



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 MEQUINENZA



**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 MEQUINENZA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Mequinenza desde el punto de muestreo.

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>	7
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	8
2.3. <i>Usos del agua</i>	9
2.4. <i>Registro de zonas protegidas</i>	9
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	11
4.2. <i>Hidroquímica del embalse</i>	14
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	15
4.4. <i>Zooplancton</i>	18
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	20
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	21
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. Perfiles verticales de la temperatura y pH.....	11
Figura 4. Perfiles verticales de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.....	12
Figura 5. Perfiles verticales de conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica	13
Figura 6. Perfiles verticales de clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Vista de la presa del embalse	27
Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Mequinenza.....	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.....	18
Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Mequinenza.....	20
Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 10. Combinación de los indicadores.....	22
Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Mequinenza.	22
Tabla 12. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).	23
Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 14. Combinación de los indicadores.....	24
Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Mequinenza.....	25



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Mequinenza durante los muestreos de 2017 en verano 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 del embalse de Mequinenza se sitúa en la Depresión Terciaria del Ebro, extendiéndose al Sur hasta la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. De las unidades geológicas presentes en la cuenca vertiente, el embalse se ubica en los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro.

El embalse de Mequinenza se sitúa dentro del término municipal de Mequinenza, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Ebro.



2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, sinuoso y con numerosos y marcados meandros.

La cuenca vertiente al embalse de Mequinenza tiene una superficie total de 5790814,61 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 1534 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 20 m, mientras que la profundidad máxima es de 60 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Mequinenza.

Capacidad total N.M.N.	1534 hm ³
Superficie inundada	6478 ha
Cota máximo embalse normal	121 msnm

Tipo de clasificación: 12. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a tramos bajos de ejes principales.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona húmeda. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 13 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 15,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Mequinenza para el año hidrológico 2016-2017 fue de 3,24 meses.

