

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

Código masa: MAS1037

Fecha de la actualización de la ficha: 13/10/2012

Tipología: 21_ Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal.

Red a la que pertenece:

Operativa ☐ Referencia ☐

Vigilancia ☒ Investigación ☐

Parámetros biológicos analizados:

Fitoplancton ☒ Fauna bentónica invertebrada ☒

Otra flora acuática ☒

LOCALIZACIÓN

Municipio: Laguardia

Provincia: Álava

Comunidad Autónoma: País Vasco

Coordenadas: Huso: 30

X(m): 536023

Y(m): 4709606

Altitud (m): 554

Número mapa 1:50.000: 170

Ruta de acceso:

En la localidad de Laguardia tomar la carretera A-124 hacia Oyón. Pasada la gasolinera hay un cartel que indica el camino hacia las lagunas, la primera de ellas es Carralagroño, después de ésta se llega a un cruce desde el que ya puede verse la laguna de Musco.

Croquis:



FOTOGRAFÍAS DEL LAGO



PLANO DE SITUACIÓN



LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

ELEMENTOS FISICOQUÍMICOS

Parámetros	Métricas	06/03/2013	29/05/2013	Promedio	Estado
		Valor	Valor		
Transparencia	D.S. (m)	-	-	-	NA
	Color y aspecto del agua	Transparente	Transparente, amarillenta.		
Condiciones térmicas	Temperatura (°C)	16,4	14,7	15,6	
Condiciones de oxigenación	Oxígeno disuelto (mg/L)	8,9	5,4	7,2	
Salinidad	Conductividad (μS/cm)	1.301	1.762	1.532	Moderado o inferior
Estado de acidificación	pH (unid.)	8,0	7,6	7,8	Bueno o superior
	Alcalinidad total (meq/L)	3,93	8,14	6,04	Muy bueno
Condiciones relativas a los nutrientes	NH ₄ (mg/L)	0,30	0,60	0,45	
	NO ₃ (mg/L)	0,050	0,014	0,032	
	NO ₂ (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	
	N _{total} (mg/L)	1,8	2,0	1,9	
	P-P ₀₄ (mg/L)	<0,005	<0,005	<0,005	
	P _{total} (mg/L)	0,025	0,052	0,039	Muy bueno

NA: No aplica la métrica para esa tipología.

ESTADO ECOLÓGICO

Muy bueno

06/03/2013							
Profundidad	Temperatura	Conductividad	pH	Oxígeno		Clorofila	Turbidez
m	°C	μS/cm	unid.	mg/L	%	μg/L	NTU
0	16,4	1.301	8,01	8,9	91,9	6,2	0,7

29/05/2013							
Profundidad	Temperatura	Conductividad	pH	Oxígeno		Clorofila	Turbidez
m	°C	μS/cm	unid.	mg/L	%	μg/L	NTU
0	14,7	1.762	7,6	5,44	53,2	10,2	0,5

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

FITOPLANCTON

Composición	06/03/2013			29/05/2013		
	Abundancia células/mL	Biovolumen mm ³ /L	Cualitativo	Abundancia células/mL	Biovolumen mm ³ /L	Cualitativo
Cyanobacteria						
<i>Pseudanabaena minima</i>				104	0,001	
Chrysophyceae						
<i>Chrysophyceae</i> (cf. <i>Isochrysis</i>)	59	0,005				
Phaeothamniophyceae						
<i>Stichogloea doederleinii</i>	68	0,023	4			
Bacillariophyceae						
<i>Achnanthes</i> sp.				26	0,007	
<i>Navicula</i> sp.	4	0,005		3	0,004	
<i>Nitzschia</i> sp.						1
Fragilariophyceae						
<i>Fragilaria capucina</i>	4	0,002				
<i>Fragilaria</i> sp.				5	0,007	
<i>Ulnaria ulna</i>				5	0,059	1
Xanthophyceae						
<i>Stipiticoccus vasiformis</i>				8	0,001	
<i>Tribonema aequale</i>				10	0,005	2
Cryptophyceae						
<i>Cryptomonas marssonii</i>	13	0,007		23	0,013	
<i>Rhodomonas minuta</i>	1.880	0,209	+			
Euglenophyceae						
<i>Colacium</i> sp.				18	0,016	4
<i>Phacus acuminatus</i>				3	0,002	
<i>Phacus orbicularis</i>			+			
Dinophyceae						
<i>Gymnodinium lantzschii</i>	4	0,004				
Chlorophyceae						
<i>Botryococcus braunii</i>			+			
<i>Carteria</i> sp.				3	<0,001	
<i>Chlamydomonas bacca</i>	1.107	0,112		822	0,083	
<i>Scenedesmus irregularis</i>				10	<0,001	
<i>Scourfieldia cordiformis</i>	21	<0,001				
Zygnematophyceae						
<i>Spirogyra</i> sp.			2			
<i>Zygnema</i> sp.			1			
Klebsormidiophyceae						
<i>Klebsormidium</i> sp.						2
TOTAL:	3.160	0,367		1.040	0,198	
Concentración de clorofila-a (µg/L):	1,09			1,02		

	Promedio
Biovolumen total:	NA
Concentración de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) :	1,06
ESTADO ECOLÓGICO	Muy bueno

NA: No aplica la métrica para esa tipología.

Clases de abundancia	+	1	2	3	4	5
Abundancia relativa	presencia	<1%	1-10%	11-30%	31-60%	>60%

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

VEGETACIÓN ACUÁTICA

29/05/2013

Hidrófitos	
Listado de especies	Cobertura promedio (%)
Zona de muestreo: Cubeta < 2m profundidad	
Especies características para el tipo	
Especies no características para el tipo	
Especies exóticas	
Especies indicadoras de condiciones de eutrofia	
Observaciones fuera de la zona de muestreo	
Zona somera de la cubeta colonizable por hidrófitos (%):	100

Helófitos	
Listado de especies	Cobertura promedio (%)
Zona de muestreo: franja de 3 m desde orilla hacia fuera	
Especies características para el tipo	
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	39,0
<i>Phragmites australis</i>	19,7
Especies no características para el tipo	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	1,5
Especies exóticas	
Especies indicadoras de condiciones de eutrofia	
Observaciones fuera de la zona de muestreo	
Zona somera de la cubeta colonizable por helófitos (%):	100

Presencia/ausencia de hidrófitos	NA	Deficiente
Riqueza de especies de macrófitos	2	
Cobertura total de macrófitos (hidrófitos+helófitos) (%)	58,7	
Cobertura de especies (hidrófitos) indicadoras de eutrofia (%)	0,0	Muy bueno
Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) exóticas (%)	0,0	Muy bueno

NA: No aplica la métrica para esa tipología.

NA(1): No aplica el análisis del elemento "otra flora acuática" ya que la altitud es superior a 2.300 m.

NA(2): Sustrato colonizable por macrófitos <20% de la zona somera de la cubeta, no se tiene en cuenta el indicador "Otra flora acuática".

ESTADO ECOLÓGICO Deficiente

Comentarios:

En lugar de las métricas "Cobertura total de helófitos" y "Cobertura total de hidrófitos" se han utilizado las métricas "Riqueza de especies de macrófitos" y "Cobertura total de macrófitos". Los valores frontera son los correspondientes a la tipología 19..

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

Macroinvertebrados

	06/03/2013	29/05/2013
Composición	Presencia	Presencia
Ph. MOLUSCA		
Cl. Pulmonata		
O. Basommatophora		
F. Lymnaeidae	+	
<i>Galba truncatula</i>		+
Ph. ANELIDA		
Cl. Oligochaeta	+	
O. Tubificida		
F. Lumbriculidae		+
Ph. ARTHROPODA		
Cl. Aracnida		
F. Acari		
<i>Hydracarina sp.</i>		+
SuperCl. CRUSTACEA		
Cl. Branchiopoda		
O. Anostraca	+	
Cl. Ostracoda	+	+
Supercl. INSECTA		
Cl. Euentomata		
O. Coleoptera		
F. Hydrophilidae		
<i>Berosus sp.</i>		L
F. Dytiscidae		L
O. Diptera		
F. Chironomidae		L,P
F. Ceratopogonidae	L	
F. Culicidae	L	
F. Tipulidae	L	
F. Limnephilidae	L	
Número de taxones:	8	7

NI: No identificados. Se contabilizan en el Número de taxones

L: Larvas

P: Pupas

ExP: Exuvia de pupa

A: Adultos

Microinvertebrados

	06/03/2013	29/05/2013
Composición	Abundancia relativa (%)	Abundancia relativa (%)
Anostráceos		
<i>Chirocephalus diaphanus</i>	0,7	
Cladóceros		
<i>Daphnia magna</i>		5,6
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	7,1	54,0
<i>Simocephalus exspinosus</i>		7,1
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>	4,8	
<i>Macrothrix rosea</i>		9,2
<i>Coronatella rectangula</i>		13,4
Copépodos		
<i>Cyclops tatricus</i> (adultos y copepoditos)	27,8	
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	9,4	4,5
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	14,1	
Ostrácodos		
<i>Eucypris virens</i>	36,1	
Ostracodo sp. 1		6,2
Total (%)	100	100

Índice IBCAEL

	06/03/2013	29/05/2013
Índice ABCO	4,9	7,0
Índice RIC	11,0	10,0
Índice IBCAEL	6,3	8,3

ESTADO ECOLÓGICO

Muy bueno

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS QUE AFECTAN A LOS INDICADORES BIOLÓGICOS

27/05/2013

Tipología: 21 _ Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal.

Superficie máxima (m²):	45.000	Superficie fecha de muestreo (m²):	-
Profundidad máxima (m):	-	Profundidad máxima fecha de muestreo (m):	0,56
Volumen máximo (m³):	-	Volumen fecha de muestreo (m³):	-

1. ALTERACIONES DEL HIDROPERIODO Y DEL RÉGIMEN DE FLUCTUACIÓN DEL NIVEL DE AGUA

Evaluación cualitativa:

Regulación del caudal influente principal	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Aportes artificiales con concentraciones de nutrientes y mineralógicas distintas	Si ☒	No ☐	Sin datos ☐
Masa de agua subterránea asociada sobreexplotada o en mal estado cuantitativo	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Existencia de drenajes	Si ☒	No ☐	Sin datos ☐
Existencia de aprovechamiento hidroeléctrico activo	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Más del 50% de la cuenca vertiente presenta usos de suelo distintos al natural o semi-natural	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Cualquier otra alteración justificada por la Administración Hidráulica	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒

Evaluación cuantitativa:

Teledetección	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Hitos o limnógrafos	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Aforos en cursos fluviales influentes y efluentes	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Pluviómetros	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Batimetría	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Medida de piezómetros	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Tanques evaporimétricos	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Registros del nivel de agua	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
Mediciones de la lámina de agua	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒

2. ALTERACIONES EN EL RÉGIMEN DE ESTRATIFICACIÓN

El indicador no aplica para este Tipo IPH

☒

Evaluación cualitativa:

Actividades de regulación con incidencia en los procesos naturales de mezcla y estratificación	Si ☐	No ☐	Sin datos ☐
Existencia de aprovechamiento hidroeléctrico activo	Si ☐	No ☐	Sin datos ☐
Existencia de vertidos térmicos	Si ☐	No ☐	Sin datos ☐
Régimen de estratificación alterado según la Administración Hidráulica	Si ☐	No ☐	Sin datos ☐

Evaluación cuantitativa:

Modelo de simulación del proceso de estratificación/mezcla	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒
--	-----------------------------	-----------------------------	---

3. ALTERACIONES DEL ESTADO Y ESTRUCTURA DE LA CUBETA

Evaluación cualitativa:

Acumulación antrópica de los sedimentos	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Existencia de actividades de extracción de materiales	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Dragados	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Ahondamiento de la cubeta	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Presencia de infraestructuras artificiales en la cubeta	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Más del 50% de la cuenca vertiente presenta usos de suelo distintos al natural o semi-natural	Si ☐	No ☒	Sin datos ☐
Alteraciones del estado y estructura de la cubeta según la Administración Hidráulica	Si ☐	No ☐	Sin datos ☒

Evaluación cuantitativa:

Batimetría

Si ☐ No ☒ Sin datos ☐

Estudios de paleolimnología o sedimentología

Si ☐ No ☐ Sin datos ☒**4. ALTERACIONES DEL ESTADO Y ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA****Evaluación cualitativa:**

Acumulación antrópica de materiales

Si ☐ No ☒ Sin datos ☐

Existencia de actividades de extracción de materiales

Si ☐ No ☒ Sin datos ☐

Roturación de la zona ribereña para usos agrícolas

Si ☒ No ☐ Sin datos ☐

Reducción de la cobertura natural de vegetación riparia

Si ☒ No ☐ Sin datos ☐

Actividad ganadera intensiva

Si ☐ No ☒ Sin datos ☐

Sobreerosión forzada por procesos antrópicos

Si ☒ No ☐ Sin datos ☐

Plantación de especies exóticas

Si ☐ No ☒ Sin datos ☐

Presencia de infraestructuras artificiales en la cubeta

Si ☐ No ☒ Sin datos ☐

Alteración del estado y estructura de la zona ribereña según la Administración Hidráulica

Si ☐ No ☐ Sin datos ☒**Evaluación cuantitativa:**

Datos in situ

Si ☐ No ☐ Sin datos ☒

Fotografía aérea

Si ☐ No ☐ Sin datos ☒

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

ESTADO ECOLÓGICO

2013

	Índice	Valor índice	Nivel calidad
Fitoplancton	Concentración de clorofila (µg/L)	1,06	Muy bueno
	Biovolumen total	NA	
	NIVEL DE CALIDAD		Muy bueno
Otra flora acuática	Presencia/ausencia de hidrófitos	NA	Deficiente
	Riqueza de especies de macrófitos	2	
	Cobertura total de macrófitos (%)	58,7	
	Cobertura de especies (hidrófitos) indicadoras de eutrofia (%)	0,0	Muy bueno
	Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) exóticas (%)	0,0	Muy bueno
	NIVEL DE CALIDAD		Deficiente
Invertebrados	IBCAEL (promedio primavera y verano)	7,3	Muy bueno
	NIVEL DE CALIDAD		Muy bueno
ESTADO ECOLÓGICO según elementos de calidad biológicos			Deficiente

Transparencia	D.S. (m)		NA
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	1.532	Moderado o inferior
Estado de acidificación	pH (unid.)	7,8	Bueno o superior
	Alcalinidad total (meq/L)	6,04	Muy bueno
Condiciones relativas a los nutrientes	P _{total} (mg/L)	38,5	Muy bueno
ESTADO ECOLÓGICO según elementos de calidad químicos			Moderado o inferior

Alteraciones del hidroperíodo y del régimen de fluctuación del nivel de agua	Bueno o superior
Alteraciones del régimen de estratificación	NA
Alteraciones del estado y estructura de la cubeta	Bueno o superior
Alteraciones en el estado y estructura de la zona ribereña	Bueno o superior
ESTADO ECOLÓGICO según elementos de calidad hidromorfológicos	Bueno o superior

NA: La métrica no aplica para esa tipología.

NA(1): No aplica el análisis del elemento "otra flora acuática" ya que la altitud es superior a 2.300 m.

NA(2): Sustrato colonizable por macrófitos <20% de la zona somera de la cubeta, no se tiene en cuenta el indicador "Otra flora acuática".

NE: No evaluado

ESTADO ECOLÓGICO DEL LAGO

Deficiente

LAGUNA DE MUSCO

Código masa: MAS1037

Red de lagos

FOTOGRAFÍAS

2013



Panorámica de la laguna.



Vista de la zona encharcada y de los cultivos circundantes.



Vista de la zona sin agua.

ADICIONAL INFORME LAGUNA DE MUSCO 2013

Durante el año 2022 se han revisado los datos de la Laguna de Musco recopilados durante el año 2013, 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 estado ecológico y, recalcular el valor correspondiente en cada variable y en el estado final del lago, utilizando las métricas publicadas en 2015, lo que permite comparar el estado de los lagos 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. EVALUACIÓN DEL ESTADO

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). 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.

El estado de las masas de agua superficial quedará determinado por el peor valor de su estado ecológico y estado químico.

El estado ecológico de las aguas superficiales se clasificará como muy bueno, bueno, moderado, deficiente o malo. Para clasificar el estado ecológico de las masas de agua

superficial se aplicarán los indicadores de los elementos de calidad, los valores del anexo II del Real Decreto 817/2015 y las NCA calculadas para los contaminantes específicos o en su caso, las NCA del anexo V para las sustancias preferentes.

El estado químico de las aguas superficiales se clasificará como bueno o no alcanza el buen estado. Para clasificar el estado químico se aplicarán las NCA de las sustancias incluidas en el Anexo IV del Real Decreto 817/2015 (sustancias prioritarias y otros contaminantes).

La clasificación del estado de las masas llevará asociado un nivel de confianza que se calculará conforme a los criterios especificados en el Anexo III B del citado Real Decreto.

La clasificación del estado ecológico se realizará con los resultados obtenidos para los indicadores correspondientes a los elementos de calidad biológicos, químicos y fisicoquímicos, e hidromorfológicos y vendrá determinado por el elemento de calidad cuyo resultado final sea el más desfavorable.

La clasificación del estado químico de una masa de agua se evalúa mediante el análisis de conformidad de la concentración de las sustancias prioritarias y otros contaminantes con las NCA recogidas en el Anexo IV. Corresponde a la clasificación peor de cada una de las sustancias del anexo IV.

2. ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS (EC-BIO)

2.1 Composición, abundancia y biomasa de Fitoplancton (EC-BIO)

Datos obtenidos de una muestra integrada (MFIT) (dos veces al año): en marzo-mayo (lagos temporales); en mayo-agosto (lagos permanentes someros) y en julio-sept (lagos permanentes profundos).

Se aplica el protocolo MFIT-2013 Versión 2, utilizando dos métricas:

- Concentración de clorofila a (CONCLOA_ZF). Fórmula tricromática de Jeffrey y Humphrey (1975). Media de los valores de las métricas durante los dos análisis.

- Biovolumen total de fitoplancton (BVOL_T_FTP). Sumatorio de biovolúmenes de los taxones de fitoplancton para cada análisis y el dato final será la media de los valores de biovolumen total obtenidos en los análisis de los dos muestreos anuales.

Para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lago mediante el elemento de calidad fitoplancton, se deberá seguir el procedimiento descrito a continuación.

Las métricas de fitoplancton aplicables a lagos son únicamente aquellas que tienen en cuenta aspectos de abundancia y biomasa, es decir, la concentración de clorofila *a* y el biovolumen total de fitoplancton. Son dependientes del tipo de lago, y se consideran según la tabla A1.

Tabla A1. Métricas aplicables a los tipos de lagos para la evaluación del estado ecológico.

Tipos	Clorofila <i>a</i>	Biovolumen fitoplancton
1	Si	Si
2	Si	Si
3	Si	Si
4	Si	Si
5	Si	No aplicable
10	Si	Si
11	Si	Si
15	Si	Si
16	Si	No aplicable
18	Si	No aplicable
20	Si	No aplicable
21	Si	No aplicable
22	Si	No aplicable
23	Si	No aplicable
24	Si	No aplicable
26	Si	No aplicable

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 biovolumen total de fitoplancton (mm^3/L).

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 utilizan 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.

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 estado ecológico de acuerdo con la concentración de clorofila *a* se indica en la tabla A2.

Tabla A2. Límites de cambio de clase del estado ecológico y condición de referencia según tipo de lago y el RCE calculado de la concentración de clorofila *a*.

Límite de cambio de clase estado ecológico	Condición de referencia (mg/m ³)	Muy Bueno / Bueno	Bueno / Moderado	Moderado / Deficiente	Deficiente / Malo
Tipo 1	1	0,67	0,45	0,30	0,15
Tipo 2	0,9	0,64	0,42	0,29	0,15
Tipo 3	1,3	0,68	0,49	0,34	0,17
Tipo 4	1,5	0,65	0,43	0,26	0,13
Tipo 5	1,8	0,62	0,37	0,24	0,13
Tipo 10	2,5	0,71	0,46	0,32	0,18
Tipo 11	1,6	0,67	0,40	0,28	0,13
Tipo 15	2,7	0,71	0,46	0,32	0,19
Tipo 16	3,8	0,68	0,42	0,23	0,15
Tipo 18	3,5	0,66	0,42	0,25	0,15
Tipo 20	3,5	0,61	0,37	0,25	0,13
Tipo 21	3,2	0,59	0,32	0,21	0,10
Tipo 22	3	0,58	0,38	0,26	0,13
Tipo 23	4,7	0,62	0,43	0,25	0,12
Tipo 24	4,9	0,63	0,46	0,26	0,12
Tipo 26	5,5	0,66	0,47	0,27	0,14

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 estado ecológico de acuerdo al biovolumen de fitoplancton se indica en la tabla A3.

Tabla A3. Límites de cambio de clase del estado ecológico y condición de referencia según tipo de lago y el RCE del biovolumen algal del fitoplancton.

Límite de cambio de clase estado ecológico	Condición de referencia (mm ³ /L)	Muy Bueno / Bueno	Bueno / Moderado	Moderado / Deficiente	Deficiente / Malo
Tipo 1	0,7	0,64	0,38	0,24	0,12
Tipo 2	0,6	0,67	0,44	0,31	0,15
Tipo 3	1,4	0,67	0,55	0,37	0,18
Tipo 4	1	0,71	0,49	0,34	0,17
Tipo 10	0,7	0,58	0,34	0,26	0,13
Tipo 11	0,2	0,67	0,34	0,19	0,10
Tipo 15	1,5	0,65	0,48	0,32	0,19

- Cálculo de Ratio de Calidad Ecológico (RCE)

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 para clorofila *a*:

$$RCE = [(1/Chla \text{ Observado}) / (1/Chla \text{ Condición de referencia})]$$

Cálculo para biovolumen:

$$RCE = [(1/biovolumen \text{ Observado}) / (1/ biovolumen \text{ Condición de referencia})]$$

Se utilizarán los valores de las Condiciones de Referencia (CR) de las métricas, para cada tipo de masa de agua, recogidos en la legislación.

- Transformación de RCE a escalas numéricas equivalentes

Los valores de RCE obtenidos se deben transformar a escalas numéricas equivalentes para normalizarlos a una escala lineal común.

Los Ratios de Calidad Ecológica transformados se obtendrán mediante la aplicación de la siguiente fórmula, que no es más que una interpolación lineal entre los límites de

cambio de clase de los Ratios de Calidad Ecológica que se han establecido para cada indicador, y los que se corresponden con una escala lineal.

$$RCE_trans = Val.trans_i + (RCE-Val_i) \times (Val.trans_s - Val.trans_i) / (Val_s - Val_i)$$

Donde:

- RCE_trans = Ratio de Calidad Ecológica transformado
- RCE = Ratio de Calidad Ecológica sin transformar
- Val.trans_i = Valor de RCE de cambio de clase estado ecológico inferior transformado
- Val_i = Valor de RCE de cambio de clase de estado ecológico inferior sin transformar
- Val.trans_s = Valor de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior transformado
- Val_s = Valor de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior sin transformar

Se utilizarán para cada tipo de masa de agua los valores del RCE de las métricas recogidos en la legislación, con los que se comparará el RCE sin transformar de la muestra (Val_i). Los valores de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior sin transformar (Val_s) –que constituyen el límite superior de una clase de estado ecológico– se calcularán como el valor inmediatamente inferior con 2 decimales de los valores del RCE de cambio de clase de estado ecológico inferior sin transformar, recogidos en la legislación.

Para el cálculo, se utilizarán los Val.trans_s y Val.trans_i que figuran en la tabla siguiente:

Clase de estado	Valores de RCE de cambio de clase de estado ecológico superior transformado (Val.trans _s)	Valores de RCE de cambio de clase de estado ecológico inferior transformado (Val.trans _i)
Muy bueno	1,00	0,80
Bueno	0,79	0,60
Moderado	0,59	0,40
Deficiente	0,39	0,20
Malo	0,19	0,00

- Combinación de RCE transformados para la clasificación del estado ecológico

La combinación de los RCE transformados de los indicadores para la clasificación del estado ecológico del elemento de calidad composición, abundancia y biomasa de fitoplancton se realizará utilizando la siguiente fórmula:

$RCE_{trans\ final} (MFIT) = 0,75 RCE_{trans} (CONCLOa) + 0,25 RCE_{trans} (BVOLTOT)$

El valor final de la combinación de los RCE transformados (RCE trans final) se utilizará para la clasificación del estado ecológico, de acuerdo a la escala de clases de estado ecológico indicada en el apartado anterior.

2.2. Composición y abundancia de Otra Flora Acuática (macrófitos) (EC-BIO)

El cálculo se realiza a partir de una muestra anual realizada en un momento favorable para la vegetación.

Se sigue el protocolo OFALAM-2013. Se elige el peor valor del índice que posee varias métricas (OFALAM). No se aplica en lagos de los tipos 1 a 4 situados a más de 2300m de altitud.

- Presiones de tipo HM: Se hace la media. (OFALAM_P_HM)
 - Presencia/Ausencia de hidrófitos (PRESENCIA_HID): tipos 1-8, y entre éstos, sólo en aquéllos que de manera natural puedan tenerlos. Se excluyen lagos situados a altitud mayor a 2300m, que discrimina a algunos de los lagos de los tipos de alta montaña (tipos 1-4).
 - Riqueza de especies de macrófitos típicos (RIQ_SPS_MAF): tipos 10-12, 14-19 y 24-29.
 - Cobertura total de hidrófitos típicos (COBER_T_HID): tipos 10-12, 14-16, 18 y 20-29.
 - Cobertura total de helófitos típicos (COBER_T_HEL): tipos 10-12, 14-16, 18 y 20-29.
 - Cobertura total de macrófitos típicos (hidrófitos+helófitos) (COBER_T_MAF_L): se aplica sólo a los tipos de lagos con hidroperiodo temporal (tipos 17 y 19). No hay en la CHE de esas tipologías.
- Presión por eutrofización: Se coge el valor de cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas (COBER_SPS_EUT): todos los tipos de lagos naturales excepto en los tipos 9, 13 y 30 (que no se encuentran en la Demarcación del Ebro).
- Presión por introducción de especies exóticas: Se coge el valor de cobertura de especies exóticas de macrófitos (COBER_SPS_EXO): todos los tipos de lagos naturales excepto en los tipos 9, 13 y 30 (que no se dan en la CHE).

2.3. Composición y abundancia de Fauna bentónica de Invertebrados (EC-BIO).

Se toma una muestra anual. Se sigue el protocolo ML-L-I-2013 e IBCAEL 2013. Se coge el valor del índice (IBCAEL). La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$IBCAEL = (ABCO + 1) \times \log(RIC + 1)$$

El índice ABCO (ABUN_BCO) se obtiene a partir de una muestra de microinvertebrados bentónicos.

El índice RIC (RIC) se obtiene a partir de una muestra de macroinvertebrados bentónicos.

3. ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS (EC-FQ)

Se debe tomar cuatro muestras anuales de la zona fótica, calculándose hasta 2019 como la media de los valores anuales. A partir de 2020 se calcula con la mediana de los valores anuales como establece la Guía de Estado. Si solo se ha realizado un muestreo, se tomará ese único valor.

Se elige el peor valor entre los siguientes indicadores de calidad (MIN_FQ) según los rangos señalados en RD 817/2015:

ELEMENTOS DE CALIDAD FQ (EC-FQ)	INDICADORES DE CALIDAD FQ (IC-FQ)
Transparencia	Disco de Secchi (tipos 1-7, 9-12 y 14-15) (SECCHI)
Estado de acidificación	pH (PH_ZF) (todos los tipos)
Condiciones relativas a nutrientes	P total (P_TOT) (tipos 1-12, 14-24 y 26-30)

3.1. Transparencia

La transparencia es un elemento válido para evaluar el estado ecológico del lago; 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 estado 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 (tabla A4).

Tabla A4. Límites de cambio de clase de estado ecológico según la profundidad de visión del Disco de Secchi estimada en metros.

Clase de estado ecológico	Muy Bueno/Bueno	Bueno/Moderado
Tipo 1	6,0	4,5
Tipo 2	6,0	4,0
Tipo 3	4,5	3,0
Tipo 4, 10, 15	4,0	3,0
Tipo 5, 11, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26	No considerado	

3.2. pH

El pH es un elemento válido para evaluar el estado ecológico del lago; tiene alta relación con la productividad biológica; y además tiene rangos establecidos fiables y de utilidad para el establecimiento de los límites de cambio de clase de estado ecológico. Se ha utilizado la medida de pH, considerando su valor para la obtención de las distintas clases (tabla A5).

Tabla A5. Límites de cambio de clase de estado ecológico según el valor de pH.

Clase de estado ecológico	Bueno/Moderado	Moderado/Deficiente
Tipo 1, 3	6,0 - 9,0	≤ 6 o ≥ 9
Tipo 2, 4, 15, 18, 24, 26	7,0 - 9,5	≤ 7 o $\geq 9,5$
Tipo 5	6,0 - 9,5	≤ 6 o $\geq 9,5$
Tipo 10, 11	7,0 - 9,7	≤ 7 o $\geq 9,7$
Tipo 16	6,5 - 9,5	$\leq 6,5$ o $\geq 9,5$
Tipo 20, 21, 22, 23	7,5 - 10,5	$\leq 7,5$ o $\geq 10,5$

3.3. Concentración de nutrientes

En este caso se ha seleccionado el fósforo total (P_{TOT}), ya que su presencia a determinadas concentraciones en un lago o masa de agua supone 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 A6 (OCDE, 1982) adaptado a los intervalos de calidad del RD 817/2015.

Tabla A6. Límites de cambio de clase de estado ecológico según la concentración de fósforo total estimado en µg/L.

Clase de estado ecológico	Muy Bueno/Bueno	Bueno/Moderado
Tipo 1, 2	8,0	12,0
Tipo 3, 4	12,0	18,0
Tipo 5	18,0	26,0
Tipo 10	16,0	28,0
Tipo 11	12,0	22,0
Tipo 15	16,0	28,0
Tipo 16*	20,0	45,0
Tipo 18*	22,0	50,0
Tipo 20, 21, 22, 23*	40,0	100,0
Tipo 24, 26*	30,0	80,0

* En lagunas someras de los tipos 16 al 30, en caso que la abundancia de la avifauna justifique los valores elevados de P_TOT, esta variable no se considerará en el cálculo.

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

3.4. 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 A7).

Tabla A7. Límite de cambio de clase de estado ecológico para sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca.

Clase de estado ecológico	Muy Bueno	Moderado
Sustancias preferentes y contaminantes específicos de cuenca	Cumple NCA	No cumple NCA

4. ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLOGICO (EC-HM)

Se realiza una toma de muestras anual, y del resultado obtenido se elige el peor valor.

- Alteración del hidroperiodo y del régimen de fluctuación del nivel del agua (ALT_HID_NIV)
- Alteración del régimen de estratificación (ALT_REG_EST)
- Alteración del estado y estructura de la cubeta (ALT_EST_CUB)
- Alteración del estado y estructura de la zona ribereña (ALT_EST_RIB)

5. CALCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO FINAL (EF)

Para el cálculo del Estado Ecológico (EEco) se consideran el estado Biológico, el estado Físicoquímico y el estado Hidromorfológico, de la siguiente manera:

EC-BIO (EE_BIO)	EC-FQ (EE_FQ)	EC-HM (EE_HM)	EEco (EE)
MuyBueno (1-MB)	MB (1-MB)	MB (1-MB)	MB (1-MB)
	BU (2-BU)	MB/BU	BU (2-BU)
	MO (3-MO)		MO (3-MO)
Bueno (2-BU)	MB/BU	MB/BU	BU (2-BU)
	MO		MO (3-MO)
Moderado (3-MO)	Indistinto	Indistinto	
Deficiente (4-DE)			
Malo (5-MA)			MA (5-MA)

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** (tabla A8). Las NCA se recogen en el *Anexo IV del RD 817/2015*.

Tabla A8. 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

Al comparar los resultados para cada métrica con los umbrales establecidos en el RD 817/2015, se ha tenido en cuenta que en el caso de que el resultado coincida exactamente con el LCC (límite de cambio de clase):

- Para EC-BIO y EC-FQ gales, se considerará en la clase inferior con NFC alto.
- Para EC-HMF, se considerará en la clase superior con NFC bajo.
- Para EC-FQ contaminantes específicos, se considerará que cumple la NCA pero con NFC bajo.

El estado de la masa de agua es el *peor valor* entre su estado ecológico y su estado químico según el diseño de la tabla A9.



Tabla A9. Determinación del estado final.

Estado Final (EF)	Estado Químico (EQ)	
Estado Ecológico (EE)	Bueno	No alcanza el buen estado
Bueno o superior	Bueno	Inferior a bueno
Moderado	Inferior a bueno	
Deficiente		
Malo		

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA LAGUNA DE MUSCO (MAS 1037)

Se han considerado los indicadores especificados en los apartados anteriores para los valores medidos en el lago, estableciéndose el estado ecológico global del lago según la metodología descrita con los límites de clase indicados para la tipología nº 21.

En la tabla A10 se incluye el estado ecológico indicado por cada uno de los parámetros, así como la catalogación de la masa de agua teniendo en cuenta los indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos según la valoración de este estado ecológico final para cada campaña de muestreo.

Tabla A10. Diagnóstico del estado ecológico según los indicadores.

INDICADOR	VALOR	ESTADO ECOLOGICO
INDICADORES DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS		Bueno
INDICADORES DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS		
DISCO SECCHI (m)	-	NC*
pH	7,8	Bueno
CONCENTRACIÓN P TOTAL (mg/L)	0,039	Muy Bueno
INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS		
CLOROFILA <i>a</i> (µg/L)	1,06	Muy Bueno
BIOVOLUMEN ALGAL (mm ³ /L)		NC*
FITOPLANCTON (EE_MFIT)		Muy Bueno
COBERTURA DE ESPECIES INDICADORAS DE EUTROFIA (NºEspecies)	0,0	Muy Bueno
COBERTURA DE ESPECIES EXÓTICAS (NºEspecies)	0,0	Muy Bueno
HIDRÓFITOS (Presencia/ Ausencia)		NC*
COBERTURA HELÓFITOS (%)	58,7	Muy Bueno
COBERTURA HIDROFITOS (%)	0,0	Malo
RIQUEZA DE MACRÓFITOS (Nº especies)		NC*
OTRA FLORA ACUÁTICA (EE_OFALAM)		Moderado
ÍNDICE IBCAEL	7,3	Muy Bueno
INVERTEBRADOS (EE_IBCAEL)		Muy Bueno

NC: No Considerado en esta tipología de lago para el cálculo del Estado Ecológico.

Atendiendo a estos valores, el Estado Ecológico sería el siguiente:

Tabla A11. Diagnóstico del estado ecológico.

INDICADOR	Código de estado	Nivel de estado
HIDROMORFOLÓGICO	EE_HM	Bueno
FISICOQUÍMICO	EE_FQ	Muy Bueno
BIOLÓGICO	EE_BIO	Moderado
ESTADO ECOLÓGICO	EE	Moderado

No se han realizado otros muestreos químicos en este año.

A la vista de los resultados obtenidos, el Estado Final de la Laguna de Musco es **INFERIOR A BUENO**.