



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE MONTEARAGÓN
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 geográfico y geológico	2
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	3
2.4. Registro de zonas protegidas	3
3. TRABAJOS REALIZADOS	4
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	5
4.1. Características físico-químicas de las aguas	5
4.2. Hidroquímica del embalse	7
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	8
4.4. Zooplancton	9
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	10
6. DIAGNOSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	11

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Montearagón 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 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 de 2009, correspondiente al año hidrológico 2008-2009).

En los apartados sucesivos se tratan 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 geográfico y geológico

El embalse de Montearagón se sitúa dentro del término municipal de Alcalá de Gurrea, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Sotón, afluente del Gállego. El río Astón, tributario del Sotón, también vierte sus aguas a este embalse.

La cubeta del embalse de Montearagón se enclava en las litologías que se resumen en la siguiente tabla:

TIPO LITOLOGÍA	ORIGEN
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	DETRÍTICAS
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	DETRÍTICAS
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaciares, piedemonte y superficies)	DETRÍTICAS

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse pequeño, de unas 50 ha de superficie y de geometría regular y alargada. La cuenca de drenaje del embalse de Montearagón tiene una superficie de 10,40 km². El embalse tiene una capacidad total de 51,50 hm³ y una profundidad media de 12,5 m. La profundidad máxima es de 25,4 m. En el **Cuadro 1** se presentan las características morfométricas del embalse.

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE DE MONTEARAGÓN

Superficie de la cuenca	10,40 km ²
Capacidad total N.M.N.	5,67 hm ³
Capacidad útil	5,34 hm ³
Superficie inundada	50 has
Cota máximo embalse normal	608,3 msnm

Se trata de un embalse monomítico, típico de zonas templadas. En el momento de muestreo la termoclina se sitúa entre 3 y 5,2 metros de profundidad y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 3,50 metros de profundidad.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Montearagón para el año hidrológico 2008-2009 no pudo ser calculado debido a la ausencia de datos de salidas de caudal en la web de la CHE.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan al consumo humano. También existe un uso recreativo, siendo este embalse en su totalidad zona de pesca libre y coto de pesca de cangrejo rojo.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Montearagón 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 la categoría de zonas de extracción de agua para consumo humano.

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 20 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.

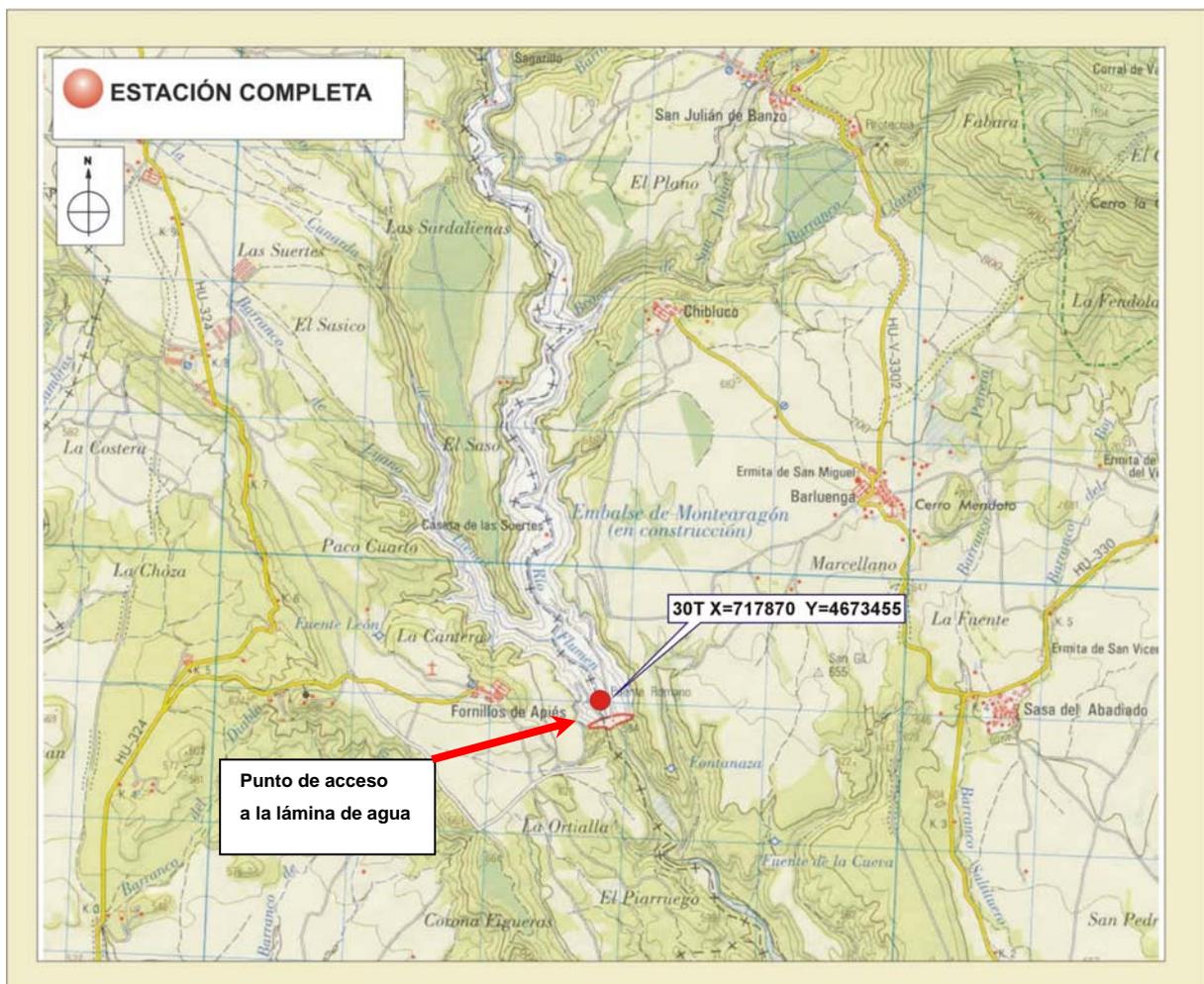


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

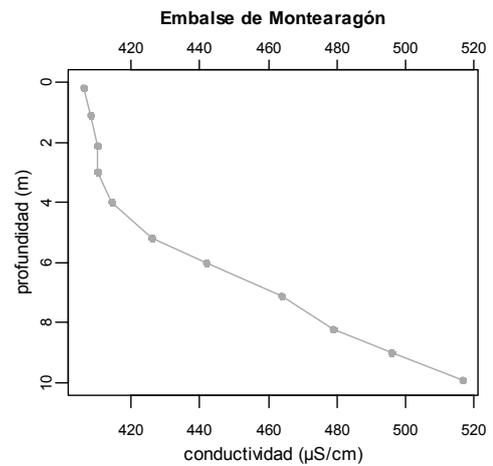
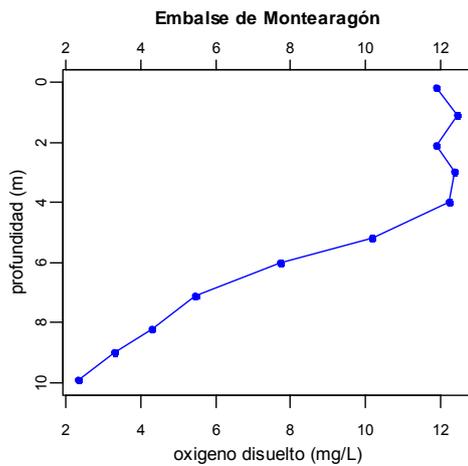
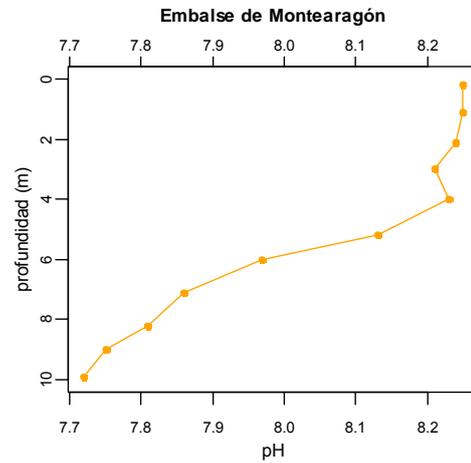
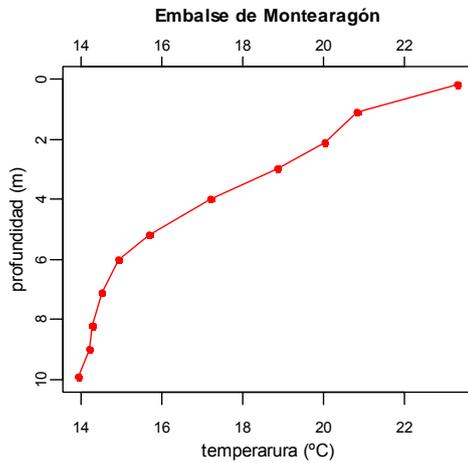
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua oscila entre los 13,93 °C – en el fondo- y los 23,32 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2009) la termoclina se sitúa entre los 3 y 5,2 m de profundidad.
- El pH del agua en superficie es de 8,25 y de 7,72 en el fondo. Ambos valores coinciden con el máximo epilimnético y mínimo hipolimnético estival.
- La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi (DS) es de 1,40 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 3,50 metros.
- La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 5,45 NTU.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 12,09 mg/L. En el hipolimnion las condiciones son de 4,61 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).
- La conductividad del agua es de 406 µS/cm en la superficie y de 517 µS/cm en el fondo, siendo éste el máximo valor registrado.

GRÁFICO 1
PERFILES FÍSICO-QUÍMICOS DEL EMBALSE DE MONTEARAGÓN



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 12,62 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 8,05 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,62 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,27 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 7,51 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 3,3 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

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

- 8 Bacillariophyceae
- 6 Chrysophyceae
- 3 Cryptophyta
- 1 Chlorophyta
- 1 Euglenophyta

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la alta densidad de crisófitos (42%) y bacilariofíceas (37%). Entre las especies más abundantes, encontramos el crisófito *Dinobryon bavaricum Imhof* y bacilariofícea *Achnantes minutissima Kütz* (19,3% y 14% de la densidad total respectivamente). En cuanto al porcentaje de biovolumen total, destacan los crisófitos (32%) seguidos de criptófitos (31%). El criptófito *Cryptomonas erosa Ehr* y crisófito *Dinobryon bavaricum Imhof* proporcionan gran parte del biovolumen total (24,2% y 17,1% respectivamente).

En cuanto a diversidad de especies, el grupo de bacilariofíceas es el mejor representado, con 8 especies.

La concentración de clorofila fue de 0,84µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de las muestras del embalse de Montearagón se han identificado un total de 15 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 11 Rotifera
- 2 Cladocera
- 2 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 MONTEARAGÓN		FECHA DE MUESTREO	8/06/2009
		CODIGO PUNTO DE MUESTREO	
PARAMETRO	UNIDAD	MOA	
PROFUNDIDAD	m	6,00	
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	351	
BIOMASA TOTAL	µg/L	48	
CLASE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		ROTÍFERA (96%)	
individuos/L		337	
ESPECIE PREDOMINANTE (% DENSIDAD)		<i>Polyarthra dolichoptera</i> (45%)	
individuos/L		158	
CLASE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		ROTÍFERA (80%)	
µg/L		38	
ESPECIE PREDOMINANTE (% BIOMASA)		<i>Gastropus stylifer</i> (55%)	
µg/L		26	

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2009, está caracterizada por la densidad del rotífero *Polyarthra dolichoptera*, con un 45% de la densidad total y el rotífero *Gastropus stylifer* con un 55% de la biomasa total en la muestra. 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 ($\mu\text{g/L}$) 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 MONTEARAGÓN

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	12,62	Mesotrófico
CLOROFILA A	0,84	Ultraoligotrófico
DISCO SECCHI	1,40	Eutrófico
DENSIDAD ALGAL	159	Oligotrófico
ESTADO TROFICO FINAL	3,5	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el parámetro de fósforo total clasifica el embalse como mesotrófico, la concentración de clorofila a como ultraoligotrófico, la transparencia (DS) lo clasifica como eutrófico y, la densidad algal como oligotrófico. El estado trófico final para el embalse de MONTEARAGÓN 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 MONTEARAGÓN

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal(cel/ml)	159	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	0,84	Óptimo
		Biovolumen algal(mm ³ /L)	0,07	Óptimo
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	1,94	Deficiente
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,19	Moderado
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,62	Bueno
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	4,6	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	4,4	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,9	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,40	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	4,61	Moderado
	Nutrientes	Concentración de P(µg/LP)	12,6	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,7	NO AS FUN
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. 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 MONTEARAGÓN.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	0,84	Óptimo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,07	Óptimo
		Índice de Catalán (IGA)	1,06	Bueno
		Porcentaje de cianobacterias	0,00	Óptimo
INDICADOR BIOLÓGICO			2,75	ÓPTIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi(m)	1,40	Deficiente
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	4,61	Moderado
	Nutrientes	Concentración de P(µg P/L)	12,6	Moderado
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,7	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MODERADO	

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 Montearagón