



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MEQUINENZA
AÑO 2011



VNIVERSITAT D 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 2011

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 morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
<u>3. 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	9
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4. Zooplancton	14
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	16
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	17

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Mequinenza durante los muestreos de 2011 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 (septiembre 2011, correspondiente al año hidrológico 2010-2011).

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 del embalse de Mequinenza se sitúa en la Depresión Terciaria del Ebro, extendiéndose al Sur hasta la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. De las unidades geológicas presentes en la cuenca vertiente, el embalse se ubica en los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro.

El embalse de Mequinenza se sitúa dentro del término municipal de Mequinenza, en la provincia de Zaragoza. Regula las aguas del río Ebro.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones, sinuoso y con numerosos y marcados meandros.

La cuenca vertiente al embalse de Mequinenza tiene una superficie total de 5790814,61 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 1534 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 20 m, mientras que la profundidad máxima es de 60 m.

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

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE MEQUINENZA

Capacidad total N.M.N.	1534 hm ³
Superficie inundada	6478 ha
Cota máximo embalse normal	121 msnm

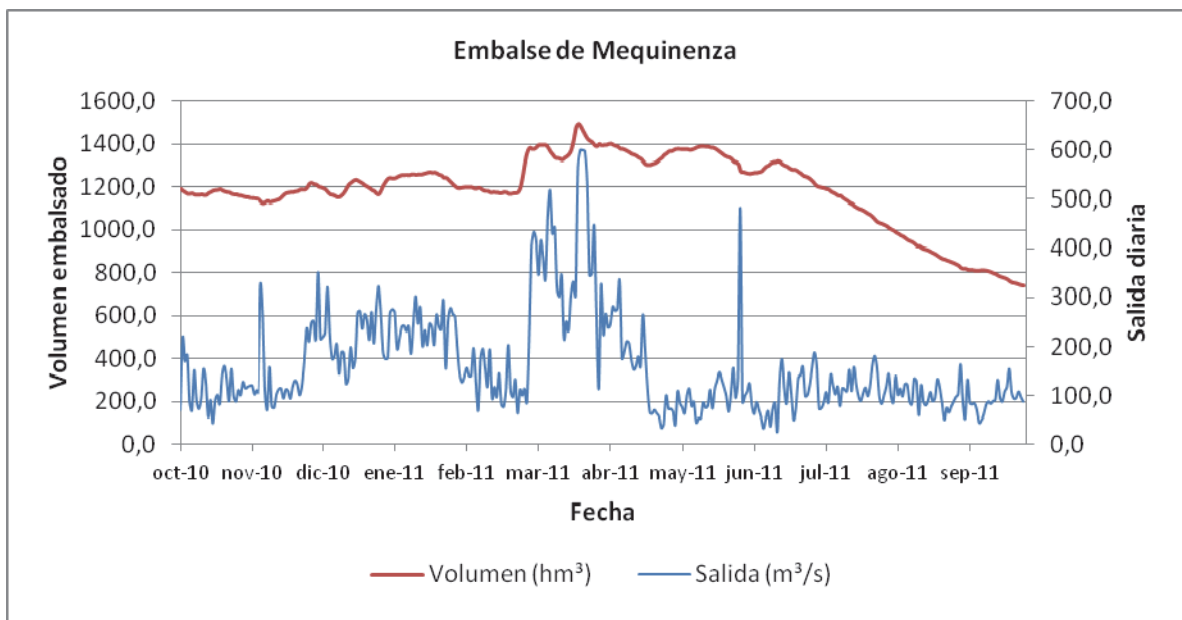
Tipo de clasificación: 12. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a tramos bajos de ejes principales.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y ubicado en tramos bajos de los ejes principales. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 11 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Mequenza para el año hidrológico 2010-2011 fue de 2,9 meses.

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2010-2011.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO Y SALIDA DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2010-2011



2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a la producción hidroeléctrica y al abastecimiento de la población.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Mequinenza 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 siguientes categorías: zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zonas de protección de hábitats o especies (Punto Red Natura 2000: ZEPA, ES0000182 “Valcuerna, Serreta Negra y Liberola”).

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 18 de Septiembre de 2011, 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.

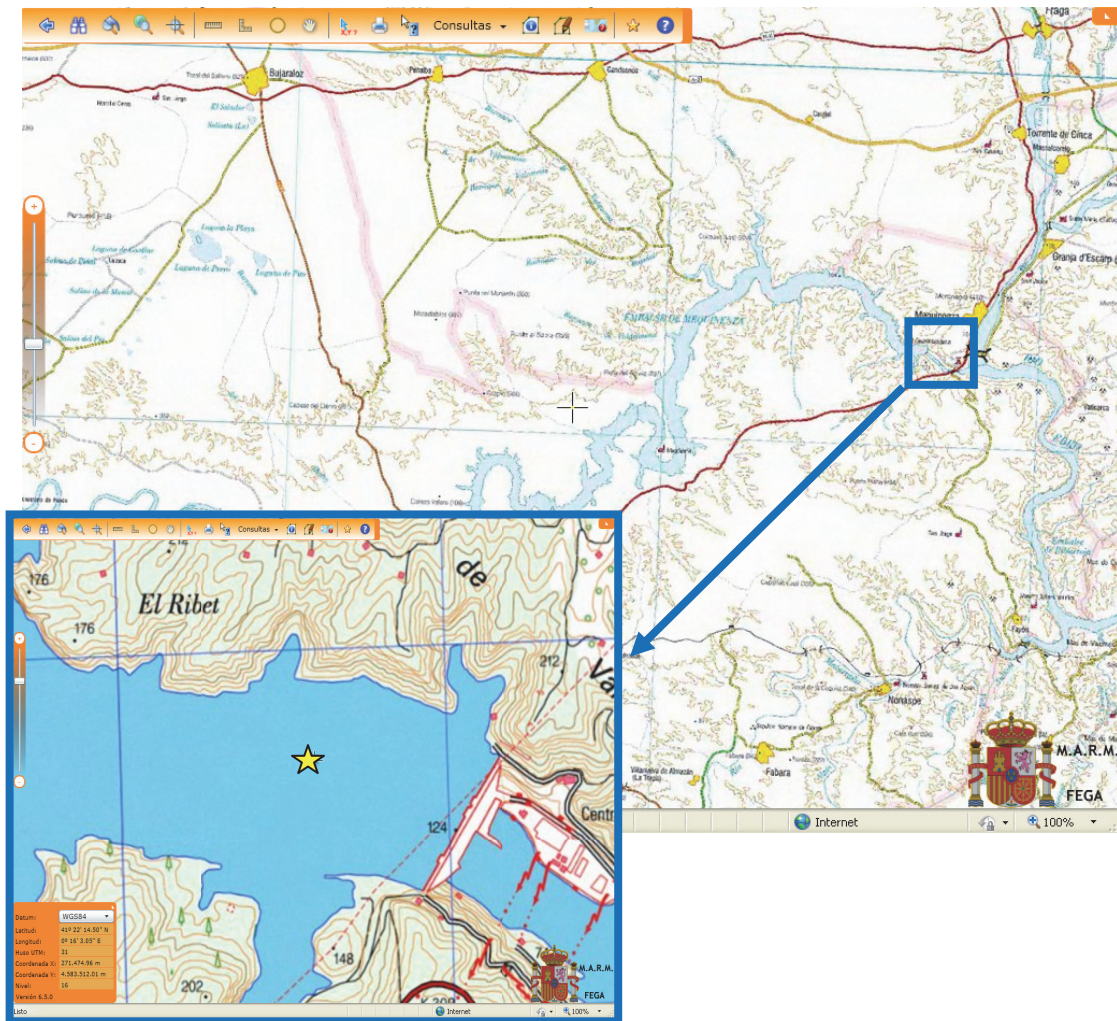
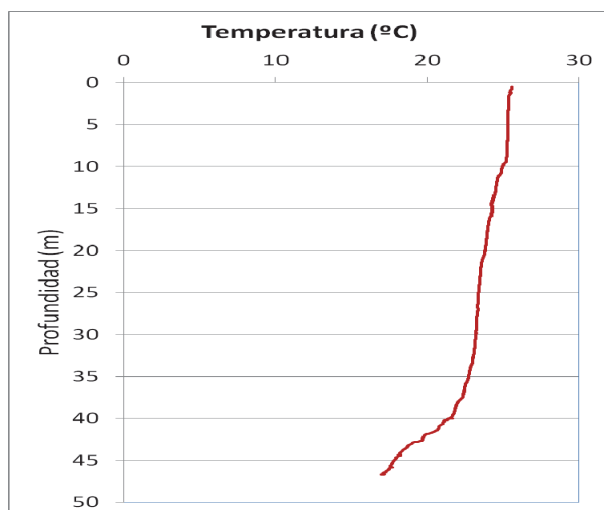


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

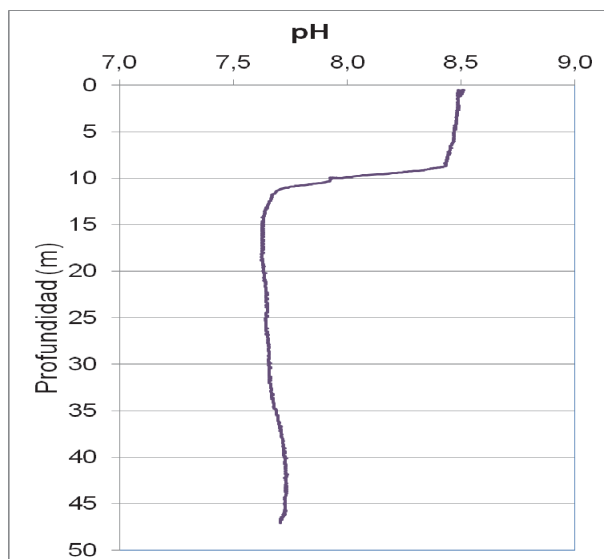
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

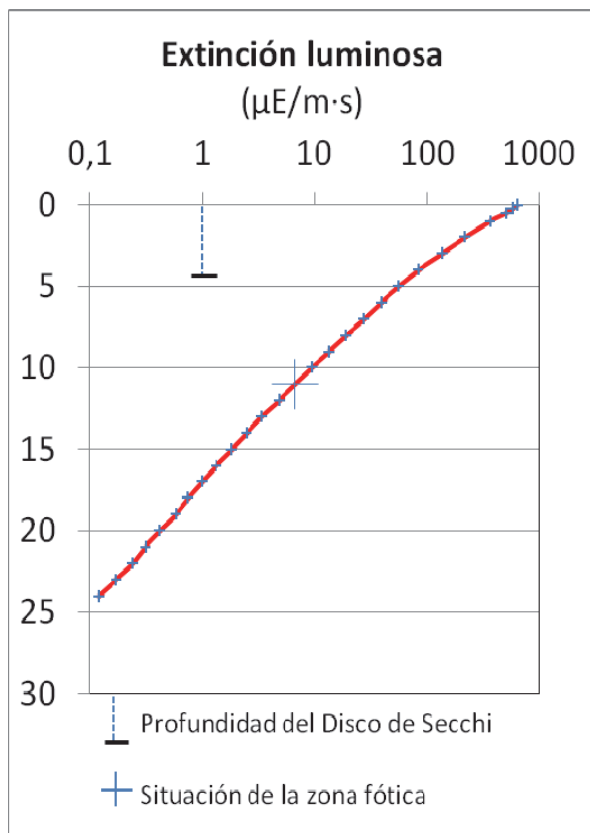
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura del agua oscila entre los 16,9 °C – en el fondo- y los 25,5 °C -máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (septiembre 2011) no existe termoclina.

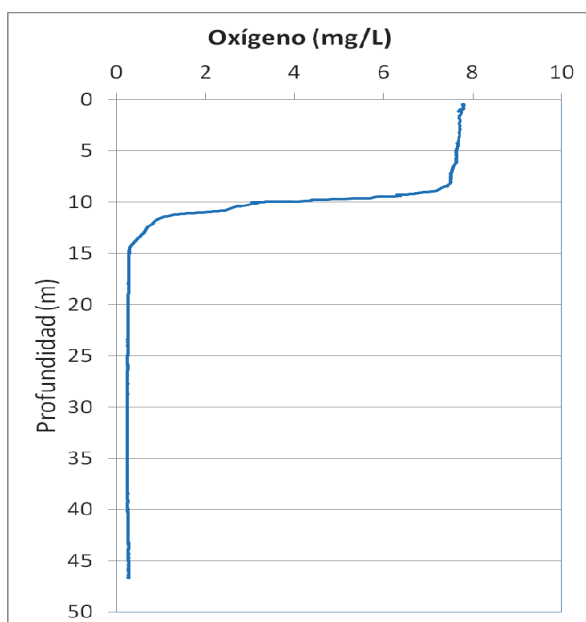


El pH del agua en la superficie es de 8,50. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,70. El valor superficial coincide con el máximo epilimnético. El mínimo hipolimnético estival se sitúa a 15 m con un pH de 7,62.

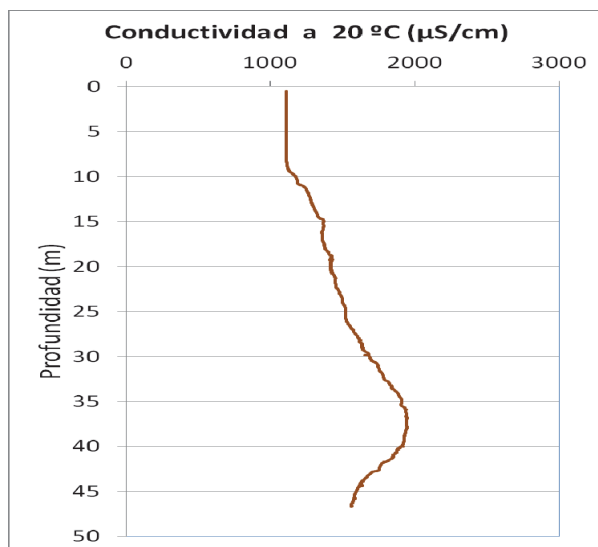


La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 4,50 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 11,3 metros, similar a la observada mediante medidor fotoeléctrico de PAR.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 3,43 NTU. La turbidez máxima se presenta en el fondo con un valor de 3,46 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en la zona fótica una concentración media de 6,61 mg/L. Sin embargo, el oxígeno desciende rápidamente y se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) en profundidades superiores a 11 m, creando una oxiclina y extinguiéndose prácticamente el oxígeno a los 15 m de profundidad.



La conductividad del agua es de 1108 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 1560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo. El perfil vertical muestra irregularidades, pues el valor máximo se presenta a los 37 m, con 1946 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2011 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 9,96 µg P/L.
- La concentración de P soluble está por bajo del límite de detección de 0,1 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 1,50 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 1,14 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó ser de 0,027 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,54 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,52 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 28 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	6
CHRYSOPHYCEAE	2
CHLOROPHYTA	15
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	3

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

CUADRO 2

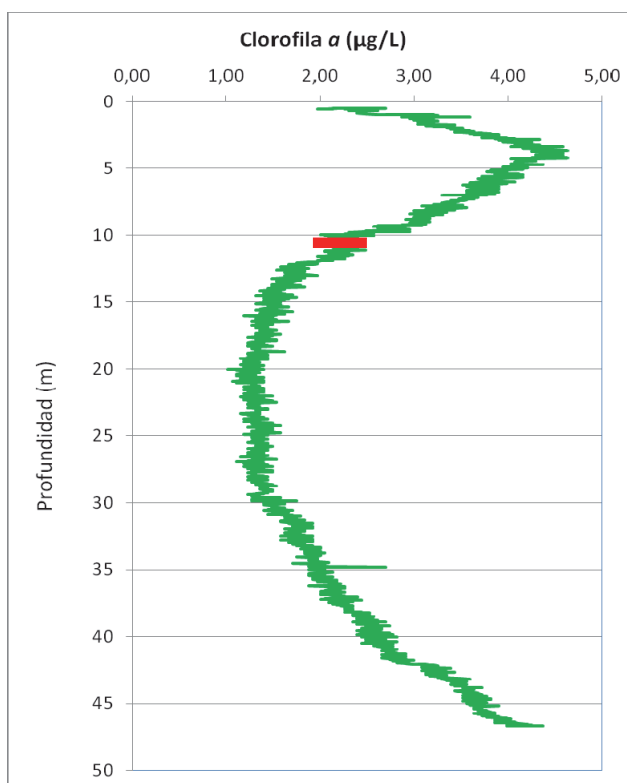
ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	2825,98
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	1224099
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Chlorophyta
Nº células/ml		1513,09
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Planctonema lauterbornii</i>
Nº células/ml		931,13
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Chlorophyta
µm ³ /ml		970161

ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	514840

La diversidad calculada según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 3,04.

La concentración de clorofila fue de 3,61 $\mu\text{g/L}$ para la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura con una línea roja. El perfil vertical determinado mediante fluorimetría ha mostrado dos valores máximos, el primero en la zona epilimnética sobre los 3,5 m de profundidad y el segundo en la zona hipolimnética cerca del fondo.



La composición de la población fitoplanctónica de la muestra integrada de la zona fótica indicando su abundancia y biovolumen, y la densidad cualitativa de la muestra integrada de fitoplancton del muestreo vertical con red de plancton muestran los resultados del cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
<i>Aulacoseira granulata</i>	18,62	2925	1
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	13,97	4662	1
<i>Cyclostephanos dubius</i>	9,31	9873	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	46,56	39491	1
<i>Cyclotella ocellata</i>	55,87	6318	
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Fragilaria crotonensis</i>	13,97	3159	1
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Chrysococcus</i> sp.	4,66	195	
<i>Ochromonas</i> sp.	9,31	5331	
CHLOROPHYTA			
<i>Ankyra ocellata</i>	37,25	7489	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	4,66	1248	1
<i>Coelastrum microporum</i>	9,31	1911	1
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	18,62	3725	1
<i>Hariotina polychorda</i> (= <i>Coelastrum polychordum</i>)	74,49	17200	2
<i>Monactinus simplex</i> (= <i>Pediastrum simplex</i>)	74,49	180194	2
<i>Oocystis lacustris</i>	18,62	1376	1
<i>Pediastrum duplex</i>	74,49	183412	1
<i>Planctonema lauterbornii</i>	931,13	40953	3
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i>)	9,31	176	
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (= <i>Pediastrum boryanum</i>)	148,98	514840	1
<i>Saturnella corticola</i>	9,31	2730	1
<i>Schroederia setigera</i>	4,66	307	
<i>Tetraedron minimum</i>	4,66	1192	
<i>Tetrastrum komarekii</i>	93,11	13408	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
ZYGNEMATOPHYCEAE			
<i>Staurastrum</i> sp. pequeño	4,66	17771	1
CYANOBACTERIA			
<i>Pseudanabaena</i> sp.	465,56	5119	3
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Cryptomonas erosa</i>	23,28	71668	1
<i>Cryptomonas marssonii</i>	4,66	2652	1
<i>Plagioselmis (=Rhodomonas) lacustris</i>	642,48	84773	2
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	158,29	66428	
TOTAL CHRYSOPHYCEAE	13,97	5526	
TOTAL CHLOROPHYTA	1513,09	970161	
TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE	4,66	17771	
TOTAL CYANOBACTERIA	465,56	5119	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	670,41	159093	
TOTAL ALGAS	2825,98	1224099	

Clases de abundancia	% de presencia
1	<9
2	10-24
3	25-60
4	61-99
5	>99

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Mequinenza se han identificado un total de 8 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 3 Copepoda
- 2 Rotifera
- 1 Mollusca

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	10,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	126,58
BIOMASA TOTAL	µg/L	142,45
Diversidad Shannon-Wiener		2,02
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Copépodos
individuos/L		78,27
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Orden Cyclopoida
individuos/L		60,77
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		95,29

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	
	µg/L	71,12	
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m	
CLADÓCEROS: 37,15 %		COPEÓDOS: 57,09 %	ROTÍFEROS: 5,28 %

La composición detallada de la población zooplanctónica presente en la muestra cuantitativa de zooplancton indicando la densidad y biomasa, y el porcentaje de las especies presentes en la muestra integrada de la red vertical, se muestran en el cuadro siguiente:

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
ZOOPLANCTON	Ind./L	µg/L	
CLADÓCEROS			
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	2,31	3,69	3,91
<i>Diaphanosoma mongolianum</i>	16,15	40,38	33,24
COPEÓDOS			
<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	17,31	71,12	11,05
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	0,19	0,52	0,10
Orden Cyclopoida	60,77	23,65	45,94
ROTÍFEROS			
<i>Ascomorpha ecaudis</i>			0,10
<i>Hexarthra fennica</i>			0,49
<i>Keratella tropica</i>			0,49
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	3,08	0,16	0,29
<i>Polyarthra major</i>	20,00	2,60	3,91
OTROS			
<i>Dreissena polymorpha</i>	0,77	0,32	0,49
Total Cladóceros	18,46	44,08	37,15
Total Copéodos	78,27	95,29	57,09
Total Rotíferos	23,08	2,76	5,28
Total Otros	0,77	0,32	0,49
Total	120,58	142,45	100

DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en el **Cuadro 4**, 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 ($\mu\text{g P / L}$)	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
VALOR PROMEDIO FINAL	> 4,2	3,4 – 4,2	2,6 – 3,4	1,8 – 2,6	< 1,8

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 MEQUINENZA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	9,96	Oligotrófico
CLOROFILA a	3,61	Mesotrófico
DISCO SECCHI	4,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	2826	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,5	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, los parámetros clorofila a y densidad algal, sitúan al embalse en rangos de mesotrofia. Con el fósforo total (PT) y la transparencia (DS) se obtiene el grado de oligotrofia. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de MEQUINENZA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

5. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

CUADRO 6
PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO EXPERIMENTAL

Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	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, Clorófila <i>a</i> (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	3, 4 -4, 2	2,6-3,4	1, 8 -2, 6	< 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)			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

(1) La valoración del indicador biológico se obtiene asignando la calificación del elemento de menor puntuación (fitoplancton o zooplancton) o peor calidad, según la metodología *one out, all out*.

(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).

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico experimental final sigue el esquema de decisiones indicado en el **Cuadro 7**:

CUADRO 7
COMBINACIÓN DE LOS INDICADORES

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Experimental
Máximo	M P E	Máximo
Máximo	As Fun	Bueno
Máximo	No As Fun	Moderado
Bueno	M P E	Bueno
Bueno	As Fun	Bueno
Bueno	No As Fun	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado

En el **Cuadro 8** 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 8
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE MEQUINENZA

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	2826	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	3,61	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	1,22	Moderado
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,74	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	0,45	Malo
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,64	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	8,22	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	4,50	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	2,23	Deficiente
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	9,96	Bueno
INDICADOR FISICOQUÍMICO			3,3	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Panorámica del embalse



Foto 2: Punto de acceso a la lámina de agua del embalse