



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2016

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 LA TRANQUERA



**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



SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

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 LA TRANQUERA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista del embalse de La Tranquera desde la presa.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). 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>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	



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.	9
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	10
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH 11	11
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto 12	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad 13	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> 16	16
Figura 7. Vista de la presa del embalse 28	28
Figura 8. Vista desde el punto de acceso a la lámina de agua 28	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de La Tranquera 8	8
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton. 15	15
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton. 16	16
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton. 19	19
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton. 20	20
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. 21	21
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de La Tranquera. 21	21
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. 22	22
Tabla 9. Combinación de los indicadores. 23	23
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de La Tranquera. 23	23
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). 24	24
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. 25	25
Tabla 13. Combinación de los indicadores. 25	25
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de La Tranquera. 26	26



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los muestreos realizados en el embalse de La Tranquera en el verano de 2016 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 2016, correspondiente al año hidrológico 2015-2016).

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 12 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, coincidiendo con la estimación mediante el disco de Secchi.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de La Tranquera para el año hidrológico 2015-2016 fue de 8,66 meses.

En la figura 1 se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2015-2016.

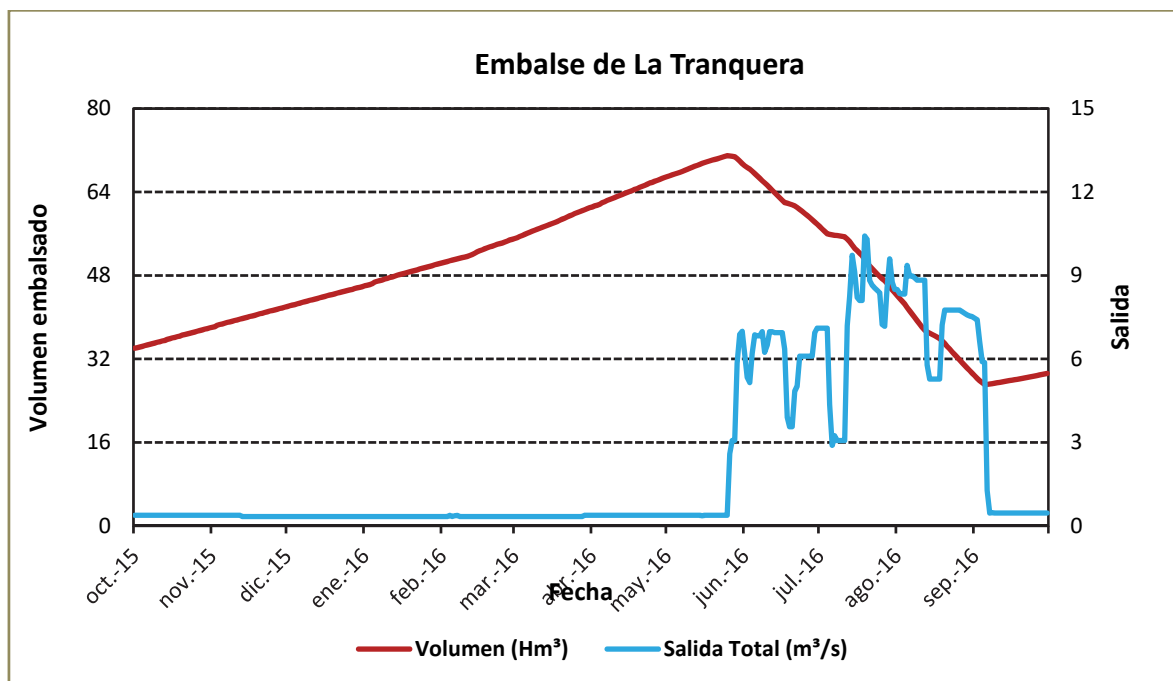


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

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 10 de Agosto de 2016, 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.

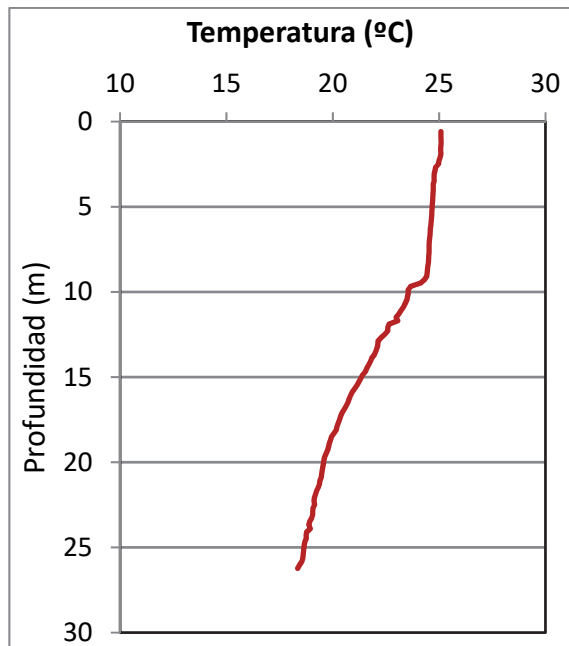


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

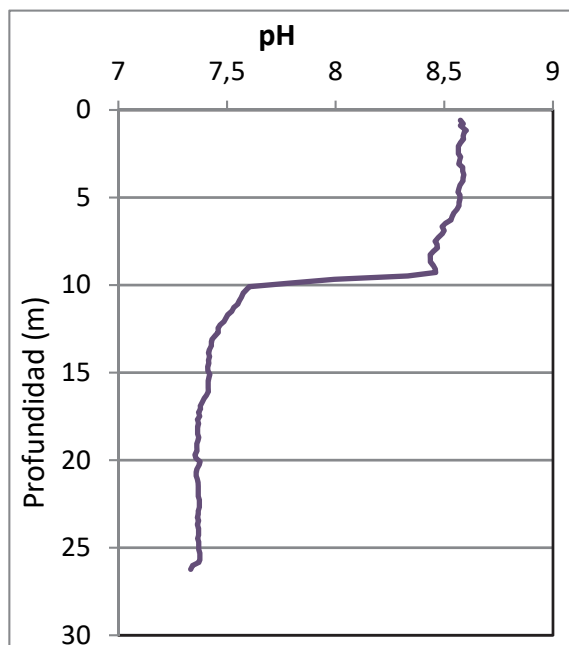
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

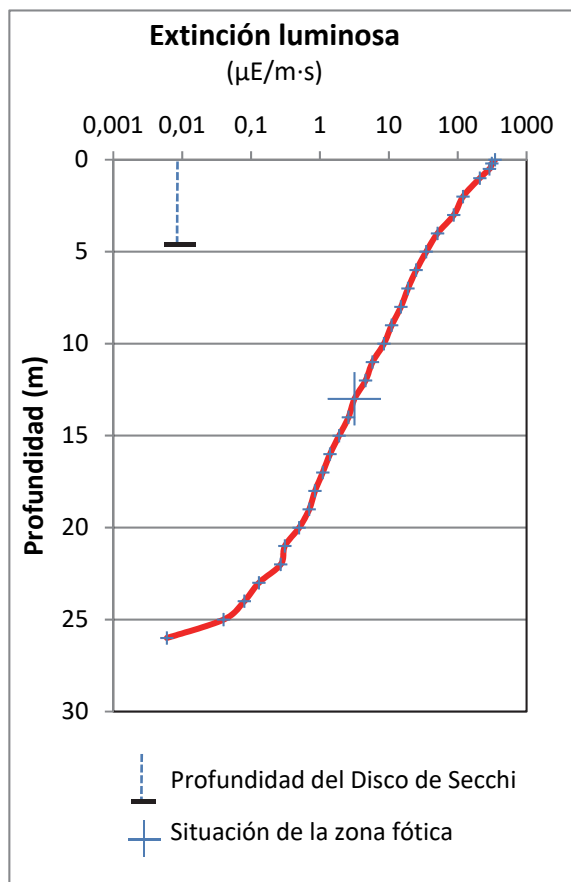


La temperatura del agua oscila entre los 18,60 °C – en el fondo- y los 25,08 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2016) no existe termoclina.



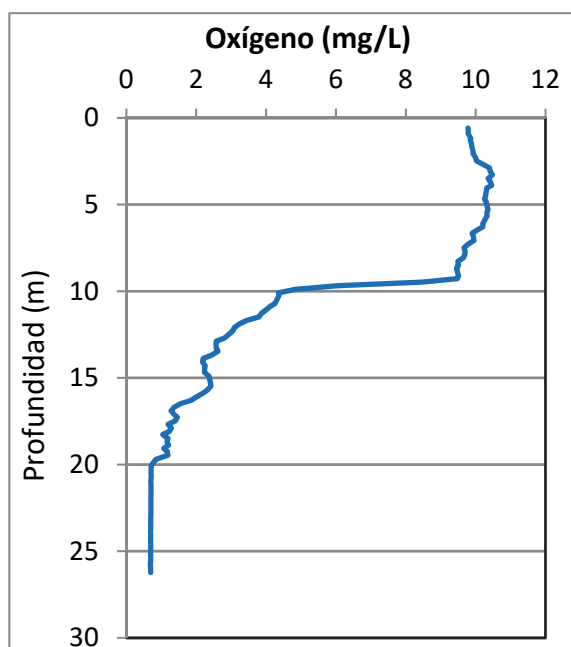
El pH del agua en superficie de 8,59. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,34. Máximo epilimnético y mínimo hipolimnético estival, respectivamente.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



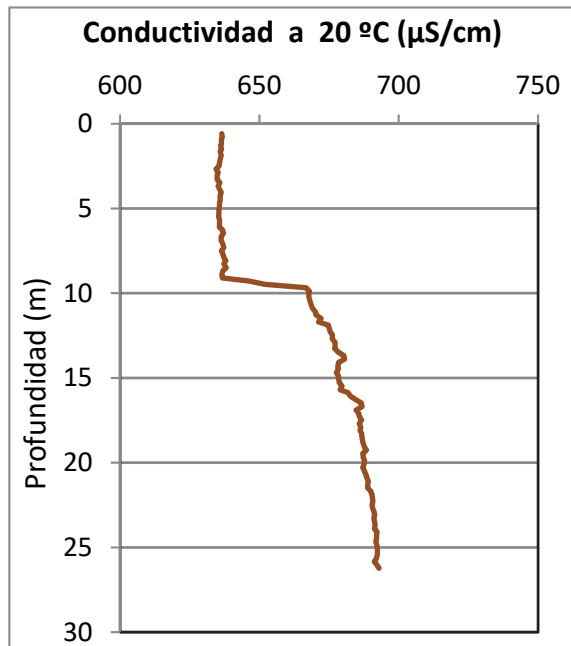
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 4,90 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a los 12,3 metros de profundidad. Similar a la capa fótica de 12,5 m determinada mediante medidor fotoeléctrico.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 16 m de profundidad) fue de 1,28 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 4,67 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) a partir de los 16 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 636 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 692 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, coincidiendo con el valor máximo.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2016 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 17,67 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble ha estado por debajo del límite de detección de 2,26 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 2,06 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,29 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue de 0,082 mg NH_4/L .
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,79 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,00 meq/L.



4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 34 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

CHRYSOPHYCEAE	2
CHRYSOPHYCEAE	3
XANTHOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	15
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	5
EUGLENOPHYCEAE	1

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	5657
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	1133984
Diversidad Shannon-Wiener		3,35
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chlorophyceae
Nº células/ml		3853
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Coenochloris hindakii</i>
Nº células/ml		1560
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Dinophyceae
Nº células/ml		410504
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas erosa</i>
Nº células/ml		310858

La concentración de clorofila fue de 5,95 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado con una línea roja en la figura 6. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un máximo a los 5 m de profundidad, con un valor de 8,3 $\mu\text{g/L}$.

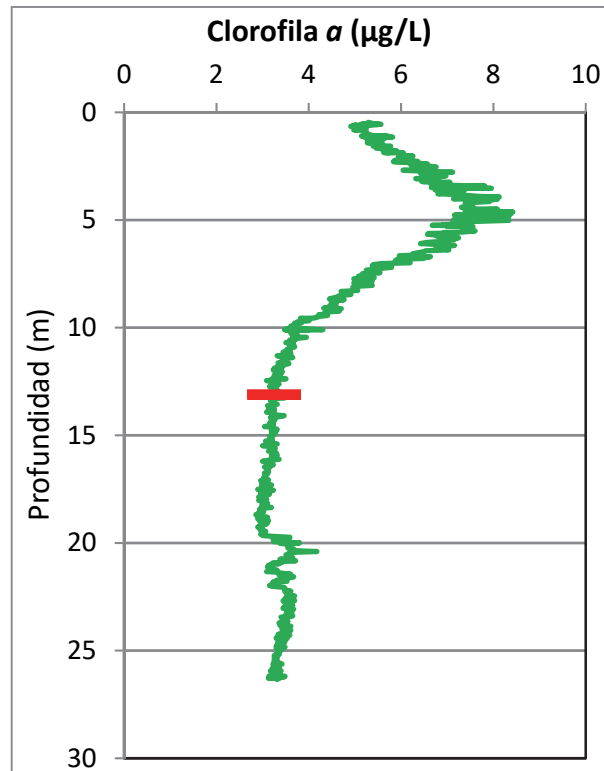


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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

Tabla 3. 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>	8,86	9205,82	1
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus (=Fragilaria ulna var. acus)</i>	1,64	4510,01	1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina sp.</i>	162,56	10160,28	
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>			1
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	0,33	46,78	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	438,92	78828,30	2
	XANTHOPHYCEAE			
TRACSEXA0	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	8,13	4634,71	
	CHLOROPHYTA			
SCENACUT0	<i>Acutodesmus obliquus</i> (=Scenedesmus obliquus=Scenedesmus acutus)			2
CLOSACIR0	<i>Closteriopsis acicularis</i>	0,33	107,38	
COELASTR0	<i>Coelastrum astroideum</i>			2
COELMICR0	<i>Coelastrum microporum</i>			1
COELPSEU0	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	65,03	4255,93	
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	1560,62	52296,84	1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	32,51	5839,13	1
CHLOGLAR0	<i>Chlorolobion glareosum</i>	16,26	425,59	
SCENHYST0	<i>Desmodesmus hystrix</i> (=Scenedesmus hystrix)	1056,67	39835,49	
DIDYBICE0	<i>Didymocystis bicellularis</i>	81,28	1329,98	
KIRCOBES0	<i>Kirchneriella obesa</i>			1
MONODYBO0	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	24,38	632,01	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	121,92	27578,41	1
PANDMORU0	<i>Pandorina morum</i>			1
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	8,13	102,14	
PHACLENT0	<i>Phacotus lenticularis</i>	56,90	14299,92	
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)			1
SCENQUAD0	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	32,51	2723,79	
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	48,77	3048,08	1
TETRKOMA0	<i>Tetrastrum komarekii</i>	682,77	49159,50	1
WESTBOTR0	<i>Westella botryoides</i>	65,03	5107,11	2
CLOSACIC0	<i>Closterium aciculare</i>			1
	CYANOBACTERIA			
ANABFLOS0	<i>Anabaena flos-aquae</i> (= Dolichospermum flos-aquae)			2
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			1
PLANAGAR0	<i>Planktothrix agardhii</i>	576,67	28986,47	
PSEUCATE0	<i>Pseudanabaena catenata</i>			1
WORONAEG1	<i>Woronichinia naegeliana</i>	121,24	6094,08	5
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	130,05	310858,98	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	32,51	27578,41	
CRYPPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	8,13	1685,35	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	268,23	20481,65	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	24,38	953,33	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	2,63	114820,11	1
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	0,33	371,11	



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	7,22	95553,71	1
PERIELPA0	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>	11,16	134004,73	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>	1,31	65755,03	1
PERIPENR0	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>			1
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGILO	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLOXYU0	<i>Euglena oxyuris</i>	0,33	12713,92	
PHACLONG0	<i>Phacus longicauda</i>			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	10,50	13715,83	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	601,82	89035,36	
	TOTALES XANTHOPHYCEAE	8,13	4634,71	
	TOTALES CHLOROPHYTA	3853,11	206741,32	
	TOTALES CYANOBACTERIA	697,91	35080,55	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	463,31	361557,73	
	TOTALES DINOPHYCEAE	22,64	410504,69	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	0,33	12713,92	
	TOTALES ALGAS	5657,73	1133984,10	

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:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 5 Rotifera

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

Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	7,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	302,50
BIOMASA TOTAL	µg/L	349,11
Diversidad Shannon-Wiener		0,99
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cladóceros
individuos/L		269,23
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
individuos/L		255,38
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		341,08
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
µg/L		306,46
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 26 m
CLADÓCEROS: 77,87 %	COPÉPODOS: 3,34 %	ROTÍFEROS: 18,79 %



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 5:

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	255,38	306,46	74,17
DIAPMONG0	<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	13,85	34,62	3,71
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	0,58	1,94	0,62
MACRALBI0	<i>Macrocyclops albidus</i>	0,19	1,54	0,12
CYCLOPFAM	Ciclópido			2,60
HARPACORD	Harpacticoide	0,19	0,12	
	ROTÍFEROS			
ASCOECAU0	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	1,54	0,10	1,24
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			2,47
COLLPELA0	<i>Collotheca pelagica</i>			1,24
FILILONG0	<i>Filinia longiseta</i>			1,24
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	15,38	3,08	0,12
KERACCOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	1,54	0,08	0,12
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	7,69	0,39	7,42
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	6,15	0,80	2,47
SYNCKITI0	<i>Synchaeta kitina</i>			1,24
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>			1,24
	Total Cladóceros	269,23	341,08	77,87
	Total Copépodos	0,96	3,59	3,34
	Total Rotíferos	32,31	4,44	18,79
	Total	302,50	349,11	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 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 La Tranquera.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	17,67	Mesotrófico
CLOROFILA a	5,95	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,90	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	5658	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

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

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

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)			< 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 La Tranquera.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	5658	Moderado
		Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	5,95	Moderado
		Biovolumen algal (mm^3/L)	1,13	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,41	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,51	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,73	Bueno o superior
			<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	12,23
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	11,13	Deficiente
INDICADOR BIOLÓGICO			4,0	MODERADO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,90	Bueno
	Oxigenación	O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	4,67	Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	17,67	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			3,0	MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{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 RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCE				
			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 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 Tranquera.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	5,95	0,44	0,60	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,13	0,67	0,79	Bueno o superior
			Media			0,70	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,58	1,000	1,00	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	3,63	0,96	0,95	Bueno o superior
			Media			0,97	
Media global						0,84	
INDICADOR BIOLÓGICO					0,84		BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,90			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	4,67			Moderado	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	17,67			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3,0		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

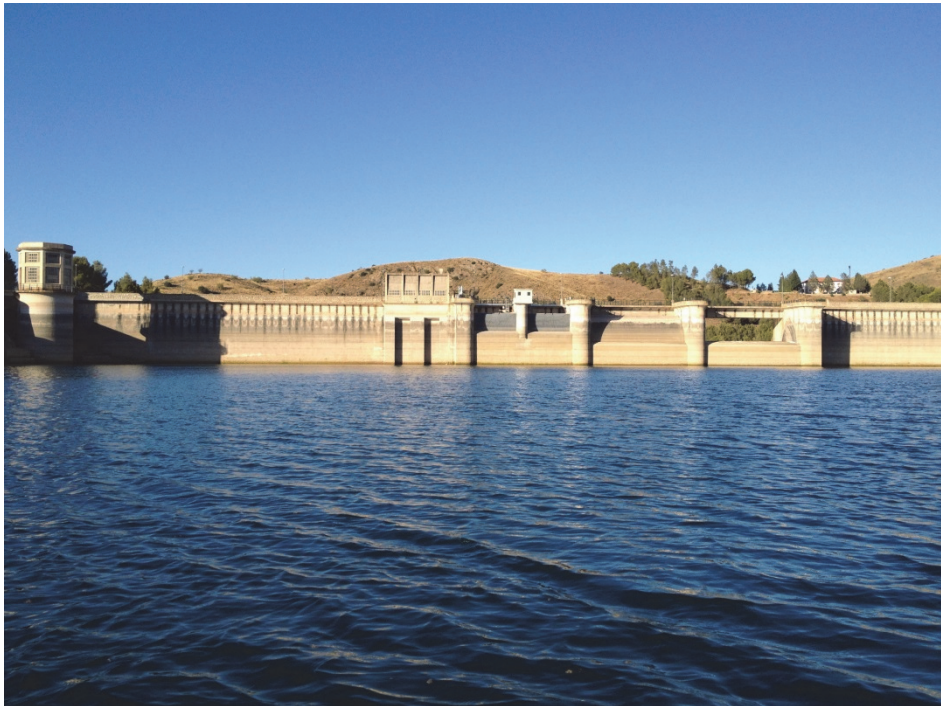


Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista desde el punto de acceso a la lámina de agua