



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 ESCALES



**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 ESCALES

AÑO DE EJECUCIÓN:

2016

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2016



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

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>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
4.1. <i>Características físico-químicas 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	20
6. DIAGNOSTICO 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
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Vista de la presa del embalse	28
Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse.	28

ÍNDICE DE TABLAS

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

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Escales durante los muestreos 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

La cuenca vertiente al embalse de Escales está situada en el margen meridional del Pirineo, sobre la “cobertera mesocenoica del Pirineo Axial” y al nordeste de la Depresión terciaria del Ebro. Se sitúa dentro del término municipal de Sopeira y Esplugas en las provincias de Huesca y Lérida. Regula principalmente las aguas del río Noguera Ribagorzana.

En términos geológicos, el embalse de Escales se encuentra situado sobre materiales pertenecientes al Triásico, Jurásico y Cretácico, que son calizas, dolomías, arcillas, yesos, margas y turbiditas. También existen Conos de deyección; coluviales y depósitos fluvio-glaciares, gravas, arenas, limos y arcillas del Cuaternario.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, de geometría irregular.

La cuenca vertiente al embalse de Escales tiene una superficie total de 73122,24 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 152 hm³. Siendo su profundidad media de 38 m y la profundidad máxima de 115 metros

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Escales.

Superficie de la cuenca	731,32 km ²
Superficie del embalse	400 ha
Capacidad total N.M.N.	152 hm ³
Capacidad útil	24 hm ³
Cota máximo embalse normal	821 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico. Durante el periodo estival la termoclina se sitúa entre los 10 y 20 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 16,5 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 14 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Escales para el año hidrológico 2015-2016 fue de 2,95 meses.

En la figura 1 se presentan los valores del volumen embalsado y salida media diaria correspondientes al año hidrológico 2015-2016.

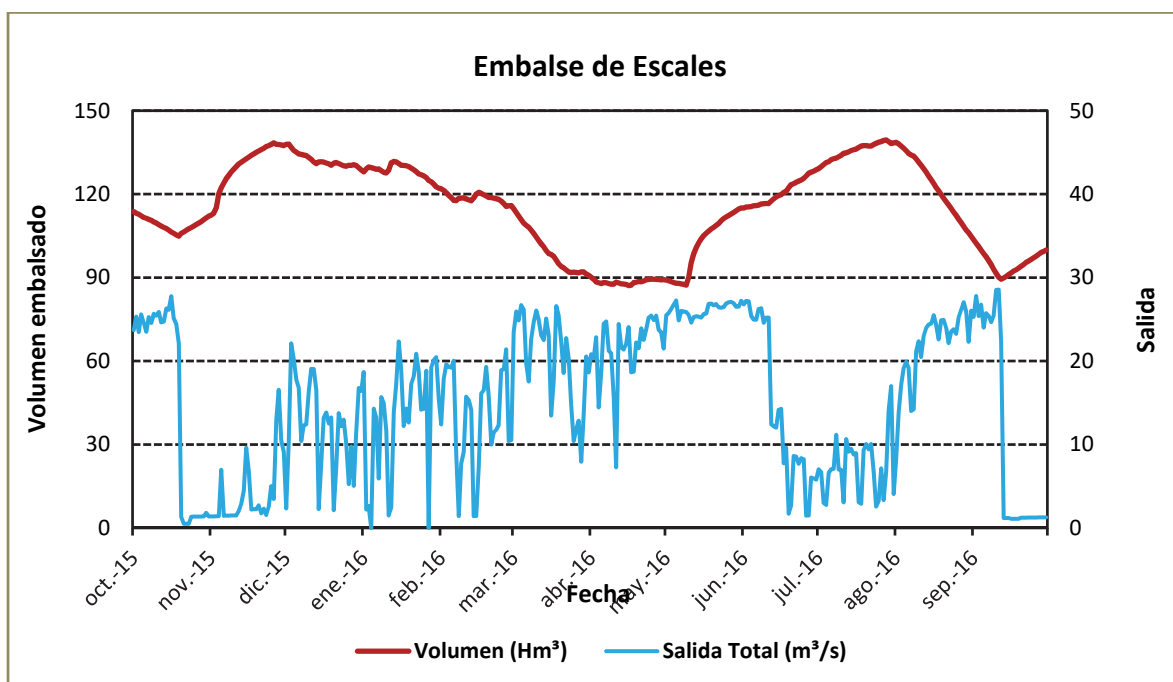


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2015-2016.

Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico. La práctica de la navegación (sin restricciones para el remo, vela y motor) está permitida.

2.3. Registro de zonas protegidas

El embalse de Escales no 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 ninguna de sus categorías.

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 2 de Agosto de 2016, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fitoplancton y zooplancton.

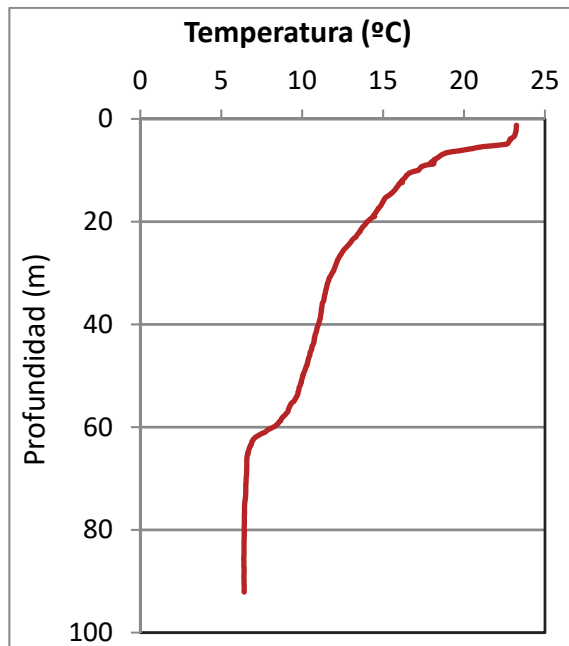


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

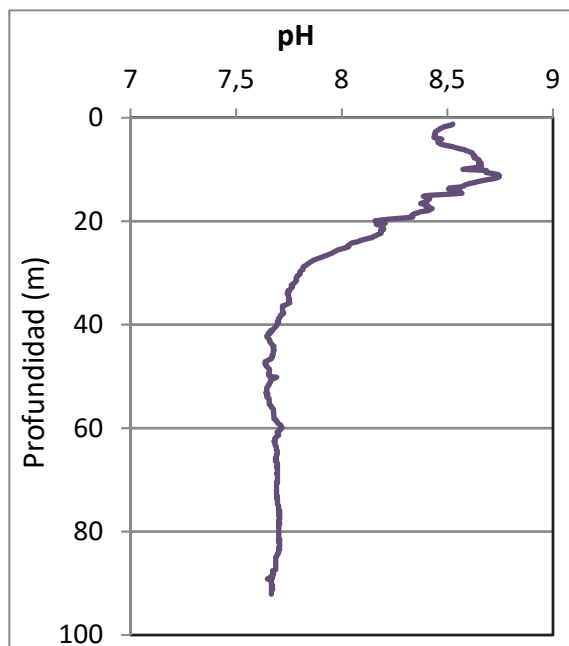
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

