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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DEL EBRO



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
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:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DEL EBRO

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

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

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	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 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	22
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	23
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 2013-2014.	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. Fotografía de la cola del embalse	29
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro	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.	22
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.	22
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	23
Tabla 9. Combinación de los indicadores.	24
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.	24
Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	25
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	26
Tabla 13. Combinación de los indicadores.	26
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse del Ebro.	27

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse del Ebro durante los muestreos de 2014 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 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

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

El embalse del Ebro está ubicado en las estribaciones orientales de la Cordillera Cantábrica, estrechamente ligado a los bordes del macizo Asturiano (Región del Pisuerga-Carrión), la zona resulta así afectada por los esfuerzos compresivos de la orogenia Alpina, presentando una orientación general de fractura NW-SE; En términos geológicos, el embalse del Ebro se sitúa sobre materiales de arenas; calizas arenosas; margas y arcillas pertenecientes a la Transición Jurásico-Cretácico, así como calizas; calcarenitas y margas, calizas con Lacazina a techo del Cretácico superior. Aparecen también depósitos aluviales del Cuaternario.

Se sitúa dentro del término municipal de Arroyo, en la provincia de Cantabria. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

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

La cuenca vertiente al embalse del Ebro tiene una superficie total de 47.494 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 540 hm³, que coincide con su capacidad útil. Tiene una profundidad media de 8,60 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 24 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro

Superficie de la cuenca	466 km ²
Capacidad total N.M.N.	540 hm ³
Capacidad útil	540 hm ³
Aportación media anual	300 hm ³
Superficie inundada	6253 ha
Cota máximo embalse normal	839 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. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 9 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 10,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse del Ebro para el año hidrológico 2013-2014 fue de 14,78 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.

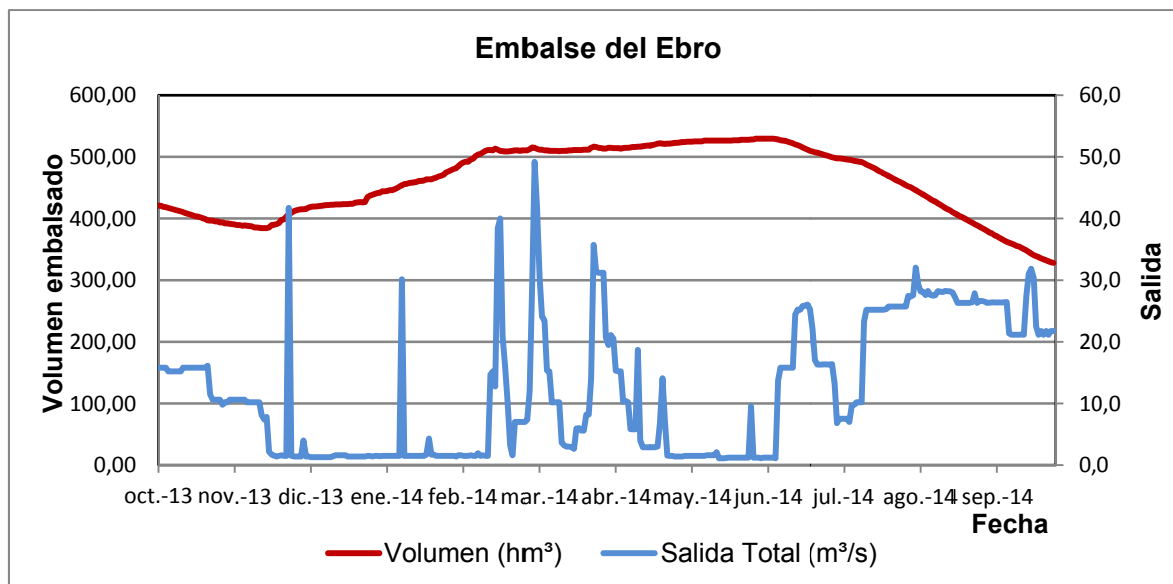


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento a la población, a los regadíos y al aprovechamiento hidroeléctrico. El uso recreativo también está presente (baño), existiendo un área recreativa en la orilla del embalse. En cambio la navegación no está permitida, ya que se trata de un embalse protegido.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse del Ebro 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, zonas sensibles a nutrientes (zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (LICs ES1300013 “Río y embalse del Ebro (Cantabria)” y ES4120090 “Embalse del Ebro. (Castilla y León)”. ZEPAs ES0000252 “Embalse del Ebro. (Cantabria)” y ES0000191 “Embalse del Ebro. (Castilla y León)”.

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 22 de Julio de 2014, 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.

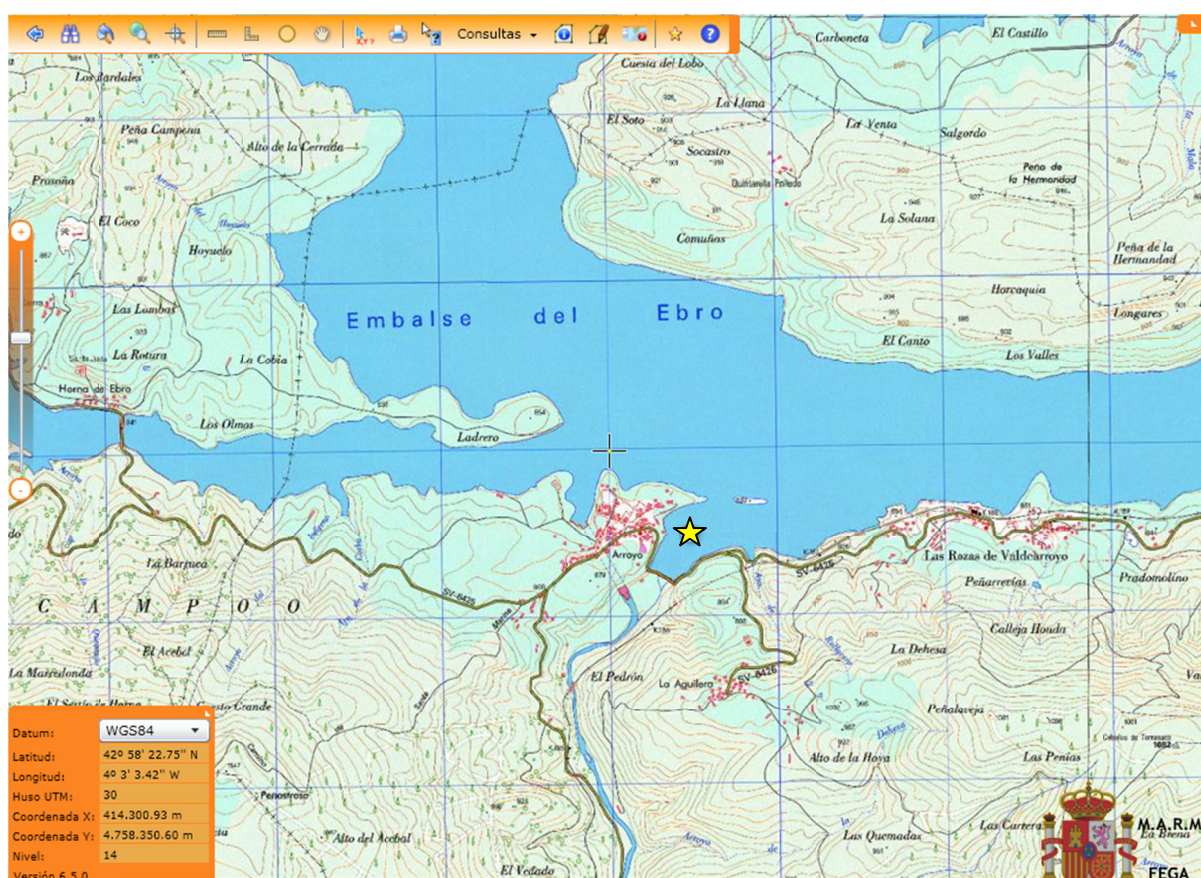
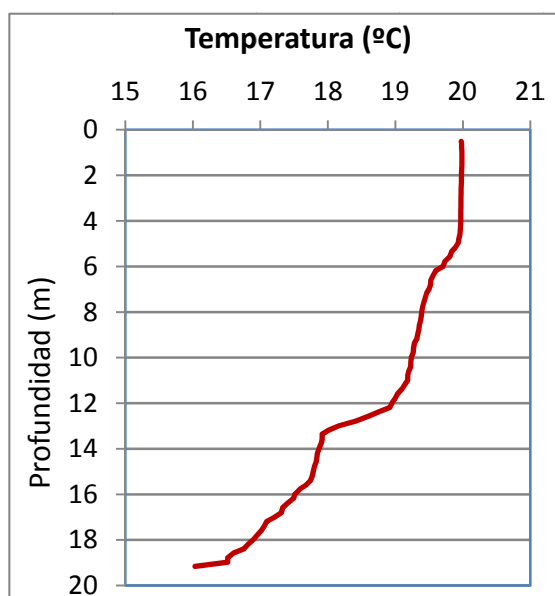


