



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 EUGUI



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 DEL EBRO

AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse y el pueblo de Eugui desde el punto de toma de muestras.

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 físico-químicas de las aguas.....</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>19</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	20
6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	22
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 la temperatura y pH	11
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y 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	28
Figura 8. Vista de la cola del embalse.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Eugui	8
Tabla 2. 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.	21
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Eugui.....	21
Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	22
Tabla 10. Combinación de los indicadores.....	23
Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Eugui.....	23
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).....	24
Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 14. Combinación de los indicadores.....	25
Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Eugui.	26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Eugui durante los muestreos 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

El embalse de Eugui pertenece a unas estribaciones de los Pirineos Vascos en las que hay tres macizos paleozoicos que se hunden en la más moderna cobertura mesozoica. El macizo paleozoico de Quinto Real es el que afecta al embalse y aparece en la parte oriental, al sur de Elizondo. Desde un punto de vista litológico, en estos macizos paleozoicos los materiales presentes son esquistos, pizarras, calizas y cuarcitas.



El embalse de Eugui se sitúa dentro del término municipal de Esteribar en la provincia de Navarra. Regula las aguas del río Arga.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones, de geometría regular.

La cuenca vertiente al embalse del Eugui tiene una superficie total de 7008,09 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 21,39 hm³. Tiene una profundidad media de 17 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 43 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Eugui.

Superficie de la cuenca	69 km ²
Capacidad total N.M.N.	21,39 hm ³
Capacidad útil	20,30 hm ³
Aportación media anual	124 hm ³
Superficie inundada	123 ha
Cota máximo embalse normal	628 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. En el periodo estival existe termoclina entre los 9 y 13 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 12,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 10,0 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Eugui para el año hidrológico 2016-2017 fue de 2,21 meses.

En la figura 1 se presentan los valores del volumen embalsado y salida media diaria correspondientes al año hidrológico 2016-2017.

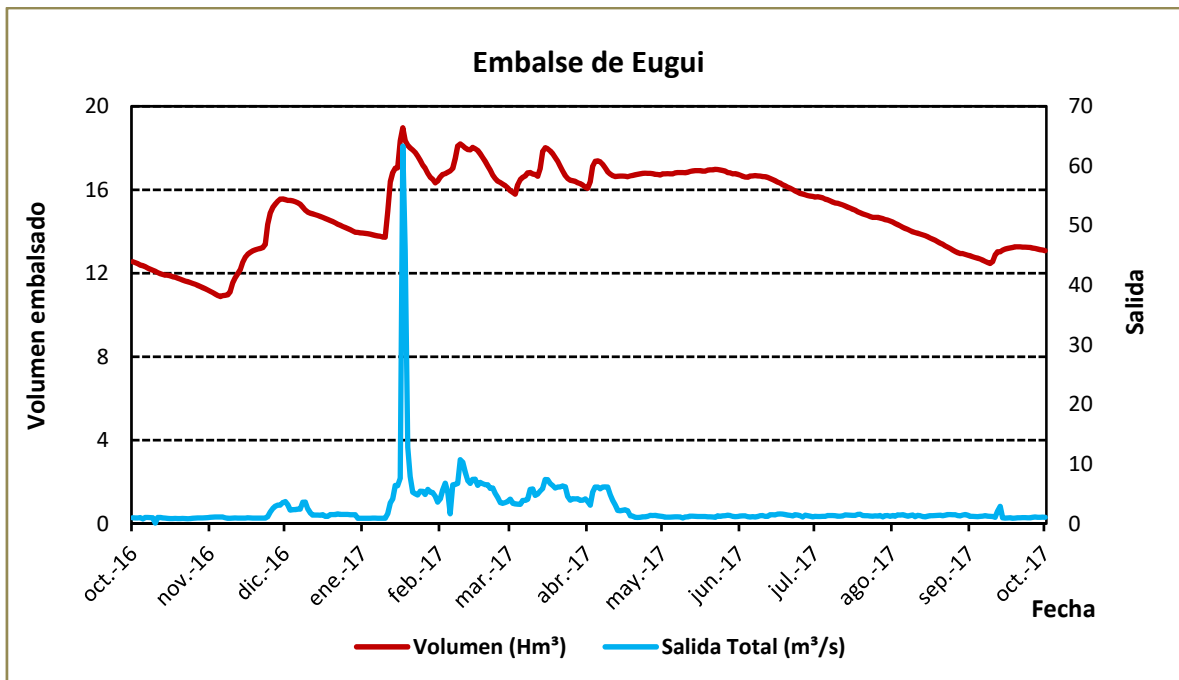


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico y al abastecimiento de la población.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Eugui 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 de extracción de agua para consumo humano.

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 19 de Julio de 2017, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

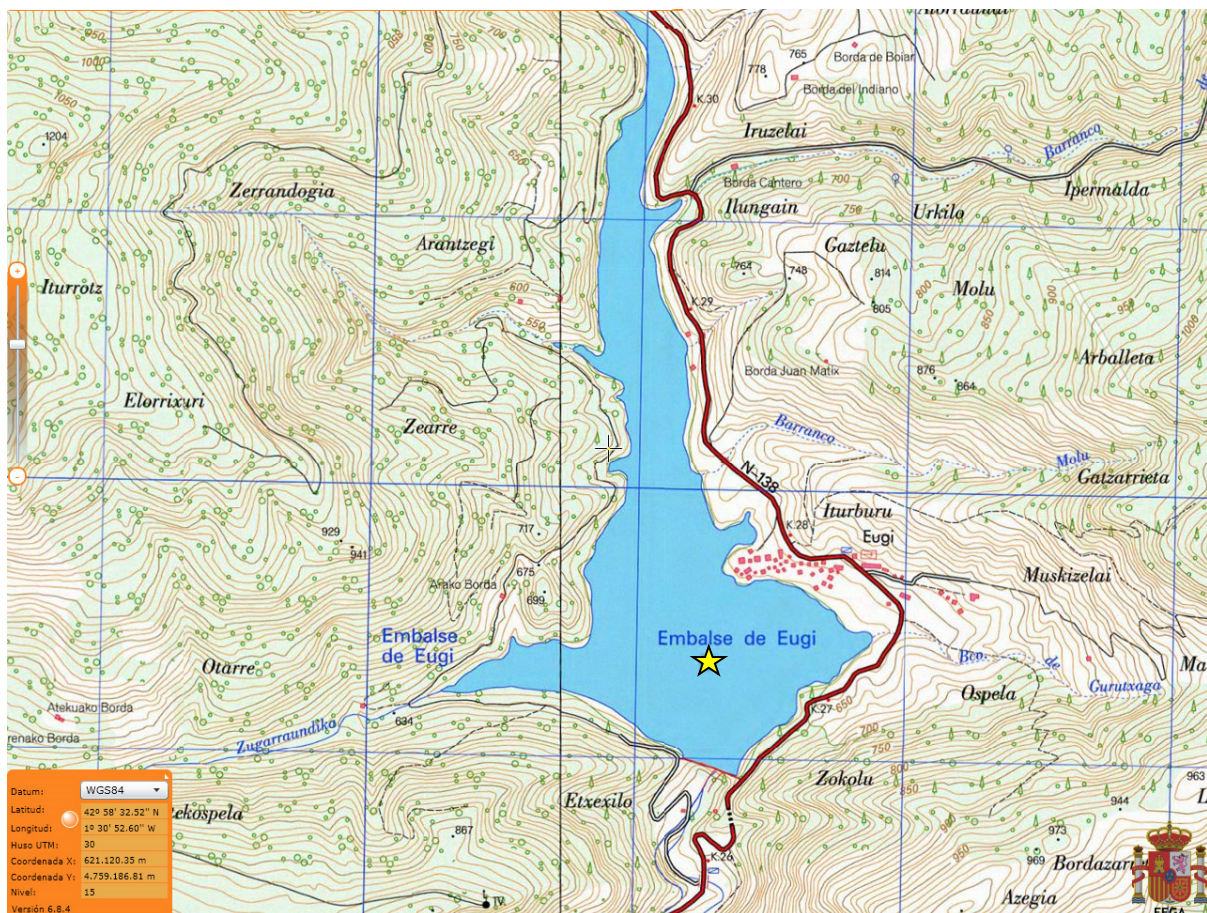
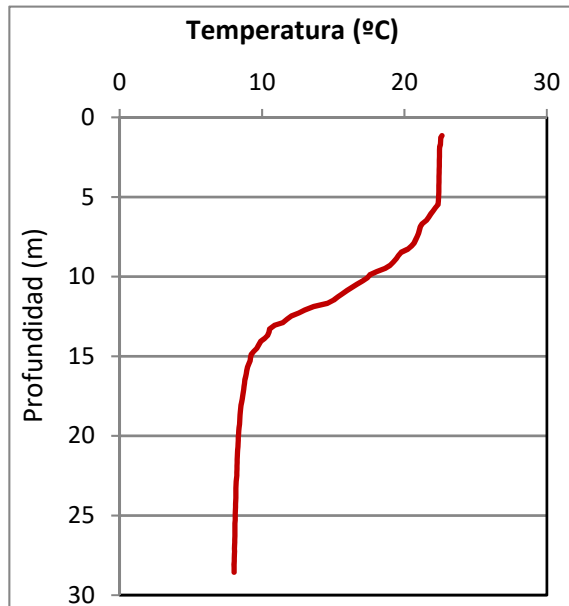


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

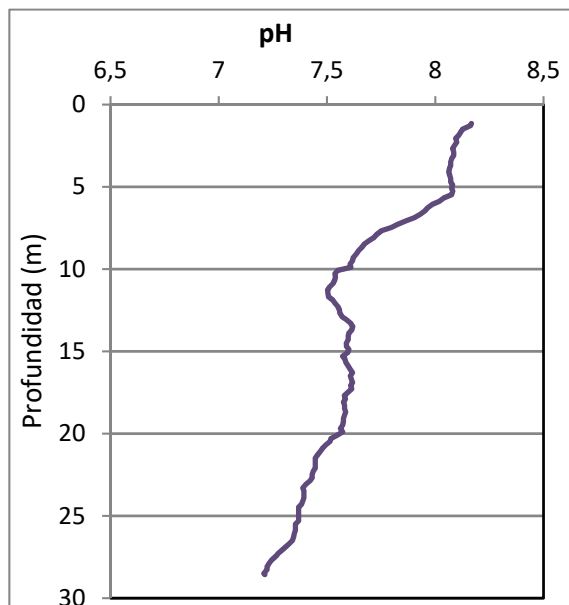
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

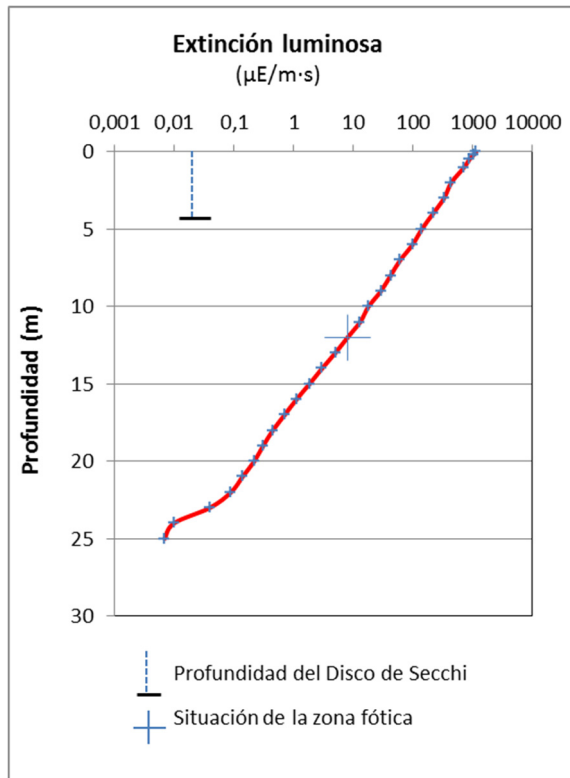


La temperatura del agua oscila entre los 8,07 °C – en el fondo- y los 22,55 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2017) existe una termoclina de 4 m entre los 9 y los 13 metros de profundidad.



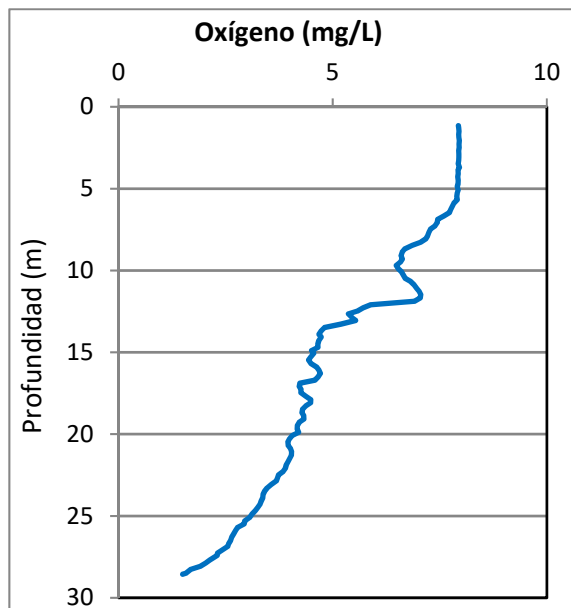
El pH del agua en superficie es 8,17. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,21 correspondiendo con el valor más bajo del perfil vertical.

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



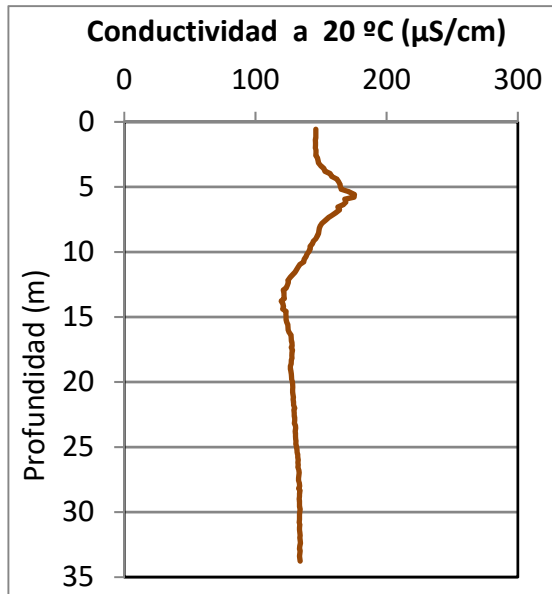
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,0 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 10,0 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 12 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 12 m de profundidad) fue de 2,00 UAF.

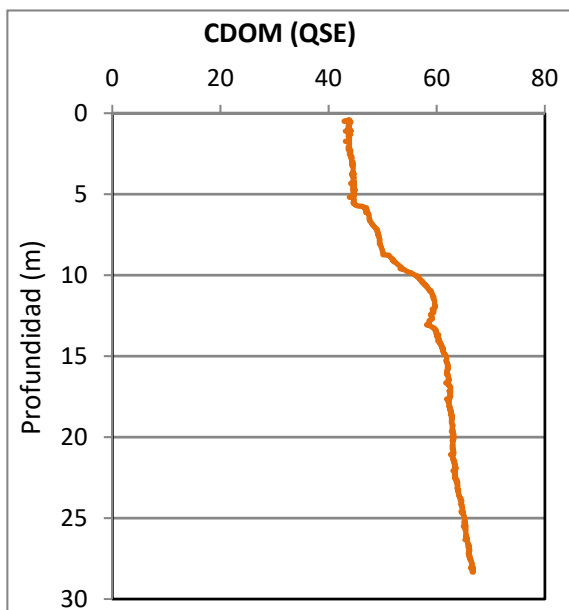


Las condiciones de oxigenación epilimnion en el muestreo alcanzan una concentración media de 5,27 mg/L. La concentración de oxígeno en el hipolimnion es de 3,74 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) en los últimos 3 metros de la columna de agua.

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



La conductividad del agua es de 146 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y un valor de 134 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El valor máximo se sitúa a 5,6 m con una conductividad de 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



El CDOM del agua es de 42 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 66 QSE en el fondo, valor máximo de CDOM registrado.

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	12,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,033
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	5,46
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	0,49
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	0,09
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	0,28
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	1,93
ALCALINIDAD	meq/L	1,45

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	7
CHRYSOPHYCEAE	6
SYNURIPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	8
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	7

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	618,69
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	613181
Diversidad Shannon-Wiener		3,74
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cryptophyceae
Nº células/ml		238,07
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>
Nº células/ml		149,89
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
µm³/ml		266945
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Peridiniopsis penardiforme</i>
µm³/ml		174116

La concentración de clorofila fue de 1,86 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura con una línea roja). Se observa en el perfil medido por fluorimetría un máximo a 4 m de profundidad con una concentración de clorofila entorno a los 2,3 $\mu\text{g/L}$.

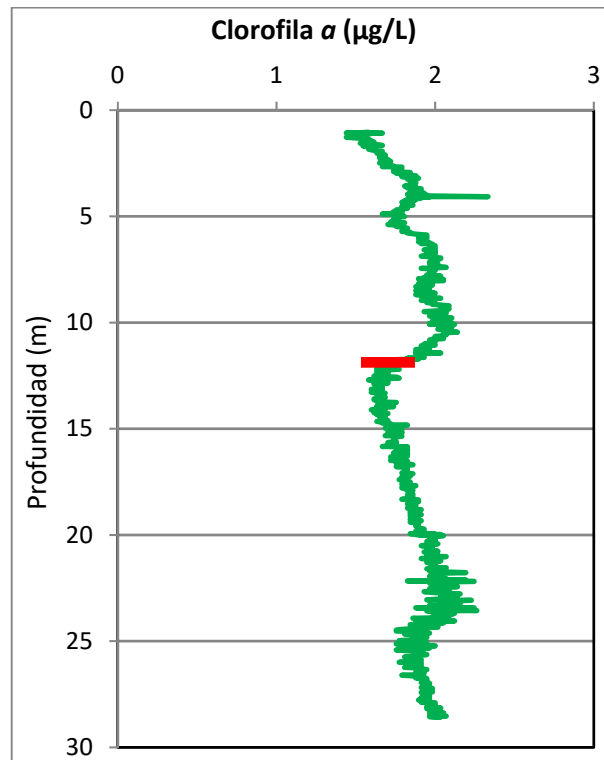


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton, muestran los resultados de la tabla 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLCYCL0	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	124,70	5.954,79	2
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	49,12	125.355,10	2
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima)	1,26	31,49	1
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	6,71	4.887,86	3
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	1,26	302,31	
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)	0,35	1.122,92	1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)	0,35	403,47	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	CHRYSTOPHYCEAE			
BITRCHOD0	<i>Bitrichia chodatii</i>			1
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	22,67	725,54	
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	3,78	1.013,04	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	1,26	219,46	3
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	3,78	538,67	1
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	12,60	633,15	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.			2
STOKEPI0	<i>Stokesiella epyxis</i>	3,53	118,42	3
	SYNUROPHYCEAE			
MALLMINU0	<i>Mallomonas minuta</i>	10,08	8.937,99	1
MALLTONS0	<i>Mallomonas tonsurata</i>			2
	CHLOROPHYTA			
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	0,35	909,03	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	12,60	2.262,20	1
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	0,35	115,64	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	5,65	370,05	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	15,12	506,52	2
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	8,82	373,96	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	26,45	886,41	3
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	20,15	1.451,08	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMDEPR0	<i>Cosmarium depressum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>	17,67	216,83	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	45,35	139.609,91	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	28,97	16.504,15	
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	1,26	1.755,68	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.			1
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	149,89	30.484,60	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	12,60	545,21	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	0,35	17.604,06	1
GYMNHV0	<i>Gymnodinium helveticum</i>	1,06	8.742,47	
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	2,52	33.345,98	
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	6,30	10.447,00	
PERIPENR0	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>	20,15	174.116,67	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>	0,35	17.703,28	
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum (Parvodinium umbonatum)</i>	1,26	4.986,07	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	183,77	138.057,94	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	47,62	3.248,28	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	10,08	8.937,99	
	TOTALES CHLOROPHYTA	89,50	6.874,89	
	TOTALES CYANOBACTERIA	17,67	216,83	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	238,07	188.899,55	
	TOTALES DINOPHYCEAE	32,00	266.945,52	
	TOTALES ALGAS	618,69	613.181,00	

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 Eugui se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 2 Copepoda
- 8 Rotifera

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	10,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	269,42
BIOMASA TOTAL	µg/L	141,69
Diversidad Shannon-Wiener		2,90
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		146,15
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra luminosa</i>
individuos/L		81,54
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		119,69
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		49,85
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 25 m
CLADÓCEROS: 17,01 %	COPÉPODOS: 24,80 %	ROTÍFEROS: 58,19 %

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>	27,69	36,00	1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	41,54	49,85	2
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	1,54	4,62	
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>			1
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	7,69	29,23	1
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	0,19	0,48	1
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	44,62	8,08	3
	ROTÍFEROS			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>			2
ASCOSALT0	<i>Ascomorpha saltans</i>	3,08	0,19	1
COLLOGEN0	<i>Collotheca pelagica</i>			1
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>	1,54	0,15	1
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	33,85	6,77	2
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	3,08	0,15	1
KERAQUAD0	<i>Keratella quadrata</i>			1
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	81,54	4,16	2
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	10,77	1,40	1
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	6,15	0,31	1
SYNCHGEN0	<i>Synchaeta</i> sp.	6,15	0,31	
	Total Cladóceros	78,46	119,69	17,01
	Total Copépodos	44,81	8,56	24,80
	Total Rotíferos	146,15	13,44	58,19
	Total	269,42	141,69	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7 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 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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) 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 Eugui.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	5,46	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,86	Oligotrófico
DISCO SECCHI	4,00	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	619	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	2,0	OLIGOTRÓFICO

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

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PE_{exp}*)

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	
	<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		
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 Físicoquímico	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 Eugui.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	619	Bueno o superior
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,86	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,61	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,26	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,72	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,26	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	5,63	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,42	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,00	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	3,74	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	5,46	Bueno
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			3	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

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 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 RCE 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 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 Eugui.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,86	1,40	1,28	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,61	1,24	1,15	Bueno o superior
			Media			1,22	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,06	1,001	1,03	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,04	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			1,02	
Media global						1,12	
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,50			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,67			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	2,90			Muy bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista de la cola del embalse