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

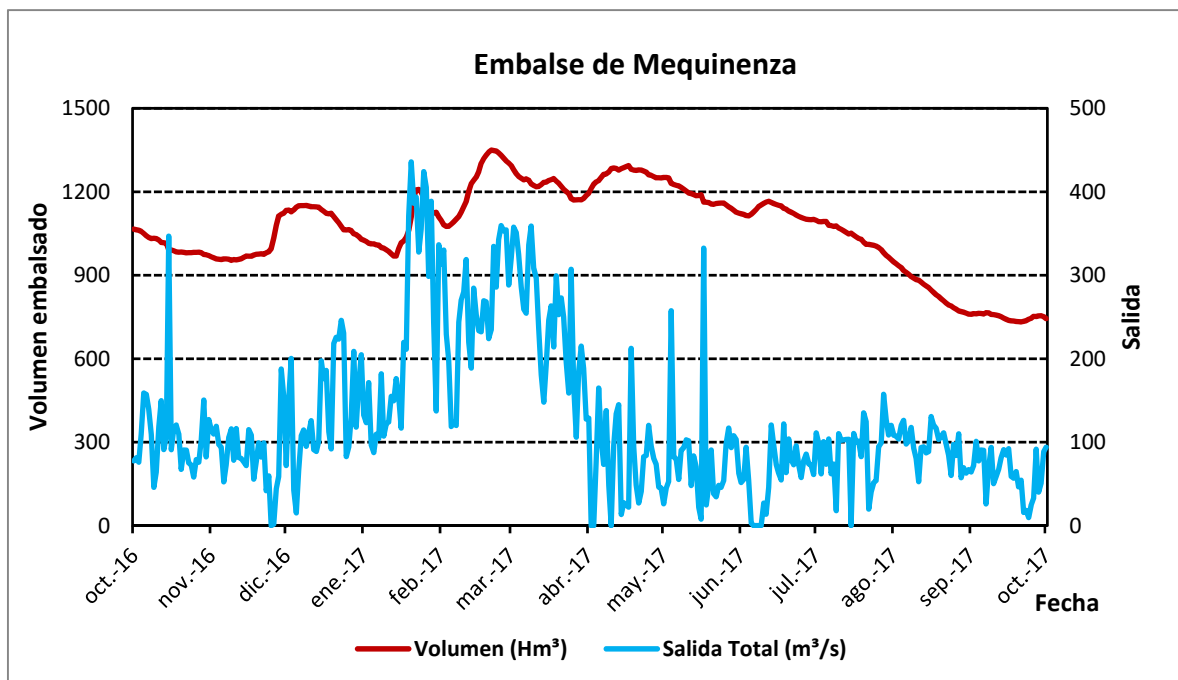


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a la producción hidroeléctrica y al abastecimiento de la población.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Mequinenza 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 las siguientes categorías: zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPA, ES0000182 "Valcuerna, Serreta Negra y Liberola").

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 1 de Agosto de 2017, en las que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

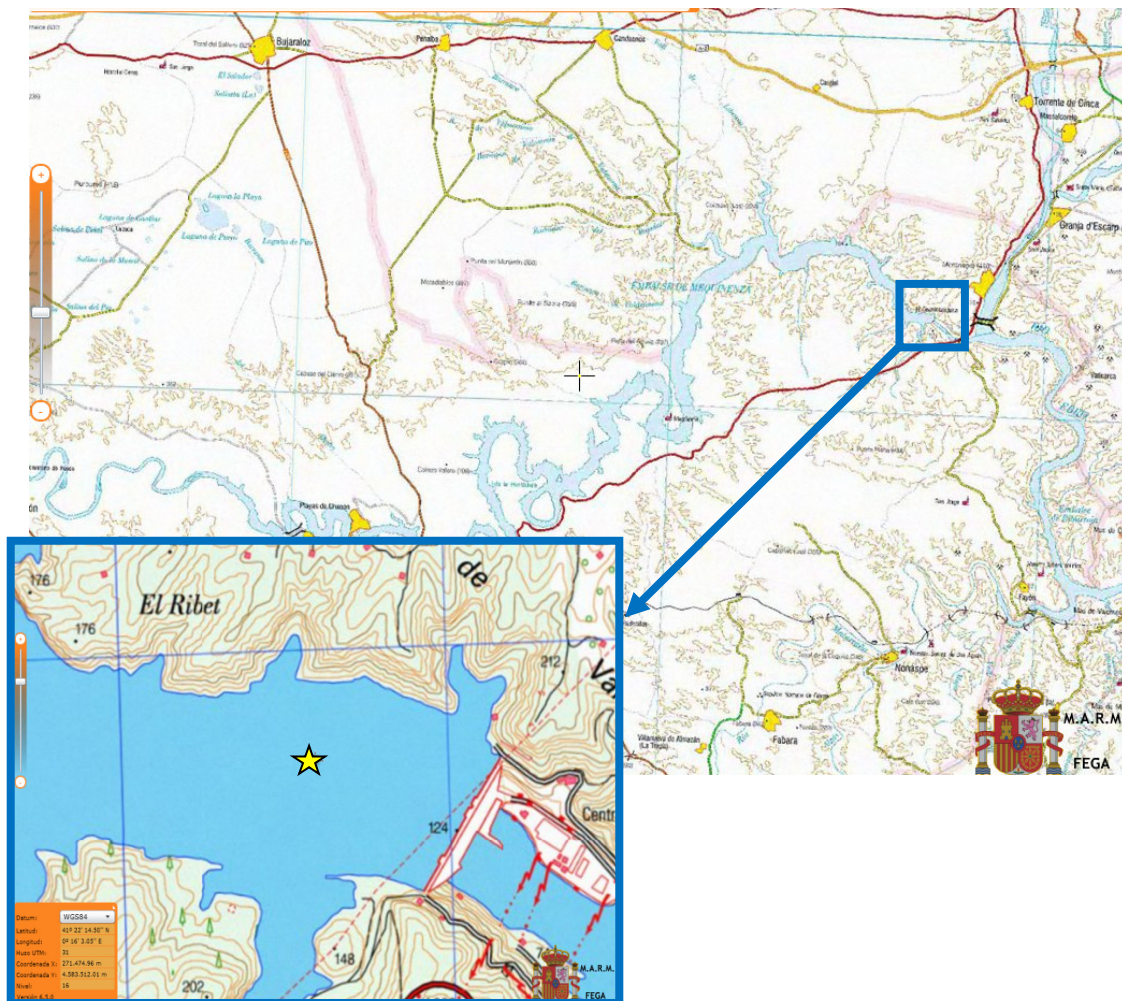
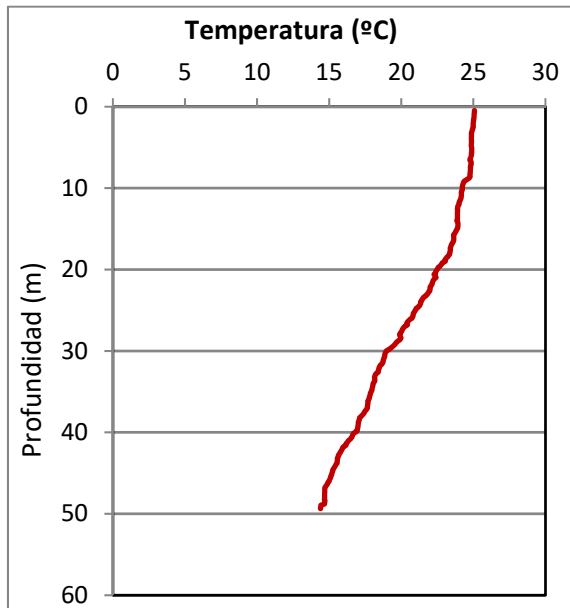


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

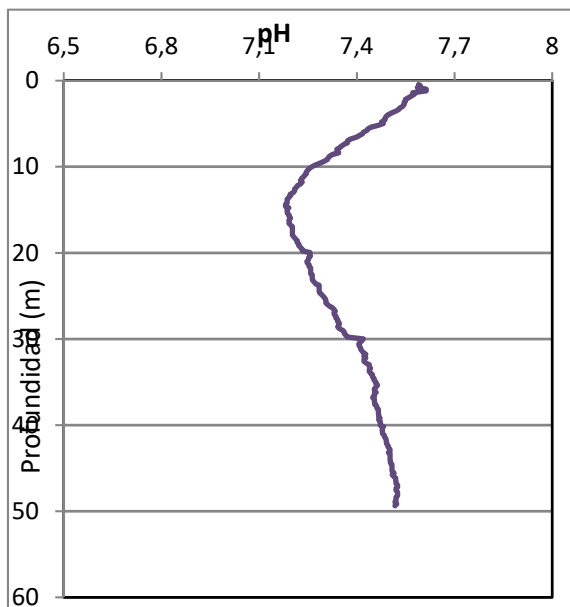
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

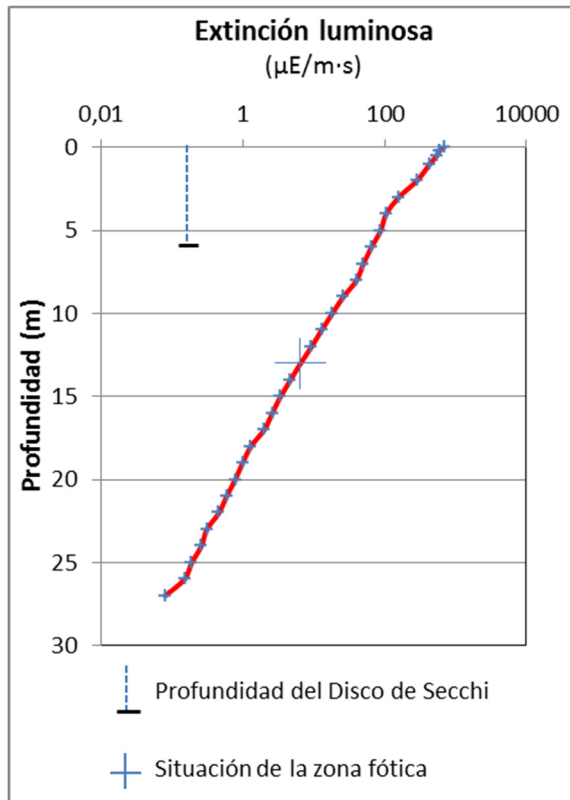


La temperatura del agua oscila entre los 14,40 °C – en el fondo- y los 25,07 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Agosto 2017) no existe termoclina.



