
EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO EN EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCAÇÃO HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE ULLÍVARRI GAMBOA



DICIEMBRE 2012
SERVICIO CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE EMBALSES EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SERVICIO:

CONTROL DEL ESTADO ECOLÓGICO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Concha Durán Lalaguna y María José Rodríguez Pérez

EMPRESA CONSULTORA:

Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de Valencia
Estudi General

EQUIPO DE TRABAJO

Área de Limnología, dirigida por Dr. Eduardo Vicente Pedrós, Catedrático de Ecología.
Director del Estudio.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

68.857,47 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE ULLÍVARRI GAMBOA.

AÑO DE EJECUCIÓN:

2012

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2012

FOTO PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Ullívarri Gamboa desde el punto de toma de muestras.

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2012). Explotación de la red de seguimiento en embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 210 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

ÍNDICE

	Página
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE</u>	5
2.1. Ámbito geológico y geográfico	5
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	6
2.3. Usos del agua	7
2.4. Registro de zonas protegidas	7
<u>3. TRABAJOS REALIZADOS</u>	8
<u>4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</u>	9
4.1. Características fisicoquímicas de las aguas	9
4.2. Hidroquímica del embalse	12
4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila	13
4.4. Zooplancton	17
<u>5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO</u>	19
<u>6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO</u>	20
ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS CORRESPONDIENTES A GRÁFICOS Y FOTOS

Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.	7
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.	8
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.....	9
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	10
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	11
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	14
Figura 7. Vista general del embalse	26
Figura 8. Fotografía de la presa del embalse.	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Ullivarri Gamboa	6
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.	13
Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.	17
Tabla 4. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	19
Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ullivarri Gamboa.....	19
Tabla 6. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	20
Tabla 7. Combinación de los indicadores.	21
Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ullivarri Gamboa.	21
Tabla 9. 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).	22
Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	23
Tabla 11. Combinación de los indicadores.	23
Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Ullivarri Gamboa.....	24

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Ullivarri-Gamboa durante los muestreos de 2012 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 2012, correspondiente al año hidrológico 2011-2012).

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 de Ullivarri-Gamboa se ubica en el Sector Oriental de la Cuenca Cantábrica. Dentro de las unidades geológicas presentes en la cuenca, la totalidad del embalse se localiza en la unidad fracturada y replegada en el sinclinorio de Urbasa, cuyo eje atraviesa la ciudad de Vitoria. Los materiales de la unidad geológica son lutitas, areniscas, limonitas, margas y margocalizas.

El embalse de Ullivarri-Gamboa se sitúa dentro del término municipal de Ullívarri-Gamboa, en la provincia de Álava. Regula las aguas del río Zadorra.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, de geometría muy sinuosa. Existiendo dos pequeñas islas en su interior.

La cuenca vertiente al embalse de Ullivarri-Gamboa tiene una superficie total de 26698,17 ha.

El embalse tiene una extensión capacidad total de 147,2 hm³. Caracterizado por una profundidad media de 8,6 m, mientras que la profundidad máxima es de 30,5 m.

En la tabla 1 se presentan las características morfométricas del embalse.

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Ullivarri Gamboa.

Capacidad total N.M.N.	147,2 hm ³
Capacidad útil	128,1 hm ³
Superficie inundada	1695 ha
Cota máximo embalse normal	546,50 msnm

Tipo de clasificación: 7. Monomítico, calcáreo, de zona húmeda, perteneciente a ríos de cabecera y tramo alto, con temperatura media anual menor de 15 °C.

Se trata de un embalse monomítico, de geología calcárea y situado en zona húmeda. En la fecha de la realización del muestreo la termoclina se sitúa entre los 12 y los 15 metros de profundidad. El límite inferior de la capa fótica en el momento de muestreo se encuentra alrededor de los 12 metros de profundidad cuando se determina con el medidor fotoeléctrico, mientras que con el Disco de Secchi el valor obtenido es de 13,8 m.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Ullivarri-Gamboa para el año hidrológico 2011-2012 fue de 25,20 meses.

En la figura 1 se presentan los valores semanales del volumen embalsado correspondientes al año hidrológico 2011-2012.

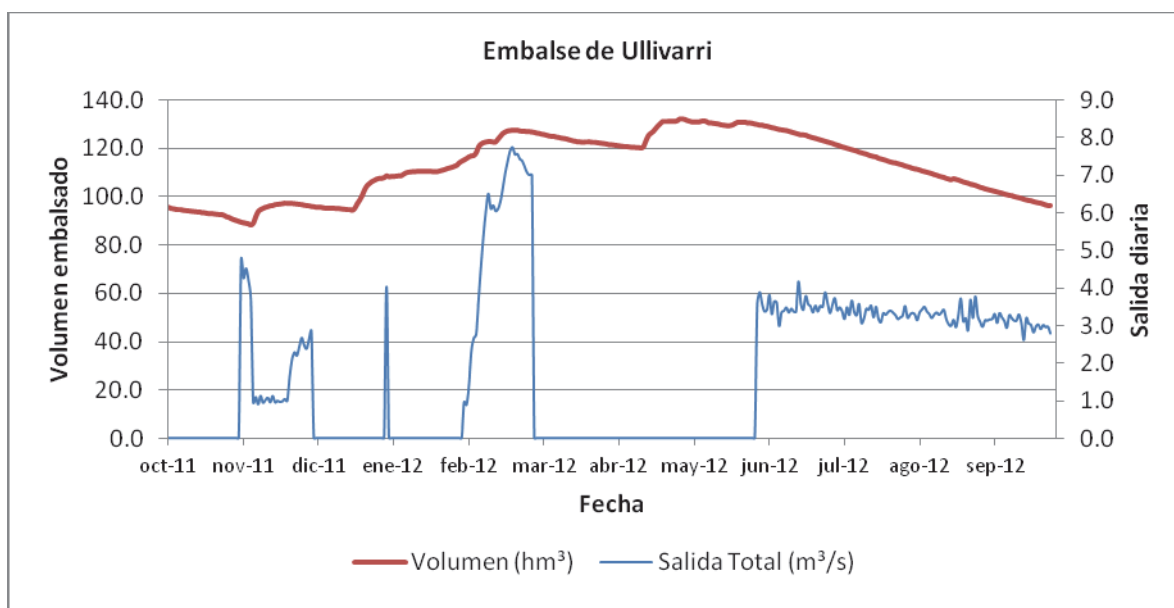


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2011-2012.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al abastecimiento de la población, al aprovechamiento hidroeléctrico y al uso recreativo (existen varios club náuticos a lo largo del perímetro del embalse, pero con limitaciones de navegación, ya que el embalse está protegido).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Ullivarri-Gamboa 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 zonas de extracción de agua para consumo humano, zonas de uso recreativo (cinco zonas de baño: “E. ULLIVARRI (Landa)” (dos zonas), “E. ULLIVARRI (Isla Zuaza)”, “E. Ullivarri (Garaio)” (dos zonas)) y Zonas sensibles a nutrientes bajo el marco de la directiva 91/271/CEE y zona de protección de hábitats y especies (Punto Red Natura 2000: LIC ES2110011 “Zadorra sistemako urtegiak / embalses del sistema del Zadorra”).

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 24 de Julio de 2012, en la que se midieron *in situ* los parámetros fisicoquímicos y la transparencia en la columna de agua, se tomó una muestra de agua integrada y otras puntuales para los análisis químicos y se realizaron muestreos de fito y zooplancton.

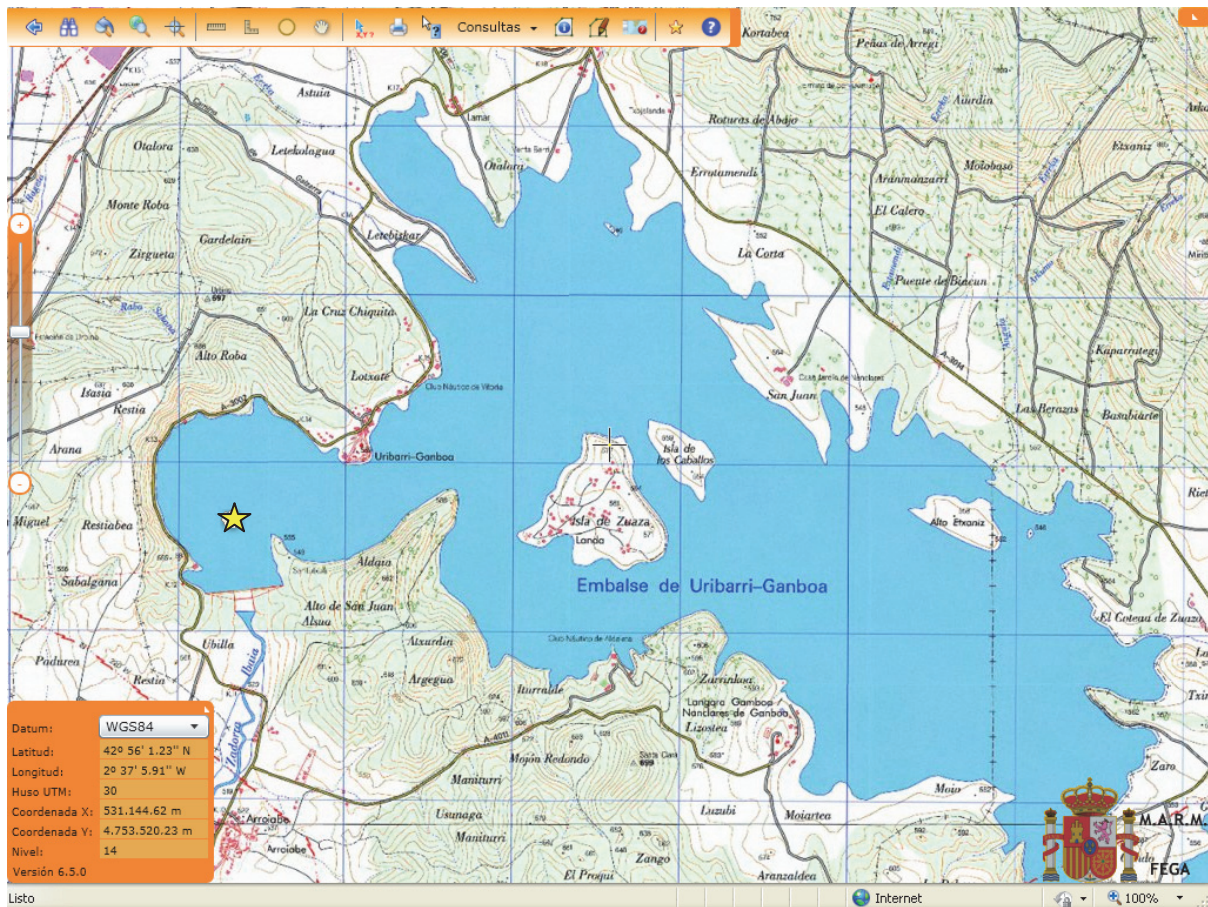
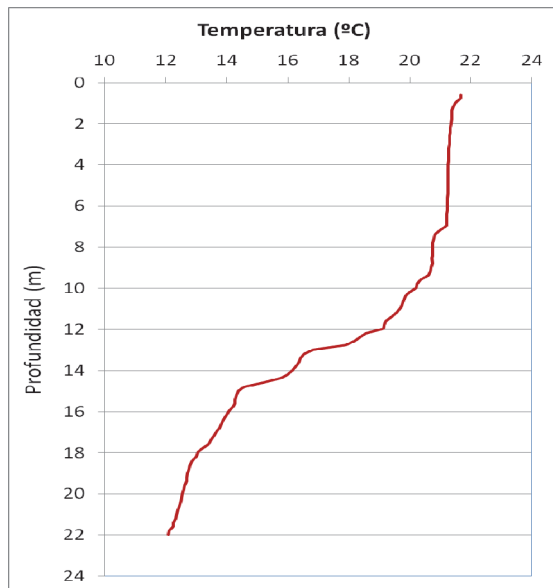


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

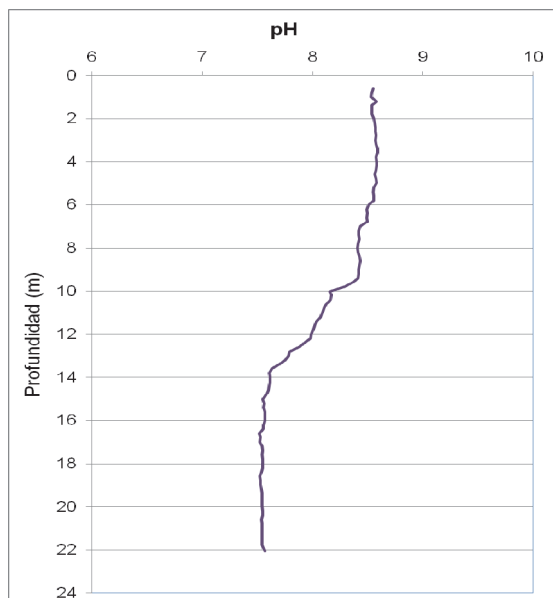
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

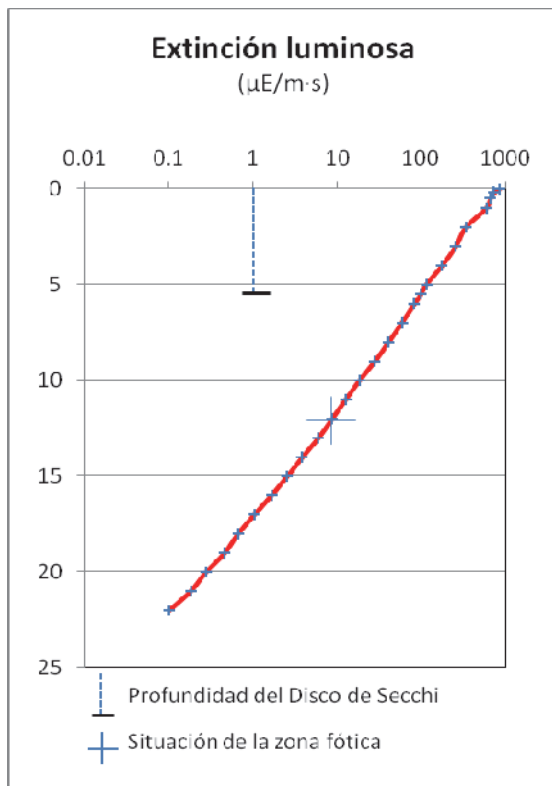


La temperatura del agua oscila entre los 12,07 °C – en el fondo- y los 21,67 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestreo (Julio 2012) la termoclina se sitúa entre los 12-15 metros de profundidad.



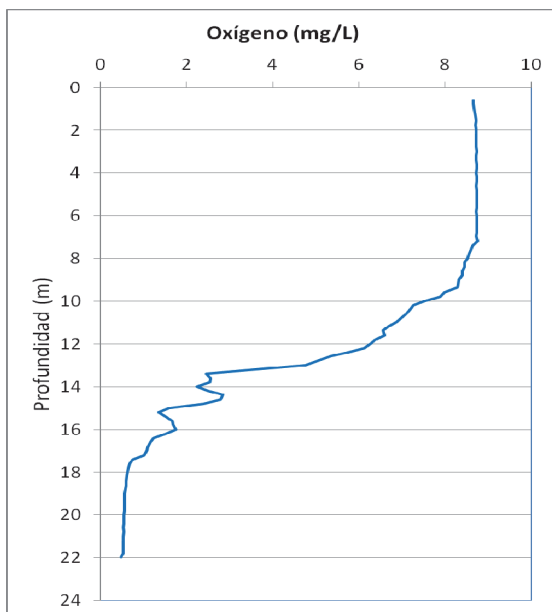
El pH del agua en la superficie es 8,55. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,57 coincidiendo con el valor mínimo.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



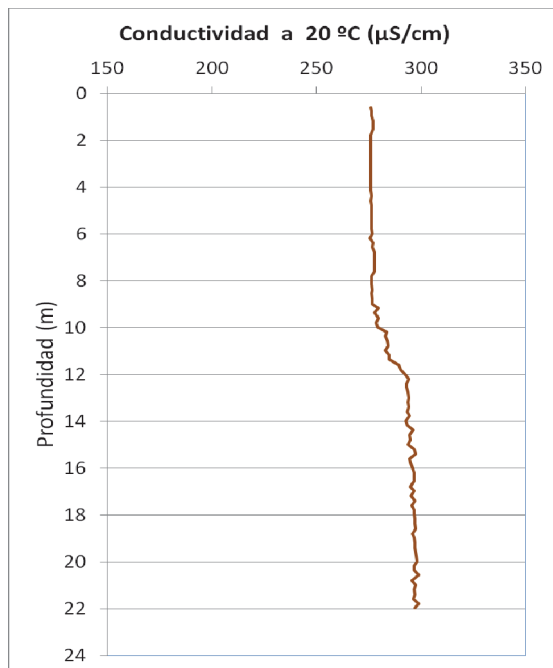
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 5,50 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 13,8 metros. La profundidad estimada mediante el medidor fotoeléctrico de PAR proporciona un valor de 12 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada a 12 m de profundidad) fue de 6,38 NTU.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua en el epilimnion alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,29 mg/L. La concentración media alcanzada en el hipolimnion son de 0,84 mg/L. Se han detectado condiciones anóxicas (<2 mg O_2/L) a profundidades superiores a 15 m.

Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto.



La conductividad del agua es de 275 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie, y aumenta ligeramente con la profundidad hasta alcanzar el valor de 297 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse, coincidiendo con el valor máximo.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2012 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 16,33 µg P/L.
- La concentración de P soluble fue de 1,15 µg P/L.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,79 mg N /L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,57 mg N /L.
- La concentración de amonio (NH₄) resultó ser de 0,035 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 2,39 mg SiO₂/L.
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,65 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis realizado se han identificado un total de 23 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	3
CHRYSOPHYCEAE	4
CHLOROPHYCEAE	8
ZYGNEMATOPHYCEAE	1
CYANOBACTERIA	2
CRYPTOPHYTA	5

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

Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES FITOPLANCTON	nº cel/ml	9519,87
BIOVOLUMEN TOTAL FITOPLANCTON	µm ³ /ml	474520
Diversidad Shannon-Wiener		0,95
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		Cyanobacteria
Nº células/ml		8413,69
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (DENSIDAD)		<i>Aphanocapsa</i> sp.
Nº células/ml		8380,17
CLASE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		Cryptophyta
Nº células/ml		146384
ESPECIE PREDOMINANTE FITOPLANCTON (BIOVOLUMEN)		<i>Cryptomonas erosa</i>
Nº células/ml		86001

La concentración de clorofila fue de 3,45 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha indicado en la figura con una línea roja. El perfil vertical determinado mediante sonda fluorimétrica muestra un valor máximo sobre los 14 m de profundidad.

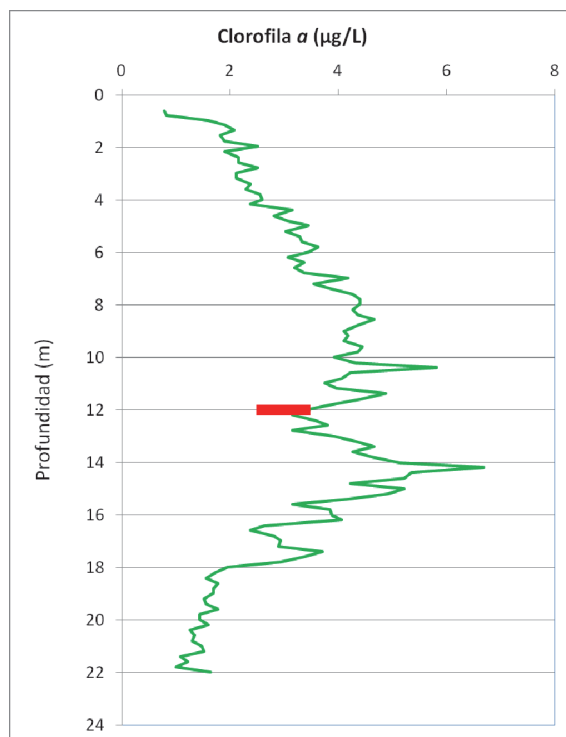


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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> var. <i>angustissima</i>	61,45	20513,17	2
<i>Aulacoseira italica</i>	-	-	1
BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (= <i>Achnanthes minutissima</i>)	2,79	526,54	-
<i>Fragilaria crotonensis</i>	223,47	50547,97	4
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Dinobryon bavaricum</i>	11,17	4422,95	1

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLACTON	cél./ml	µm³/ml	
<i>Dinobryon divergens</i>	8,38	3455,43	1
<i>Ochromonas</i> sp.	61,45	35186,12	-
<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	2,79	92,14	-
CHLOROPHYTA			
<i>Ankyra judayi</i>	8,38	1053,08	-
<i>Carteria</i> sp.	8,38	2246,58	-
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	22,35	4469,42	-
<i>Oocystis borgei</i>	11,17	1117,36	1
<i>Oocystis lacustris</i>	-	-	1
<i>Pandorina morum</i>	-	-	1
<i>Pediastrum boryanum</i>	22,35	77226,06	1
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (= <i>Didymocystis planctonica</i>)	142,46	2685,36	-
<i>Saturnella cortiola</i>	64,25	18838,48	1
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	55,87	11057,37	1
<i>Willea irregularis</i>	-	-	3
ZYGNEMATOPHYCEAE			
<i>Staurastrum johnsonii</i> (= <i>Staurastrum leptocladum</i>)	-	-	1
<i>Staurastrum</i> sp. pequeño	2,79	10662,46	1
CYANOBACTERIA			
<i>Aphanocapsa</i> sp.	8380,17	78981,20	1
<i>Chroococcus dispersus</i>	-	-	2
<i>Chroococcus giganteus</i>	33,52	5054,80	-
<i>Coelosphaerium minutissimum</i>	-	-	1
<i>Geitlerinema</i> sp.	-	-	1
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	1
<i>Woronichinia elorantae</i>	-	-	1
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Chilomonas</i> sp.	13,97	3276,26	1
<i>Cryptomonas erosa</i>	27,93	86001,75	1
<i>Cryptomonas marsonii</i>	30,73	17504,57	-
<i>Plagioselmis</i> (= <i>Rhodomonas</i>) <i>lacustris</i>	245,82	32434,94	1
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (= <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	78,21	7166,81	-

COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
DINOPHYCEAE			
<i>Peridinium cinctum</i>	-	-	1
TOTAL BACILLARIOPHYCEAE	287,72	71587,68	
TOTAL CHRYSOPHYCEAE	83,80	43156,64	
TOTAL CHLOROPHYTA	335,21	118693,70	
TOTAL ZYGNEMATOPHYCEAE	2,79	10662,46	
TOTAL CYANOBACTERIA	8413,69	84035,99	
TOTAL CRYPTOPHYCEAE	396,66	146384,34	
TOTAL ALGAS	9519,87	474520,81	

Nota: Entre paréntesis se cita el anterior nombre de la especie.

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 Ullivarri-Gamboa se han identificado un total de 12 especies distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 2 Cladocera
- 2 Copepoda
- 6 Rotifera
- 1 Ameba testácea
- 1 Diptero

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

Tabla 3. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	15,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	214,04
BIOMASA TOTAL	µg/L	36,27
Diversidad Shannon-Wiener		1,81
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		116,15
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Fam. Cyclopidae
individuos/L		93,08
CLASE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Copépodos
µg/L		22,72
ESPECIE PREDOMINANTE ZOOPLANCTON (BIOMASA)		Fam. Cyclopidae
µg/L		12,23
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 20 m
CLADÓCEROS: 5,3 %	COPÉPODOS: 27,1 %	ROTÍFEROS: 66,0 %

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>Daphnia longispina</i>	0,38	1,46	5,10
<i>Daphnia pulicaria</i>	1,15	4,38	0,08
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	0,16
COPEÓDOS			
<i>Thermocyclops dybowskii</i>	1,73	3,57	5,41
Fam. Cyclopidae	93,08	19,15	21,66
ROTÍFEROS			
<i>Ascomorpha ovalis</i>	-	-	1,27
<i>Collotheca</i> sp.	0,77	0,02	2,55
<i>Keratella cochlearis</i>	0,77	0,04	0,03
<i>Ploesoma hudsoni</i>	-	-	0,32
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	89,23	4,55	33,13
<i>Polyarthra major</i>	5,38	0,70	24,84
<i>Synchaeta pectinata</i>	6,15	2,05	2,55
<i>Trichocerca similis</i>	13,85	0,35	1,27
OTROS			
Clase Turbellaria	-	-	0,32
<i>Arcella</i> sp-	0,77	-	1,27
<i>Chaoborus</i> sp.	0,77	-	0,03
Total Cladóceros	1,54	5,85	5,34
Total Copéodos	94,81	41,87	27,07
Total Rotíferos	116,15	7,70	65,97
Total Otros	1,54	-	1,62
Total	214,04	55,42	100

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 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.

Tabla 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 la tabla 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.

Tabla 5. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Ullívarri Gamboa.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	16,33	Mesotrófico
CLOROFILA a	3,45	Mesotrófico
DISCO SECCHI	5,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	9520	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la transparencia (DS) sitúa al embalse en rangos de oligotrofia. Y los parámetros: fósforo total, clorofila a y densidad algal; califican el embalse como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de ULLIVARRI-GAMBOA ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 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, Clorofila <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 la tabla 7:

Tabla 7. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	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 la tabla 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.

Tabla 8. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Ullivarri Gamboa.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel/ml)	9520	Moderado
		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,45	Moderado
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,47	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	2,65	Moderado
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,50	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,72	Bueno
	Zooplancton	<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,99	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,7	BUENO
Físicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,50	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg/LO ₂)	0,84	Malo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg/LP)	16,33	Moderado
INDICADOR FÍSICOQUÍMICO			2,7	NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO P_{Exp}				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 las tablas 9 y 10, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 9. 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 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

Tabla 10. Parámetros, rangos del RECT y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

Indicador	Elementos	Parámetros	RANGOS DEL RCET				
			Máximo	Bueno	No alcanza		
Biológico	Fitoplancton	Clorofila a (µg/L)	> 1	1-0,43	< 0,43		
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	> 1	1-0,36	< 0,36		
		Índice de Catalán (IGA)	> 1	1-0,9822	< 0,9822		
		Porcentaje de cianobacterias	> 1	1-0,72	< 0,72		
			Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	>6	3-6	1, 5 -3	0, 7 -1,5	<0, 7
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (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
			MPE	AS FUN	NO AS FUN		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			>4,2	3,4-4,2	<3,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo final sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla 11:

Tabla 11. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico Normativo
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 12** 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.

Tabla 12. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Ullívarri Gamboa.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	3,45	0,75	0,83	Bueno
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,47	1,60	1,38	Máximo
			Media			1,10	
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	7,51	0,983	0,61	No alcanza
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	88,38	0,12	0,10	No alcanza
			Media			0,35	
Media global						0,73	
INDICADOR BIOLÓGICO					0,73		BUENO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	5,50			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	0,84			Malo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	16,33			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				2,7			NO AS FUN
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MODERADO			



ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7: Vista general del embalse



Figura 8: Presa del embalse de Ullívarri Gamboa