



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE CANELLES
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

DICIEMBRE 2009

ÍNDICE

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

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Canelles durante la campaña de muestreo del verano 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, 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 de Agua.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geológico y geográfico

El embalse de Canelles se enclava en el reborde meridional de las Sierras Exteriores Subpirenaicas (Sierra de Mongay, Sierra de Monsech), también conocido con el nombre de zona de "Las Nogueras".

En términos geológicos, el embalse de Canelles se sitúa sobre materiales del Cretácico superior (calizas bioclásticas, margas y areniscas), y concretando más, en los Pisos Cenomaniense-Turonense (calizas con Prealveolina y calizas con rudistas). Además, aparecen materiales del Oligoceno (conglomerados, areniscas y lutitas) y depósitos del Cuaternario.

El embalse de Canelles se sitúa dentro del término municipal de Estopiñán, en las provincias de Huesca-Lérida. Regula las aguas del río Noguera Ribagorzana.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones y de geometría irregular y sinuosa.

La cuenca vertiente al embalse de Canelles tiene una superficie total de 163578,54 ha.

Este embalse tiene una capacidad total de 668 hm³. Tiene una profundidad media de 43,3 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 91 m.

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

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE CANELLES

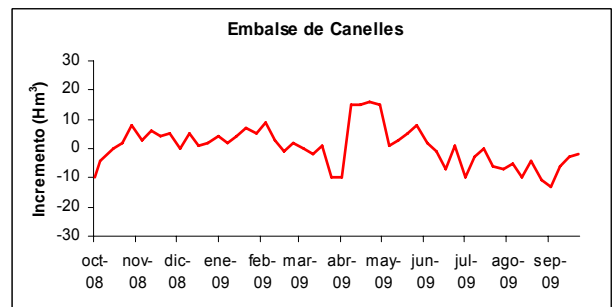
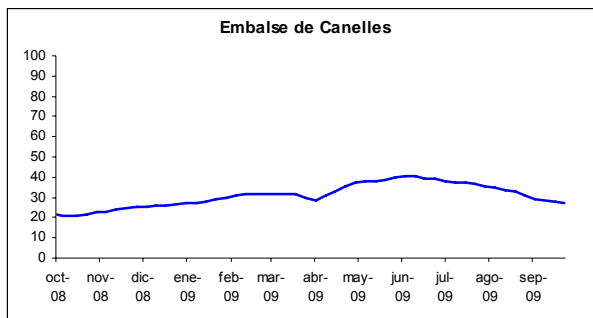
Capacidad total N.M.N.	668 hm ³
Superficie inundada	1569 ha
Cota máximo embalse normal	506 m

Se trata de un embalse monomítico. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno entre los 5 y 9 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 12 metros de profundidad.

El tiempo de permanencia hidráulica media en el embalse de Caselles para el año hidrológico 2008-2009 fue de 12,2 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 Hm³.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) E INCREMENTOS SEMANALES (Hm³) DURANTE EL AÑO
HIDROLÓGICO 2008-2009



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al aprovechamiento hidroeléctrico, al abastecimiento humano y a los regadíos. También se pueden destinar para actividades deportivas: la pesca, ya que el embalse es coto deportivo de pesca y la navegación (sin restricciones para remo, con condiciones poco favorables para vela y motor).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Canelles 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 las categorías de: zonas de extracción de agua para el consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPAs y LICs ES5130015 "Serra del Montsec, ES5130032 "Vessants de la Noguera Ribargorçana", y ES0000288 "Sierra de Mongay").

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 24 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.

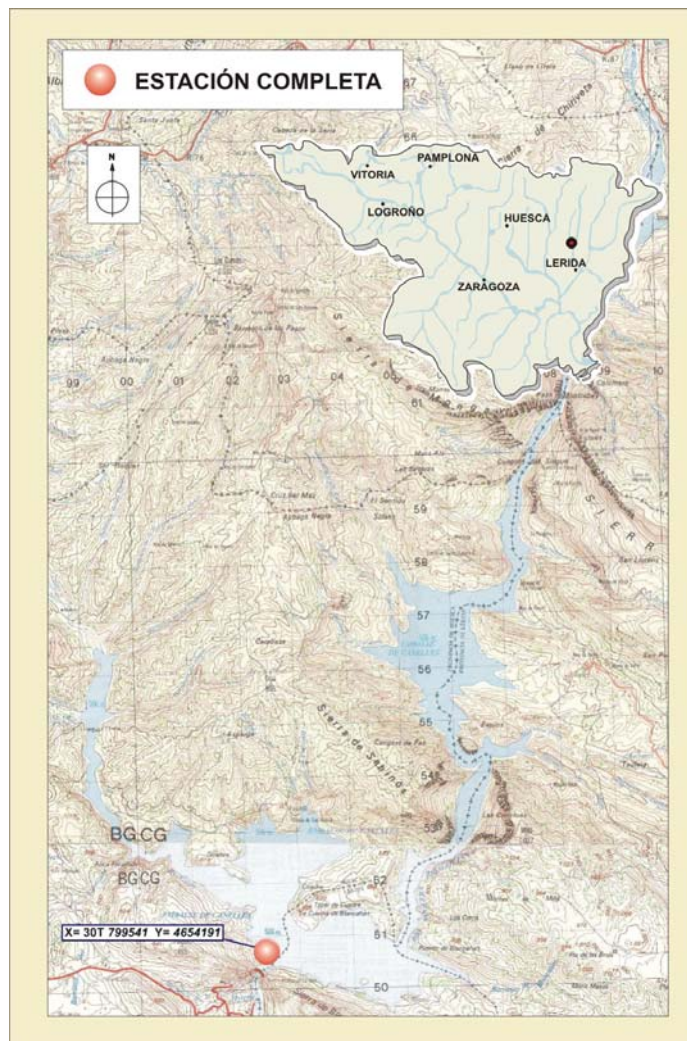


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

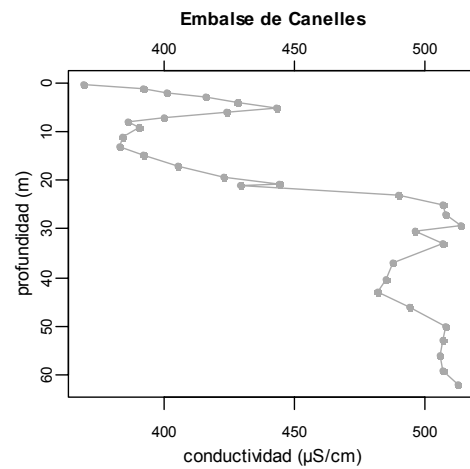
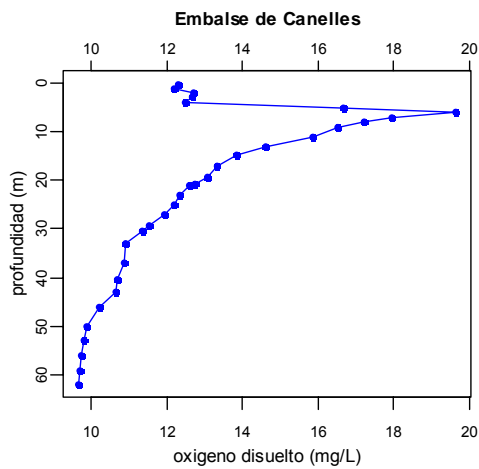
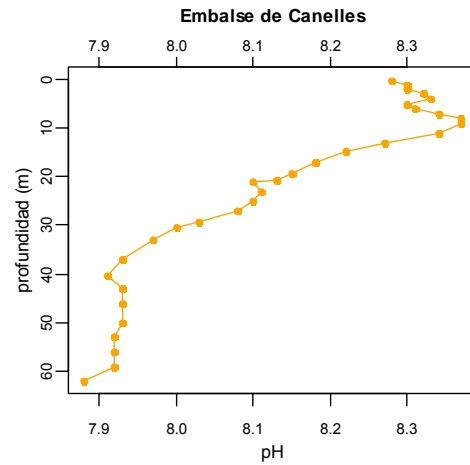
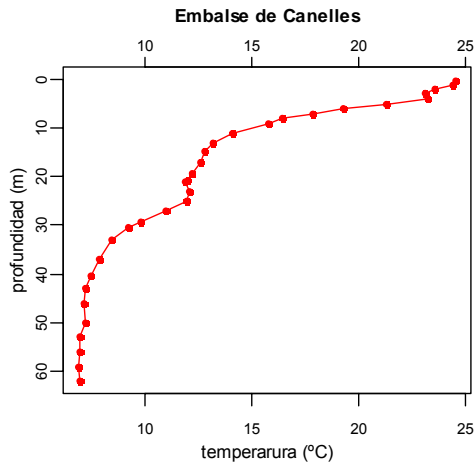
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 6,54 °C – en el fondo- y los 24,54 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Junio de 2009) la termoclina se sitúa entre los 5 y 9 m de profundidad.
- El pH del agua en superficie es de 7,73. mientras que en el fondo el pH es ácido, con un valor de 5,10. El máximo epilimnético estival es de 7,84 y el mínimo hipolimnético estival coincide con el valor del fondo.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 4,80 metros, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 12 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 2,55 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 12,47 mg/L. En el hipolimnion las condiciones son de 11,71 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua es de 369 µS/cm en la superficie, donde el valor es el máximo registrado, y de 512 µS/cm en el fondo.

GRÁFICO 2
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE CANELLES



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 8,38 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 3,55 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,14 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,73 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó inferior al límite de detección (0,1 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 3,63 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,5 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 21 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 Bacillariophyceae
- 5 Chlorophyta
- 3 Dynophyta
- 3 Chrypsophyceae
- 2 Chryptophyta
- 1 Cyanobacteria

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de cianobacterias (49%) y bacilariofíceas (36%). Entre las especies más abundantes, encontramos la cianobacteria *Aphanocapsa* sp (48,7% de la densidad total) y la bacilariofícea *Cyclotella cyclopuncta* Håkansson & Carter (31,9%). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan los dinófitos, con un 56% y las bacilariofíceas, con un 21%. El dinófito *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin proporciona gran parte del biovolumen total con un 47,2%.

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de las bacilariofíceas es el mejor representado, con 7 especies.

La concentración de clorofila fue de 0,87 µg/L.

4.4. Zooplancton

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

- 14 Rotifera
- 3 Copepoda
- 2 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 CANELLES		FECHA DE MUESTREO	24/06/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	CAN	
PROFUNDIDAD	m	12,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	83	
BIOMASA TOTAL	µg/L	22	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (92%)	
	individuos/L	77	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Kellicotia longispina longispina</i> (34%)	
	individuos/L	28,5	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		CLADÓCERA (54%)	
	µg/L	12	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Daphnia longispina</i> (50%)	
	µg/L	11	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad del rotífero *Kellicotia longispina longispina* con un 34 % de la densidad total. Respecto a la biomasa de la muestra destaca el cladócero *Daphnia longispina* (50% de la biomasa total). En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el mejor representado, con 14 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando 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 ($\mu\text{g/L}$) 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 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 CANELLES

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	8,38	Oligotrófico
CLOROFILA A	0,87	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	4,80	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1148	Mesotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	4	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) y la transparencia (DS), indican un estado de oligotrofia. Los resultados obtenidos según la concentración de clorofila a, clasifican al embalse como ultraoligotrófico, mientras que, la densidad algal lo caracteriza como mesotrófico. El estado trófico final para el embalse de CANELLES se ha propuesto como **OLIGOTRÓFICO**.

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 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
		Biomasa algal, Clorofila a (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 -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 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)			>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.

CUADRO 6
 DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE CANELLES.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	1148	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	0,87	Óptimo
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,26	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	4,38	Óptimo
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,91	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,63	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	4,2	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	3,8	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			4,0	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,80	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	11,71	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	8,4	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,3	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO				BUENO

b) Aproximación normativa (PENorm)

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 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_{norm}*) tras pasar el filtro del estado fisicoquímico.

CUADRO 8

DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE CANELLES.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,87	Óptimo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,26	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	0,81	Bueno
		Porcentaje de cianobacterias (Q)	48,66	No Alcanza
INDICADOR BIOLÓGICO			2,25	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,80	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	11,71	Óptimo
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	8,4	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,3	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			BUENO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general del embalse

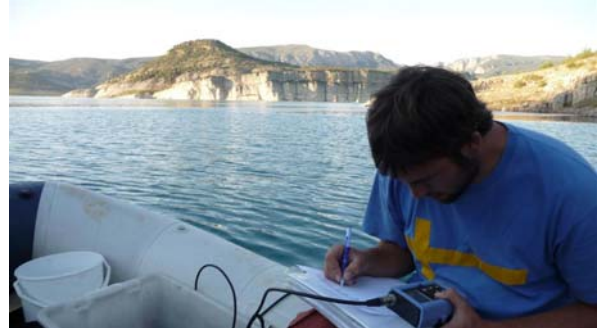


Foto 2: Técnico de campo realizando mediciones



Foto 3: Panorámica del embalse



Foto 4: Presa del embalse de Canelles