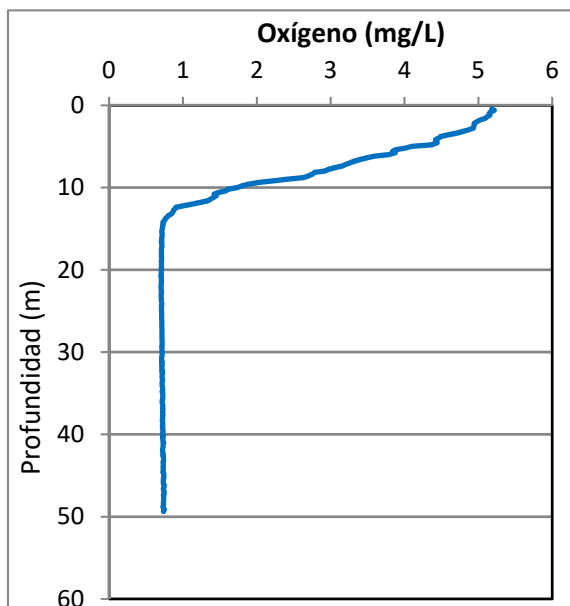
El pH del agua en la superficie es de 7,59, el máximo epilimnético se sitúa a 1 metro de profundidad con un valor de 7,61. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,52. EL valor mínimo de 7,18 se registra a 14,4 metros de profundidad

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



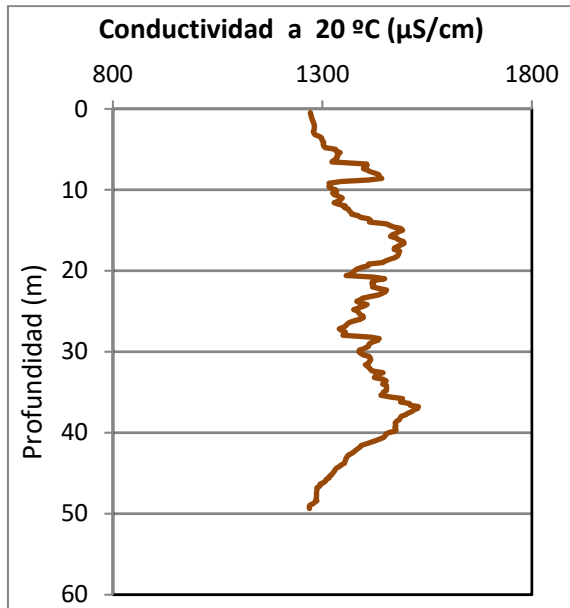
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 6,1 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 15,3 metros. Mucho mayor que la medición mediante célula fotoeléctrica, que indica una profundidad de la capa fótica de 13,0 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 13 m de profundidad) fue de 1,88 UAF.

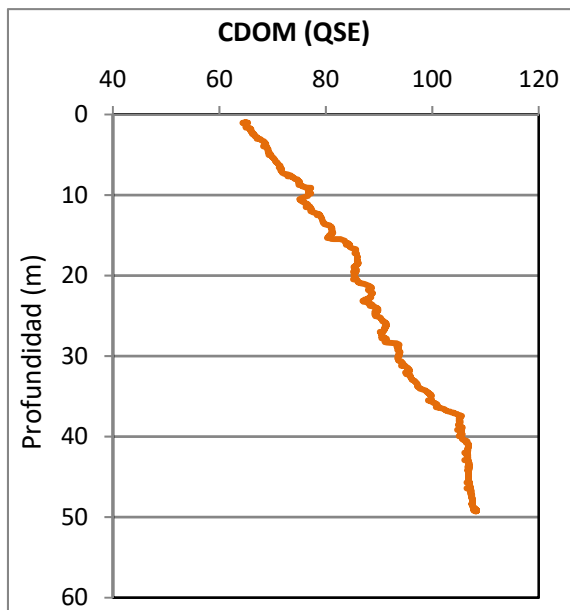


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 1,38 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 10 metros, es decir en 40 de los 50 m del embalse la concentración es inferior a 2 mg O_2/L .

