



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

**EJECUCIÓN DE TRABAJOS RELACIONADOS CON
LOS REQUISITOS DE LA DIRECTIVA MARCO
(2000/60/CE) EN EL ÁMBITO DE LA CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA DEL EBRO REFERIDOS A:
ELABORACIÓN DEL REGISTRO DE ZONAS
PROTEGIDAS, DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL
ECOLÓGICO DE LOS EMBALSES, DESARROLLO DE
PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE INVESTIGACIÓN**

EMBALSE DE TERRADETS

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE	1
2.1. Ámbito geográfico	1
2.2. Características morfométricas e hidrológicas	2
2.3. Usos del agua	4
2.4. Registro de zonas protegidas	4
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	5
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
4.1. Características físico-químicas de las aguas	7
4.2. Hidroquímica del embalse	9
4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores	11
4.3.1. Cualidad bioindicadora	14
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	14
6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	15
ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS	
ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS	
ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS	
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
APÉNDICE 1. FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE	

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge los resultados de los trabajos realizados en el embalse de Terradets y la interpretación de los mismos, con una disposición temática similar para los 47 embalses estudiados, a efectos de proporcionar una referencia fija que facilite la consulta y explotación de la información contenida en ellos.

En general, se recurre a presentaciones gráficas y sintéticas de la información, acompañadas de un texto conciso, lo que permitirá una ágil y rápida consulta del documento. Los listados de datos analíticos se adjuntan en tres anexos que completan el presente documento. Por último, tras los anexos, se presenta un reportaje fotográfico que refleja el estado del embalse durante el periodo estudiado (años 2004-2005).

En apartados sucesivos se comentan los siguientes aspectos:

- Resultados del estudio en el embalse (FASE DE CARACTERIZACIÓN) de todos los aspectos tratados (hidráulicos, físico-químicos y biológicos), que culminan en el diagnóstico del grado trófico.
- Definición del “Potencial Ecológico”, tras la aplicación de indicadores biológicos y físico-químicos propuestos en la Directiva Marco de Aguas.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EMBALSE Y DE LA CUENCA VERTIENTE

2.1. Ámbito geográfico

La cuenca vertiente del embalse de Terradets se sitúa sobre el Prepirineo, concretamente en las Sierras Exteriores de dicha cordillera (Sierras del Montsech, Sant Mamet y Carbonera). Al sur de la divisoria de esta cuenca se extiende la gran Depresión Terciaria del Ebro.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1935, se sitúa en el término municipal de Limiana, provincia de Lérida. Regula, principalmente, las aguas del río Noguera Pallaresa, aunque también las de otros ríos y arroyos de menor entidad, entre los que destaca el

río Barcedana, por la margen izquierda. Terradets ocupa la posición intermedia de la cadena de embalses que se instalan en el Noguera Pallaresa, aguas arriba de él, aproximadamente a 9 km, se encuentra el embalse de Talarn-Tremp y 3 km, aproximadamente, aguas abajo el de Camarasa.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de pequeñas dimensiones con una morfología muy regular, donde tan sólo es destacable el pequeño brazo que, por la margen izquierda, conforma el río Barcedana.

La cuenca vertiente al embalse de Terradets tiene una superficie total de 252 420,27 ha. El embalse tiene una extensión de 330 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 23 hm³. Tiene una profundidad media de 10 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 10,5 m. En el cuadro I se presentan las características morfométricas del embalse y de las subcuencas.

Cuadro I: Características morfométricas del embalse y subcuencas

Superficie de la cuenca total (ha)	252 420,27
Superficie de la cuenca parcial (ha)	-
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	-
Superficie del embalse (ha)	330
Longitud máxima del embalse (km)	6,2
Capacidad total (hm ³)	23
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	10,5
Profundidad media (m)	10
Perímetro en máximo nivel (km)	16
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	372
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	-

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entre 1 y 3 metros de profundidad. La capa fótica en el estío ronda 1 m metro de espesor.

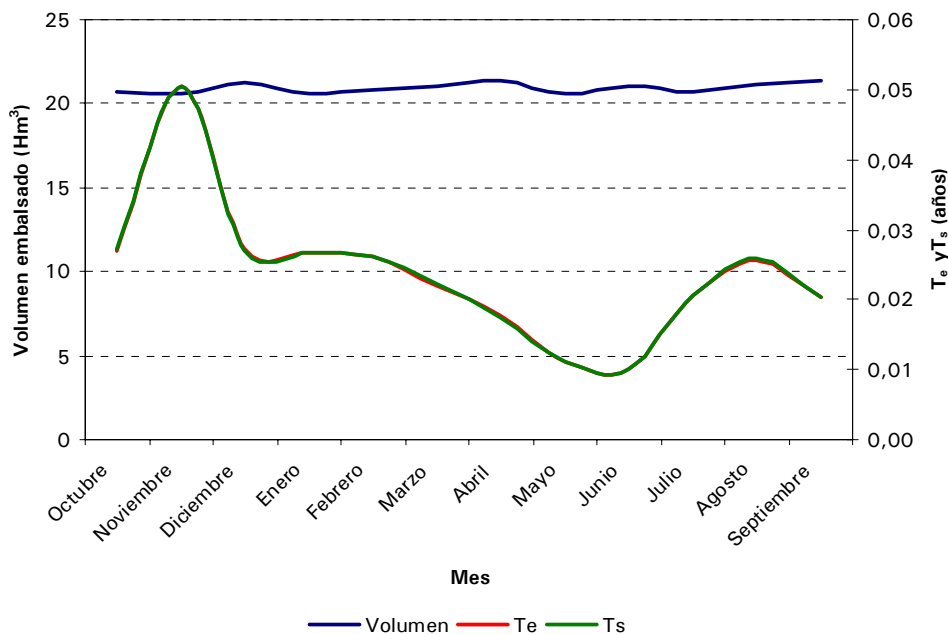
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondientes al periodo 2001-2005.

Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Periodo 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	20,74	64,95	65,18	0,03	0,03
Noviembre	20,65	33,60	33,70	0,05	0,05
Diciembre	21,26	66,75	66,65	0,03	0,03
Enero	20,64	65,85	65,80	0,03	0,03
Febrero	20,81	61,08	60,88	0,03	0,03
Marzo	20,99	79,85	80,85	0,02	0,02
Abril	21,31	99,88	99,45	0,02	0,02
Mayo	20,63	157,63	158,08	0,01	0,01
Junio	21,04	172,95	172,00	0,01	0,01
Julio	20,74	85,48	85,93	0,02	0,02
Agosto	21,16	69,53	70,15	0,03	0,03
Septiembre	21,39	86,75	86,60	0,02	0,02
Total anual	20,95	1044,28	1045,25	0,02	0,02

El tiempo de residencia anual del agua es muy bajo, en torno a 7 días. Los mínimos se obtienen en los meses de mayo y junio -4 días- y los máximos en los meses invernales, noviembre principalmente, donde el tiempo de retención alcanza los 18 días. Como puede apreciarse en el gráfico siguiente el embalse sufre escasas fluctuaciones a lo largo del año.

¹ Significa que presenta un único ciclo anual de mezcla-estratificación vertical.

Figura 1: Volumen embalsado y tiempo de retención del agua


2.3. Usos del agua

Las aguas del embalse se destinan principalmente a la producción hidroeléctrica. A su vez, en el embalse se realizan actividades recreativas (pesca y navegación principalmente).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Camarasa 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 la categoría *Zonas de protección de habitats o especies*.

El embalse se sitúa dentro del LIC ES5130015 "Serra del Montsec". Este espacio se caracteriza por representar una transición entre paisajes pirenaicos y mediterráneos continentales, dentro de la fauna asociada a ecosistemas fluviales destaca la nutria (*Lutra lutra*).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en la inmediaciones de la presa (**E1**) y otra en el tributario principal, río Noguera Pallaresa (**T1**), aguas abajo del municipio de Tremp (**ver Figura 2**). Una descripción detallada de los trabajos realizados en el marco del Estudio se presenta en el apartado 4.1. de la MEMORIA DEL ESTUDIO.

En total se han realizado 4 campañas de muestreo en el embalse, distribuidas a lo largo de los años 2004 y 2005. En el **cuadro III** se presentan las fechas de los muestreos y si en esa fecha hay estratificación térmica en el embalse.

Cuadro III: Campañas y fechas de muestreo

1ª Campaña	03/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	20/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	15/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	26/07/2005	Estratificación

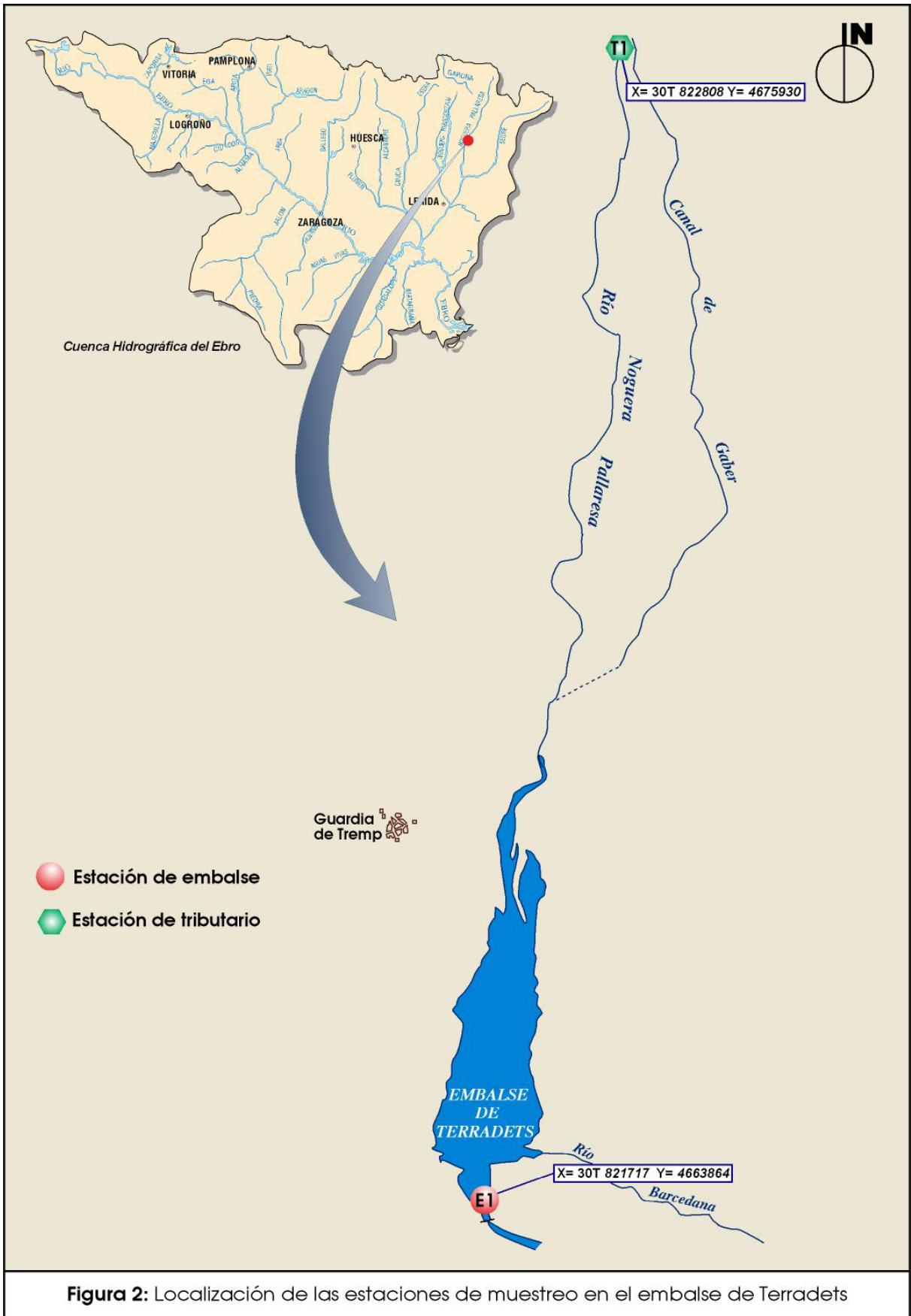


Figura 2: Localización de las estaciones de muestreo en el embalse de Terradets

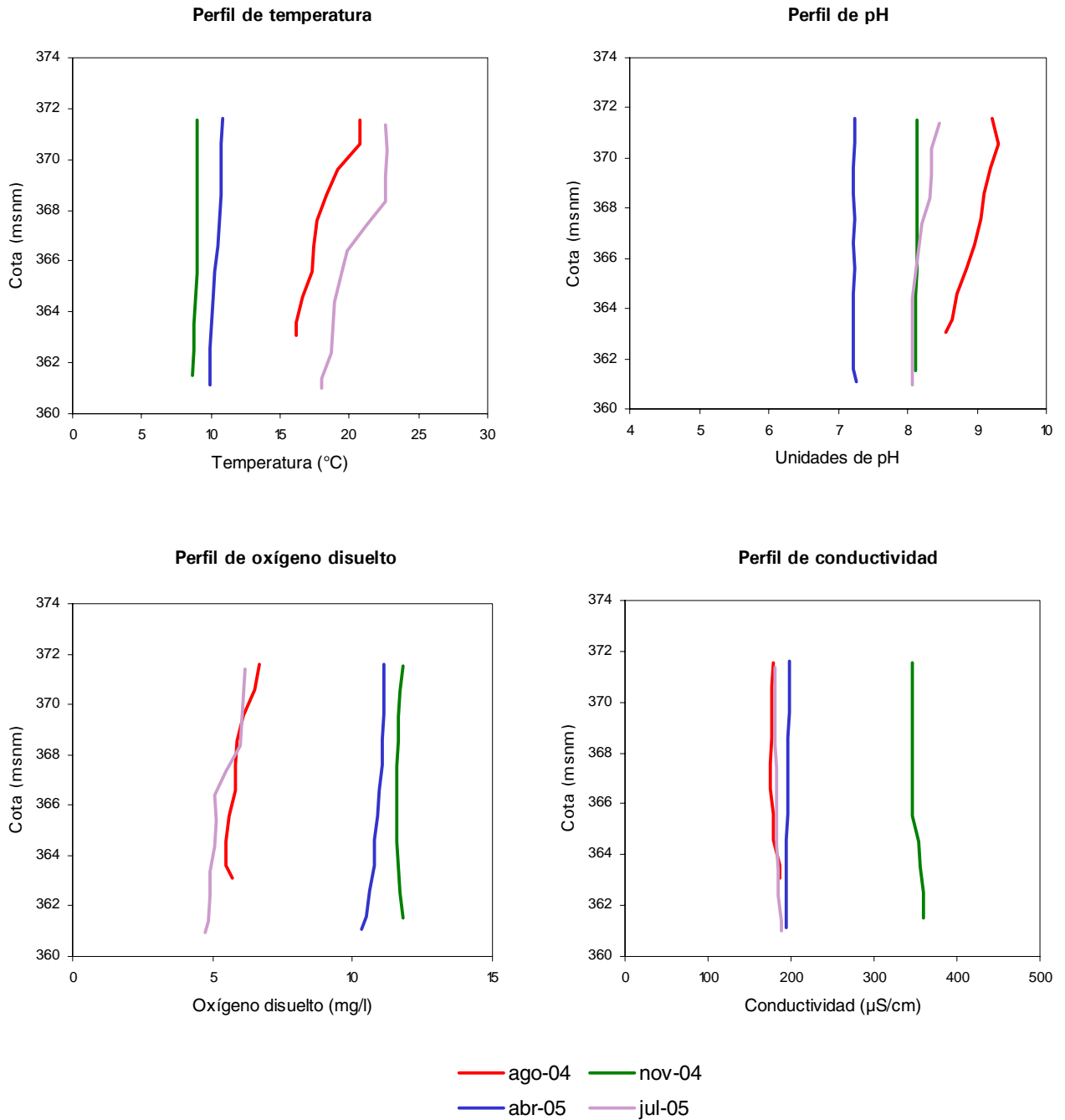
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Características físico-químicas de las aguas

Los resultados físico-químicos de cada una de las campañas de muestreo se presentan en el **Anexo I**. Del comportamiento observado se desprenden las siguientes apreciaciones:

- La temperatura del agua es moderada, oscilando entre los 8,68 °C -mínimo- y los 22,6 °C, -máximo registrado en el estío-. En el periodo estival la termoclina se sitúa ente los 2 y los 4 metros de profundidad.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 8,06 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,3 ud y el mínimo, registrado en primavera, de 7,21 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 1 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 1,7 metros. El mínimo (0,6 m) se registra en la campaña de verano de 2004, mientras que el máximo (1,62 m) se registra en invierno.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 8,49 mg/l O₂. No se han detectado condiciones anóxicas en ninguna de las campañas efectuadas. El hipolimnion, en la época estival, se encuentra bien oxigenado, siendo el valor mínimo registrado de 4,74 mg/l O₂. Durante la época de mezcla (invierno-primavera) la columna de agua está muy bien oxigenada, con unos registros que oscilan entre los 10,3 y los 11,8 mg/l O₂.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 227 μS/cm. Los resultados obtenidos oscilan entre los 175 μS/cm –mínimo estival- y los 359 μS/cm –máximo invernal-.

Figura 3: Perfiles físico-químicos del embalse



4.2. Hidroquímica del embalse

De los resultados analíticos obtenidos a lo largo del periodo 2004-2005, y que se presentan en el **Anexo II**, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Las concentraciones de nutrientes son moderadas. El fósforo total presenta un valor medio para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, de 0,033 mg/l P. Los valores oscilan entre 0,013 mg/l P, mínimo localizado en invierno, y 0,051 mg/l P, máximo en verano de 2005, éste último valor aumenta ostensiblemente debido a la muestra de fondo, donde se registra el máximo absoluto de 0,084 mg/l P. El valor máximo para los ortofosfatos, registrado también en verano de 2005, alcanza los 0,023 mg/l P. Cabe citar que los máximos coinciden con el valor máximo, de todas las campañas realizadas, en el tributario (verano de 2005) -0,189 mg/l P-.

La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 0,32 mg/l N. Entre las formas inorgánicas que lo componen la predominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 91\%$), siendo las proporciones de amonio y nitritos pequeñas ($\text{NH}_4/\text{NIT} = 6\%$, $\text{NO}_2/\text{NIT} = 3\%$). La máxima concentración de NIT -0,39 mg/l N- se sitúa en invierno, mientras que el mínimo -0,25 mg/l N- se da en primavera.

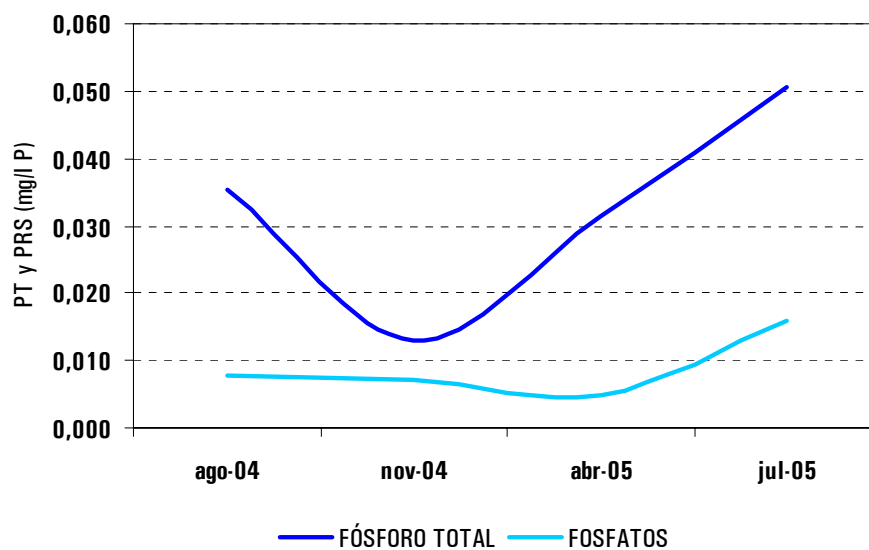
La concentración de nutrientes aportada por el tributario se encuentra en rangos moderados, obteniéndose unas concentraciones medias anuales de 0,062 mg/l P y 0,26 mg/l N, para el fósforo y el nitrógeno inorgánico total, respectivamente. No obstante, se aprecia un acusado incremento de la concentración en verano de 2005, año especialmente seco, lo que hace suponer que, en situaciones normales, éstas concentraciones, y en especial la de los compuestos fosforados, sean inferiores.

- El contenido de materia orgánica obtenido en el embalse es bajo y no presenta variaciones interanuales destacables. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 1,5 y 10,2 mg O_2/l , para la DBO_5 y DQO , respectivamente. El tributario presenta un contenido de materia orgánica moderada, con una media anual para la DQO de 21,8 mg/l O_2 .

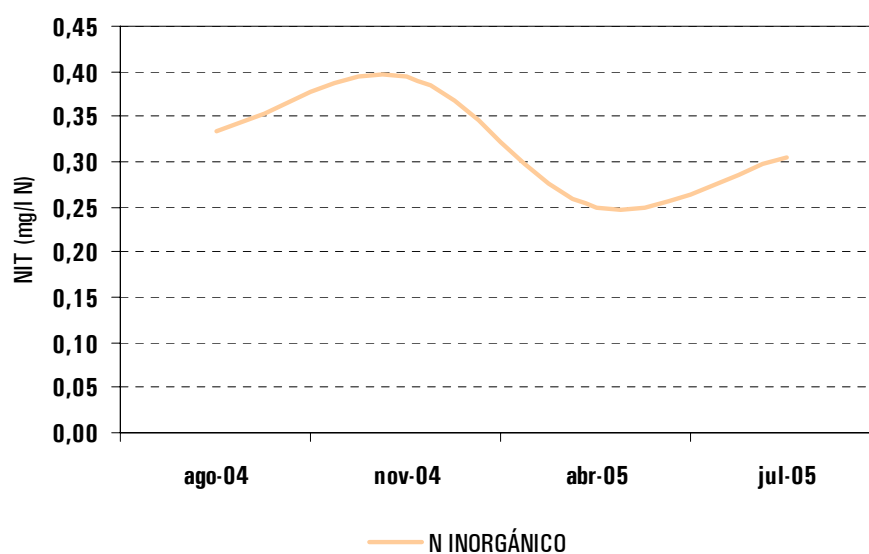
- Las aguas embalsadas se encuentran poco mineralizadas, con una concentración de calcio, catión predominante, de 29,1 mg Ca/l.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

**Valores medios de Fósforo Total y Fósforo Reactivo Soluble
Embalse de Terradets**



**Valores medios de Nitrógeno Inorgánico Total
Embalse de Terradets**



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**.

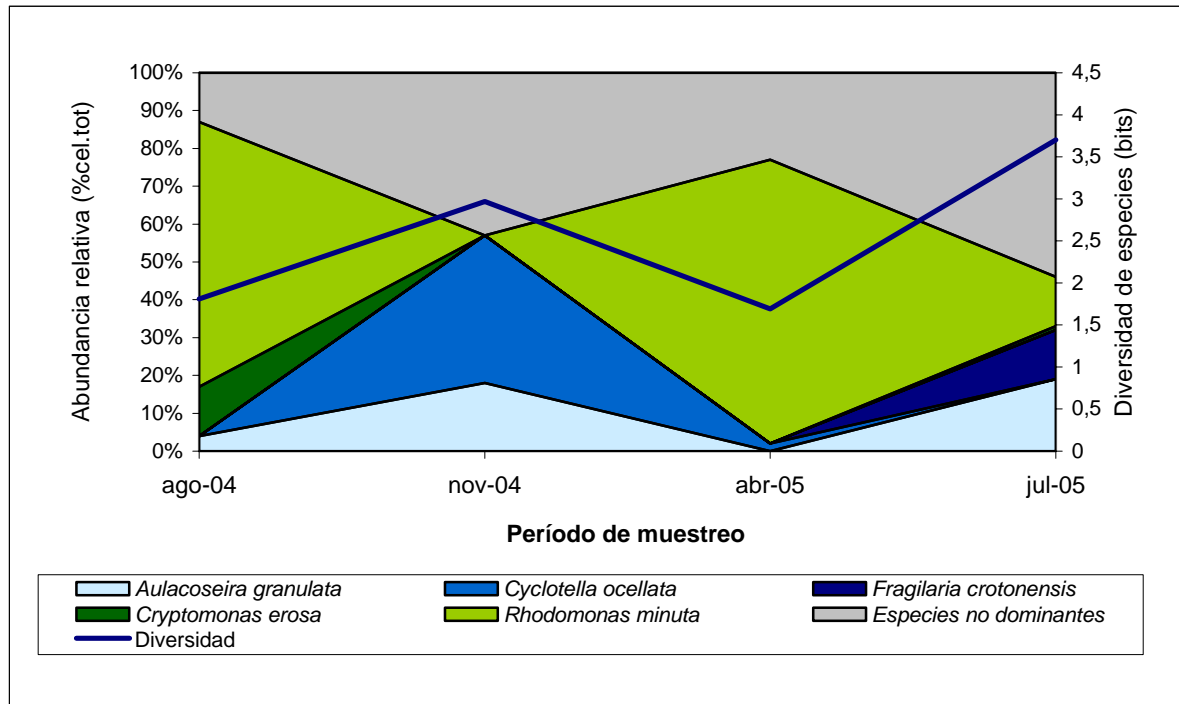
De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones:

De la totalidad de 4 análisis realizados, se han identificado un total de 62 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 19 diatomeas
- 2 cianobacterias
- 22 clorofíceas
- 5 criptofíceas
- 5 crisofíceas
- 3 dinofíceas
- 3 euglenofíceas
- 3 zigofíceas

El siguiente gráfico recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 5 especies representadas en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que se ha obtenido en una determinada estación climatológica.

Figura 5: Evolución temporal de las especies dominantes y diversidad de la comunidad algal



La composición y estructura poblacional han mantenido las siguientes pautas temporales:

En el período estival de 2004, la comunidad algal presenta el máximo valor de densidad fitoplanctónica -724 cel/ml- y el grupo dominante son las criptofíceas (83% de la densidad total). Se identifica como especie con mayor densidad relativa a *Rhodomonas minuta* y como principal especie acompañante otra criptofícea denominada *Cryptomonas erosa*.

En el periodo invernal se produce un cambio cuantitativo y cualitativo en la comunidad algal. La densidad se reduce a valores muy bajos -183 cel/ml- y el grupo de las criptofíceas retrocede y son sustituidas por las diatomeas. Específicamente las dos especies del grupo de las diatomeas más abundantes son *Cyclotella ocellata* y *Aulacoseira granulata*.

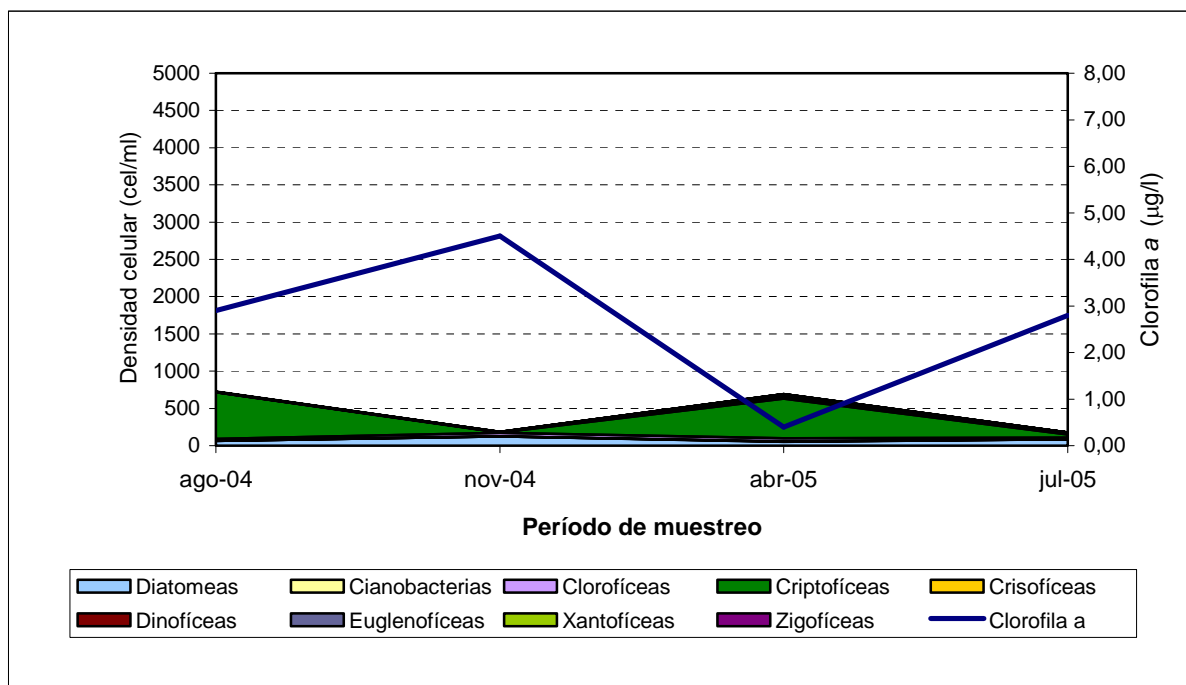
La primavera se caracteriza por un aumento en la densidad fitoplanctónica del embalse alcanzando 691 cel/ml. El crecimiento algal se debe al incremento poblacional de la pequeña criptofícea *Rhodomonas minuta* que representa el 75% de la densidad total. En

este período se observa también un leve crecimiento de las clorofíceas protagonizado por *Chlorococcum sp.*, que se establece así como principal especie acompañante. La existencia de una especie claramente dominante determina el mínimo valor de diversidad de Shannon-Weaver -1,69 bits-.

En el verano 2005 se vuelve a producir un descenso de la densidad algal registrándose el valor más bajo del periodo -177 cel/ml-. La comunidad algal no presenta ni un grupo ni una especie claramente dominante, como puede observarse en la Figura 5. Las especies más abundantes no representan un elevado porcentaje de la comunidad, entre estas especies destacan las diatomeas *Aulacoseira granulata* y *Fragilaria crotonensis*. La situación descrita favorece el registro del máximo valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver -3,70 bits-.

La evolución temporal de la densidad algal, segregada por clases taxonómicas y la biomasa expresada en concentración de clorofila *a*, se representa en el siguiente gráfico:

Figura 6: Evolución temporal por clases taxonómicas



La evolución temporal de la biomasa, medida como concentración de clorofila *a*, no presenta una buena correspondencia con la densidad fitoplanctónica. En la Figura 6 se observa cómo la tendencia de la clorofila *a* es inversa a la tendencia de la densidad

celular. Este desajuste podría tener su origen en los reducidos valores resultantes de ambos parámetros, que favorecerían un mayor sesgo tanto en el recuento de células como en la medida de biomasa. A pesar del desajuste indicado el valor medio de densidad algal -444 cel/ml- y el valor medio de concentración de clorofila *a* -2,65 µg/l- tiene una buena correspondencia.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La información que aportan los parámetros biológicos determina la clasificación del embalse de Terradets como una lámina de agua con un grado trófico reducido. Los parámetros biológicos estudiados son la densidad algal media -444 cel/ml-, la biomasa medida como concentración de clorofila *a* -2,65 µg/l- y las asociaciones algales que se



Aulacoseira granulata

han identificado en los periodos de muestreo. La asociación algal presente en invierno se caracteriza por la dominancia de diatomeas céntricas -*Cyclotella ocellata* y *Aulacoseira granulata*-, características de medios con baja disponibilidad de nutrientes. En el primer verano estudiado y en primavera crecen las criptofíceas -*Rhodomonas minuta*-. En el estío de 2005,

únicamente se puede destacar la presencia de las diatomeas *Aulacoseira granulata* y *Fragilaria crotonensis*, aunque su valor indicador es relativo dada la reducida densidad registrada y la escasa proporción de población que representan. En términos generales la sucesión algal observada es propia de medios con baja disponibilidad de nutrientes.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

En función de la variedad de índices que se plasma en el **cuadro IV**, se puede catalogar al embalse de Terradets, como **mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE el parámetro causal básico (PT) sitúa al embalse en rangos de mesotrofia, mientras que el de respuesta (clorofila *a*) presenta un resultado de oligotrofia. El máximo rango, hipereutrofia, se obtiene con la transparencia (considerada como mínimo anual), no obstante éste parámetro sobreestima el grado trófico del

embalse, ya que la baja transparencia se debe, en gran medida, a sólidos inorgánicos en suspensión.

Cabe citar que los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, definen al embalse como mesotrófico, por su parte el obtenido con la clorofila *a* es de oligotrofia.

Cuadro IV Catalogación del grado trófico del embalse según los diferentes índices

Índice	Definición criterio	Rango	Periodo 2.004-2.005	
			Valor	Grado Trófico
EPA (1976)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 10-MESO-20 >	33	EUTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Nº células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	444	OLIGOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	4,5	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	2,2	OLIGO-MESOT.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	33	MESO-EUTRÓF.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	1,1	EUTRÓFICO
Margalef (1983)	<i>Nº células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	444	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	2,2	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	33	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	290	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	1,1	E. AVANZADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	2,2	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	4,5	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	33	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6;; 6-3; 3-1.5; < 1.5	1,1	HIPEREUT.
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	0,6	HIPEREUT.
TSI (Carlson, 1974): DST	$TSI = 10(6 - \log_2(DST))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	59	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	$10(6 - \log_2 7,7(1/Cl_a^{0,68}))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	38	OLIGOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	$TSI = 10(6 - \log_2(54,9/PT))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	52	MESOTRÓFICO

6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

En el apartado 6.1. de la MEMORIA DEL ESTUDIO - ESTABLECIMIENTO DEL POTENCIAL ECOLÓGICO- se describe la metodología empleada para clasificar el potencial ecológico.

Tal y como se refleja en el cuadro siguiente, el potencial ecológico del embalse de Terradets es **MODERADO**.

EMBALSE DE TERRADETS			CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					Valor obs.	Valoración del parámetro	Valoración del indicador	IPE	EQR
Indicadores	Elementos	Parámetros	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo					
Biológicos	Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton	Densidad algal, media anual (cel/ml)	< 5000	5000-15000	15000-25000	25000-50000	> 50000	444	5	3,0	3,0	0,75
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	2,6	3			
		Cianofíceas tóxicas; máx anual (cel/ml)	0-500	500-2000	2000-20000	20000-100000	> 10 ⁵	0	5			
Físico-Químicos	Transparencia	Disco de Secchi; media anual (m)	> 12	12-6	6-3	3-1,5	< 1,5	1,1	1	3,0	3,0	0,75
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	9,1	5			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	32,6	3			
			VALORACIÓN DE CADA CLASE									
			5	4	3	2	1					

CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					
	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
EQR	1-0,95	0,95-0,80	0,80-0,60	0,60-0,40	0,40-0

ANEXO I. RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

EMBALSE: TERRADETS (TE) **CAMPAÑA:** 2
COT. MAX: 372 **NIVEL:** 371,53

Estación: E1 Profundidad: 10
 Fecha: 20/11/2004 Hora: 11:50
 Disco Secchi (m): 1,62 Capa fótica (m): 2,8

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	372	9,04	8,13	11,78	102,10	346	214	225
1	371	9,01	8,13	11,70	101,30	347	214	226
2	370	8,99	8,14	11,65	100,90	347	214	226
3	369	8,97	8,14	11,61	100,50	347	214	226
4	368	8,97	8,14	11,59	100,30	347	214	226
5	367	8,97	8,14	11,57	100,10	347	214	226
6	366	8,96	8,14	11,56	100,10	347	214	226
7	365	8,92	8,11	11,57	100,00	353	213	229
8	364	8,82	8,12	11,62	100,00	355	214	231
9	363	8,72	8,12	11,71	100,60	359	214	233
10	362	8,68	8,11	11,79	101,30	359	214	233

TRIBUTARIO: Noguera-Pallaresa **CAMPAÑA:** 2

Estación: TET1 Cod. Est.: TE2T1
 Fecha: 20/11/2004 Hora: 10:35

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	8,04	8,17	12,95	109,60	320	232	208

EMBALSE:	TERRADETS (TE)	CAMPAÑA:	4
COT. MAX:	372	NIVEL:	371,38

Estación:	E1	Profundidad:	10,4
Fecha:	26/07/2005	Hora:	17:00
Disco Secchi (m):	0,75	Capa fótica (m):	1,3

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	371	22,67	8,45	6,16	71,30	181	120	118
1	370	22,68	8,35	6,12	71,00	181	117	118
2	369	22,66	8,35	6,07	70,40	181	120	118
3	368	22,59	8,33	5,98	69,10	181	122	118
4	367	21,19	8,20	5,49	61,90	183	119	119
5	366	19,83	8,15	5,05	55,40	183	118	119
6	365	19,36	8,11	5,12	56,50	183	118	119
7	364	18,89	8,07	5,10	54,80	183	117	119
8	363	18,75	8,06	4,93	52,80	184	117	120
9	362	18,66	8,06	4,93	52,70	184	117	120
10	361	17,98	8,06	4,86	51,30	188	118	122
10,4	361	17,97	8,06	4,74	50,00	189	118	123

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO:	TE1		
CAMPAÑA:	1	FECHA:	03/08/2004		
COTA MÁXIMA:	372	NIVEL:	372		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	4	8	
COTA	msnm	371	368	364	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	7,8	11,3	21,6	15,9
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	64,0	65,3	65,3	79,9
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,9	0,7	0,7	0,7
DQO	mg O ₂ /l	4,0	4,0	55,4	43,6
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,017	0,036	0,053	0,026
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,029	0,021	0,023	0,050
FOSFATOS	mg P/l	0,009	0,007	0,007	0,016
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,31	0,26	0,52	0,52
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,02	0,02	0,02
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,01	0,02	0,02
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,29	0,24	0,50	0,50
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,22	1,54	1,36	1,04
NITRATOS	mg N/l	0,28	0,35	0,31	0,24
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,024	0,016	0,020	0,030
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,005	0,006	0,009
N INORGÁNICO	mg N/l	0,30	0,37	0,33	0,26
CALCIO	mg Ca/l	27,9	29,0	30,5	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	2,5	2,5	2,6	
SODIO	mg Na/l	3,8	4,0	4,3	
POTASIO	mg K/l	0,5	0,5	0,4	
CLORUROS	mg Cl/l	5,5	5,5	6,0	
SULFATOS	mg SO ₄ ²⁻ /l	13,1	12,6	12,9	
SULFUROS	mg S ²⁻ /l			0,002	
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	7,22	2,63	6,86	
CLOROFILA a	µg/l	2,9			

EMBALSE:	TERRAETS	CÓDIGO: TE2			
CAMPAÑA:	2	FECHA: 20/11/2004			
COTA MÁXIMA:	372	NIVEL: 372			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	5	9	
COTA	msnm	371	367	363	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	4,2			9,9
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	86,9			79,2
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,8			0,9
DQO	mg O ₂ /l	4,0			8,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,013	0,015	0,024
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,025	0,020	0,020	0,022
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,007	0,007	0,007
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,28	0,60	0,54	0,30
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,01	0,02	0,06
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,01	0,05
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,26	0,59	0,52	0,26
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,69	1,51	1,74	0,83
NITRATOS	mg N/l	0,38	0,34	0,39	0,19
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,059	0,019	0,026	0,020
NITRITOS	mg N/l	0,018	0,006	0,008	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	0,41	0,36	0,41	0,24
CLOROFILA a	µg/l	4,5			

EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO: TE3			
CAMPAÑA:	3	FECHA: 15/04/2005			
COTA MÁXIMA:	372	NIVEL: 372			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	5	10	
COTA	msnm	371	367	362	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,1			4,0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	91,4			71,5
DBO ₅	mg O ₂ /l	3,6			1,4
DQO	mg O ₂ /l	7,9			16,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,037	0,015	0,042	0,010
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,015	0,013	0,016	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,004	0,005	0,002
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,42	0,41	0,40	0,27
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,03	0,03	0,01
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,02	0,01
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,39	0,38	0,37	0,26
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,21	0,85	0,83	0,99
NITRATOS	mg N/l	0,27	0,19	0,19	0,22
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,024	0,029	0,029	0,018
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,009	0,009	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	0,30	0,23	0,22	0,24
CLOROFILA a	µg/l	0,4			

EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO: TE4			
CAMPAÑA:	4	FECHA: 26/07/2005			
COTA MÁXIMA:	372	NIVEL: 371			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	5	10	
COTA	msnm	370	366	361	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	6,3			189,3
DBO ₅	mg O ₂ /l	1,0			0,4
DQO	mg O ₂ /l	7,9			19,8
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,033	0,035	0,084	0,189
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,028	0,048	0,071	0,089
FOSFATOS	mg P/l	0,009	0,016	0,023	0,029
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,59	0,48	0,49	1,02
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,03	0,03	0,04	0,07
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,03	0,05
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,57	0,45	0,46	0,97
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,21	1,21	1,06	0,99
NITRATOS	mg N/l	0,27	0,27	0,24	0,22
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,038	0,041	0,073	0,055
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,012	0,022	0,017
N INORGÁNICO	mg N/l	0,31	0,31	0,29	0,29
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,000	
CLOROFILA a	µg/l	2,8			

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO:	TE1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	03/08/2004
COTAMAX:	372	D. SECCHI:	0,6
NIVEL:	372	C.FÓTICA:	1,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	371	
CLOROFILA a	µg/l	2,90	
Población total	n° cel/ml	724	
Diversidad (H)	Bits	1,81	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	64	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	25	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	628	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	3	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	2	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillariofícea	28	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	20	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	4	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	8	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chroococcus turgidus</i>	Cianobacteria	1	
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	Clorofícea	10	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Scenedesmus ecornis</i>	Clorofícea	4	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	9	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	92	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	9	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	16	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	6	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	505	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Strombomonas sp.</i>	Euglenofícea	1	
<i>Trachelomonas sp.</i>	Euglenofícea	1	
<i>Cosmarium sp.</i>	Zigofícea	1	

EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO:	TE2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	20/11/2004
COTAMAX:	372	D. SECCHI:	1,6
NIVEL:	372	C.FÓTICA:	2,8
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	371	
CLOROFILA a	µg/l	4,50	
Población total	n° cel/ml	183	
Diversidad (H)	Bits	2,97	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	124	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	49	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	3	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	6	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillarioficea	33	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillarioficea	16	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillarioficea	71	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillarioficea	1	
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	Clorofíceea	3	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Clorofíceea	1	
<i>Ankyra sp.</i>	Clorofíceea	22	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofíceea	1	
<i>Crucigeniella cruciata</i>	Clorofíceea	5	
<i>Kirchneriella sp.</i>	Clorofíceea	7	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	Clorofíceea	5	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Clorofíceea	1	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Clorofíceea	4	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofíceea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofíceea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofíceea	1	
<i>Dinobryon sp.</i>	Crisofíceea	5	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofíceea	1	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofíceea	1	

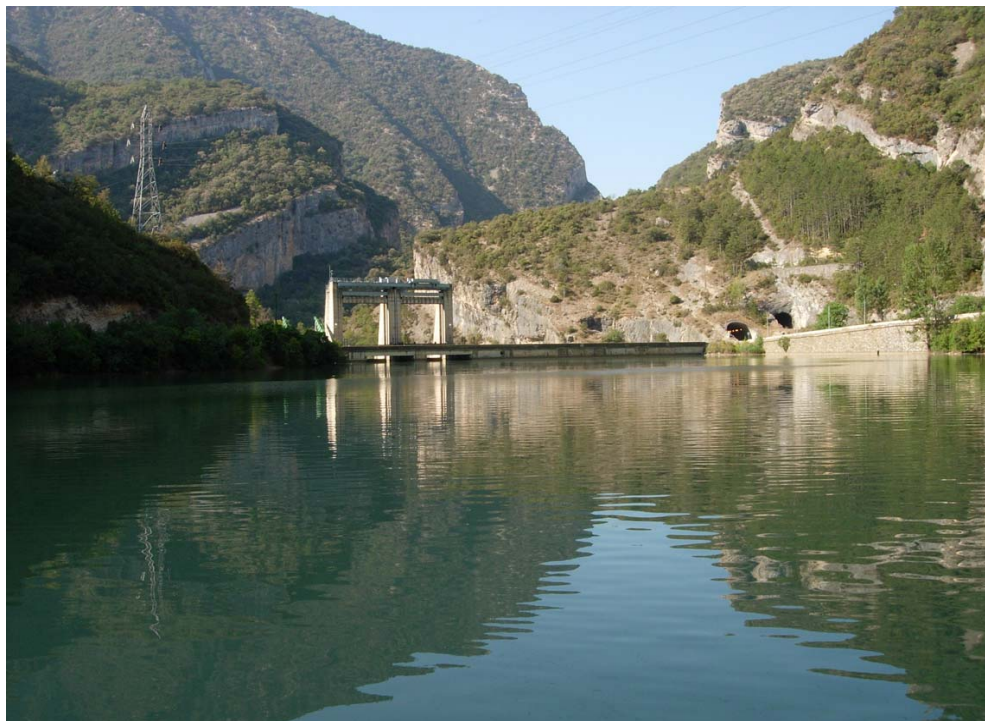
EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO:	TE3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	15/04/2005
COTAMAX:	372	D. SECCHI:	1,3
NIVEL:	372	C.FÓTICA:	2,2
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	371	
CLOROFILA a	µg/l	0,40	
Población total	n° cel/ml	691	
Diversidad (H)	Bits	1,69	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	51	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	4	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	43	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	533	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	31	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	10	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	19	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Achnanthes sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	4	
<i>Aulacoseira muzzanensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cyclotella bodanica</i>	Bacillariofícea	19	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	14	
<i>Cymbella minuta</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Diatoma sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	7	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chroococcus limneticus</i>	Cianobacteria	4	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	5	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	35	
<i>Oocystis marssonii</i>	Clorofícea	1	
<i>Selenastrum sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Tetraedron minimum</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	12	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	519	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	30	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	10	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	19	

EMBALSE:	TERRADETS	CÓDIGO:	TE4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	26/07/2005
COTAMAX:	372	D. SECCHI:	0,8
NIVEL:	371	C.FÓTICA:	1,3
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	370	
CLOROFILA a	µg/l	2,80	
Población total	n° cel/ml	177	
Diversidad (H)	Bits	3,70	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	85	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	24	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	42	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	23	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	2	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Asterionella formosa</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Aulacoseira granulata</i>	Bacillariofícea	33	
<i>Aulacoseira italica</i>	Bacillariofícea	17	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cymbella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	23	
<i>Fragilaria sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula cryptocephala</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	3	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofícea	2	
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	Clorofícea	10	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	4	
<i>Schroederia sp.</i>	Clorofícea	6	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	18	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	23	
<i>Dinobryon bavaricum</i>	Crisofícea	15	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	8	
<i>Strombomonas sp.</i>	Euglenofícea	1	
<i>Closterium aciculare</i>	Zigofícea	1	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	Zigofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Invierno de 2004 (20/11/2004)



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2005 (26/07/2005)



Panorámica del embalse desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (03/08/2004)



Río Noguera Pallaresa, tributario principal del embalse de Terradets. Verano de 2004 (03/08/2004)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio 2006

EMBALSE: TERRADETS

CÓDIGO: TE

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Cataluña
Provincia: Lérida
Municipio: Limiana



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

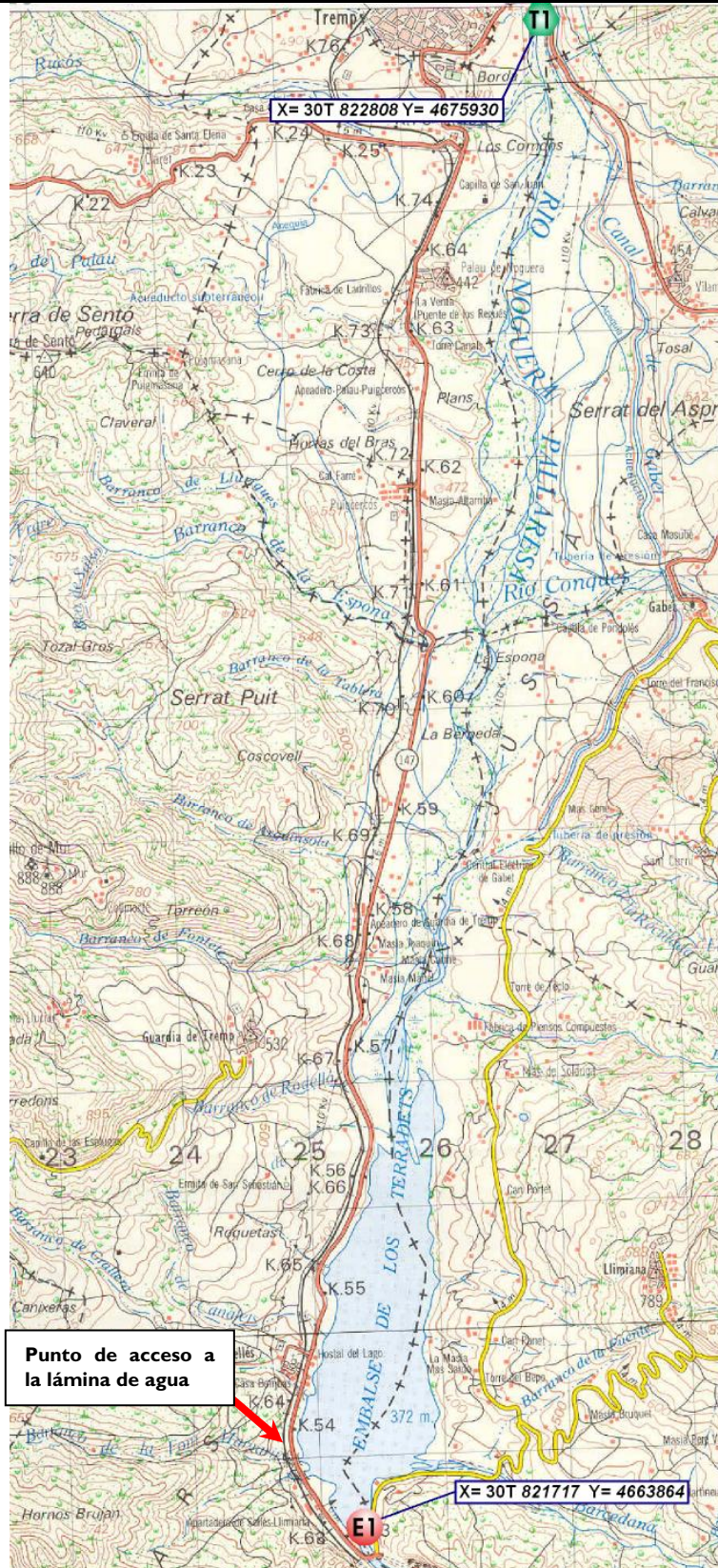
Tributario principal:	Noguera Pallaresa	Otros tributarios:	-
Año de terminación:	1935	Propietario:	FECSA
Cuenca a la que pertenece:	Noguera Pallaresa-Segre	Altitud (msnm):	372
Capacidad total (hm ³):	23	Capacidad útil (hm ³):	-
Longitud máxima (km):	6,2	Perímetro (km):	16
Profundidad máxima (m):	9,5	Profundidad media (m):	7
Usos principales:	Hidroeléctrico	Otros usos:	-



Panorámica del embalse (2011/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



Punto de acceso a la lámina de agua



Estación de embalse



Estación de tributario

Nº Planols 1:50.000: 290



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
TERRADETS		Mesotrófico	Moderado
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Óptimo/Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS: (Datos referidos a la estación de presa -EI-)

1ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 03/08/2004
Tª superficie (°C): 20,72	pH superficie (ud): 9,21	Conductividad superficie (µS/cm): 231
Tª fondo (°C): 16,13	pH fondo (ud): 8,56	Conductividad fondo (µS/cm): 223
Tª TI (°C): 19,63	pH TI (ud): 9,05	Conductividad TI (µS/cm): 191
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	0,6	I
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 20/11/2004
Tª superficie (°C): 9,04	pH superficie (ud): 8,13	Conductividad superficie (µS/cm): 346
Tª fondo (°C): 8,68	pH fondo (ud): 8,11	Conductividad fondo (µS/cm): 342
Tª TI (°C): 8,04	pH TI (ud): 8,17	Conductividad TI (µS/cm): 320
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,62	2,8
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 15/04/2005
Tª superficie (°C): 10,90	pH superficie (ud): 7,25	Conductividad superficie (µS/cm): 199
Tª fondo (°C): 9,87	pH fondo (ud): 7,27	Conductividad fondo (µS/cm): 194
Tª TI (°C): 6,85	pH TI (ud): 8,43	Conductividad TI (µS/cm): 179
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,3	2,2
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 26/07/2005
Tª superficie (°C): 22,67	pH superficie (ud): 8,45	Conductividad superficie (µS/cm): 181
Tª fondo (°C): 17,97	pH fondo (ud): 8,06	Conductividad fondo (µS/cm): 189
Tª TI (°C): -	pH TI (ud): -	Conductividad TI (µS/cm): -
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	0,75	1,3
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 4
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS: (Datos referidos a la estación de presa -EI-)

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 03/08/2004			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	TEEIS	TEEIT	TEEIF	TETI
PROFUNDIDAD	m	1	4	8	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,017	0,036	0,053	0,026
FOSFATOS	mg P/l	0,029	0,021	0,023	0,050
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,009	0,007	0,007	0,016
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,01	0,02	0,02
NITRATOS	mg N/l	0,28	0,35	0,31	0,24
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,005	0,006	0,009
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,9			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	724			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofíceas			Nº células/ml: 628	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 505	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 20/11/2004			
PARÁMETRO	UNIDAD	TEEIS	TEEIM	TEEIF	TETI
PROFUNDIDAD	m	1	5	9	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,013	0,015	0,024
FOSFATOS	mg P/l	0,025	0,020	0,020	0,022
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,008	0,007	0,007	0,007
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,01	0,01	0,05
NITRATOS	mg N/l	0,38	0,34	0,39	0,19
NITRITOS	mg N/l	0,018	0,006	0,008	0,006
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	4,5			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	183			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofíceas			Nº células/ml: 124	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella ocellata</i>			Nº células/ml: 71	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 15/04/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	TEEIS	TEEIM	TEEIF	TETI
PROFUNDIDAD	m	1	5	10	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,037	0,015	0,042	0,010
FOSFATOS	mg P/l	0,015	0,013	0,016	0,006
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,005	0,004	0,005	0,002
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,02	0,01
NITRATOS	mg N/l	0,27	0,19	0,19	0,22
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,009	0,009	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	0,4			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	691			
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofíceas			Nº células/ml: 533	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>			Nº células/ml: 519	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 26/07/2005			
PARÁMETRO	UNIDAD	TEEIS	TEEIM	TEEIF	TETI
PROFUNDIDAD	m	1	5	10	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,033	0,035	0,084	0,189
FOSFATOS	mg P/l	0,028	0,048	0,071	0,089
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,009	0,016	0,023	0,029
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,03	0,03	0,05
NITRATOS	mg N/l	0,27	0,27	0,24	0,22
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,012	0,022	0,017
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,80			
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	177			
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofíceas			Nº células/ml: 85	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Aulacoseira granulata</i>			Nº células/ml: 33	

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE TERRADETS 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Terradets recopilados durante los años 2004 y 2005, en aplicación del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, a partir de la trasposición de la Directiva Marco del Agua (DMA).

La metodología utilizada ha consistido en obtener del informe de dicho año los datos necesarios para estimar de nuevo el estado trófico y el potencial ecológico y, recalcular el valor correspondiente en cada variable y en el estado final del embalse, utilizando las métricas publicadas en 2015, lo que permite comparar el estado de los embalses en un ciclo interanual de forma homogénea.

En cada apartado considerado se indica la referencia del apartado del informe original al que se refiere este trabajo adicional.

1. ESTADO TRÓFICO

Para evaluar el grado de eutrofización o estado trófico de una masa de agua se aplican e interpretan una serie de indicadores de amplia aceptación. En cada caso, se ha tenido en cuenta el valor de cada indicador en función de las características limnológicas básicas de los embalses. Así, se han podido interpretar las posibles incoherencias entre los diversos índices y parámetros y establecer la catalogación trófica final en función de aquellos que, en cada caso, responden a la eutrofización de las aguas.

Dentro del presente estudio se han considerado los siguientes índices y parámetros:

a) Concentración de nutrientes. Fósforo total (PT)

La concentración de fósforo total en el epilimnion del embalse es un parámetro decisivo en la eutrofización ya que suele ser el factor limitante en el crecimiento y reproducción de las poblaciones algales o producción primaria. De entre los índices conocidos, se ha adoptado en el presente estudio, el utilizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) resumido en la tabla A1, ya que es

el que mejor refleja el grado trófico real en los casos estudiados y además es el de más amplio uso a nivel mundial y en particular en la Unión Europea (UE), España y la propia Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). Desde 1984 se demostró que los criterios de la OCDE, que relacionan la carga de nutrientes con las respuestas de eutrofización, eran válidos para los embalses españoles.

Tabla A1. Niveles de calidad según la concentración de fósforo total.

Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración PT ($\mu\text{g P/L}$)	0-4	4-10	10-35	35-100	>100

b) Fitoplancton (Clorofila *a*, densidad algal)

A diferencia del anterior, el fitoplancton es un indicador de respuesta trófica y, por lo tanto, integra todas las variables causales, de modo que está influido por otros condicionantes ambientales además de estarlo por los niveles de nutrientes. Se utilizan dos parámetros como estimadores de la biomasa algal en los índices: concentración de clorofila *a* en la zona fótica ($\mu\text{g/L}$) y densidad celular (n° células/ml).

Al contar en este estudio mayoritariamente con sólo una campaña de muestreo, y por tanto no contar con una serie temporal que nos permitiera la detección del máximo anual, se utilizaron las clases de calidad relativas a la media anual (tabla A2). La utilización de los límites de calidad relativos a la media anual de clorofila se basó en el hecho de que los muestreos fueron realizados durante la estación de verano. Según la bibliografía limnológica general, el verano coincidiría con un descenso de la producción primaria motivado por el agotamiento de nutrientes tras el pico de producción típico de finales de primavera. Por ello, la utilización de los límites o rangos relativos al máximo anual resultaría inadecuada.

Para la densidad celular, basamos nuestros límites de estado trófico en la escala logarítmica basada en los estudios limnológicos de Margalef, ya utilizada para incluir más clases de estado trófico en otros estudios (tabla A2). Estos resultados se ajustaban de forma más aproximada a los obtenidos mediante otras métricas estándar de la OCDE como las de P total o clorofila. En el presente estudio, los índices elegidos son los siguientes:

Tabla A2. Niveles de calidad según la clorofila *a* y la densidad algal del fitoplancton.

Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000

c) Transparencia de la columna de agua. Disco de Secchi (DS)

Por su parte, la transparencia, medida como profundidad de visibilidad del disco de Secchi (media y mínimo anual en m), está también íntimamente relacionada con la biomasa algal, aunque más indirectamente, ya que otros factores como la turbidez debida a sólidos en suspensión, o los fenómenos de dispersión de la luz que se producen en aguas carbonatadas, afectan a esta variable.

Se utilizaron las clases de calidad relativas al mínimo anual de transparencia según criterios OCDE. Se utilizaron en este caso los rangos relativos al mínimo anual (tabla A3) debido a varios factores: por un lado, la transparencia en embalses es generalmente menor que en lagos; por otro lado, en verano se producen resuspensiones de sedimentos como consecuencia de los desembalses para regadío, y por último, la mayoría de los embalses muestreados son de aguas carbonatadas, con lo que la profundidad de Secchi subestimaría también la transparencia.

Tabla A3. Niveles de calidad según la transparencia.

Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Disco Secchi (m)	>6	6-3	3-1,5	1,5-0,7	<0,7

Catalogación trófica final

Se han considerado la totalidad de los índices expuestos, que se especifican en la tabla A4, estableciéndose el estado trófico global de los embalses estudiados según la metodología descrita a continuación, utilizando el valor promedio de los dos muestreos en su caso.

Tabla A4. Resumen de los parámetros indicadores de estado trófico.

Parámetros Estado Trófico	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
Concentración PT (μg)	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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000

Sobre la base de esta propuesta, en la tabla A5 se incluye la catalogación de las diferentes masas de agua por parámetro. Así, para cada uno de los embalses, se asignó un valor numérico (de 1 a 5) según cada clase de estado trófico.

Tabla A5. Valor numérico asignado a cada clase de estado trófico.

ESTADO TRÓFICO	VALORACIÓN
Ultraoligotrófico	1
Oligotrófico	2
Mesotrófico	3
Eutrófico	4
Hipereutrófico	5

La valoración del estado trófico global final se calculó mediante la *media* de los valores anteriores, re-escalada a cinco rangos de estado trófico (es decir, el intervalo 1-5, de 4 unidades, dividido en 5 rangos de 0,8 unidades de amplitud).

2. ESTADO DE LA MASA DE AGUA

El **estado** de una masa de agua es el grado de alteración que presenta respecto a sus condiciones naturales, y viene determinado por el *peor valor* de su estado ecológico y químico.

- El *estado ecológico* es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales en relación con las condiciones de referencia (es decir, en ausencia de alteraciones). En el caso de los embalses se denomina *potencial ecológico* en lugar de estado ecológico. Se determina a partir de indicadores de calidad (biológicos y fisicoquímicos).

- El estado químico de las aguas es una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja el grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental de las sustancias prioritarias y otros contaminantes.

2.1. POTENCIAL ECOLÓGICO

2.1.1. INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS: FITOPLANCTON

Como consecuencia de la aprobación de la IPH (Instrucción de Planificación Hidrológica, Orden ARM/2656/2008), se ha realizado una aproximación al potencial ecológico para el elemento de calidad fitoplancton denominada *propuesta normativa*. En ella se establecen las condiciones de máximo potencial para los siguientes parámetros: clorofila a, biovolumen, Índice de Grupos Algales (IGA) y porcentaje de cianobacterias, en función de la tipología del embalse.

Se debe seguir el procedimiento descrito en el Protocolo MFIT-2013 Versión 2 para el cálculo del RCE de cada uno de los cuatro parámetros:

- Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

Cálculo para clorofila a:

$$\text{RCE} = [(1/\text{Chla Observado}) / (1/\text{Chla Máximo Potencial Ecológico})]$$

Cálculo para biovolumen:

$$\text{RCE} = [(1/\text{biovolumen Observado}) / (1/\text{ biovolumen Máximo Potencial Ecológico})]$$

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

$$\text{RCE} = [(400\text{-IGA Observado}) / (400\text{- IGA Máximo Potencial Ecológico})]$$

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

$$\text{RCE} = [(100 - \% \text{ cianobacterias Observado}) / (100 - \% \text{ cianobacterias Máximo Potencial Ecológico})]$$

1) Concentración de clorofila a

Del conjunto de pigmentos fotosintetizadores de las microalgas de agua dulce, la clorofila a se emplea como un indicador básico de biomasa fitoplanctónica. Todos los grupos de microalgas contienen clorofila a como pigmento principal, pudiendo llegar a

representar entre el 1 y el 2 % del peso seco total. La clasificación del potencial ecológico de acuerdo con la concentración de clorofila *a* se indica en la tabla A6.

Tabla A6. Clases de potencial ecológico según el RCE de la concentración de clorofila *a*.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango <i>Tipos 1, 2 y 3</i>	> 0,211	0,210 – 0,14	0,13 – 0,07	< 0,07
Rango <i>Tipos 7, 8, 9, 10 y 11</i>	> 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143
Rango <i>Tipo 12</i>	> 0,195	0,194 – 0,13	0,12 – 0,065	< 0,065
Rango <i>Tipo 13</i>	> 0,304	0,303 – 0,203	0,202 – 0,101	< 0,101
Valoración de cada clase	2	3	4	5

2) Biovolumen algal

El biovolumen es una medida mucho más precisa de la biomasa algal, por tener en cuenta el tamaño o volumen celular de cada especie, además del número de células. La clasificación del potencial ecológico de acuerdo al biovolumen de fitoplancton se indica en la tabla A7.

Tabla A7. Clases de potencial ecológico según el RCE del biovolumen algal del fitoplancton.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango <i>Tipos 1, 2 y 3</i>	> 0,189	0,188 – 0,126	0,125 – 0,063	< 0,063
Rango <i>Tipos 7, 8, 9, 10 y 11</i>	> 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12
Rango <i>Tipo 12</i>	> 0,175	0,174 – 0,117	0,116 – 0,058	< 0,058
Rango <i>Tipo 13</i>	> 0,261	0,260 – 0,174	0,173 – 0,087	< 0,087
Valoración de cada clase	2	3	4	5

3) Índice de grupos algales (IGA)

Se ha aplicado un índice basado en el biovolumen relativo de diferentes grupos algales del fitoplancton, denominado IGA, y que viene siendo utilizado por CHE desde 2010.

El índice IGA se expresa:

$$Iga = \frac{1 + 0.1 * Cr + Cc + 2 * (Dc + Chc) + 3 * Vc + 4 * Cia}{1 + 2 * (D + Cnc) + Chnc + Dnc}$$

Siendo,

<i>Cr</i>	Criptófitos	<i>Cia</i>	Cianobacterias
<i>Cc</i>	Crisófitos coloniales	<i>D</i>	Dinoflageladas
<i>Dc</i>	Diatomeas coloniales	<i>Cnc</i>	Crisófitos no coloniales
<i>Chc</i>	Clorococales coloniales	<i>Chnc</i>	Clorococales no coloniales
<i>Vc</i>	Volvocales coloniales	<i>Dnc</i>	Diatomeas no coloniales

En cuanto al IGA, se han considerado los rangos de calidad establecidos en la tabla A8.

Tabla A8. Clases de potencial ecológico según el RCE del Índice de Grupos Algales (IGA).

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango Tipos 1, 2 y 3	> 0,974	0,973 – 0,649	0,648 – 0,325	< 0,325
Rango Tipos 7, 8, 9, 10 y 11	> 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327
Rango Tipo 12	> 0,929	0,928 – 0,619	0,618 – 0,31	< 0,31
Rango Tipo 13	> 0,979	0,978 – 0,653	0,652 – 0,326	< 0,326
Valoración de cada clase	2	3	4	5

4) Porcentaje de cianobacterias

El aumento de la densidad relativa de cianobacterias se ha relacionado en numerosas ocasiones con procesos de eutrofización.

Para el cálculo del porcentaje de cianobacterias se ha utilizado el procedimiento descrito en el Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses Versión 2 (MAGRAMA, 2016). Se aplica para el cálculo la siguiente fórmula:

$$\%CIANO = \frac{BVOL_{CIA} - [BVOL_{CHR} - (BVOL_{MIC} + BVOL_{WOR})]}{BVOL_{TOT}}$$

Donde:	BVOL _{CIA}	Biovolumen de cianobacterias totales
	BVOL _{CHR}	Biovolumen de Chroococcales
	BVOL _{MIC}	Biovolumen de <i>Microcystis</i>
	BVOL _{WOR}	Biovolumen de <i>Woronichinia</i>
	BVOL _{TOT}	Biovolumen total de fitoplancton

Los valores de cambio de clases se establecen como se muestran en la tabla A9.

Tabla A9. Clases de potencial ecológico según el RCE del porcentaje de cianobacterias.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
Rango Tipos 1, 2 y 3	> 0,908	0,907 – 0,607	0,606 – 0,303	< 0,303
Rango Tipos 7, 8, 9, 10 y 11	> 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
Rango Tipo 12	> 0,686	0,685 – 0,457	0,456 – 0,229	< 0,229
Rango Tipo 13	> 0,931	0,930 – 0,621	0,620 – 0,31	< 0,31
Valoración de cada clase	2	3	4	5

Posteriormente, es necesario llevar a cabo la *transformación de los valores de RCE obtenidos* a una escala numérica equivalente para los cuatro indicadores (RCE_{trans}). Las ecuaciones varían en función del tipo de embalse.

Tipos 1, 2 y 3

Clorofila a	
RCE > 0,21	$RCE_{trans} = 0,5063 \times RCE + 0,4937$
RCE ≤ 0,21	$RCE_{trans} = 2,8571 \times RCE$
Biovolumen	
RCE > 0,19	$RCE_{trans} = 0,4938 \times RCE + 0,5062$
RCE ≤ 0,19	$RCE_{trans} = 3,1579 \times RCE$
% Cianobacterias	
RCE > 0,91	$RCE_{trans} = 4,4444 \times RCE - 3,4444$
RCE ≤ 0,91	$RCE_{trans} = 0,6593 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9737	$RCE_{trans} = 15,234 \times RCE - 14,233$
RCE ≤ 0,9737	$RCE_{trans} = 0,6162 \times RCE$

Tipos 7, 8, 9, 10 y 11

Clorofila a	
RCE > 0,43	$RCE_{trans} = 0,7018 \times RCE + 0,2982$
RCE ≤ 0,43	$RCE_{trans} = 1,3953 \times RCE$
Biovolumen	
RCE > 0,36	$RCE_{trans} = 0,625 \times RCE + 0,375$
RCE ≤ 0,36	$RCE_{trans} = 1,6667 \times RCE$
% Cianobacterias	
RCE > 0,72	$RCE_{trans} = 1,4286 \times RCE - 0,4286$
RCE ≤ 0,72	$RCE_{trans} = 0,8333 \times RCE$
Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,9822	$RCE_{trans} = 22,533 \times RCE - 21,533$
RCE ≤ 0,9822	$RCE_{trans} = 0,6108 \times RCE$

Tipos 6 y 12

Clorofila a	
RCE > 0,195	$RCE_{trans} = 0,497x RCE + 0,503$
RCE ≤ 0,195	$RCE_{trans} = 3,075 x RCE$

Biovolumen	
RCE > 0,175	$RCE_{trans} = 0,4851 x RCE + 0,5149$
RCE ≤ 0,175	$RCE_{trans} = 3,419 x RCE$

% Cianobacterias	
RCE > 0,686	$RCE_{trans} = 1,2726x - 0,2726$
RCE ≤ 0,686	$RCE_{trans} = 0,875 x RCE$

Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,929	$RCE_{trans} = 5,6325x - 4,6325$
RCE ≤ 0,929	$RCE_{trans} = 0,6459 x RCE$

Tipo 13

Clorofila a	
RCE > 0,304	$RCE_{trans} = 0,575 x RCE + 0,425$
RCE ≤ 0,304	$RCE_{trans} = 1,9714 x RCE$

Biovolumen	
RCE > 0,261	$RCE_{trans} = 0,541x RCE + 0,459$
RCE ≤ 0,261	$RCE_{trans} = 2,3023 x RCE$

% Cianobacterias	
RCE > 0,931	$RCE_{trans} = 5,7971 x RCE - 4,7971$
RCE ≤ 0,931	$RCE_{trans} = 0,6445 x RCE$

Índice de Grupos Algales (IGA)	
RCE > 0,979	$RCE_{trans} = 18,995 x RCE - 17,995$
RCE ≤ 0,979	$RCE_{trans} = 0,6129 x RCE$

Para la combinación de los distintos indicadores representativos del elemento de calidad fitoplancton se hallará la *media* de los RCE transformados correspondientes a los parámetros “*abundancia-biomasa*” y “*composición*”. La combinación de los RCE transformados se llevará a cabo primero para los indicadores de clorofila y biovolumen, ambos representativos de la abundancia. La combinación se hará mediante las *medias* de los RCE transformados.

Posteriormente se llevará a cabo la combinación de los indicadores representativos de la composición: porcentaje de cianobacterias y el IGA. La combinación se hará mediante las *medias* de los RCE transformados. Finalmente, para la combinación de los indicadores de composición y abundancia-biomasa se hará la *media aritmética*.

El valor final de la combinación de los RCE transformados se clasificará de acuerdo a la siguiente escala de la tabla A10:

Tabla A10. Ratios de calidad según el índice de potencial ecológico normativo RCEtrans.

Clase de potencial ecológico	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo
RCEtrans	> 0,6	0,4-0,6	0,2-0,4	<0,2
Valoración de cada clase	2	3	4	5

Tabla A11. Valores de referencia propios del tipo (VR_t) y límites de cambio de clase de potencial ecológico (B⁺/M, Bueno o superior-Moderado; M/D, Moderado-Deficiente; D/M, Deficiente-Malo) de los indicadores de los elementos de calidad de embalses (RD 817/2015). Se han incluido sólo los tipos de embalses presentes en el ESTUDIO.

Tipo	Elemento	Parámetro	Indicador	VR _t	B ⁺ /M (RCE)	M/D (RCE)	D/M (RCE)
Tipo 1	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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 <i>a</i> 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

2.1.2. INDICADORES DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS

Todavía la normativa no ha desarrollado qué indicadores físicoquímicos se emplean en embalses, pero por similitud con los que se recogen para lagos (Real Decreto 817/2015) se utilizan los siguientes:

1) Transparencia

La transparencia es un elemento válido para evaluar el grado trófico del embalse; tiene alta relación con la productividad biológica; y además tiene rangos establecidos fiables y de utilidad para el establecimiento de los límites de clase del potencial ecológico. Se ha evaluado a través de la profundidad de visión del disco de Secchi (DS), considerando su valor para la obtención de las distintas clases de potencial (tabla A12).

Tabla A12. Clases de potencial ecológico según la profundidad de visión del Disco de Secchi.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Disco de Secchi (DS, m)	> 6	6 - 3	< 3
Valoración de cada clase	1	2	3

2) Condiciones de oxigenación

Representa un parámetro secundario de la respuesta trófica que viene a indicar la capacidad del sistema para asimilar la materia orgánica autóctona, generada por el propio sistema a través de los productores primarios en la capa fótica, y la materia orgánica alóctona, es decir, aquella que procede de fuentes externas al sistema, como la procedente de focos de contaminación puntuales o difusos.

Se ha evaluado estimando la reserva media de oxígeno hipolimnético en el periodo de muestreo, correspondiente al periodo de estratificación. En el caso de embalses no estratificados se consideró la media de oxígeno en toda la columna de agua. Las clases consideradas han sido las correspondientes a la concentración de oxígeno en la columna de agua; parámetro vital para la vida piscícola. En la tabla A13 se resumen los límites establecidos.

Tabla A13. Clases de potencial ecológico según la concentración de oxígeno disuelto en el hipolimnion o en toda la columna de agua, cuando el embalse no está estratificado.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Concentración hipolimnética (mg/L O ₂)	> 8	8 - 6	< 6
Valoración de cada clase	1	2	3

3) Concentración de nutrientes

En este caso se ha seleccionado el fósforo total (PT), ya que su presencia a determinadas concentraciones en un embalse acarrea procesos de eutrofización, pues en la mayoría de los casos es el principal elemento limitante para el crecimiento de las algas.

Se ha empleado el resultado obtenido en la muestra integrada, considerando los criterios de la OCDE especificados en la tabla A14 (OCDE, 1982) adaptado a los intervalos de calidad del RD 817/2015.

Tabla A14. Clases de potencial ecológico según la concentración de fósforo total.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Bueno	Moderado
Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	0 - 4	4 -10	> 10
Valoración de cada clase	1	2	3

Si se toman varios datos anuales, se hace la *mediana* de los valores anuales.

Posteriormente se elige el *peor valor* de los tres indicadores (transparencia, condiciones de oxigenación y fósforo total).

4) Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca

Dentro de los indicadores fisicoquímicos también se tienen en cuenta las **sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca**. El valor medio de los datos anuales se revisa para ver si *cumple o no con la Norma de Calidad Ambiental (NCA) del Anexo V del RD 817/2015*. Si *incumple* supone asignarle para los indicadores fisicoquímicos la categoría de *moderado*.

Tabla A15. Clases de potencial ecológico para sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca.

Clase de potencial ecológico	Muy Bueno	Moderado
Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

El potencial ecológico resulta del *peor valor* entre los indicadores biológicos y fisicoquímicos.

Tabla A16. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Físicoquímico	Potencial Ecológico
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

2.2. ESTADO QUÍMICO

El estado químico es “*no bueno*” cuando hay algún incumplimiento de la Norma de Calidad Ambiental, bien sea como media anual (NCA_MA), como máximo admisible (NCA_CMA) o en la biota (NCA_biota) para las **sustancias prioritarias y otros contaminantes**. Las NCA se recogen en el *Anexo IV del RD 817/2015*.

Tabla A17. Clases de estado químico para sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Clase de estado químico	Bueno	No alcanza el buen estado
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Cumple NCA	No cumple NCA
Valoración de cada clase	2	3

2.3. ESTADO

El estado de la masa de agua es el *peor valor* entre su potencial ecológico y su estado químico.

Tabla A18. Determinación del estado.

Estado	Estado Químico	
Potencial Ecológico	Bueno	No alcanza el buen estado
Bueno o superior	Bueno	Inferior a bueno
Moderado	Inferior a bueno	
Deficiente		
Malo		

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO TRÓFICO DEL EMBALSE DE TERRADETS

Se han considerado los indicadores especificados en la tabla A19 para los valores medidos en el embalse, estableciéndose el estado trófico global del embalse según la metodología descrita.

Tabla A19. 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 <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	>25
Densidad algal (cél./ml)	<100	100-1000	1000-10000	10000-100000	>100000
VALOR PROMEDIO	< 1,8	1,8 – 2,6	2,6 – 3,4	3,4 – 4,2	> 4,2

En la tabla A20a 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 para la campaña de muestreo de 2004.

Tabla A20a. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Terradets 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	21,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	0,60	Hipereutrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,90	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	724	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,25	MESOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como mesotrófico; la transparencia como hipereutrófico; la concentración de clorofila *a* como mesotrófico y la densidad algal como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Terradets en 2004 ha resultado ser **MESOTRÓFICO**.

En la tabla A20b 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 para la campaña de muestreo de 2005.

Tabla A20b. Diagnóstico del estado trófico del embalse de Terradets 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	12,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	0,75	Eutrófico
COLOROFILA <i>a</i>	0,60	Ultraligotrófico
DENSIDAD ALGAL	177	Oligotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO

Atendiendo a los criterios seleccionados, la concentración de P total ha clasificado el embalse como mesotrófico; la transparencia como eutrófico; la concentración de clorofila *a* como ultraoligotrófico y la densidad algal como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Terradets en 2005 ha resultado ser **OLIGOTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE TERRADETS

En la mayoría de los casos en lugar del estado de la masa, sólo se puede establecer el potencial ecológico (además sin tener en cuenta la presencia de sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca, para los indicadores fisicoquímicos). Tampoco se han estudiado las sustancias prioritarias y otros contaminantes que permitan determinar el estado químico, por eso se diagnostica la masa con el **potencial ecológico**.

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 A21 y A22.

Tabla A21. Parámetros, rangos del RCE y valores para la determinación del potencial ecológico normativo.

			RANGOS DEL RCE				
Indicador	Elementos	Parámetros	Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
Biológico	Fitoplancton	Clorofila <i>a</i> (µg/L)	≥ 0,433	0,432 – 0,287	0,286 – 0,143	< 0,143	
		Biovolumen algal (mm ³ /L)	≥ 0,362	0,361 – 0,24	0,23 – 0,12	< 0,12	
		Índice de Catalán (IGA)	≥ 0,982	0,981 – 0,655	0,654 – 0,327	< 0,327	
		Porcentaje de cianobacterias	≥ 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24	
			Bueno o superior	Moderado	Deficiente	Malo	
INDICADOR BIOLÓGICO			> 0,6	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4	< 0,2	
			RANGOS DE VALORES				
Indicador	Elementos	Parámetros	Muy bueno	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
			Muy bueno	Bueno	Moderado		
INDICADOR FISICOQUÍMICO			< 1,6	1,6 – 2,4	> 2,4		

La combinación de los dos indicadores, fisicoquímico y biológico, para la obtención del potencial ecológico normativo sigue el esquema de decisiones indicado en la tabla A22.

Tabla A22. Combinación de los indicadores.

Indicador Biológico	Indicador Fisicoquímico	Potencial Ecológico (PE)
Bueno o superior	Muy bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Bueno	Bueno o superior
Bueno o superior	Moderado	Moderado
Moderado	Indistinto	Moderado
Deficiente		Deficiente
Malo		Malo

En la tabla A23a se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico, tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico para el año 2004.

Tabla A23a. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Terradets 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,90	0,90	0,93	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,60	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,95	Moderado			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	21,00	Moderado			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3			MODERADO
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Terradets para el año 2004 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.

En la tabla A23b se incluye el potencial indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua según el potencial ecológico, tras pasar el filtro del indicador fisicoquímico para el año 2005.

Tabla A23b. Diagnóstico del potencial ecológico del embalse de Terradets 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	0,60	4,33	3,34	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
INDICADOR FISICOQUÍMICO							
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,75	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,44	Moderado			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	12,00	Moderado			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

De acuerdo con los resultados obtenidos, el Estado Final del embalse de Terradets para el año 2005 es de nivel 3, **INFERIOR A BUENO**.