



INFORME FINAL DEL EMBALSE DE ARDISA
AÑO 2010



VNIVERSITAT DE 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 2010

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. 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	9
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	10
4.4. Zooplancton	12
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	14
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	15

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ardisa durante la campaña de muestreo del verano de 2010 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 1** se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (verano de 2010, correspondiente al año hidrológico 2009-2010).

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 presa de Ardisa se sitúa dentro del término municipal de Ardisa y Biscarrués, en las provincias de Zaragoza y Huesca. Regula las aguas del río Gállego.

En sentido amplio, la cuenca del embalse de Ardisa, se enclava entre materiales del Neógeno (Serie Mioceno), como las areniscas; limos y arcillas rojas; y materiales del Cuaternario como son gravas, arenas, limos y arcillas, terrazas y depósitos aluviales.

Tipo de clasificación: 11. Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones. La cuenca de drenaje vertiente al embalse de Ardisa tiene una superficie de 2100 km².

El embalse tiene una capacidad total de 5 hm³. Tiene una profundidad media de 5,5 m, mientras que la profundidad máxima es de 31,55 m. En el **Cuadro I** se presentan las características morfométricas del embalse.

CUADRO 1

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL EMBALSE Y SUBCUENCAS

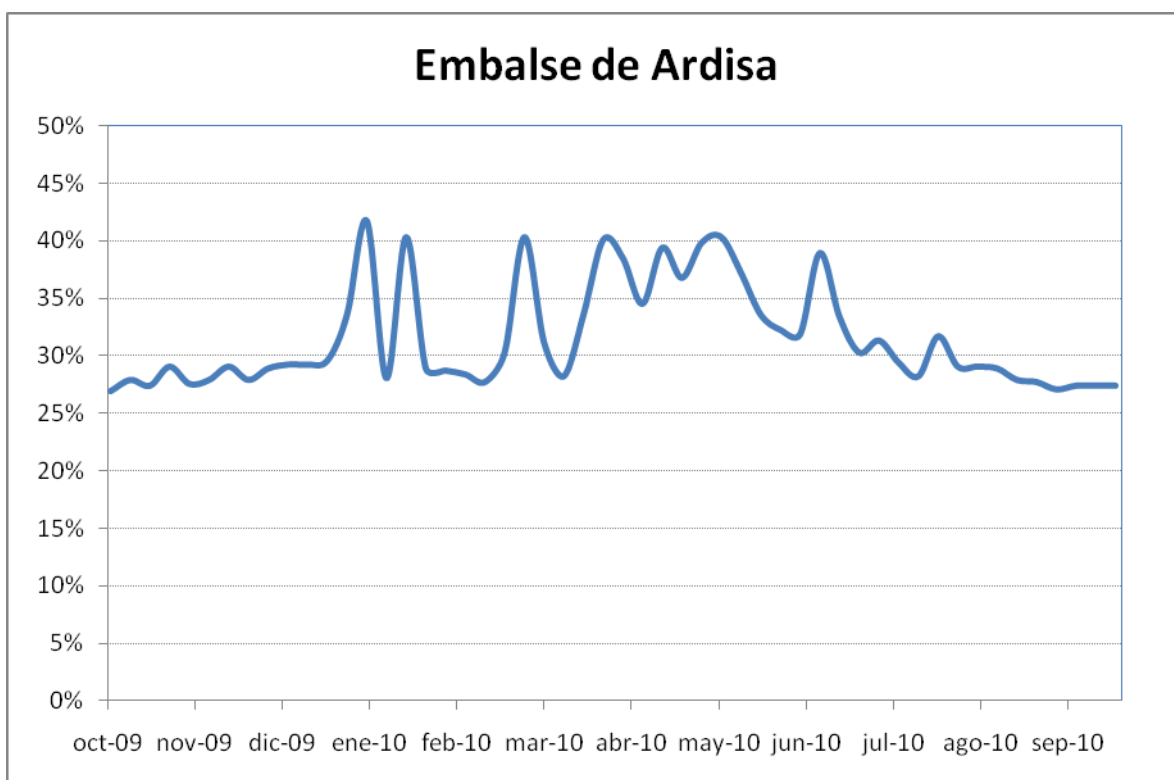
Superficie de la cuenca	2100 km ²
Capacidad total N.M.N.	5 hm ³
Capacidad útil	3 hm ³
Aportación media anual	1000 hm ³
Superficie inundada	216 ha
Cota máximo embalse normal	421,64 m

Se trata de un embalse monomítico, típico de zonas templadas. No existe termoclina en el momento del muestreo y el límite inferior de la capa fótica en verano se encuentra alrededor de los 1,5 metros de profundidad, pues sus aguas son bastante turbias.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ardisa para el año hidrológico 2009-2010 se ha estimado en 0,61 días, equivalente a 0,02 meses. Se debe a que este embalse es un azud de toma y el volumen es pequeño (1,6 Hm³ de media anual) y los caudales circulantes elevados (31,3 m³/s de media anual).

En el **GRÁFICO 1** se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2009-2010.

GRÁFICO 1
VOLUMEN EMBALSADO (%) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO 2009-2010



2.3. Usos del agua

Se construyó en 1932 como pieza clave del sistema de riego del canal de Monegros. Su destino es desviar las aguas del río hacia el gran embalse de La Sotenera. Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, el abastecimiento y energía.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ardisa forma parte de las zonas designadas para la captación de agua destinada al consumo humano, según el artículo 7 de la Directiva Marco del Agua.

El embalse de Ardisa 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 zona de extracción de agua para consumo humano.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo junto a la presa (ver **Figura 1**), por no tener el embalse profundidad suficiente para ser navegable. Se ha completado una campaña de muestreo el 8 de Septiembre de 2010, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos, la transparencia de la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

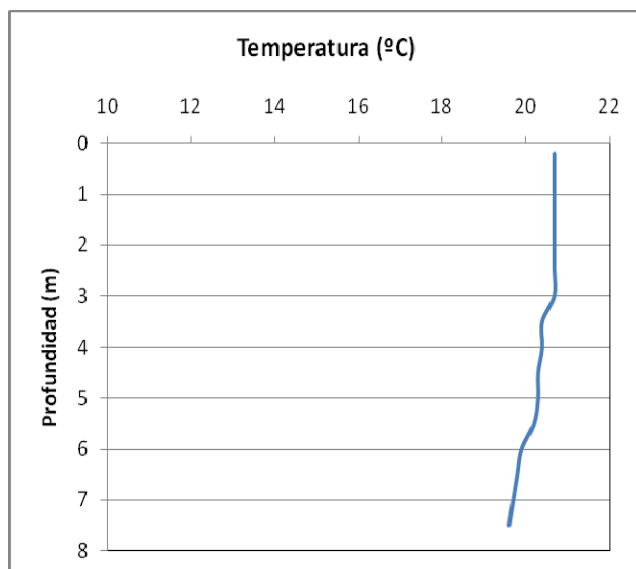


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en el embalse

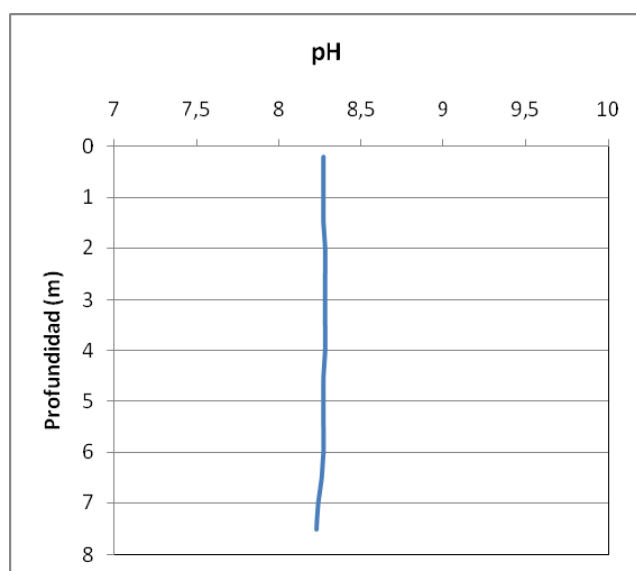
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

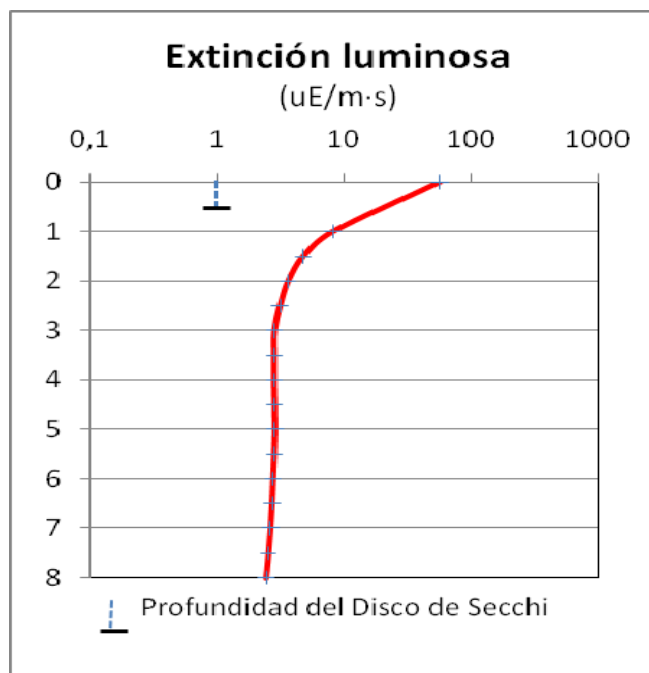
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:



La temperatura oscila entre los 20,6 °C en superficie y los 19,4 °C en el fondo. En el momento del muestreo no existe termoclina.

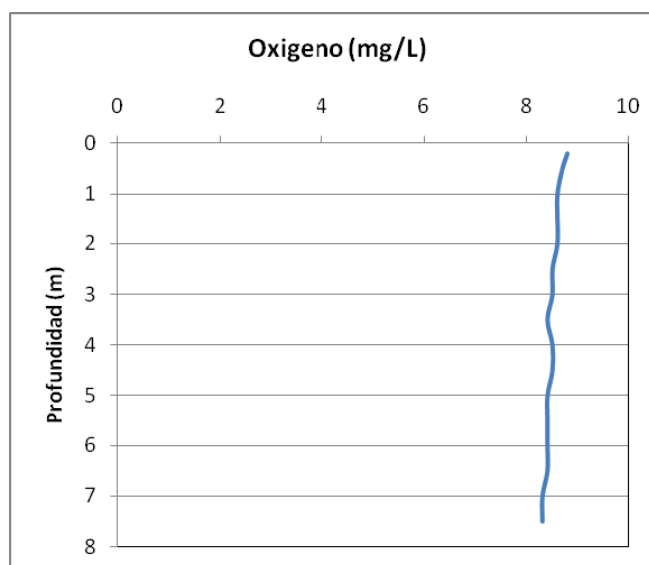


El pH en superficie es de 8,27. En el fondo el pH es de 8,23. El valor máximo de pH de la columna de agua es de 8,28 y se presenta entre los 2 y 4 m.

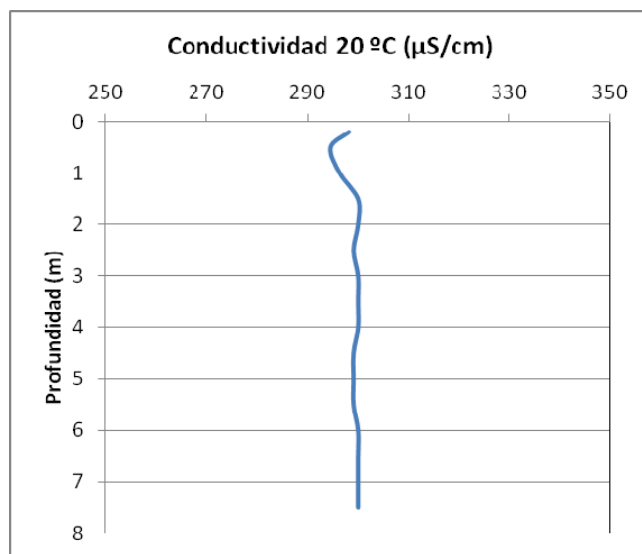


La transparencia del agua ofrece un registro en la lectura de disco de Secchi (DS) de 0,60 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 1,5 metros. Sin embargo, la medición de la extinción luminosa mediante célula fotoeléctrica nos proporciona el valor de la capa fótica hasta el fondo, pues la luz no disminuye como normalmente.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 2,5 veces la profundidad de Secchi) fue de 15,86 NTU.



La concentración media de oxígeno disuelto en la columna es de 8,49 mg O₂/L. No se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O₂/L).



La conductividad del agua oscila entre los 298 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en superficie y los 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo, muy estable en toda la columna de agua.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2010 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 35,59 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble fue de 6,20 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,61 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,40 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH_4) resultó ser de 0,047 mg N/L).
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,99 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,12 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de la muestra integrada se han identificado un total de 18 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 13 Bacillariophyceae
- 2 Conjugatophyceae
- 2 Cryptophyta
- 1 Euglenophyta

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

CUADRO 2

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON

Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	201,12
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	$\mu\text{m}^3/\text{ml}$	169100
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cryptophyta
Nº células/ml		139,67
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Rhodomonas (=Plagioselmis) lacustris</i> Pascher & Rutter
Nº células/ml		122,91
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		123030
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas ovata</i> Ehr.
$\mu\text{m}^3/\text{ml}$		26538

La diversidad calculada para el fitoplancton según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,50.

La concentración de clorofila a fue de 1,06 µg/L.

4.4. Zooplancton

En el análisis de zooplancton de la muestra tomada a 3,5 m de profundidad del embalse de Ardisa se han identificado un total de 8 especies.

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

CUADRO 3

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON

DENSIDAD TOTAL	individuos/L	2,0
BIOMASA TOTAL	µg/L	0,28
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
	individuos/L	1,48
TAXÓN PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Fam. Bdelloidea</i>
	individuos/L	0,6
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Rotíferos
	µg/L	0,22
TAXÓN PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		<i>Ecentrum sp</i>
	µg/L	0,11
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 5 m
CLADÓCEROS: 3 %	COPÉPODOS: 38 %	ROTÍFEROS: 54 %

Además, se ha observado la presencia de Chironómidos en un porcentaje del 5 %.

Las larvas de *Dreissena polymorpha* no se han observado en el plancton de red.

La composición y estructura de la comunidad, en el periodo estival de 2010, está caracterizada por la escasa densidad de 2 ind/L, el más bajo de los observados.

La diversidad calculada para el zooplancton según el índice de Shannon-Wiener ha sido de 2,84.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerando los indicadores especificados en el **Cuadro 4** 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.

CUADRO 4
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) 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 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 ARDISA

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	35,59	Eutrófico
CLOROFILA A	1,06	Oligotrófico
DISCO SECCHI	0,6	Hipereutrófico
DENSIDAD ALGAL	201	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) indica un estado de eutrofia. La concentración de clorofila a y densidad algal caracterizan el embalse como oligotrófico. La transparencia (DS) indica hipereutrofia; sin embargo este valor debe no considerarse debido a que se trata de turbidez por materia inorgánica en suspensión, no por fitoplancton. El estado trófico final para el embalse de ARDISA se ha propuesto como **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PE_{exp}*)

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, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

CUADRO 6

PARÁMETROS Y RANGOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

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, 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.

(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).

En el **Cuadro 7** 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 7

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE DE ARDISA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	201	Bueno
		Clorofila a (µg/L)	1,06	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,17	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,64	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	0,53	Malo
		<i>Trophic Index (TI)</i>	0,73	Máximo
		<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	10,9	Deficiente
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	8,38	Moderado
INDICADOR BIOLÓGICO			3,0	MODERADO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,6	Malo
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/L O ₂)	8,6	Máximo
	Nutrientes	Concentración de P (µg/L P)	35,59	Deficiente
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,7	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}				MODERADO

Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerando 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.

CUADRO 8

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/2656/2008*).

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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (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 Catalán (IGA)	0,61	7,7	0,98
			Porcentaje de cianobacterias	0	28,5	0,72

En el **Cuadro 9** 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 indicador fisicoquímico.

CUADRO 9

DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO (*PE_{norm}*) DEL EMBALSE DE ARDISA.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor RCE	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	2,45	Máximo
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	4,49	Máximo
		Índice de Catalán (IGA)	1,001	Máximo
		Porcentaje de cianobacterias	1,00	Máximo
INDICADOR BIOLÓGICO			5,0	MÁXIMO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,6	Malo
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,6	Máximo
	Nutrientes	Concentración de P (µg P/L)	35,59	Deficiente
INDICADOR FISICOQUÍMICO			2,7	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>			MODERADO	

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Presa del embalse de Ardisa.



Foto 2: Vista general del embalse