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

INFORME FINAL DEL EMBALSE DE SANTA ANA



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
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:

70.862,60 €

CONTENIDO:

INFORME INDIVIDUAL DEL EMBALSE DE SANTA ANA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2014

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Vista de la presa del embalse de Santa Ana desde aguas abajo.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Explotación de la red de seguimiento de embalses en aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. 208 págs. más anejos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

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.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE.....	7
2.1. <i>Ámbito geológico y geográfico</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Características morfométricas e hidrológicas</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Usos del agua</i>	<i>9</i>
2.4. <i>Registro de zonas protegidas.....</i>	<i>9</i>
3. TRABAJOS REALIZADOS	10
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	11
4.1. <i>Características fisicoquímicas de las aguas</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Hidroquímica del embalse.....</i>	<i>14</i>
4.3. <i>Fitoplancton y concentración de clorofila</i>	<i>15</i>
4.4. <i>Zooplancton.....</i>	<i>19</i>
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	20
6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	22
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 2013-2014	9
Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.....	10
Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH	11
Figura 4. Perfil vertical de la extinción luminosa y oxígeno disuelto	12
Figura 5. Perfil vertical de la conductividad	13
Figura 6. Perfil vertical de la clorofila <i>a</i>	16
Figura 7. Fotografía de la presa del embalse.....	28
Figura 8. Fotografía del punto de acceso al embalse	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Santa Ana.....	6
Tabla 2. Estructura y composición de la comunidad de fitoplancton.....	15
Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.....	16
Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.....	19
Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.....	20
Tabla 6. Parámetros indicadores y rangos de estado trófico.	21
Tabla 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Santa Ana.	21
Tabla 8. Parámetros y rangos para la determinación del potencial ecológico experimental.	22
Tabla 9. Combinación de los indicadores.....	23
Tabla 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Santa Ana.	23
Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).	24
Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.	25
Tabla 13. Combinación de los indicadores.....	25
Tabla 14. Diagnóstico del potencial ecológico (PE_{norm}) del embalse de Santa Ana.....	26

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Santa Ana durante los muestreos de 2014 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 2014, correspondiente al año hidrológico 2013-2014).

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 del embalse de Santa Ana está situada en el reborde meridional de las sierras exteriores Subpirenaicas, también conocido con el nombre de zona de “Las Nogueras”, al norte de la depresión terciaria del Ebro. Se sitúa dentro del término municipal de Castillonroy, en la provincia de Huesca. Regula las aguas del río Noguera Ribagorzana.

Desde una visión geológica, el embalse se encuentra entre materiales del Cretácico superior (intercalaciones de calizas lacustres y lignitos, conglomerado, areniscas, arcillas, calizas bioclásticas), y del Paleógeno (areniscas, lutitas y calizas con alveolinas). También se observan terrazas y glacis de gravas y arenas.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de grandes dimensiones de geometría alargada e irregular, presentando un estrechamiento en su parte media.

La cuenca vertiente al embalse de Santa Ana tiene una superficie de 176653,59 ha.

El embalse tiene una capacidad total de 236,60 hm³, que coincide con la capacidad útil. Caracterizado por una profundidad media de 29,8 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 68,9 m.

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

Tabla 1. Características morfométricas del embalse de Santa Ana

Superficie de la cuenca	1766,50 km ²
Capacidad total N.M.N.	236,60 hm ³
Capacidad útil	236,60 hm ³
Aportación media anual	679,38 hm ³
Superficie inundada	768 ha
Cota máximo embalse normal	378,70 msnm

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

Se trata de un embalse monomítico de geología calcárea, situado en zona no húmeda de la red principal. No existe termoclina en el momento del muestreo. El límite inferior de la capa fótica se encuentra alrededor de los 17 metros de profundidad cuando se determina mediante el medidor fotoeléctrico, mientras que el valor estimado mediante el Disco de Secchi fue de 7,8 m, mucho menor.

El tiempo de residencia hidráulica media en el embalse de Santa Ana para el año hidrológico 2013-2014 fue de 3,24 meses.

En la figura 1 se presentan los valores diarios del volumen embalsado y salida media correspondientes al año hidrológico 2013-2014.

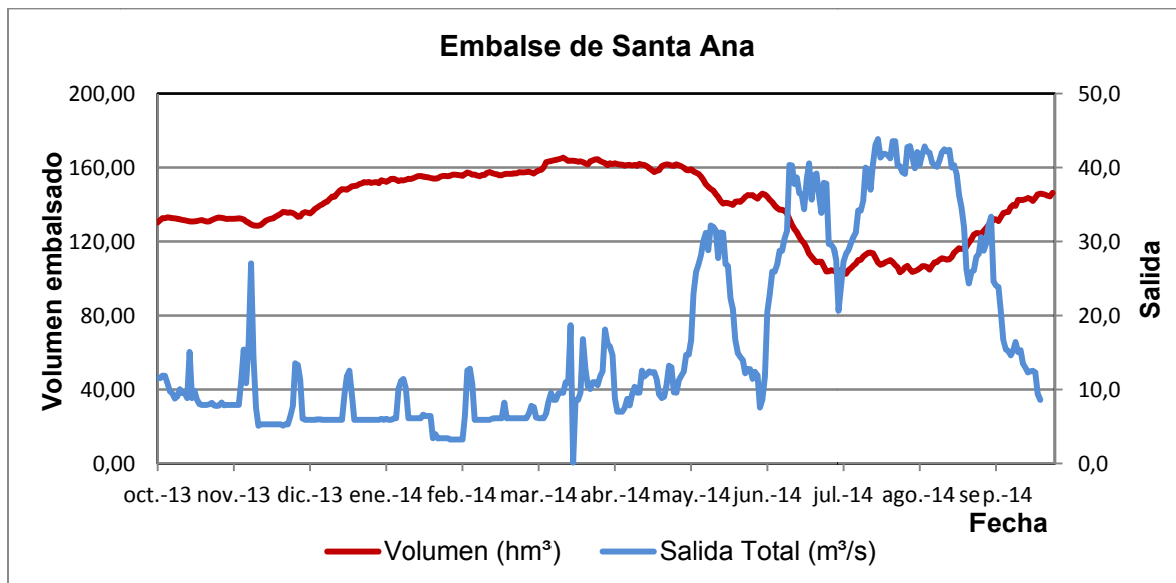


Figura 1. Volumen embalsado y salida durante el año hidrológico 2013-2014.

2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente al riego, al abastecimiento de la población y al aprovechamiento hidroeléctrico. También están permitidas las actividades recreativas: la navegación en este embalse (sin restricciones para el remo y vela, con limitaciones para motor).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Santa Ana 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. TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación de muestreo en las inmediaciones de la presa (ver figura 2). Se ha completado una campaña de muestreo el 30 de Julio de 2014, 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 fitoplancton y zooplancton.

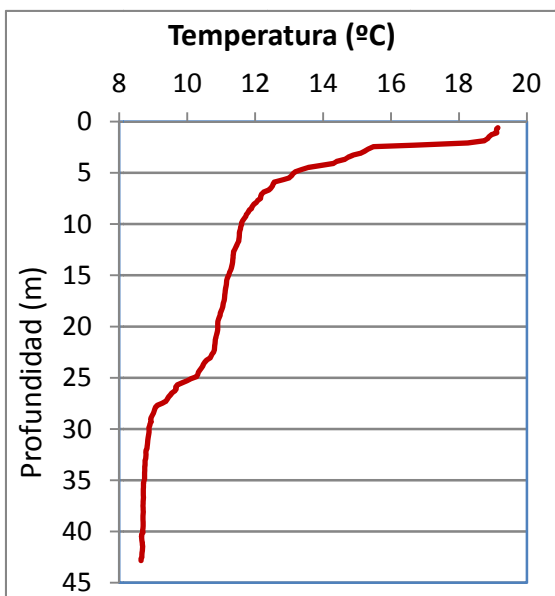


Figura 2. Localización de la estación de muestreo en el embalse.

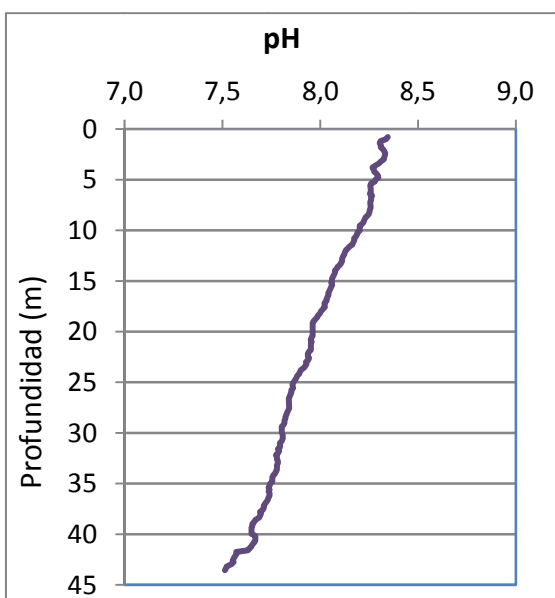
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características fisicoquímicas de las aguas

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

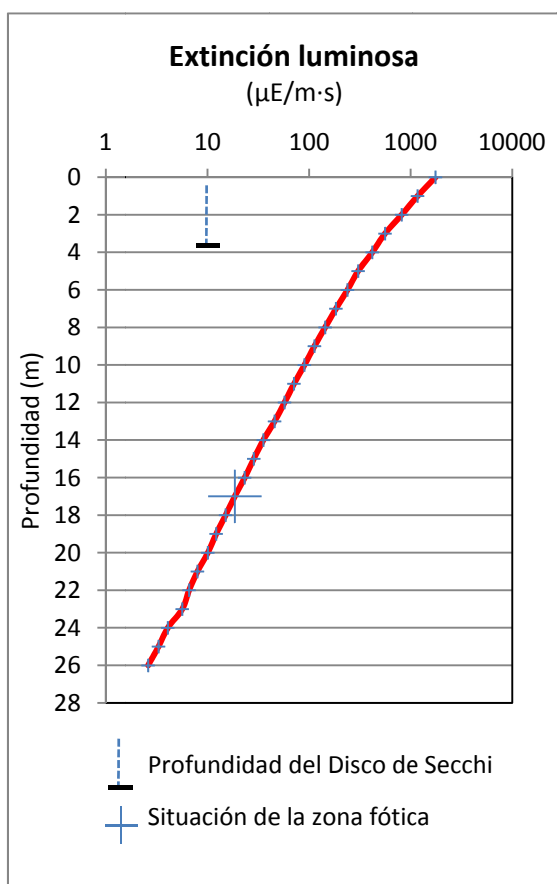


La temperatura del agua oscila entre los 8,64 °C – en el fondo- y los 19,14 °C - máximo registrado en superficie-. En el momento del muestro (Julio 2014) no existe termoclina.



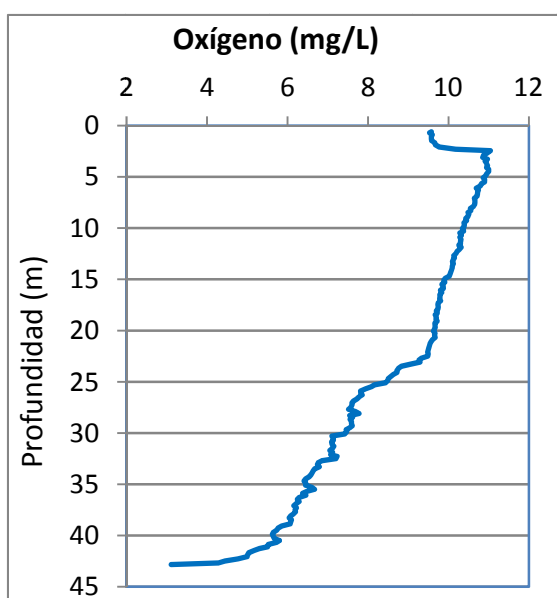
El pH del agua en la superficie es de 8,35, máximo epilimnético estival. En el fondo del embalse el valor del pH es de 7,51, mínimo hipolimnético.

Figura 3. Perfil vertical de la temperatura y pH.



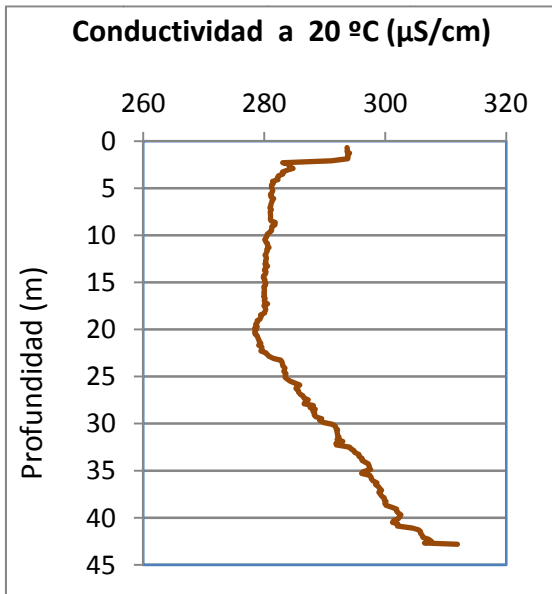
La transparencia del agua registrada en la lectura de disco de Secchi es de 3,10 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica de 7,8 metros. Mucho menor que la medición mediante célula fotoeléctrica, que indica una profundidad de la capa fótica de 17 m.

La turbidez media de la zona eufótica (muestra integrada de 17 m de profundidad) fue de 1,61 UAF.



Las condiciones de oxigenación de la columna de agua alcanzan en el muestreo una concentración media de 8,59 mg/L. No se han detectado condiciones anóxicas ($<2 \text{ mg O}_2/\text{L}$).

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



La conductividad del agua es de 293 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la superficie y de 312 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el fondo del embalse. El mínimo se encuentra a 20 m de profundidad con un valor de 278 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 5. Perfil vertical de la conductividad.

4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos en la campaña de 2014 en la muestra integrada, se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La concentración de fósforo total (PT) en la muestra integrada (zona fótica) fue de 1,72 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de P soluble resultó ser de 0,32 $\mu\text{g P/L}$.
- La concentración de nitrógeno total (NT) fue de 0,40 mg N/L.
- La concentración de nitrógeno inorgánico oxidado (nitrato + nitrito, NIO) tomó un valor de 0,31 mg N/L.
- La concentración de amonio (NH_4) fue <0,01 mg N/L.
- La concentración de sílice tomó un valor de 5,22 mg SiO_2/L .
- La alcalinidad en este embalse (zona fótica) fue de 2,20 meq/L.

4.3. Fitoplancton y concentración de clorofila

En el análisis de fitoplancton se han identificado un total de 35 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

BACILLARIOPHYCEAE	6
CHRYSOPHYCEAE	9
CHLOROPHYCEAE	8
CYANOBACTERIA	1
CRYPTOPHYCEAE	5
DINOPHYCEAE	5
EUGLENOPHYCEAE	1

La estructura de la comunidad de fitoplancton se resume en la tabla 2 y la composición detallada en la tabla 3.

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

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Nº CÉLULAS TOTALES	nº cel./ml	1339,31
BIOVOLUMEN TOTAL	µm ³ /ml	324327
Diversidad Shannon-Wiener		3,42
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Chrysophyceae
Nº células/ml		795,58
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Ochromonas</i> sp.
Nº células/ml		361,30
CLASE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		Bacillariophyceae
µm³/ml		130648
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOVOLUMEN)		<i>Cyclotella comta</i>
µm³/ml		85800

La concentración de clorofila fue de 1,26 µg/L en la muestra integrada, cuya profundidad se ha señalado en la figura 6 con una línea roja. El perfil vertical realizado mediante fluorimetría muestra un máximo de 1,9 µg/L a 13 metros de profundidad.

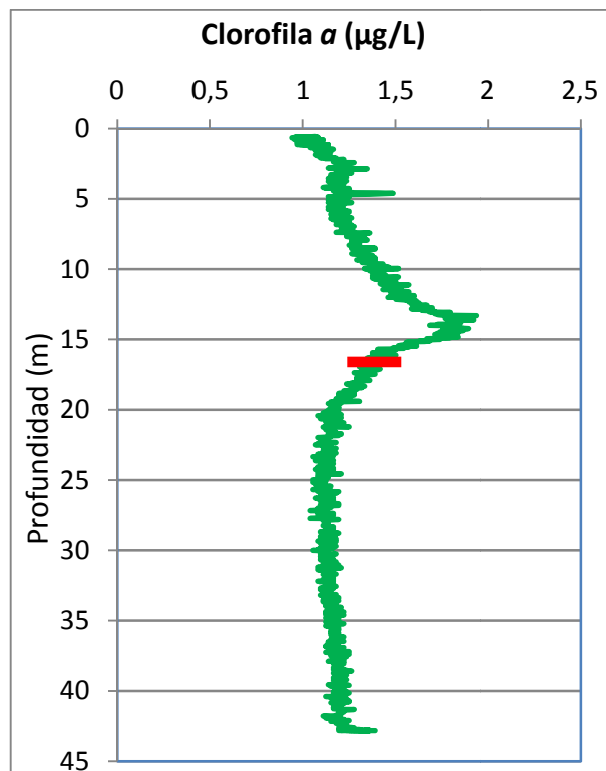


Figura 6. Perfil vertical de la clorofila a.

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 de la tabla siguiente:

Tabla 3. Composición detallada de la comunidad de fitoplancton.

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	BACILLARIOPHYCEAE/CENTRALES/			
CYCLCOMT0	<i>Cyclotella comta</i>	173,54	267 14	2
CYCLRADIO	<i>Cyclotella radiosa</i>	22,76	85800	1
STEPNEOA0	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	3,31	12465	
	BACILLARIOPHYCEAE /PENNALES/			
ASTEFORM0	<i>Asterionella formosa</i>	2,36	1700	2
DIPLOVAL0	<i>Diploneis ovalis</i>			1
DIATVULG0	<i>Diatoma vulgaris</i>	0,94	2351	
NAVICRYH0	<i>Navicula cryptocephala</i>			1

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
NITZPALE0	<i>Nitzschia palea</i>			1
FRAULACU2	<i>Ulnaria acus</i> (=Fragilaria ulna var. acus)			1
FRAGULNA0	<i>Ulnaria ulna</i> (=Fragilaria ulna)	1,42	1618	1
	CHRYSOPHYCEAE			
CHRYCGEN0	<i>Chrysococcus</i> sp.	8,53	4469	1
CHRYPLAN0	<i>Chrysolykos planctonicus</i>	8,53	894	
CHRYOGEN0	<i>Chrysochromulina</i> sp.	236,12	7556	
DINOBAVA0	<i>Dinobryon bavaricum</i>			1
DINODIVE0	<i>Dinobryon divergens</i>	9,92	1728	2
DINOSERT0	<i>Dinobryon sertularia</i>	0,47	67	2
KEPHPLAN0	<i>Kephyrion planktonicum</i>	76,81	3861	
KEPHRUBR0	<i>Kephyrion rubri-claustri</i>	5,69	286	
OCHROGEN0	<i>Ochromonas</i> sp.	361,30	69170	5
PSEUPSEU0	<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	88,19	4433	1
	CHLOROPHYTA			
COENHIND0	<i>Coenochloris hindakii</i>	8,53	559	2
CHLAMGEN0	<i>Chlamydomonas</i> sp.	14,22	3813	1
DIDYCOMA0	<i>Didymocystis comasii</i>			1
ELAKGELA0	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0,94	50	
KIRCOBES0	<i>Kirchneriella obesa</i>	2,84	33	
MONONANU0	<i>Monoraphidium nanum</i>	36,98	465	
OOCYLACU0	<i>Oocystis lacustris</i>	14,22	834	
PEDINGEN0	<i>Pedinomonas</i> sp.	113,80	3575	
TETRMINI0	<i>Tetraedron minimum</i>	0,94	59	
	CYANOBACTERIA			
APHASGEN0	<i>Aphanocapsa</i> sp.	71,12	37	
OSCILIMO0	<i>Oscillatoria limosa</i>			1
	CRYPTOPHYCEAE			
CRYPEROS0	<i>Cryptomonas erosa</i>	2,84	6800	
CRYERREF2	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>reflexa</i>	11,38	27200	1
CRYPMARS0	<i>Cryptomonas marsonii</i>	2,84	1621	
CRYPTGEN0	<i>Cryptomonas</i> sp.			1
PLAGLACU0	<i>Plagioselmis</i> (=Rhodomonas) <i>lacustris</i>	36,98	4896	
PLAGNANN0	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (=Rhodomonas <i>lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>)	2,84	167	
	DINOPHYCEAE			
CERAHIRU0	<i>Ceratium hirundinella</i>	0,47	20661	1
GYMNHV0	<i>Gymnodinium helveticum</i>	0,47	1039	1
GYMNLACU0	<i>Gymnodinium lacustre</i>	10,86	12287	
GYMNAWR0	<i>Gymnodinium wawrikan</i>	0,94	1567	
PERICINC0	<i>Peridinium cinctum</i>			1
PERIUMBO0	<i>Peridinium umbonatum</i>	5,67	13462	
PERUMDEF2	<i>Peridinium umbonatum</i> var. <i>defflandrei</i>			1

	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOVOLUMEN	CUALITATIVO
COD_EMB_LW	FITOPLANCTON	cél./ml	µm ³ /ml	
	EUGLENOPHYCEAE			
EUGLEGEN0	<i>Euglena</i> sp.	0,47	2090	1
	TOTALES BACILLARIOPHYCEAE	204,33	130648	
	TOTALES CHRYSOPHYCEAE	795,58	92464	
	TOTALES CHLOROPHYTA	192,50	9388	
	TOTALES CYANOBACTERIA	71,12	37	
	TOTALES CRYPTOPHYCEAE	56,90	40683	
	TOTALES DINOPHYCEAE	18,42	49016	
	TOTALES EUGLENOPHYCEAE	0,47	2090	
	TOTALES ALGAS	1339,31	324327	

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 Santa Ana se han identificado un total de 11 especies, distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos:

- 3 Cladocera
- 2 Copepoda
- 6 Rotifera

La estructura y composición de la comunidad de zooplancton se resume en la tabla 4:

Tabla 4. Estructura y composición de la comunidad de zooplancton.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
PROFUNDIDAD	m	13,0
DENSIDAD TOTAL	individuos/L	99,81
BIOMASA TOTAL	µg/L	26,39
Diversidad Shannon-Wiener		1,16
CLASE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		Rotíferos
individuos/L		85,38
ESPECIE PREDOMINANTE (DENSIDAD)		<i>Synchaeta oblonga</i>
individuos/L		72,31
CLASE PREDOMINANTE (BIOMASA)		Cladóceros
µg/L		19,31
ESPECIE PREDOMINANTE (BIOMASA)		<i>Bosmina longirostris</i>
µg/L		14,50
COLUMNA AGUA INTEGRADA (red vertical)		0 - 30 m
CLADÓCEROS: 8,47 % COPÉPODOS: 6,41 % ROTÍFEROS: 85,12 %		

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 la tabla 5:

Tabla 5. Composición detallada de la comunidad de zooplancton.

CÓDIGO	COMPOSICIÓN	ABUNDANCIA	BIOMASA	PORCENTAJE
TAXÓN	ZOOPLANCTON	Ind./L	mg/L	%
	CLADÓCEROS			
BOSMLONG0	<i>Bosmina longirostris</i>	11,15	14,50	5,03
CERIPULC0	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	0,96	1,15	1,83
DAPHCUCU0	<i>Daphnia cucullata</i>	-	-	0,23
DAPHLONG0	<i>Daphnia longispina</i>	0,96	3,65	0,46
DIAPBRAC0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	0,92
	COPÉPODOS			
CYCLABYS0	<i>Cyclops abyssorum</i>	0,77	0,27	4,58
EUDIVULG0	<i>Eudiaptomus vulgaris</i>	0,58	2,13	1,83
	ROTÍFEROS			
ASCOSALT0	<i>Ascomorpha saltans</i>	10,77	0,67	1,37
ASPLPRIO0	<i>Asplanchna priodonta</i>	-	-	0,92
KELLOLON1	<i>Kellicotia longispina longispina</i>	0,38	0,02	0,46
PLOETRUN0	<i>Ploesoma truncatum</i>	0,19	0,12	2,29
POLYVULG0	<i>Polyarthra vulgaris</i>	1,15	0,05	2,29
SYNCGRAN0	<i>Synchaeta grandis</i>	0,58	0,20	0,46
SYNCOBLO0	<i>Synchaeta oblonga</i>	72,31	3,62	76,88
SYNCPLECT0	<i>Synchaeta pectinata</i>	-	-	0,46
	Total Cladóceros	13,08	19,31	8,47
	Total Copépodos	1,35	2,40	6,41
	Total Rotíferos	85,38	4,68	85,12
	Total	99,81	26,39	100,00

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 6, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita en la sección 5 de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 6. 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 7 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 7. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Santa Ana.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
P TOTAL	1,72	Ultraoligotrófico
CLOROFILA a	1,26	Oligotrófico
DISCO SECCHI (DS)	3,10	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1339	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	4,00	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, el fósforo total (PT) clasifica el embalse como ultraoligotrófico, la concentración de clorofila a y la transparencia (DS) lo hacen como oligotrófico. Mientras que la densidad algal lo hace como mesotrófico. Combinando todos los indicadores el estado trófico final para el embalse de SANTA ANA ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

6. DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

a) Aproximación experimental (*PEexp*)

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla 8, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado a) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 8. 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 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	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 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 9:

Tabla 9. 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
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 10 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 10. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Santa Ana.

Indicador	Elementos	Parámetros	Valor	Potencial
Biológico	Fitoplancton	Densidad algal (cel./ml)	1339	Moderado
		Clorofila a (µg/L)	1,26	Bueno
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,32	Bueno
		<i>Phytoplankton Assemblage Index (Q)</i>	3,34	Bueno
		<i>Phytoplankton Trophic Index (PTI)</i>	3,88	Bueno
		<i>Trophic Index (TI)</i>	2,14	Bueno
	Zooplancton	<i>Phytoplankton Reservoir Trophic Index (PRTI)</i>	6,12	Bueno
		<i>Zooplankton Reservoir Trophic Index (ZRTI)</i>	5,34	Bueno
INDICADOR BIOLÓGICO			3,9	BUENO
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,10	Bueno
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,59	Máximo
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	1,72	Máximo
INDICADOR FISICOQUÍMICO			4,7	MPE
POTENCIAL ECOLÓGICO PExp				BUENO

b) Aproximación normativa (*PE_{norm}*)

Se han considerado los indicadores, los valores de referencia y los límites de clase B⁺/M (Bueno o superior/Moderado), M/D (Moderado/Deficiente) y D/M (Deficiente/Malo), así como sus ratios de calidad ecológica (RCE), especificados en las tablas 11 y 12, estableciéndose el potencial ecológico del embalse según la metodología descrita en la sección 6.3, apartado b) de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

Tabla 11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (Orden ARM/2656/2008).

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,00	0,211	0,14	0,07
			Biovolumen mm ³ /L	0,36	0,189	0,126	0,063
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,10	0,974	0,649	0,325
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,908	0,607	0,303
Tipo 7	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 9	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 10	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 11	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,60	0,433	0,287	0,143
			Biovolumen mm ³ /L	0,76	0,362	0,24	0,12
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	0,61	0,982	0,655	0,327
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,715	0,48	0,24
Tipo 12	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,40	0,195	0,13	0,065
			Biovolumen mm ³ /L	0,63	0,175	0,117	0,058
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,50	0,929	0,619	0,31
			Porcentaje de cianobacterias	0,10	0,686	0,457	0,229
Tipo 13	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a mg/m ³	2,10	0,304	0,203	0,101
			Biovolumen mm ³ /L	0,43	0,261	0,174	0,087
		Composición	Índice de Catalán (IGA)	1,10	0,979	0,653	0,326
			Porcentaje de cianobacterias	0,00	0,931	0,621	0,31

Tabla 12. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Máximo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 1	0,99 – 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 1	0,99 – 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 1	0,99 – 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 1	0,99 – 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
			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 13:

Tabla 13. 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
Deficiente	Indistinto	Deficiente
Malo	Indistinto	Malo

En la tabla 14 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 14. Diagnóstico del potencial ecológico (*PE_{norm}*) del embalse de Santa Ana.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	<i>PE_{norm}</i>
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	1,26	2,06	1,74	Máximo
			Biovolumen algal (mm ³ /L)	0,32	2,34	1,84	Máximo
			Media				1,79
		Composición	<i>Índice de Catalán (IGA)</i>	0,03	1,001	1,03	Máximo
			<i>Porcentaje de cianobacterias</i>	0,00	1,00	1,00	Máximo
			Media				1,02
Media global						1,40	
INDICADOR BIOLÓGICO				1,40			MÁXIMO
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			<i>PE_{norm}</i>	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,10			Bueno	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,59			Máximo	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	1,72			Máximo	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				4,7		MPE	
POTENCIAL ECOLÓGICO <i>PE_{norm}</i>				MÁXIMO			

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 7. Vista de la presa del embalse



Figura 8. Vista del punto de acceso al embalse