



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2017

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



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:

2017

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de Urrúnaga desde el punto de acceso.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). 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
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	7
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>
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
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>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	22
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	23
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.	9
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	10
Figura 3. Perfil vertical de temperatura y pH.	11
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto.	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Vista de la presa del embalse.	29
Figura 8. Vista de la cola del embalse.	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Urrúnaga.	8
Tabla 1. Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.	14
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.	15
Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.	16
Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.	19
Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.	20
Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	22
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Urrúnaga.	22
Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	23
Tabla 10. Combinación de los indicadores.	24
Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Urrúnaga.	24
Tabla 12. 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).	25
Tabla 13. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	26
Tabla 14. Combinación de los indicadores.	26
Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Urrúnaga.	27



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Urrúnaga durante el muestreo de 2017 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 2017, correspondiente al año hidrológico 2016-2017).

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 hm³, siendo la capacidad útil de valor muy parecido (67 hm³). 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 ³
Capacidad útil	67 hm ³
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 no existe termoclina en el momento de muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 9,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 7,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Urrúnaga para el año hidrológico 2016-2017 es de 3,75 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 2016-2017.

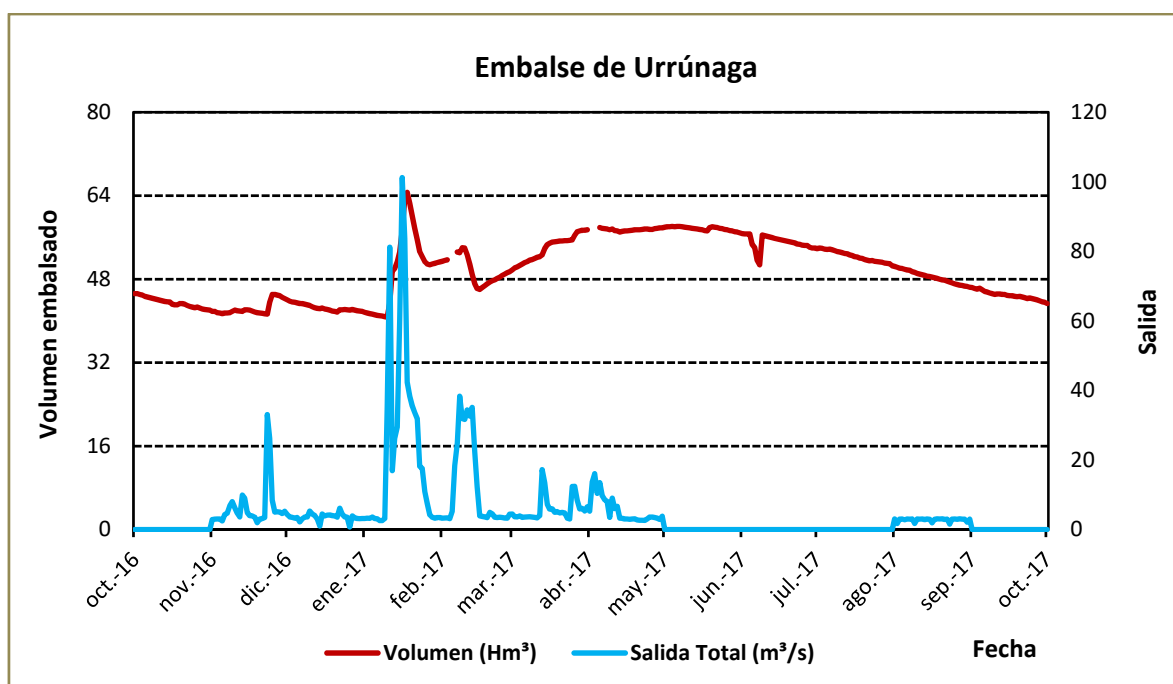


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

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 25 de Julio de 2017, 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.

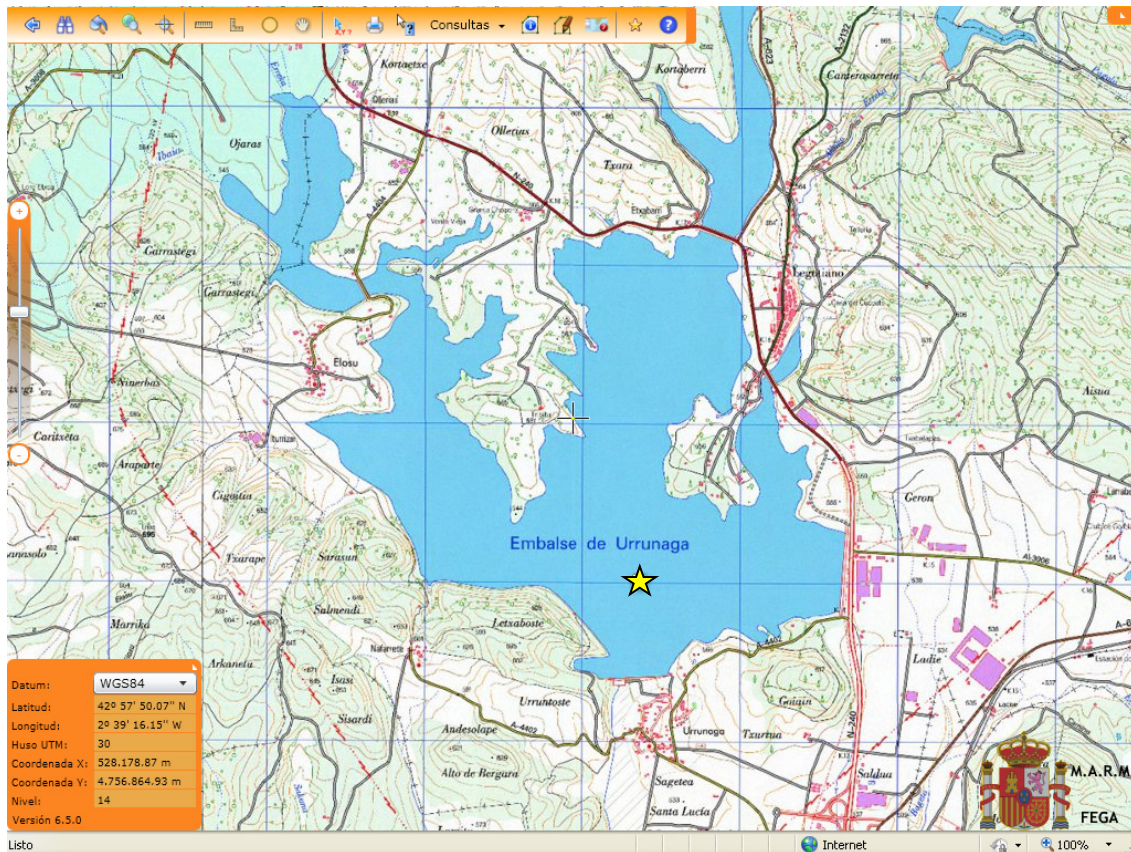
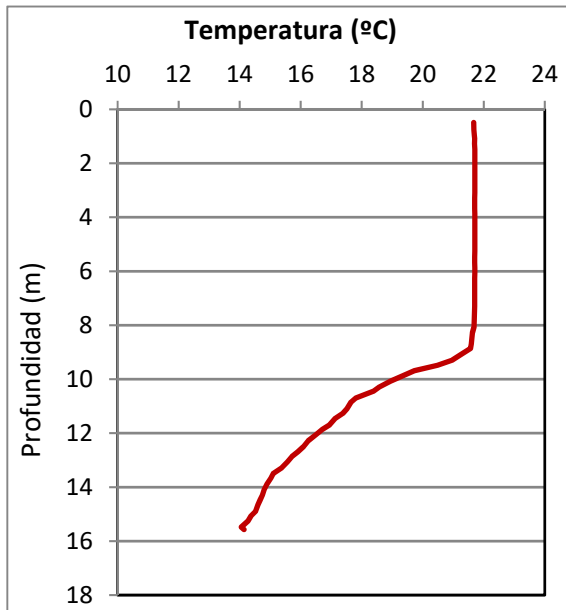


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

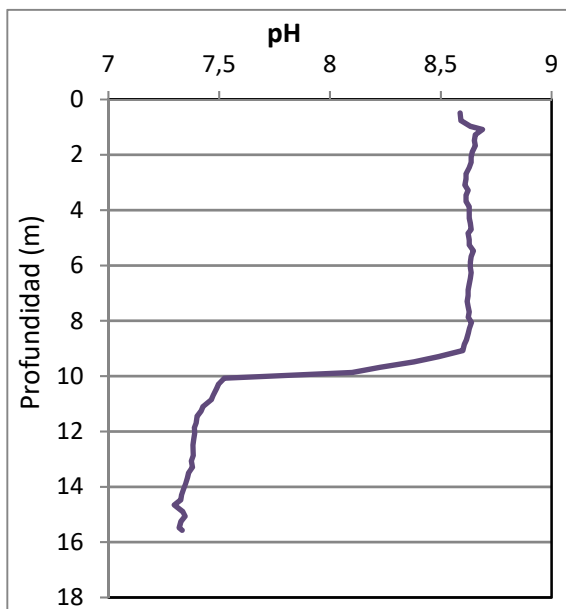
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

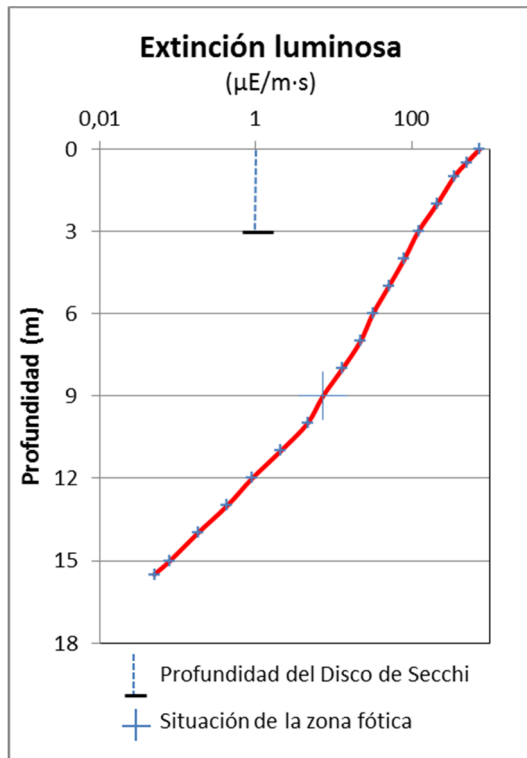


La temperatura del agua oscila entre los 14,05 °C – en el fondo- y los 21,67 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2017) existe termoclina entre los 9 y los 13 m de profundidad.



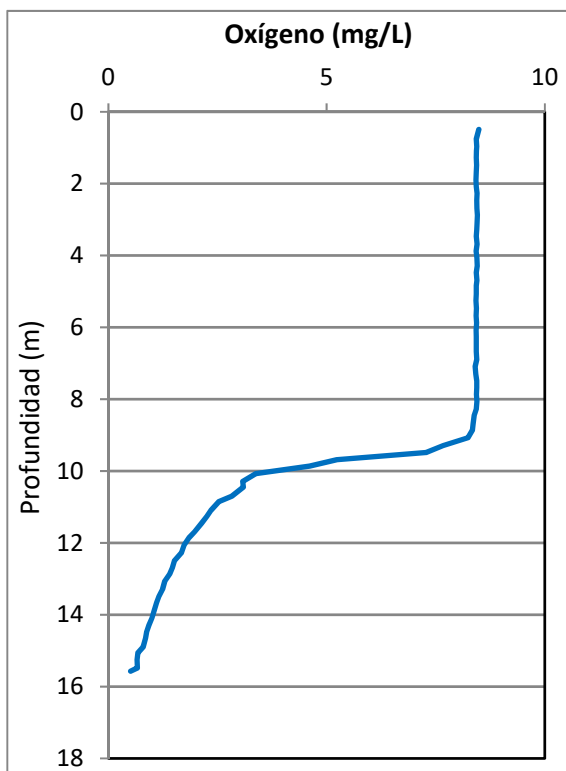
El pH del agua en superficie es 8,59, máximo epilimnético. El mínimo hipolimnético estival se sitúa en el fondo del embalse con un valor de pH de 7,33.

Figura 3. Perfiles verticales de temperatura y pH.



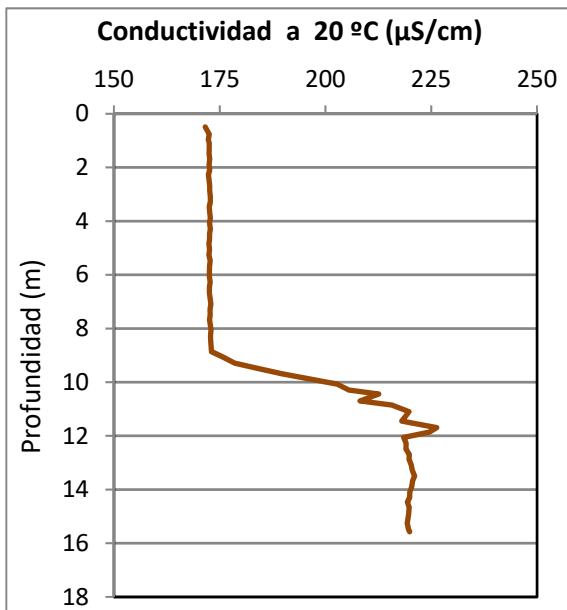
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 3 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 7,5 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 9,0 m, por lo que a efectos de muestreo se considera este espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 9 m de profundidad) fue de 2,46 UAF.

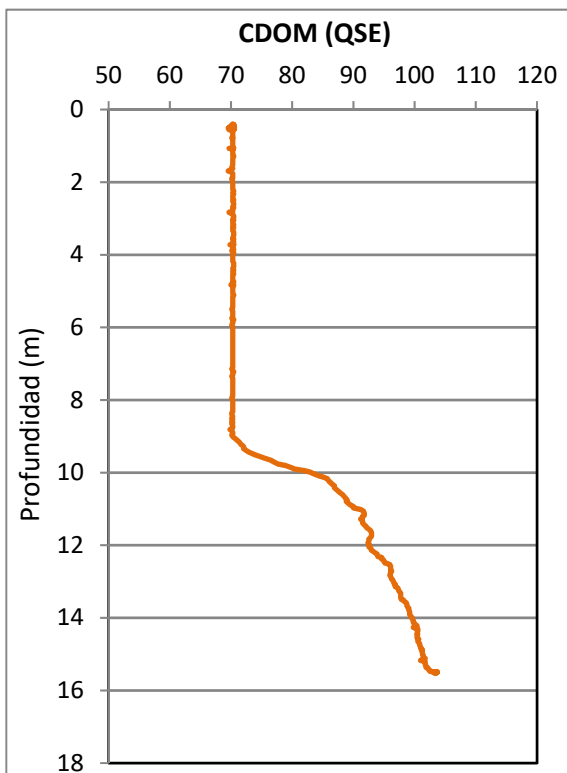


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,43 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion es de 2,15 mg/L. Se observa una fuerte oxiclina entre los 9 y los 11 m, coincidiendo con la termoclina. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) en los últimos 5 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 172 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El valor máximo se sitúa en superficie, pero el valor mínimo del perfil se registra a 11,7 m de profundidad con un valor de 226 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El aumento de conductividad coincide con la termoclina.



El CDOM del agua es de 70 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 103 QSE en el fondo. Valores máximo y mínimo del perfil vertical respectivamente.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica.



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2017 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

Tabla 2. Concentración de los diferentes nutrientes -analizados en las muestras integradas.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	9,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,014
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	12,21
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	1,65
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	0,27
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,45
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	2,44
ALCALINIDAD	meq/L	1,17

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 39 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	6
CHRYSOPHYCEAE	3
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	13
ZYGNEMATOPHYCEAE	2
CYANOBACTERIA	5
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	3
EUGLENOPHYCEAE	1

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3:

Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	229746,51
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	13618492
Diversidad Shannon-Wiener		0,14
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		228169,18
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Microcystis aeruginosa</i>
Nº células/ml		226857,01
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Cyanobacteria
Nº células/ml		13157596
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Microcystis aeruginosa</i>
Nº células/ml		13136344

La concentración de clorofila fue de 4,84 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 el primer metro de profundidad.

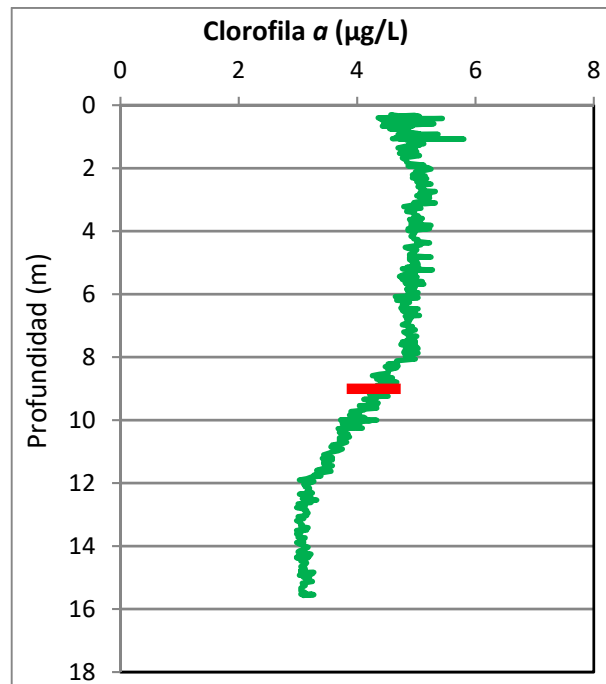


Figura 6. Perfil vertical de clorofila a.

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 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>	3,83	3.977,83	1
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata (Lindavia ocellata)</i>	34,01	8.547,55	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	52,90	19.997,65	1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	113,37	82.529,97	1
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	11,34	3.684,37	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	3,78	1.492,17	
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	83,13	4.208,69	
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	3,78	834,72	
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	3,83	545,71	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	60,46	12.156,51	
	CHLOROPHYTA			
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	7,56	1.357,32	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	634,85	6.648,09	
MONOCIRCO	<i>Monoraphidium circinale</i>	3,78	43,28	
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	94,47	2.448,52	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	15,12	445,18	
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>	24,50	12.250,28	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i>			1
PTEROGEN0	<i>Pteromonas</i> sp.	3,78	1.197,35	
SCENECOR0	<i>Scenedesmus ecornis</i>	226,73	8.547,55	
SCENMAGN0	<i>Scenedesmus magnus</i> (=Desmodesmus magnus)	10,72	897,99	1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	22,67	2.564,26	1
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	7,56	472,36	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	15,12	1.088,31	
TROCHGEN0	<i>Trochiscia</i> sp.	3,78	2.633,51	
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMABBR0	<i>Cosmarium abbreviatum</i>	2,30	481,07	
COSMRENI0	<i>Cosmarium reniforme</i>			1
COSMTURP0	<i>Cosmarium turpinii</i>			1
STAUPARA0	<i>Staurastrum paradoxum</i>			1
STAUTELI0	<i>Staurastrum teliferum</i>	0,77	4.689,56	1
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	188,94	98,93	
MERIELEG0	<i>Merismopedia elegans</i>	12,25	173,18	
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>	226.857,01	13.136.344,62	4
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>			2
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>	113,37	1.391,20	
PSEUMUCI0	<i>Pseudanabaena mucicola</i>			3
PSEUDGEN0	<i>Pseudanabaena</i> sp.	997,62	19.588,13	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	11,34	27.097,43	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	3,78	3.205,33	
CRYPPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	18,89	3.917,63	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	71,80	5.482,37	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas <i>lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	11,34	443,21	
	DINOPHYCEAE			
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>	4,59	55.178,42	1
PERIPENR0	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>	6,89	59.532,08	
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i> (<i>Parvodinium umbonatum</i>)	1,53	3.636,87	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxuris</i>	3,06	118.663,27	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	219,22	120.229,53	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	90,74	5.589,12	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	60,46	12.156,51	
	TOTALES CHLOROPHYTA	1.070,62	40.594,00	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	3,06	5.170,63	
	TOTALES CYANOBACTERIA	228.169,18	13.157.596,06	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	117,14	40.145,96	
	TOTALES DINOPHYCEAE	13,02	118.347,37	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	3,06	118.663,27	
	TOTALES ALGAS	229.746,51	13.618.492,44	

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 23 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 5 Copepoda
- 13 Rotifera
- 1 Otros

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 5:

Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	4,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	417,50
BIOMASA TOTAL	µg/L	121,14
Diversidad Shannon-Wiener		3,00
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		281,54
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Keratella cochlearis</i>
individuos/L		101,54
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		57,13
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
µg/L		50,00
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 14 m
CLADÓCEROS: 4,90 %	COPÉPODOS: 26,35%	ROTÍFEROS: 59,86 %

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 6:

Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	(1 al 5)
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	1,54	2,00	1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	3,08	3,69	1
CHYDSPHA0	<i>Chydorus sphaericus</i>	0,96	1,44	1
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	20,00	50,00	1
	COPÉPODOS			
ACANROBU0	<i>Acanthocyclops robustus</i>	0,96	3,40	1
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	0,38	2,00	1
MACRALBI0	<i>Macrocyclus albidus</i>	0,19	1,54	1
THERDYBO0	<i>Thermocyclops dybowskii</i>	1,16	2,29	1
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	98,46	34,15	3
	ROTÍFEROS			
ANURFISS0	<i>Anuraeopsis fissa</i>	1,54	0,08	
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	81,54	5,10	2
ASCOSALT0	<i>Ascomorpha saltans</i>	4,62	0,29	
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			1
BRACANGU0	<i>Brachionus angularis</i>	6,15	0,31	1
COLLOGEN0	<i>Collotheca pelagica</i>	4,62	0,14	1
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>			1
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	1,54	0,31	1
HEXAFENN0	<i>Hexarthra fennica</i>	6,15	1,28	
HEXAMIRA0	<i>Hexarthra mira</i>	3,08	0,64	
KERACOCHO0	<i>Keratella cochlearis</i>	101,54	5,08	3
POLYDOLIO	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	15,38	0,78	1
POLYLUMIO	<i>Polyarthra luminosa</i>	50,77	2,59	1
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>	1,54	0,08	1
TRICPUSI0	<i>Trichocerca pusilla</i>	3,08	0,08	
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	9,23	3,88	1



CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	(1 al 5)
	Total Cladóceros	25,58	57,13	4,90
	Total Copépodos	101,15	43,38	26,35
	Total Rotíferos	281,54	16,75	59,86
	Total Otros	9,23	3,88	8,90
	Total	417,50	121,14	100

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 7. 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
VALOR PROMEDIO FINAL	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

En la tabla 8 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 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Urrúnaga.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	12,21	Mesotrófico
CLOROFILA a	4,84	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,00	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	229747	Hipereutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,50	EUTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los resultados obtenidos según tres de los cuatro parámetros (densidad algal, fósforo total (PT) y concentración de clorofila a), clasifican el embalse como mesotrófico. Mientras que la densidad algal sitúa al embalse en la hipereutrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de URRÚNAGA ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 9, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 9. 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 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵	
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm ³ /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	
	Zooplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
		<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			< 2,6	2,6 - 3,4	3,4 - 4,2	> 4,2	
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 ₂ (mg O ₂ /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
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			Muy bueno	Bueno	Moderado		
			< 1,6	1,6 - 2,4	> 2,4		

(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 10:

Tabla 10. 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 11 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 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Urrúnaga.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	229747	Malo
		Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	4,84	Moderado
		Biovolumen algal (mm^3/L)	13,62	Malo
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	0,03	Malo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,89	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	4,04	Moderado
	Zooplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,92	Moderado
		<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,76	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			4	DEFICIENTE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,00	Moderado
	Oxigenación	O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	5,73	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	12,21	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}				DEFICIENTE

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

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 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 12. 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 ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /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 ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /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 13. 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 <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm ³ /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	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2	
			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 ₂ hipolimnética (mg O ₂ /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		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

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 14:

Tabla 14. 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 15 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_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Urrúnaga.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	4,84	0,54	0,68	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	13,62	0,06	0,09	Malo
			Media				0,38
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	196,62	0,509	0,31	Malo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	96,62	0,03	0,03	Malo
			Media				0,17
Media global						0,28	
INDICADOR BIOLÓGICO				4			DEFICIENTE
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,00			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,73			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	12,21			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				DEFICIENTE			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista de la cola del embalse