



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE CUEVA FORADADA
AÑO 2007



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

JULIO 2008

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	<u>2</u>
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
<u>3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS</u>	<u>5</u>
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	<u>6</u>
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	6
4.2. Hidroquímica del embalse	8
4.3. Fitoplacton y concentración de clorofila	9
4.4. Zooplancton	10
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	<u>12</u>

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Cueva Foradada durante los muestreos de 2007 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 2007, correspondiente al año hidrológico 2006-2007).

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

El embalse está situado en el extremo occidental del dominio Ibérico Maestrazgo Catalánides. El área engloba los macizos mesozoicos de la terminación oriental de la Cordillera Ibérica y su enlace con la Cordillera Costero-Catalana.

Destacar que los materiales donde se sitúa el embalse de Cueva Foradada pertenecen a la Era del Mesozoico: Triásico, facies Keuper como el Grupo Renales (brechas; calizas dolomíticas y calizas) y el Grupo Ablanquejo (margas y margocalizas). Pertenecientes al Jurásico son la Formación carbonatada de Chelva (con calizas; dolomías; calizas oolíticas y con nódulos de sílex); y al Cretácico Inferior las Formaciones: Alacón; Forcall y Oliete, Calizas y margas de la Cubeta de Oliete.

El embalse de Cueva Foradada se sitúa dentro del término municipal de Oliete, en la provincia de Teruel. Regula las aguas del río Martín.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de geometría irregular y sinuosa.

La cuenca vertiente al embalse de Cueva Foradada tiene 66525,36 ha, de las cuales 600 km² se corresponden a su cuenca de drenaje.

El embalse tiene una capacidad total de 22,08 hm³, que coincide con su capacidad útil. Tiene una profundidad media de 12,7 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 43 m.

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

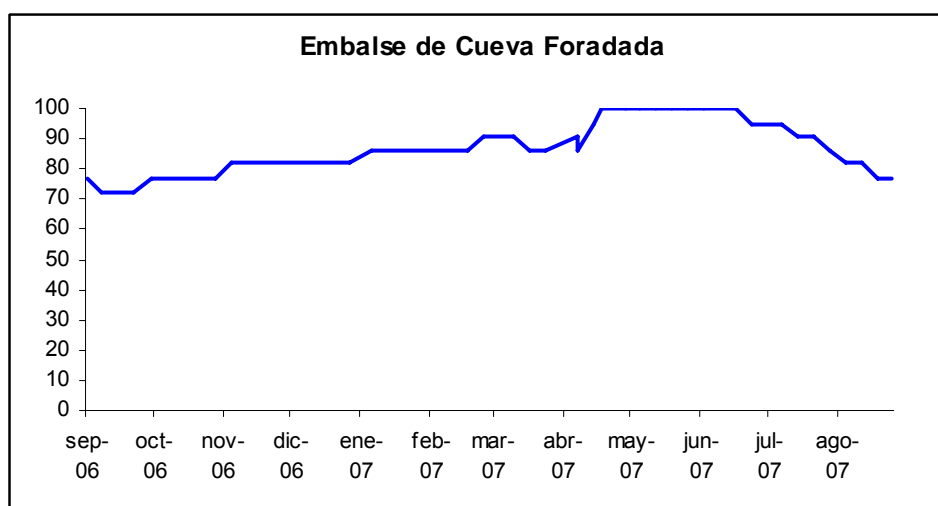
CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE CUEVA FORADADA

Superficie de la cuenca	600 km ²
Capacidad total N.M.N.	22,08 hm ³
Capacidad útil	22,08 hm ³
Aportación media anual	31 hm ³
Superficie inundada	229 ha
Cota máximo embalse normal	579,93 m

Se trata de un embalse monomítico. La termoclina en el periodo estival se sitúa entorno a los 11 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 2,62 metros de profundidad.

En la **Figura 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2006-2007.

Figura 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2006-2007



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento a la población y los regadíos. También se destinan para actividades recreativas, como es la navegación (a remo con condiciones poco favorables, y no apto para vela y motor).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Cueva Foradada 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 las categorías de zona de extracción de agua para consumo humano y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2420113 “Parque Cultural del Río Martín” y ZEPA ES0000303 “Desfiladeros del río Martín”).

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 12 de Julio de 2007. En esa fecha hay estratificación térmica en el embalse.



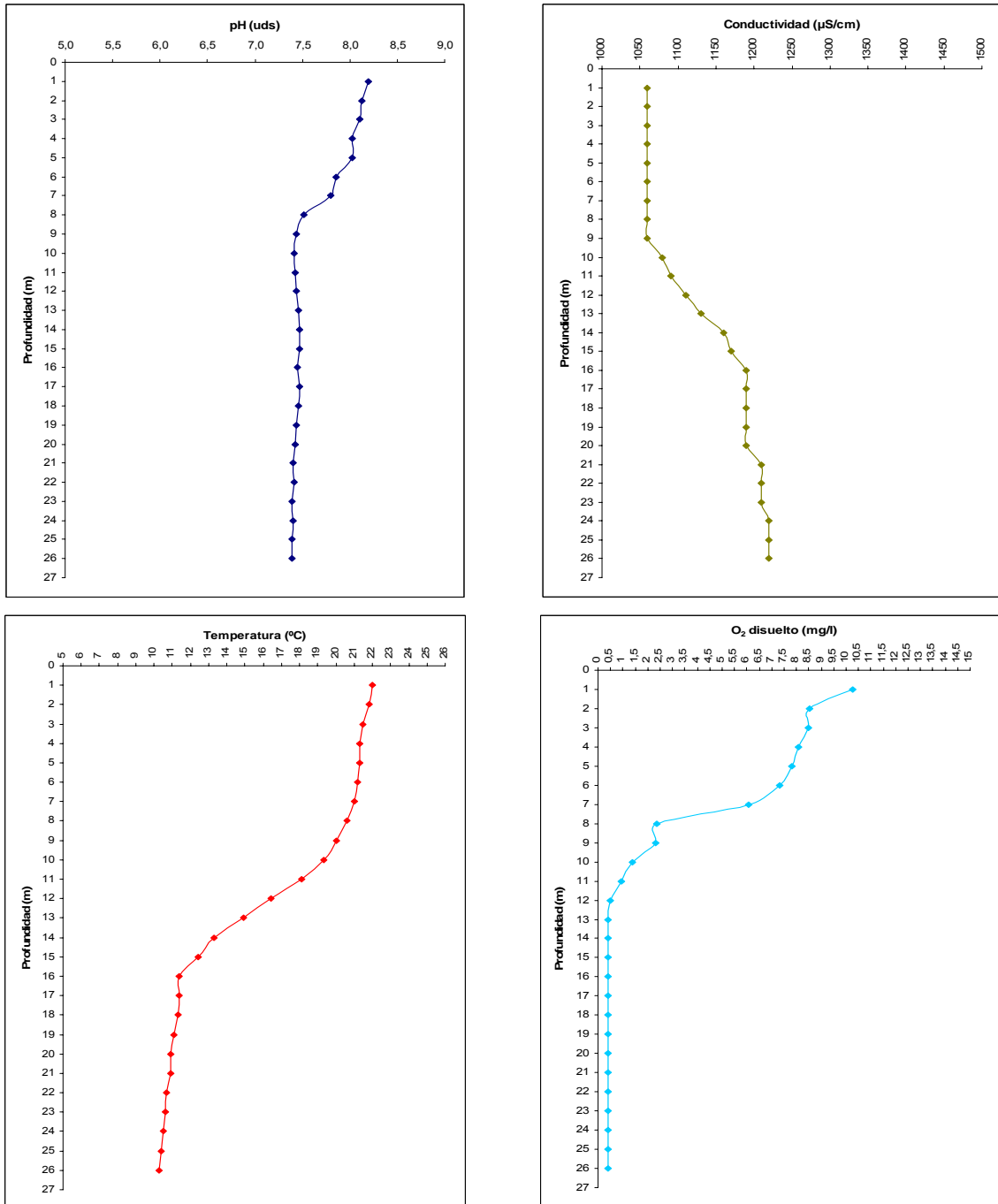
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 10,3 °C – en el fondo- y los 22 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (12 de Julio de 2007) la termoclina se sitúa a 11 m de profundidad.
- El pH del agua en superficie es de 8,20. En el fondo el pH es de 7,9. El máximo epilimnético estival es de 8,20, situado en la superficie, mientras que el mínimo hipolimnético estival es de 7,39.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 1,05 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 2,62 metros.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 6,81 mg/L. En el hipolimnion las condiciones de oxigenación son de 0,42 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L) en profundidades superiores a 9 m.
- La conductividad del agua es de 1060 µS/cm en la superficie y de 1220 µS/cm en el fondo, coincidente con el máximo registrado.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE CUEVA FORADADA



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total es de 62,1 $\mu\text{g/L P}$ en ambas muestras, integrada y de anoxia.
- La concentración de nitratos (NO_3) en las muestras recogidas alcanza un valor de 1,29 mg/L NO_3 en la zona fótica (muestra integrada) y 2,36 mg/L NO_3 en la zona anóxica (10 metros de profundidad).
- La concentración de nitrógeno total es de 0,29 mg/L N en la muestra integrada y de 0,55 mg/L N en la muestra anóxica.
- La concentración de amonio resultó inferior al límite de detección (0,1 mg/L NH_4) en las dos muestras.
- La concentración de sílice en las muestras es de 2,61 mg/L SiO_2 en la muestra integrada y de 4,91 mg/L SiO_2 en la muestra de anoxia.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

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

- 9 Chlorophyta
- 4 Bacillariophyceae
- 3 Euglenophyta
- 1 Chrysophyceae
- 1 Cyanobacteria

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2007, está caracterizado por la bacilariofícea *Cyclotella cyclopuncta* (Hakansson & Carter), que es la más abundante (en la muestra integrada 38%), seguido por la cianobacteria *Pseudanabaena* sp (9% de la densidad total en la muestra integrada y máximo representante en la muestra anóxica con un 64%).

Las especies de clorófitos son los que presentan un mayor biovolumen, *Saturnella cortiola* (Skuja) con un 29% del biovolumen total en la muestra de anoxia; y *Scenedesmus acutus* (Meyen) un 25% en la muestra integrada.

El grupo de clorófitos es el que más especies tiene (9), seguido de las bacilariofíceas (4). Los grupos menos representados son las cianobacterias y los crisófitos con una única especie cada uno.

La concentración que se registra de clorofila es de 9,9 µg/L en la muestra integrada y de 2,4 µg/L para la muestra anóxica.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de la muestra del embalse de Cueva Foradada (zona fótica, tomada a 2 metros de profundidad) se han identificado un total de 13 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 Rotifera
- 3 Copepoda
- 3 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 CUEVA FORADADA		FECHA DE MUESTREO	12/07/2007
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	CUE I	
PROFUNDIDAD	m	2,5	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	324,10	
BIOMASA TOTAL	µg/L	174,07	
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		COPEPODA	
individuos/L		149,80	
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Polyarthra euryptera</i> (Rotifera)	
individuos/L		103,5	
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		COPEPODA	
µg/L		86,98	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Acanthocyclops americanus</i>	
µg/L		40,01	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2007, está caracterizada por la alta densidad de los copépodos (46% de la densidad total), sin embargo, la especie con mayor abundancia es el rotífero *Polyarthra euryptera* con un 32% de la densidad. También destacan por su representación en biomasa, el copépodo *Acanthocyclops americanus* (23% de la biomasa total), seguido de los cladóceros *Bosmina longirostris* (22%) y *Daphnia longispina* (21%).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de los rotíferos es el mejor representado, con 7 especies.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 3**, 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 (µg/L P)	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) en	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
TSI	<20	20-40	40-60	60-80	>80
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 CUEVA FORADADA.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	62,07	Eutrófico
CLOROFILA A	6,2	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,05	Eutrófico
TSI	46,04	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	647,6	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	2,80	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros fósforo total (PT) y la transparencia (DS), sitúan al embalse en rangos de eutrofia. El parámetro clorofila a presenta un resultado de mesotrofia. Los resultados obtenidos según el índice TSI, clasifican el embalse como mesotrófico, mientras que los obtenidos a partir la densidad algal, lo catalogan como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse de CUEVA FORADADA es **MESOTRÓFICO**.

6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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 de la MEMORIA DEL ESTUDIO (pág. 110).

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
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/L O ₂)	>8	8-6	6-4	4-2	<2
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/L P)	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	3-3,99	<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 CUEVA FORADADA

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	647,6	BUENO
		Clorofila a (µg/L)	6,2	MODERADO
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,06	OPTIMO
INDICADOR BIOLÓGICO			4,00	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,0	DEFICIENTE
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	0,42	MALO
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	62,07	DEFICIENTE
	Elemento combinado	TSI	46,04	MODERADO
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,00	NO AS-FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO			3,70	MODERADO

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO
