>Media</b>				<b>0,65</b>
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	1,58	0,998	0,95	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	72,36	0,28	0,23	Malo
			<b>Media</b>				<b>0,59</b>
<b>Media global</b>						<b>0,62</b>	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>						<b>0,62</b>	<b>BUENO O SUPERIOR</b>
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE<sub>norm</sub></i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,90			Moderado	
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	2,51			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,69			Moderado	
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>						<b>4,0</b>	<b>MODERADO</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>				<b>MODERADO</b>			



## ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Figura 7.** Vista del embalse



**Figura 8.** Vista desde el punto de acceso