
EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO EN EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE EL CORTIJO



DICIEMBRE 2012
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA 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:

68.857,47 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE EL CORTIJO.

AÑO DE EJECUCIÓN:

2012

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2012

FOTO PORTADA:

Vista de la presa del embalse de El Cortijo desde el punto de toma de muestras.

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.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	5
2.1. Ámbito geológico y geográfico	5
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3. Uso del agua	6
2.3 Registro de zonas protegidas	7
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	7
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	8
4.1. Características físico-químicas de las aguas	8
4.2. Hidroquímica del embalse	11
4.3. Fitoplacton y concentración de clorofila.	12
4.4. Zooplancton	15
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	18
<u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	19
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	7
Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH	8
Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	9
Figura 4. Perfil vertical de la conductividad	10
Figura 5. Fotografía de la presa del embalse	25
Figura 6. Panorámica del embalse desde el punto de acceso.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de El Cortijo	6
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	12
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	15
Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.....	18
Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de El Cortijo.....	18
Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.....	19
Tabla 7. Combinación de los indicadores.	20
Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de El Cortijo.....	20
Tabla 9. 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 (Orden ARM/2656/2008).	21
Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	22
Tabla 11. Combinación de los indicadores.	22
Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de El Cortijo.	23

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de El Cortijo durante los muestreos de 2012 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 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

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

En sentido amplio, la cuenca del Embalse de El Cortijo, se enclava entre materiales de areniscas, arenas y limos, pertenecientes al Oligoceno-Mioceno, de la Era del Cenozoico. Dentro de esta era geológica pero en el Cuaternario aparecen depósitos aluviales, gravas, limos y arcillas.

La presa del Cortijo se sitúa dentro de los términos municipales de Oión, en la provincia de Álava, y de Logroño, en la provincia de La Rioja. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones, de geometría fusiforme.

La cuenca vertiente al Embalse de El Cortijo tiene una cuenca de drenaje de 10.365 km².

El embalse tiene una capacidad total de 1,05 hm³. Esta caracterizado por una profundidad media de 2 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de El Cortijo

Superficie de la cuenca	10.365 km ²
Capacidad total N.M.N.	1,05 hm ³
Capacidad útil	1,00 hm ³
Superficie inundada	38 ha
Cota máximo embalse normal	382 msnm

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

A pesar de su clasificación, se trata de un embalse polimítico dado su escaso volumen y profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 3,9 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 2,6 m.

No existe termoclina en fecha de muestreo del embalse.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de El Cortijo para el año hidrológico 2011-2012, considerando los caudales circulantes, fue de 0,02 meses, equivalente a inferior a un día.

2.3. Uso del agua

El uso principal del agua del Embalse de El Cortijo es el aprovechamiento hidroeléctrico.

2.3 Registro de zonas protegidas

El embalse de El Cortijo 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 zonas de extracción de aguas 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 1). Se ha completado una campaña de muestreo el 25 de Junio de 2012, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos 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 fito y zooplancton.

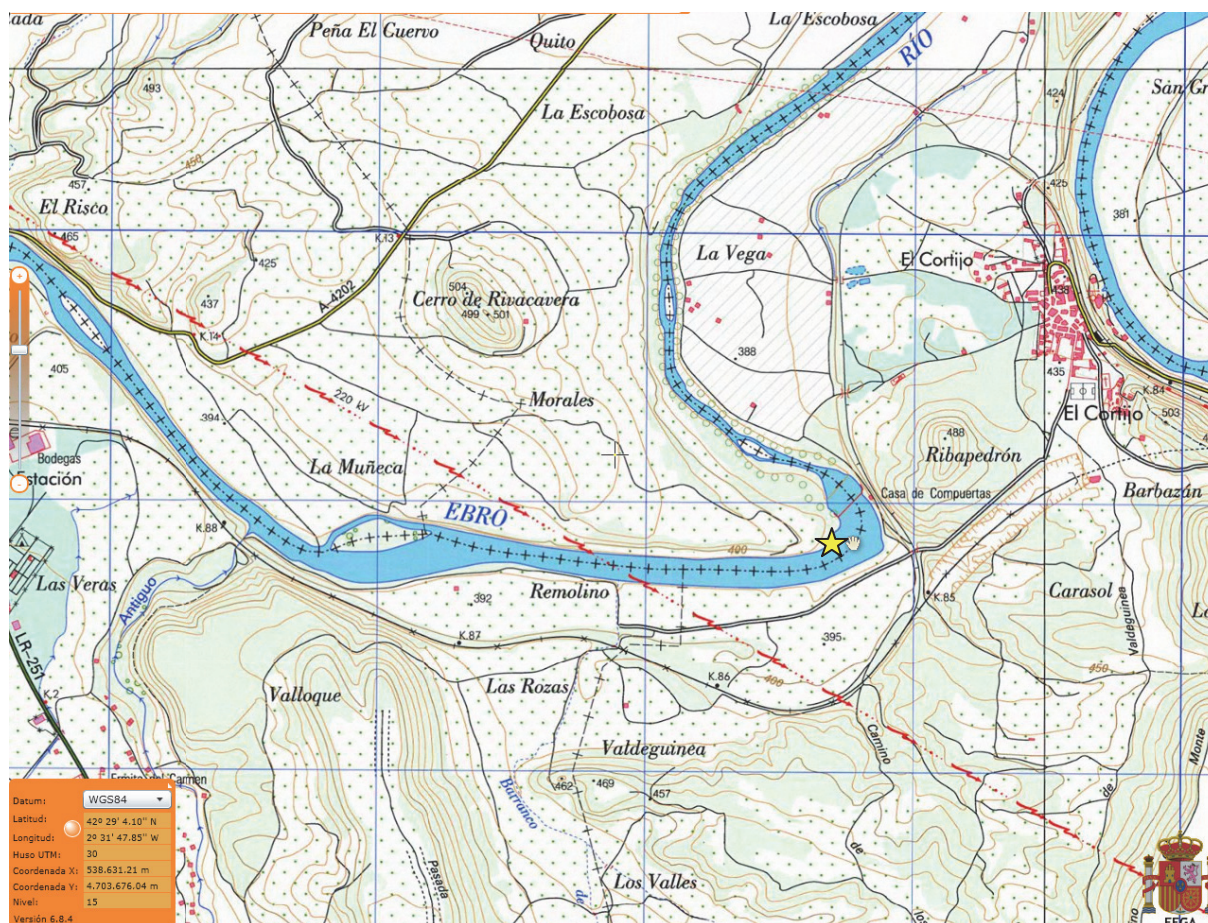
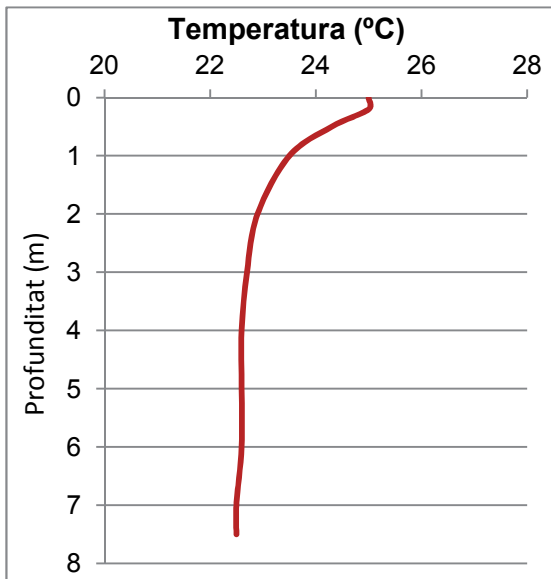


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

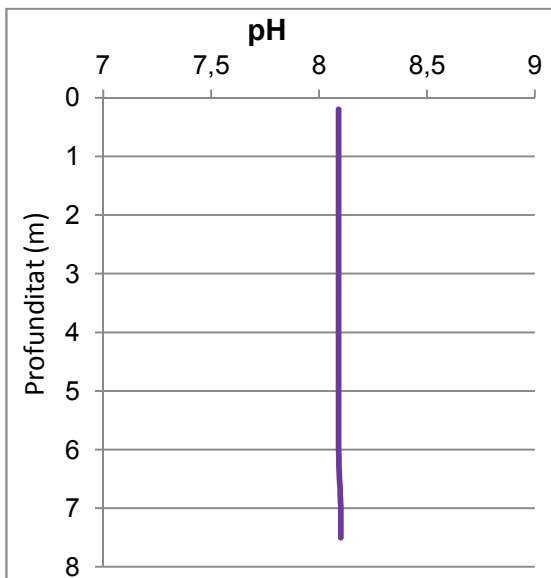
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

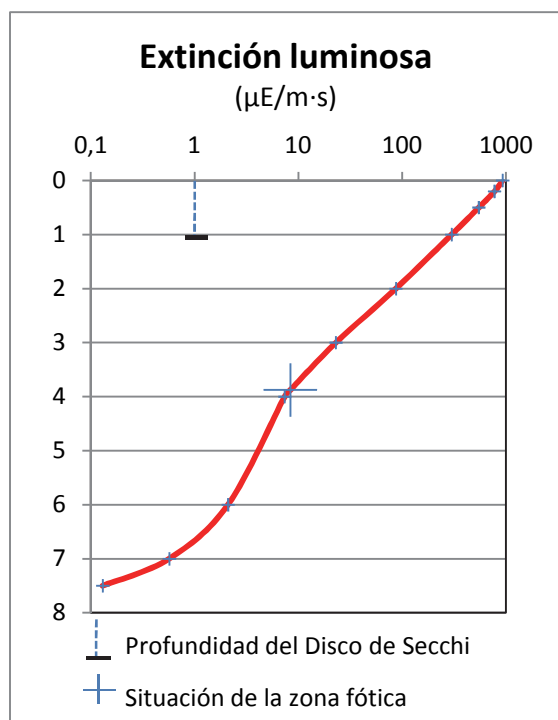


La temperatura del agua oscila entre los 22,5 °C – en el fondo- y los 25,0 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio 2012) no existe termoclina.



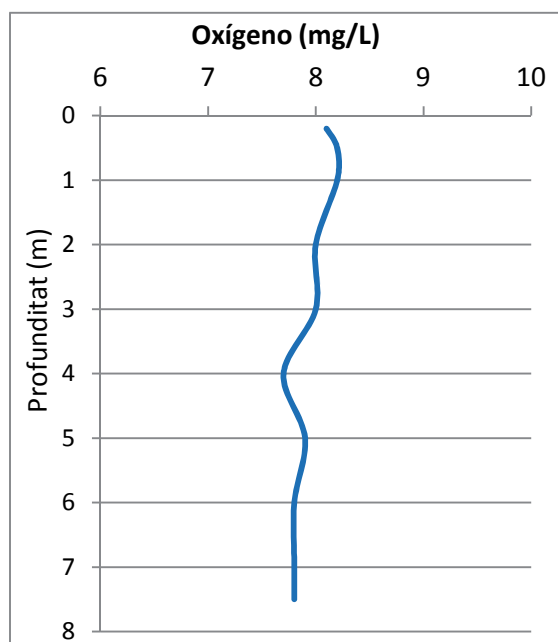
El pH del agua en la superficie es de 7,09. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,10. No presenta cambios en el perfil vertical

Figura 2. Perfil vertical de la temperatura y pH.



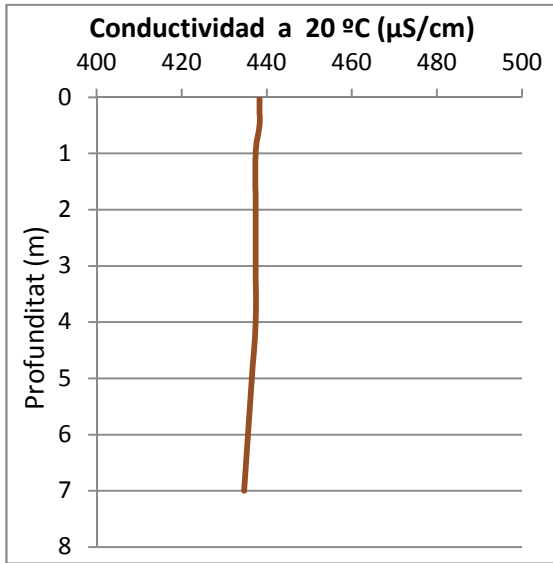
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,05 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 2,6 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 3,9 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra de 6 m de profundidad) fue de 9,20 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan una concentración media de 7,95 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) en el momento del muestreo.

Figura 3. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductivitat del aigua és de 438 μS/cm en la superfície; i de 434 μS/cm en el fons.

Figura 4. Perfil vertical de la conductivitat.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 86,37 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 105,35 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 82,10 mg N /L .
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,17 mg N /L .
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,056 mg N/L .
- La concentración de sílice tomó un valor de 4,23 $\text{mg SiO}_2/\text{L}$.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,96 meq/L .

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila.

En el análisis realizado se han identificado un total de 28 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	18
CHLOROPHYTA	7
CRYPTOPHYCEAE	3

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	567,06
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	227314
Diversidad Shannon-Wiener		3,64
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		296,10
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>
Nº células/ml		150,84
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		156950
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		50350

La concentración de clorofila fue de 2,55 $\mu\text{g}/\text{L}$.

Los resultados de 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 el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	150,84	50350,51	4
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	-	-	1
<i>Cyclotella ocellata</i>	2,79	315,92	-
<i>Melosira varians</i>	-	-	1
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>)	8,38	1579,62	1
<i>Amphora ovalis</i>	-	-	1
<i>Amphora pediculus</i>	36,31	3080,27	1
<i>Cocconeis placentula</i>	27,93	23167,82	1
<i>Cymatopleura solea</i>	-	-	1
<i>Diatoma vulgare</i>	2,79	2764,34	1
<i>Encyonema minutum</i> (= <i>Cymbella minuta</i>)	2,79	1447,99	1
<i>Epithemia argus</i>	2,79	1474,32	1
<i>Gomphonema augur</i>	2,79	1086,89	1
<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>capitatum</i>	5,59	5067,96	1
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	2,79	26118,18	1
<i>Navicula cryptocephala</i>	8,38	4857,34	1
<i>Neidium dubium</i>	2,79	12439,54	1
<i>Nitzschia acicularis</i>	2,79	1787,77	1
<i>Nitzschia palea</i>	16,76	8916,50	1
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	-	-	1
<i>Planothidium dubium</i> (= <i>Achnanthes lanceolata</i> subsp. <i>dubia</i>)	5,59	2000,86	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (= <i>Rhoicosphenia curvata</i>)	11,17	6081,55	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
<i>Synedra ulna</i>	2,79	4413,55	1
CHLOROPHYTA			
<i>Coelastrum microporum</i>	11,17	2293,38	1
<i>Monoraphidium contortum</i>	16,76	631,85	-
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	2,79	447,56	-
<i>Pediastrum boryanum</i>	-	-	1
<i>Scenedesmus circumfusus</i> var. <i>bicaudatus</i>	22,35	3799,01	-
<i>Scenedesmus ellipticus</i> (= <i>Scenedesmus</i> <i>linearis</i>)	-	-	1
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	22,35	4095,32	1
<i>Scenedesmus subspicatus</i> (= <i>Scenedesmus gutwinskii</i>)	5,59	949,75	-
<i>Tetradesmus cumbricus</i>	11,17	2122,98	1
ZYGNEMATOPHYCEAE			
<i>Closterium acutum</i>	-	-	1
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i>	8,38	25800,52	1
<i>Cryptomonas pusilla</i>	78,21	18060,37	-
<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	92,18	12163,10	-
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	296,10	156950,93	
TOTAL CHLOROPHYTA	92,18	14339,85	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	178,78	56024,00	
TOTAL ALGAS	567,06	227314,77	

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

- 3 Rotifera
- 1 Cladocera
- 1 Mollusca
- 1 Gastrotrico
- 1 Diptero
- 1 Tecameba
- 1 Ameba testácea
- 1 Nematodo

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	4,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	7,12
BIOMASA TOTAL	µg/L	1,18
Diversidad Shannon-Wiener		2,99
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		Otros
	individuos/L	1,11
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Dreissena polymorpha</i>
	individuos/L	1,92
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Otros
	µg/L	0,81
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Dreissena polymorpha</i>

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
	µg/L	0,81
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 – 7 m
CLADÓCEROS: 1,57 %	COPÉPODOS: 3,15 %	ROTÍFEROS: 5,51 %

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 el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
CLADÓCEROS			
<i>Alona rectangula</i>	0,19	0,19	-
<i>Alona rostrata</i>	-	-	0,79
<i>Leydigia leydigi</i>	-	-	0,79
COPÉPODOS			
Ciclopido	-	-	2,36
Harpacticoide	-	-	0,79
ROTÍFEROS			
<i>Bdelloide</i>	1,15	0,14	2,36
<i>Dicranophorus hauerianus</i>	0,38	0,01	2,36
<i>Lecane closterocerca</i>	0,38	0,02	0,79
OTROS			
<i>Dreissena polymorpha</i>	1,92	0,81	78,74
<i>Gastrotrico</i>	0,77	-	0,79
<i>Chironómido</i>	0,38	-	4,72
<i>Tecameba</i>	0,38	-	2,36
<i>Arcella</i>	1,15	-	2,36
<i>Nematodo</i>	0,38	-	0,79
Total Cladóceros	0,19	0,19	1,57

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	%
Total Copéodos	-	-	3,15
Total Rotíferos	1,92	0,18	5,51
Total Otros	5,00	0,81	89,76
Total	7,12	1,18	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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

En la tabla 5 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 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de El Cortijo.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	105,35	Hipereutrófico
CLOROFILA a	1,79	Oligotrófico
DISCO SECCHI	1,05	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	567	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) indica un estado de hipereutrofia, la transparencia (DS) caracteriza el embalse como eutrófico y la concentración de clorofila a junto con la densidad algal como oligotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse del Cortijo ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
		<i>Trophic Index (TI)</i>	<2,06	2,06-2,79	2,79-3,52	3,52-4,25	>4,25
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	>4,2	3,4-4,2	2,6-3,4	1,8-2,6	<1,8
	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	<3,8	3,8-6,6	6,6-9,4	9,4-12,2	>12,2	
INDICADOR BIOLÓGICO (1)			> 4, 2	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad 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)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>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 realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si

no se alcanzan los 3,4 puntos, el indicador fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

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 7:

Tabla 7. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 8 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 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de El Cortijo.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	567	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	1,79	Bueno
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,23	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,70	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,29	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,79	Moderado
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,7	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,27	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,05	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	7,95	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/LP)	105,35	Malo
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO			MODERADO	

Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase bueno-moderado (B/M), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 9. 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 (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR_t	B/M	B/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2	9,5	0,21
			Biovolumen mm^3/L	0,36	1,9	0,19
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,1	10,6	0,97
			Porcentaje de cianobacterias	0	9,2	0,91
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m^3	2,6	6	0,43
			Biovolumen mm^3/L	0,76	2,1	0,36
		Composición	Índice de Catalan (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RECT				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	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
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
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 11:

Tabla 11. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En la tabla 12 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 12. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de El Cortijo.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	1,79	1,45	1,32	Máximo
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,23	3,34	2,46	Máximo
			Media			1,89	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	1,23	0,998	0,96	No alcanza
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media			0,98	
Media global						1,44	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,44			MÁXIMO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,05			Deficiente	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,95			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	105,35			Malo	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2,3		NO AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 5: Vista de la presa del embalse desde el punto de muestreo



Figura 6: Panorámica del embalse desde el punto de acceso