



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 LAS TORCAS



**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 LAS TORCAS

AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017



REFERENCIA IMÁGEN PORTADA:

Presa del embalse de Las Torcas 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>	<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>18</i>
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. 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 cola del embalse.....	28
Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Las Torcas.....	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 Las Torcas.	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 Las Torcas.	23
Tabla 12. Valores de referencia propios del tipo (VR_i) 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 RECT 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 Las Torcas.....	26



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Las Torcas 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 Las Torcas se ubica en el sector central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, englobando todas las serranías mesozoicas que se extienden hacia el noroeste del macizo paleozoico de Ateca. El embalse se sitúa dentro del término municipal de Tosos, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Huerva.

En cuanto a la geología, el embalse se encuentra sobre materiales del Cretácico inferior (facies Weald, arenas, calizas arenosas, margas y arcillas) y del Mioceno (areniscas, conglomerados., arenas, arcillas, margas, lutitas y limos).

2.2. Características morfológicas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones, de geometría alargada y poco sinuosa.

La cuenca vertiente al embalse de Las Torcas tiene una superficie total de 48621 ha.

El embalse tiene una extensión de 77 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 6,66 hm³, que coinciden con la capacidad útil. Tiene una profundidad media de 9,1 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 31,7 m.

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

Tabla 1. Características morfológicas del embalse de Las Torcas

Superficie de la cuenca	486,21 km ²
Capacidad total N.M.N.	6,66 hm ³
Capacidad útil	6,66 hm ³
Aportación media anual	29,60 hm ³
Superficie inundada	77 ha
Cota máximo embalse normal	624,35 msnm

Tipo de clasificación: 10. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. En la fecha de la realización del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 10,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 3,4 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Las Torcas para el año hidrológico 2016-2017 fue de 3,14 meses.

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

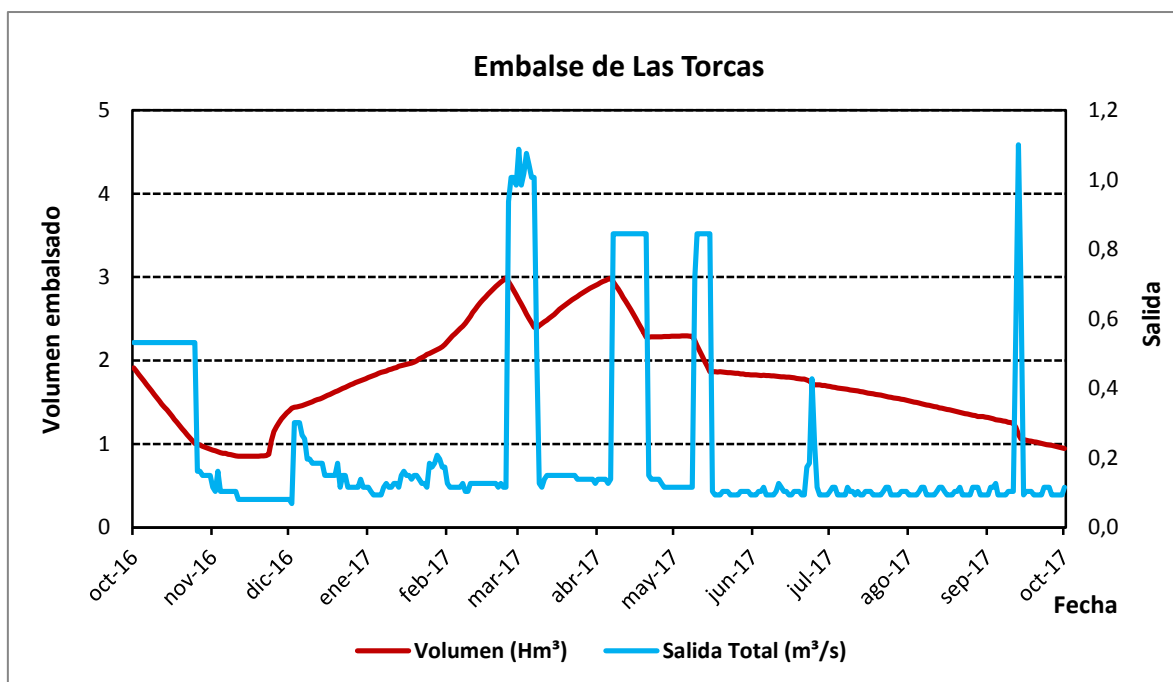


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2016-2017.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a regadíos y al abastecimiento de la población. La navegación está permitida en este embalse (con condiciones poco favorables para el remo, no apto para la vela, y con limitaciones para motor).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Las Torcas 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 protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2430110 “Alto Huerva-Sierra de Herrera” y ZEPA ES000300 “Río Huerva y Las Planas”).

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 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.

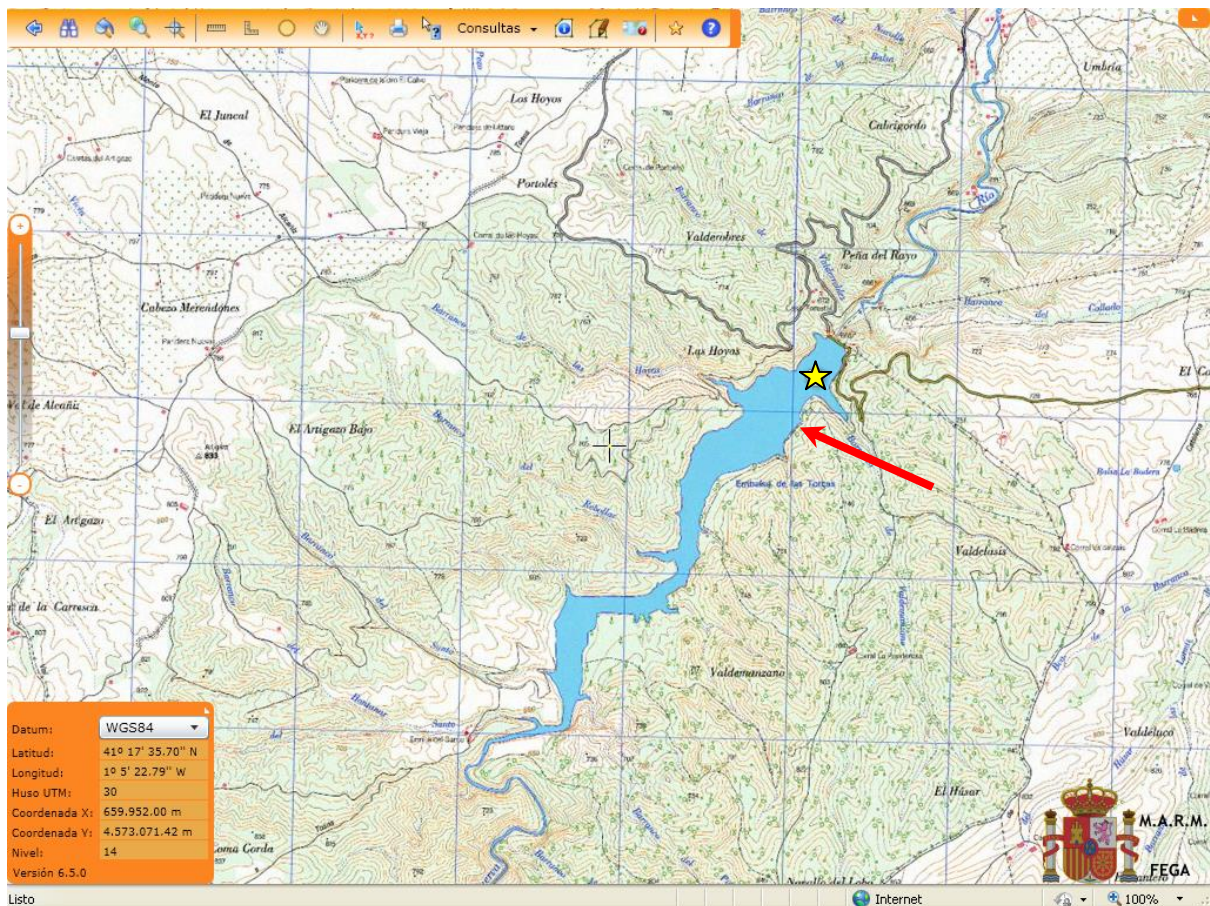
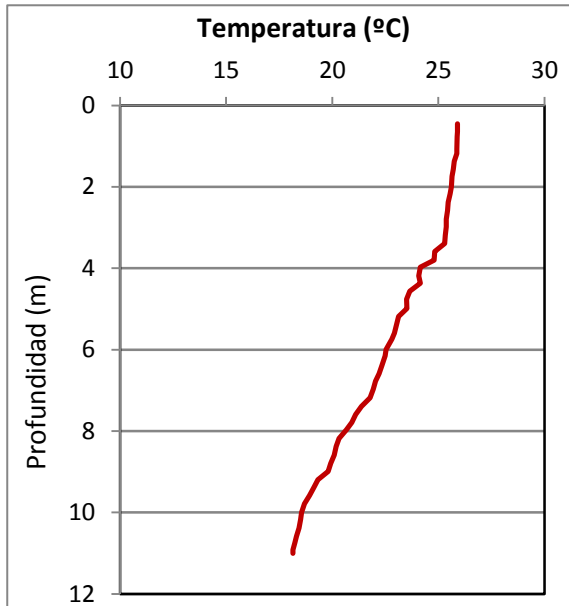


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

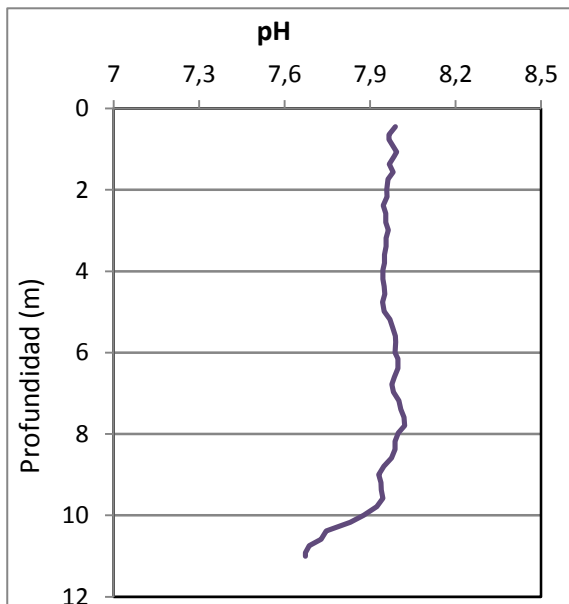
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

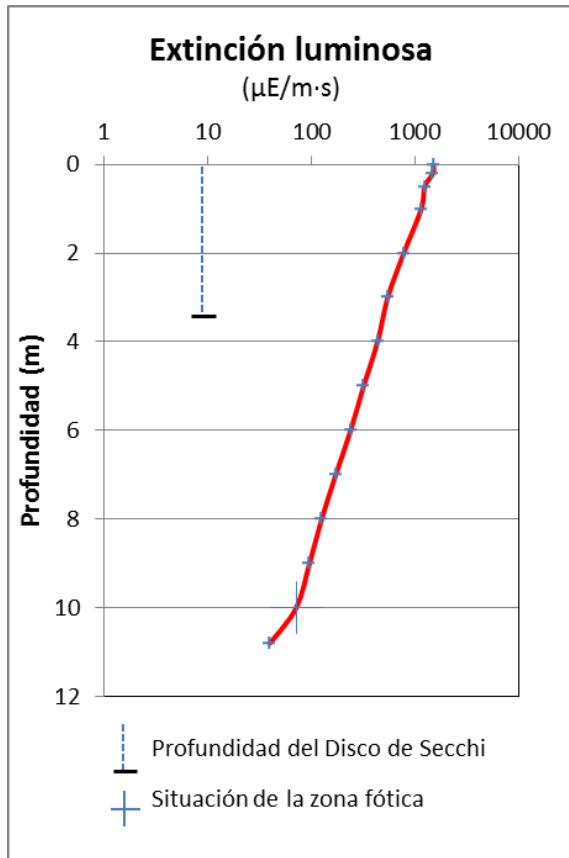


La temperatura del agua oscila entre los 18,14 °C en el fondo y los 25,90 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2017) no existe termoclina.



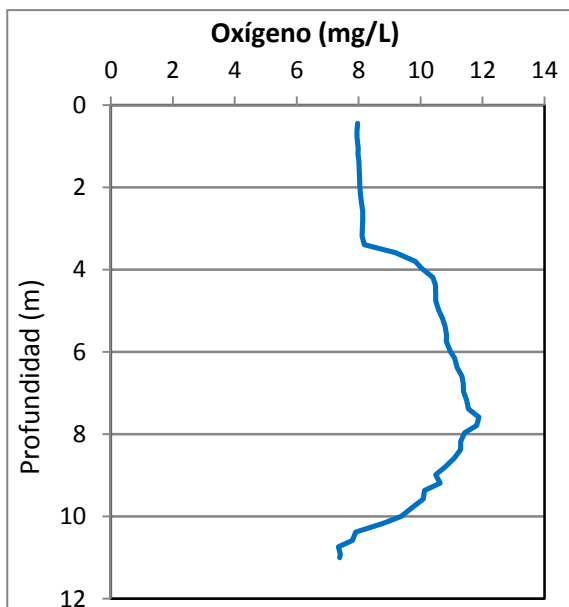
El pH del agua en superficie es de 7,99, y en el fondo de 7,63.

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



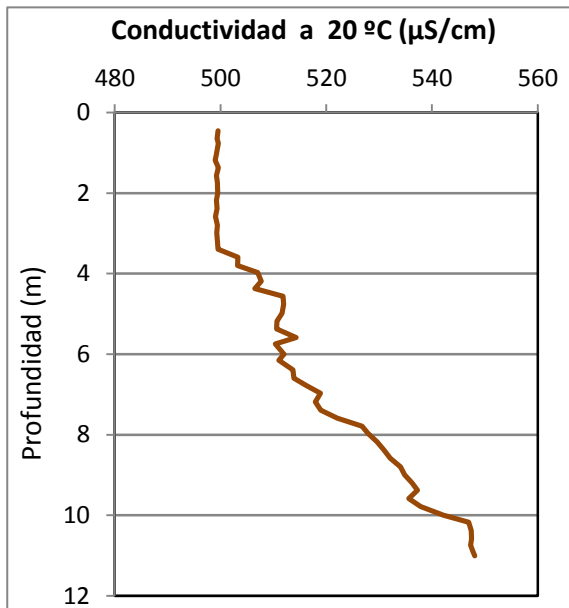
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 3,4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 8,5 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 10,0 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 10 m de profundidad) fue de 1,49 UAF.

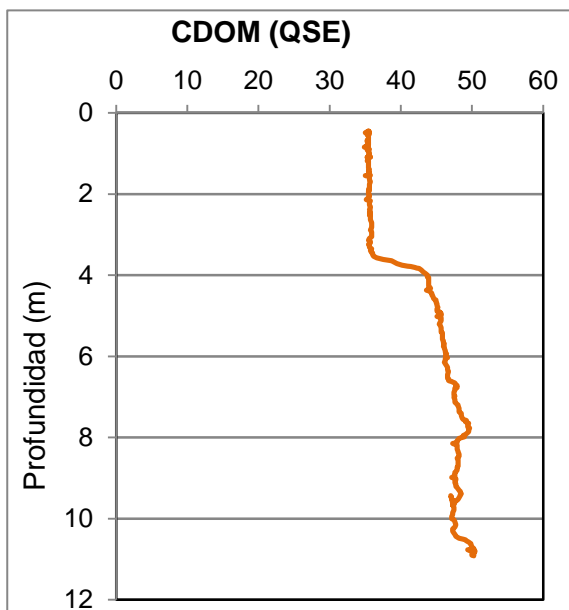


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 9,64 mg/L. El valor máximo se alcanza a 7,6 metros de profundidad con un valor de 11,88 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L).

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



La conductividad del agua es de $499 \mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y asciende lentamente hasta alcanzar el valor de $548 \mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo.



El contenido en CDOM del agua es de 35 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 50 QSE en el fondo.

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

3.2. 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	10,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,021
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	1,88
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	1,80
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	3,97
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	4,66
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	1,83
ALCALINIDAD	meq/L	2,52

3.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 29 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSOPHYCEAE	6
CHLOROPHYCEAE	14
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	1

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 cel./ml	18057
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	242614
Diversidad Shannon-Wiener		0,66
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		16755
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanocapsa</i> sp.
Nº células/ml		16721
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Chlorophyceae
µm³/ml		80451
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Ceratium hirundinella</i>
µm³/ml		45770

La concentración de clorofila fue de 1,72 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado en la figura 6 con una línea roja.

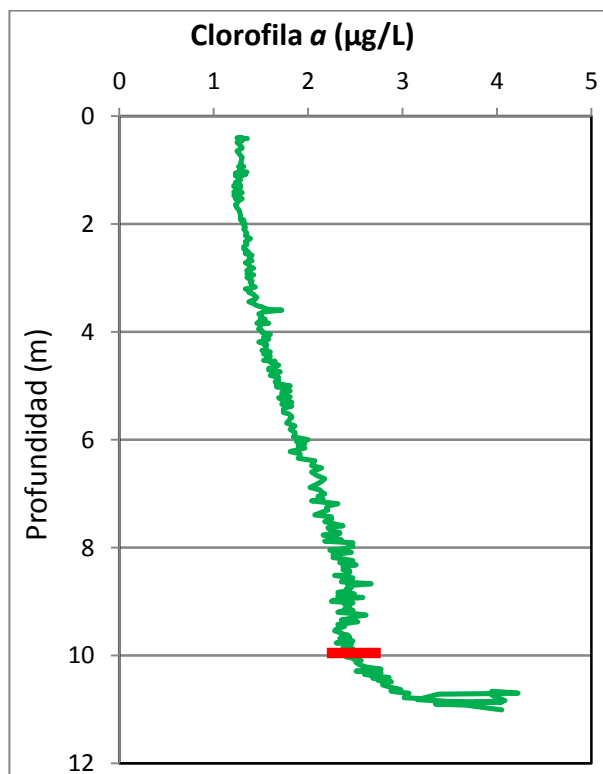


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 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/			
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i>)	154,93	23.850,03	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>	1,84	725,60	
	CHRYSTOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	64,24	4.015,02	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>	3,78	658,38	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	117,14	20.409,74	4
KEPHLIT0	<i>Kephyrion littorale</i>	3,78	189,95	
OCHRDANI0	<i>Ochromonas danica</i>	3,78	1.442,40	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	26,45	4.750,62	1
	CHLOROPHYTA			



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
CARTEGENO	<i>Carteria</i> sp.	14,70	37.815,74	
CHLAMGENO	<i>Chlamydomonas</i> sp.	15,12	2.714,64	
CLOSACIRO	<i>Closteriopsis acicularis</i>	3,78	1.236,62	1
COENHINDO	<i>Coenochloris hindakii</i>	151,15	5.065,21	1
DIDYBICE0	<i>Didymocystis bicellularis</i>	309,87	5.070,16	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	49,12	2.083,46	1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	15,12	391,76	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	64,24	14.530,83	1
OONEOBES0	<i>Oonephris obesa</i>	12,86	4.525,88	2
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i>			1
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	3,78	949,73	
PLANLAUT0	<i>Planctonema lauterbornii</i>	56,68	1.947,68	1
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)	12,86	1.077,59	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	12,86	1.454,75	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	22,05	1.587,64	
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	16.721,39	8.755,30	2
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>			2
DOLILEMM0	<i>Dolichospermum lemmermannii</i>			2
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			2
OSCILGEN0	<i>Oscillatoria</i> sp.			3
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>	33,65	1.691,43	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	7,56	18.064,95	1
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	37,79	22.437,31	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	109,59	8.367,82	1
PLAGNANNO	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	26,45	1.034,15	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	0,92	45.770,55	2
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i> (=Parvodinium umbonatum)			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGILO	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>			1
PHACPLEU0	<i>Phacus pleuronectes</i>			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	156,77	24.575,63	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	219,17	31.466,10	
	TOTALES CHLOROPHYTA	744,19	80.451,69	
	TOTALES CYANOBACTERIA	16.755,04	10.446,73	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	181,38	49.904,23	
	TOTALES DINOPHYCEAE	0,92	45.770,55	
	TOTALES ALGAS	18.057,48	242.614,92	

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

3.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Las Torcas se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Cladocera
- 2 Copepoda
- 4 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	157,12
BIOMASA TOTAL	µg/L	100,38
Diversidad Shannon-Wiener		2,59
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		106,54
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		43,08
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		55,44
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>
µg/L		38,83
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 10 m
CLADÓCEROS: 30,63 %	COPÉPODOS: 42,98 %	ROTÍFEROS: 26,39 %

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 TAXÓN	COMPOSICIÓN ZOOPLANCTON	ABUNDANCIA Ind./L	BIOMASA mg/L	PORCENTAJE (1 al 5)
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	0,77	1,00	1
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,58	0,69	2
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	7,69	23,08	1
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	7,69	29,23	1
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,58	1,44	1
	COPEÓDOS			
COPINUMI0	<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	27,12	38,83	1
CYCLOVIVI0	<i>Cyclops vicinus</i>			3
CYCLOPFAM	Fam. Cyclopidae	6,15	0,92	1
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,38	0,29	1
COLLPELA0	<i>Collotheca pelagica</i>	24,62	0,74	1
EOSPHGEN0	<i>Eosphora</i> sp			1
LECAFURC0	<i>Lecane furcata</i>			1
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	43,08	2,20	2
POLYLUMI0	<i>Polyarthra luminosa</i>	38,46	1,96	1
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>			1
SYNCKITIO	<i>Synchaeta kitina</i>			1
	Total Cladóceros	17,31	55,44	30,63
	Total Copépodos	33,27	39,75	42,98
	Total Rotíferos	106,54	5,19	26,39
	Total	157,12	100,38	100

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. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6 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 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
VALOR PROMEDIO FINAL	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

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 Las Torcas.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	1,88	Ultraoligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,72	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,40	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	18057	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,25	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica el embalse como ultraoligotrófico y la concentración de clorofila *a* y la transparencia (DS) determinan para el embalse el estado oligotrófico. Mientras que la densidad algal indican un estado de eutrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LAS TORCAS ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

5. 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 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵	
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		Phytoplankton Assemblage Index (Q)	> 3	2-3	1-2	<1	
		Trophic Index (TI)	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		Phytoplankton Trophic Index (PTI)	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)	< 6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2		
Zooplancton	Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)	< 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 9:

Tabla 9. 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 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 Las Torcas.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	18057	Deficiente
		Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	1,72	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm^3/L)	0,24	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,13	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,98	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,37	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,13	Bueno o superior
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	7,61	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,40	Bueno
	Oxigenación	O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	9,64	Muy bueno
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	1,88	Muy bueno
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			2	BUENO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

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 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 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 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 ($\mu\text{g/L}$)	$\geq 0,433$	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	$< 0,143$	
		Biovolumen algal (mm^3/L)	$\geq 0,362$	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	$< 0,12$	
		Índice de Catalán (IGA)	$\geq 0,982$	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	$< 0,327$	
		Porcentaje de cianobacterias	$\geq 0,715$	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 ($\mu\text{g P/L}$)	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 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_{norm}) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Las Torcas.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,72	1,51	1,36	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,24	3,13	2,33	Bueno o superior
			Media			1,85	
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,63	0,997	0,94	Moderado
			Porcentaje de cianobacterias	4,31	0,96	0,94	Bueno o superior
			Media			0,94	
Media global						1,39	
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,40			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,64			Muy bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	1,88			Muy bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2		BUENO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				BUENO O SUPERIOR			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso