



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE BÚBAL
AÑO 2008



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

ENERO 2009

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	2
2.1. Ámbito geológico y geográfico	2
2.2. Características morfológicas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
<u>3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</u>	5
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	6
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	10
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	11
<u>6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	12

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Búbal durante los muestreos de 2008 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 2008, correspondiente al año hidrológico 2007-2008).

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 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 de Búbal se sitúa en el Pirineo central, en el Valle de Tena. Tres grandes moles conforman el Valle, al oeste sierra de la Partacua y al este Tendeñera y las montañas del Pirineo Axial. En términos geológicos, se encuentra situado sobre materiales del Paleozoico como las pizarras ampelíticas. Además, se encuentran rocas carbonatadas de tipo calizas, areniscas y lutitas y depósitos aluviales, como gravas, arenas y limos (depósitos de glaciares, piedemonte y superficie). En la cuenca predominan los materiales hercínicos, los depósitos cuaternarios de la cabecera del río Gállego y los batolitos granodioríticos del macizo de Panticosa.

El embalse de Búbal se sitúa en el corazón del Valle de Tena en el Pirineo de Huesca, dentro de los términos municipales de Biescas, Hoz de Jaca, Panticosa y Sallent de Gállego, en la provincia de Huesca. En sus orillas encontramos pequeños núcleos de población como Búbal, Hoz de Jaca, Saqués o El Pueyo de Jaca. Regula las aguas del río Gállego y recibe también las de los ríos Caldares y Aguilero.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones de geometría alargada.

La cuenca vertiente al embalse de Búbal tiene una superficie total de 267963,67 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 101,10 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 22,8 m, mientras que la profundidad máxima es de 72,7 m.

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

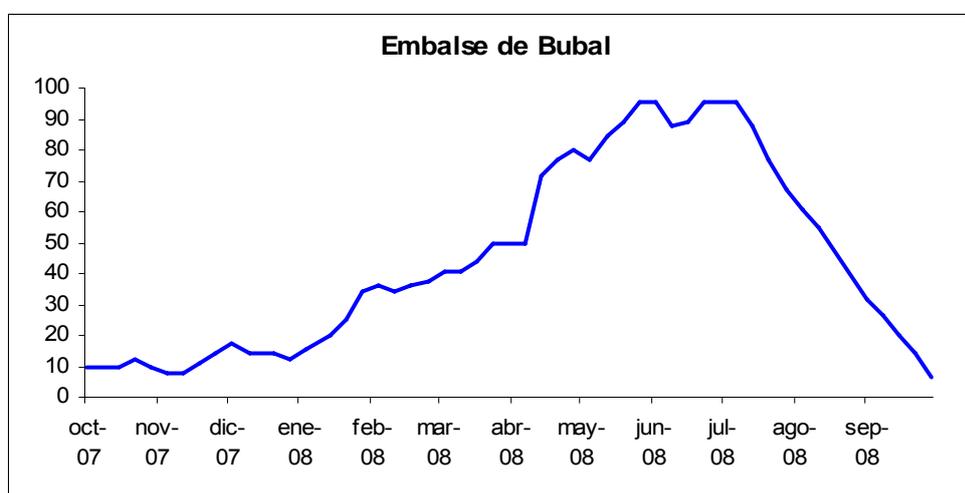
CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE BÚBAL

Superficie de la cuenca	2675 km ²
Capacidad total N.M.N.	101,10 hm ³
Capacidad útil	78,38 hm ³
Aportación media anual	1013 hm ³
Superficie inundada	443 ha
Cota máximo embalse normal	518,30 msnm

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea ubicado en la zona húmeda de la red principal. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno a los 2 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 15,5 metros de profundidad.

En la **Figura 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2007-2008.

Figura 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2007-2008



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, a través del Canal Principal de Urgell, y al aprovechamiento hidroeléctrico. También se utiliza con fines recreativos (baño, navegación (sin restricciones para el remo, con limitaciones para la vela, y el motor) y la pesca), aunque las escarpadas riberas que presenta el embalse limitan estos usos.

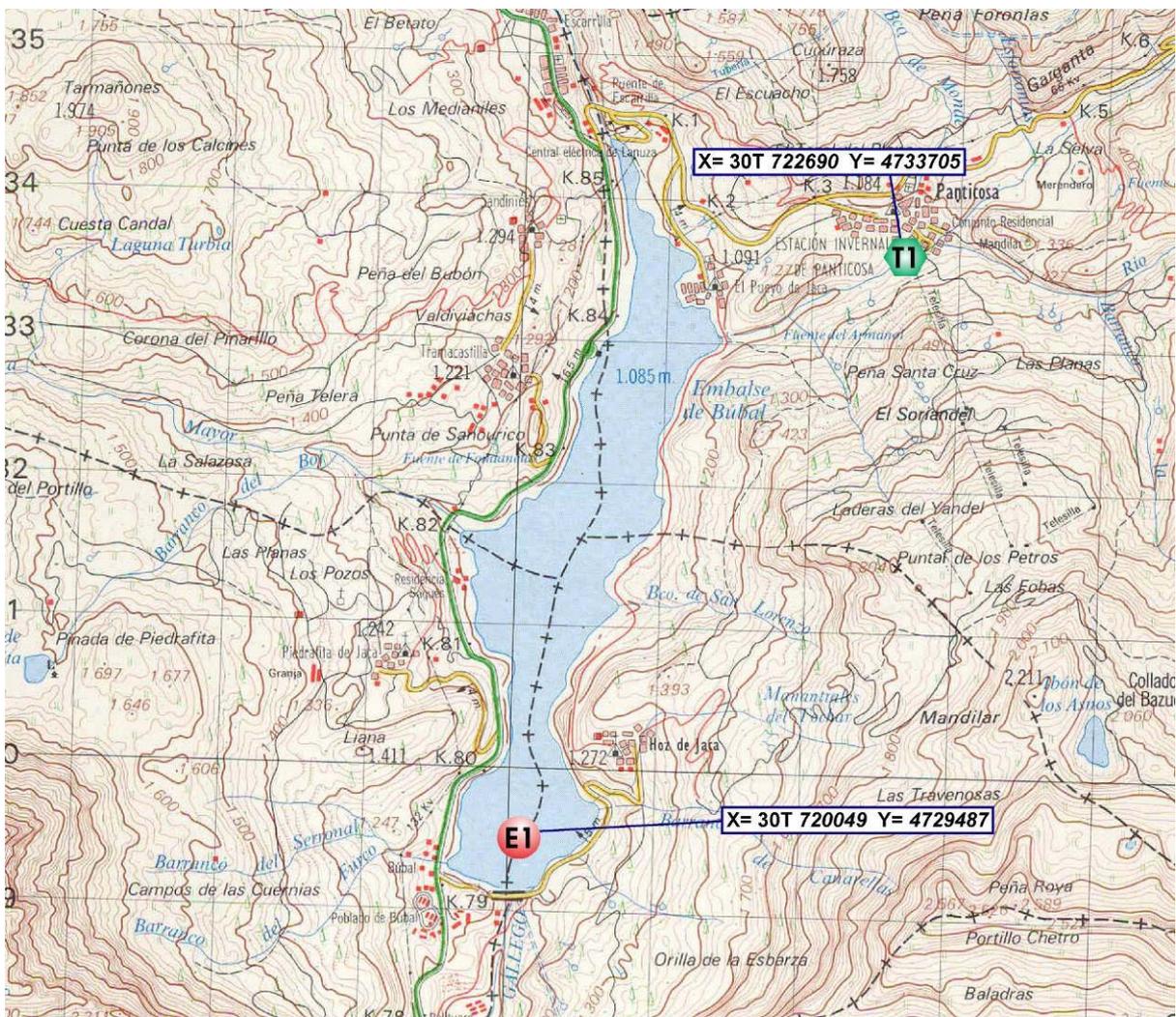
2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Búbal 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 la categoría de zonas sensibles bajo el marco de la Directiva 91/271/CEE.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa.

Se ha realizado una campaña de muestreo el 8 de Julio de 2008. En esa fecha hay estratificación térmica en el embalse.



● Estación de embalse

⬠ Estación de tributario

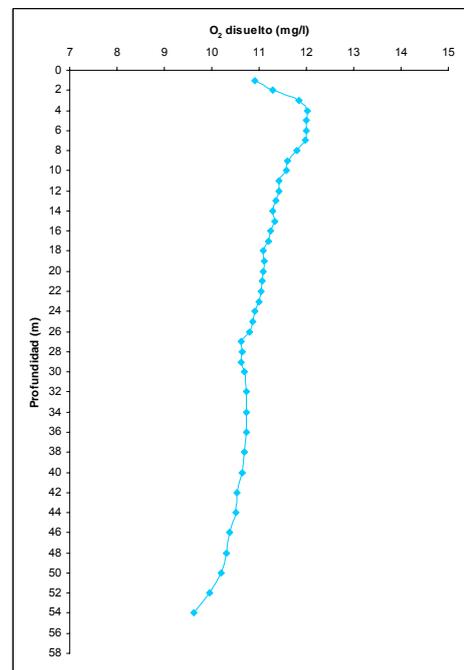
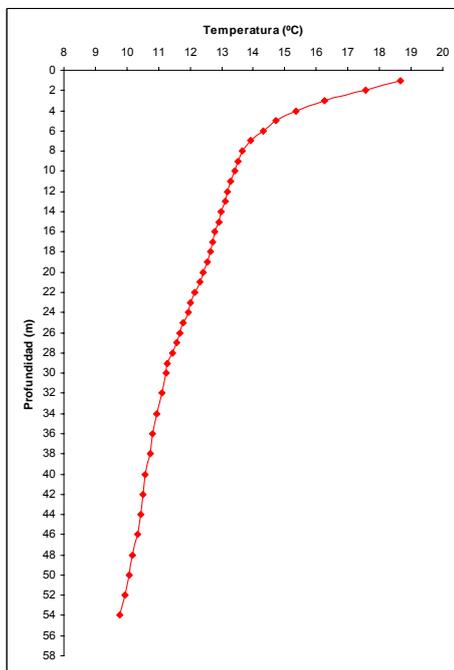
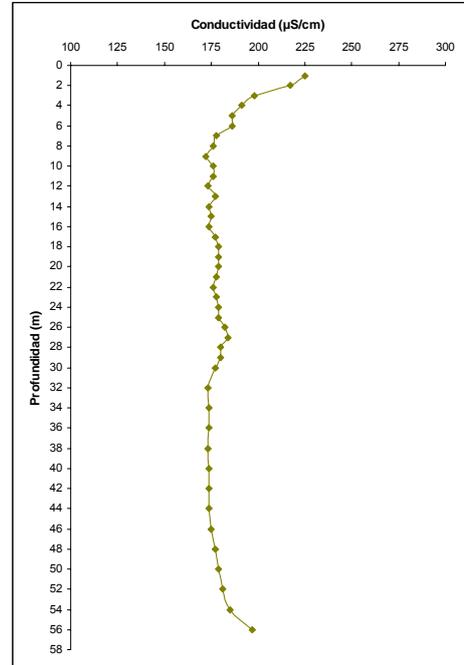
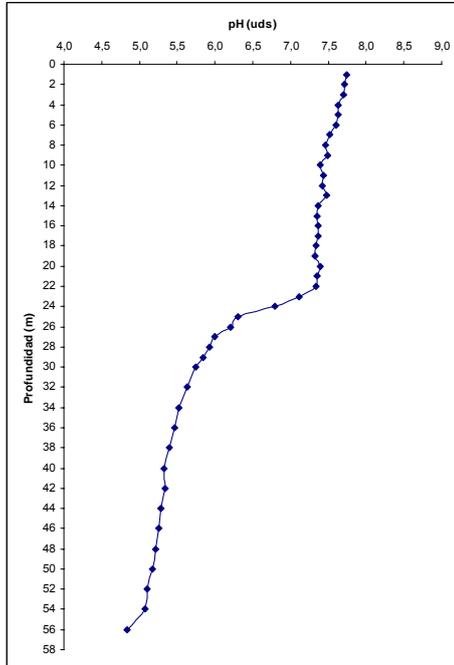
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 9,8 °C – en el fondo- y los 18,7 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2008) la termoclina se sitúa a 2 metros de profundidad.
- El pH del agua en la superficie es de 8,39. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,11. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético estival y el mínimo hipolimnético respectivamente.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) de 6,2 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 15,5 metros.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 11,09 mg/L. En el hipolimnion la concentración media alcanza 10,97 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua es de 225 µS/cm en la superficie (donde es máxima) y de 195 µS/cm en el fondo del embalse.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE BÚBAL



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total en el muestreo es de 26,9 P µg/L.
- La concentración de nitrógeno total se sitúa en 0,35 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito) tomó un valor de 0,07 mg N /L en la muestra integrada.
- La concentración de amonio para la muestra de máxima concentración de oxígeno es de 0,08 mg NH₄/L y resultó inferior al límite de detección (0,1 mg/L NH₄).
- La concentración de sílice es de 2,1 mg SiO₂/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 16 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 5 Cryptophyta
- 3 Bacillariophyceae
- 3 Chrysophyceae
- 3 Dynophita
- 1 Chlorophyta
- 1 Euglenophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2008, está caracterizada por el criptófito *Rhodomonas lacustris* (Pascher & Rutter), con un 66,6% de densidad total de la muestra. Sin embargo, la especie que mayor biovolumen ocupa son los criptófitos *Cryptomonas erosa* (Ehrbg), con un 32,4%, seguidos de los dinófitos *Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin, con un 23% y otra especie criptófito *Cryptomonas ovata* (Ehrbg) con más del 20% del biovolumen total en la muestra.

Los criptófitos son también el grupo que más especies tiene (5), seguido de las bacilariofíceas (3). Los grupos menos representados son los clorófitos y euglenófitos, con una única especie cada uno.

La concentración de clorofila es de 2,27 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Búbal se han identificado un total de 5 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 1 Rotifera
- 1 Copepoda

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 BÚBAL		FECHA DE MUESTREO	08/07/2008
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	BUB	
PROFUNDIDAD	m	15	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	77,17	
BIOMASA TOTAL	µg/L	49,336	
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		COPEPODA	
individuos/L		72,2	
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Cyclops abyssorum</i>	
individuos/L		72,2	
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		COPEPODA	
µg/L		37,89	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Cyclops abyssorum</i>	
µg/L		37,89	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2008, está caracterizada por el copépodo *Cyclops abyssorum*, con un 94% de la densidad total; destacando a su vez con un 77% en la biomasa total de la muestra integrada. En cuanto a diversidad de especies, el grupo de cladóceros es el mejor representado, con 3 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. 82).

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 BUBAL.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	26,9	Mesotrófico
CLOROFILA A	2,27	Oligotrófico
DISCO SECCHI	6,20	Ultraoligotrófico
DENSIDAD ALGAL	594,99	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	4,00	OLIGOTROFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) indican un estado de mesotrofia. La concentración de clorofila a, y la densidad algal indican oligotrofia. Mientras que los resultados obtenidos según la transparencia (DS) clasifican al embalse como ultraoligotrófico. El estado trófico final para el embalse de BUBAL es **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. 131).

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
		Índice fitoplanctónico I _{pl}	0-20	20-40	40-60	60-80	>80
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	>4	3-4	2-3	1-2	<1
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
	Elemento combinado	TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
INDICADOR FISICOQUÍMICO (2)			4-5	3-3, 9 9	<3		

(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 4 elementos es igual o superior a 4, se considera que se cumplen las condiciones fisicoquímicas propias del máximo potencial ecológico (MPE). Si se alcanzan o superan los 3 puntos, se considera que las condiciones fisicoquímicas aseguran el funcionamiento del ecosistema (AS.FUN). Si no se alcanzan los 3 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 BUBAL.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(ce/ml)	594,99	BUENO
		Clorofila a (µg/L)	2,27	BUENO
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,56	MODERADO
		<i>Indice Planctonique (I_{PL})</i>	45,00	MODERADO
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,94	MODERADO
INDICADOR BIOLÓGICO			3,4	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	6,2	OPTIMO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	10,97	OPTIMO
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	26,90	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	37,33	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,25	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO			MODERADO	

b) 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 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. 137).

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 BUBAL.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	1,15	Óptimo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,43	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	1,00	Óptimo
		Porcentaje de cianobacterias (Q)	1,00	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			2,75	ÓPTIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	4,50	BUENO
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	0,27	MALO
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	10,2	MODERADO
	Elemento combinado	TSI	37,31	BUENO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,00	AS-FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			ÓPTIMO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO