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

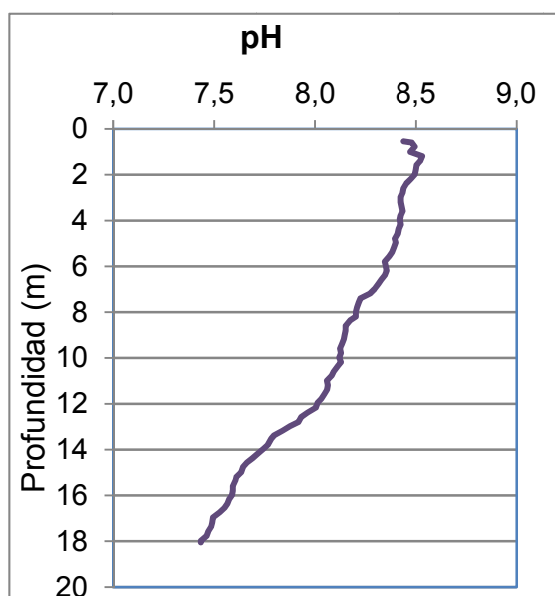
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

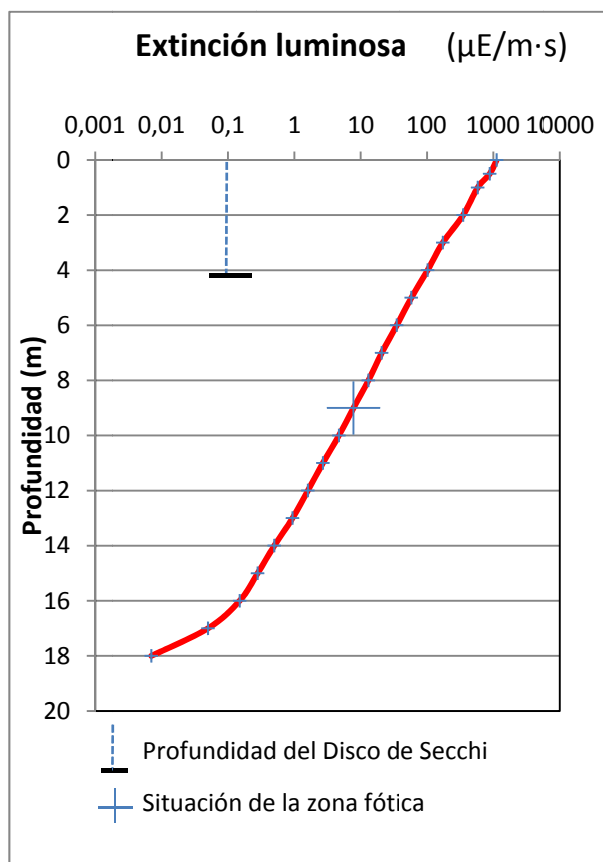


La temperatura del agua oscila entre los 16,03 °C en el fondo y los 19,98 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (22 Julio 2014) no existe termoclina.



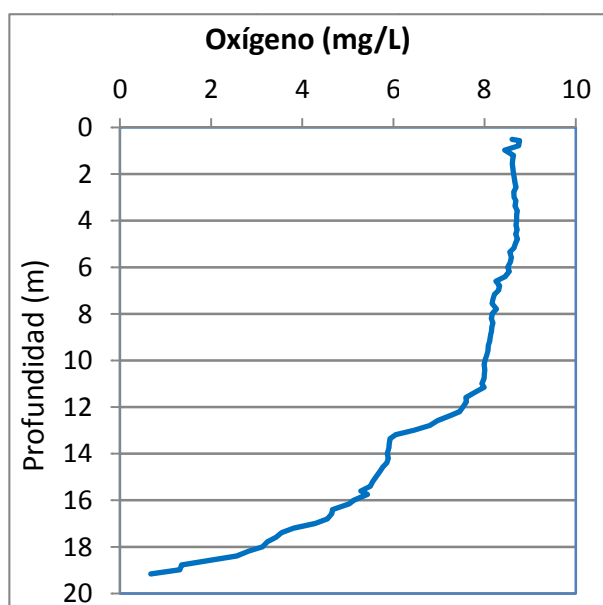
El pH del agua en superficie es de 8,44 y, en el fondo de 7,43. Presenta un valor máximo de 8,52 a 1,4 m de profundidad y luego descende suavemente hasta alcanzar el mínimo en el fondo.

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



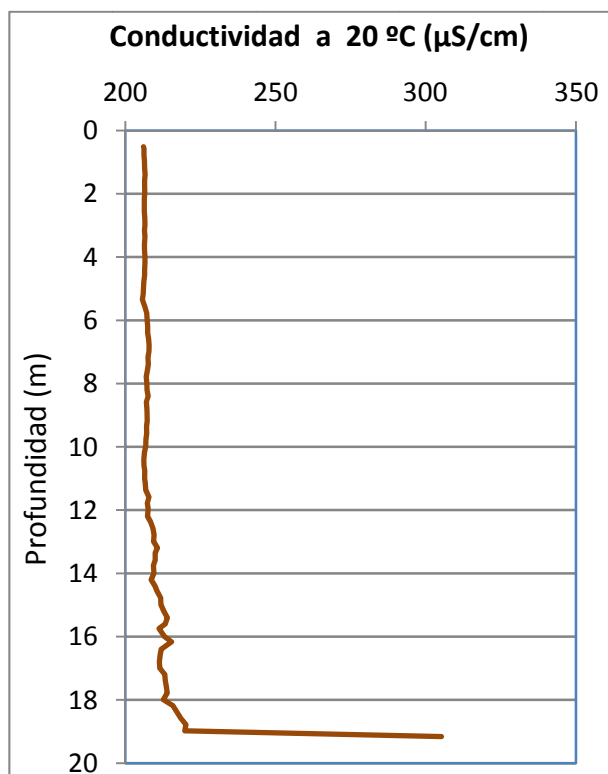
La transparencia del agua registrada en la lectura del disco de Secchi (DS) es de 4,10 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 10,3 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 9 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 9 m de profundidad) fue de 2,83 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética teórica (unos 6 m) alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,65 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) en capa próxima al fondo, a partir de los 18,5 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 206 $\mu\text{S/cm}$ en la superficie y de 305 $\mu\text{S/cm}$ en el fondo. Quedando muy homogénea toda la columna de agua. Solo observándose una un aumento brusco en el último metro.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

3.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada a 9 m de profundidad, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 13,49 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 1,78 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,32 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,14 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH₄) fue de 0,016 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 0,42 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,39 meq/L.

3.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 30 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	7
CHRYSTOPHYCEAE	3
CHLOROPHYTA	7
CYANOBACTERIA	5
CRYPTOPHYCEAE	6
DINOPHYCEAE	2

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	7478,50
BIOVOLUMEN TOTAL	µm³/ml	2047200
Diversidad Shannon-Wiener		3,25
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		4436,61
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Aphanocapsa</i> sp.
Nº células/ml		1849,17
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		1182967
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Fragilaria crotonensis</i>
µm³/ml		1057921

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

La concentración de clorofila fue de 7,82 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado en la figura con una línea roja.

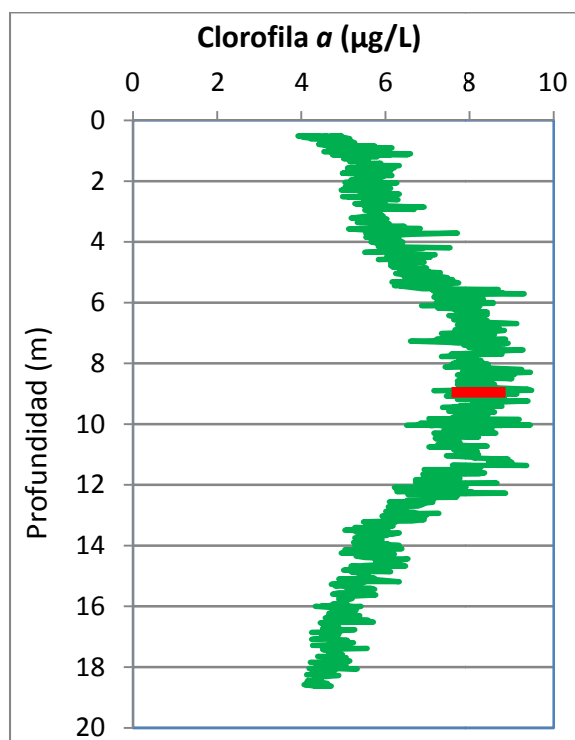


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila *a*.

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

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
AULGRANG2	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	229,88	92440	2
AULACGEN0	<i>Aulacoseira</i> sp.	22,76	14800	
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i>	5,69	9152	
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ACHNMINU0	<i>Achnanthes minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>)			1
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>			1
FRAGCROT0	<i>Fragilaria crotonensis</i>	1453,19	1057921	4
FRAGIGEN0	<i>Fragilaria</i> sp.	5,69	853	
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>	5,69	6435	
NITZACIC0	<i>Nitzschia acicularis</i>	5,69	1366	1
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	CHRYSTOPHYCEAE			
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	221,90	7101	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>			1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>			1
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	5,69	811	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	17,07	6742	1
STOKEPIPO	<i>Stokesiella epipyxis</i>			2
	SYNUROPHYCEAE			
MALLOVIF0	<i>Mallomonas oviformis</i> (=Mallomonopsis oviformis)			1
	CHLOROPHYTA			
ANKYJUDA0	<i>Ankyra</i> sp.	85,35	2614	1
CLOSACIRO	<i>Closteriopsis acicularis</i>			1
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	5,69	1022	
DACTSOCIO	<i>Dactylosphaerium sociale</i>			1
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>	22,76	238	
COELRETI0	<i>Haricotina reticulata</i> (=Coelastrum reticulatum)			1
MONOKOMA0	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			1
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	22,76	1335	
OOCYMARS0	<i>Oocystis marssonii</i>	28,45	6435	1
PEDIBORY0	<i>Pediastrum boryanum</i>			1
PEDIDUPL0	<i>Pediastrum duplex</i>			1
SCENARMA0	<i>Scenedesmus armatus</i> (=Desmodesmus armatus)			1
SCENDISC0	<i>Scenedesmus verrucosus</i> (=Scenedesmus disciformis)	12,60	1055	1
SPHAPLAN0	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	96,73	25931	1
	ZYGNEMATOPHYCEAE			
STAUPARA0	<i>Staurostrum paradoxum</i>			1
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	1849,17	968	
CHRODISP0	<i>Chroococcus dispersus</i>	819,32	11583	
CHROMINU0	<i>Chroococcus minutus</i>	591,73	38729	2
DOLICRAS0	<i>Dolichospermum crassum</i>	118,09	45075	1
DOLIVIGU0	<i>Dolichospermum vighieri</i>	1058,29	403955	1
MICRAERU0	<i>Microcystis aeruginosa</i>			1
WOROELOR0	<i>Woronichinia elorantae</i>			1
	CRYPTOPHYCEAE			

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
CRYPERSO0	<i>Cryptomonas erosa</i>	37,79	90325	
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	9,45	22581	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	29,92	17042	1
CRYPROST0	<i>Cryptomonas rostratiformis</i> (= <i>Cryptomonas curvata</i>)	7,87	23743	
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	460,87	61006	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	238,97	14014	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	1,57	68869	1
GYMNWAWR0	<i>Gymnodinium wawriake</i>	7,87	13059	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLAGILO0	<i>Euglena agilis</i>			1
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.			1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	1728,59	1182967	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	244,66	14654	
	TOTALES CHLOROPHYTA	274,32	38630	
	TOTALES CYANOBACTERIA	4436,61	500310	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	784,86	228711	
	TOTALES DINOPHYCEAE	9,45	81928	
	TOTALES ALGAS	7478,50	2047200	

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

Zooplankton

En el análisis de zooplankton de las muestras del embalse del Ebro se han identificado un total de 19 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Cladocera
- 6 Copepoda
- 8 Rotifera

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

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	12,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	240,00
BIOMASA TOTAL	µg/L	123,43
Diversidad Shannon-Wiener		2,44
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		185,96
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i>
individuos/L		96,92
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		76,60
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
µg/L		38,94
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 19 m
CLADÓCEROS: 13,52 %	COPÉPODOS: 24,76 %	ROTÍFEROS: 61,72 %

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	ZOOPLANKTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	1,54	2,00	1,86
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	-	-	0,47
CHYDSPHA0	<i>Chydorus sphaericus</i>	0,38	0,58	1,86
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	4,62	17,54	0,93
DAPHPULI0	<i>Daphnia pulex</i>	4,62	17,54	1,86
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	15,58	38,94	6,53
	COPÉPODOS			
ACANAMER0	<i>Acanthocyclops americanus</i>	0,19	0,47	0,09
CYCLVICI0	<i>Cyclops vicinus</i>	0,19	1,00	0,33
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	3,27	6,88	4,66
MACRALBI0	<i>Macrocyclus albidus</i>	0,19	1,54	0,93
THERDYBO0	<i>Thermocyclops dybowskii</i>	0,38	1,04	0,09
CYCLOPFAM	Ciclópido	23,08	6,92	18,65
	ROTÍFEROS			
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	0,58	0,43	1,86
COLLOGEN0	<i>Collotheca</i> sp.	-	-	0,93
CONONATA0	<i>Conochilus natans</i>	-	-	0,09
CONOCGEN0	<i>Conochilus</i> sp	4,62	0,46	
EUCHDILA0	<i>Euchlanis dilatata</i>	3,08	0,77	0,09
GASTSTYL0	<i>Gastropus stylifer</i>	-	-	1,86
KERACOC0	<i>Keratella cochlearis</i>	-	-	0,93
POLYDOLI0	<i>Polyarthra dolichoptera</i>	96,92	4,94	26,11
POLYMAJO0	<i>Polyarthra major</i>	10,77	1,40	5,59
SYNCLONG0	<i>Synchaeta longipes</i>	60,00	19,95	18,65
SYNCSTYL0	<i>Synchaeta stylata</i>	9,62	1,01	4,66



CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
TRICHGEN0	<i>Trichocerca</i> sp.	0,38	0,01	0,93
	Total Cladóceros	26,73	76,60	13,52
	Total Copépodos	27,31	17,86	24,76
	Total Rotíferos	185,96	28,98	61,72
	Total	240,00	123,43	100,00

4. 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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) epilimnion	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cel/ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

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

Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,49	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	7,82	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,10	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	7478	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, tanto el fósforo total (PT) como la densidad algal y la Clorofila *a* clasifican el embalse como mesotrófico, mientras que la transparencia indica un estado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse del EBRO ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

5. 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	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
	Zooplankton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</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 9:

Tabla 9. 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
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 del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	7478	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	7,82	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	2,05	Deficiente
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,58	Máximo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,93	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,71	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	5,4	Bueno
	Zooplankton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,44	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,6	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,10	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	6,99	Bueno
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	13,49	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,7	AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO

b) Aproximación normativa (*PEnorm*)

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 (Orden ARM/2656/2008).

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.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm³/L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			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 13.

Tabla 13. 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
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 del Ebro.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PEnorm
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	7,82	0,33	0,46	Bueno
			Biovolumen algal (mm³/L)	2,05	0,37	0,61	Bueno
			Media			0,54	
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	20,88	0,949	0,58	Deficiente
			Porcentaje de cianobacterias	91,93	0,78	0,69	Moderado
			Media			0,63	
Media global						0,58	
INDICADOR BIOLÓGICO				0,58		MODERADO	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PEnorm	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,10			Bueno	
	Oxigenación	O₂ hipolimnética (mg O₂/L)	6,99			Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	13,49			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,7			AS FUN	
POTENCIAL ECOLÓGICO PEnorm			MODERADO				



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la cola del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso