



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 ALLOZ

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	12
4.3.1. Cualidad bioindicadora	15
5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO	15
6. DEFINICIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO	16
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 Alloz 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

En sentido amplio, la cuenca del embalse de Alloz, se enclava entre los terciarios Alavés y del Ebro. La franja serrana del Norte de la cuenca pertenece al Eoceno pero, avanzando hacia el Sur y al dejar atrás los montes de Iturgoyen, se aprecia un afloramiento Oligoceno-Aquitaniense con margas, areniscas y conglomerados.

La presa de Alloz se sitúa dentro del término municipal de Guesalaz, en la provincia de Navarra. Regula principalmente las aguas de los ríos Ubagua y Salado, aunque también la de algunos barrancos de carácter intermitente.

2.2. Características morfométricas e hidrológicas

Se trata de un embalse de moderadas dimensiones, alargado y sin grandes diferencias morfológicas en el eje longitudinal.

La cuenca vertiente al embalse de Alloz tiene una superficie total de 13 450,71 ha, de las cuales 2.835 ha corresponden a su cuenca de escorrentía directa.

El embalse tiene una extensión de 347 ha en su máximo nivel normal y una capacidad total de 65,3 hm³. Tiene una profundidad media de 18,7 m, mientras que la profundidad máxima es de 60 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)	13 450,71
Superficie de la cuenca parcial (ha)	13 450,71
Superficie de la subcuenca de escorrentía (ha)	2 835
Superficie del embalse (ha)	347
Longitud máxima del embalse (km)	5,8
Capacidad total (hm ³)	65,3
Capacidad útil (hm ³)	-
Profundidad máxima (m)	60
Profundidad media (m)	18,7
Perímetro en máximo nivel (km)	16
Cota máximo nivel embalsado (msnm)	468,69
Cota(s) de la toma(s) de agua principal(es) (msnm)	453,7;426,5

Se trata de un embalse monomítico¹, típico de zonas templadas. La termoclina en el periodo estival se sitúa entre 3 y 8 metros de profundidad. La capa fótica en el estío oscila entre 2 y 4 metros de espesor.

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

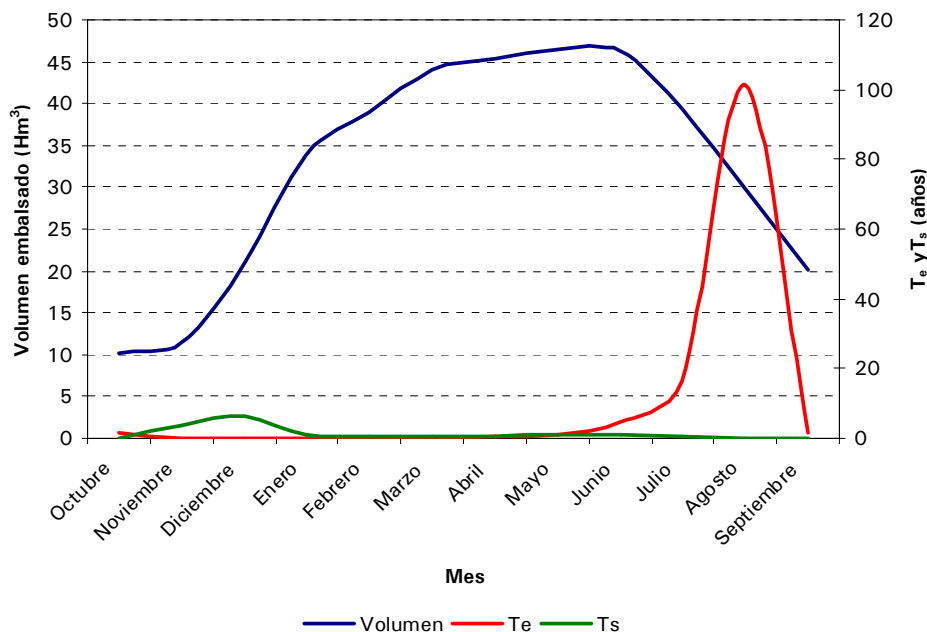
Cuadro II: Parámetros hidráulicos mensuales. Año hidrológico 2001-2005

BALANCE HIDRÁULICO MENSUAL					
Periodo	Volumen	Salidas totales	Entradas Totales	Ts	Te
2001-2005	Hm³	Hm³	Hm³	años	años
Octubre	10,14	6,68	0,50	0,13	1,72
Noviembre	11,56	0,25	4,83	3,80	0,20
Diciembre	21,06	0,28	13,20	6,50	0,14
Enero	33,89	3,10	11,68	0,93	0,25
Febrero	38,94	8,30	11,98	0,36	0,25
Marzo	43,93	9,05	15,13	0,41	0,25
Abril	45,34	9,60	10,23	0,39	0,36
Mayo	46,38	3,80	4,43	1,04	0,89
Junio	46,29	3,08	0,80	1,24	4,76
Julio	39,29	9,08	0,20	0,37	16,68
Agosto	29,89	9,70	0,03	0,26	101,54
Septiembre	20,04	11,38	1,13	0,14	1,46
Total anual	32,23	74,28	74,10	0,43	0,43

El tiempo de residencia anual es moderado, en torno a 5 meses, considerando tanto las entradas como las salidas. No obstante, si se atiende a las entradas, estos valores se disparan en verano (junio, julio y agosto), donde se obtiene el valor máximo (101,54 años) en el mes agosto. Por su parte, considerando las salidas, el máximo se sitúa en diciembre, donde se obtiene un valor de 6,5 años.

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 y al riego. El uso recreativo también es significativo, permitiéndose la navegación (existe un club náutico en Lerate) y practicándose la actividad del baño.

2.4. Registro de zonas protegidas

El embalse de Allos 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 uso recreativo*: En el embalse se encuentra censada la zona de baño denominada "Guesalaz. Embalse de Allos. Pieza Redonda".
- *Zonas sensibles bajo el marco de la directiva 91/271/CEE*: El embalse se encuadra en la lista de 12 embalses declarados como Zonas Sensibles, a través de la Resolución 25 e mayo de 1998 de la Secretaria de Estado de Aguas y Costas.

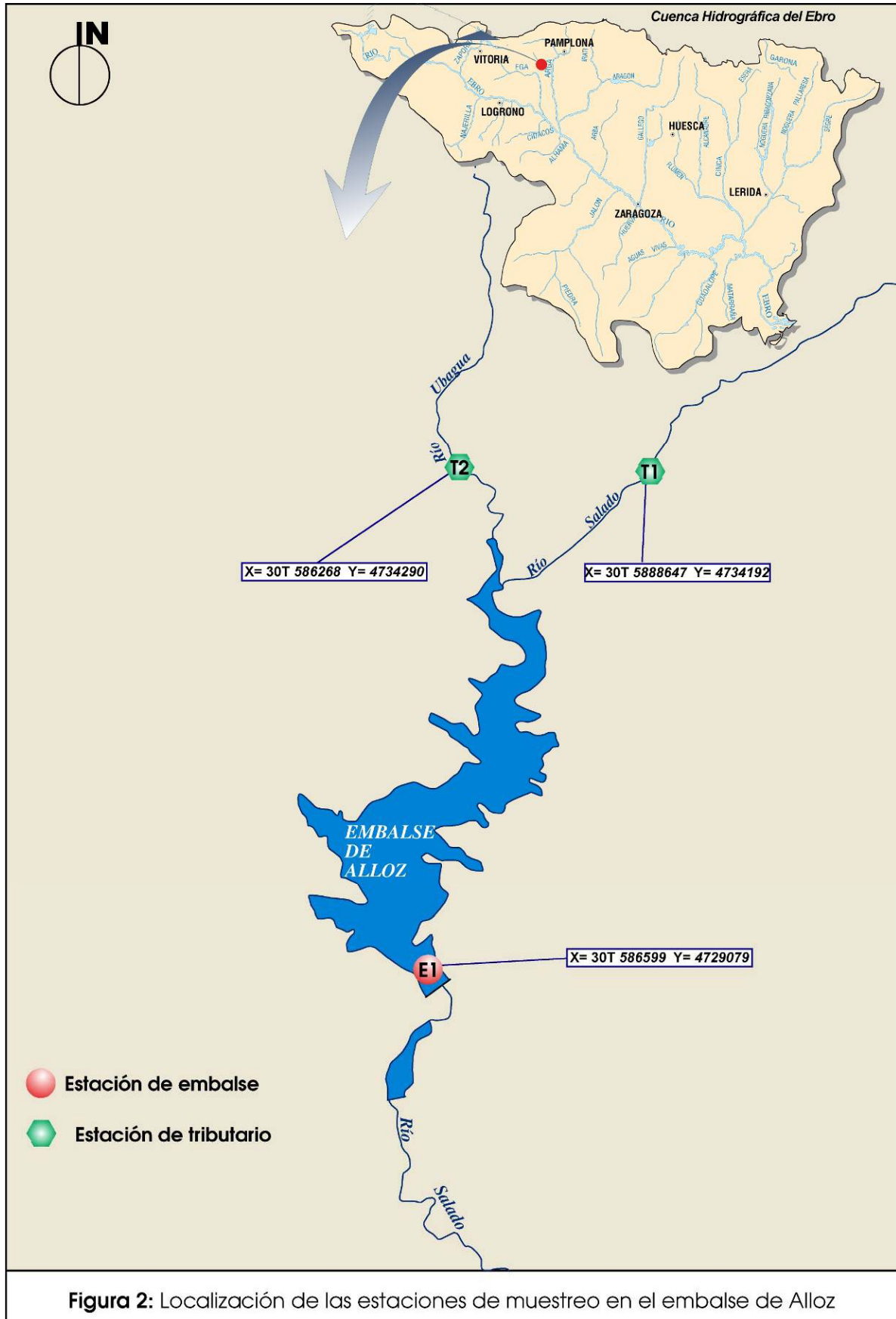
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

Para acometer la caracterización del embalse se han ubicado tres estaciones de muestreo, una estación en la inmediaciones de la presa (**E1**) y dos más en tributarios: **T1** río Salado, **T2** río Iznaroz o Ubagua (**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	23/07/2004	Estratificación
2ª Campaña	09/11/2004	Mezcla
3ª Campaña	04/04/2005	Estratificación
4ª Campaña	06/07/2005	Estratificación



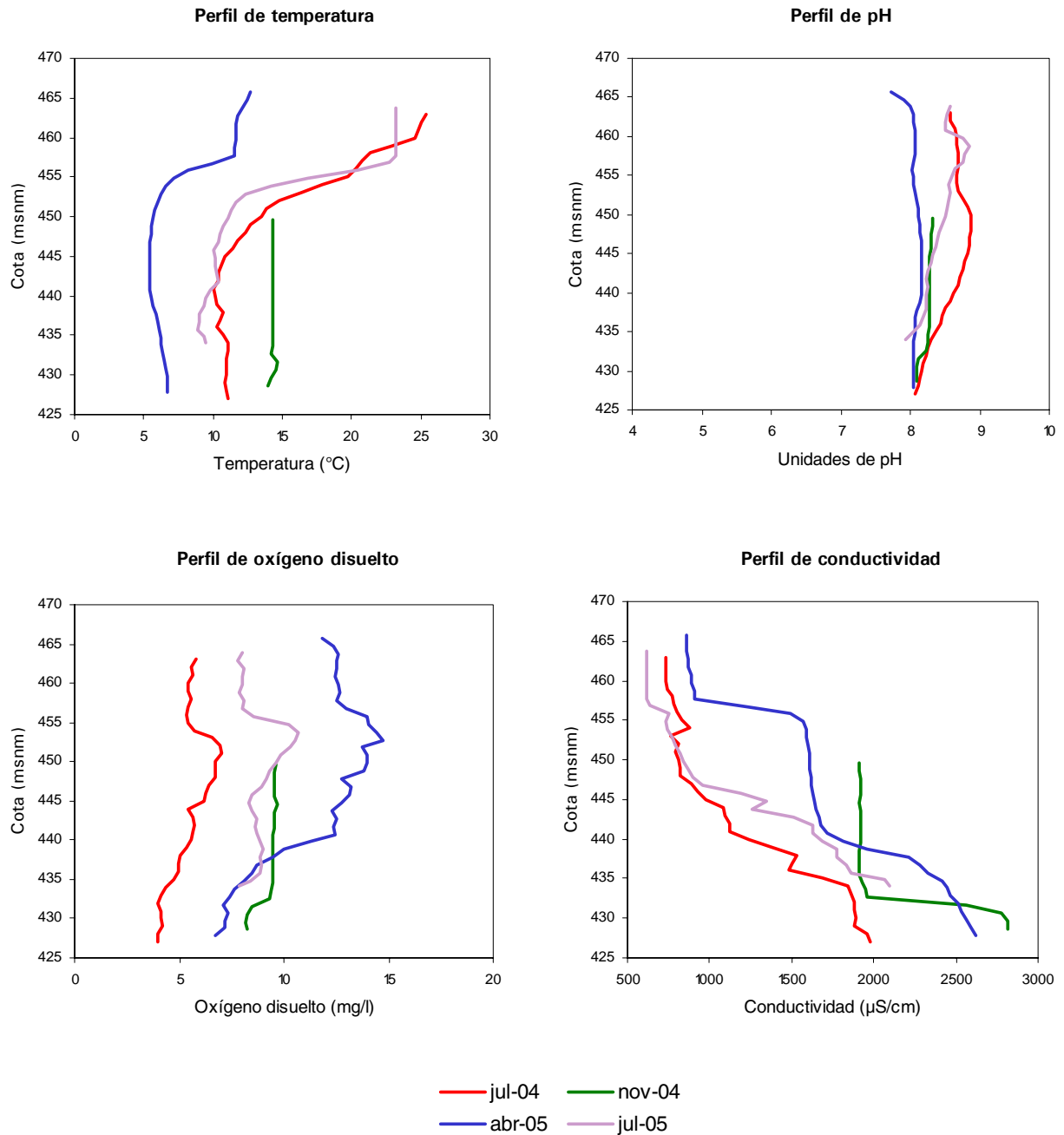
4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

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, con una media anual en torno a los 12 °C que oscila entre los 5,4 °C –mínimo primaveral- y los 25,4 °C -máximo registrado en el estío-. En invierno la temperatura de la columna de agua ronda los 14 °C, mientras que en verano la termoclina se sitúa entre 4 y 8 m de profundidad.
- El pH del agua es ligeramente básico, con un valor medio anual de 8,33 ud. El máximo epilimnético estival es de 8,85 ud y el mínimo, registrado en superficie, de 7,73 ud.
- La transparencia del agua es baja, con un registro medio anual en la lectura de disco de Secchi de 1,86 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica en torno a 3 metros. El mínimo (1,05 m) se registra en la campaña de primavera, mientras que el máximo (2,7 m) se registra en abril de 2005.
- Las condiciones de oxigenación de la columna de agua son buenas, alcanzando durante el periodo de estudio una concentración media de 8,7 mg/l O₂. No se han detectado condiciones anóxicas (<1 mg O₂/l) en las campañas realizadas, siendo el registro mínimo de 3,95 mg/l O₂, valor registrado en julio de 2004 y en el último metro de profundidad.
- La conductividad de las aguas es alta, oscila entre los 618 -mínimo- y 2.813 μS/cm –máximo-. Esta elevada conductividad se debe, principalmente, a la alta salinidad que aporta el río Salado. Por otro lado, cabe citar que los valores 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 bajas para los compuestos fosforados y altas para los nitrogenados. No obstante, ambos se encuentran dentro de los rangos conocidos para el embalse.

La concentración media de fósforo total para el periodo estudiado, y toda la columna de agua, adquiere un valor de 0,011 mg/l P. Las concentraciones de los compuestos fosforados obtenidos en el año 2005 han sido ligeramente inferiores a los de 2004, localizándose en noviembre de 2004 las máximas, con unos valores medios de 0,016 mg/l P, para el fósforo total, y 0,012 mg/l P para los ortofosfatos.

La concentración media del nitrógeno inorgánico total (NIT) alcanza un valor de 2,89 mg/l N. Entre las formas inorgánicas que lo componen la predominante es la de nitratos ($\text{NO}_3/\text{NIT} = 99\%$), siendo las proporciones de amonio y nitritos muy pequeñas (1% para ambos casos). La evolución temporal del nitrógeno inorgánico total (NIT) mantiene la misma pauta seguida por el fósforo, localizándose el máximo en invierno de 2004 con una concentración media de 4,36 mg/l N.

El aporte de nutrientes por los tributarios se encuentra en rangos moderados, siendo el río Salado (**T1**) el que ha presentado la concentración media anual de fósforo total más alta, 0,63 mg/l P.

- El contenido de materia orgánica obtenido es moderado, siendo los valores medios anuales de 2,1 y 27 mg/l O_2 para la DBO_5 y DQO , respectivamente. De los tributarios muestreados el río Salado es el que presenta un mayor contenido de materia orgánica, con una concentración media anual de 438 y 1995,7 mg/l O_2 (DBO_5 y DQO , respectivamente) para el periodo estudiado.

- Las aguas embalsadas están altamente mineralizadas, siendo el sodio el catión predominante (146,6 mg Na/l). Por su parte la alta concentración de calcio (66 mg Ca/l) rebaja la disponibilidad del fósforo, limitando la eutrofia.

Figura 4: Evolución temporal de la concentración de nutrientes

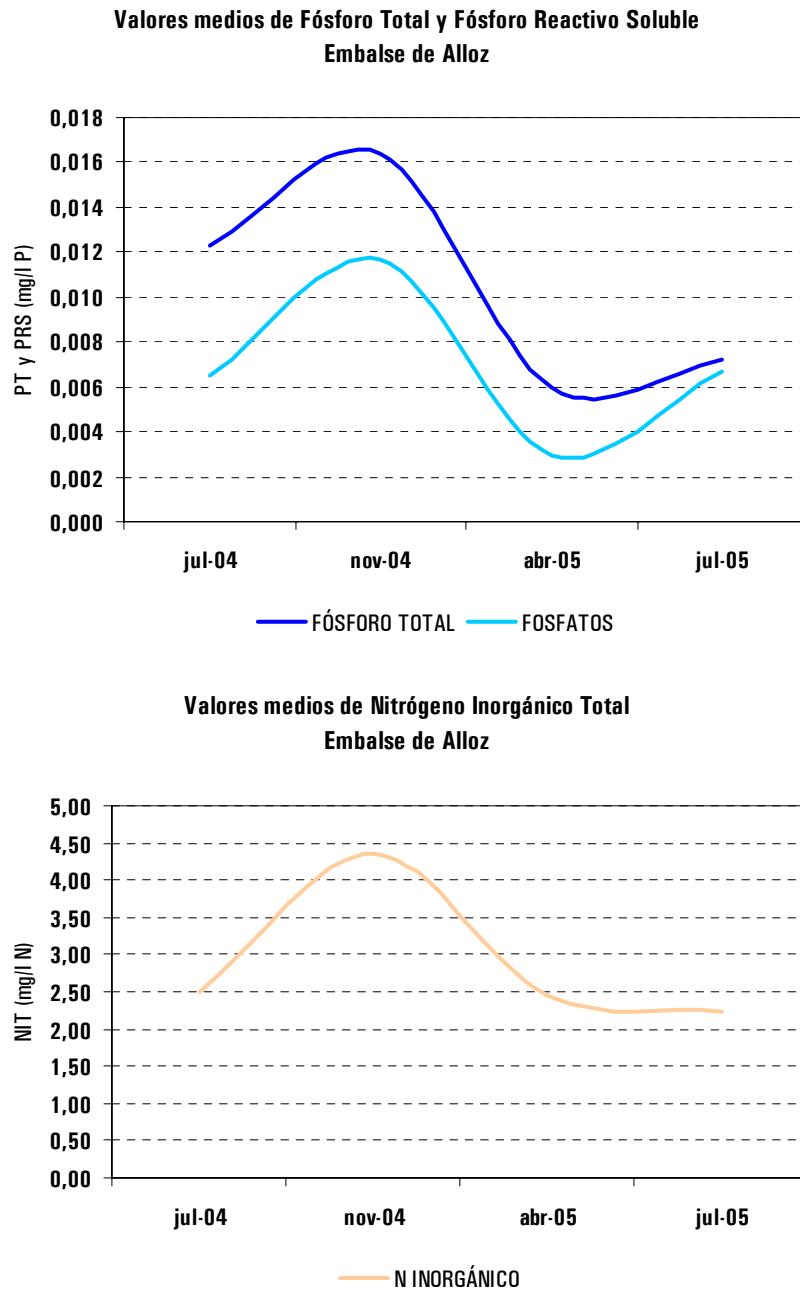
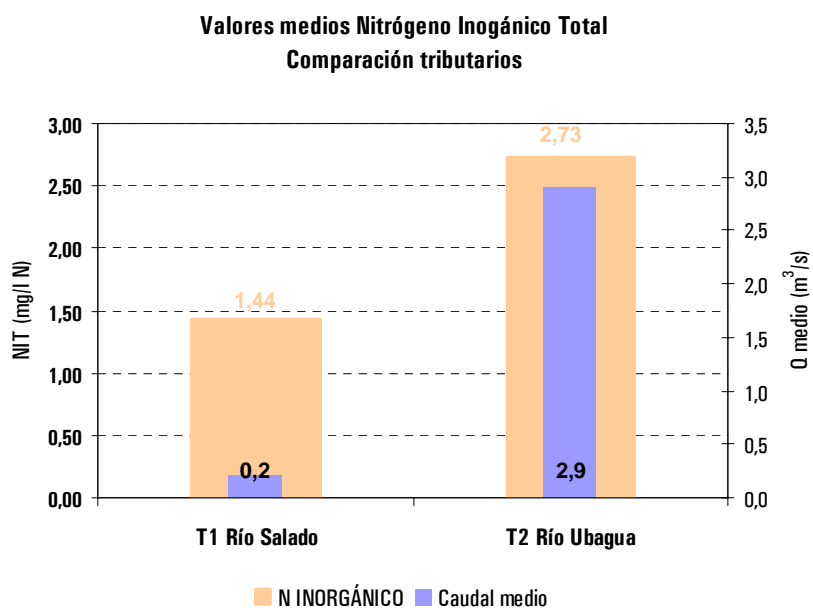
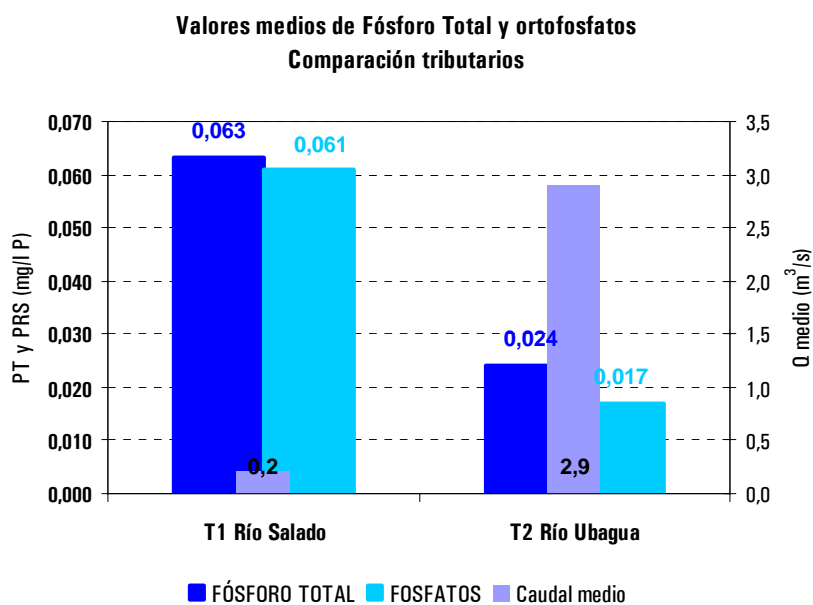


Figura 5: Comparación de la concentración de nutrientes entre tributarios.
Valores medios anuales


	Río Salado en Estenoz	Río Ubagua en Muez
Estación aforo	150	151
Periodo	1957-2002	1961-1999
n° datos	16.101	13.535

Nota: Los caudales representados se han obtenido de la tabla resumen de aforos. Web

<http://oph.chebro.es/ContenidoAforo>

4.3. Productores primarios y concentración de pigmentos fotosintetizadores

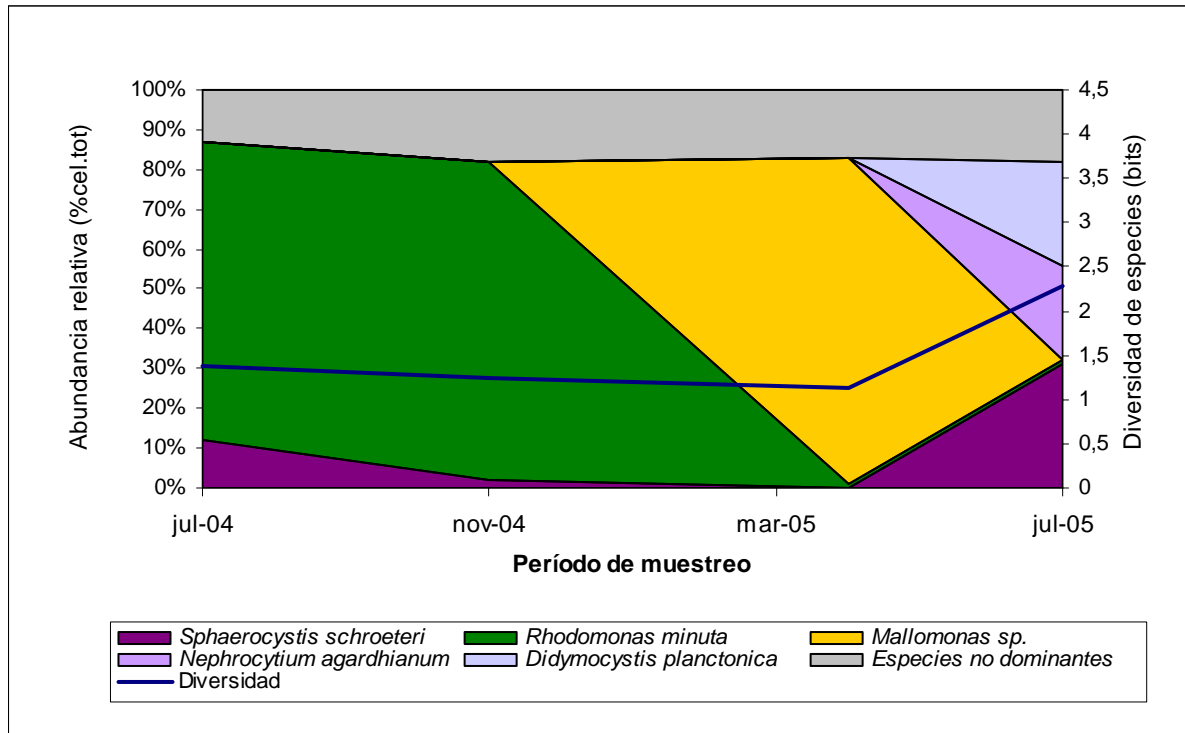
Los resultados de los análisis cuantitativos de fitoplancton se presentan en el **Anexo III**. De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes apreciaciones.

De la totalidad de 4 análisis realizados se han identificado un total de 32 especies, distribuidas entre los siguientes grupos taxonómicos:

- 7 diatomeas
- 2 cianobacterias
- 16 clorofíceas
- 3 criptofíceas
- 1 crisofíceas
- 1 dinofíceas
- 1 euglenofíceas
- 1 zigofíceas

El gráfico siguiente recoge los cambios estacionales -climatológicos- de las comunidades fitoplanctónicas del embalse a lo largo del año hidrológico estudiado -2004-2005-. Las 5 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 6: 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 periodo estival de 2.004, se registra el mínimo valor de densidad fitoplanctónica anual -345 cel/ml-. A excepción de las criptofíceas, el resto de grupos están poco representados. Específicamente, la criptofícea *Rhodomonas minuta* constituye el 75% de la comunidad algal. La clorofícea *Sphaerocystis schroeteri* es la principal especie acompañante, debido a las condiciones estivales -mayor temperatura e intensidad lumínica- que favorecen su crecimiento.

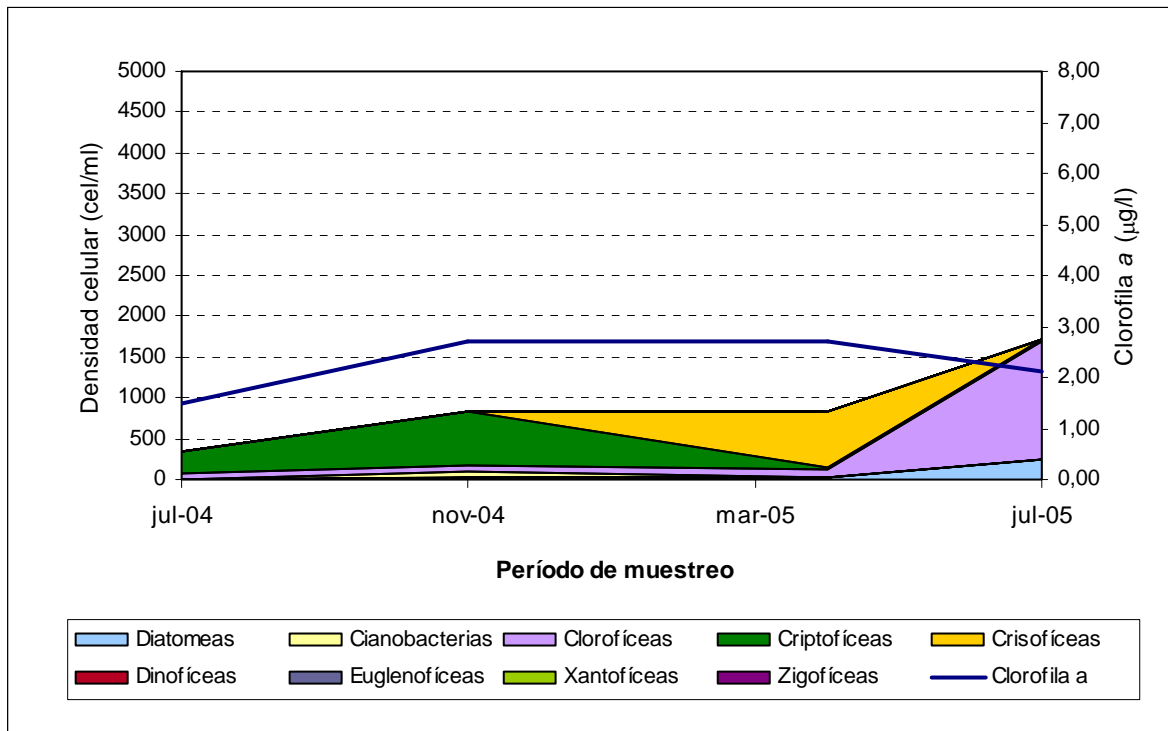
Durante la época invernal se produce un ligero incremento de la densidad celular hasta cuantificarse 842 cel/ml. La composición de la comunidad es muy semejante a la etapa anterior, de manera que la criptofícea *Rhodomonas minuta* sigue siendo la especie mayoritaria - supone el 85% de la densidad total -. Destaca el crecimiento de la cianobacteria *Chroococcus minutus*, aunque se mantiene con una abundancia relativamente reducida.

En primavera la comunidad algal del embalse mantiene valores de densidad semejantes a los del periodo anterior -824 cel/ml-, sin embargo cambia mucho su composición pasando a ser las crisofíceas el grupo algal dominante, y dentro de éste domina la especie *Mallomonas sp.*, que representa el 80% de la densidad total. La fuerte dominancia de esta especie explica el mínimo valor de diversidad durante el período de estudio -1,12 bits-.

En el estío de 2005 la densidad fitoplanctónica aumenta hasta registrarse alcanzar el máximo valor del periodo -1.720 cel/ml-. El incremento de la intensidad lumínica y la temperatura, además de una mayor estabilidad de la capa fótica, favorece el crecimiento de las clorofíceas que sustituyen a las crisofíceas como grupo dominante. Se identifican 3 clorofíceas con mayor abundancia relativa: *Sphaerocystis schroeteri*, *Nephrocytium agardhianum* y *Didymocytis planctonica*. La ausencia de una especie claramente dominante determina el máximo valor de diversidad -2,28 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:

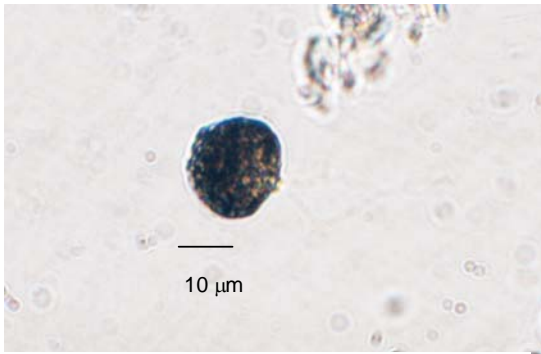
Figura 7: Evolución temporal por clases taxonómicas



La evolución de clorofila *a* y densidad algal se ajusta correctamente a lo largo del año. Los valores que se registran de ambos parámetros durante el periodo de estudio son muy reducidos, la concentración media de clorofila *a* es 2,25 $\mu\text{g/l}$ y la densidad algal media se sitúa en 933 cel/ml.

4.3.1. Calidad bioindicadora

La sucesión fitoplanctónica del embalse de Alloz se caracteriza por la dominancia de criptofíceas en verano e invierno de 2004. Durante la primavera *Rhodomonas minuta* es reemplazada por la crisofícea *Mallomonas sp.* y, por último, en el verano de 2005 clorofíceas como *Sphaerocystis schroeteri* o *Nephrocytium agardhianum* son las



Chlamydomonas sp., una de las clorofíceas presentes en el embalse durante julio de 2004.

dominantes. Reynolds clasifica esta sucesión algal como propia de grandes lagos con ambiente oligotrófico (Reynolds, 1984). La concentración media de biomasa -2,25 $\mu\text{g/l}$ de clorofila *a*- y la reducida densidad algal media - 933 cel/ml- confirman la caracterización de este embalse como un medio oligotrófico, según los parámetros biológicos.

5. DIAGNÓSTICO DEL GRADO TRÓFICO

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

Atendiendo a criterios de la OCDE el parámetro causal básico (PT) sitúa al embalse en rangos de mesotrofia, aunque el resultado obtenido (11 $\mu\text{g/l}$ P) se encuentra muy próximo al límite superior de oligotrofia (10 $\mu\text{g/l}$ P). Por su parte, el parámetro de respuesta (clorofila *a*) presenta un resultado de oligotrofia. El máximo rango, eutrofia, se obtiene con la transparencia, 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.

Los resultados obtenidos según el índice TSI (Carlson, 1974), estimados a partir de la clorofila *a* y del fósforo total, definen al embalse como oligotrófico, mientras los obtenidos a partir la profundidad del disco de Secchi lo catalogan 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 >	11	<i>MESOTRÓFICO</i>
EPA (Weber, 1976)	<i>N° células algales/ml</i>	< 2000-MESO-15000 >	933	<i>OLIGOTRÓFICO</i>
EPA (Weber, 1976)	<i>Clorofila (ug/l); máx. fót.</i>	< 3-MESO-20 >	2,7	<i>OLIGOTRÓFICO</i>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>Clorofila (ug/l); media anual</i>	< 2,1- 3 - 6,7 -10 >	2,3	<i>OLIGO-MESOT.</i>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	< 8- 12 - 28 -40 >	11	<i>OLIGO-MESOT.</i>
Lee, Jones & Rast (1978)	<i>SDT (m); media anual</i>	< 1,8- 2,4 - 3,8 -4,6 >	1,9	<i>MESO-EUTRÓF.</i>
Margalef (1983)	<i>N° células algales/ml</i>	5000 (lím. eut.avan.-mod.)	933	<i>E. MODERADA</i>
Margalef (1983)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	5 (lím. eut.avan.-mod.)	2,3	<i>E. MODERADA</i>
Margalef (1983)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	15 (lím. eut.avan.-mod.)	11	<i>E. MODERADA</i>
Margalef (1983)	<i>NO₃-N (ug/l); media anual</i>	140 (lím. eut.avan.-mod.)	2.906	<i>E. AVANZADA</i>
Margalef (1983)	<i>SDT (m); media anual</i>	3 (lím. eut.avan.-mod.)	1,9	<i>E. AVANZADA</i>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); anual fót.</i>	< 1; < 2.5; 2.5-8; 8-25; > 25	2,3	<i>OLIGOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>Clorofila (ug/l); máx. anual</i>	< 2.5; < 8; 8-25; 25-75; > 75	2,7	<i>OLIGOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>PT (ug/l); media anual</i>	Uol. < 4-10-35-100 > Heu.	11	<i>MESOTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); media anual</i>	> 12; > 6; > 6-3; 3-1.5; < 1.5	1,9	<i>EUTRÓFICO</i>
OCDE (1980)	<i>SDT (m); mínimo anual</i>	> 6; > 3; 3-1.5; 1.5-0.7; < 0.7	1,1	<i>EUTRÓFICO</i>
TSI (Carlson, 1974): DST	$TSI = 10(6 - \log_2(DST))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	51	<i>MESOTRÓFICO</i>
TSI (Carlson, 1974): CLA	$10(6 - \log_2 7,7(1/Cl_a^{0,68}))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	39	<i>OLIGOTRÓFICO</i>
TSI (Carlson, 1974): PT	$TSI = 10(6 - \log_2(54,9/PT))$	Uol. < 20-40-60-80 > Heu.	37	<i>OLIGOTRÓFICO</i>

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 Alloz es **BUENO**.

EMBALSE DE ALLOZ

EMBALSE DE ALLOZ			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	933	5	4,0	3,3	0,91
		Biomasa algal, Cla a (µg/l); anual capa fótica	0-1	1-2,5	2,5-8	8,0-25	> 25	2,3	4			
		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	1,9	2	3,3	3,3	0,91
	Condiciones de oxigenación	Concentración hipolimnética media anual (mg/l O ₂)	> 8	8-6	6-4	4-2	< 2	8,6	5			
	Concentración de nutrientes	Concentración de PT: media anual (µg/l P)	0-4	4-10	10-35	35-100	> 100	10,8	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:	ALLOZ (AL)	CAMPAÑA:	1
COT. MAX:	468,7	NIVEL:	463

Estación:	E1	Profundidad:	35,5
Fecha:	23/07/2004	Hora:	13:00
Disco Secchi (m):	1,18	Capa fónica (m):	2,0

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	463	25,40	8,58	5,82	70,60	736	241	478
1	462	25,04	8,58	5,60	67,10	735	242	478
2	461	24,78	8,65	5,66	67,50	736	243	478
3	460	24,63	8,67	5,45	64,50	736	243	478
4	459	22,87	8,67	5,45	62,60	747	246	486
5	458	21,39	8,70	5,57	62,60	768	249	499
6	457	20,81	8,69	5,40	59,40	783	250	509
7	456	20,32	8,68	5,37	59,50	800	250	520
8	455	19,70	8,66	5,43	58,80	827	250	538
9	454	17,83	8,67	5,70	60,50	875	255	569
10	453	16,40	8,70	6,60	67,30	763	258	496
11	452	14,80	8,77	6,98	68,90	816	263	530
12	451	13,89	8,83	7,06	68,30	796	266	517
13	450	13,47	8,87	6,75	64,10	815	269	530
14	449	12,72	8,88	6,71	62,70	819	271	532
15	448	12,29	8,87	6,70	60,30	818	270	532
16	447	11,75	8,86	6,41	58,40	891	272	579
17	446	11,37	8,84	6,28	57,40	926	271	602
18	445	10,85	8,83	6,17	55,20	972	271	632
19	444	10,60	8,78	5,44	49,10	1.086	270	706
20	443	10,39	8,75	5,66	50,70	1.091	269	709
21	442	10,39	8,71	5,70	50,70	1.119	266	727
22	441	10,06	8,68	5,66	50,10	1.124	265	731
23	440	10,11	8,63	5,55	48,60	1.244	264	809
24	439	10,32	8,57	5,31	47,40	1.390	261	904
25	438	10,68	8,50	5,05	45,10	1.530	258	995
26	437	10,46	8,46	4,93	44,10	1.500	256	975
27	436	10,29	8,44	4,96	44,40	1.480	255	962
28	435	10,72	8,37	4,71	42,10	1.690	251	1.099
29	434	11,04	8,30	4,33	39,30	1.840	248	1.196
30	433	11,08	8,25	4,12	37,80	1.860	246	1.209
31	432	11,00	8,22	3,99	36,00	1.880	245	1.222
32	431	10,96	8,18	4,13	37,60	1.880	242	1.222
33	430	10,95	8,16	4,12	37,30	1.890	241	1.229
34	429	10,88	8,14	4,18	37,90	1.880	240	1.222
35	428	11,01	8,11	3,95	35,80	1.960	239	1.274
36	427	11,03	8,08	3,95	35,80	1.980	238	1.287

TRIBUTARIO: Salado **CAMPAÑA:** 1

Estación: ALT1 Cod. Est.: SA1T1
 Fecha: 23/07/2004 Hora: 11:30

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	23,92	8,37	5,79	73,90	>3000	-	>1950

TRIBUTARIO: Inaroz **CAMPAÑA:** 1

Estación: ALT2 Cod. Est.: SA1T2
 Fecha: 23/07/2004 Hora: 11:50

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	17,51	8,58	6,25	65,10	831	-	540

 1 - 11,14 8,03 9,83 89,90 624 200 406

EMBALSE:	ALLOZ (AL)	CAMPAÑA:	3
COT. MAX:	468,7	NIVEL:	466

Estación:	E1	Profundidad:	38,2
Fecha:	04/04/2005	Hora:	18:00
Disco Secchi (m):	2,7	Capa fótica (m):	4,6

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. μ S/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
0	466	12,73	7,73	11,83	111,90	863	143	561
1	465	12,44	7,91	12,34	115,20	862	159	560
2	464	12,09	7,99	12,60	117,30	862	169	560
3	463	11,78	8,04	12,49	115,60	866	176	563
4	462	11,69	8,05	12,49	115,30	869	180	565
5	461	11,65	8,07	12,48	115,20	885	184	575
6	460	11,62	8,07	12,57	116,70	890	186	579
7	459	11,52	8,07	12,65	116,40	909	188	591
8	458	11,50	8,07	12,53	115,20	913	190	593
9	457	9,92	8,05	12,95	114,70	1.235	193	803
10	456	8,24	8,03	13,98	118,70	1.496	202	972
11	455	7,15	8,04	14,06	117,30	1.566	205	1.018
12	454	6,57	8,05	14,43	118,10	1.587	207	1.032
13	453	6,24	8,08	14,70	114,30	1.594	210	1.036
14	452	5,97	8,09	13,75	112,70	1.601	212	1.041
15	451	5,78	8,11	13,98	112,20	1.605	214	1.043
16	450	5,67	8,12	13,95	111,70	1.610	216	1.047
17	449	5,58	8,13	13,81	111,50	1.613	217	1.048
18	448	5,51	8,14	12,77	101,80	1.618	218	1.052
19	447	5,45	8,15	13,18	105,00	1.621	220	1.054
20	446	5,41	8,16	13,14	104,40	1.629	221	1.059
21	445	5,40	8,17	12,77	101,60	1.639	222	1.065
22	444	5,40	8,16	12,29	98,60	1.649	223	1.072
23	443	5,41	8,17	12,52	99,50	1.663	224	1.081
24	442	5,42	8,16	12,33	99,00	1.679	224	1.091
25	441	5,45	8,16	12,45	99,20	1.717	223	1.116
26	440	5,55	8,15	11,26	90,00	1.816	226	1.180
27	439	5,68	8,13	10,00	81,80	1.961	226	1.275
28	438	5,89	8,10	9,48	76,50	2.210	226	1.437
29	437	5,99	8,08	8,74	70,80	2.277	226	1.480
30	436	6,10	8,06	8,50	69,70	2.329	225	1.514
31	435	6,23	8,06	8,11	65,90	2.416	226	1.570
32	434	6,27	8,05	7,62	62,40	2.445	226	1.589
33	433	6,30	8,05	7,39	60,20	2.468	226	1.604
34	432	6,49	8,05	7,13	58,50	2.510	227	1.632
35	431	6,59	8,05	7,30	60,00	2.529	227	1.644
36	430	6,64	8,05	7,20	59,70	2.561	226	1.665
37	429	6,69	8,05	7,19	59,40	2.595	226	1.687
38	428	6,74	8,05	6,68	55,20	2.620	227	1.703

TRIBUTARIO: Salado **CAMPAÑA:** 3

Estación: ALT1 Cod. Est.: SA3T1
 Fecha: 04/04/2005 Hora: 19:15

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	16,14	8,45	6,57	85,20	>3000	279	> 1950

TRIBUTARIO: Inaroz **CAMPAÑA:** 3

Estación: ALT2 Cod. Est.: SA3T2
 Fecha: 04/04/2005 Hora: 20:00

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	9,72	8,04	9,33	82,00	366	182	238

TRIBUTARIO: Salado **CAMPAÑA:** 4

Estación: ALT1 Cod. Est.: SA4T1
 Fecha: 06/07/2005 Hora: 13:55

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	24,31	8,86	6,56	94,20	>3000	-	>1950

TRIBUTARIO: Inaroz **CAMPAÑA:** 4

Estación: ALT2 Cod. Est.: SA4T2
 Fecha: 06/07/2005 Hora: 14:20

Prof. m.	Cota msnm	Temp °C	pH unid	OD mg/l	OD % sat.	Cond. µS/cm	Redox mV	T.D.S. mg/l
1	-	14,64	8,16	9,56	94,20	504	-	328

ANEXO II. RESULTADOS QUÍMICOS

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL1			
CAMPAÑA:	1	FECHA:	23/07/2004			
COTA MÁXIMA:	468,65	NIVEL:	463			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1T	E1F	T1	T2
PROFUNDIDAD	m	1	9	35		
COTA	msnm	462	454	428		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	5,2	7,1	7,5	18,0	23,1
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	126,3	137,2	182,0	158,2	259,9
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,6	1,1	0,8	1,5	0,7
DQO	mg O ₂ /l	12,0	8,0	28,0	24,0	4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,018	0,008	0,006	0,026
FOSFATOS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0,016	0,028	0,016	0,007	0,045
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,009	0,005	0,002	0,015
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,61	0,76	9,49	0,65
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,02	0,02	0,07	0,05
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,02	0,02	0,05	0,04
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,56	0,60	0,74	9,44	0,61
NITRATOS	mg NO ₃ /l	10,59	10,63	11,61	2,85	25,79
NITRATOS	mg N/l	2,39	2,40	2,62	0,64	5,82
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,073	0,075	0,096	0,059	0,019
NITRITOS	mg N/l	0,022	0,023	0,029	0,018	0,006
N INORGÁNICO	mg N/l	2,43	2,44	2,67	0,71	5,87
CALCIO	mg Ca/l	55,5	60,3	82,3		
MAGNESIO DISUELTO	mg Mg/l	5,0	5,0	6,1		
SODIO	mg Na/l	83,1	93,0	263,6		
POTASIO	mg K/l	1,8	2,0	4,4		
CLORUROS	mg Cl ⁻ /l	128,4	143,5	411,5		
SULFATOS	mg SO ₄ ⁻² /l	27,5	28,6	31,9		
SULFUROS	mg S ⁻² /l			0,0003		
SÍLICE	mg SiO ₂ /l	0,46	0,70	3,23		
CLOROFILA a	µg/l	1,5				

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL2			
CAMPAÑA:	2	FECHA:	23/07/2004			
COTA MÁXIMA:	468,65	NIVEL:	450			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	T2
PROFUNDIDAD	m	1	10	20		
COTA	msnm	449	440	430		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	7,1			11,8	0,7
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	117,8			126,7	195,0
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,7			1,1	1,5
DQO	mg O ₂ /l	40,0			2640,0	4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,010	0,031	0,004	0,018
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,026	0,030	0,051	0,012	0,055
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,010	0,017	0,004	0,018
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,37	0,39	0,37	0,62	0,38
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,36	0,37	0,35	0,60	0,37
NITRATOS	mg NO ₃ /l	19,68	19,05	18,82	7,86	8,38
NITRATOS	mg N/l	4,44	4,30	4,25	1,78	1,89
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,034	0,048	0,049	0,090	0,028
NITRITOS	mg N/l	0,010	0,015	0,015	0,027	0,009
N INORGÁNICO	mg N/l	4,47	4,33	4,28	1,82	1,91
CLOROFILA a	µg/l	2,7				

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL3			
CAMPAÑA:	3	FECHA:	04/04/2005			
COTA MÁXIMA:	468,65	NIVEL:	466			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1M	E1F	T1	T2
PROFUNDIDAD	m	1	12	37		
COTA	msnm	465	454	429		
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,4			8,4	3,9
ALCALINIDAD TOTAL	mg CO ₃ Ca/l	154,0			91,5	173,2
DBO ₅	mg O ₂ /l	0,6			1210,3	0,2
DQO	mg O ₂ /l	27,7			2692,8	4,0
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,005	0,006	0,007	0,005	0,025
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,010	0,007	0,010	0,005	0,025
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,002	0,003	0,002	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,77	0,53	0,47	0,64	0,36
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,74	0,50	0,42	0,61	0,33
NITRATOS	mg NO ₃ /l	9,42	10,28	12,11	12,98	5,89
NITRATOS	mg N/l	2,13	2,32	2,73	2,93	1,33
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,041	0,043	0,118	0,173	0,015
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,013	0,036	0,053	0,005
N INORGÁNICO	mg N/l	2,17	2,36	2,81	3,02	1,36
CLOROFILA a	µg/l	2,7				

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL4			
CAMPAÑA:	4	FECHA:	06/07/2005			
COTA MÁXIMA:	468,65	NIVEL:	464			
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	E1S	E1F	T1	T2	
PROFUNDIDAD	m	1	28			
COTA	msnm	463	436			
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l	3,7		15,5	0,8	
DBO ₅	mg O ₂ /l	6,3		539,0	0,4	
DQO	mg O ₂ /l	24,2		2626,0	8,1	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,006	0,238	0,027	
FOSFATOS	mg PO ₄ ³ /l	0,026	0,015	0,722	0,084	
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,005	0,236	0,027	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,34	0,32	1,73	0,57	
AMONIO TOTAL	mg NH ₄ /l	0,02	0,03	0,04	0,03	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,03	0,02	
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/l	0,32	0,30	1,70	0,54	
NITRATOS	mg NO ₃ /l	8,30	11,08	0,66	7,77	
NITRATOS	mg N/l	1,87	2,50	0,15	1,76	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	0,055	0,128	0,031	0,020	
NITRITOS	mg N/l	0,017	0,039	0,009	0,006	
N INORGÁNICO	mg N/l	1,91	2,56	0,19	1,79	
SULFUROS	mg S ⁻² /l		0,0000			
CLOROFILA a	µg/l	2,1				

ANEXO III. RESULTADOS BIOLÓGICOS

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL1
CAMPAÑA:	1	FECHA:	23/07/2004
COTAMAX:	469	D. SECCHI:	1,2
NIVEL:	463	C.FÓTICA:	2,0
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	462	
CLOROFILA a	µg/l	1,50	
Población total	n° cel/ml	345	
Diversidad (H)	Bits	1,39	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	8	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	2	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	74	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	259	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	2	
Clase EUGLENOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	0	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	7	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Planktothrix agardhii</i>	Cianobacteria	2	
<i>Ankistrodesmus sp.</i>	Clorofícea	1	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofícea	15	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	11	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	2	
<i>Oocystis lacustris</i>	Clorofícea	3	
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	Clorofícea	42	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	259	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	2	

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL2
CAMPAÑA:	2	FECHA:	09/11/2004
COTAMAX:	469	D. SECCHI:	1,0
NIVEL:	450	C.FÓTICA:	1,8
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	449	
CLOROFILA a	µg/l	2,70	
Población total	n° cel/ml	842	
Diversidad (H)	Bits	1,25	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	26	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	63	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	75	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	677	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
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>Cyclotella comta</i>	Bacillariofícea	20	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	5	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chroococcus minutus</i>	Cianobacteria	63	
<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	Clorofícea	36	
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Clorofícea	13	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	9	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofícea	17	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	5	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	672	
<i>Trachelomonas sp.</i>	Euglenofícea	1	

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL3
CAMPAÑA:	3	FECHA:	04/04/2005
COTAMAX:	469	D. SECCHI:	2,7
NIVEL:	466	C.FÓTICA:	4,6
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	
		E1S	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	465	
CLOROFILA a	µg/l	2,70	
Población total	n°cel/ml	824	
Diversidad (H)	Bits	1,12	
Clase BACILLARIOFICEA	n°cel/ml	25	
Grupo CIANOBACTERIA	n°cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n°cel/ml	100	
Clase CRIPTOFICEA	n°cel/ml	27	
Clase CRISOFICEA	n°cel/ml	672	
Clase DINOVICEA	n°cel/ml	0	
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 ocellata</i>	Bacillariofícea	20	
<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariofícea	5	
<i>Botryococcus braunii</i>	Clorofícea	1	
<i>Chloromonas ulla</i>	Clorofícea	63	
<i>Chloromonas vulgaris</i>	Clorofícea	36	
<i>Cryptomonas erosa</i>	Criptofícea	13	
<i>Cryptomonas sp.</i>	Criptofícea	9	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	5	
<i>Mallomonas sp.</i>	Crisofícea	672	

EMBALSE:	ALLOZ	CÓDIGO:	AL4
CAMPAÑA:	4	FECHA:	06/07/2005
COTAMAX:	469	D. SECCHI:	2,5
NIVEL:	464	C.FÓTICA:	4,3
PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO EIS	
PROFUNDIDAD	m	1	
COTA	msnm	463	
CLOROFILA a	µg/l	2,10	
Población total	n° cel/ml	1.720	
Diversidad (H)	Bits	2,28	
Clase BACILLARIOFICEA	n° cel/ml	242	
Grupo CIANOBACTERIA	n° cel/ml	0	
Clase CLOROFICEA	n° cel/ml	1.451	
Clase CRIPTOFICEA	n° cel/ml	21	
Clase CRISOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase DINOVICEA	n° cel/ml	5	
Clase EUGLENOVICEA	n° cel/ml	0	
Clase XANTOFICEA	n° cel/ml	0	
Clase ZIGOFICEA	n° cel/ml	1	
ESPECIES	TAXÓN	n° cel/ml	
<i>Achnanthes sp.</i>	Bacillariofícea	3	
<i>Cyclotella ocellata</i>	Bacillariofícea	236	
<i>Cyclotella sp.</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Navicula cryptotenella</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariofícea	1	
<i>Chloromonas vulgaris</i>	Clorofícea	28	
<i>Didymocystis planctonica</i>	Clorofícea	443	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Clorofícea	9	
<i>Elakatothrix genevensis</i>	Clorofícea	1	
<i>Monoraphidium sp.</i>	Clorofícea	3	
<i>Nephrocytium agardhianum</i>	Clorofícea	418	
<i>Oocystis sp.</i>	Clorofícea	5	
<i>Schroederia setigera</i>	Clorofícea	1	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	Clorofícea	536	
<i>Willea sp.</i>	Clorofícea	7	
<i>Rhodomonas minuta</i>	Criptofícea	21	
<i>Ceratium hirundinella</i>	Dinofícea	5	
<i>Staurastrum sp.</i>	Zigofícea	1	

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista de la presa desde la estación de muestreo (E1). Invierno de 2004 (09/11/2004)



Panorámica del embalse y de la presa en primavera de 2005 (04/04/2005)



Río Salado, tributario del embalse de Alloz. Verano de 2004 (23/07/2004)



Aspecto de Río Inaroz (o Ubagua) el día 06/07/2005

APÉNDICE 1: FICHA DESCRIPTIVA DEL EMBALSE



Datos generales de embalse

Fecha actualización: Junio 2006

EMBALSE: ALLOZ

CÓDIGO: AL

LOCALIZACIÓN:

Autonomía: Navarra
Provincia: Navarra
Municipio: Guesalaz



Situación en C.H.Ebro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EMBALSE:

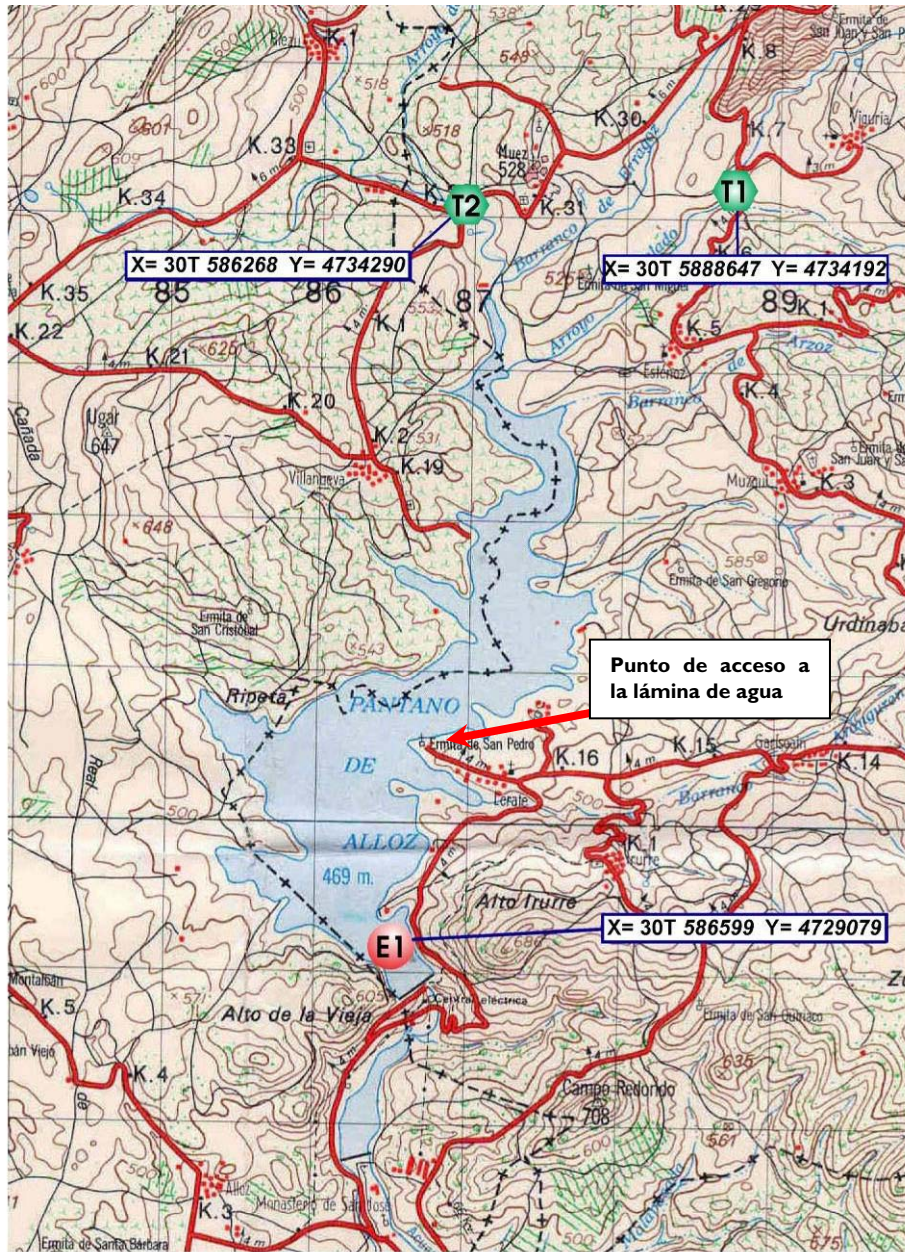
Tributario principal:	Río Ubagua	Otros tributarios:	Río Salado
Año de terminación:	1930	Propietario:	Estado
Cuenca a la que pertenece:	Arga- Aragón	Altitud (msnm):	468,69
Capacidad total (hm³):	65,3	Capacidad útil (hm³):	-
Longitud máxima (km):	5,8	Perímetro (km):	16
Profundidad máxima (m):	60	Profundidad media (m):	18,8
Usos principales:	Riego, Hidroeléctrico	Otros usos:	Baño, Navegación



Panorámica del embalse



SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO:







● Estación de embalse

● Estación de tributario

Nº Planols 1:50.000: 140

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD

GRADO TRÓFICO		POTENCIAL ECOLÓGICO	
ALLOZ	Oligo-Meso	Bueno	
Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
			
Óptimo/Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

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

1ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 23/07/2004
Tª superficie (°C): 25,4	pH superficie (ud): 8,58	Conductividad superficie (µS/cm): 736
Tª fondo (°C): 11,03	pH fondo (ud): 8,08	Conductividad fondo (µS/cm): 1.980
Tª T1 (°C): 23,92	pH T1 (ud): 8,37	Conductividad T1 (µS/cm): >3.000
Tª T2 (°C): 17,51	pH T2 (ud): 8,58	Conductividad T2 (µS/cm): 831
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,18	2
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 4
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
2ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 09/11/2004
Tª superficie (°C): 14,31	pH superficie (ud): 8,33	Conductividad superficie (µS/cm): 1.912
Tª fondo (°C): 14,00	pH fondo (ud): 8,10	Conductividad fondo (µS/cm): 2.812
Tª T1 (°C): 10,78	pH T1 (ud):	Conductividad T1 (µS/cm): >3.000
Tª T2 (°C): 11,4	pH T2 (ud):	Conductividad T2 (µS/cm): 624
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,05	1,8
Termoclina:	No	Profundidad (m): -
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
3ª CAMPAÑA	Muestreador: David García	Fecha de muestreo: 04/04/2005
Tª superficie (°C): 12,73	pH superficie (ud): 7,73	Conductividad superficie (µS/cm): 863
Tª fondo (°C): 6,74	pH fondo (ud): 8,05	Conductividad fondo (µS/cm): 2.620
Tª T1 (°C): 16,14	pH T1 (ud): 8,45	Conductividad T1 (µS/cm): >3.000
Tª T2 (°C): 9,72	pH T2 (ud): 8,02	Conductividad T2 (µS/cm): 366
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	1,18	2
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 4
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -
4ª CAMPAÑA	Muestreador: Erika González	Fecha de muestreo: 06/07/2005
Tª superficie (°C): 23,23	pH superficie (ud): 8,57	Conductividad superficie (µS/cm): 619
Tª fondo (°C): 9,49	pH fondo (ud): 7,93	Conductividad fondo (µS/cm): 2.100
Tª T1 (°C): 24,31	pH T1 (ud): 8,86	Conductividad T1 (µS/cm): >3.000
Tª T2 (°C): 14,64	pH T2 (ud): 8,16	Conductividad T2 (µS/cm): 504
Transparencia		
Disco de Secchi (m)		Capa fótica (m) -D.S. x 1,7-
EI	2,5	4,3
Termoclina:	Si	Profundidad (m): 8
Condiciones anóxicas:	No	Grosor capa anóxica (m): -

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

1ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 23/07/2004				
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO						
PARÁMETRO	UNIDAD	ALEIS	ALEIT	ALEIF	ALT1	ALT2
PROFUNDIDAD	m	1	9	35	-	-
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,011	0,018	0,008	0,006	0,026
FOSFATOS	mg P/l	0,005	0,009	0,005	0,002	0,015
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,58	0,61	0,76	9,49	0,65
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,02	0,02	2,85	25,79
NITRATOS	mg N/l	2,39	2,40	2,62	0,64	5,82
NITRITOS	mg N/l	0,022	0,023	0,029	0,018	0,006
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	1,5				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	345				
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofíceas				Nº células/ml: 259	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>				Nº células/ml: 259	
2ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 09/11/2004				
PARÁMETRO	UNIDAD	ALEIS	ALEIM	ALEIF	ALT1	ALT2
PROFUNDIDAD	m	1	10	20	-	-
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,010	0,031	0,004	0,018
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,010	0,017	0,004	0,018
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,37	0,39	0,37	0,62	0,38
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
NITRATOS	mg N/l	0,36	0,37	0,35	1,78	1,89
NITRITOS	mg N/l	0,010	0,015	0,015	0,027	0,009
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,7				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	842				
CLASE PREDOMINANTE:	Criptofíceas				Nº células/ml: 679	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Rhodomonas minuta</i>				Nº células/ml: 679	
3ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 04/04/2005				
PARÁMETRO	UNIDAD	ALEIS	ALEIM	ALEIF	ALT1	ALT2
PROFUNDIDAD	m	1	12	37	-	-
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,005	0,006	0,007	0,005	0,025
FOSFATOS	mg P/l	0,003	0,002	0,003	0,002	0,008
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,77	0,53	0,47	0,64	0,36
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
NITRATOS	mg N/l	2,13	2,32	2,73	2,93	1,33
NITRITOS	mg N/l	0,012	0,013	0,036	0,053	0,005
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,7				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	824				
CLASE PREDOMINANTE:	Crisofíceas				Nº células/ml: 672	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Mallomonas sp.</i>				Nº células/ml: 672	
4ª CAMPAÑA		Fecha de muestreo: 06/07/2005				
PARÁMETRO	UNIDAD	ALEIS	ALEIF	ALT1	ALT2	
PROFUNDIDAD	m	1	28	-	-	
FÓSFORO TOTAL	mg P/l	0,008	0,006	0,238	0,027	
FOSFATOS	mg P/l	0,008	0,005	0,236	0,027	
NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/l	0,34	0,32	1,73	0,57	
AMONIO TOTAL	mg N/l	0,02	0,02	0,03	0,02	
NITRATOS	mg N/l	1,87	2,50	0,15	1,76	
NITRITOS	mg N/l	0,017	0,039	0,009	0,006	
CLOROFILA α	$\mu\text{g/l}$	2,1				
Nº DE CÉLULAS TOTALES	nº cel/ml	1.720				
CLASE PREDOMINANTE:	Clorofíceas				Nº células/ml: 1.451	
ESPECIE PREDOMINANTE:	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>				Nº células/ml: 536	

ADICIONAL INFORME EMBALSE DE ALLOZ 2004-2005

Durante el año 2022 se han revisado los datos del embalse de Alloz 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 de allos (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:

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

Cálculo para biovolumen:

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

Cálculo para el Índice de Grupos Algales (IGA):

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

Cálculo para el porcentaje de cianobacterias:

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

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 <i>Tipos 1, 2 y 3</i>	> 0,908	0,907 – 0,607	0,606 – 0,303	< 0,303
Rango <i>Tipos 7, 8, 9, 10 y 11</i>	> 0,715	0,714 – 0,48	0,47 – 0,24	< 0,24
Rango <i>Tipo 12</i>	> 0,686	0,685 – 0,457	0,456 – 0,229	< 0,229
Rango <i>Tipo 13</i>	> 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 FISICOQUÍMICOS

Todavía la normativa no ha desarrollado qué indicadores fisicoquímicos 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 ALLOZ

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 Alloz 2004.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	11,00	Mesotrófico
DISCO SECCHI	1,18	Eutrófico
CLOROFILA <i>a</i>	1,50	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	345	Oligotrófico
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 eutrófico; la concentración de clorofila *a* como oligotrófico y la densidad algal como oligotrófico. Combinando todos los indicadores, el estado trófico final para el embalse de Alloz 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 Alloz 2005.

INDICADOR	VALOR	ESTADO TRÓFICO
CONCENTRACIÓN P TOTAL	8,00	Oligotrófico
DISCO SECCHI	2,50	Mesotrófico
CLOROFILA <i>a</i>	2,10	Oligotrófico
DENSIDAD ALGAL	1720	Mesotrófico
ESTADO TRÓFICO FINAL	2,50	OLIGOTRÓFICO

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

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO FINAL DEL EMBALSE DE ALLOZ

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 Alloz 2004.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)	1,50	1,73	1,51	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2			BUENO O SUPERIOR
Indicador	Elementos	Indicador	Valor				PE
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	1,18				Moderado
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	5,56				Moderado
	Nutrientes	Concentración de PT ($\mu\text{g P/L}$)	11,00				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 Alloz 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 Alloz 2005.

Indicador	Elementos	Parámetro	Indicador	Valor	RCE	RCET	PE
Biológico	Fitoplancton	Biomasa	Clorofila a (µg/L)	2,10	1,24	1,17	Bueno o superior
INDICADOR BIOLÓGICO				2		BUENO O SUPERIOR	
Indicador	Elementos	Indicador	Valor	PE			
Fisicoquímico	Transparencia	Disco de Secchi (m)	2,50	Moderado			
	Oxigenación	O ₂ hipolimnética (mg O ₂ /L)	9,13	Muy Bueno			
	Nutrientes	Concentración de PT (µg P/L)	8,00	Bueno			
INDICADOR FISICOQUÍMICO				3		MODERADO	
POTENCIAL ECOLÓGICO				MODERADO			
ESTADO FINAL				INFERIOR A BUENO			

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