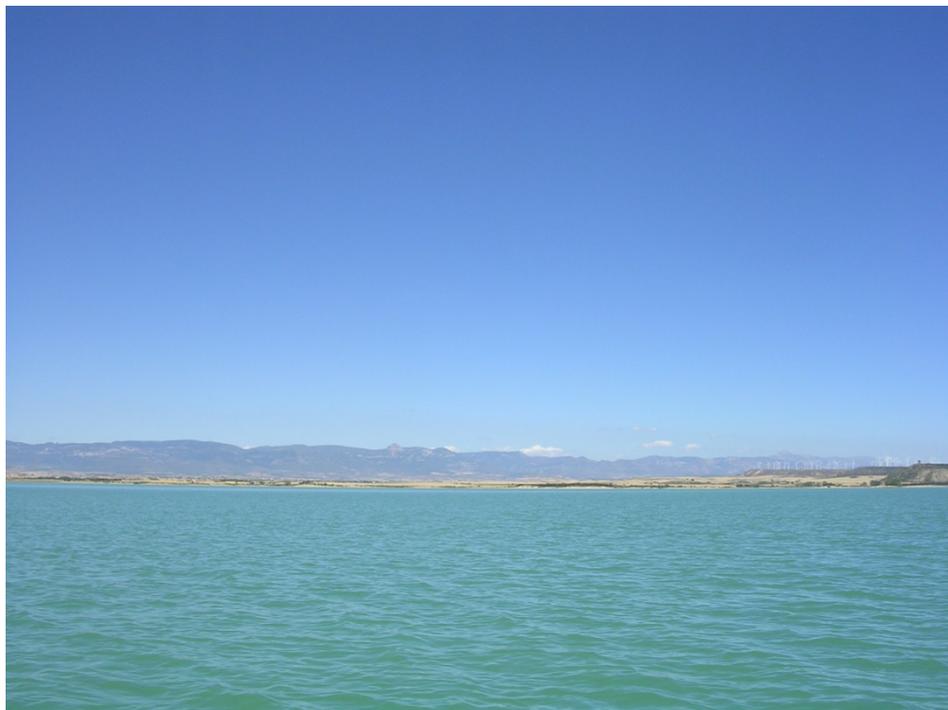

RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA SOTONERA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

RED DE SEGUIMIENTO DE MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna 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:

70.590,38 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA SOTONERA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2015

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista panorámica del embalse de La Sotonera.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). Red de seguimiento de masas de agua muy modificadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 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.....	6
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	6
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	<i>7</i>
2.3. <i>Usos del agua</i>	<i>8</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>8</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	9
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>10</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>13</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>14</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 2014-2015.	8
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	9
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	10
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	11
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	12
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	15
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse	27
Figura 8. Fotografía desde el punto de acceso al embalse	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Sotonera	7
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	14
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	18
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	20
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Sotonera.....	20
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	21
Tabla 9. Combinación de los indicadores.....	22
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Sotonera.	22
Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).	23
Tabla 12. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	24
Tabla 13. Combinación de los indicadores.....	24
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de La Sotonera.....	25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de La Sotonera durante los muestreos de 2015 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 aspecto del embalse durante el periodo estudiado (verano 2015, correspondiente al año hidrológico 2014-2015).

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”, 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 presa de La Sotonera se sitúa dentro de los términos municipales de Huesca y Loporzano, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Sotón, afluente del Gállego. Sin embargo, la principal aportación de aguas es desde este río por el canal que viene desde la presa de Ardisa, y la principal salida el Canal de Monegros.

La cubeta del embalse de La Sotonera se enclava en las litologías que se resumen en la siguiente tabla:

TIPO LITOLOGÍA	ORIGEN
Lutitas con intercalaciones de areniscas	DETRÍTICAS
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales)	DETRÍTICAS
Arcillas, limos y cantos, turba (Depósitos de áreas endorreicas, depósitos lacustres, turberas)	DETRÍTICAS
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	DETRÍTICAS
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	DETRÍTICAS

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones. La cuenca de drenaje vertiente al embalse de La Sotonera tiene una superficie de 2100 km², aunque las aportaciones principales de aguas hemos comentado que provienen desde la presa de Ardisa por un canal de transferencia.

El embalse tiene una capacidad total de 189,38 hm³. Tiene una profundidad media de 10,3 m, mientras que la profundidad máxima es de 31,55 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Sotonera.

Superficie de la cuenca	2100 km ²
Capacidad total N.M.N.	189,38 hm ³
Capacidad útil	181,58 hm ³
Aportación media anual	1000 hm ³
Superficie inundada	216 ha
Cota máximo embalse normal	421,64 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 en verano se encuentra en los 7,5 metros determinado por medio de medidor fotoeléctrico, muy superior al valor obtenido con el disco de Secchi, que ha sido de 4,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Sotonera para el año hidrológico 2014-2015 fue de 6,82 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2014-2015.

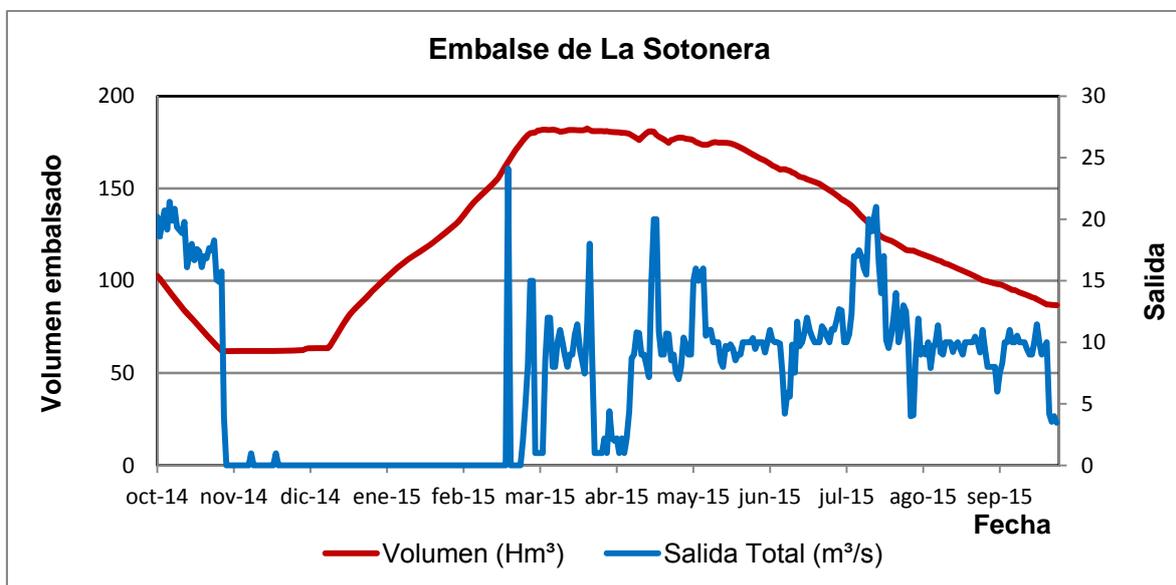


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2014-2015.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, el abastecimiento y también el recreativo.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse La Sotonera forma parte de las zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano, según el artículo 7 de la Directiva Marco del Agua.

El embalse de La Sotonera 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, en la categoría de zona 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 28 de Julio de 2015, 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.

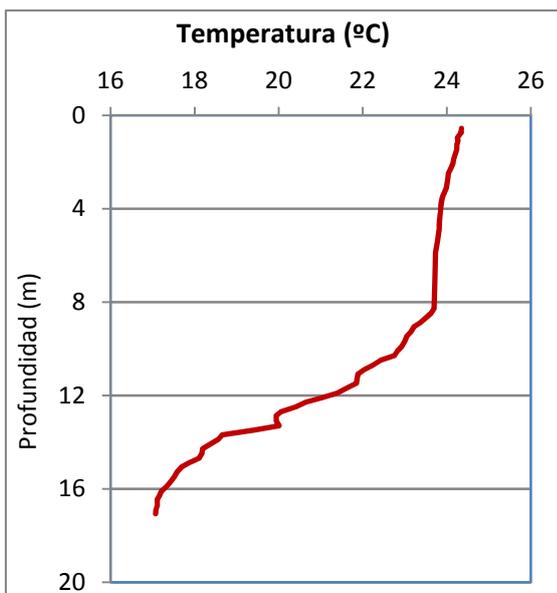


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

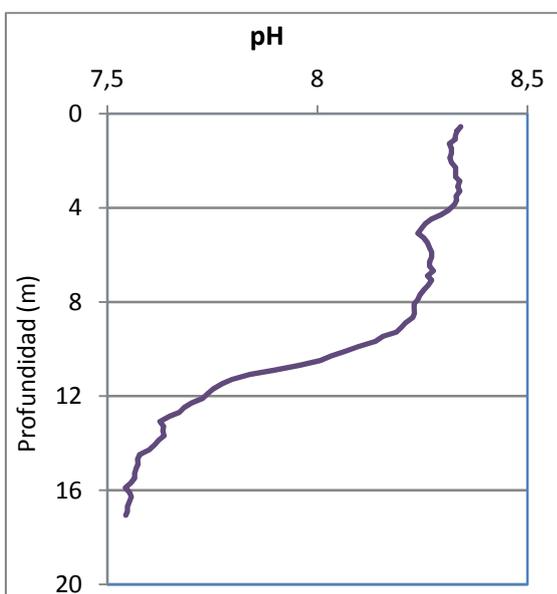
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

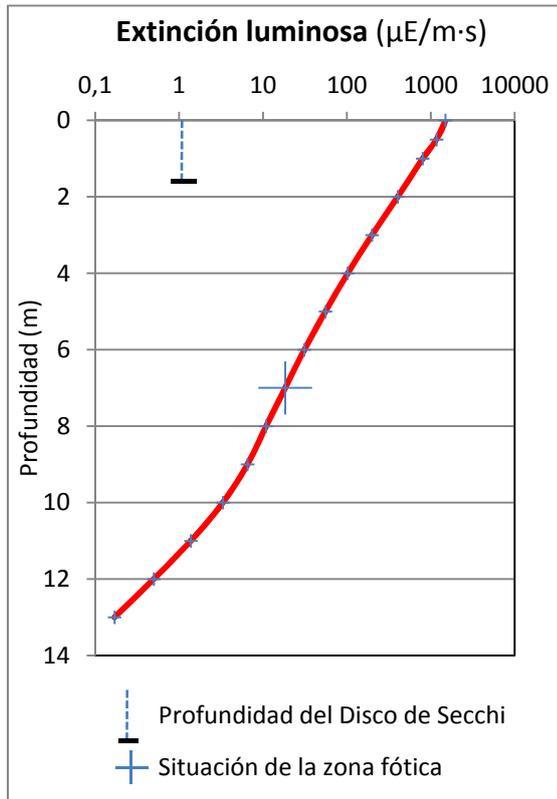


La temperatura del agua oscila entre los 17,07 °C – en el fondo- y los 24,35 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2015) no existe termoclina.



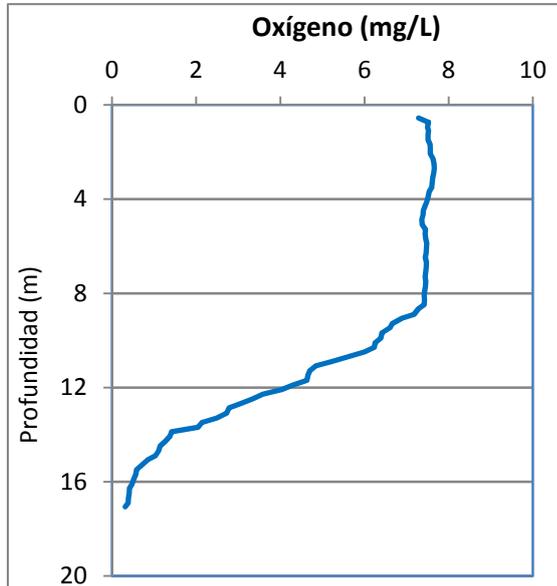
El pH del agua en la superficie es de 8,34. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,54.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



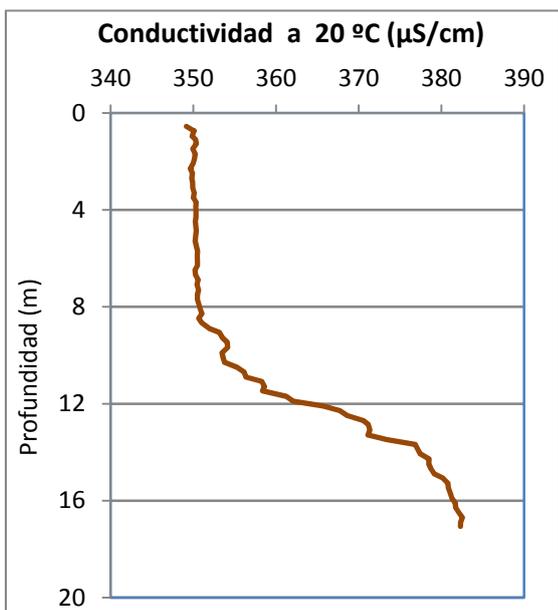
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,7 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4,3 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 7,5 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 7 m de profundidad) fue de 4,40 UAF.



Las condiciones de oxigenación en la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 5,31 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 14 m de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 349 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 382 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2015 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 11,09 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 1,29 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,45 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,33 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser <0,01 mg N/L, por debajo del límite de detección.
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,35 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,53 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 40 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	5
CHRYSTOPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	18
ZYGNEMATOPHYCEAE	2
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	6
EUGLENOPHYCEAE	2

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	1661
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	898620
Diversidad Shannon-Wiener		3,03
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		875
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)
Nº células/ml		816
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
Nº células/ml		294548
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)
Nº células/ml		225626

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

La concentración de clorofila fue de 3,48 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se indica en la figura 6 con una línea roja. Se observa en el perfil vertical realizado con el fluorímetro un valor máximo sobre los 4 m de profundidad.

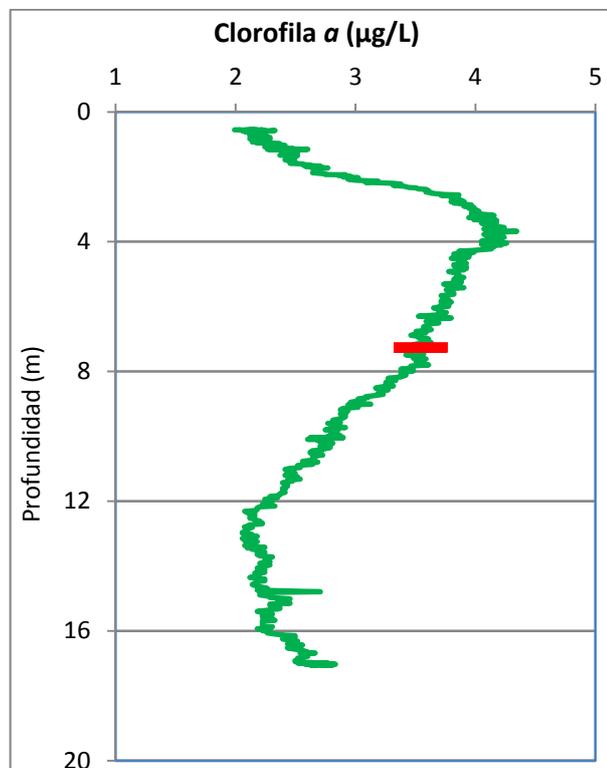


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila *a*.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton, muestran los resultados de la tabla 3:

Tabla 3. 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>			1
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>			1
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (= <i>Lindavia ocellata</i>)	816	225.626	2
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (= <i>Lindavia radiosa</i>)	4	7.212	
MELOVARI0	<i>Melosira varians</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnanthydium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>)	2	4.535	
AMPHOVAL0	<i>Amphora ovalis</i>			1
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
DIATVULG0	<i>Diatoma vulgaris</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	51	36.967	1

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	2	1.134	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)			1
	CHRYSOPHYCEAE			
BITRCHOD0	<i>Bitrichia chodatii</i>			1
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	1	38	
DINOCREN0	<i>Dinobryon crenulatum</i>			1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>			2
	SYNUROPHYCEAE			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)			1
	XANTHOPHYCEAE			
CENTBELA0	<i>Centrtractus belanophorus</i>	1	1.402	
	CHLOROPHYTA			
SCENACUT0	<i>Acutodesmus obliquus</i> (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus)			1
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>	14	927	1
CRUCTETRO	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	14	1.020	
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	12	2.121	
DICTPULC0	<i>Dactylosphaerium pulchellum</i>	5	158	
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>	19	198	
COELRETI0	<i>Hariotina reticulata</i> (=Coelastrum reticulatum)			1
KIRCCONT0	<i>Kirchenriella contorta</i>	8	108	
LAGESUBS0	<i>Lagerheimia subsalsa</i>	7	927	
MONOMINU0	<i>Monoraphidium minutum</i>	1	29	
NEPHSUBS0	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	14	417	2
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>			1
OOCYPARV0	<i>Oocystis parva</i>	50	2.909	
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDISIMP0	<i>Pediastrum simplex</i> (=Monactinus simplex)			1
PEDITETRO	<i>Pediastrum tetras</i>	5	1.209	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)	9	356	
SCENBREV0	<i>Scenedesmus brevispina</i>			1
SCENCOST0	<i>Scenedesmus costato-granulatus</i> (=Desmodesmus costato-granulatus)	5	178	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (=Scenedesmus linearis)	14	1.187	1
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (=Scenedesmus disciformis)	9	791	
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	203	22.972	5
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	14	886	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	57	4.081	
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
COSMBIOC0	<i>Cosmarium bioculatum</i>	25	4.674	
STAUTETRO	<i>Staurostrum tetracerum</i>	1	365	1
	CYANOBACTERIA			
ANABAGEN0	<i>Anabaena</i> sp.			1
MERIPUNC0	<i>Merismopedia punctata</i>			1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	68	163.714	1

COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
CRYPOVAT0	<i>Cryptomonas ovata</i>	24	85.772	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.	14	8.414	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	135	10.279	1
PLAGNANNO	<i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i>	15	600	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2	103.304	1
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>	6	97.384	1
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	1	15.631	1
GYMNHENV0	<i>Gymnodinium</i> sp.	1	900	
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>			2
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum (=Parvodinium umbonatum)</i>	8	19.633	
PERUMDEF2	<i>Peridinium umbonatum var. deflandrei</i>	19	57.696	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGIL0	<i>Euglena agilis</i>	2	10.449	
LEPOOVUM0	<i>Lepocinclis ovum</i>			1
PHACCAUD0	<i>Phacus caudatus</i>			1
PHACTORT0	<i>Phacus tortus</i>			1
STROFLUV0	<i>Strombomonas fluviatilis</i>	1	2.415	1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	875	275.473	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	1	38	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	1	1.402	
	TOTALES CHLOROPHYTA	461	40.476	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	25	5.039	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	256	268.779	
	TOTALES DINOPHYCEAE	38	294.548	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	4	12.865	
	TOTALES ALGAS	1.661	898.620	

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 La Sotonera se han identificado un total de 19 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 2 Copepoda
- 13 Rotifera
- 1 Otros

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	8,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	928,08
BIOMASA TOTAL	µg/L	172,50
Diversidad Shannon-Wiener		2,65
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		749,62
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		381,54
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		58,46
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Diaphanosoma mongolianum</i>
µg/L		30,77
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 16 m
CLADÓCEROS: 10,96 %	COPÉPODOS: 17,41 %	ROTÍFEROS: 64,50 %

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

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	18,46	24,00	7,13
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	3,08	3,69	0,55
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>			0,55
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	12,31	30,77	2,74
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	4,62	15,49	1,64
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>			1,51
CYCLOPFAM	Ciclópido	98,46	25,85	14,25
	ROTÍFEROS			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	3,08	0,19	0,03
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,38	0,29	0,55
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>	1,54	0,15	0,03
HEXAFENNO0	<i>Hexarthra fennica</i>	4,62	0,96	0,03
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	106,15	5,31	17,54
KERCOTEC1	<i>Keratella cochlearis tecta</i>	41,54	2,08	4,39
KERATROP0	<i>Keratella tropica</i>	3,08	0,38	0,14
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	381,54	19,46	27,41
POLYEURY0	<i>Polyarthra euryptera</i>	183,08	23,80	13,16
POMPSULC0	<i>Pompholyx sulcata</i>	9,23	0,55	0,27
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>	7,69	0,38	0,55
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>	3,08	0,15	0,14
SYNCPECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	4,62	1,53	0,27
	OTROS			
DREIPOLY0	<i>Dreissena polymorpha</i> (Mejillón cebra)	41,54	17,45	7,13
	Total Cladóceros	33,85	58,46	10,96
	Total Copépodos	103,08	41,34	17,41
	Total Rotíferos	749,62	55,25	64,50
	Total Otros	41,54	17,45	7,13
	Total	928,08	172,50	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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

Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

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

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 La Sotonera.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	11,09	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,48	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,70	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	1661	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,00	MESOTRÓFICO

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

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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

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

Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	< 10 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)			>3,4	2,6-3,4	1,8 - 2,6	< 1,8	
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		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(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 La Sotonera.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	1661	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,48	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,90	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,85	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,60	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,57	Bueno o superior
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,41	Moderado	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	8,25	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,70	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,31	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	11,09	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			1,0	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{exp}				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 <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			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

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 La Sotonera.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	3,48	0,75	0,82	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,90	0,85	0,90	Bueno o superior
			Media				0,86
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,22	1,001	1,02	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media				1,01
Media global						0,94	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,94			BUENO o SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,70			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,31			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	11,09			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				1		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista desde el punto de acceso