



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2019

SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2019

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 Emérito de Ecología. Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

17.772,83 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE LA TRANQUERA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2019

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2019

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de La Tranquera desde el punto de muestreo.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2019). Seguimiento de embalses 2019. 188 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>8</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>19</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	21
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	22
 ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	 28

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019.	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 desde el punto de muestreo.....	28
Figura 8. Vista del color del agua con el disco de Secchi.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Tranquera	8
Tabla 1. Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas.....	14
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Tranquera.....	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 La Tranquera.	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 La Tranquera.....	26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los muestreos realizados en el embalse de La Tranquera en el verano de 2019 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 2019, correspondiente al año hidrológico 2018-2019).

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 La Tranquera está situado en el extremo oriental de la cuenca de Almazán, sobre materiales del basamento paleozoico y mesozoico en la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El embalse de La Tranquera se sitúa dentro del término municipal de Carenas, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Piedra.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría muy irregular, con dos brazos bien definidos.

La cuenca vertiente al embalse de La Tranquera tiene una superficie total de 146069,84 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 84,26 hm³. Destacar que el valor de la capacidad útil es muy parecido, siendo de 84,17 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 15,8 m y una profundidad máxima de 41 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Tranquera.

Superficie de la cuenca	1461 km ²
Capacidad total N.M.N.	84,26 hm ³
Capacidad útil	84,17 hm ³
Aportación media anual	110 hm ³
Superficie inundada	530 ha
Cota máximo embalse normal	685,50 msnm

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona no húmeda. No existe termoclina en el periodo de muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra en torno a los 8,7 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, mientras que la estimación mediante el disco de Secchi fue solo de 4,5 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Tranquera para el año hidrológico 2018-2019 fue de 8,22 meses.

En la figura 1 se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2018-2019.

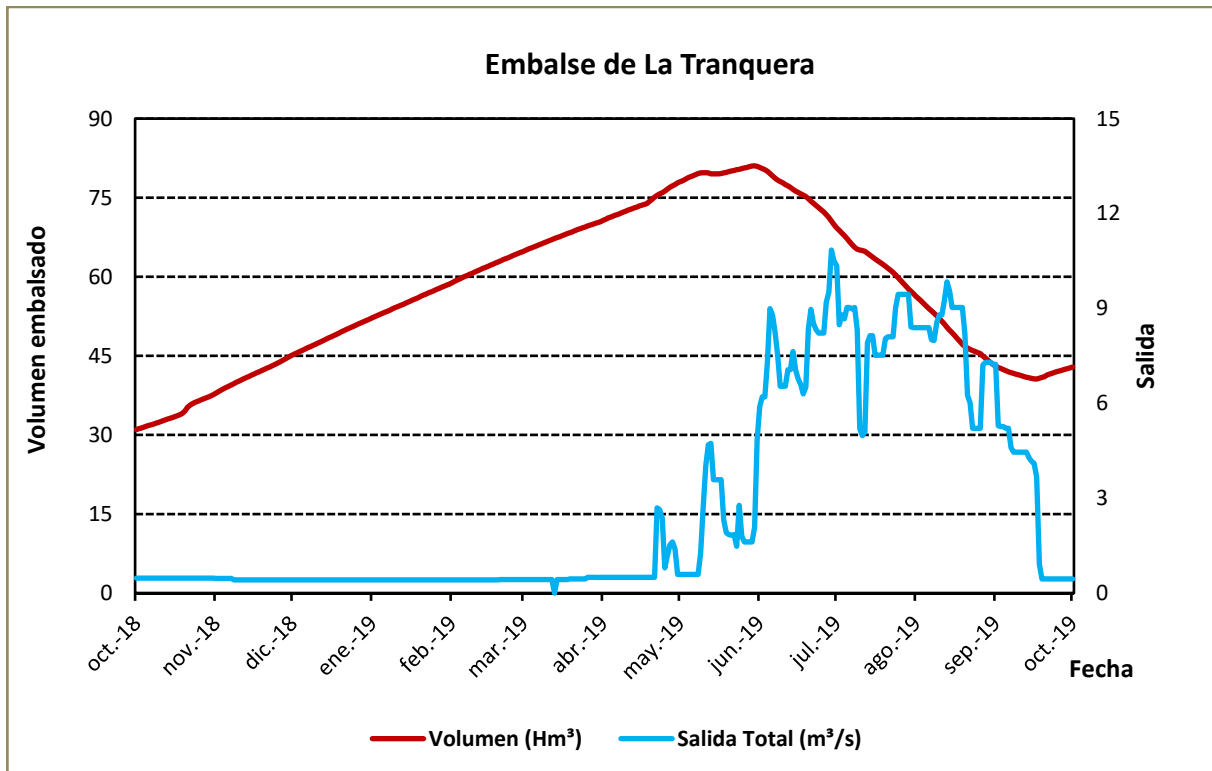


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2018-2019.

2.3. Usos del agua

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

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de La Tranquera 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 categorías de zonas de extracción de agua para consumo humano y zonas sensibles a nutrientes bajo el marco de la directiva 91/271/CEE.

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 5 de Julio de 2019, 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.

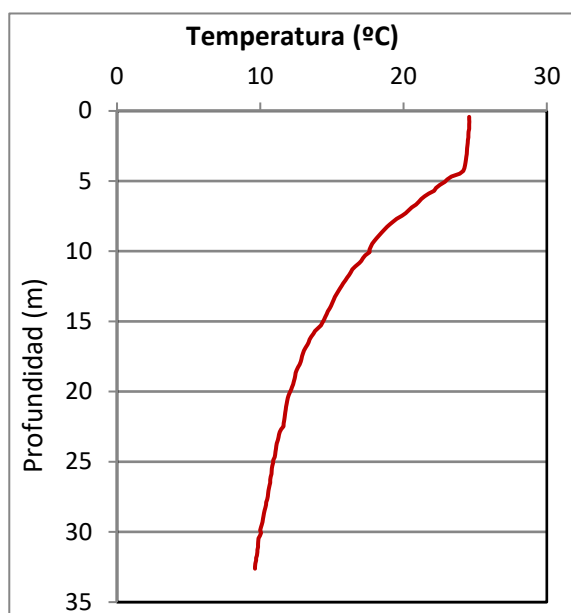


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

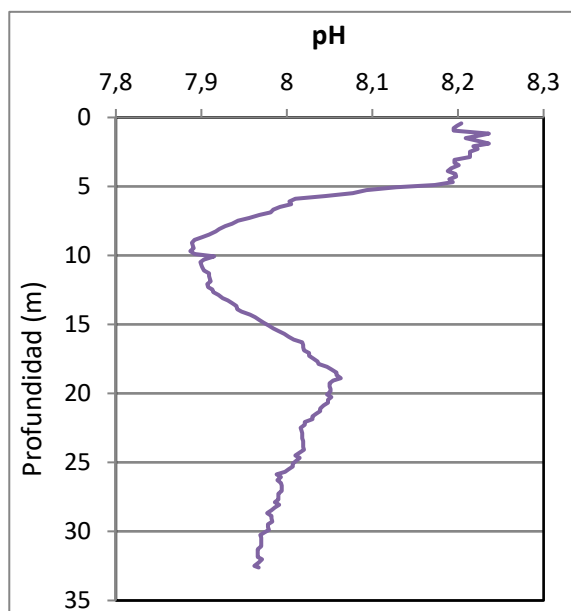
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

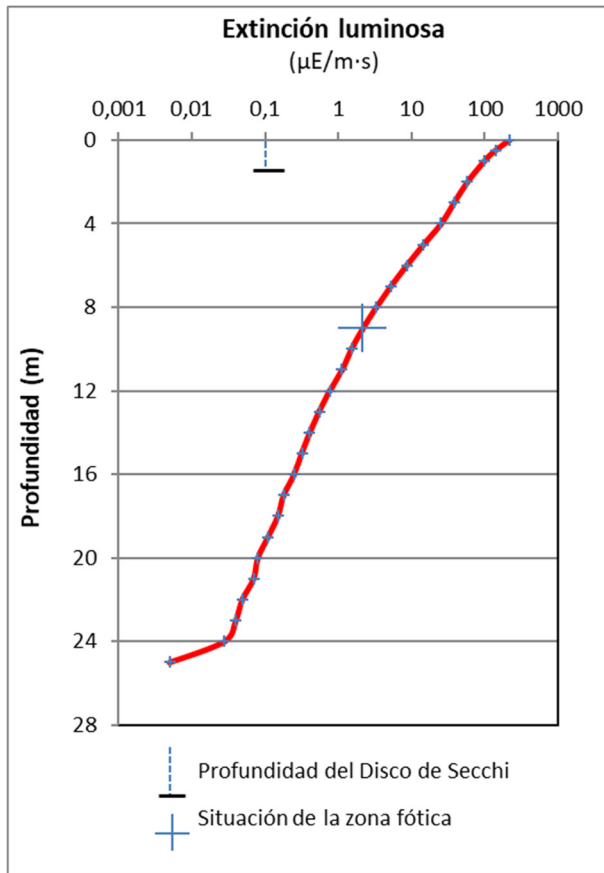


La temperatura del agua oscila entre los 9,63 °C – en el fondo- y los 24,58 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2019) no existe termoclina.



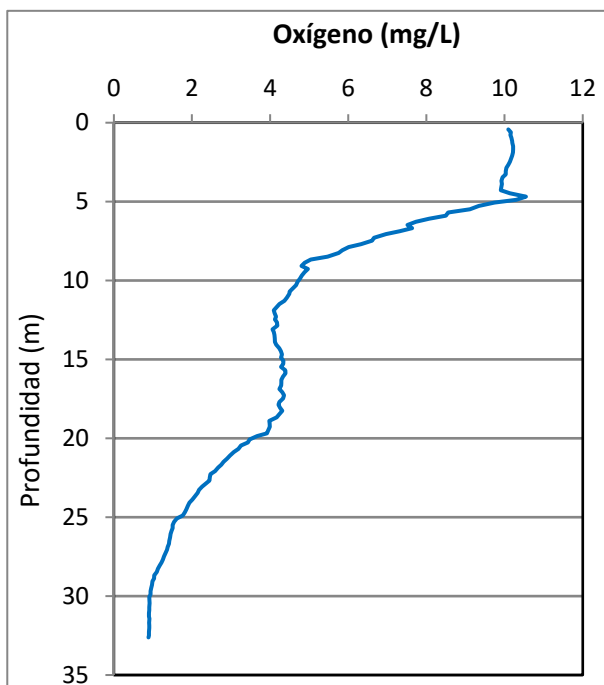
El pH del agua en superficie de 8,20. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,96, encontrándose el valor mínimo de 7,89 a 10 metros de profundidad.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



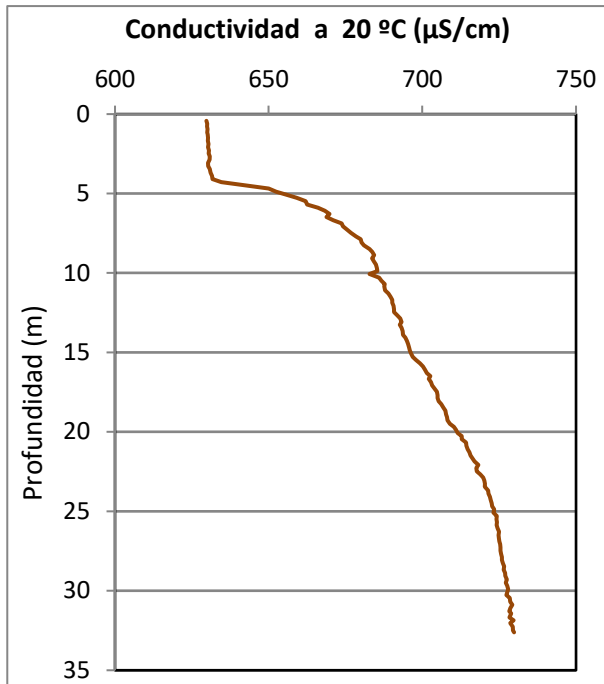
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,8 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 4,5 metros de profundidad. Inferior a la capa fótica de 8,7 m determinada mediante medidor fotoeléctrico.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 9 m de profundidad) fue de 2,92 UAF.

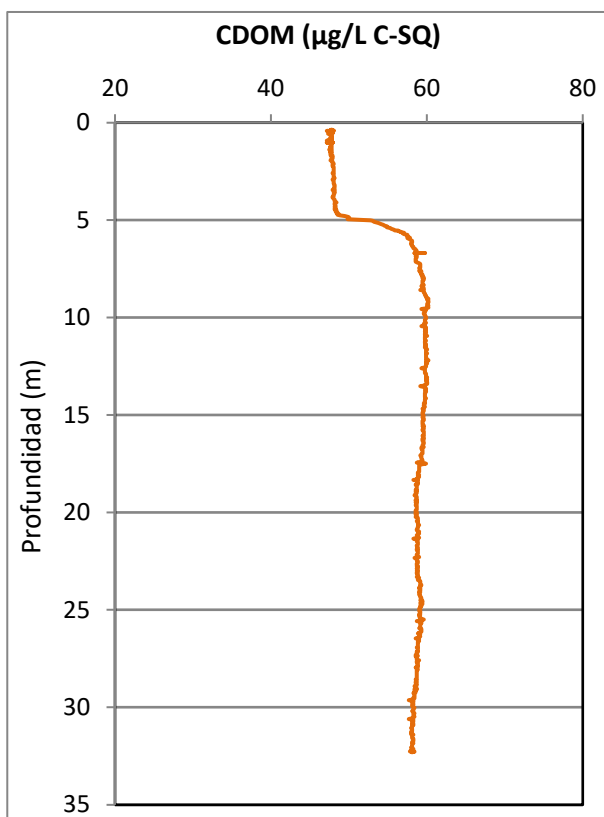


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 4,47 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a partir de los 24 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 629 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 729 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, coincidiendo con el valor máximo.



El valor de concentración de CDOM del agua es de 47 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 58 QSE en el fondo.

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

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2019 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA	m	9,0
AMONIO	mg NH ₄ /L	0,052
FÓSFORO TOTAL	µg P/L	18,58
FÓSFORO SOLUBLE	µg P/L	5,25
NIO (NO ₃ + NO ₂)	mg N/L	2,38
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	2,88
SÍLICE	mg SiO ₂ /L	2,89
ALCALINIDAD	meq/L	2,59

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 32 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	2
CHRYSTOPHYCEAE	1
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	19
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	4
DINOPHYCEAE	2
EUGLENOPHYCEAE	1

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cél./ml	38840
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	2142466
Diversidad Shannon-Wiener		1,65
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		37538
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Coenochloris hindakii</i>
Nº células/ml		24238
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Chlorophyceae
Nº células/ml		1342277
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Coenochloris hindakii</i>
Nº células/ml		812235

La concentración de clorofila fue de 10,77 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado con una línea roja en la figura 6. El perfil vertical realizado

mediante fluorimetría muestra dos máximos, uno a 1 m con un valor de 10,9 a los 5 m de profundidad, con un valor de 15,2 $\mu\text{g/L}$.

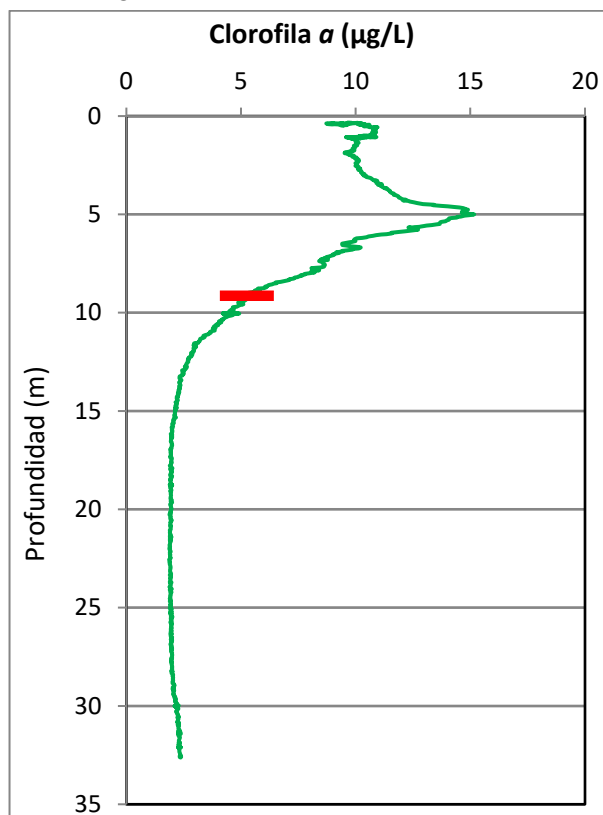


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, 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	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	(1 al 5)
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULAGRAN0	<i>Aulacoseira granulata</i>			1
CYCLOCEL0	<i>Cyclotella ocellata</i> (=Lindavia ocellata)	398,28	141.155,84	1
CYCLRADI0	<i>Cyclotella radiosa</i> (=Lindavia radiosa)	72,43	147.445,16	
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>			1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)			1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	512,08	32.004,88	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>			1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
	XANTHOPHYCEAE			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	25,19	14.364,63	1
	CHLOROPHYTA			
SCENACUT0	<i>Acutodesmus obliquus</i> (<i>Tetradismus acutus</i> = <i>Scenedesmus obliquus</i> = <i>Scenedesmus acutus</i>)	12,60	267,11	
BOTRBRAU0	<i>Botryococcus braunii</i>			1
CARTEGEN0	<i>Carteria</i> sp.	12,60	32.402,85	
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	25,19	8.244,16	1
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			1
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>			1
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	24.238,36	812.235,37	1
COENOGEN0	<i>Coenochloris</i> sp.			2
DIDYFINA0	<i>Didymocystis fina</i>			1
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	384,18	16.293,76	1
COELRETI0	<i>Hariotina reticulata</i> (= <i>Coelastrum reticulatum</i>)	25,19	844,20	
HAEMPLUV0	<i>Haematococcus pluvialis</i>			1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	3,15	81,62	
OOCYBORG0	<i>Oocystis borgei</i>	6,30	16.323,44	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	910,36	53.386,36	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	341,39	202.701,35	1
OOCYRHOM0	<i>Oocystis rhomboidea</i>	1.137,95	76.266,23	
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>	9,80	4.900,11	1
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	44,09	11.080,15	1
DIDYPLAN0	<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i>)	10.241,56	96.524,45	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (= <i>Desmodesmus armatus</i>)	18,89	712,30	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus linearis</i>)	12,60	1.055,25	
SCENLINE0	<i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus linearis</i>)			1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	25,19	2.849,18	1
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	25,19	1.574,52	
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	62,98	4.534,61	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
STAUPARA0	<i>Staurostrum paradoxum</i>	0,31	441,98	1
	CYANOBACTERIA			
APHAGRAC0	<i>Aphanizomenon gracile</i>			1
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.			1
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			3
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>			2
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>	30,63	1.539,42	2
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	97,62	166.988,77	
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	56,68	48.079,94	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i>)	91,32	6.973,19	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	9,45	369,34	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm³/ml	(1 al 5)
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	4,59	228.401,74	1
DIPLACUT0	<i>Diplopsalis acuta</i>	0,61	10.102,41	1
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.	3,15	2.321,56	1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	471	288.601	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	512	32.005	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	25	14.365	
	TOTALES CHLOROPHYTA	37.538	1.342.277	
	TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE	0,31	442	
	TOTALES CYANOBACTERIA	31	1.539	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	255	222.411	
	TOTALES DINOPHYCEAE	5	238.504	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	3	2.322	
	TOTALES ALGAS	38.840	2.142.466	

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 Tranquera se han identificado un total de 10 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- Cladocera 4
- Copepoda 2
- Rotifera 4

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	15,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	112,69
BIOMASA TOTAL	µg/L	81,65
Diversidad Shannon-Wiener		2,07
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		47,31
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra vulgaris</i>
individuos/L		45,96
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		50,08
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		35,08
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 58,15 %	COPÉPODOS: 2,06 %	ROTÍFEROS: 39,79 %

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>	0,38	0,50	2
CERIDUBI0	<i>Ceriodapnia dubia</i>			3
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	29,23	35,08	
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	2,88	8,65	1
DAPHCURV0	<i>Daphnia curvirostris</i>	1,54	5,85	
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulex</i>			1
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>			1
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	26,15	8,30	1
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>			1
NEOLALLU0	<i>Neolovenula alluaudi</i>	5,19	21,08	1
	ROTÍFEROS			
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	0,77	0,05	1
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			1
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	0,38	0,02	1
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	45,96	2,07	3
SYNCPLECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	0,19	0,06	
	Total Cladóceros	34,04	50,08	
	Total Copépodos	31,35	29,38	
	Total Rotíferos	47,31	2,20	
	Total	112,69	81,65	

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

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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

Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100
Disco de Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7
Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

En la tabla 8 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Tranquera.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	18,58	Mesotrófico
CLOROFILA a	10,77	Eutrófico
DISCO SECCHI	1,80	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	38840	Eutrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,50	EUTRÓFICO

El resultado obtenido según la concentración de clorofila a y la densidad algal clasifican al embalse como eutrófico. Mientras que los parámetros fósforo total (PT) y transparencia (DS) otorgan al embalse un estado de mesotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de LA TRANQUERA ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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

Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	< 10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵	
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	< 2,5	2,5-8	8,0-25	>25	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	< 0,5	0,5-2	2-8	>8	
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	> 3	2-3	1-2	<1	
		<i>Trophic Index (TI)</i>	< 2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25	
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	> 3,4	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8	
	<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 Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 11 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Tranquera.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	38840	Deficiente
		Clorofila a (µg/L)	10,77	Deficiente
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	2,14	Deficiente
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,92	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	1,57	Malo
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,59	Bueno o superior
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	7,96	Moderado	
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,25	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			4	DEFICIENTE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,80	Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	4,47	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	18,58	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}			DEFICIENTE	

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 12. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila 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 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 La Tranquera.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	10,77	0,24	0,34	Moderado
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	2,14	0,35	0,59	Bueno o superior
			Media			0,46	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	3,03	0,994	0,86	Moderado
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,14	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			0,93	
Media global						0,70	
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,80			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	4,47			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	18,58			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la cola del embalse desde el punto de muestreo.

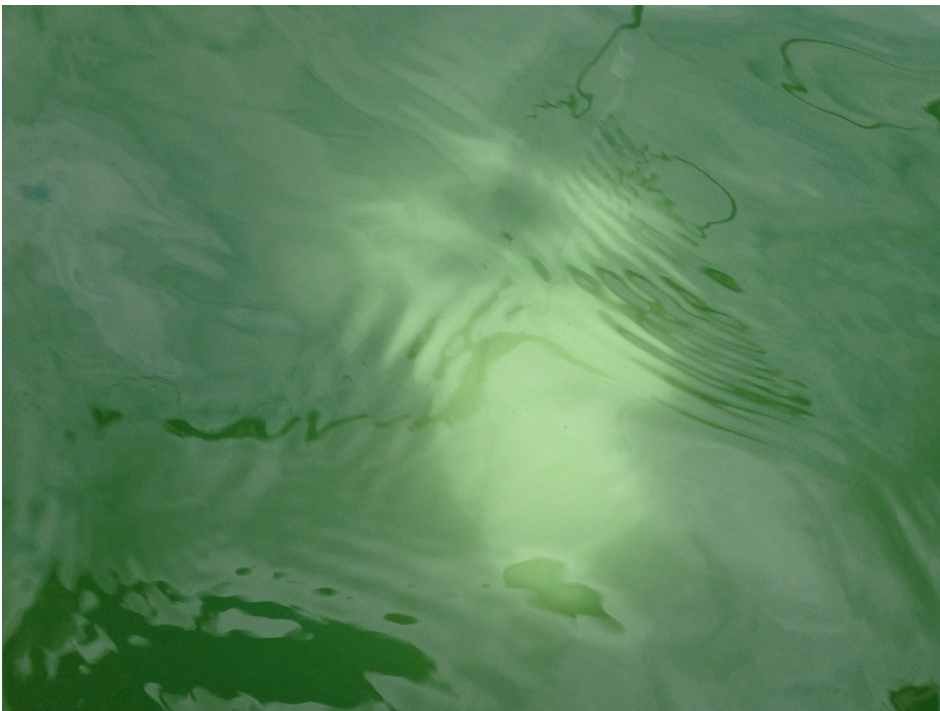


Figura 8. Vista del color del agua con el disco de Secchi.