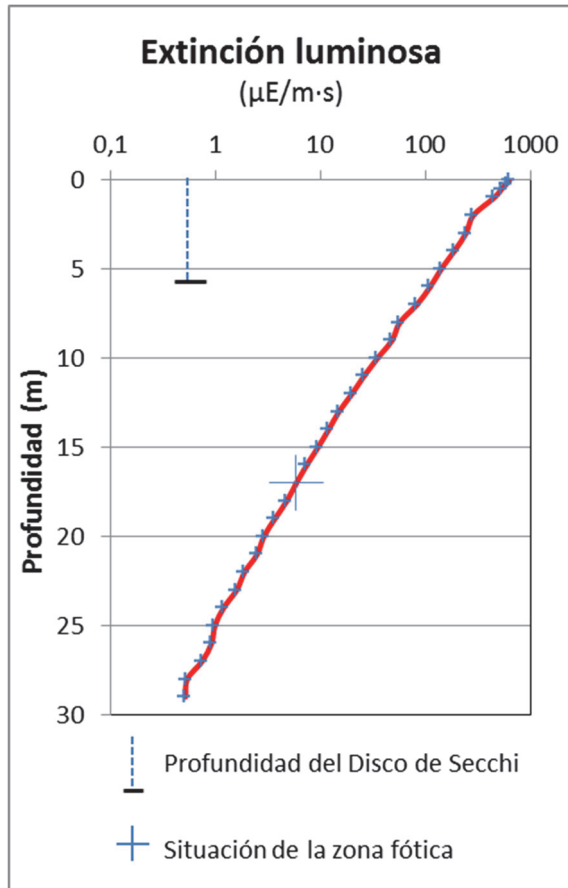


La temperatura del agua oscila entre los 6,41 °C – en el fondo- y los 23,35 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Agosto 2016) la termoclina se sitúa entre los 10 - 20 metros de profundidad.



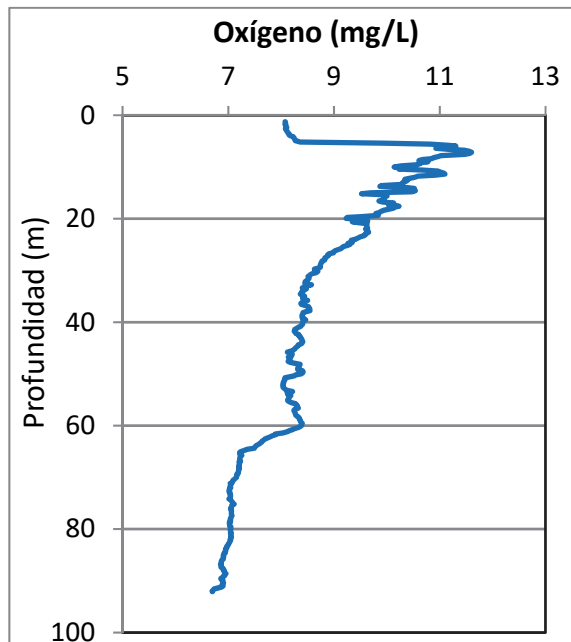
El pH del agua en superficie es 8,53. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,67. El valor máximo se sitúa a 10 metros de profundidad, con un valor de pH de 8,69.

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



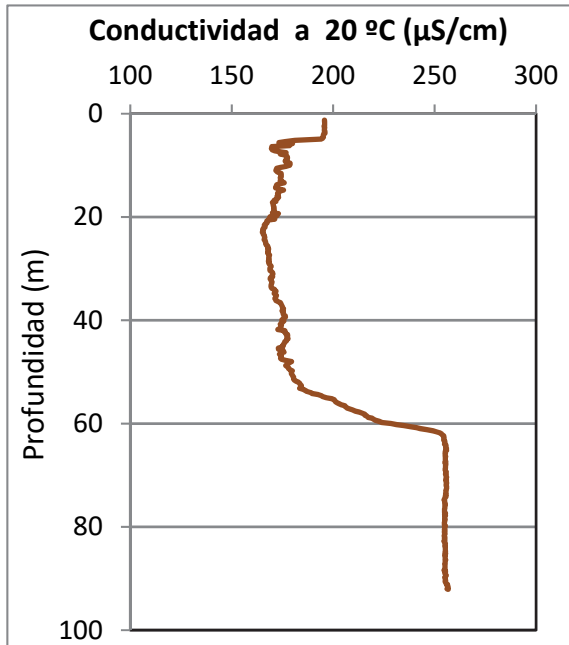
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 5,6 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 14 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 16,5 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 17 m de profundidad) fue de 1,76 UAF.



Las condiciones de oxigenación en el epilimnion alcanzan una concentración media de 9,50 mg/L. El máximo encontrado se sitúa a 6,0 m de profundidad con un valor de 11,3 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

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



La conductividad del agua es de 196 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y un valor de 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El valor mínimo se sitúa a 23 m con una conductividad de 165 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

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 5,06 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 0,81 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,25 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,09 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser menor de 0,037 mg NH_4/L .
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,43 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,44 meq/L.



4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 25 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	4
CHRYSOPHYCEAE	4
SYNUROPHYCEAE	1
CHLOROPHYTA	6
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	5

La estructura y composición de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2:

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	3118,05
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	774761
Diversidad Shannon-Wiener		1,68
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		1883,87
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Cyclotella cyclopuncta</i>
Nº células/ml		1837,79
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		502213
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cyclotella cyclopuncta</i>
µm³/ml		461887

La concentración de clorofila fue de 2,50 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja). Se observa en el perfil medido por fluorimetría un máximo a 11,5 m de profundidad con una concentración de 3,4 $\mu\text{g/L}$ y como la concentración de clorofila se estabiliza en torno a 1,5 $\mu\text{g/L}$ a partir de los 30 m de profundidad.

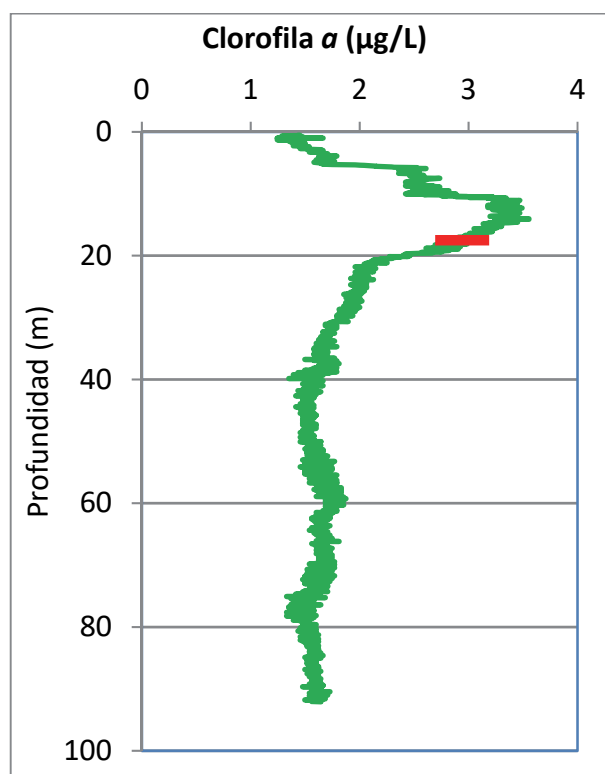


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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, 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/			
CYCLCYCLO	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	1837,79	461887,37	3
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa (=Lindavia radiosa)</i>	34,14	31719,01	1
MELOVARI0	<i>Melosira varians</i>			
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	11,03	7938,18	
FRAGCROTO	<i>Fragilaria crotonensis</i>	0,92	668,87	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm3/ml	(1 al 5)
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.			1
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>			1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	938,81	30041,92	1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	0,46	80,04	1
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	22,76	4087,39	
STICDOED0	<i>Stichogloea doederleinii</i>	85,35	17517,40	4
	SYNUROPHYCEAE			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)	5,69	14746,79	
	CHLOROPHYTA			
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	79,66	14305,88	1
	<i>Chlorobion glareosum</i>	28,45	744,79	
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0,46	19,48	1
NEPHAGAR0	<i>Nephrocytium agardhianum</i>	3,68	577,28	2
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	22,76	762,66	3
TETRMEDI0	<i>Tetraedron mediocris</i>	5,69	279,30	
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	4,13	9882,52	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	3,68	2093,60	
CRYPPHAS0	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	0,46	95,25	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) lacustris	13,32	1799,67	1
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)	2,76	119,30	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	0,46	20093,52	1
GYMNUBER0	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	9,19	121613,82	1
PERIPENR0	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>	0,46	3968,81	
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i> (=Parvodinium umbonatum)	5,51	21821,21	1
PERIWILL0	<i>Peridinium willei</i>	0,46	7897,20	1



COD_EMB_LW	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	(1 al 5)
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	1883,87	502213,42	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	1047,37	51726,75	
	TOTALES SYNUROPHYCEAE	5,69	14746,79	
	TOTALES CHLOROPHYTA	140,69	16689,39	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	24,35	13990,35	
	TOTALES DINOPHYCEAE	16,08	175394,55	
	TOTALES ALGAS	3118,05	774761,25	

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 Escales se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 9 Rotifera

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	17,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	730,00
BIOMASA TOTAL	µg/L	77,35
Diversidad Shannon-Wiener		2,24
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		678,65
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Ascomorpha saltans</i>
individuos/L		358,46
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Rotíferos
µg/L		45,77
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Ascomorpha saltans</i>
µg/L		22,40
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 7,66 %	COPÉPODOS: 22,41 %	ROTÍFEROS: 69,93 %



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>	0,58	0,75	0,68
DAPHGALE0	<i>Daphnia galeata</i>	2,31	7,85	6,84
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>			0,14
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	1,54	6,44	0,38
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	3,85	5,92	4,24
CYCLOPFAM	Ciclópido	43,08	10,62	17,78
	ROTÍFEROS			
ASCOOVAL0	<i>Ascomorpha ovalis</i>	20,00	1,25	1,37
ASCOSALT0	<i>Ascomorpha saltans</i>	358,46	22,40	34,20
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>			0,14
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	1,54	0,31	0,03
KELLOLON1	<i>Kellicotia longispina longispina</i>	6,15	0,34	1,37
KERACOCH0	<i>Keratella cochlearis</i>	136,92	6,85	13,68
LECALUNI0	<i>Lecane lunaris</i>	0,19	0,01	0,003
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	89,23	11,60	12,31
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	58,46	2,63	5,47
SYNCKITIO	<i>Synchaeta kitina</i>	7,69	0,38	1,37
	Total Cladóceros	2,88	8,60	7,66
	Total Copépodos	48,46	22,98	22,41
	Total Rotíferos	678,65	45,77	69,93
	Total	730,00	77,35	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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

Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

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

En la tabla 7 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Escales.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	5,06	Oligotrófico
CLOROFILA a	2,50	Oligotrófico
DISCO SECCHI	5,60	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	3118	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	2,25	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la densidad algal clasifica el embalse como mesotrófico. Mientras que el fósforo total (PT), la concentración de clorofila a y la transparencia (DS) establecen para el embalse un estado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de ESCALES ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNOSTICO 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 Escales.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	3118	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	2,50	Bueno o superior
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,77	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,25	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	4,16	Bueno o superior
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,15	Bueno o superior
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	8,92	Moderado
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	6,42	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO			2,43	BUENO O SUPERIOR
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,60	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,92	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	5,06	Bueno
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			2,0	BUENO
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}				BUENO O SUPERIOR

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

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B+/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR_t	B+/M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

Tabla 12. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila ^a (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 Escales.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,50	1,04	1,03	Bueno o superior
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,77	0,98	0,99	Bueno o superior
			Media			1,01	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,04	1,001	1,03	Bueno o superior
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Bueno o superior
			Media			1,02	
Media global						1,01	
INDICADOR BIOLÓGICO						1,01	BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,60			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	7,92			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	5,06			Bueno	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2,0		BUENO	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				BUENO O SUPERIOR			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso