



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2018

SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2018

INFORME FINAL DEL EMBALSE DEL EBRO



**ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**



SEGUIMIENTO DE EMBALSES 2018

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Vicente Sancho Tello Valls y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia Estudi General

EQUIPO DE TRABAJO:

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología. Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

17.343,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DEL EBRO

AÑO DE EJECUCIÓN:

2018

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2018



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la cola del embalse del Ebro desde el punto de acceso a la lámina de agua.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2018). Seguimiento de embalses 2018. 186 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> | 7 |
| 2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i> | 8 |
| 2.3. <i>Usos del agua</i> | 9 |
| 2.4. <i>Registro de zonas protegidas</i> | 9 |
| 3. TRABAJOS REALIZADOS | 10 |
| 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 11 |
| 4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i> | 11 |
| 4.2. <i>Hidroquímica del embalse</i> | 14 |
| 4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i> | 15 |
| 4.4. <i>Zooplancton</i> | 18 |
| 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO | 20 |
| 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO | 21 |
| ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO | 26 |

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2017-2018. | 9 |
| Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse. | 10 |
| Figura 3. Perfiles verticales de temperatura y pH | 11 |
| Figura 4. Perfiles verticales de la extinción luminosa y el oxígeno disuelto..... | 12 |
| Figura 5. Perfiles verticales de la conductividad y de la materia orgánica disuelta cromofórica | 13 |
| Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> | 16 |
| Figura 7. Vista de la cola del embalse..... | 27 |
| Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse..... | 27 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse del Ebro | 8 |
| Tabla 2. Concentración de los diferentes nutrientes analizados en las muestras integradas..... | 14 |
| Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton..... | 15 |
| Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton..... | 16 |
| Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton..... | 18 |
| Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton..... | 19 |
| Tabla 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico. | 20 |
| Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro..... | 20 |
| Tabla 9. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental. | 21 |
| Tabla 10. Combinación de los indicadores..... | 22 |
| Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro..... | 22 |
| Tabla 12. Valores de referencia propios del tipo (VR_i) y límites de cambio de clases de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015). | 23 |
| Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo. | 24 |
| Tabla 14. Combinación de los indicadores..... | 24 |
| Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse del Ebro. | 25 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse del Ebro durante los muestreos de 2018 tanto en junio como en septiembre 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 de 2018, correspondiente al año hidrológico 2017-2018).

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 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. En el momento del muestreo no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se encuentra a 10,0 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, muy similar a la estimación mediante el Disco de Secchi de 11,3 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse del Ebro para el año hidrológico 2017-2018 fue de 44,78 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2017-2018.

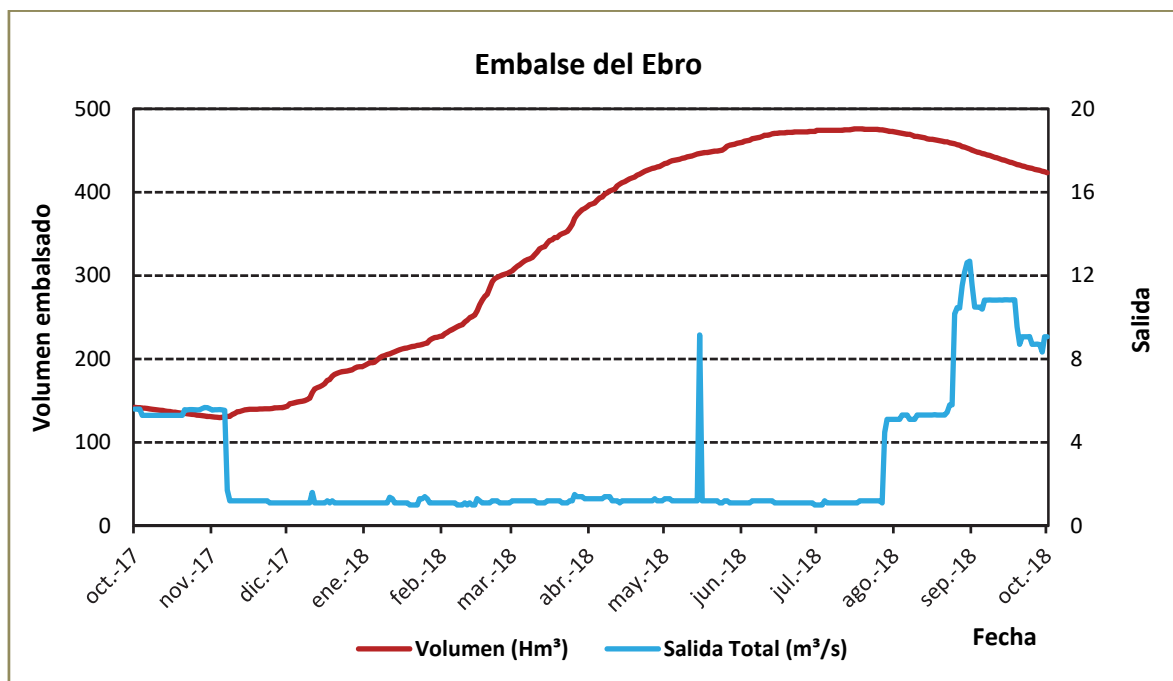


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2017-2018.

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 9 de Julio de 2018, en las 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.

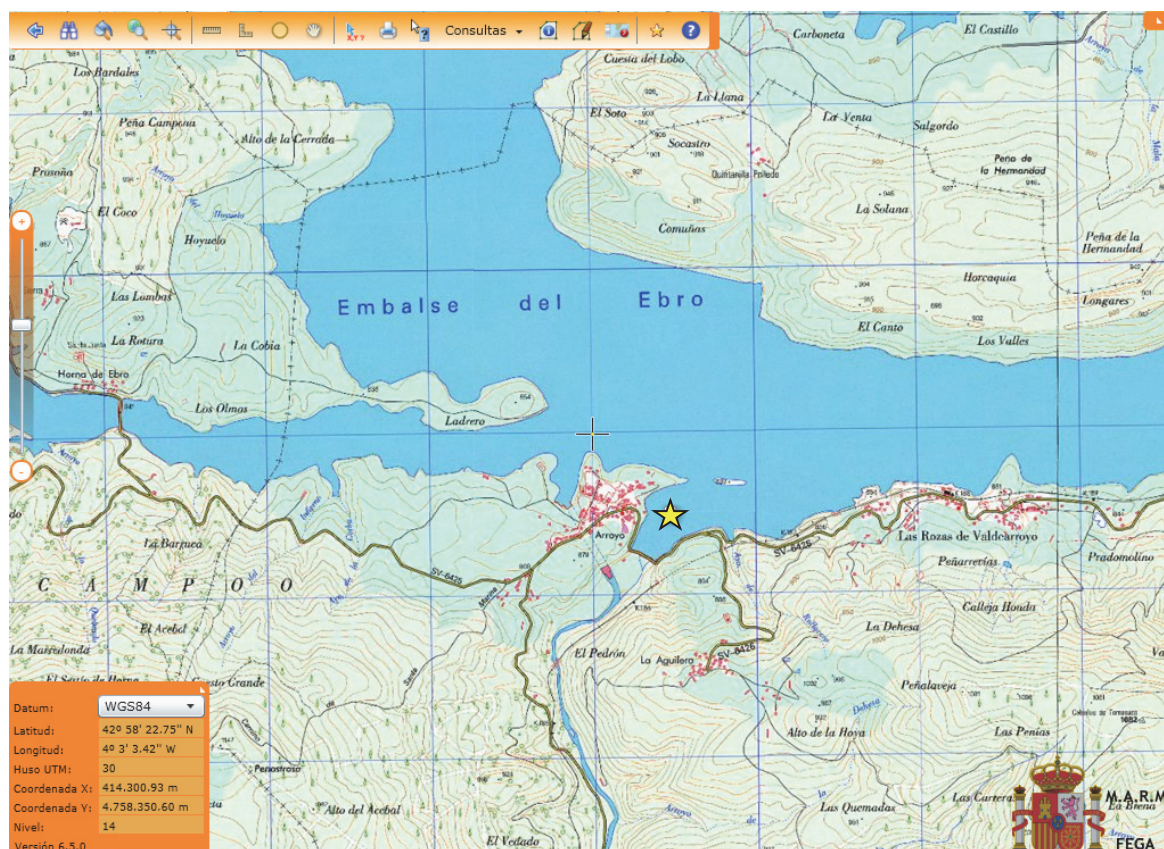
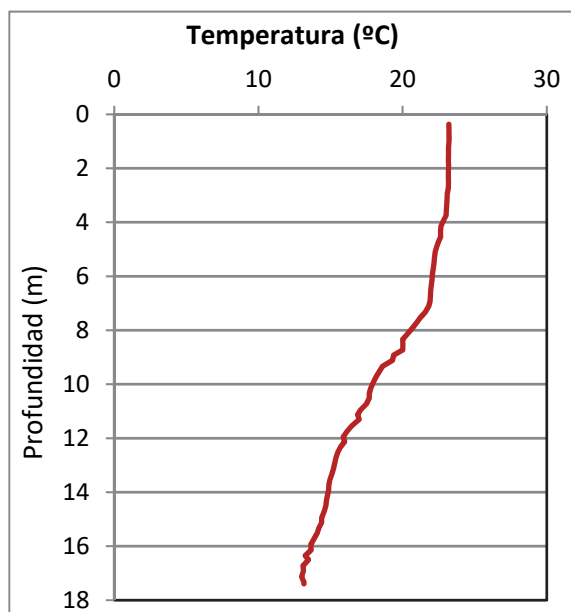


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

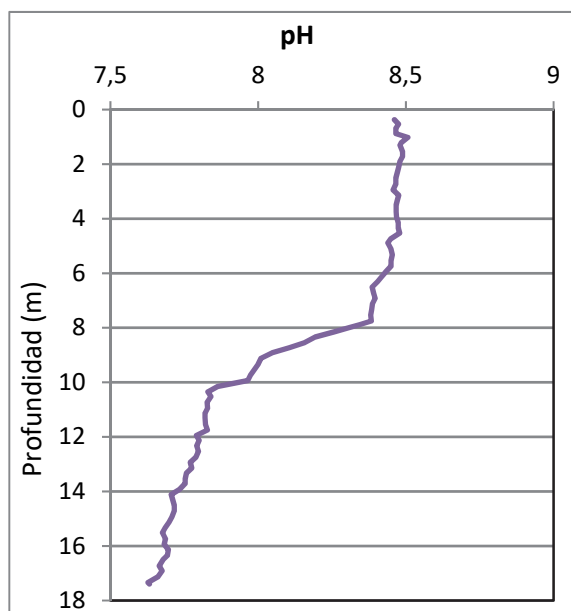
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

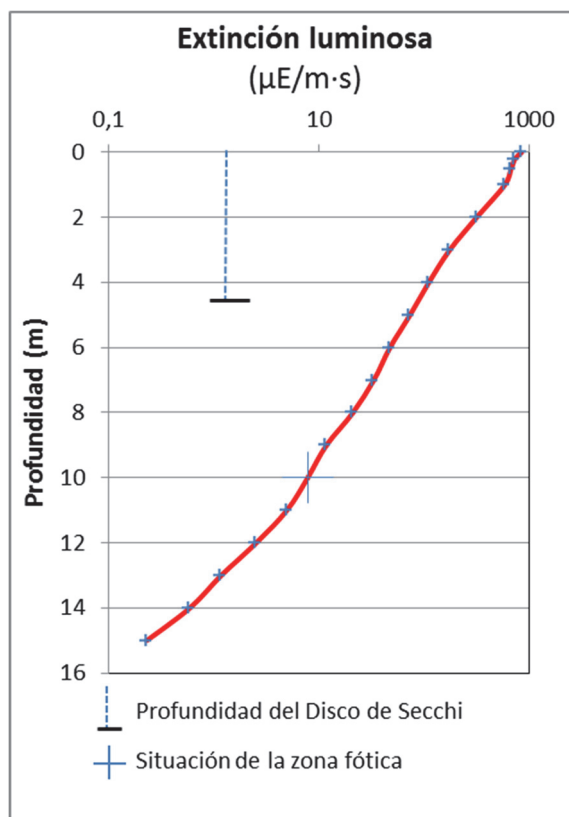


La temperatura del agua oscila entre los 13,12 °C – en el fondo- y los 23,21 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2018) no existe termoclina.



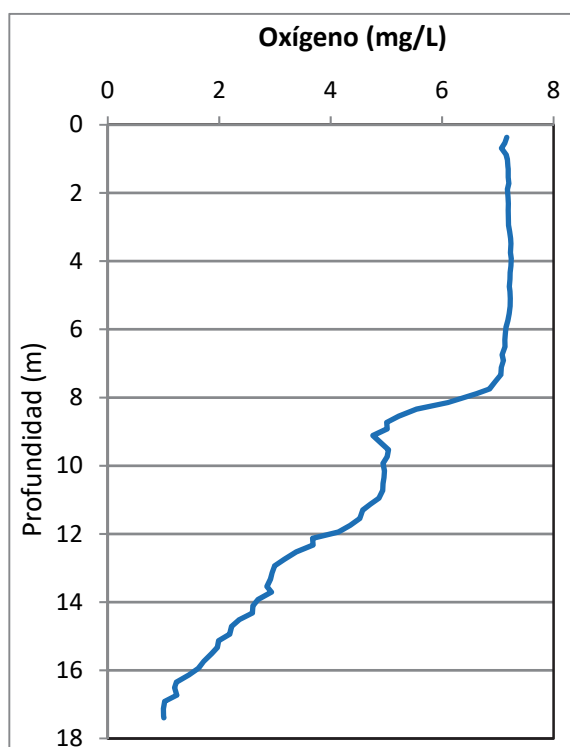
El pH del agua en superficie es 8,46, aunque el máximo epilimnético se sitúa a 1 m de profundidad con un valor de 8,51. El mínimo hipolimnético estival se sitúa en el fondo del embalse con un valor de pH de 7,63.

Figura 3. Perfiles verticales de temperatura y pH.



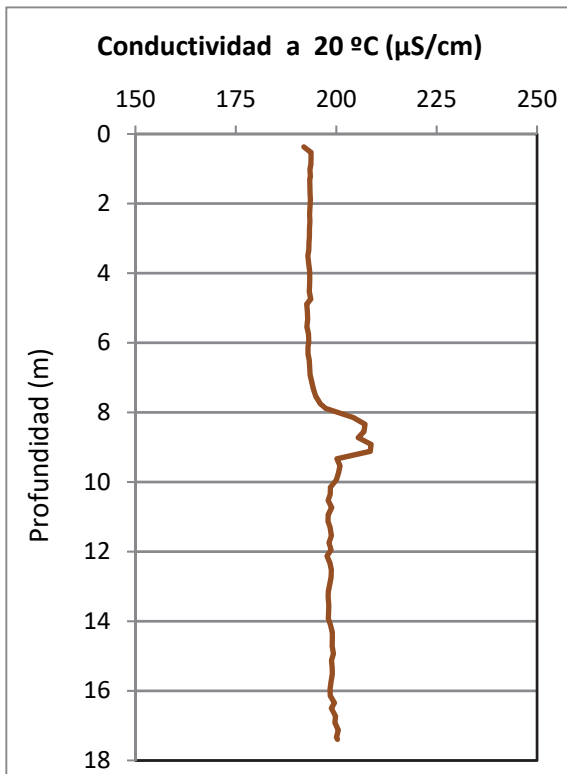
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,5 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11,3 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 10,0 m, por lo que a efectos de muestreo se considera este espesor de columna de agua.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 10 m de profundidad) fue de 2,22 UAF.

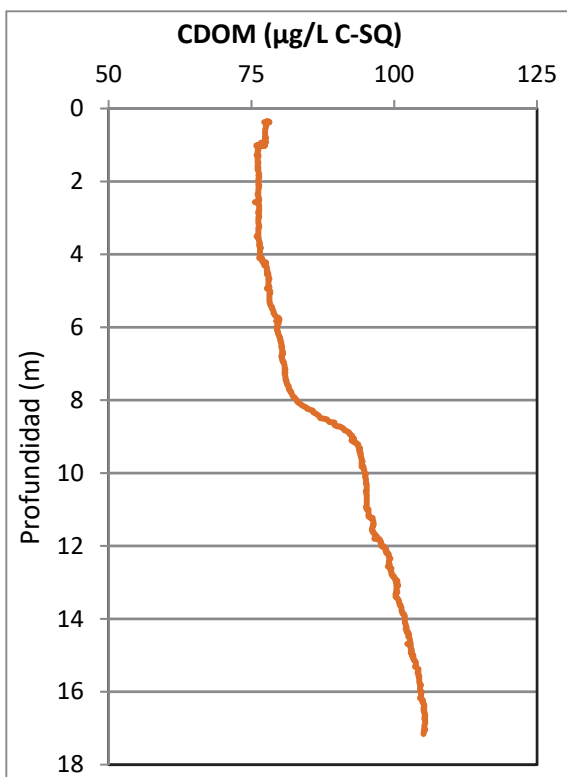


Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en la zona epilimnética teórica (unos 7 m) alcanzan en el muestreo una concentración media de 7,18 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$) cerca del fondo, a partir de los 15 metros de profundidad.

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



La conductividad del agua es de 191 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. La conductividad es muy homogénea en toda la columna de agua, solo se registra un pequeño aumento de conductividad coincidente con los descensos de temperatura, oxígeno y pH, y que alcanza los 208 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



El CDOM del agua es de 78 QSE (equivalentes de sulfato de quinina) en la superficie y de 105 QSE en el fondo. Valores máximo y mínimo del perfil vertical respectivamente.

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

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2018 en la muestra integrada, se desprenden los resultados de la tabla 2.

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

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|--|------------------------|-------|
| PROFUNDIDAD CAPA FÓTICA | m | 10,0 |
| AMONIO | mg NH ₄ /L | 0,040 |
| FÓSFORO TOTAL | µg P/L | 11,09 |
| FÓSFORO SOLUBLE | µg P/L | 0,82 |
| NIO (NO ₃ + NO ₂) | mg N/L | 0,35 |
| NITRÓGENO TOTAL | mg N/L | 0,58 |
| SÍLICE | mg SiO ₂ /L | 1,05 |
| ALCALINIDAD | meq/L | 1,14 |

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis cuantitativo de fitoplancton se han identificado un total de 26 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|---|
| BACILLARIOPHYCEAE | 3 |
| CHRYSTOPHYCEAE | 3 |
| CHLOROPHYTA | 8 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | 1 |
| CYANOBACTERIA | 3 |
| CRYPTOPHYCEAE | 6 |
| DINOPHYCEAE | 1 |
| EUGLENOPHYCEAE | 1 |

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

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

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|--|--------------------------|---------------------------------|
| Nº CÉLULAS TOTALES | nº cel/ml | 8571,05 |
| BIOVOLUMEN TOTAL | µm³/ml | 563229 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 2,90 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Chlorophyceae |
| Nº células/ml | | 7612,22 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Planctonema lauterbornii</i> |
| Nº células/ml | | 6556,30 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | Chlorophyceae |
| Nº células/ml | | 153715 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN) | | <i>Planctonema lauterbornii</i> |
| Nº células/ml | | 225281 |

La concentración de clorofila en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura 6 con una línea roja) fue de 2,49 µg/L.

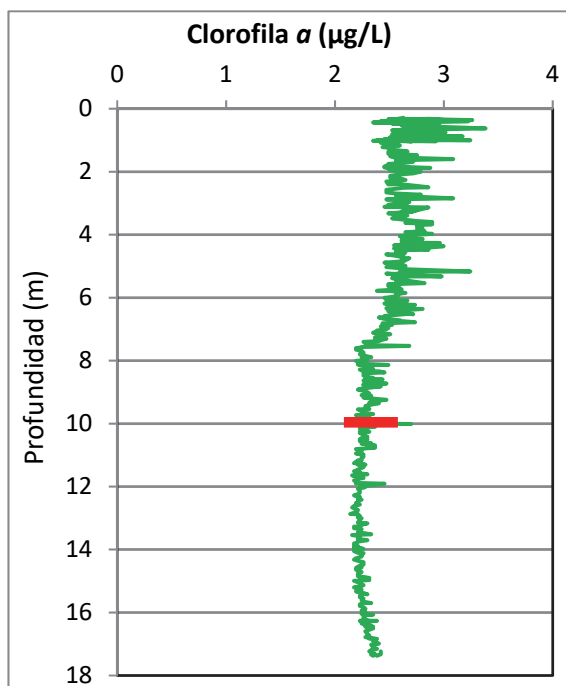


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton, se muestran en la tabla 4:

Tabla 4. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

| COD_EMB_LW | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|--|------------|---------------------|-------------|
| | FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | (1 al 5) |
| | BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/ | | | |
| AULAAMBI0 | <i>Aulacoseira ambigua</i> | | | 1 |
| CYCLMENE0 | <i>Cyclotella meneghiniana</i> | 5,67 | 4.487,46 | |
| CYCLOCEL0 | <i>Cyclotella ocellata (=Lindavia ocellata)</i> | 5,67 | 1.354,25 | |
| | BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/ | | | |
| ACHLADUB2 | <i>Achnanthes lanceolata var. dubia (=Planothidium dubium)</i> | | | |
| ACHNMINU0 | <i>Achnantheidium minutissimum (=Achnanthes minutissima)</i> | 1,89 | 47,24 | |
| FRAGCROT0 | <i>Fragilaria crotonensis</i> | | | 1 |
| SURIRGEN0 | <i>Surirella sp.</i> | | | 1 |
| | CHRYSOPHYCEAE | | | |
| CHRYOGEN0 | <i>Chrysochromulina sp.</i> | 1,89 | 60,46 | |
| DINODIVE0 | <i>Dinobryon divergens</i> | 28,34 | 4.937,84 | 3 |
| KEPHOVAL0 | <i>Kephyrion ovale</i> | 5,67 | 284,92 | |
| | CHLOROPHYTA | | | |
| BOTRBRAU0 | <i>Botryococcus braunii</i> | 14,70 | 1.662,57 | 1 |
| CLOSACIR0 | <i>Closteriopsis acicularis</i> | 15,12 | 4.946,50 | |
| COENHIND0 | <i>Coenochloris hindakii</i> | 62,35 | 2.089,40 | |
| LOBOPLAN0 | <i>Lobocystis planctonica</i> | | | 1 |
| MONOMINU0 | <i>Monoraphidium minutum</i> | 1,89 | 46,37 | |
| OOCYMARS0 | <i>Oocystis marssonii</i> | | | 1 |



| COD_EMB_LW | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|------------|--|-----------------|-------------------|-------------|
| | FITOPLANCTON | cél./ml | µm3/ml | (1 al 5) |
| PANDMORU0 | <i>Pandorina morum</i> | 19,60 | 2.586,22 | 1 |
| PEDISIMP0 | <i>Pediastrum simplex (=Monactinus simplex)</i> | 30,23 | 3.778,84 | |
| SPHAPLAN0 | <i>Sphaerocystis planctonica</i> | 13,48 | 451,56 | |
| TETRKOMA0 | <i>Tetrastrum komarekii</i> | | | 1 |
| VOLVAURE0 | <i>Volvox aureus</i> | 117,14 | 13.248,70 | 3 |
| | ZYGNEMATOPHYCEAE | | | |
| COSMDEPR0 | <i>Cosmarium depressum</i> | | | 1 |
| STAULONG0 | <i>Staurastrum longipes</i> | 0,92 | 5.646,53 | 1 |
| | CYANOBACTERIA | | | |
| DOLICRAS0 | <i>Dolichospermum crassum</i> | | | 1 |
| DOLIPLAN0 | <i>Dolichospermum planctonicum (=Anabaena planctonica)</i> | | | 1 |
| MERITENU0 | <i>Merismopedia tenuissima</i> | | | 1 |
| MERIWARMO | <i>Merismopedia warmingiana</i> | 468,58 | 245,35 | |
| MICRAERU0 | <i>Microcystis aeruginosa</i> | | | 1 |
| PSEUDGEN0 | <i>Pseudanabaena sp.</i> | 9,19 | 180,40 | |
| WORONAEG1 | <i>Woronichinia naegeliana</i> | 64,24 | 3.229,07 | |
| | CRYPTOPHYCEAE | | | |
| CRYPERSO0 | <i>Cryptomonas erosa</i> | 0,31 | 732,04 | |
| CRYERREF2 | <i>Cryptomonas erosa var. reflexa</i> | 5,67 | 13.548,71 | |
| CRYPMARS0 | <i>Cryptomonas marsonii</i> | 11,34 | 6.458,15 | |
| CRYPOVAT0 | <i>Cryptomonas ovata</i> | 20,78 | 28.968,66 | |
| PLAGLACU0 | <i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i> | 377,88 | 51.047,84 | 1 |
| PLAGNANN0 | <i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i> | 41,57 | 1.799,21 | |
| | DINOPHYCEAE | | | |
| CERAHIRU0 | <i>Ceratium hirundinella</i> | 3,78 | 188.251,28 | 1 |
| GYMNLACU0 | <i>Gymnodinium lacustre</i> | | | 1 |
| | EUGLENOPHYCEAE | | | |
| TRACHGEN0 | <i>Trachelomonas sp.</i> | 1,89 | 678,66 | |
| | TOTALES BACILLARIOPHYCEAE | 13,23 | 5.888,95 | |
| | TOTALES CHRYSOPHYCEAE | 35,90 | 5.283,22 | |
| | TOTALES CHLOROPHYTA | 274,51 | 28.810,16 | |
| | TOTALES ZYGNEMATOPHYCEAE | 0,92 | 5.646,53 | |
| | TOTALES CYANOBACTERIA | 542,00 | 3.654,82 | |
| | TOTALES CRYPTOPHYCEAE | 457,55 | 102.554,61 | |
| | TOTALES DINOPHYCEAE | 3,78 | 188.251,28 | |
| | TOTALES EUGLENOPHYCEAE | 1,89 | 678,66 | |
| | TOTALES ALGAS | 1.329,77 | 340.768,22 | |

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

- Cladocera 3
- Copepoda 3
- Rotífera 8

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 6:

Tabla 5. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|--|-------------------|--------------------------------|
| PROFUNDIDAD | m | 10,0 |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 106,54 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 59,59 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 2,49 |
| CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | Rotíferos |
| individuos/L | | 62,69 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD) | | <i>Polyarthra dolichoptera</i> |
| individuos/L | | 36,92 |
| CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | Copépodos |
| µg/L | | 47,20 |
| ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA) | | <i>Eudiaptomus vulgaris</i> |
| µg/L | | 40,19 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 - 16 m |
| CLADÓCEROS: 2,99 % | COPÉPODOS: 69,61% | ROTÍFEROS: 27,40 % |

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en la tabla 6:

Tabla 6. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

| CÓDIGO | COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOMASA | PORCENTAJE |
|------------|----------------------------------|------------|---------|------------|
| TAXÓN | ZOOPLANCTON | Ind./L | mg/L | (1 al 5) |
| | CLADÓCEROS | | | |
| BOSMLONG0 | <i>Bosmina longirostris</i> | 1,54 | 2,00 | 1 |
| CERIPULC0 | <i>Ceriodaphnia pulchella</i> | | | 1 |
| CHYDSPHA0 | <i>Chydorus sphaericus</i> | 0,19 | 0,29 | 1 |
| DAPHLONG0 | <i>Daphnia longispina</i> | 0,96 | 3,65 | 1 |
| DAPHPULI0 | <i>Daphnia pulicaria</i> | | | 1 |
| DIAPBRAC0 | <i>Diaphanosoma brachyurum</i> | | | 1 |
| | COPÉPODOS | | | |
| ACANAMER0 | <i>Acanthocyclops americanus</i> | | | 1 |
| CYCLVICI0 | <i>Cyclops vicinus</i> | | | 1 |
| EUDIVULG0 | <i>Eudiaptomus vulgaris</i> | 14,42 | 40,19 | 3 |
| MACRALBI0 | <i>Macrocyclus albidus</i> | | | 1 |
| THERDYBO0 | <i>Thermocyclops dybowskii</i> | 0,58 | 1,00 | 1 |
| CYCLOPFAM | Fam. Cyclopidae | 26,15 | 6,00 | 2 |
| | ROTÍFEROS | | | |
| ASCOECAU0 | <i>Ascomorpha ecaudis</i> | | | 1 |
| ASPLPRIO0 | <i>Asplanchna priodonta</i> | 0,19 | 0,14 | 1 |
| CONOCGEN0 | <i>Conochilus unicornis</i> | | | 1 |
| GASTSTYL0 | <i>Gastropus stylifer</i> | 16,92 | 3,38 | 1 |
| KERACCOCH0 | <i>Keratella cochlearis</i> | | | 1 |
| POLYDOLI0 | <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 36,92 | 1,88 | 2 |
| POLYLONG0 | <i>Polyarthra longiremis</i> | 0,38 | 0,02 | |
| POLYLUMI0 | <i>Polyarthra luminosa</i> | 3,08 | 0,16 | 1 |
| POLYMAJO0 | <i>Polyarthra major</i> | 4,23 | 0,55 | 1 |
| SYNCPECT0 | <i>Synchaeta pectinata</i> | 0,77 | 0,26 | 1 |
| TESTMUCR0 | <i>Testudinella mucronata</i> | 0,19 | 0,06 | |
| | Total Cladóceros | 2,69 | 5,94 | |
| | Total Copépodos | 41,15 | 47,20 | |
| | Total Rotíferos | 62,69 | 6,45 | |
| | Total | 106,54 | 59,59 | |

| Clases de abundancia | % de presencia |
|----------------------|----------------|
| 1 | <9 |
| 2 | 10-24 |
| 3 | 25-60 |
| 4 | 61-99 |
| 5 | >99 |

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 7 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 7. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

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

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

Tabla 8. Diagnóstico del estado trófico del embalse del Ebro.

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|-------------|---------------------|
| P TOTAL | 11,09 | Mesotrófico |
| CLOROFILA a | 2,49 | Oligotrófico |
| DISCO SECCHI | 4,50 | Oligotrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 1330 | Mesotrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 2,50 | OLIGOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, tanto el fósforo total (PT) como la densidad algal clasifican el embalse como mesotrófico, mientras que la transparencia y la concentración de clorofila a indican que estamos ante un embalse oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el muestreo del embalse del EBRO ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (PE_{exp})

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

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

| Indicador | Elementos | Parámetros | Bueno o superior | Moderado | Deficiente | Malo | |
|------------------------------------|---|---|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | < 10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ | |
| | | Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L) | < 2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | < 0,5 | 0,5-2 | 2-8 | >8 | |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | > 3 | 2-3 | 1-2 | <1 | |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | < 2,79 | 2,79-3,52 | 3,52-4,25 | >4,25 | |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | > 3,4 | 2,6-3,4 | 1,8-2,6 | <1,8 | |
| | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | < 6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | | |
| Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | < 6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | | |
| INDICADOR BIOLÓGICO (1) | | | < 2,6 | 2,6 - 3,4 | 3,4 - 4,2 | > 4,2 | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Muy bueno | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | Concentración O ₂ (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO (2) | | | Muy bueno | Bueno | Moderado | | |
| | | | < 1,6 | 1,6 - 2,4 | > 2,4 | | |

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 10:

Tabla 10. Combinación de los indicadores.

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

Tabla 11. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse del Ebro.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|--|---------------|---|---|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | 1330 | Moderado |
| | | Clorofila a (µg/L) | 2,49 | Bueno o superior |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,34 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 3,81 | Bueno o superior |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 2,67 | Moderado |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,59 | Bueno o superior |
| | | | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | 8,56 |
| | Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | 7,47 | Moderado |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 3 | MODERADO |
| Físicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 4,50 | Bueno |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 5,07 | Moderado |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 11,09 | Moderado |
| INDICADOR FÍSICOQUÍMICO | | | 3 | 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 12 y 13, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

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

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

Tabla 13. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

| | | | RANGOS DEL RCE | | | | |
|--------------------------------|---------------|---|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------|
| Indicador | Elementos | Parámetros | Bueno o superior | Moderado | Deficiente | Malo | |
| Biológico | Fitoplancton | Clorofila a (µg/L) | ≥ 0,433 | 0,432 – 0,287 | 0,286 – 0,143 | < 0,143 | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | ≥ 0,362 | 0,361 – 0,24 | 0,23 – 0,12 | < 0,12 | |
| | | Índice de Catalán (IGA) | ≥ 0,982 | 0,981 – 0,655 | 0,654 – 0,327 | < 0,327 | |
| | | Porcentaje de cianobacterias | ≥ 0,715 | 0,714 – 0,48 | 0,47 – 0,24 | < 0,24 | |
| | | | Bueno o superior | Moderado | Deficiente | Malo | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | > 0,6 | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 | < 0,2 | |
| | | | RANGOS DE VALORES | | | | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Muy bueno | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| | | | Muy bueno | Bueno | Moderado | | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | < 1,6 | 1,6 – 2,4 | > 2,4 | | |

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 14.

Tabla 14. Combinación de los indicadores.

| Indicador Biológico | Indicador Fisicoquímico | Potencial Ecológico Experimental |
|---------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Bueno o superior | Muy bueno | Bueno o superior |
| Bueno o superior | Bueno | Bueno o superior |
| Bueno o superior | Moderado | Moderado |
| Moderado | Indistinto | Moderado |
| Deficiente | Indistinto | Deficiente |
| Malo | Indistinto | Malo |

En la tabla 15 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (*PE_{norm}*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 15. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse del Ebro para el muestreo de junio.

| Indicador | Elementos | Parámetro | Indicador | Valor | RCE | RCET | <i>PE_{norm}</i> |
|---|---------------|---|---------------------------------------|-----------------|-------|--------------------------|--------------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> (µg/L) | 2,49 | 1,05 | 1,03 | Bueno o superior |
| | | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | 0,34 | 2,23 | 1,77 | Bueno o superior |
| | | | Media | | | 1,40 | |
| | | Composición | <i>Índice de Catalán (IGA)</i> | 0,24 | 1,001 | 1,02 | Bueno o superior |
| | | | <i>Porcentaje de cianobacterias</i> | 1,00 | 0,99 | 0,99 | Bueno o superior |
| | | | Media | | | 1,00 | |
| Media global | | | | | | 1,20 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | 2,0 | | | BUENO O SUPERIOR |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | <i>PE_{norm}</i> | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 4,50 | | | Bueno | |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | 5,07 | | | Moderado | |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 11,09 | | | Moderado | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 3,0 | | MODERADO | |
| POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i> | | | | MODERADO | | | |



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la cola del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso