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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN



DICIEMBRE 2012
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

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



PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

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

EQUIPO DE TRABAJO

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

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

68.857,47 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN.

AÑO DE EJECUCIÓN:

2012

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2012

FOTO PORTADA:

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

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

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

ÍNDICE

| | Página |
|---|-----------|
| <u>1. INTRODUCCIÓN</u> | 5 |
| <u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u> | 5 |
| 2.1. Ámbito geológico y geográfico | 5 |
| 2.2. Características morfométricas e hidrológicas | 6 |
| 2.3. Usos del agua | 6 |
| 2.4. Registro de zonas protegidas | 7 |
| <u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u> | 7 |
| <u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u> | 9 |
| 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas | 9 |
| 4.2. Hidroquímica del embalse | 12 |
| 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila | 13 |
| 4.4. Zooplancton | 17 |
| <u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u> | 19 |
| <u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u> | 20 |
| 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 2011-2012..... | 7 |
| Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse..... | 8 |
| Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH | 9 |
| Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto | 10 |
| Figura 5. Perfil vertical de la conductividad | 11 |
| Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i> | 14 |
| Figura 7. Fotografía de la presa del embalse..... | 26 |
| Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse. | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Gallipuéen | 6 |
| Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton..... | 13 |
| Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton..... | 17 |
| Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico..... | 19 |
| Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Gallipuéen..... | 19 |
| Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental..... | 20 |
| Tabla 7. Combinación de los indicadores..... | 21 |
| Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Gallipuéen..... | 21 |
| Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_i) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008). | 22 |
| Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo..... | 23 |
| Tabla 11. Combinación de los indicadores..... | 23 |
| Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Gallipuéen..... | 24 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Gallipuéen durante los muestreos de 2012 y la interpretación de los mismos, a efectos de proporcionar una referencia fija que facilite la consulta y explotación de la información contenida en ellos.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una consulta ágil y rápida del documento.

En el **Anexo I** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Clasificación del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de los indicadores biológicos y fisicoquímicos propuestos en la Directiva Marco del Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

Geológicamente, la cuenca del Embalse de Gallipuéen, se enclava entre materiales del Mesozoico y Cenozoico. Las dolomías, calizas y margas, pertenecientes al Piso Cenomaniense-Turonense, dentro del Cretácico; las lutitas del Paleógeno; y los depósitos aluviales, gravas, limos y arcillas del Cuaternario.

El embalse de Gallipuéen se sitúa dentro del término municipal de Alcorisa, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Guadalopec.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse monomítico, de moderadas dimensiones, con un área de cuenca de menos de 1000 km².

La cuenca vertiente al embalse de Gallipuéen tiene una superficie de drenaje de 147 km².

El embalse tiene una capacidad total de 4,36 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 11 m, siendo la profundidad máxima de 30 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Gallipuéen.

| | |
|----------------------------|-----------------------|
| Superficie de la cuenca | 147 km ² . |
| Capacidad total N.M.N. | 3,53 hm ³ |
| Capacidad útil | 3,53 hm ³ |
| Aportación media anual | 5 hm ³ |
| Superficie inundada | 44 ha |
| Cota máximo embalse normal | 694,46 msnm |

Tipo de clasificación: 10. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos.

En el momento del muestreo, no existe termoclina. El límite inferior de la capa fótica se sitúa en torno a los 5,7 metros de profundidad determinado mediante medidor fotoeléctrico, aunque la estimación mediante el Disco de Secchi era de 3.8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Gallipuéen para el año hidrológico 2011-2012 fue de 12,3 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2011-2012.

2.3 Usos del agua

Las aguas del embalse están destinadas principalmente a ser usadas para regadío.

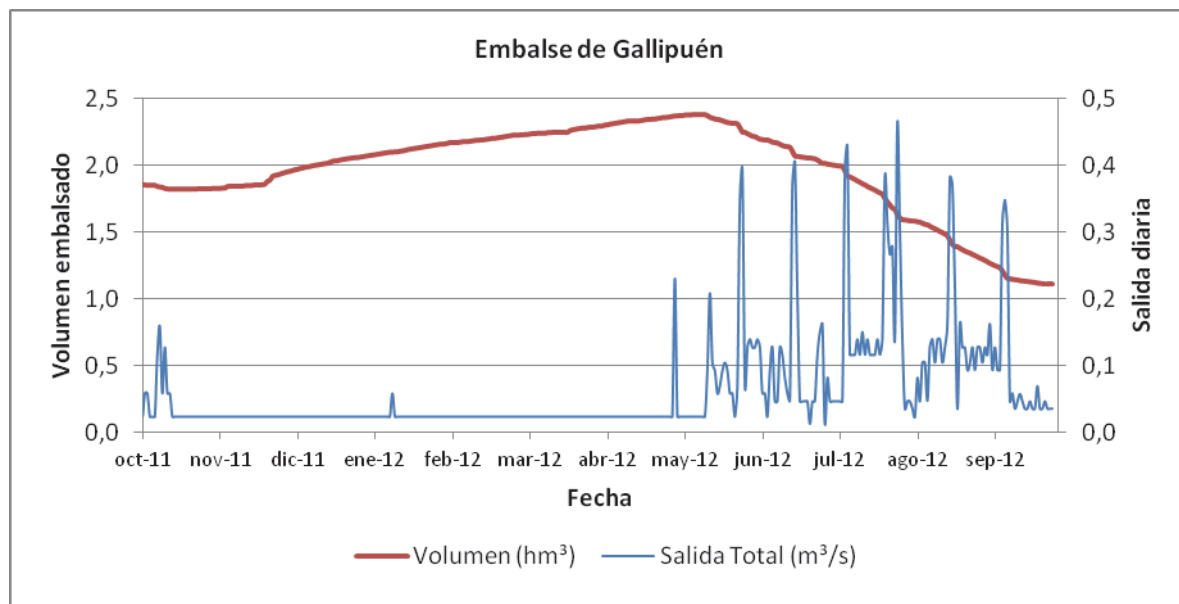


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.

2.4 Registro de zonas protegidas

El embalse de Gallipuéen 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 3 de Septiembre de 2012, 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 fito y zooplancton.

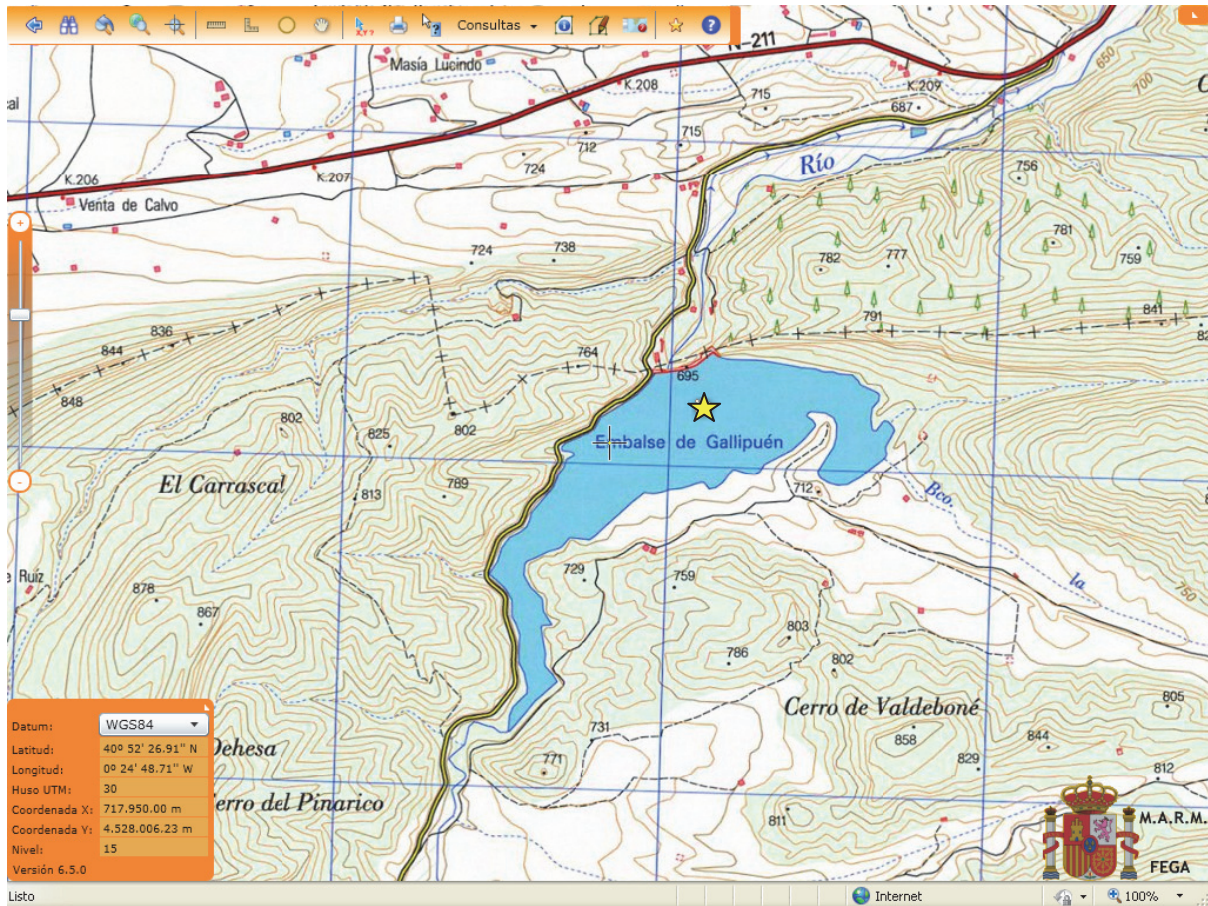
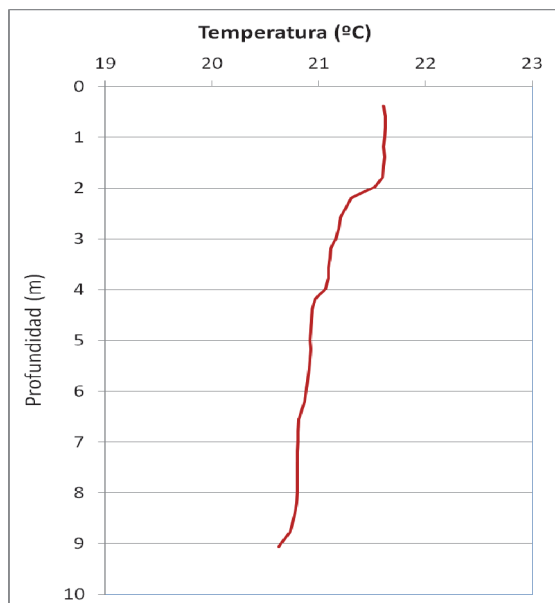


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

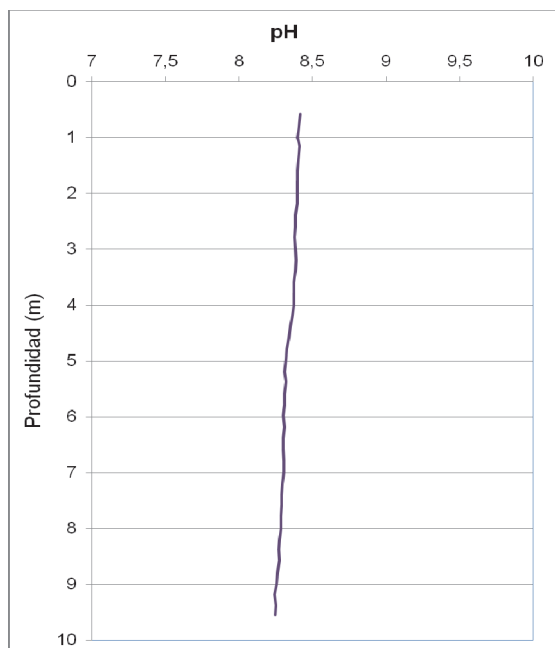
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

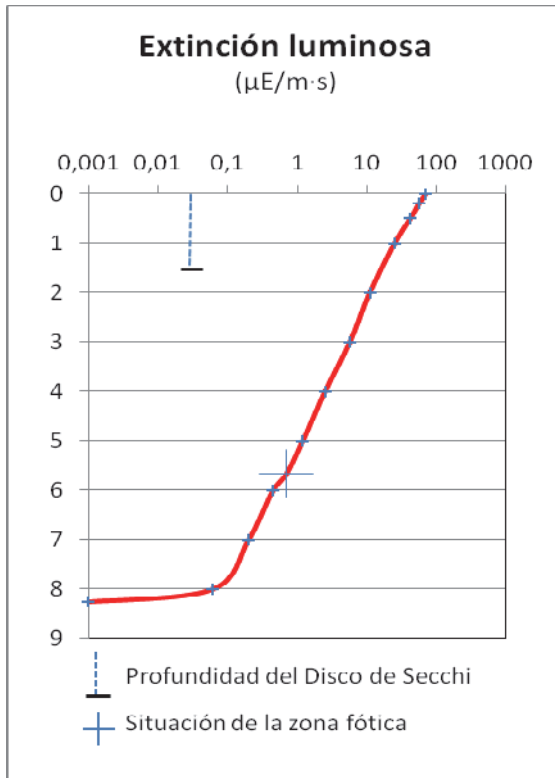


La temperatura del agua oscila entre los 20,63 °C en el fondo, y los 21,60 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (3 de Septiembre de 2012) la termoclina ha desaparecido.



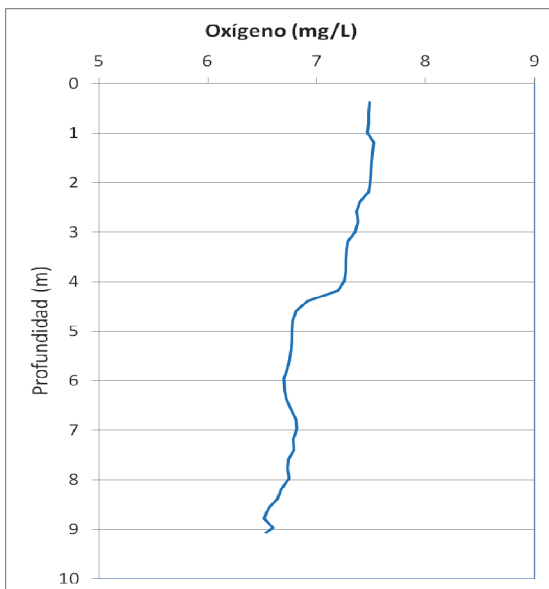
El pH del agua en la superficie es de 8,42. En el fondo del embalse el valor del pH es de 8,25. Máximo epilimnético y mínimo hipolimnético estivales respectivamente.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



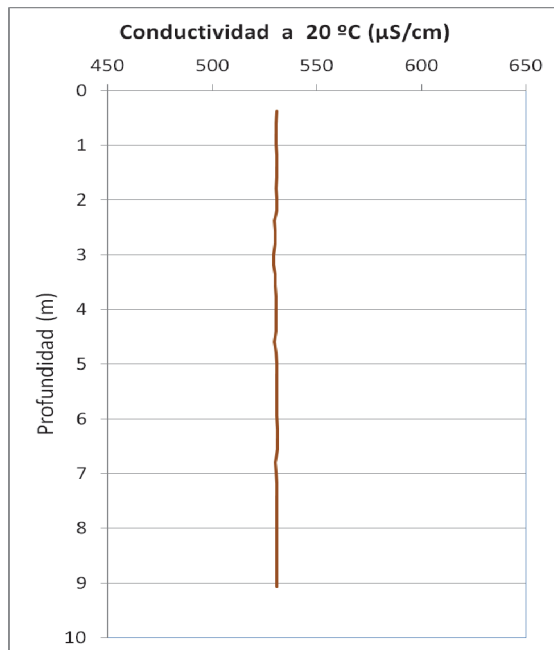
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,50 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 3,8 metros. Sin embargo, la capa fótica determinada con medidor fotoeléctrico es de 5,7 m, por lo que a efectos de muestreo se considera ese espesor de columna de agua..

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 6 m de profundidad) fue de 4,16 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan una concentración media de 7,41 mg/L. En el hipolimnion la concentración media es de 6,71 mg/L de oxígeno. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

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



La conductividad del agua es de 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie, y de 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo, totalmente constante en el perfil vertical.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

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

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 16,54 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 0,49 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,47 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor inferior al límite de detección, 0,01 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó ser de 0,037 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,09 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,05 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 20 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

| | |
|-------------------|---|
| BACILLARIOPHYCEAE | 5 |
| CHLOROPHYTA | 8 |
| CYANOBACTERIA | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | 5 |
| EUGLENOPHYCEAE | 1 |

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

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

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|---|---------------------------|---|
| Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON | nº cel/ml | 6084,00 |
| BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON | $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ | 1125636 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 2,05 |
| CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD) | | Chlorophyceae |
| Nº células/ml | | 3625,82 |
| ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD) | | <i>Hariotina polychorda</i> (= <i>Coelastrum polychordum</i>)* |
| Nº células/ml | | 3039,21 |
| CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN) | | Chlorophyceae |
| $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ | | 724133 |
| ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN) | | <i>Hariotina polychorda</i> (= <i>Coelastrum polychordum</i>)* |
| $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ | | 701774 |

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

La concentración de clorofila fue de 2,90 $\mu\text{g/L}$ en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura con una línea roja). El valor máximo del perfil vertical se encuentra a 4 m de profundidad con una concentración de 3. 17 $\mu\text{g/L}$.

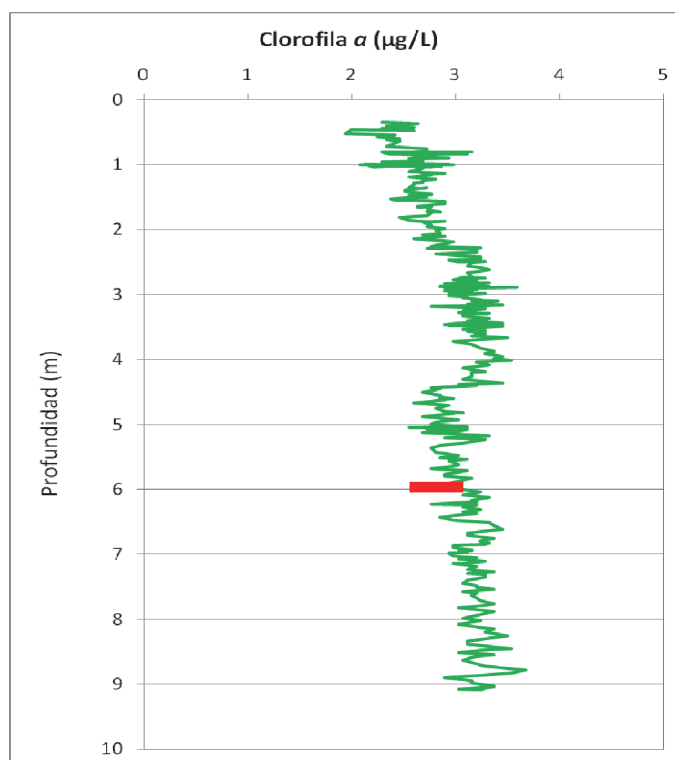


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|-------------------------------------|------------|---------------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | $\mu\text{m}^3/\text{ml}$ | |
| BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/ | | | |
| <i>Cyclotella ocellata</i> | 1905,09 | 215460,71 | 1 |
| <i>Cyclotella radiosa</i> | 67,04 | 14743,16 | 1 |
| <i>Stephanodiscus neoastraea</i> | 27,93 | 31592,48 | 1 |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|---|------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/ | | | |
| <i>Achnantheidium minutissimum</i> (=Achnanthes minutissima) | 5,59 | 1053,08 | 1 |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> | - | - | 1 |
| <i>Nitzschia palea</i> | 5,59 | 2972,17 | 1 |
| CHLOROPHYTA | | | |
| <i>Botryococcus</i> sp. | - | - | 2 |
| <i>Hariotina polychorda</i> (=Coelastrum polychordum) | 3039,21 | 701774,26 | 4 |
| <i>Monactinus simplex</i> (=Pediastrum simplex) | - | - | 2 |
| <i>Monoraphidium dybowskii</i> | 5,59 | 184,29 | 1 |
| <i>Oocystis borgei</i> | 22,35 | 2234,71 | 1 |
| <i>Oocystis lacustris</i> | 22,35 | 1651,23 | 1 |
| <i>Pandorina morum</i> | - | - | 1 |
| <i>Pediastrum boryanum</i> | - | - | 1 |
| <i>Pediastrum duplex</i> | - | - | 1 |
| <i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (=Didymocystis planctonica) | 391,07 | 7371,58 | 1 |
| <i>Radiococcus nimbatus</i> | 89,39 | 3744,29 | 1 |
| <i>Schroederia setigera</i> | 11,17 | 737,16 | - |
| <i>Sphaerocystis planctonica</i> | - | - | 2 |
| <i>Tetrastrum komarekii</i> | 44,69 | 6435,97 | 1 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | | | |
| <i>Staurostrum</i> sp. pequeño | - | - | 1 |
| CYANOBACTERIA | | | |
| <i>Aphanocapsa</i> sp. | 223,47 | 2106,17 | - |
| <i>Coelosphaerium minutissimum</i> | - | - | 1 |
| <i>Oscillatoria</i> sp. | - | - | 1 |
| CRYPTOPHYCEAE | | | |
| <i>Cryptomonas erosa</i> | 27,93 | 86001,75 | 1 |
| <i>Cryptomonas ovata</i> | 11,17 | 17691,79 | 1 |

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOVOLUMEN | CUALITATIVO |
|--|----------------|---------------------|-------------|
| FITOPLANCTON | cél./ml | µm ³ /ml | |
| <i>Cryptomonas phaseolus</i> | 5,59 | 4475,60 | - |
| <i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i> | 122,91 | 16217,47 | 1 |
| <i>Plagioselmis nannoplanctica (=Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica)</i> | 50,28 | 4607,24 | - |
| DINOPHYCEAE | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | - | - | 1 |
| EUGLENOPHYCEAE | | | |
| <i>Euglena</i> sp. | 5,59 | 4581,16 | 1 |
| TOTAL BACILLARIOPHYCEAE | 2011,24 | 265821,59 | |
| TOTAL CHLOROPHYTA | 3625,82 | 724133,49 | |
| TOTAL CYANOBACTERIA | 223,47 | 2106,17 | |
| TOTAL CRYPTOPHYCEAE | 217,88 | 128993,85 | |
| TOTAL EUGLENOPHYCEAE | 5,59 | 4581,16 | |
| TOTAL ALGAS | 6084,00 | 1125636,25 | |

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

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 9 Rotifera
- 1 Turbelario

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

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

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR |
|---|--------------------|---------------------------------|
| PROFUNDIDAD | m | 4,0 |
| DENSIDAD TOTAL | individuos/L | 146,73 |
| BIOMASA TOTAL | µg/L | 164,65 |
| Diversidad Shannon-Wiener | | 2,86 |
| CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD) | | Copépodos |
| individuos/L | | 57,88 |
| ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (DENSIDAD) | | <i>Diaphanosoma mongolianum</i> |
| individuos/L | | 41,54 |
| CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA) | | Cladóceros |
| µg/L | | 114,92 |
| ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA) | | <i>Diaphanosoma mongolianum</i> |
| µg/L | | 103,85 |
| COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical) | | 0 - 8 m |
| CLADÓCEROS: 13,10 % | COPÉPODOS: 17,19 % | ROTÍFEROS: 56,62 % |

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

| COMPOSICIÓN | ABUNDANCIA | BIOMASA | PORCENTAJE |
|---------------------------------|------------|---------|------------|
| ZOOPLANCTON | Ind./L | µg/L | % |
| CLADÓCEROS | | | |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> | 9,23 | 11,08 | 7,09 |
| <i>Diaphanosoma mongolianum</i> | 41,54 | 103,85 | 6,00 |
| COPÉPODOS | | | |
| <i>Cyclops cf lacustris</i> | 28,08 | 9,27 | 11,19 |
| <i>Neolovenula alluaudi</i> | 29,81 | 35,83 | 6,00 |
| ROTÍFEROS | | | |
| <i>Ascomorpha ovalis</i> | - | - | 0,55 |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | 3,08 | 2,31 | 0,55 |
| <i>Collotheca</i> sp. | 1,54 | 0,05 | 2,73 |
| <i>Conochilus</i> sp. | 0,77 | 0,08 | 0,55 |
| <i>Hexarthra fennica</i> | 3,08 | 0,64 | 2,18 |
| <i>Hexathra mira</i> | - | - | 0,14 |
| <i>Keratella quadrata</i> | 1,54 | 0,19 | 0,14 |
| <i>Lecane luna</i> | 0,38 | 0,02 | 0,14 |
| <i>Polyarthra dolichoptera</i> | 4,62 | 0,24 | 43,66 |
| <i>Polyarthra major</i> | 4,62 | 0,60 | 4,91 |
| <i>Synchaeta pectinata</i> | 1,54 | 0,51 | 1,09 |
| OTROS | - | - | - |
| <i>Turbelario</i> | 16,92 | - | 13,10 |
| Total Cladóceros | 50,77 | 114,92 | 13,10 |
| Total Copépodos | 57,88 | 45,10 | 17,19 |
| Total Rotíferos | 21,15 | 4,63 | 56,62 |
| Total Otros | 16,92 | - | 13,10 |
| Total | 146,73 | 164,65 | 100 |

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 4 para los valores medios en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.

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

En la tabla 5 se incluye el estado trófico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según la valoración de este estado trófico final.

Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Gallipuéen.

| INDICADOR | VALOR | ESTADO TRÓFICO |
|-----------------------------|-------------|--------------------|
| P TOTAL | 16,54 | Mesotrófico |
| CLOROFILA <i>a</i> | 2,90 | Mesotrófico |
| DISCO SECCHI | 1,50 | Eutrófico |
| DENSIDAD ALGAL | 6084 | Mesotrófico |
| ESTADO TRÓFICO FINAL | 2,75 | MESOTRÓFICO |

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros de fósforo total (PT), concentración de clorofila *a* y densidad algal indican un estado de mesotrofia; mientras que la transparencia (DS) indica eutrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de GALLIPUÉN ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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

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

| Indicador | Elementos | Parámetros | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
|------------------------------------|---|---|------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | <100 | 100-10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | >10 ⁵ |
| | | Biomasa algal, Clorofila <i>a</i> (µg/L) | 0-1 | 1-2,5 | 2,5-8 | 8,0-25 | >25 |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | <0,1 | 0,1-0,5 | 0,5-2 | 2-8 | >8 |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | >4 | 3-4 | 2-3 | 1-2 | <1 |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | <2,06 | 2,06-2,79 | 2,79-3,52 | 3,52-4,25 | >4,25 |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | >4,2 | 3,4-4,2 | 2,6-3,4 | 1,8-2,6 | <1,8 |
| | <i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i> | <3,8 | 3,8-6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | |
| Zooplancton | <i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i> | <3,8 | 3,8-6,6 | 6,6-9,4 | 9,4-12,2 | >12,2 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO (1) | | | > 4, 2 | 3, 4 -4, 2 | 2,6-3,4 | 1, 8 -2, 6 | < 1, 8 |
| Fisicoquímico | Transparencia | Profundidad Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | Concentración O ₂ (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P /L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO (2) | | | MPE | AS FUN | NO AS FUN | | |
| | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

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

(2) La valoración del indicador fisicoquímico se obtiene realizando la media de las puntuaciones obtenidas para los distintos elementos. Si la media de los 3 elementos es igual o superior a 4,2 se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3,4 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si

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

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 7:

Tabla 7. Combinación de los indicadores.

| Indicador Biológico | Indicador Físicoquímico | Potencial Ecológico Experimental |
|---------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Máximo | M P E | Máximo |
| Máximo | As Fun | Bueno |
| Máximo | No As Fun | Moderado |
| Bueno | M P E | Bueno |
| Bueno | As Fun | Bueno |
| Bueno | No As Fun | Moderado |
| Moderado | Indistinto | Moderado |

En la tabla 8 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros e indicadores, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final.

Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Gallipuéen.

| Indicador | Elementos | Parámetros | Valor | Potencial |
|--------------------------------|---------------|---|------------|-------------------|
| Biológico | Fitoplancton | Densidad algal (cel/ml) | 6084 | Moderado |
| | | Clorofila a ($\mu\text{g/L}$) | 2,90 | Moderado |
| | | Biovolumen algal (mm^3/L) | 1,13 | Moderado |
| | | <i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i> | 1,38 | Deficiente |
| | | <i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i> | 2,59 | Deficiente |
| | | <i>Trophic Index (TI)</i> | 2,40 | Bueno |
| | | Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI) | 7,0 | Moderado |
| | Zooplancton | Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI) | 9,44 | Deficiente |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | 2,0 | DEFICIENTE |
| Físicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 1,50 | Deficiente |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂) | 7,03 | Bueno |
| | Nutrientes | Concentración de PT ($\mu\text{g/L P}$) | 16,54 | Moderado |
| INDICADOR FÍSICOQUÍMICO | | | 3,0 | NO AS FUN. |
| POTENCIAL ECOLÓGICO | | | | DEFICIENTE |

Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

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

Tabla 9. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B/M, Bueno-Moderado) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

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

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

| Indicador | Elementos | Parámetros | RANGOS DEL RCET | | | | |
|--------------------------------|---------------|---|-------------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | | | Máximo | Bueno | No alcanza | | |
| Biológico | Fitoplancton | Clorofila a (µg/L) | > 1 | 1-0,43 | < 0,43 | | |
| | | Biovolumen algal (mm ³ /L) | > 1 | 1-0,36 | < 0,36 | | |
| | | Índice de Catalán (IGA) | > 1 | 1-0,9822 | < 0,9822 | | |
| | | Porcentaje de cianobacterias | > 1 | 1-0,72 | < 0,72 | | |
| | | | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | > 0,8 | 0,6-0,8 | 0,4-0,6 | 0,2-0,4 | < 0,2 |
| | | | RANGOS DE VALORES | | | | |
| Indicador | Elementos | Parámetros | Máximo | Bueno | Moderado | Deficiente | Malo |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | >6 | 3-6 | 1, 5 -3 | 0, 7 -1,5 | <0, 7 |
| | Oxigenación | O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L) | >8 | 8-6 | 6-4 | 4-2 | <2 |
| | Nutrientes | Concentración de PT (µg P/L) | 0-4 | 4-10 | 10-35 | 35-100 | >100 |
| | | | MPE | AS FUN | NO AS FUN | | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | >4,2 | 3,4-4,2 | <3,4 | | |

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 11:

Tabla 11. Combinación de los indicadores.

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

En la tabla 12 se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico final (PE_{norm}) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Gallipuéen.

| Indicador | Elementos | Parámetro | Indicador | Valor | RCE | RCET | PE_{norm} |
|---|---------------|---|---|-----------------|-------|------------------|-------------|
| Biológico | Fitoplancton | Biomasa | Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) | 2,90 | 0,90 | 0,93 | Bueno |
| | | | Biovolumen algal (mm^3/L) | 1,13 | 0,68 | 0,80 | Bueno |
| | | | Media | | | | 0,86 |
| | | Composición | <i>Índice de Catalán (IGA)</i> | 5,39 | 0,988 | 0,73 | No alcanza |
| | | | <i>Porcentaje de cianobacterias</i> | 3,67 | 0,96 | 0,95 | Bueno |
| | | | Media | | | | 0,84 |
| Media global | | | | | | 0,85 | |
| INDICADOR BIOLÓGICO | | | | 0,85 | | MÁXIMO | |
| Indicador | Elementos | Indicador | Valor | | | PE_{norm} | |
| Fisicoquímico | Transparencia | Disco de Secchi (m) | 1,50 | | | Deficiente | |
| | Oxigenación | O_2 hipolimnética ($\text{mg O}_2/\text{L}$) | 7,03 | | | Bueno | |
| | Nutrientes | Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$) | 16,54 | | | Moderado | |
| INDICADOR FISICOQUÍMICO | | | | 3,0 | | NO AS FUN | |
| POTENCIAL ECOLÓGICO PE_{norm} | | | | MODERADO | | | |



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7: Presa del embalse



Figura 8: Panorámica del embalse