



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 BARASONA

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. Calidad 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 Barasona 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

El embalse de Barasona se encuentra encajado en la formación geológica denominada “Depresión media”, al sur de la cuenca del río Esera. Está constituida por materiales terciarios relativamente blandos que dan lugar a una monótona serie de conglomerados, areniscas y margas.

El embalse, cuya presa fue terminada en 1932 y recrecida en 1972, se sitúa en los municipios de Graus y Puebla de Castro, provincia de Huesca. Regula, principalmente, las aguas del río Esera, aunque también las de otros arroyos y barranqueras de menor

entidad, entre los que destaca, por margen izquierda, el barranco Sarrón. Cabe mencionar que el río Esera, antes de su ingreso al embalse recibe aportaciones, de cierta magnitud, del río Isabena.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones y sin grandes variaciones en el eje longitudinal, a excepción, del brazo que, en las proximidades de la presa, forma el barranco Sarrón.

La cuenca vertiente al embalse de Barasona tiene una superficie total de 151 459,69 ha, de las cuales 153 360 ha corresponden a la cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 692 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 92,2 hm³. Tiene una profundidad media de 13 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 59,5 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)	151 459,69
Superficie de la cuenca parcial (ha)	151 459,69
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	153 360
Superficie del embalse (ha)	692
Longitud máxima del embalse (km)	6,5
Capacidad total (hm ³)	92,2
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	59,5
Profundidad media (m)	13
Perímetro en máximo nivel (km)	20
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	447,67
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	395,4; 440,2; 417

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa a 7 metros de profundidad. La capa fótica en el estío oscila entre 2,6 y 5,4 metros de espesor.

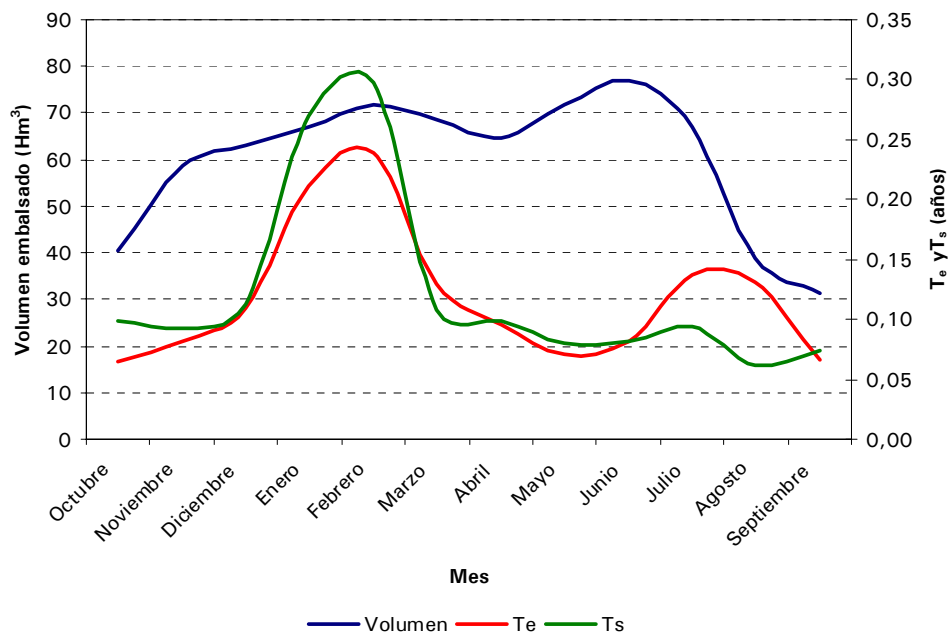
En el **cuadro II** se presentan las medias mensuales de la explotación hidráulica correspondientes al periodo 2001-2005.

Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Año hidrológico 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	40,45	34,78	52,58	0,10	0,07
Noviembre	58,79	51,90	58,75	0,09	0,08
Diciembre	63,06	47,35	48,60	0,11	0,11
Enero	66,93	21,05	26,95	0,27	0,21
Febrero	71,69	18,50	23,08	0,30	0,24
Marzo	68,76	54,18	45,10	0,11	0,13
Abril	64,78	54,33	55,38	0,10	0,10
Mayo	71,93	75,88	85,25	0,08	0,07
Junio	77,10	77,50	78,08	0,08	0,08
Julio	67,14	60,53	41,45	0,09	0,14
Agosto	38,86	54,00	25,18	0,06	0,13
Septiembre	31,31	34,70	39,00	0,07	0,07
Total anual	60,07	584,68	579,38	0,10	0,10

El tiempo de residencia anual del agua es bajo, en torno a 1,2 meses. Los máximos se sitúan en el mes de febrero, considerando tanto las entradas como las salidas, donde el tiempo de residencia adquiere un valor entre 3 y 4 meses.

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 riego y abastecimiento, previo suministro de éstas al Canal de Aragón y Cataluña. También se destinan a la producción hidroeléctrica mediante una central instalada a pie de presa. A su vez, en el embalse se realizan actividades recreativas (pesca, baño y navegación principalmente).

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Barasona forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en contestación al artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de las siguientes categorías:

- *Zonas de extracción para consumo humano:* En el embalse de Barasona se encuentra una captación que abastece a una población de 62 habitantes y cuyo titular es el Ayuntamiento Lago de Barahona.

- *Zonas de uso recreativo:* En el embalse se encuentra censada la zona de baño denominada “Puebla de Castro. Embalse de Joaquín Costa. Playa de Barasona.”
- *Zonas de protección de habitats o especies:* La zona de presa del embalse de Barasona forma parte del LIC ES2410071 “Congosto de Olvena”. Aguas abajo del embalse de Barasona, el río Ésera excava un impresionante cañón fluviokárstico. Destacan importantes comunidades rupícolas en las paredes calcáreas y hay que resaltar igualmente la buena conservación del tramo fluvial con una interesante y rica fauna asociada a este curso fluvial de montaña. Entre las especies de interés asociadas al curso fluvial destaca la nutria (*Lutra lutra*).

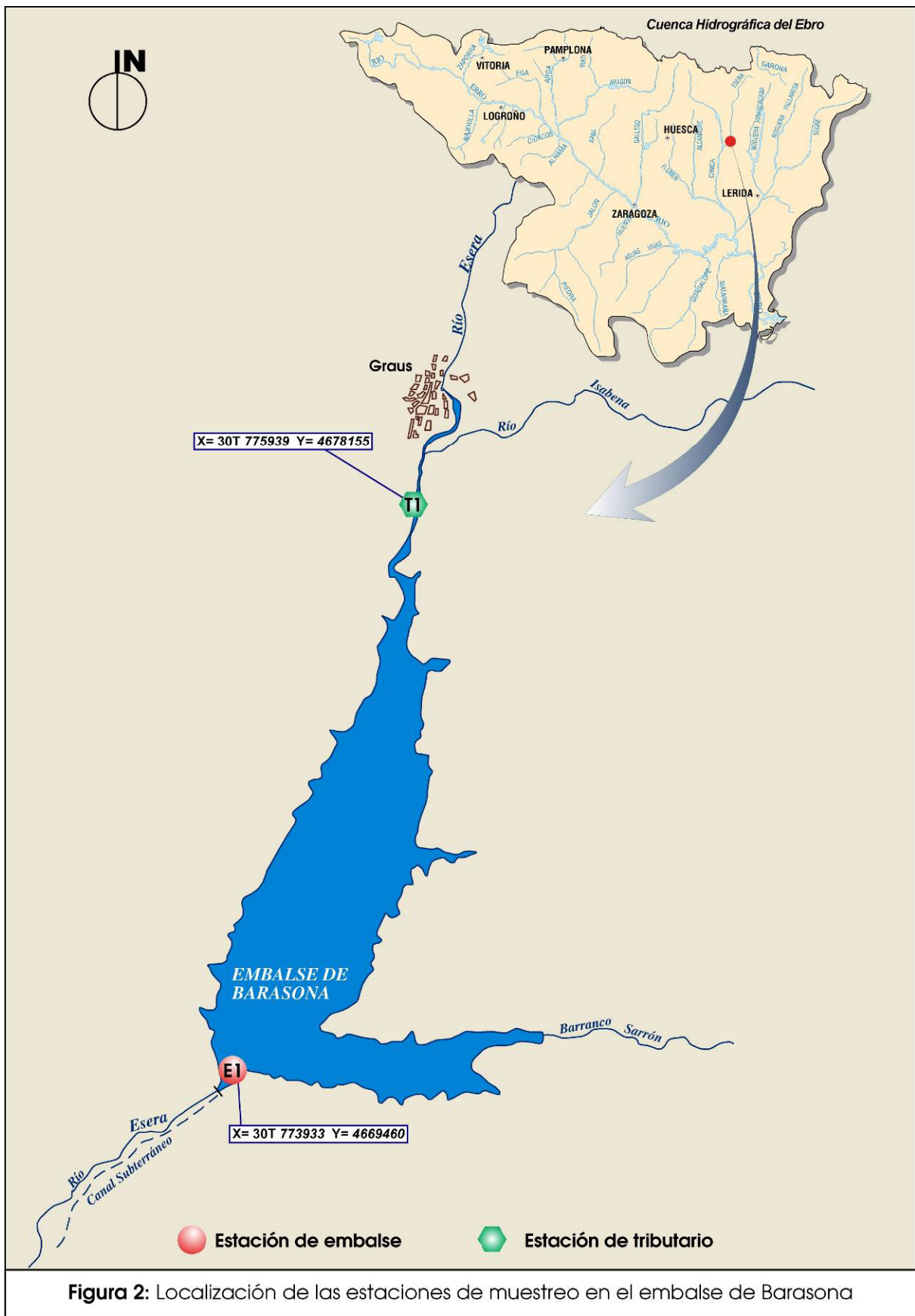
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se ha ubicado una estación en la inmediaciones de la presa (**E1**) y otra en el tributario principal (**T1**), río Esera, tras recibir las aguas del río Isabena (**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	07/08/2004	Estratificación
2ª Campaña	16/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	11/04/2005	Mezcla
4ª Campaña	02/08/2005	Mezcla



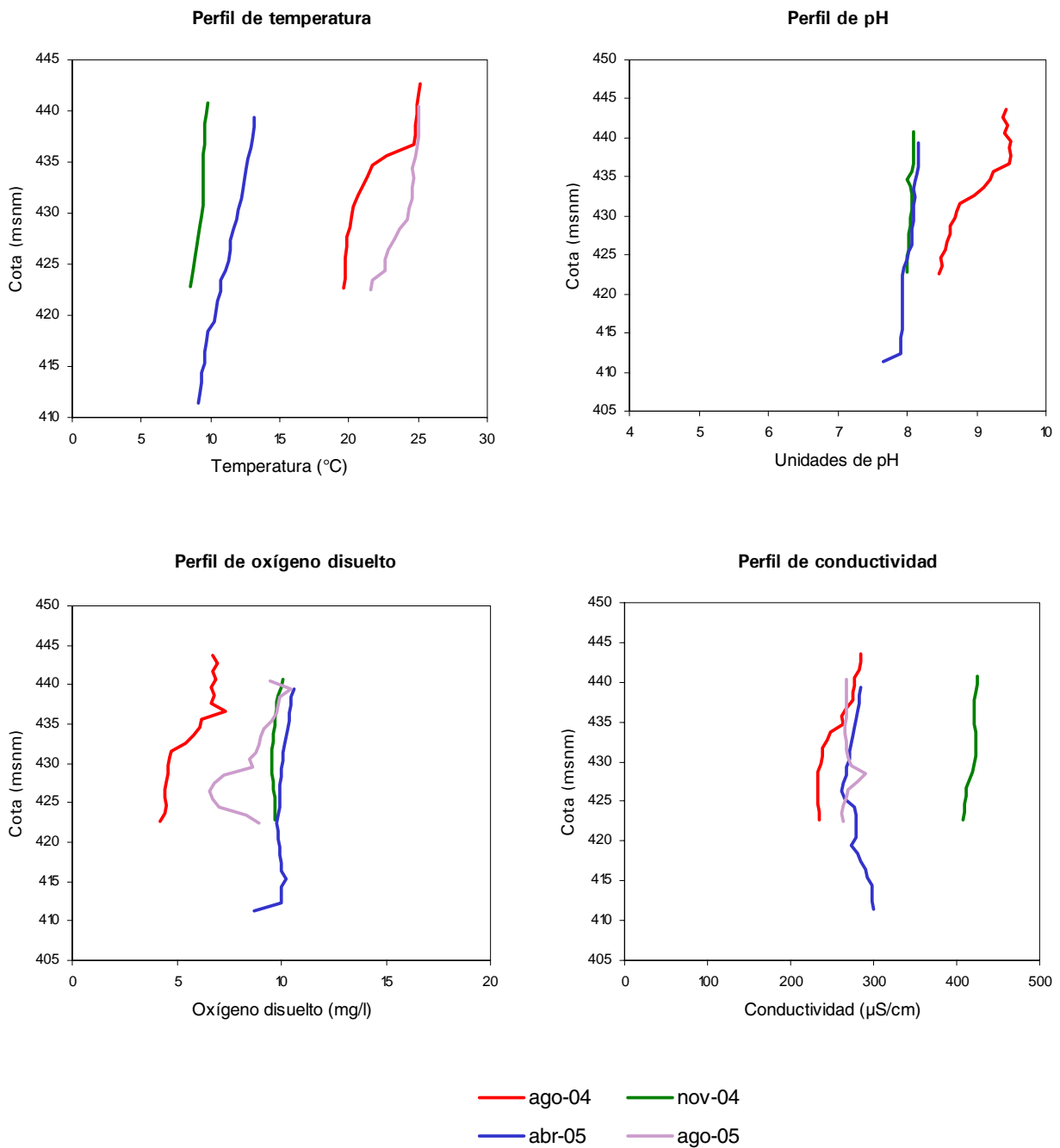
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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 8,5 °C -mínimo- y los 25,2 °C, -máximo registrado en el estío-. En verano de 2004 la termoclina se sitúa a 7 metros de profundidad, no detectándose en verano de 2005, donde la diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo es de tan sólo 4°C. En invierno la temperatura de la columna de agua ronda los 9 °C.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 8,3 ud. El máximo epilimnético estival es de 9,49 ud y el mínimo, registrado en las capas más profundas, de 7,66 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 2,4 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 4 metros. El mínimo (1,5 m) se registra en verano de 2005, mientras que el máximo (3,2 m) se registra en agosto de 2004.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 8,6 mg/l O₂. El mínimo, 4,21 mg/l O₂ se registra en la campaña de julio de 2004 y en el último metro de profundidad. El máximo (10,6 mg/l O₂) se da en primavera, donde la concentración para toda la columna de agua se sitúa en torno a 10 mg/l O₂.
- La conductividad de las aguas es moderada, situándose la media anual en 301 µS/cm. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores históricos de este ámbito.

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 altas en el caso del fósforo total y moderadas en el caso del nitrógeno inorgánico total.

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,053 mg/l P. Se aprecia un sustancial incremento de la concentración en agosto de 2005, donde se registra el máximo absoluto -0,383 mg/l P- en la muestra de superficie, por su parte la menor concentración -0,017 mg/l P- se registra en primavera. Los ortofosfatos mantienen la misma pauta, presentando una concentración media anual de 0,04 mg/l P

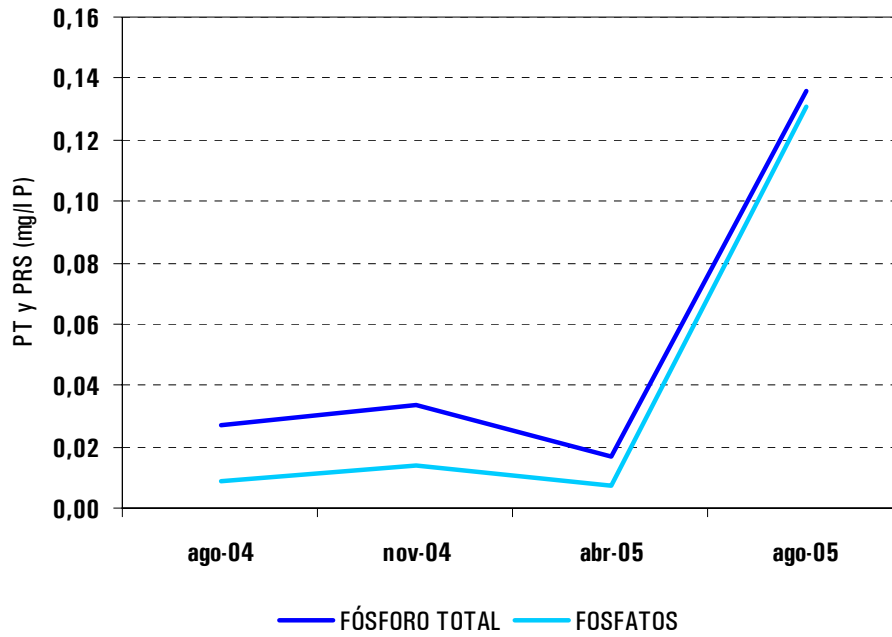
El nitrógeno inorgánico total (NIT), con una concentración media anual de 0,26 mg/l N, mantiene distinta pauta a los compuestos fosforados, registrándose el mínimo - 0,09 mg/l N- en agosto de 2005 y el máximo -0,43 mg/l N- en invierno. Entre las formas inorgánicas la dominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 73\%$), siendo la proporción de amonio moderada ($\text{NH}_4/\text{NIT} = 23\%$) y la de nitritos pequeña ($\text{NO}_2/\text{NIT} = 3\%$).

Las concentraciones de nutrientes que aporta el tributario son moderadas y, en el caso del fósforo total, inferiores a las registradas para el embalse. Los valores medios anuales han sido de 0,053 mg/l P y 0,26 mg/l N, para el fósforo total y el NIT, respectivamente.

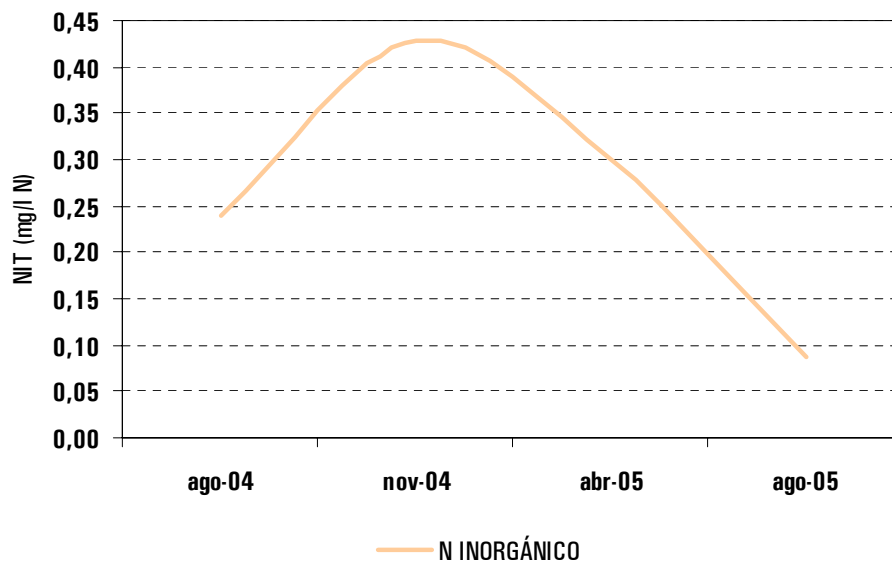
- El contenido de materia orgánica obtenido, tanto en el embalse como en el tributario, es bajo. Los valores medios obtenidos en el embalse han sido de 0,7 y 8,3 mg O_2/l , para la DBO_5 y DQO , respectivamente. De los resultados obtenidos para el tributario destaca el alto valor registrado de DQO en invierno de 2004 (104 mg/l O_2).
- Las aguas embalsadas son moderadamente mineralizadas y la concentración de calcio (32,7 mg Ca/l) se sitúa en el rango habitual en el embalse.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

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



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



4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

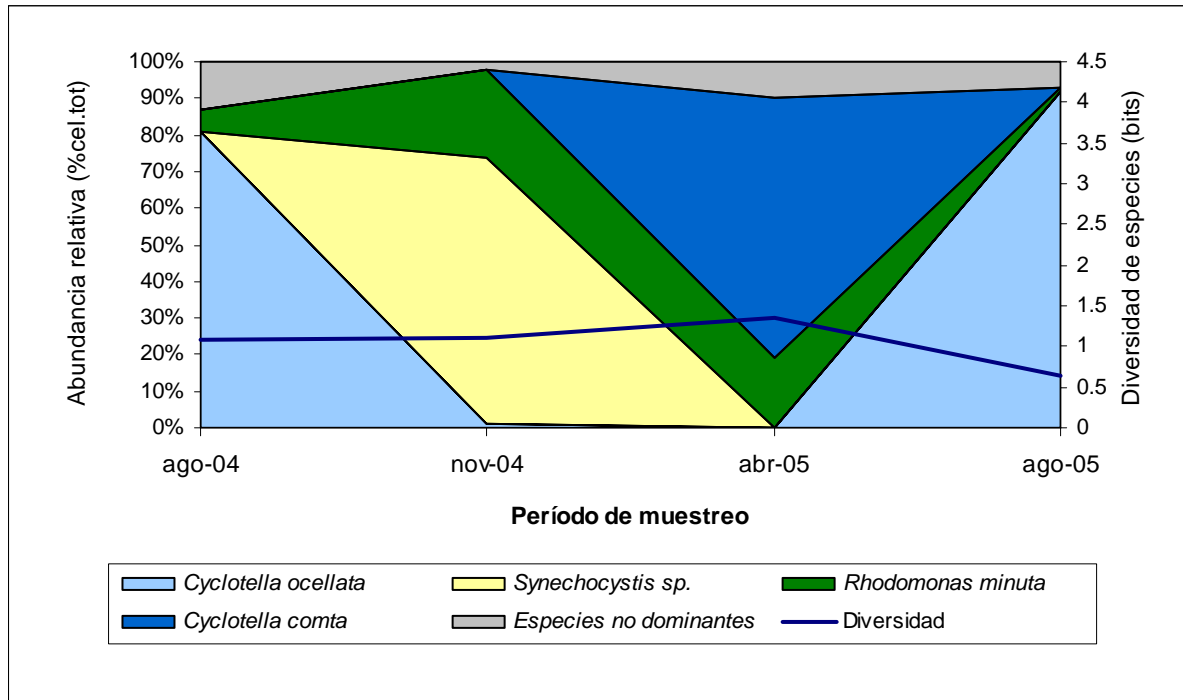
Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones.

De la totalidad de 4 análisis realizados se han identificado un total de 50 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 16 diatomeas
- 2 cianobacterias
- 15 clorofíceas
- 5 criptofíceas
- 4 crisofíceas
- 6 dinofíceas
- 2 euglenofíceas

El gráfico siguiente recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 4 especies que aparecen en el gráfico son consideradas las más representativas de este sistema léntico, atendiendo a la densidad algal -cel/ml- que presenten 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 primer período estival, se registra un valor de densidad fitoplanctónica moderado - 1 719 cel/ml-. La composición de la comunidad es muy semejante a los embalses próximos geográficamente –Mediano y Grado-, domina la diatomea céntrica *Cyclotella ocellata*, y la principal especie acompañante es la criptofícea *Rhodomonas minuta*.

En invierno, disminuye la densidad algal hasta 1 276 cel/ml. El grupo dominante son las cianobacterias, debido al crecimiento de *Synechocystis sp* que representa el 73% de la densidad total. La criptofícea *Rhodomonas minuta* se mantiene como principal especie acompañante.

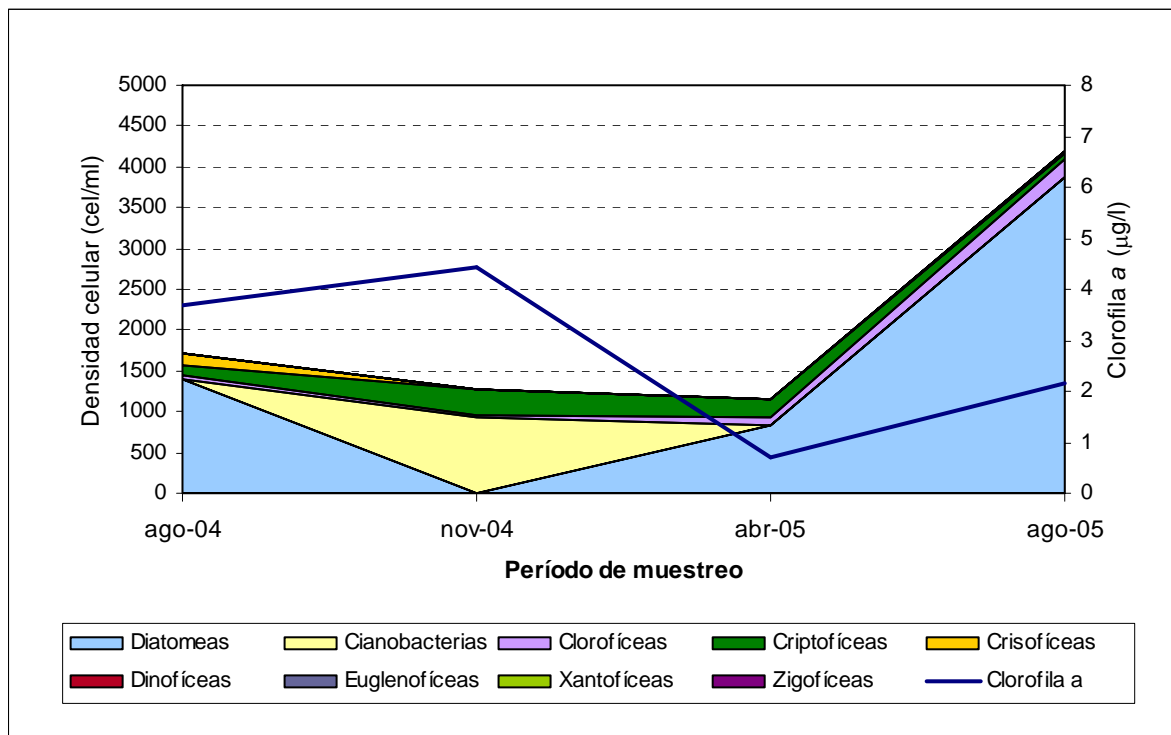
Durante la época primaveral continúa el retroceso de la comunidad registrándose el mínimo valor de densidad algal en el periodo de estudio -1 160 cel/ml. El crecimiento de las diatomeas céntricas desplaza a las cianobacterias, hecho que se refleja en el establecimiento de *Cyclotella comta* como especie dominante. Destaca la continuidad de *Rhodomonas minuta* como principal especie acompañante. En este periodo se produce el mayor equilibrio en la distribución de densidades entre las especies identificadas, de

modo que se calcula el máximo valor de diversidad -1,36 bits-, según el índice de Shannon-Weaver.

En verano de 2005, la densidad celular se incrementa hasta cuantificarse el valor más alto -4 208 cel/ml-. La comunidad algal es muy semejante al estío de 2004 ya que se caracteriza por la dominancia de la diatomea *Cyclotella ocellata* - 92% del total-. La principal diferencia, es la especie acompañante que en este periodo es la clorofícea *Coelastrum microporum*. La fuerte dominancia de la diatomea *Cyclotella ocellata* reduce el valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver al mínimo durante el periodo de estudio -0,63 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

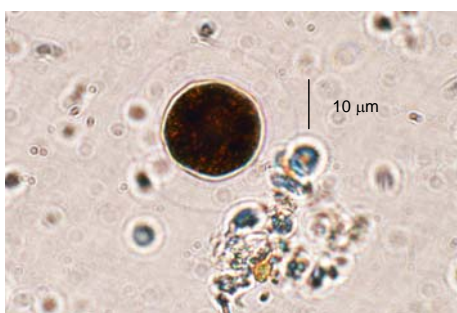


La evolución temporal de la biomasa, medida como concentración de clorofila *a*, se corresponde relativamente con la evolución de la densidad algal. Si bien los máximos y mínimos de ambos parámetros no coinciden en el tiempo, sí presentan la misma tendencia. Cuando la población decrece, la biomasa en primavera se reduce al mínimo -

0,70 µg/l-, y cuando la densidad crece hasta registrarse el máximo valor, se observa un incremento en la concentración de clorofila *a* –ver Figura 6-.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La sucesión de especies a lo largo del año de estudio y el pico de población causado por el crecimiento de diatomeas y clorofíceas en verano indica que Barasona es un medio mesotrófico. Las asociaciones algales identificadas en el embalse se describen a continuación:



Asterococcus sp. Especie identificada el 11/04/2005 en el embalse

El estío de 2004 y 2005 se caracteriza por una comunidad con valores de densidad algal moderada y dominada por la diatomea céntrica *Cyclotella ocellata*, en invierno se produce el crecimiento de la cianobacteria *Synechocystis sp.* y desplaza a la diatomea como especie dominante. En la primavera de 2005, las poblaciones de diatomeas céntricas vuelven a crecer destacando por su abundancia

Cyclotella comta. El mantenimiento de la principal especie acompañante -*Rhodomonas minuta*- durante el verano, invierno y primavera informa del grado trófico moderado del embalse.

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 Barasona, como **mesotrófico**.

Atendiendo a criterios de la OCDE el parámetro causal básico (PT) sitúa al embalse en rangos de eutrofia, mientras que el de respuesta (clorofila *a*, considerando su máximo anual) presenta un resultado de oligotrofia.

Los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson,1974), estimados a partir del la clorofila *a*, del fósforo total y de la profundidad del disco de Secchi, definen al embalse como mesotrófico.

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

Índice	Definición criterio	Rango	2.004-2.005	
			Valor	Grado Trófico
EPA (1976)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 10-MESO-20 >	53	EUTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	2,091	MESOTRÓFICO
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	4,2	MESOTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1 - 3 - 6,7 - 10 >	2,7	OLIGO-MESOT.
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8 - 12 - 28 - 40 >	53	EUTRÓFICO
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8 - 2,4 - 3,8 - 4,6 >	2,4	MESO-EUTRÓF.
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	2,091	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	2,7	E. MODERADA
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	53	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	254	E. AVANZADA
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	2,4	E. AVANZADA
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	2,7	MESOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	4,2	OLIGOTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	53	EUTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6; 6-3; 3-1.5; < 1.5	2,4	EUTRÓFICO
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	1,5	EUTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): DST	<i>TSI = 10(6-log₂(DST))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	48	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): CLA	<i>10(6-log₂ 7,7(1/Cl^a 0,68))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	40	MESOTRÓFICO
TSI (Carlson, 1974): PT	<i>TSI = 10(6-log₂(54,9/PT))</i>	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	60	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 Barasona es **MODERADO**.

EMBALSE DE BARASONA

			CLASES DEL POTENCIAL ECOLÓGICO					Valor obs.	Valoración del parámetro	Valoración del indicador	IPE	EQR
			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	2,089	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	2,7	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	2,4	2	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	8,8	5			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	53,4	2			
			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: BARASONA (BR) **CAMPAÑA:** 1
COT. MAX: 447,67 **NIVEL:** 443,65

Estación: E1 Profundidad: 21,3
 Fecha: 07/08/2004 Hora: 11:20
 Disco Secchi (m): 3,2 Capa fótica (m): 5,4

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	444	25,19	9,42	6,70	80,9	284	268	182
1	443	25,00	9,39	6,91	83,4	285	271	182
2	442	24,97	9,44	6,70	81,3	282	272	181
3	441	24,87	9,40	6,84	82,4	277	268	177
4	440	24,86	9,49	6,66	80,4	276	274	177
5	439	24,78	9,47	6,82	81,9	275	275	177
6	438	24,73	9,49	6,67	80,6	275	278	176
7	437	22,72	9,46	7,36	83,9	267	280	171
8	436	21,70	9,23	6,18	70,3	262	274	167
9	435	21,30	9,20	6,14	69,0	264	274	169
10	434	21,04	9,10	5,79	64,7	249	271	159
11	433	20,65	8,97	5,39	59,4	244	267	156
12	432	20,27	8,77	4,77	51,7	238	262	153
13	431	20,16	8,71	4,65	51,0	239	260	152
14	430	20,06	8,68	4,58	50,3	236	259	150
15	429	19,90	8,63	4,60	50,1	233	259	149
16	428	19,85	8,61	4,52	49,5	233	258	149
17	427	19,78	8,58	4,46	48,8	233	260	149
18	426	19,75	8,56	4,43	48,4	233	258	149
19	425	19,73	8,49	4,50	49,3	232	256	148
20	424	19,66	8,50	4,40	47,7	234	259	151
21	423	19,60	8,46	4,21	43,8	234	258	150

EMBALSE: BARASONA (BR) **CAMPAÑA:** 3
COT. MAX: 447,67 **NIVEL:** 439,37

Estación: E1 Profundidad: 28
 Fecha: 11/04/2005 Hora: 10:00
 Disco Secchi (m): 2,3 Capa fótica (m): 3,9

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	439	13,21	8,16	10,60	101,2	284	-	185
1	438	13,13	8,16	10,45	99,4	283	-	184
2	437	13,07	8,16	10,42	99,1	282	-	183
3	436	12,98	8,15	10,40	98,7	281	-	183
4	435	12,75	8,14	10,37	98,0	279	-	181
5	434	12,60	8,11	10,30	97,0	276	-	179
6	433	12,47	8,10	10,22	95,9	275	-	179
7	432	12,33	8,11	10,15	94,9	273	-	177
8	431	12,22	8,10	10,06	93,9	272	-	177
9	430	12,04	8,10	10,04	93,2	271	-	176
10	429	11,83	8,09	10,01	92,6	268	-	174
11	428	11,64	8,07	9,98	91,9	267	-	174
12	427	11,44	8,06	9,96	91,3	264	-	172
13	426	11,37	8,06	9,94	91,0	262	-	170
14	425	11,30	8,03	9,91	90,5	266	-	173
15	424	11,02	7,99	9,89	89,8	276	-	179
16	423	10,77	7,95	9,85	89,0	278	-	181
17	422	10,68	7,94	9,80	88,3	279	-	181
18	421	10,55	7,94	9,83	88,3	279	-	181
19	420	10,35	7,93	9,84	87,9	279	-	181
20	419	10,28	7,93	9,90	88,1	274	-	178
21	418	9,82	7,93	9,90	88,1	280	-	182
22	417	9,73	7,93	10,01	88,3	284	-	185
23	416	9,55	7,92	10,02	87,9	291	-	189
24	415	9,55	7,92	10,20	87,9	292	-	190
25	414	9,34	7,91	9,99	87,2	298	-	194
26	413	9,32	7,91	9,99	86,8	298	-	194
27	412	9,24	7,90	9,99	86,7	299	-	194
28	411	9,12	7,66	8,71	84,8	300	-	195

EMBALSE: BARASONA (BR) **CAMPAÑA:** 4
COT. MAX: 447,67 **NIVEL:** 440,44

Estación: E1 Profundidad: 18
 Fecha: 02/08/2005 Hora: 19:00
 Disco Secchi (m): 1,5 Capa fótica (m): 2,6

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	440	25,00	-	9,48	114,8	268	146	174
1	439	25,00	-	10,42	129,7	268	146	174
2	438	25,00	-	9,95	119,9	268	148	174
3	437	24,99	-	9,83	119,3	268	150	174
4	436	24,97	-	9,77	119,2	267	151	174
5	435	24,86	-	9,58	115,8	267	151	174
6	434	24,63	-	9,17	110,4	266	152	173
7	433	24,66	-	8,99	108,2	266	153	173
8	432	24,61	-	8,96	107,0	267	154	174
9	431	24,56	-	8,75	105,4	267	154	174
10	430	24,35	-	8,45	101,0	269	155	175
11	429	24,22	-	8,60	96,1	273	155	177
12	428	23,62	-	7,23	85,7	290	156	189
13	427	23,34	-	6,79	78,5	280	157	182
14	426	22,90	-	6,54	76,0	269	156	175
15	425	22,56	-	6,69	78,1	268	154	174
16	424	22,61	-	7,02	89,4	264	153	172
17	423	21,70	-	8,35	95,0	262	153	170
18	422	21,60	-	8,92	95,6	264	154	172

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR1		
CAMPAÑA:	1	FECHA:	07/08/2004		
COTA MÁXIMA:	447,67	NIVEL:	444		
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	7	21	
COTA	msnm	443	437	423	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,6	3,0	27,8	4,8
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	73,9	75,3	79,3	77,3
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,9	1,1	1,2	0,9
DQO	mg O ₂ /l	3,9	3,9	7,8	3,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,026	0,028	0,028	0,023
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,014	0,014	0,054	0,016
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,005	0,018	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,96	0,72	0,64	0,40
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,10	0,10	0,10
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,08	0,07	0,08
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,94	0,64	0,56	0,33
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,08	0,42	0,81	1,72
NITRATOS	mg N/l	0,24	0,10	0,18	0,39
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,009	0,019	0,043	0,013
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,006	0,013	0,004
N INORGÁNICO	mg N/l	0,26	0,18	0,27	0,47
CALCIO	mg Ca/l	32,6	31,5	34,0	
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	4,4	4,3	3,8	
SODIO	mg Na/l	17,9	16,5	12,3	
POTASIO	mg K/l	0,8	0,8	1,4	
CLORUROS	mg Cl/l	27,7	25,7	15,3	
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	16,6	14,6	13,4	
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,002	
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	1,24	2,57	4,62	
CLOROFILA a	µg/l	3,7			

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR2			
CAMPAÑA:	2	FECHA:	16/11/2004			
COTA MÁXIMA:	447,67	NIVEL:	441			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	
PROFUNDIDAD	m	1	10	18		
COTA	msnm	440	431	423		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,9			13,1	
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	104,7			89,9	
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,5			0,3	
DQO	mg O ₂ /l	4,0			104,0	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,013	0,026	0,061	0,021	
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,040	0,046	0,043	0,031	
FOSFATOS	mg P/l	0,013	0,015	0,014	0,010	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,66	0,87	1,04	
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,11	0,10	0,08	0,03	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,09	0,07	0,06	0,02	
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,50	0,58	0,81	1,02	
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,64	1,64	1,33	1,06	
NITRATOS	mg N/l	0,37	0,37	0,30	0,24	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,017	0,016	0,032	0,012	
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	0,010	0,004	
N INORGÁNICO	mg N/l	0,46	0,45	0,37	0,27	
CLOROFILA a	µg/l	4,2				

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR3			
CAMPAÑA:	3	FECHA:	11/04/2005			
COTA MÁXIMA:	447,67	NIVEL:	439			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	
PROFUNDIDAD	m	1	13	27		
COTA	msnm	438	426	412		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	1,9			5,3	
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	87,2			75,8	
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,2			0,9	
DQO	mg O ₂ /l	16,0			12,0	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,006	0,020	0,024	0,007	
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,015	0,026	0,027	0,012	
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,008	0,009	0,004	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,37	0,42	0,61	0,24	
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,05	0,05	0,09	0,02	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,07	0,02	
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,34	0,38	0,55	0,22	
NITRATOS	mg NO ₃ /l	1,04	1,03	1,16	0,94	
NITRATOS	mg N/l	0,24	0,23	0,26	0,21	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,023	0,035	0,023	0,019	
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,011	0,007	0,006	
N INORGÁNICO	mg N/l	0,28	0,28	0,34	0,24	
CLOROFILA a	µg/l	0,7				

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO: BR4			
CAMPAÑA:	4	FECHA: 02/08/2005			
COTA MÁXIMA:	447,67	NIVEL: 440			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO					
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1
PROFUNDIDAD	m	1	9	17	
COTA	msnm	439	431	423	
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	2,4			48,8
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,9			1,0
DQO	mg O ₂ /l	8,1			11,9
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,383	0,008	0,017	0,011
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	1,132	0,026	0,045	0,026
FOSFATOS	mg P/l	0,369	0,008	0,015	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,15	0,21	0,23	0,16
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,06	0,08	0,11	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,06	0,08	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,11	0,15	0,15	0,13
NITRATOS	mg NO ₃ /l	0,02	0,02	0,00	0,18
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,00	0,00	0,04
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,011	0,013	0,184	0,020
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,004	0,056	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	0,05	0,07	0,14	0,08
SULFUROS	mg S ² /l			0,000	
COLORIFILA a	µg/l	2,2			

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	07/08/2004
COTAMAX:	447,67	D. SECCHI:	3,2
NIVEL:	444	C.FÓTICA:	5,4
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	443	
CLOROFILA a	µg/l	3.70	
Población total	nº cel/ml	1 719	
Diversidad (H)	Bits	1.09	
Clase BACILLARIOFICEA	nº cel/ml	1 402	
Grupo CIANOBACTERIA	nº cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	nº cel/ml	43	
Clase CRIFTOFICEA	nº cel/ml	133	
Clase CRISOFICEA	nº cel/ml	138	
Clase DINOVICEA	nº cel/ml	3	
Clase EUGLENOVICEA	nº cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	nº cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	nº cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	nº cel/ml	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	1 400	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Crucigenia quadrata</i>	Clorofícea	2	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	35	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	6	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	10	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	18	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	105	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	133	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	5	
<i>Peridinium sp.1</i>	Dinofícea	2	
<i>Peridinium sp.2</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	16/11/2004
COTAMAX:	447,67	D. SECCHI:	2,4
NIVEL:	441	C.FÓTICA:	4,1
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	440	
CLOROFILA a	µg/l	4.42	
Población total	nº cel/ml	1 276	
Diversidad (H)	Bits	1.11	
Clase BACILLARIOFICEA	nº cel/ml	10	
Grupo CIANOBACTERIA	nº cel/ml	927	
Clase CLOROFICEA	nº cel/ml	17	
Clase CRIFTOFICEA	nº cel/ml	315	
Clase CRISOFICEA	nº cel/ml	3	
Clase DINOVICEA	nº cel/ml	3	
Clase EUGLENOVICEA	nº cel/ml	1	
Clase XANTOFICEA	nº cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	nº cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	nº cel/ml	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	4	
<i>Cymatopleura solea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Fragilaria ulna</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Gyrosigma sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Synechocystis sp.</i>	Gianobacteria	927	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	15	
<i>Planctonema lauterbornii</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	6	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	4	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	1	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	304	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	3	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	3	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	1	

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	11/04/2005
COTAMAX:	447,67	D. SECCHI:	2,3
NIVEL:	439	C.FÓTICA:	3,9
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	438	
CLOROFILA a	µg/l	0.70	
Población total	n° cel/ml	1 160	
Diversidad (H)	Bits	1.36	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	824	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	110	
Clase CRIFTOFICEA	n° cel/ml	224	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	1	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	1	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella bodanica</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	818	
<i>Diatoma vulgaris</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	2	
<i>Asterococcus sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Didymocystis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	1	
<i>Kirchneriella sp.</i>	Clorofícea	20	
<i>Sphaerocystis sp.</i>	Clorofícea	84	
<i>Tetraselmis sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Criptofícea	8	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	215	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	1	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	

EMBALSE:	BARASONA	CÓDIGO:	BR4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	02/08/2005
COTAMAX:	447,67	D. SECCHI:	1,5
NIVEL:	440	C.FÓTICA:	2,6
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	439	
CLOROFILA a	µg/l	2.15	
Población total	nº cel/ml	4 200	
Diversidad (H)	Bits	0.63	
Clase BACILLARIOFICEA	nº cel/ml	3 869	
Grupo CIANOBACTERIA	nº cel/ml	1	
Clase CLOROFICEA	nº cel/ml	220	
Clase CRIFTOFICEA	nº cel/ml	72	
Clase CRISOFICEA	nº cel/ml	12	
Clase DINOVICEA	nº cel/ml	23	
Clase EUGLENOVICEA	nº cel/ml	3	
Clase XANTOFICEA	nº cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	nº cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	nº cel/ml	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	3 863	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Cymbella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Melosira varians</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula pupula</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Planktothrix sp.</i>	Gianobacteria	1	
<i>Asterococcus sp.</i>	Clorofícea	22	
<i>Coelastrum microporum</i>	Clorofícea	168	
<i>Chlorococcum sp.</i>	Clorofícea	14	
<i>Didymocystis sp.</i>	Clorofícea	2	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	1	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	2	
<i>Pandorina morum</i>	Clorofícea	10	
<i>Schroederia sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	15	
<i>Cryptomonas ovata</i>	Criptofícea	1	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	18	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	38	
<i>Bitrichia sp.</i>	Crisofícea	2	
<i>Dinobryon divergens</i>	Crisofícea	1	
<i>Dinobryon sertularia</i>	Crisofícea	9	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	7	
<i>Gymnodinium sp.</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium elpatiewskyi</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium inconspicuum</i>	Dinofícea	1	
<i>Peridinium sp.</i>	Dinofícea	11	
<i>Protoperidinium sp.</i>	Dinofícea	2	
<i>Euglena sp.</i>	Euglenofícea	2	
<i>Strombomonas sp.</i>	Euglenofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Verano de 2004 (07/08/2004)



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Invierno de 2004 (16/11/2004)



Río Esera, tributario principal del embalse de Barasona. Verano de 2005 (02/08/2005)

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio 2006

EMBALSE: BARASONA

CÓDIGO: BR

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Aragón
Provincia: Huesca
Municipio: Graus



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

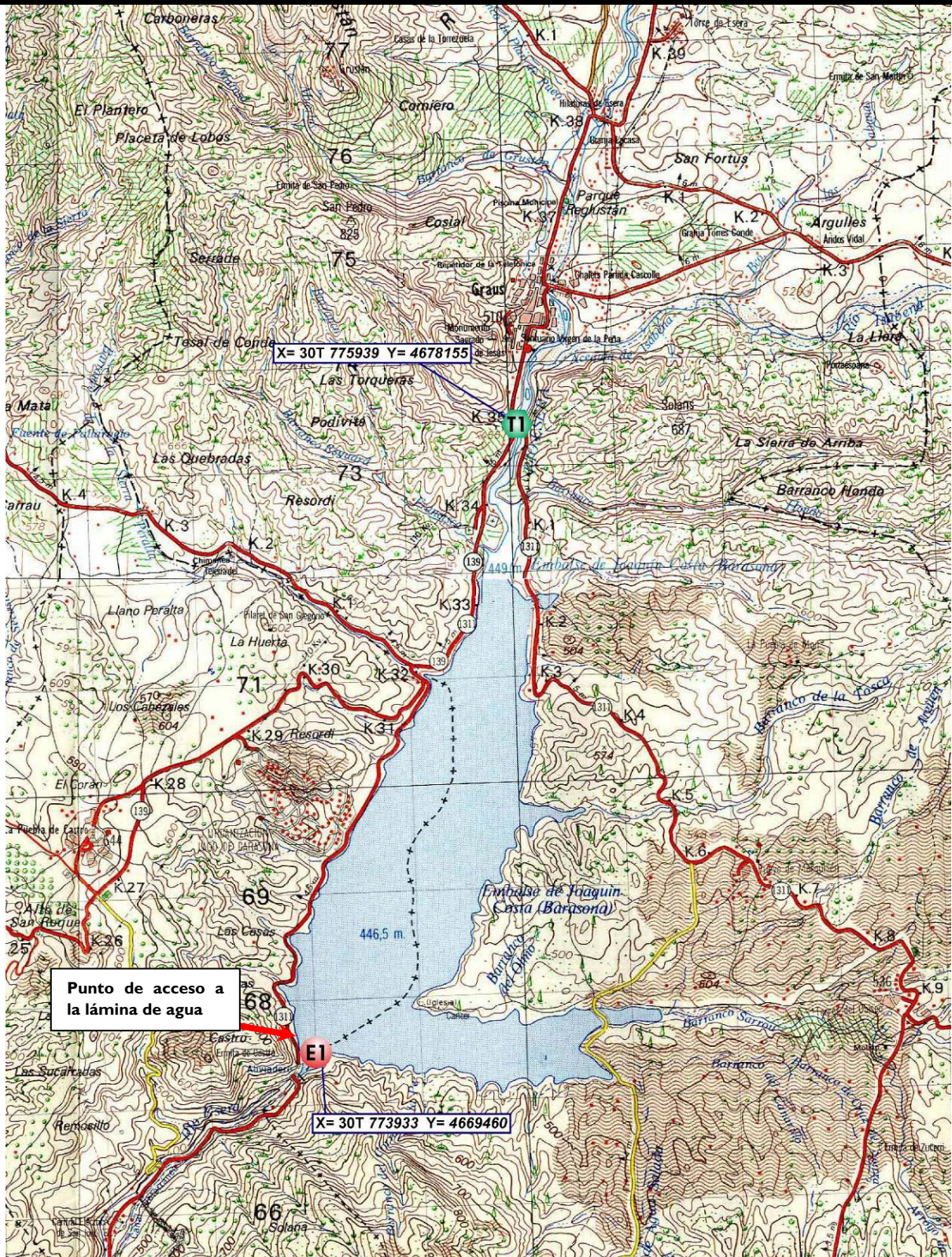
Tributario principal:	Río Ésera	Otros tributarios:	-
Año de terminación:	1932-72	Propietario:	Estado
Cuenca a la que pertenece:	Ésera -Cinca	Altitud (msnm):	447,21
Capacidad total (hm³):	92	Capacidad útil (hm³):	-
Longitud máxima (km):	6,5	Perímetro (km):	20
Profundidad máxima (m):	59,5	Profundidad media (m):	13,3
Usos principales:	Abastecimiento	Otros usos:	Riego, Hidroeléctrico



Panorámica del embalse (16/11/2004)



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:



Punto de acceso a la lámina de agua



Estación de embalse



Estación de tributario

Nº Plano/s 1:50.000: 288



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

		GRADO TRÓFICO	POTENCIAL ECOLÓGICO
BARASONA		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: 07/08/2004
Tª superficie (°C): 25,19	pH superficie (ud): 9,42	Conductividad superficie (µS/cm): 284
Tª fondo (°C): 19,60	pH fondo (ud): 8,46	Conductividad fondo (µS/cm): 234
Tª TI (°C): 16,77	pH TI (ud): 8,81	Conductividad TI (µS/cm): 202
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	3,2	5,4
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 7
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 16/11/2004
Tª superficie (°C): 9,75	pH superficie (ud): 8,10	Conductividad superficie (µS/cm): 425
Tª fondo (°C): 8,51	pH fondo (ud): 8,00	Conductividad fondo (µS/cm): 407
Tª TI (°C): 5,20	pH TI (ud): 8,07	Conductividad TI (µS/cm): 291
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,4	4,1
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 11/04/2005
Tª superficie (°C): 13,21	pH superficie (ud): 8,16	Conductividad superficie (µS/cm): 284
Tª fondo (°C): 9,12	pH fondo (ud): 7,66	Conductividad fondo (µS/cm): 300
Tª TI (°C): 12,54	pH TI (ud): 8,05	Conductividad TI (µS/cm): 175
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,3	3,9
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 02/08/2005
Tª superficie (°C): 25,00	pH superficie (ud): -	Conductividad superficie (µS/cm): 268
Tª fondo (°C): 21,60	pH fondo (ud): -	Conductividad fondo (µS/cm): 264
Tª TI (°C):	pH TI (ud):	Conductividad TI (µS/cm):
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,5	2,6
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -



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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 07/08/2004				
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	BREIS	BREIT	BREIF	BRTI	
PROFUNDIDAD	m	1	7	21		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,026	0,028	0,028	0,023	
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,005	0,018	0,005	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,96	0,72	0,64	0,40	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,08	0,07	0,08	
NITRATOS	mg N/l	0,24	0,10	0,18	0,39	
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,006	0,013	0,004	
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	3,7				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.719				
CLASE PREDOMINANTE:	Crisofícea			Nº células/ml: 138		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Dinobryon divergens</i>			Nº células/ml: 133		
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 16/11/2004				
PARÁMETRO	UNIDAD	BREIS	BREIM	BREIF	BRTI	
PROFUNDIDAD	m	1	10	18		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,013	0,026	0,061	0,021	
FOSFATOS	mg P/l	0,013	0,015	0,014	0,010	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,66	0,87	1,04	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,09	0,07	0,06	0,02	
NITRATOS	mg N/l	0,37	0,37	0,30	0,24	
NITRITOS	mg N/l	0,005	0,005	0,010	0,004	
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	4,2				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.276				
CLASE PREDOMINANTE:	Cianobacteria			Nº células/ml: 927		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Synechocystis sp.</i>			Nº células/ml: 927		
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 11/04/2005				
PARÁMETRO	UNIDAD	BREIS	BREIM	BREIF	BRTI	
PROFUNDIDAD	m	1	13	27	1	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,006	0,020	0,024	0,007	0,006
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,008	0,009	0,004	0,005
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,37	0,42	0,61	0,24	0,37
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,04	0,07	0,02	0,04
NITRATOS	mg N/l	0,24	0,23	0,26	0,21	0,24
NITRITOS	mg N/l	0,007	0,011	0,007	0,006	0,007
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	0,7				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.160				
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 824		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella comta</i>			Nº células/ml: 818		
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 06/07/2005				
PARÁMETRO	UNIDAD	BREIS	BREIM	BREIF	BRTI	
PROFUNDIDAD	m	1	9	17		
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,383	0,008	0,017	0,011	
FOSFATOS	mg P/l	0,369	0,008	0,015	0,008	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,15	0,21	0,23	0,16	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,04	0,06	0,08	0,03	
NITRATOS	mg N/l	0,00	0,00	0,00	0,04	
NITRITOS	mg N/l	0,003	0,004	0,056	0,006	
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,2				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	4.200				
CLASE PREDOMINANTE:	Bacillariofícea			Nº células/ml: 3.869		
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Cyclotella ocellata</i>			Nº células/ml: 3.863		

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE BARASONA 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Barasona 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
<i>RCEtrans</i>	> 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 BARASONA

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 Barasona 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	26,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	3,20	Oligotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	3,70	Mesotrófico
DENSIDAD ALGAL	1719	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,75	MESOTRÓFICO

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

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	32,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,50	Eutrófico
COLOROFILA <i>a</i>	38,30	Hipereutrófico
DENSIDAD ALGAL	4200	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	3,75	EUTRÓFICO

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 hipereutrófico y la densidad algal como mesotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Barasona en 2005 ha resultado ser **EUTRÓFICO**.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE BARASONA

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 Barasona 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	3,70	0,65	0,75	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	3,20	Bueno			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	6,77	Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	26,00	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 Barasona 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 Barasona 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	38,30	0,07	0,09	Malo
INDICADOR BIOLÓGICO				5		MALO	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor			PE	
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,50			Moderado	
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	8,60			Muy Bueno	
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	32,00			Moderado	
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				MALO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

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