



---

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN  
AÑO 2010

---



VNIVERSITAT<sup>Q</sup> DE VALÈNCIA

CONSULTOR:  
**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA ESTUDI GENERAL**  
**Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Área de Limnología**

Departamento de Microbiología y Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas  
46100 – Burjassot (Valencia)

DICIEMBRE 2010

## ÍNDICE

	Página
<b><u>1. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b><u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u></b>	<b>2</b>
2.1.  Ámbito geológico y geográfico	2
2.2.  Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3.  Usos del agua	4
2.4.  Registro de zonas protegidas	4
<b><u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u></b>	<b>5</b>
<b><u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u></b>	<b>6</b>
4.1.  Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2.  Hidroquímica del embalse	9
4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4.  Zooplancton	12
<b><u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u></b>	<b>14</b>
<b><u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u></b>	<b>15</b>

### ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Gallipuéen durante los muestreos de 2010 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 2010, correspondiente al año hidrológico 2009-2010).

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 Gallipué, se enclava entre materiales del Mesozoico y Cenozoico. Las dolomías, calizas y margas, pertenecientes al Piso Cenomaniense-Turoniense, dentro del Cretácico; las lutitas del Paleógeno; y los depósitos aluviales, gravas, limos y arcillas del Cuaternario.

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

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

### 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse monomítico, de moderadas dimensiones, con un área de cuenca de menos de 1000 km<sup>2</sup>.

La cuenca vertiente al embalse de Gallipué tiene una superficie de drenaje de 147 km<sup>2</sup>.

El embalse tiene una capacidad total de 4,36 hm<sup>3</sup>. Caracterizado por una profundidad media de 11 m, siendo la profundidad máxima de 30 m.

En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

**CUADRO 1**  
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN

Superficie de la cuenca	147 km <sup>2</sup> .
Capacidad total N.M.N.	3,53 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	3,53 hm <sup>3</sup>

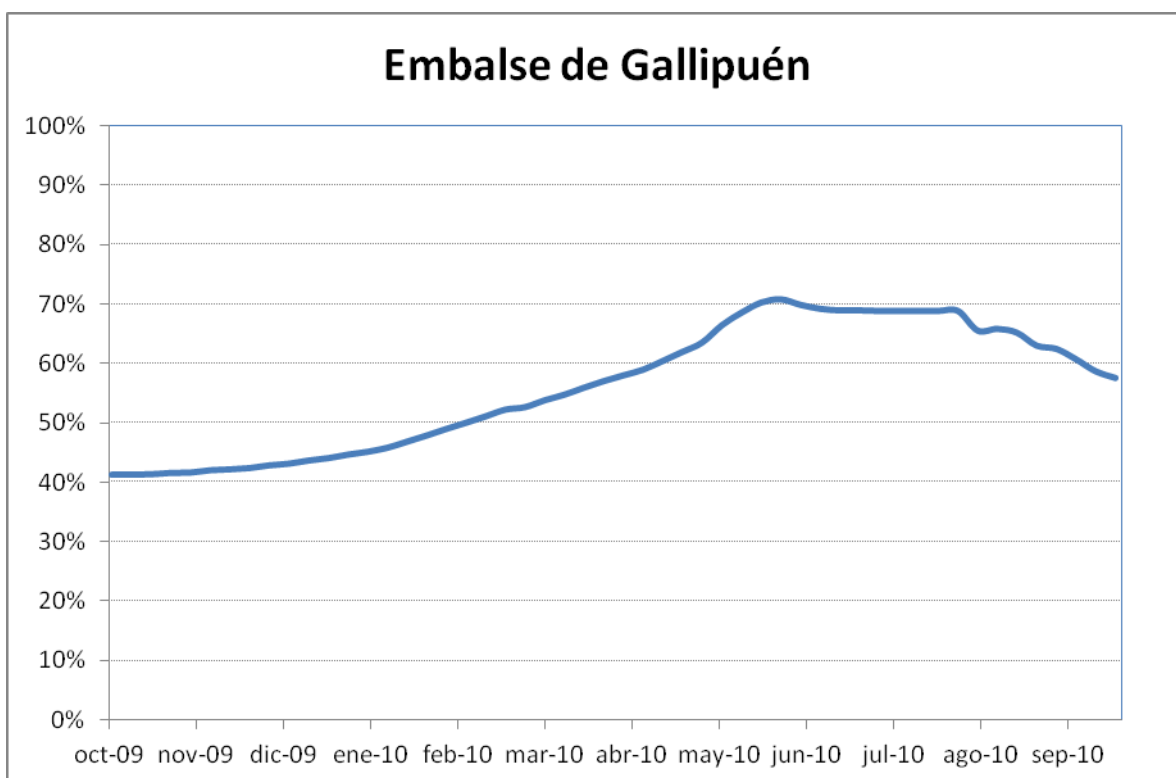
Aportación media anual	5 hm <sup>3</sup>
Superficie inundada	44 ha
Cota máximo embalse normal	694,46 msnm

En el momento del muestreo, la termoclina se sitúa entre los 7 y 10,5 m de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en torno a 8 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Gallipué para el año hidrológico 2009-2010 se ha estimado en 13,2 meses, de acuerdo con las salidas observadas.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del porcentaje de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2009-2010.

**GRÁFICO 1**  
**VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2009-2010**



### **2.3 Usos del agua**

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

### **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 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 29 de Junio de 2010, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

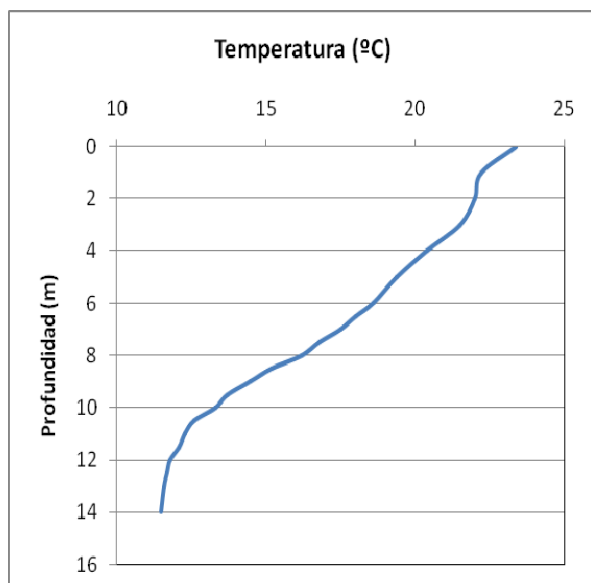


**Figura 1.** Localización de la estación de muestreo en el embalse

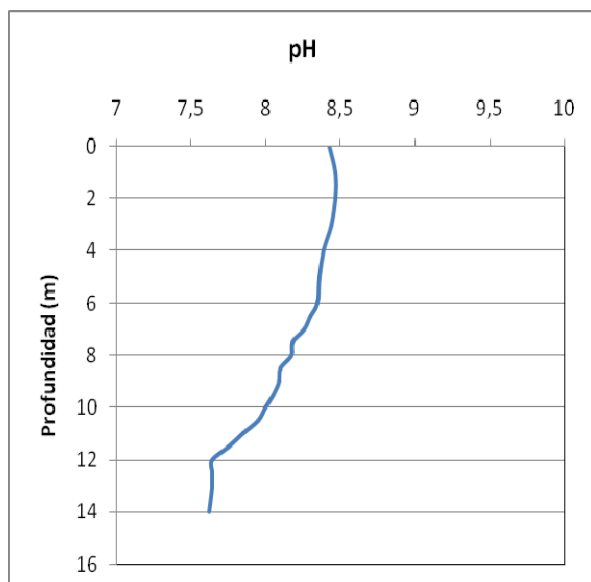
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

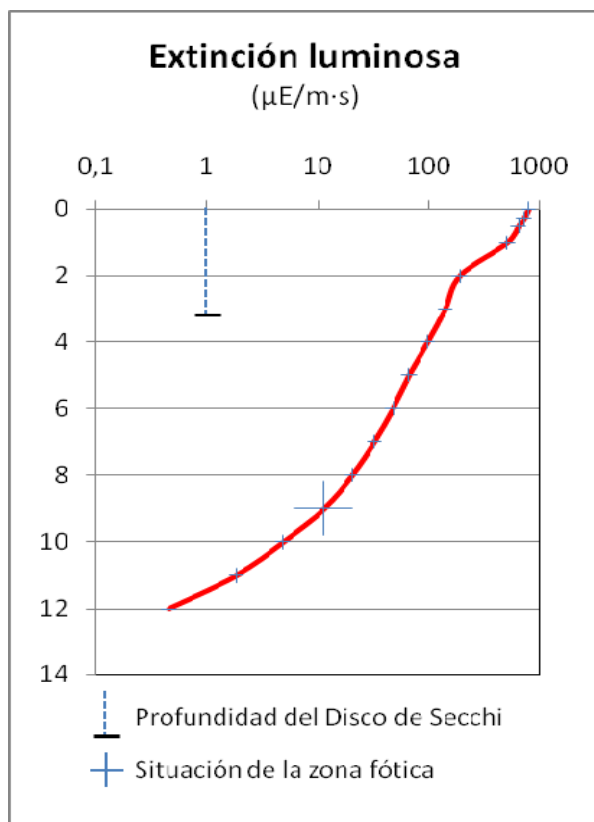


La temperatura del agua oscila entre los 11,8 °C en el fondo, y los 23,4 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (29 de Junio de 2010) la termoclina se sitúa entre los 7 y 10,5 m de profundidad.



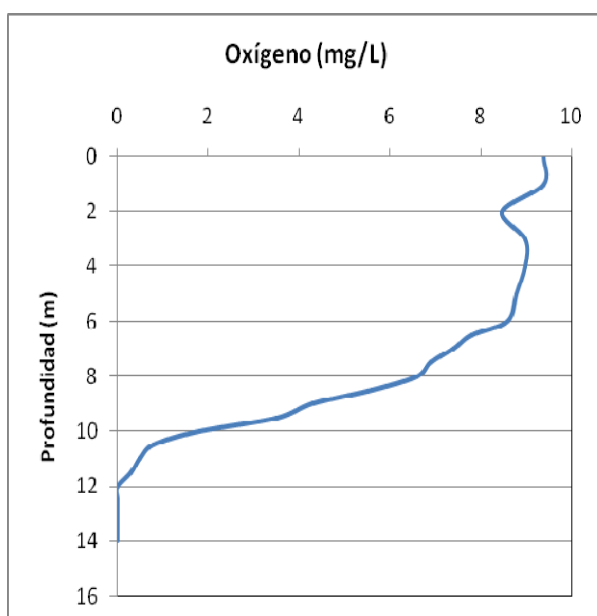
El pH del agua en la superficie es de 8,43. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,62 (mínimo hipolimnético estival). El máximo epilimnético estival se registra a los 2 metros de profundidad y toma un valor de 8,47.



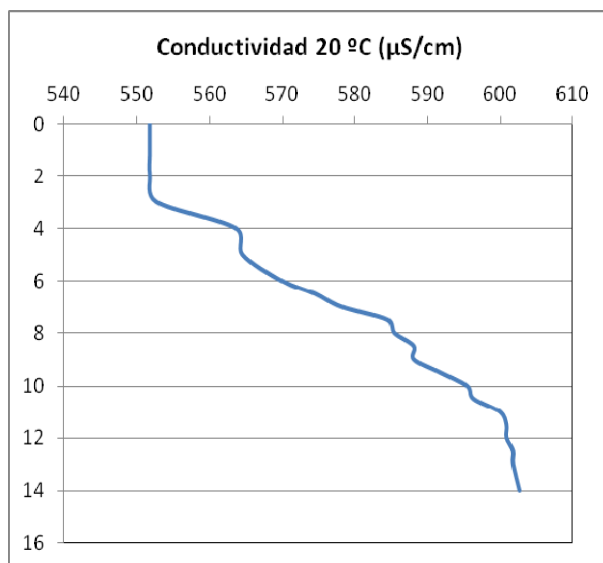


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 3,20 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 8 metros. Con el medidor de PAR es ligeramente mayor, cerca de 9 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 2,43 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan una concentración media de 8,65 mg/L. En el hipolimnion las condiciones alcanzadas son de ausencia de oxígeno. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L) en profundidades superiores a 10 m.



La conductividad del agua es de 552  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en la superficie y de 603  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el fondo, donde se ha registrado el valor máximo. El valor de conductividad va ascendiendo con la profundidad débilmente.

#### 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2010 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  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 1,31  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,68 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,46 mg N /L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó ser de 0,086 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 1,31 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,29 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSOPHYCEAE	1
CHLOROPHYCEAE	1
CONJUGATOPHYCEAE	5
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYTA	5
DINOPHYTA	1
EUGLENOPHYTA	1

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

**CUADRO 2**

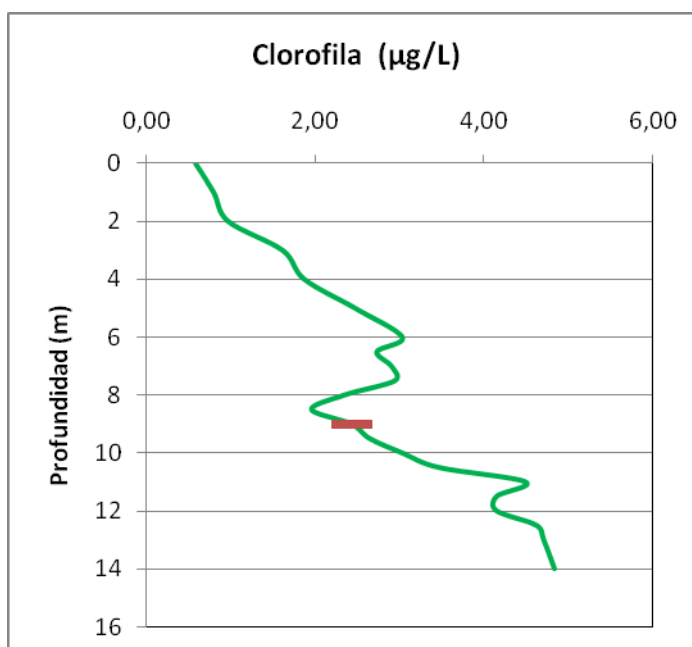
**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON**

Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	2061,52
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm <sup>3</sup> /ml	499332
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Bacillariophyceae
Nº células/ml		1282,17
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek
Nº células/ml		1268,20
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
	µm <sup>3</sup> /ml	150907

ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	143430

En cuanto a diversidad de especies, calculada con el índice de Shannon – Wiener, ha resultado ser de 2,04.

La concentración de clorofila fue de 2,23  $\mu\text{g/L}$  en la muestra integrada (profundidad señalada en la figura con una línea roja). El valor máximo del perfil vertical se encuentra en la zona más profunda del embalse.



#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Gallipué se han identificado un total de 13 especies, además de larvas de ácaros y Turbelarios, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 4 Cladocera
- 2 Copepoda
- 5 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 3**):

**CUADRO 3**  
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

PROFUNDIDAD	m	8,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	167,4
BIOMASA TOTAL	µg/L	259,77
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copéodos
individuos/L		124,07
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Neolovenula alluaudi</i>
individuos/L		101,7
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Copéodos
µg/L		199,19
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Neolovenula alluaudi</i>

µg/L	194,56	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)	0 - 19 m	
CLADÓCEROS: 10 %	COPÉPODOS: 48 %	ROTÍFEROS: 31 %

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2010, está caracterizada tanto en biomasa como en densidad por la presencia del copépodo *Neolovenula alluaudi*, con un 61 % de la densidad total en la muestra y 75 % de la biomasa total).

En cuanto a diversidad de especies para el zooplancton, calculada con el índice de Shannon – Wiener, ha resultado ser de 2,08.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando los indicadores especificados en el **Cuadro 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.

**CUADRO 4**  
PARÁMETROS INDICADORES Y RANGOS DE ESTADO TRÓFICO

Parámetros   Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración P (µg 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 (µg/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

En el **Cuadro 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.

**CUADRO 5**  
DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	16,54	Mesotrófico
CLOROFILA A	2,23	Oligotrófico
DISCO SECCHI	3,20	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2061	Mesotrófico
<b>ESTADO TRÓFICO FINAL</b>	3	<b>OLIGOTRÓFICO</b>

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros de fósforo total (PT) y densidad algal indican un estado de mesotrofia; mientras que la concentración de clorofila a y transparencia (DS) indican oligotrofia. El estado trófico final para el embalse de GALLIPUÉN se ha propuesto como **OLIGOTRÓFICO**.



## 6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### a) Aproximación experimental (*PEexp*)

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

**CUADRO 6**

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	<100	100-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
		Biomasa algal, Clorofila a (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /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	
<b>INDICADOR BIOLÓGICO (1)</b>			4, 2 -5	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	1-1, 8
Fisicoquímico	Transparencia	Profundidad Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	Concentración O <sub>2</sub> (mg O <sub>2</sub> /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
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)</b>			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento fitoplancton.

(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).

En el **Cuadro 7** 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.

**CUADRO 7**

**DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN**

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	2061	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,23	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,50	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,81	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	2,80	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,47	Bueno
	Zooplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	4,0	Bueno
		<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	9,18	Moderado
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			3,0	<b>MODERADO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,20	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/L O <sub>2</sub> )	0,81	Malo
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	16,54	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			2,7	<b>NO AS FUN.</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>MODERADO</b>

**Aproximación normativa (*PEnorm*)**

Se han considerando 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 el **Cuadro 8**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

**CUADRO 8**

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

En el **Cuadro 9** 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<sub>norm</sub>*) tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico.

**CUADRO 9**

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE<sub>norm</sub>*) DEL EMBALSE DE GALLIPUÉN.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	1,17	Máximo
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	1,52	Máximo
		Índice de Catalán (IGA)	1,001	Máximo
		Porcentaje de cianobacterias	0,99	Bueno
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			5	<b>MÁXIMO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,20	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	0,81	Malo
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	16,54	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			2,7	<b>NO AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>			<b>MODERADO</b>	

---

**ANEXO I**  
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

---



**Foto 1:** Vista de la presa del embalse



**Foto 2:** Punto de acceso al embalse