



---

**INFORME FINAL DEL EMBALSE DE ESCALES**  
**AÑO 2009**

---



**UTE DBO5, SL-ICA, SL-ENTECSA**  
C/MIGUEL MENÉNDEZ BONETA, 2 Puerta 8  
28460 LOS MOLINOS (MADRID)  
CIF: G-84535319

**CONSULTOR:**  
**UTE RED BIOLÓGICA EBRO**

Oficinas UTE Madrid: c/ Miguel Menéndez Boneta 2-4, puerta 8  
28460 Los Molinos, Madrid TF y FAX 91 855 00 29 E-mail: [consultoria@ica1.e.telefonica.net](mailto:consultoria@ica1.e.telefonica.net)

**DICIEMBRE 2009**

## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</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>3. TRABAJOS REALIZADOS</b>	<b>5</b>
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>6</b>
4.1.  Características físico-químicas de las aguas	6
4.2.  Hidroquímica del embalse	8
4.3.  Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4.  Zooplancton	10
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</b>	<b>11</b>
<b>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</b>	<b>12</b>

### ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Escales durante los muestreos de 2009 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 consulta una 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 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

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

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

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

### 2.2. Características morfométricas e hidrológicas

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

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

El embalse tiene una capacidad total de 152 hm<sup>3</sup>. Siendo su profundidad media de 38 m y la profundidad máxima de 115 metros

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

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

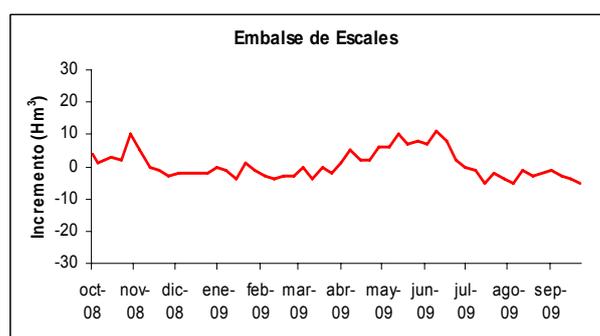
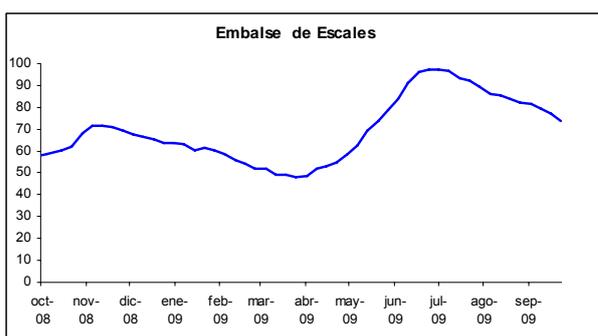
Superficie de la cuenca	179 km <sup>2</sup>
Capacidad total N.M.N.	152 hm <sup>3</sup>
Capacidad útil	24 hm <sup>3</sup>
Cota máximo embalse normal	821 msnm

Se trata de un embalse monomítico. La termoclina se sitúa en torno a los 4 metros de profundidad en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 13,75 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ecales para el año hidrológico 2008-2009 fue de 5,6 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del porcentaje de volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2008-2009, así como los incrementos semanales en Hm<sup>3</sup>.

**GRÁFICO 1**  
 VOLUMEN EMBALSADO (%) E INCREMENTOS SEMANALES (Hm<sup>3</sup>) DURANTE EL AÑO  
 HIDROLÓGICO 2008-2009



### **2.3. Usos del agua**

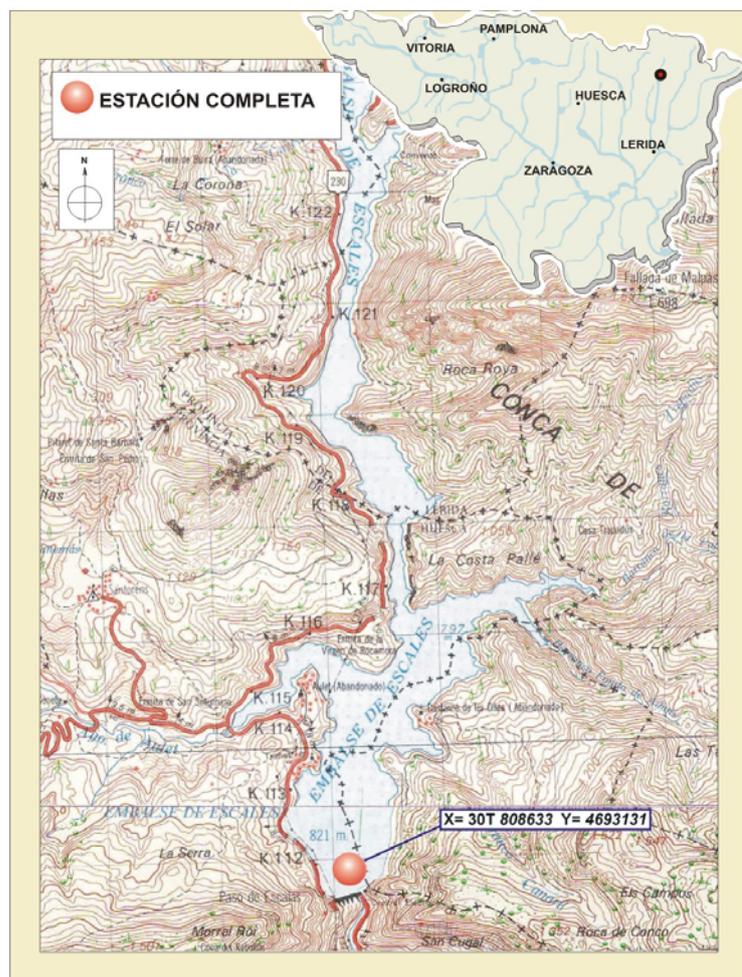
Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico. La práctica de la navegación (sin restricciones para el remo, vela y motor) está permitida.

### **2.4. Registro de zonas protegidas**

El embalse de Escales no forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, en ninguna de sus categorías.

### 3. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver **Figura 1**). Se ha completado una campaña de muestreo el 23 de Junio de 2009, en la que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos y el Disco de Secchi en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.



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

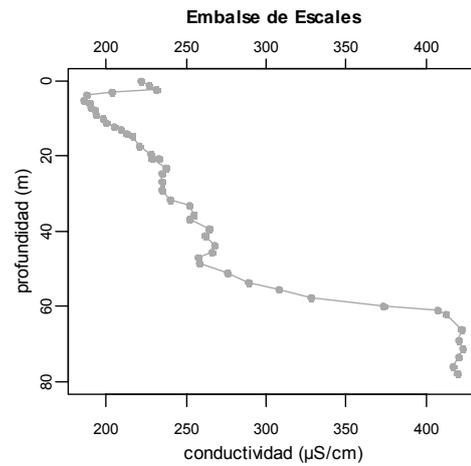
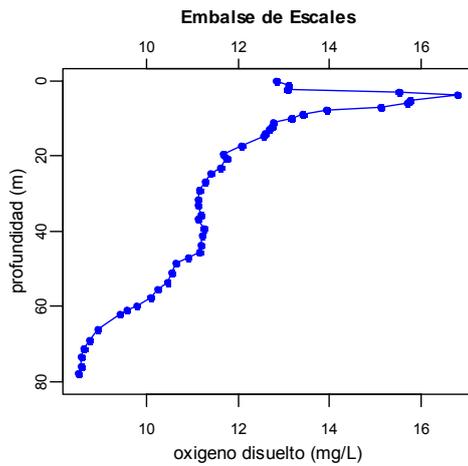
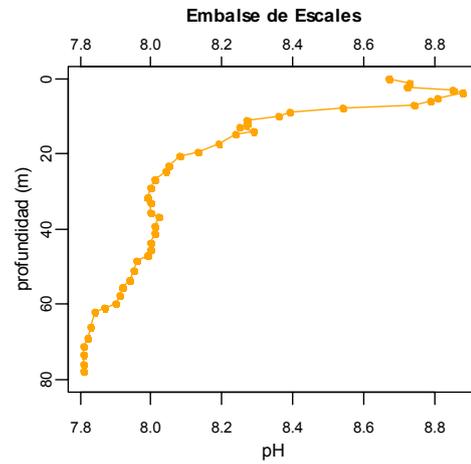
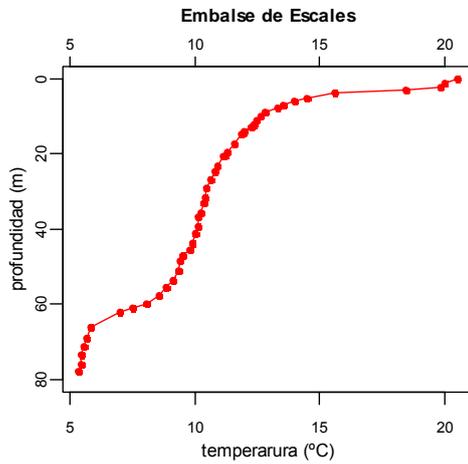
## 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 5,36 °C – en el fondo- y los 20,5 °C -máximo registrado en superficie. En el momento del muestreo (Junio 2009) la termoclina se sitúa en torno a los 4 metros de profundidad.
- El pH del agua en la superficie es de 8,67. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,81 (mínimo hipolimnético estival). El máximo epilimnético estival se localiza a los 4 m con un valor de pH de 8,88.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 5,5 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 13,75 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 1,97 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 13,62 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion es de 1,32 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O<sub>2</sub>/L).
- La conductividad del agua es de 222 µS/cm en la superficie y de 419 µS/cm, siendo el valor máximo de 423 µS/cm a los 71,4 m de profundidad.

**GRÁFICO 2**  
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE ESCALES



#### 4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2009 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 13,76  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de P soluble fue de 1,07  $\mu\text{g P/L}$ .
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,37 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,15 mg N /L.
- La concentración de amonio ( $\text{NH}_4$ ) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,38 mg  $\text{SiO}_2/\text{L}$ .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 1,6 meq/L.

### 4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 19 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 6 Bacillariophyceae
- 5 Chlorophyta
- 2 Dinophyta
- 2 Chrysophyceae
- 2 Cyanobacteria
- 2 Cryptophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la densidad de cianobacterias (47%) y bacilariofíceas (45%). Entre las especies más abundantes, encontramos la cianobacteria *Mycrocystis flos-aquae* (Wittrock kilchner) (35,6% de la densidad total). También destaca por su densidad en la muestra integrada la bacilariofícea *Cyclotella comta* (Ehr) Kütz (25,2% de la densidad total). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan las bacilariofíceas, con un 45% y los dinófitos con un 37%. El dinófito *Peridinium cinctum* (Müller) Ehr proporciona gran parte del biovolumen total (32,2%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de las bacilariofíceas es el mejor representado, con 6 especies.

La concentración de clorofila fue de 2,89 µg/L.

#### 4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Escales se han identificado un total de 14 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 Rotifera
- 2 Copepoda
- 1 Cladocera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en el siguiente cuadro (**Cuadro 2**).

**CUADRO 2**  
 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

EMBALSE DE ESCALES		FECHA DE MUESTREO	23/06/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	ESC	
PROFUNDIDAD	m	14,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	189	
BIOMASA TOTAL	µg/L	57	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (75%)	
individuos/L		142	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Kellicotia longispina longispina</i> (60%)	
individuos/L		112	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		CLADÓCERA (43%)	
µg/L		25	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i> (43%)	
µg/L		25	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por el rotífero *Kellicotia longispina longispina*, con un 73% de la densidad total y por el cladocera *Daphnia longispina*, con un 43% de la biomasa total. En cuanto a diversidad de especies, el grupo de rotíferos es el mejor representado, con 11 especies.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3** 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 (pág. 120).

**CUADRO 3**  
 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 ( $\mu\text{g/L}$ ) en	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 4** 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 4**  
 DIAGNOSTICO DEL ESTADO TROFICO DEL EMBALSE DE ESCALES

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	13,76	Mesotrófico
CLOROFILA A	2,89	Mesotrófico
DISCO SECCHI	5,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2352	Mesotrófico
<b>ESTADO TROFICO FINAL</b>	3,25	<b>MESOTRÓFICO</b>

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

## 6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 5**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 157).

**CUADRO 5**

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

Indicador	Elementos	Parámetros	Óptimo	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 y zooplancton.

(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 estado fisicoquímico no asegura el funcionamiento del ecosistema (NO AS.FUN).

En el **Cuadro 6** 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.

### DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE ESCALES

**CUADRO 6**

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	2352	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	2,89	Moderado
		Biovolumen algal(mm <sup>3</sup> /L)	0,46	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,93	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,80	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,35	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	4,2	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	2,6	Óptimo
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			3,7	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	5,50	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg/LO <sub>2</sub> )	11,33	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	13,8	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			4,0	<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO</b>				<b>BUENO</b>

**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 7**, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 163).

**CUADRO 7**

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*).

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 8** 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 estado fisicoquímico.

**CUADRO 8**

DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE<sub>norm</sub>*) DEL EMBALSE DE ESCALES.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE<sub>norm</sub></i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	2,89	Bueno
		Biovolumen algal (mm <sup>3</sup> /L)	0,46	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	0,10	Óptimo
		Porcentaje de cianobacterias	47,03	No Alcanza
<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>			2,25	<b>BUENO</b>
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	5,50	Bueno
	Oxigenación	O <sub>2</sub> hipolimnética (mg O <sub>2</sub> /L)	11,33	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	13,8	Moderado
<b>INDICADOR FISICOQUÍMICO</b>			4,0	<b>AS FUN</b>
<b>POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE<sub>norm</sub></i></b>			<b>BUENO</b>	

---

**ANEXO I**  
**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

---



**Foto 1:** Vista general del embalse



**Foto 2:** Toma de mediciones



**Foto 3:** Panorámica del embalse