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



La conductividad del agua es de 1271 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 1269 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El máximo de toda la columna se encuentra a 37 m de profundidad con un valor de 1528 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



El CDOM del agua es de 65 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 108 QSE en el fondo, valor máximo de CDOM registrado.

Figura 5. Perfiles verticales de 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	13,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,044
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	21,08
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	2,23
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	1,65
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	1,84
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	2,95
ALCALINIDAD	meq/L	2,58

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 22 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

	VERANO
BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSOPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	7
ZYGNEMATOPHYCEAE	2
CYANOBACTERIA	3
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	2

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 3 y la composición detallada en la tabla 4.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	6866
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	784377
Diversidad Shannon-Wiener		1,99
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		4942
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanizomenon gracile</i>
Nº células/ml		4553
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Cyanobacteria
µm³/ml		223429
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Aphanizomenon gracile</i>
µm³/ml		212854

La concentración de clorofila fue en la muestra integrada fue de 3,88 µg/L. La profundidad de la muestra integrada se indica en la figura con una línea roja.

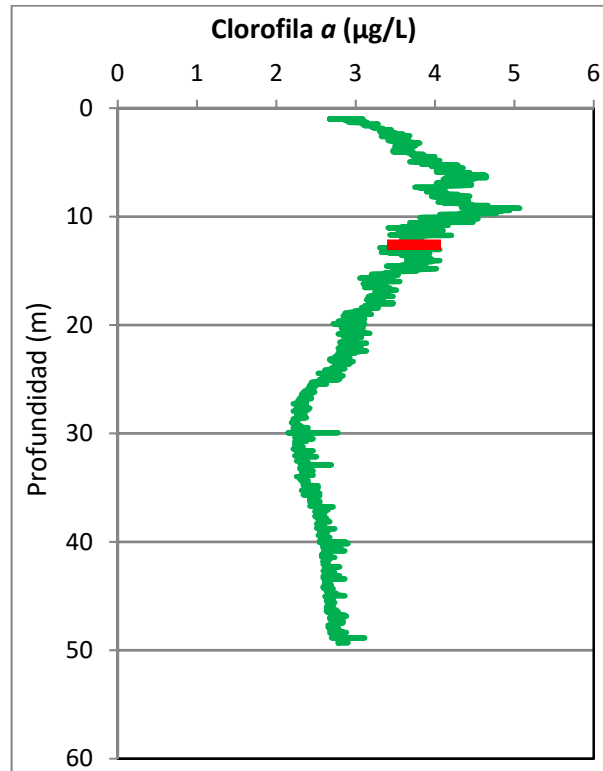


Figura 6. Perfiles verticales de clorofila a.

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 en verano.

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			1
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (<i>Lindavia ocellata</i>)	15,12	3.611,34	1
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i>)			1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	276,78	201.495,64	3
FRAGTENE0	<i>Fragilaria tenera</i>			1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	343,87	11.004,00	
	XANTHOPHYCEAE			
TRACLENT0	<i>Trachydiscus lenticularis</i>	86,91	8.191,40	1
	CHLOROPHYTA			



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	1,72	563,75	
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>			1
CRUCRECT0	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	9,19	588,01	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	7,56	320,53	1
COELPOLY0	<i>Hariotina polychorda</i> (=Coelastrum polychordum)	60,46	3.957,20	1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	22,67	587,64	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	3,78	854,75	1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i>			1
PEDSIBIW2	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>biwaense</i>			1
PLANLAUT0	<i>Planctonema lauterbornii</i>	309,87	10.647,33	1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>			1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMOBTU0	<i>Cosmarium obtusatum</i>	0,57	1.290,25	
STAUPING0	<i>Staurastrum pingue</i>	0,57	3.017,49	1
STAUTETRO	<i>Staurastrum tetracerum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>	4.553,91	212.854,24	4
APHANGEN0	<i>Aphanothece</i> sp.			1
MERITENU0	<i>Merismopedia tenuissima</i>	302,31	273,52	
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			4
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>	86,13	10.301,46	1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	22,67	54.194,86	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	3,78	2.152,72	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	313,64	26.063,69	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas <i>lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	442,12	16.050,39	
	DINOPHYCEAE			
CERAFURCO	<i>Ceratium furcoides</i>	1,15	130.537,61	1
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	1,72	85.819,78	1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	291,90	205.106,98	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	343,87	11.004,00	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	86,91	8.191,40	
	TOTALES CHLOROPHYTA	415,25	17.519,23	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	1,15	4.307,74	
	TOTALES CYANOBACTERIA	4.942,35	223.429,22	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	782,22	98.461,66	
	TOTALES DINOPHYCEAE	2,87	216.357,39	
	TOTALES ALGAS	6.866,52	784.377,61	

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

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

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Mequinenza se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

VERANO	
Cladocera	2
Copepoda	3
Rotifera	7
Otros	1

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	7,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	753,65
BIOMASA TOTAL	µg/L	910,10
Diversidad Shannon-Wiener		2,51
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		442,11
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Fam. Ciclopidae
individuos/L		307,69
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		662,94
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>
µg/L		566,60
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 15,44 %	COPÉPODOS: 70,59 %	ROTÍFEROS: 9,10 %

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 en verano.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	(1 al 5)
	CLADÓCEROS			
CERIDUBI0	<i>Ceriodapnia dubia</i>	3,08	4,92	1
DIAPHGEN0	<i>Diaphanosoma</i> sp.	80,00	200,00	2
	COPÉPODOS			
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	131,73	566,60	2
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>			
THERDYBO0	<i>Thermocyclops dybowskii</i>	2,69	7,27	1
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	307,69	89,08	3
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	3,08	2,31	
HEXAFENNO	<i>Hexarthra fennica</i>	3,08	0,64	
KERACOCCH0	<i>Keratella cochlearis</i>			1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	33,85	1,73	1
POLYEURY0	<i>Polyarthra euriptera</i>	27,69	3,60	1
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	3,08	0,16	1
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	110,77	14,40	1
TRICCYLI0	<i>Trichocerca cylindrica</i>	0,77	0,02	1
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i>	46,15	19,38	1
	Total Cladóceros	83,08	204,92	15,44
	Total Copépodos	442,11	662,94	70,59
	Total Rotíferos	182,31	22,85	9,10
	Total Otros	46,15	19,38	4,88
	Total	753,65	910,10	100

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

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

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 para cada campaña de muestreo.

Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Mequinenza.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	21,08	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,88	Mesotrófico
DISCO SECCHI (DS)	6,10	Ultraoligotrófico
DENSIDAD ALGAL	6867	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, tanto el fósforo total (PT) como la concentración de clorofila *a* y la densidad algal clasifican el embalse como mesotrófico, mientras que la transparencia cataloga el embalse como ultraoligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo de verano del embalse de MEQUINENZA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

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	
	<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 Mequinenza.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	6867	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,88	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,78	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,95	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,63	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,85	Moderado
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,85	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,53	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			4	DEFICIENTE
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	6,10	Muy bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	1,38	Malo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	21,08	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			5	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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 a 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 las 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 Mequinenza.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,88	0,62	0,81	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,78	0,80	0,90	Bueno o superior
			Media			0,86	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	2,91	0,996	0,98	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	28,48	0,72	0,64	Moderado
			Media			0,81	
Media global						0,83	
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO o SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	6,10			Muy bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	1,38			Malo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	21,08			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				5		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la cola del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso