



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

2015

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE LAGOS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE LAGOS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2015-2017)

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

Área de Calidad de Aguas

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

María José Rodríguez Pérez y Vicente Sancho-Tello Valls

EMPRESA CONSULTORA:

DENGA S.A.



EQUIPO DE TRABAJO:

Miguel Angel Traverso, Pedro Aranzadi, Lourdes Díez, Vicente Suárez, José Antonio Morales, José Mariano Rodríguez, Pablo Pérez, Miguel Angel Bordetas.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

317.173,97 Euros

CONTENIDO:

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2015

FECHA ENTREGA:

2016

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Embalse de Tramacastilla

Superior derecha: Laguna Negra

Inferior izquierda: Laguna de Chiprana

Inferior derecha: Lago de Urdiceto

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2015). EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE LAGOS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2015-2017), 69 páginas más anexos. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DE LAGOS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2015-2017)

El presente informe corresponde al proyecto “Explotación de la red de seguimiento de lagos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro” que se ha llevado a cabo durante 2015. Se muestran los resultados obtenidos en el establecimiento del estado ecológico para cada masa de agua estudiada, así como la metodología empleada en los muestreos y en el cálculo del estado ecológico correspondiente a los indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos utilizados.

OPERATION OF MONITORING NETWORK IN LAKES FROM THE EBRO BASIN (2015-2017)

This report shows the study results for the establishment of the ecological status of the sampling campaigns of lakes conducted in 2015. The methodology used for the sampling, analysis indicators, and to calculate the ecological status of each water body according to indicators established by the Water Framework Directive, are also included in the report.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	11
2. ÁMBITO DE ESTUDIO	12
2.1. <i>GEOLOGÍA Y RELIEVE</i>	12
2.2. <i>CLIMA</i>	13
2.3. <i>ESPACIOS NATURALES</i>	14
2.4. <i>CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS</i>	15
3. LAGOS OBJETO DE ESTUDIO	16
3.1. <i>MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA LAGO EN LA D H. DEL EBRO</i>	16
3.2. <i>LAGOS ESTUDIADOS EN 2015</i>	20
4. METODOLOGÍA DE MUESTREO	21
4.1. <i>METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS DE FITOPLANCTON</i>	22
4.2. <i>METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE MACRÓFITOS</i>	23
4.2.1. <i>Selección y determinación de los puntos de muestreo</i>	24
4.2.2. <i>Procedimientos de toma de muestras</i>	26
4.3. <i>METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS</i>	26
4.4. <i>METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUA</i>	28
4.5. <i>DETERMINACIONES “IN SITU”</i>	30
4.5.1. <i>Transparencia de las aguas</i>	30
4.5.2. <i>Perfiles verticales de parámetros físico-químicos</i>	31
4.6. <i>ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS</i>	32
5. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO	34
5.1. <i>INDICADORES Y MÉTRICAS APLICADAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO</i>	35
5.1.1. <i>Elementos de calidad biológicos</i>	35
5.1.2. <i>Elementos de calidad fisicoquímicos</i>	36
5.1.3. <i>Elementos de calidad hidromorfológicos</i>	37

5.2.	CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO.....	37
5.2.1.	Fitoplancton	37
5.2.2.	Otra flora acuática	39
5.2.3.	Fauna bentónica de invertebrados	39
5.2.4.	Combinación de los elementos de calidad biológicos	40
5.2.5.	Elementos de calidad fisicoquímicos.....	40
5.2.6.	Elementos de calidad hidromorfológicos.....	40
5.2.7.	Combinación de los elementos de calidad biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos.	40
6.	RESULTADOS	41
6.1.	RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS.....	41
6.1.1.	Fitoplancton	41
6.1.2.	Otra flora acuática (macrófitos)	42
6.1.3.	Invertebrados bentónicos	46
6.1.4.	Integración de los elementos de calidad biológicos	46
6.2.	RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS.....	47
6.2.1.	Perfiles fisicoquímicos	47
6.2.2.	Elementos de calidad fisicoquímicos.....	59
6.3.	RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS.....	60
6.4.	INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	61
7.	CONCLUSIONES	64
8.	COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO ENTRE 2010 Y 2015	65

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO 1. CONDICIONES DE REFERENCIA

ANEXO 2. MÉTODOS ANALÍTICOS

ANEXO 3. RESULTADOS DE ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zonas climáticas principales de la cuenca del Ebro	14
Tabla 2. Reservas de la biosfera de la cuenca del Ebro.	14
Tabla 3. Parques Nacionales de la cuenca del Ebro.	14
Tabla 4. Red Natura en la cuenca del Ebro.	15
Tabla 5. Zonas húmedas incluidas en el Convenio RAMSAR de la cuenca del Ebro.	15
Tabla 6. Tipología de las masas de agua lago en la CHE	16
Tabla 7. Lagos estudiados en 2015	20
Tabla 8. Elementos de calidad hidromorfológicos evaluados en el protocolo del CEDEX	32
Tabla 9. Evaluación del estado en lagos según el protocolo del CEDEX	33
Tabla 10. Indicadores utilizados en la evaluación del estado ecológico	37
Tabla 11. Valores de RCE de cambio de Clase de estado ecológico transformado	38
Tabla 12. Reglas de combinación de los elementos de calidad	41
Tabla 13. Nivel de calidad para el elemento de calidad fitoplancton en 2015	41
Tabla 14. Nivel de calidad para la métrica Cobertura Total de helófitos	42
Tabla 15. Nivel de calidad para la métrica Cobertura Total de hidrófitos	42
Tabla 16. Nivel de calidad para la métrica riqueza de sp. de macrófitos	43
Tabla 17. Nivel de calidad para la métrica ausencia/presencia de hidrófitos	43
Tabla 18. Nivel de calidad para la métrica combinada de macrófitos indicadores de presión hidromorfológica	44
Tabla 19. Nivel de calidad para la métrica Cobertura de sp. indicadoras de eutrofia	44
Tabla 20. Nivel de calidad para la métrica Cobertura de sp. exóticas	45
Tabla 21. Nivel de calidad para Otra flora acuática	45
Tabla 22. Nivel de calidad para invertebrados	46
Tabla 23. Nivel de calidad indicadores biológicos	46
Tabla 24. Nivel de calidad elementos de calidad fisicoquímicos	59
Tabla 25. Estado final de los elementos de calidad fisicoquímicos	60
Tabla 26. Estado final de los elementos de calidad hidromorfológicos	61

Tabla 27. Estado ecológico	63
Tabla 28. Evolución Estado ecológico	65

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Situación geográfica de la Demarcación Hidrográfica del Ebro con presentación de las provincias y comunidades autónomas en la cuenca.	12
Figura 2. Esquema geológico de la cuenca del Ebro	13
Figura 3. Distribución de las masas de agua lago en la cuenca del Ebro	20
Figura 4. Distribución de las masas de agua lago muestreadas en 2015	21
Figura 5. EQR y valoración del estado ecológico según la guía REFCOND	34
Figura 6. Perfiles fisicoquímicos del lago de Urdiceto.....	48
Figura 7. Perfiles fisicoquímicos del Estanque Grande de Estanya	49
Figura 8. Perfiles fisicoquímicos de la Laguna Negra	50
Figura 9. Perfiles fisicoquímicos del Lago de Arreo	51
Figura 10. Perfiles fisicoquímicos del Estany de Montcortés	52
Figura 10. Perfiles fisicoquímicos del Embalse de Tramacastilla	53
Figura 11. Perfiles fisicoquímicos del ibón de Baños	54
Figura 12. Perfiles fisicoquímicos de la Laguna Salada de Chiprana	55
Figura 13. Perfiles fisicoquímicos del Estany Gran de Basturs.....	56
Figura 14. Perfiles fisicoquímicos del Complejo Lagunar Gayangos	57
Figura 15. Perfiles fisicoquímicos del ibón de Sabocos	58

1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 1988 la Unión Europea puso de manifiesto la necesidad de una legislación sobre la calidad ecológica; pero más tarde, se identificaron nuevas necesidades (programas de medidas, control de sustancias peligrosas, etc.) que llevaron al Consejo a exigir la elaboración de una nueva Directiva que estableciese los principios básicos de una política de aguas sostenible en el ámbito geográfico de la Unión Europea.

A raíz de tales antecedentes y tras una larga negociación, se aprobó la Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (conocida como Directiva Marco de Aguas, en lo sucesivo DMA), que ha sido promulgada para establecer un marco estratégico para la gestión de los ecosistemas acuáticos.

Así, el conjunto de los Organismos de Cuenca han desarrollado los trabajos de implantación de los artículos 5, 6 y 8 de la DMA, enviando a la Comisión Europea los informes preceptivos referidos a las características de cada demarcación, las repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas, el análisis económico del uso del agua, el denominado registro de zonas protegidas, del estado de las aguas subterráneas y de las zonas protegidas y los programas de seguimiento del estado de las aguas superficiales.

Por otro lado, los Organismos de Cuenca también han determinado el estado ecológico de las masas de agua, por un lado mediante la determinación de las condiciones de referencia de los ecotipos, y por otro mediante el análisis de las condiciones de las masas de agua. La comparación entre las condiciones de referencia de los ecotipos y las condiciones en que se encuentran las masas de agua determina el estado mismo de las masas de agua (Muy bueno, Bueno, Moderado, Deficiente y Malo).

Los trabajos para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lago de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, se iniciaron en 2005 y 2006 con el establecimiento de las redes de referencia, de vigilancia y de control operativo.

Durante el año 2015 se ha llevado a cabo la explotación de dichas redes, realizando un seguimiento continuado de 11 lagos para establecer el estado ecológico aplicando las directrices

de la DMA. Todos los lagos seleccionados son permanentes profundos, y corresponden a las tipologías 1, 2, 10, 15 y 22.

Los objetivos del estudio de estos lagos son los siguientes:

- Determinación de los indicadores biológicos, físicoquímicos e hidromorfológicos.
- Determinación del estado ecológico.

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito territorial de estudio se ciñe al territorio español de la cuenca hidrográfica del río Ebro. Esta cuenca se ubica en el centro del cuadrante noreste de la península Ibérica con una extensión de 85.600 km².

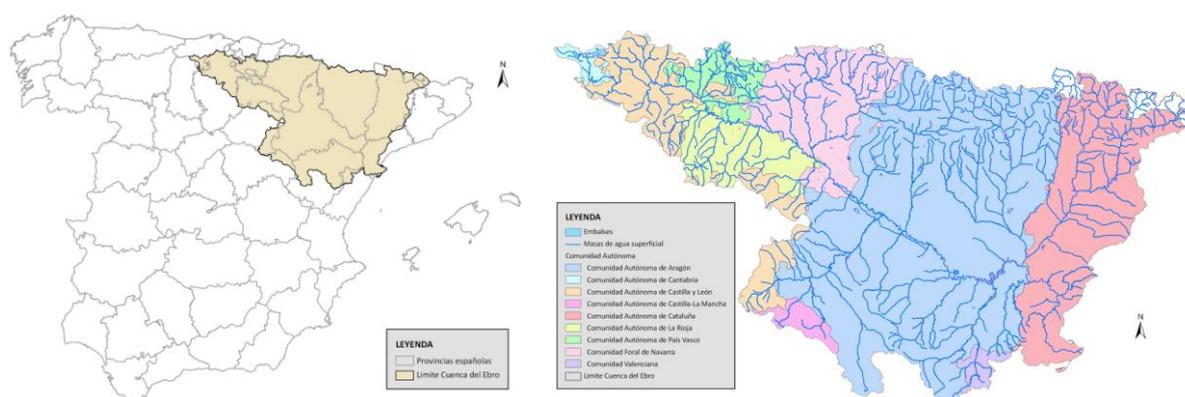


Figura 1. Situación geográfica de la Demarcación Hidrográfica del Ebro con presentación de las provincias y comunidades autónomas en la cuenca.

El ámbito de la demarcación se distribuye en nueve comunidades autónomas (Aragón, Navarra, La Rioja, Cataluña, Comunidad Valenciana, Castilla y León, Castilla – La Mancha, País Vasco y Cantabria). De éstas destaca Aragón, cuyo territorio ocupa el 49,21% de la superficie de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (en adelante DHE), y también La Rioja que tiene casi un 99,4% de su territorio en la DHE.

2.1. GEOLOGÍA Y RELIEVE

El contexto geológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro es singular dentro de la Península Ibérica. La Península se localiza sobre una placa tectónica individualizada, en una posición que articula el movimiento de las grandes placas africana y europea que la rodean,

presentando como consecuencia, y a pesar de su reducido tamaño, diversos dominios geológicos. Entre ellos cabe citar las cadenas alpinas principales, como los Pirineos y la Cadena Ibérica, que constituyen los relieves que limitan hidrográficamente la cuenca del Ebro, y entre ambas cadenas se encuentra la depresión del Ebro.

La cuenca del Ebro es una cuenca de antepaís en ambiente continental endorreico y colmatada con las molasas que van desmantelando las cadenas periféricas; por consiguiente, es muy rica en material margoevaporítico, que condiciona una elevada salinidad natural en el medio y, en particular, en las aguas de la parte central del Valle del Ebro. La cuenca endorreica se abrió al Mediterráneo a finales del Mioceno, hace unos 15 millones de años, construyendo, junto con el Ródano francés y el Po italiano, uno de los mayores deltas europeos, con una extensión emergida mayor de 300 km².

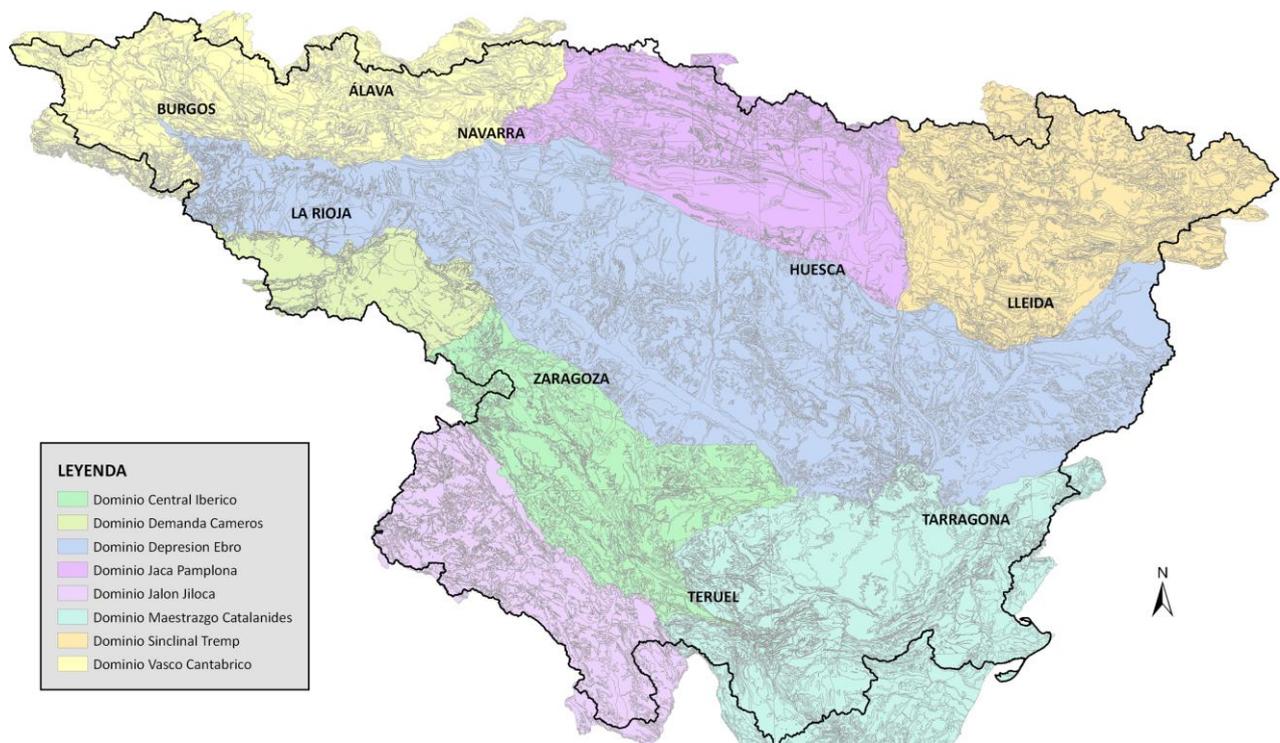


Figura 2. Esquema geológico de la cuenca del Ebro

2.2. CLIMA

La cuenca del Ebro es una región con una variada gama de contrastes climáticos, donde pueden encontrarse seis zonas climáticas principales, que son las que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Zonas climáticas principales de la cuenca del Ebro

Grupo	Subtipo	Variedad
Oceánico		
Mediterráneo	Montaña	
	Transición	
	Continental	Húmedo
		Subhúmedo
	Preitoral	
Litoral		

La precipitación media de la DHE es de 622 mm/año (serie 1920/21-2001/2002) caracterizándose la cuenca por su dualidad e irregularidad, con un reparto territorial de precipitaciones comprendido entre 3.813 mm/año en la estación de Arruazu y 100 mm/año en la extensa zona central del valle en la que son frecuentes largos periodos sin lluvia.

La temperatura media en la cuenca se sitúa en torno a los 12,5° C; sin embargo, en la depresión central, donde más escasean las precipitaciones, las temperaturas medias anuales se elevan por encima de los 15°C, lo que suele determinar un elevado déficit hídrico en esta región.

2.3. ESPACIOS NATURALES

La cuenca del Ebro cuenta con una gran diversidad de espacios naturales, los más relevantes se especifican en las siguientes tablas:

Tabla 2. Reservas de la biosfera de la cuenca del Ebro.

Reserva	Superficie (ha)
Ordesa - Viñamala	51.396
Bardenas Reales	39.273
Valles de Leza, Jubera, Cidacos y Alhama	119.669

Tabla 3. Parques Nacionales de la cuenca del Ebro.

Reserva	Superficie (ha)
Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido	15.608
Parque Nacional de Aigües Tortes y Lago San Mauricio	40.762

Tabla 4. Red Natura en la cuenca del Ebro.

Reserva	Número de espacios
Lugares de Importancia Comunitaria	207
Zonas de Especial Protección para las Aves	104

Tabla 5. Zonas húmedas incluidas en el Convenio RAMSAR de la cuenca del Ebro.

Zona	Superficie Ha
Delta del Ebro	7.736
Lagunas de Chiprana	162
Laguna de Gallocanta	6.720
Salburúa	173,5
Lago de Caicedo-Yuso y Salinas de Añana	25,8
Laguna de Pitillas	216
Embalse de las Cañas	100,9
Complejo de Laguardia	42,4
Colas del Embalse de Ullívarri	397
SUPERFICIE TOTAL	15.573

2.4. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

La población total de la cuenca del Ebro se cifra en torno a los 3.226.921 habitantes (padrón municipal 2013). En la cuenca existen unos espacios claramente desertizados en la franja paralela a los Pirineos, en una gran parte de los núcleos de la margen derecha y en los grandes desiertos climáticos del centro del valle; en general la mayor densidad de población está asociada a los tramos medio y bajo de los ejes fluviales. La densidad media de la cuenca es de 38 habitantes/km² frente a los 93 habitantes/km² en España.

El 21,3% de la población vive en municipios de menos de 3.000 habitantes. En el extremo opuesto, tan solo 9 ciudades (Zaragoza, Vitoria, Pamplona, Logroño, Lleida, Huesca, Miranda de Ebro, Tudela y Tortosa) albergan casi un 50% de la población.

Los sectores con más importancia dentro de la demarcación son:

- Sector turismo
- Sector agrario
- Sector industrial y energético

Aunque mantiene una fuerte implantación territorial, el peso económico del sector agrario (con un fuerte apoyo en el regadío) se ha ido reduciendo en paralelo al desarrollo urbano e industrial.

3. LAGOS OBJETO DE ESTUDIO

3.1. MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA LAGO EN LA D H. DEL EBRO

Las masas de agua superficial de la categoría lago, definidas en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Tipología de las masas de agua lago en la CHE

Tipo IPH	Tipología	Nombre	Código Masa
L-T01	Alta montaña septentrional, profundo, aguas ácidas	Estany Romedo de Baix	965
		Estany Gémena de Baix	966
		Lac de Mar	967
		Estany Superior del Rosari	969
		Lac Redon	970
		Estany Salat	971
		Estany de Travessany	972
		Estany Gerber	975
		Estany Gento	977
		Estany de Liat	978
		Estany Fondo	979
		Estany de Mariola	980
		Embalse Bramatuero Alto	982
		Ibón de Cregüeña	983
		Embalse de Bachimaña Alto	986
		Estany Negre	987
		Laguna Larga	991
Lac de Ríus	994		
Estany de Contraig	995		
Estany de Sant Maurici	996		
Estany de Baiau	997		

Tipo IPH	Tipología	Nombre	Código Masa
		Estany Gran de Tumeneia	998
		Embalse de Arriel Alto	999
		Embalse Bajo del Pecico	1000
		Lago de Urdiceto	1001
		Embalse de Tramacastilla	1002
		Lac de Naut de Saboredo	1004
		Estany de les Mangades	1005
		Estany d´Airoto	1006
		Estany Negre (Espot)	1008
		Estany Tort	1009
		Estany de la Gola	1010
		Estany dels Monges	1011
		Embalse Bramatuero Bajo	1013
		Estany Gran del Pessó	1015
		Laguna Negra	1017
		Estany Tort de Rius	1018
		Lac Major de Colomers	1020
		Estany de Mariolo	1021
		Estany Fosser	1023
		Estany Cubieso	1024
		Estany de Cap del Port	1026
		Estany de Mar	1028
		Lac Major de Saboredo	1030
		Estany Obago	1031
		Estany de Certascan	1032
		Embalse de Respomuso	1033
		Estany Reguera	1034
		Embalse de Tort de Peguera-Trulló	1036
		Estany Saburó de Baix	1038
		Embalse de Brazato	1039
		Estany Major de la Gallina	1040
		Estany Romedo de Dalt	1041
		Estany de Cavallers	1043
		Estany Colomina	1044
		Ibón Grande de Batiselles	nM*
		Ibón Inferior de Brazato	nM
		Estany de Saboredo 2 (de Miei)	nM
		Estany de Saboredo 3 (de naut)	nM

Tipo IPH	Tipología	Nombre	Código Masa
L-T01 y L-T03	Complejos lagunares con lagos pertenecientes a las tipologías de Alta montaña septentrional, aguas ácidas profundos y poco profundos	Complejo lagunar cuenca de San Nicolás (Tipos 1 y 3) -Estany Llong (Tipo 1)	1745
		Complejo lagunar cuenca de Flamisell (Tipos 1 y 3) - Estany de Morera 2 (Tipo 1)	1746
		Complejo Lagunar cuenca de San Antonio (Tipos 1 y 3) - Estany Gran de Mainera (Tipo 1)	1746
		Complejo lagunar cuenca del Peguera (Tipos 1 y 3)-Estany de Lladrés (tipo 3)	1748
		Complejo lagunar cuenca del Espot (Tipos 1 y 3)	1749
		Complejo lagunar cuenca del Bonaigua (Tipos 1 y 3) - Estany Negre de Cabanes	1750
		Complejo lagunar cuenca Noguera del Tor (Tipos 1 y 3) - Estany Gran de Colieto (Tipo 3)	1751
		Complejos lagunares cuenca del Balartias (Tipos 1 y 3)	nM
	Complejos lagunares cuenca del Ruda (Tipos 1 y 3)	nM	
L-T02	Alta montaña septentrional, profundo. Aguas alcalinas	Estany de Montolíu	981
		Embalse de Ip	1003
		Lago de Marboré	1027
		Ibón de Estanés	nM
		Ibón de Baños	1050
L-T03	Alta montaña septentrional, poco profundo, aguas ácidas	Ibón de Anayet	nM
		Ibón de Astún	nM
		Ibón de l'Aigüeta de Batiselles	nM
		Ibones Altos de Brazato	nM
		Lac des cabidornats	nM
		Laguna de Urbión	1744
		Complejo Lagunar cuenca del Bohi (tipo 3) - Estany Xic del Pessó.	1755
L-T04	Alta montaña, septentrional, poco profundo, aguas alcalinas	Estany de la Llebreta	1012
		Complejo lagunar cuenca Noguera de Tor (tipo 4)	1752
		Complejo lagunar cuenca del Espot (tipo 4)	1753
		Complejo lagunar cuenca de Peguera (tipo 4) - Estany Trescuro de Baix	1754
		Complejo lagunar cuenca San Nicolás (tipo 4) - Estany de Dellui	1756

Tipo IPH	Tipología	Nombre	Código Masa
L-T05	Alta montaña septentrional, temporal	Complejo lagunar humedales de la Sierra de Urbión - Laguna pequeña de Urbión	1743
L-T10	cárstico, calcáreo permanente, hipogénico	Estany Gran de Basturs	nM
L-T11	cárstico, calcáreo, permanente, surgencia	Cañizar de Villarquemado	1046
		Cañizar de Alba	1047
		Estany Petit de Basturs	nM
		L'Aríspe y Baltasar y Panxa - Ullals de Baltasar	1757
L-T15	cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, pequeño	Estanque Grande de Estanya	1014
		Lago de Arreo	1019
		Estany de Montcortés	1029
L-T16	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, permanente	Laguna Honda	1042
		Laguna de Prao de la Paúl	1682
		Laguna de Guialguerrero	nM
L-T18	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Laguna de La Estanca	985
		Pantano de la Grajera	993
		Embalse de las Cañas	1007
		La Estanca de Alcañiz	1022
		Laguna de Lor	1035
L-T20	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, permanente	Laguna de Sariñena	968
		Laguna de Pitillas	1016
L-T21	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Laguna del Musco	1037
L-T22	Interior en cuenca sedimentación, hipersalino, permanente	Laguna Salada de Chiprana	990
L-T23	Interior en cuenca de Sedimentación, hipersalino, temporal	Laguna de Carralagroño	974
		Laguna de Gallocanta	984
		Salada Grande o Laguna de Alcañiz	988
		Laguna de la Playa	989
		Laguna de Carravalseca	992
		Salinas de Añana	1683
L-T24	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja-media	Encharcamientos de Salburúa y Balsa de Arkaute	1025
		Encharcamientos de Salburúa y Balsa de Betoño	1045
L-T26	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	Galacho de Juslibol	973
		Galacho de La Alfranca	976

*nM: no es masa.

Tal y como puede observarse, gran parte de ellos son pirenaicos, incluyendo todas las tipologías de alta montaña. Aunque lo que más llama la atención es el contraste de esos lagos con los sedimentarios como la de Gallocanta, la de Sariñena, o fluviales como los galachos.

En la siguiente figura se puede ver la distribución territorial de los lagos.

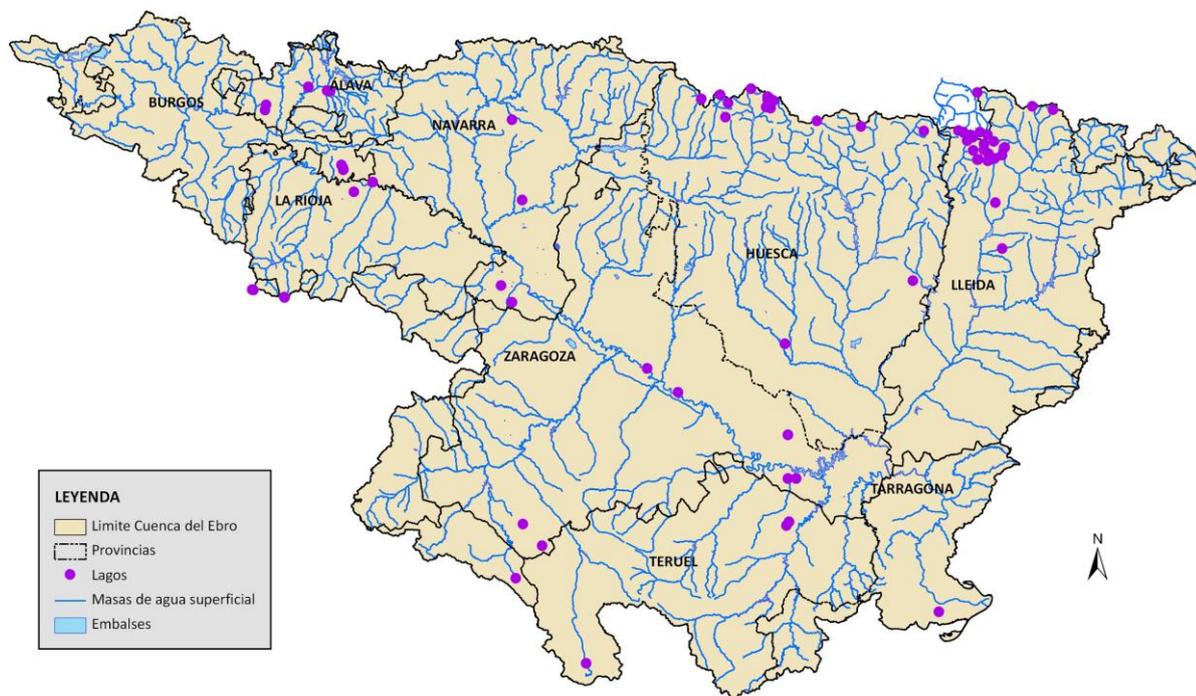


Figura 3. Distribución de las masas de agua lago en la cuenca del Ebro

3.2. LAGOS ESTUDIADOS EN 2015

Durante el año 2015 se han estudiado los siguientes lagos:

Tabla 7. Lagos estudiados en 2015

NOMBRE DE LA MASA	MAS	PTO. MUESTREO
Laguna Salada de Chiprana	990	L5990
Lago de Urdiceto	1001	L5001
Embalse de Tramacastilla	1002	L5002
Estanque Grande de Estanya	1014	L5014
Laguna Negra	1017	L5017
Lago de Arreo	1019	L5019
Estany de Montcortés	1029	L5029
Ibón de Baños (o Ibón del Balneario de Panticosa)	1050	L5704
Estany Gran de Basturs	-	L7549

NOMBRE DE LA MASA	MAS	PTO. MUESTREO
Ibón de Sabocos	-	L7680
Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	-	L7675

En la siguiente figura se puede ver la distribución territorial de los 11 lagos muestreados en 2015.

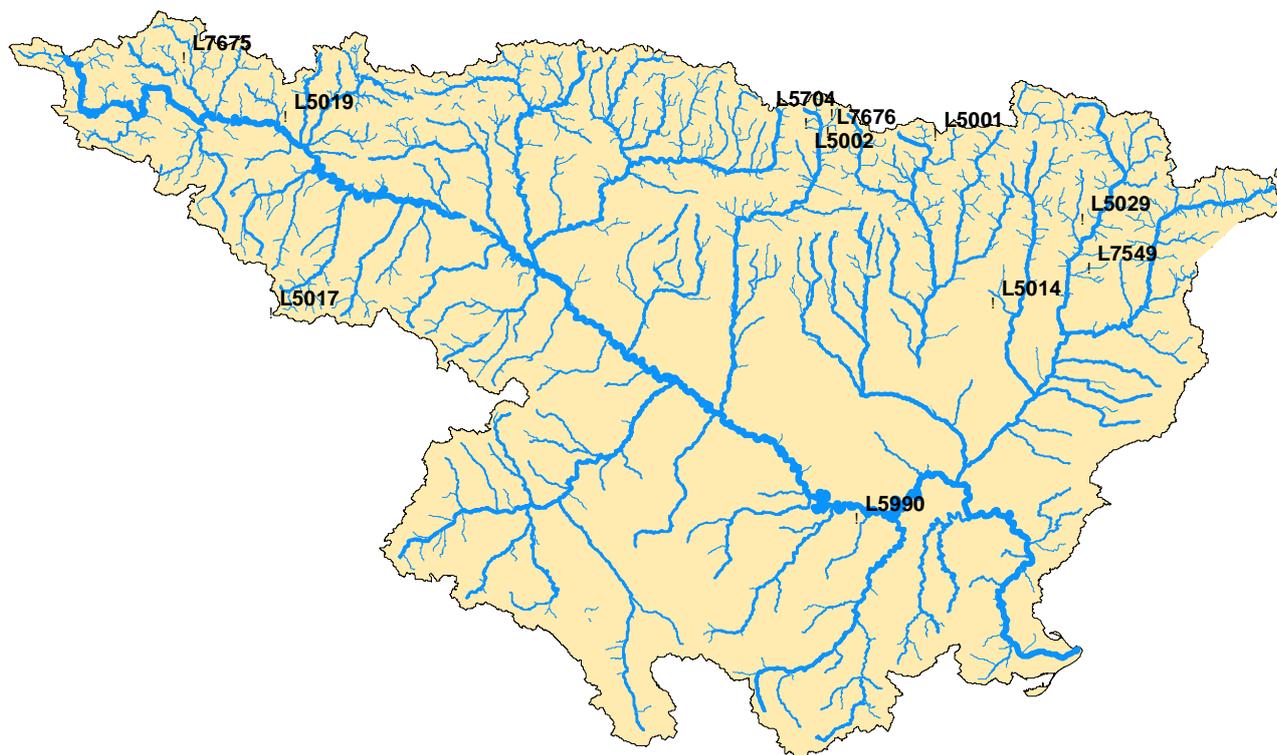


Figura 4. Distribución de las masas de agua lago muestreadas en 2015

4. METODOLOGÍA DE MUESTREO

Los trabajos de campo se han llevado a cabo siguiendo los protocolos de muestreo establecidos por el MAGRAMA y la CHE, tal y como se citan a continuación:

- Protocolo de muestreo de Fitoplancton en lagos y embalses. Código: M-LE-FP-2013.
- Protocolo de análisis y cálculo de métricas de Fitoplancton en lagos y embalses. Código: MFIT-2013.

- Protocolo de muestreo de Otro Tipo de Flora Acuática (macrófitos) en lagos. Código: ML-L-OFM-2013.
- Protocolo de laboratorio y cálculo de métricas de Otro Tipo de Flora Acuática (macrófitos) en lagos. Código: OFALAM-2013.
- Protocolo de muestreo y laboratorio en invertebrados bentónicos en lagos. Código: ML-L-I-2013.
- Protocolo para el cálculo del índice IBCAEL de invertebrados en lagos. Código: IBCAEL-2013.
- Protocolo para el establecimiento de condiciones hidromorfológicas y físico-químicas específicas de cada tipo ecológico en masas de agua de la categoría lagos en aplicación de la Directiva Marco del Agua. CEDEX, 2010.

Durante 2015 en cada lago se realizaron dos campañas, una en el mes de julio y otra en septiembre. Durante el mes de julio se tomaron muestras de agua, fitoplancton, invertebrados y macrófitos, mientras que en el mes de septiembre se tomaron exclusivamente muestras de fitoplancton y agua.

A continuación se resume la metodología empleada para la toma de muestras de cada uno de ellos.

4.1. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS DE FITOPLANCTON

Efectuada según las directrices del Protocolo de Muestreo de Fitoplancton en Lagos y Embalses, Código: M-LE-FP-2013 (publicado por el MAGRAMA y de obligada aplicación).

Resumen de la metodología:

Lagunas someras

- Las muestras de fitoplancton cuantitativo a recoger serán discretas (simples en el tiempo y en el espacio) y subsuperficiales.
- Las muestras de fitoplancton cualitativo serán tomadas con una red de plancton de 20 µm de luz de malla, la cual será lanzada desde el punto de control y recogida mediante arrastre horizontal con la boca sumergida unos 30 cm por debajo de la superficie de la lámina de agua.

Lagunas profundas

- Las muestras de fitoplancton cuantitativo serán muestras integradas de la zona fótica de la columna de agua o bien de la totalidad de la misma en caso de que la transparencia de las aguas permita ver el fondo.
- Las muestras de fitoplancton cualitativo se tomarán mediante arrastre vertical de la red de plancton (20 µm de diámetro de poro) desde el límite inferior de la zona fótica o desde unos 50 cm del fondo hasta la superficie (para evitar la resuspensión de sedimento y el consecuente incremento de sólidos disueltos en la muestra) según la transparencia de las aguas.



Red de plancton parcialmente sumergida



Detalle de la red de plancton

4.2. METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE MACRÓFITOS

Efectuada según el protocolo de muestreo para Otro Tipo de Flora Acuática (macrófitos) en lagos. Código: ML-L-OFM-2013.

Las pautas de muestreo definidas en este procedimiento hacen referencia a todos los ecotipos de “lagos”, con las debidas especificaciones según sus principales características hidromorfológicas (perímetro, profundidad, pendiente, etc.). Los grupos de macrófitos que considera son los siguientes: plantas vasculares (cormófitos), carófitos, briófitos y algas filamentosas.

A continuación se exponen los criterios de selección de puntos de control y los procedimientos de muestreo de la vegetación macrofítica (hidrófitos, helófitos y anfífitos) que se seguirán para los ecotipos de las masas de agua “lago” conforme a las indicaciones del Protocolo.

4.2.1. Selección y determinación de los puntos de muestreo

Hidrófitos (macrófitos sumergidos y/o flotantes)

Se considerará como variable de determinación su cobertura en las zonas colonizables muestreadas.

La determinación y localización de los puntos de muestreo se realizará fundamentalmente en función del tamaño (superficies mayores y menores de 50 ha en condiciones de máxima inundación) y de otros criterios como la profundidad de la masa de agua (“lagos” de profundidad máxima ≤ 2 m, vadeables o no vadeables, y de profundidad máxima > 2 m):

Profundidad máxima ≤ 2 m, vadeables (profundidad máxima < 1 m, muestreo con vadeador), o no vadeables (profundidad máxima > 1 m y ≤ 2 m, muestreo desde embarcación):

“Lagos” pequeños (menores de 50 ha). Se realizarán dos transectos longitudinales coincidentes con los ejes mayor y menor del “lago”, que lo atraviesen en toda su longitud y anchura, respectivamente. Cada uno de los transectos se dividirá en 5 partes aproximadamente equidistantes, y en cada una de ellas se muestrearán, al menos, un rectángulo de 2 x 10 metros (total 10 rectángulos, cinco por transecto).

A fin de asegurar, en su caso, el muestreo también de las especies con preferencias más litorales, los transectos en ambos ejes incluirán siempre, como puntos de muestreo inicial y final, un rectángulo de 2 x 10 metros situado inmediatamente aguas adentro de la orilla en cada uno de los extremos del transecto.

“Lagos” medianos o grandes (mayores de 50 ha). Se realizará de igual manera que en el caso anterior, pero en el caso de que alguno de los ejes supere los 500 m de longitud, dicho transecto no será continuo, sino que se dividirá el transecto en diez porciones discontinuas (al menos una central, dos de orillas, y el resto intermedias entre la orilla y el centro), y en cada una de ellas se muestrearán, al menos, un rectángulo de 2 x 10 metros (total 20 rectángulos, diez por transecto longitudinal).

“Lagos” de profundidad máxima > 2 m

“Lagos” pequeños (menores de 50 ha). Se realizarán 10 transectos en banda (rectángulos) perpendiculares a la orilla, partiendo de ésta hacia aguas adentro.

La longitud de cada transecto llegará hasta donde se alcancen los 2 m de profundidad (medidos con ecosonda de mano), y la anchura de cada uno de ellos será de al menos 2 m o una anchura mayor tal que determine que, para cada transecto (rectángulo), la superficie muestreada en cada uno sea, como mínimo, de 20 m². Los puntos de partida de los transectos estarán aproximadamente equidistantes entre si, y se determinaran dividiendo en 10 partes el perímetro del “lago”.

“Lagos” medianos o grandes (mayores de 50 ha). Se procederá de manera similar al caso anterior, pero se realizarán 20 transectos en lugar de 10.

En cualquier caso, los puntos de muestreo de hidrófitos deberán situarse únicamente en zonas que sean susceptibles de colonización, esto es, hasta una profundidad de 2 m, excluyéndose además las zonas con sustrato exclusivamente rocoso o pedregoso, o de pendiente superior al 30%, aspectos, ambos, que dificultan o impiden el enraizamiento natural de los hidrófitos. En caso de que la zona colonizable sea menor del 20% de la superficie de la zona a evaluar (la cubeta hasta 2 m de profundidad en el caso de los hidrófitos), se excluirá a los macrófitos como elemento de calidad en la evaluación del “estado/potencial ecológico” de la masa de agua.

Con el objeto posicionar cada uno de los transectos que se realicen en los distintos muestreos, se registrarán mediante dispositivos GPS sus coordenadas de inicio y final.

Helófitos (macrófitos emergentes de las orillas) o asimilables

Esta vegetación se desarrolla fundamentalmente en las orillas, siendo ésta la zona de muestreo, por lo que no se establecen criterios de selección de puntos de control dependientes de la profundidad de la masa de agua, aunque sí en función de su tamaño:

“Lagos” \leq 1 Km de perímetro. Se muestreará una franja de 3 m de ancho en todo el perímetro del “lago”.

“Lagos” $>$ 1 Km de perímetro. Se muestreará al menos 1 Km de las orillas, repartiendo el perímetro del “lago” en 10 zonas, dentro de cada una de las cuales se muestreará al menos una zona de 100 m de longitud (x 3 m de ancho).

Como en el caso anterior, los puntos de muestreo deberán considerar únicamente zonas que sean susceptibles de colonización por parte de los helófitos, excluyéndose las zonas con sustrato exclusivamente rocoso o de pendiente superior al 30 %.

Macrófitos anfífitos

Los anfífitos pueden vivir tanto en zonas inundadas como emergidas. A efectos de evaluación de las métricas de cobertura, se considerarán hidrófitos cuando se encuentren sumergidos y se asimilarán a helófitos cuando ocupen zonas emergidas.

4.2.2. Procedimientos de toma de muestras

Para cada grupo principal de macrófitos, la metodología de muestreo a llevar a cabo será la siguiente:

En el caso de los **hidrófitos**, se utilizará un visor subacuático para determinar la cobertura de cada especie en cada punto de muestreo, siendo deseable la identificación “in situ” que minimice la extracción de ejemplares.

De no poder identificarse “in situ” el taxón al nivel de determinación exigido (especie), se extraerán, mediante ganchos, rastrillos, o dragas, ejemplares de la especie en cuestión y se codificará ésta para anotar los datos de cobertura, clasificándose posteriormente en el laboratorio los ejemplares obtenidos y consignándose con ello la asignación de dichas cobertura a la especie una vez determinada su asignación taxonómica. Las algas filamentosas se recolectarán en todo caso, ya que su determinación taxonómica requiere un estudio microscópico.

En el caso de los **helófitos**, el nivel de determinación taxonómica será también el de especie. El muestreo también será visual y la identificación se hará preferentemente “in situ”, pudiendo tomarse ejemplares para su clasificación posterior, que se codificarán como ya se ha indicado anteriormente. Dado el tamaño de algunos helófitos, la muestra puede constar de fragmentos de la planta, que incluirán flores, frutos y hojas.

4.3. METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Se ha seguido el Protocolo de Muestreo y Laboratorio de Invertebrados Bentónicos en Lagos. Código: ML-L-I-2013.

Este protocolo está orientado a la obtención de datos de abundancia de Branquiópodos, Copépodos y Ostrácodos, así como de Riqueza de Insectos y Crustáceos, para el cálculo del índice ABCO (asociaciones de crustáceos) y RIC (determinación de macrozoobentos), respectivamente.

La combinación de los resultados de ambos índices permite, a su vez, el cálculo del índice IBCAEL para la clasificación del “estado/potencial ecológico” de las masas de agua “lago”.

A continuación se resume dicho procedimiento:

- Cuando la profundidad máxima sea < 1 m, se muestreará tanto la zona litoral como la zona interior del punto de control. Si la profundidad es > 1 m, solamente se muestreará la zona litoral.
- En cada punto se tomarán dos muestras diferentes, aunque complementarias entre sí a escala espacial (microhábitats y mesohábitats) y de tamaño de los organismos que componen la comunidad de invertebrados bentónicos: una muestra para la obtención de datos de abundancia de branquiópodos, copépodos y ostrácodos (índice ABCO) y otra muestra para la obtención de datos de riqueza de insectos y crustáceos (índice RIC).
- Toma de muestras para ABCO: Se utilizará un salabre de 100 μm de abertura de poro, haciéndolo pasar por encima de los sustratos del fondo lacustre de zonas vadeables (rocas, vegetación, sedimento, etc.). Se muestrearán todos los hábitats diferentes que se identifiquen en la zona y se anotará el número total de pasadas para obtener información sobre el esfuerzo de muestreo. Se pondrá especial atención en impedir que entre sedimento directamente en la red o salabre, ya que esto supondría su colmatación sin que se haya recogido el material suficiente.
- Toma de muestras para RIC: Se empleará un salabre de luz de malla de 250 μm . El muestreador se desplazará por las zonas vadeables del lago, removiendo el fondo con los pies y recogiendo el material resuspendido con el salabre, el cual también se hará pasar entre la vegetación sumergida y entre la parte sumergida de la vegetación litoral. En el caso de encontrarse con piedras, se recogerán con las manos y se limpiarán dentro del salabre. Las muestras se introducirán en una batea blanca con algo de agua y se observará su contenido en campo. Se considerará que la muestra es representativa cuando en pasadas sucesivas no aparezcan nuevos taxones, limpiándose de materiales

gruesos (macrófitos, hojas, etc.) e introduciéndose en el envase colector correspondiente.

4.4. METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUA

La toma de muestras de agua en “lagos” es necesaria para la medida de indicadores de calidad físico-químicos en laboratorio (condiciones generales: nutrientes, calcio y alcalinidad) y del indicador de calidad biológico fitoplancton.

Los criterios y procedimientos específicos a seguir dependerán de la profundidad de cada laguna:

Lagunas someras (profundidad inferior a 3m)

La recogida de muestras de agua será simple en el tiempo y en el espacio y subsuperficial: muestras discretas tomadas a una profundidad de unos 30-50 cm.

- Las muestras de agua se tomarán de forma manual y utilizando directamente el envase colector de muestras tras adentrarse en la cubeta de la masa de agua a pie (mediante botas vadeadoras) o con embarcación (en caso de que en el momento del muestreo la profundidad sea $>1,5$ m). En cualquier caso, para la toma de muestras se sumergirá el envase boca abajo, dándole la vuelta en la profundidad correspondiente para su llenado.
- Si la recogida de muestras no puede realizarse directamente con el envase por sedimento poco asentado, inaccesibilidad a la lámina de agua, etc., se recurrirá a una pértiga (con el recipiente colector en su extremo) o a un cubo de plástico inerte atado a una cuerda (lanzado desde el borde la orilla).
- El material de toma de muestras y los recipientes que las contengan serán previamente lavados un mínimo de tres veces con agua del punto de control correspondiente.

Lagunas profundas (profundidad superior a 3m)

- El acceso al punto de control será siempre mediante embarcación.
- La metodología de toma de muestras de agua a seguir implicará la obtención de muestras integradas de la zona fótica de la columna de agua para la determinación de indicadores de calidad físico-químicos y biológicos (muestras cuantitativas de

fitoplancton: identificación, recuento y concentración de clorofila a) en laboratorio. Respecto a los indicadores físico-químicos se analizarán los parámetros propuestos en el PPT (nutrientes y alcalinidad), aunque podrán analizarse otras variables relacionadas con la mineralización del agua cuando suponga una información útil en la interpretación de resultados. Por su parte, cabe comentar que la muestra para la determinación de fosfatos se filtrará “in-situ” con un kit de filtrado de campo.

La zona fótica constituye la capa de la columna de agua comprendida entre la superficie y la profundidad hasta donde se encuentra el 1% de la luz incidente en la superficie de la lámina de agua ($Z_{1\%}$). Para los ecosistemas dulceacuícolas se ha definido y aceptado a nivel europeo una ecuación que relaciona la profundidad de la zona fótica con la transparencia de las aguas (estimada como la profundidad a la que deja de verse el Disco de Secchi). Así pues, el espesor de la capa fótica vendrá dado a través de la siguiente ecuación:

$$Z_{1\%} = 2,5 \times D \text{ (profundidad de visión del disco de Secchi, expresada en metros).}$$

El procedimiento básico de muestreo será la toma de muestras discretas a diferentes profundidades hasta alcanzar el límite inferior de la capa fótica. La equidistancia entre las profundidades escogidas dependerá del espesor de la capa fótica:

- Zona fótica <10 m: Equidistancia de 1 metros como máximo.
- Zona fótica \geq 10 m: Equidistancia de 2 metros como máximo.

Este procedimiento sigue los mismos criterios que los indicados en el protocolo del MAGRAMA M-LE-FP-2013 relativo a la toma de muestras integradas de fitoplancton para su análisis cuantitativo, ya que de este modo se asegura que los resultados obtenidos para los elementos de calidad físico-químicos y este indicador biológico puedan ser comparados e interrelacionados al hacer referencia a una misma capa de la columna de agua.

Para la recogida de las muestras discretas se utilizará una botella hidrográfica de 5 L de capacidad. Este tipo de dispositivo constituye un cilindro hueco que es sumergido en posición abierta, mediante una cuerda o cable adecuadamente calibrado, hasta alcanzar la profundidad deseada. La captura del agua se realizará activando el mecanismo de cierre de la botella a través de un sistema de mensajero, procediéndose a su recogida hasta la superficie de la embarcación. Un volumen de 1 litro del contenido de la botella correspondiente a cada profundidad (medido

utilizando una probeta de plástico aforada), será vertido en un mismo recipiente (p.ej., cubo aforado de plástico inerte) para la homogeneización de todas las alícuotas tomadas. Finalmente, el contenido del cubo ya homogeneizado será distribuido entre los envases escogidos para cada tipo de análisis (parámetros físico-químicos y fitoplancton cuantitativo).

4.5. DETERMINACIONES “IN SITU”

Además de la profundidad, en los puntos de control de las masas de agua se procederá a la determinación de los siguientes parámetros “in situ”:

- Parámetros ambientales: Temperatura del aire.
- Parámetros físicos: Transparencia de las aguas.
- Perfiles verticales de temperatura del agua, conductividad eléctrica a 20°C, pH, oxígeno disuelto (% de saturación y concentración) y turbidez. Adicionalmente, en los puntos de control operativo se realizará un perfil de distribución vertical de clorofila.

A continuación se presenta la metodología de trabajo asociada a la medición de estos parámetros.

4.5.1. Transparencia de las aguas

La medida de la transparencia viene dada a través de la profundidad, en metros, a la que deja de verse el denominado disco de Secchi (disco blanco o blanco y negro de unos 20 cm de diámetro que se sumerge lastrado con un peso colocado en su cara posterior).

Ésta será efectuada, en la medida de lo posible, dando la espalda al sol con la finalidad de evitar reflejos y otros efectos ópticos que pudieran afectar a la visión del disco y, por tanto, a una correcta medida de la transparencia. Además, el disco de Secchi será sumergido lo más perpendicular posible y sin que exista ningún objeto que entorpezca su visión y/o descenso.

El procedimiento de medida supone hacer descender el disco a través de la columna de agua hasta que éste deja de verse, entonces se registra la profundidad alcanzada y se desciende alrededor de unos 30-60 cm más, subiéndolo lentamente hasta que vuelve a hacerse visible y apuntando de nuevo la profundidad. El promedio de ambas medidas de profundidad (desaparición del disco al descenderlo y reaparición al ascenderlo) constituirá la medida de la transparencia del agua mediante el disco de Secchi.

En aquellos casos en que el disco alcance el fondo del cuerpo de agua objeto de estudio y éste siga siendo visible, el resultado será expresado como “> profundidad del cuerpo de agua (en metros)”.

4.5.2. Perfiles verticales de parámetros físico-químicos

Los perfiles verticales constituyen una medición en continuo a través de la columna de agua (desde la superficie de la lámina de agua hasta el fondo); ofreciendo, por tanto, una gran resolución espacio-temporal en lo que respecta al comportamiento de los parámetros así determinados.

Para llevar a cabo los perfiles de parámetros físico-químicos, el equipo de campo empleará una sonda multiparamétrica dotada de los electrodos y sondas requeridas para la realización de los mismos:

- Termistor para la medida de la temperatura del agua.
- Electrodo de conductividad.
- Electrodo de pH.
- Electrodo de oxígeno para la medida de la concentración de oxígeno disuelto y del % de saturación.
- Sensor óptico de turbidez
- Sensor óptico de clorofila

La sonda multiparamétrica posee suficiente longitud de cable para poder alcanzar el fondo de cada lago objeto de estudio, así como un detector de presión que permite identificar la profundidad a la que corresponden las diferentes medidas registradas conforme se desciende por la columna de agua.

Durante el proceso de medición, la sonda multiparamétrica estará conectada a un registrador datalogger-display que actúa como un ordenador de mano que permite la configuración de la sonda y la calibración de sus componentes, la lectura instantánea de las medidas tomadas “in situ”, el almacenamiento de datos y su transferencia a un ordenador para el posterior análisis de los mismos.

Cabe señalar que las sondas de pH, conductividad y oxígeno disuelto acopladas a la sonda multiparamétrica poseen compensación automática de temperatura, evitando que los valores correspondientes a estos parámetros no se vean afectados por las variaciones verticales sufridas por este tipo de variable. A su vez, la sonda de oxígeno disuelto presenta corrección por salinidad.

Antes de iniciar las determinaciones “in situ” y tras la calibración en laboratorio de cada una de las sondas de medida de acuerdo con las especificaciones del fabricante, se comprobará el correcto funcionamiento de las mismas mediante la lectura de muestras control (QC), las cuales actuarán como patrones de calidad.

En el caso concreto de la sonda de oxígeno, dicha comprobación se llevará a cabo a través de muestras de agua saturadas en oxígeno (100% saturación) y muestras exentas de éste preparadas con sulfito sódico y sal de cobalto II (0% saturación).

En cualquier caso, cabe destacar que las sondas están sometidas a un Plan de Calibración Anual y son calibradas internamente con Materiales de Referencia certificados, por lo que tiene calculada la incertidumbre de medida y su corrección.

4.6. ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS

El protocolo del CEDEX propone para los elementos hidromorfológicos un sistema de clasificación sencillo de tipo cualitativo. En la tabla siguiente se recogen las métricas seleccionadas, agrupadas según el indicador hidromorfológico que evalúan.

Tabla 8. Elementos de calidad hidromorfológicos evaluados en el protocolo del CEDEX

Elementos	Métricas
Volumen e hidrodinámica del lago	Alteraciones en el régimen de llenado Alteraciones en el régimen de vaciado Alteraciones en el régimen de estratificación Alteraciones en el hidropериodo y régimen de fluctuación del nivel agua

Elementos	Métricas
Tiempo de permanencia	Alteraciones en el régimen de llenado Alteraciones en el régimen de vaciado Alteraciones en el hidropериодо y régimen de fluctuación del nivel agua
Conexión con las aguas subterráneas	Alteraciones del régimen de llenado
Variación de la profundidad del lago	Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta
Cantidad, estructura y sustrato del lecho del lago	Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta
Estructura de la zona ribereña	Alteraciones en el estado y estructura de la zona ribereña

De acuerdo con la DMA, para los elementos de calidad hidromorfológicos sólo es necesario establecer la frontera entre los estados Muy Bueno y Bueno. Para el resto de fronteras entre clases de estado ecológico, los valores propuestos han de ser consistentes con los especificados para cada elemento de calidad biológica por lo que, aunque la información que aportan sirve para complementar los resultados obtenidos mediante los elementos biológicos, no resultarían determinantes en la evaluación del estado.

De este modo, para cada una de las métricas solamente se recogen las fronteras entre los estados Muy Bueno y Bueno y son fronteras de tipo cualitativo. Se basan en la identificación de alteraciones significativas en alguno de los aspectos considerados en la evaluación de los elementos hidromorfológicos, entendiéndose como tal, toda aquella alteración de este tipo de elementos que supone una repercusión significativa en el estado de cualquiera de los elementos de calidad biológica o en el estado ecológico de la masa de agua.

A modo de ejemplo se recogen en la tabla siguiente las condiciones específicas para la métrica "Alteraciones en el régimen de llenado".

Tabla 9. Evaluación del estado en lagos según el protocolo del CEDEX

Tipología	Muy Bueno	Bueno o inferior
Todos los tipos	Ausencia de alteraciones significativas	Presencia de alteraciones significativas

5. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO

La clasificación del estado ecológico o del potencial ecológico de la masa de agua estará representada por el menor de los valores de los resultados de los indicadores de calidad biológica y físico-química, clasificados de acuerdo con lo establecido en el Anexo V de la Directiva Marco del Agua.

Según lo establecido en el citado anexo, el estado ecológico se medirá mediante los EQR (Ecological Quality Ratios). Los EQR representan la relación entre los valores observados de un determinado parámetro y el valor de esos parámetros en condiciones de referencia o inalteradas dentro de un determinado tipo de masa de agua. Los valores numéricos del EQR, por lo tanto, variarán entre 0 y 1, siendo los valores más próximos a 1 los referidos a masas de agua en muy buen estado y los valores cercanos a 0 los correspondientes a masas de agua en estado malo.

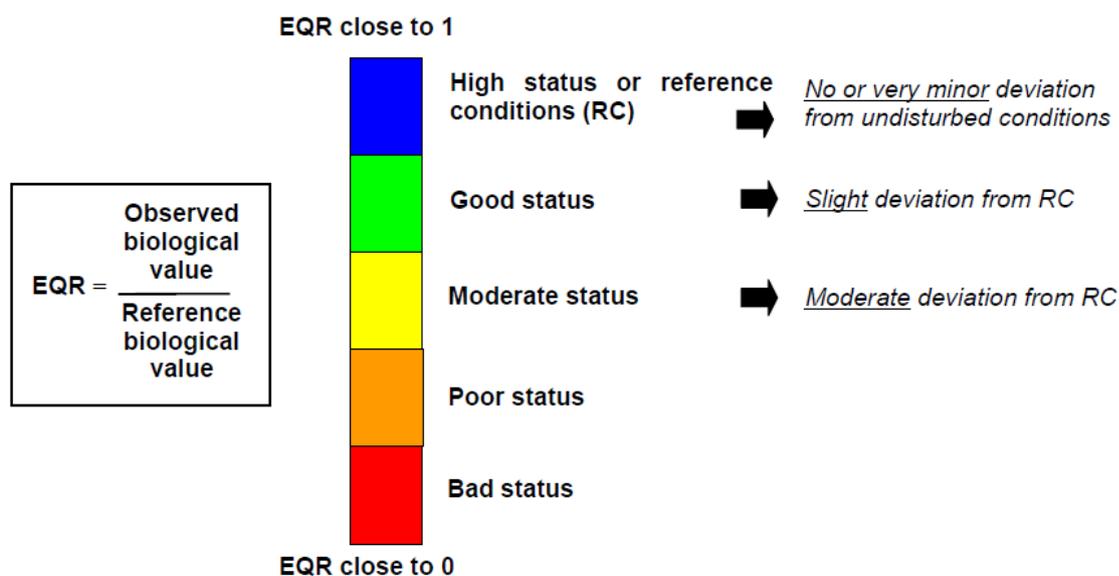


Figura 5. EQR y valoración del estado ecológico según la guía REFCOND

Para el establecimiento del estado ecológico, la DMA solamente contempla la aplicación de este cociente a los valores de calidad biológicos.

A partir del valor obtenido como resultado de la aplicación de un parámetro o métrica propio de un elemento de calidad biológico determinado, se obtendrá un valor de EQR con el que asignar el nivel de estado ecológico a la masa de agua objeto de control. De esta manera, para dicha masa

de agua se establecerán tantos niveles de clasificación como parámetros individuales se determinen para cada elemento biológico de calidad empleado.

Para el cálculo del estado ecológico se tendrán en cuenta las especificaciones contenidas en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los programas de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

5.1. INDICADORES Y MÉTRICAS APLICADAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

Para valorar las condiciones biológicas, fisicoquímicas e hidromorfológicas de las masas de agua objeto de este estudio se han utilizado los indicadores y métricas que se describen a continuación. Los métodos analíticos empleados en la determinación de muestras biológicas y fisicoquímicas figuran en el Anexo 2.

5.1.1. Elementos de calidad biológicos

Fitoplancton. Se utiliza por su valor indicador del nivel de eutrofia de las aguas. Las métricas de fitoplancton que se aplican a lagos son únicamente aquellas relacionadas con abundancia y biomasa.

- **Concentración de clorofila-a:** Es una medida indirecta de la abundancia y biomasa del fitoplancton y por lo tanto de la producción primaria y del grado trófico de la masa de agua. Esta métrica es considerada en todos los tipos de lagos incluidos en este estudio.
- **Biovolumen total de fitoplancton:** Esta métrica se obtiene a partir del sumatorio del biovolumen de cada taxón presente en la muestra. Éste a su vez se calcula multiplicando la abundancia de cada taxón por el volumen promedio de un individuo de ese taxón. Se expresa en mm³/L.

Otra flora acuática. En este caso se refiere a los macrófitos (hidrófitos, anfífitos y helófitos) presentes en una masa de agua. Evalúan las presiones de tipo hidromorfológico, de eutrofización y las presiones por introducción de especies exóticas. Las métricas utilizadas son:

- **Presencia/ausencia de hidrófitos:** Esta métrica se utiliza únicamente en los lagos de los tipos 1 a 5 y de éstos sólo en aquellos que de manera natural pueden tener macrófitos.

Se excluyen por lo tanto aquellos lagos situados por encima de los 2.300 m de altitud y aquellos que no disponen de un sustrato adecuado para el enraizamiento de hidrófitos.

- Riqueza de especies de macrófitos típicos: Esta métrica se aplica en los tipos de lagos 11, 15-18 y 24 a 26. El procedimiento consiste en el recuento de todos los taxones típicos de macrófitos, tanto hidrófitos como helófitos, presentes en una masa de agua.
- Cobertura total de hidrófitos típicos: Se aplica en los lagos de los tipos 11, 15-18 y 20-26. Se obtiene un porcentaje de cobertura de hidrófitos en la zona de la cubeta que reúne las características para ser colonizada.
- Cobertura total de helófitos típicos: Esta métrica se aplica en los tipos de lagos 11, 15-18 y 20-26. Evalúa el porcentaje de cobertura de helófitos litorales en las zonas del litoral de la cubeta, que por sus condiciones de tipo de sustrato y pendiente, permitan el enraizamiento.
- Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas: Esta métrica se utiliza en todos los tipos de lagos para medir la presión por eutrofización. Se obtiene un porcentaje de cobertura de aquellas especies de hidrófitos propias de aguas eutróficas.
- Cobertura de especies exóticas de macrófitos: Esta métrica se utiliza en todos los tipos de lagos. Evalúa la presión por especies exóticas, cuantificando la presencia de estas especies en la masa de agua.

Fauna de invertebrados bentónicos. Responde a presiones de eutrofización y de tipo hidromorfológico. Se evalúa mediante una única métrica:

- IBCAEL: Esta métrica aplica a todos los tipos de lagos, se calcula a partir de las muestras de macroinvertebrados y microinvertebrados bentónicos.

5.1.2. Elementos de calidad fisicoquímicos

A continuación se detallan los indicadores fisicoquímicos y las métricas utilizadas para la evaluación de las condiciones generales fisicoquímicas:

- Transparencia: Profundidad de Visión del Disco de Secchi. Esta métrica será de aplicación únicamente en los tipos de lagos profundos de los tipos 1 a 4 y 15.
- Salinidad: Conductividad eléctrica.

- Estado de acidificación: pH y Alcalinidad.
- Condiciones relativas a nutrientes: Fósforo total.

5.1.3. Elementos de calidad hidromorfológicos

Se han tenido en cuenta los indicadores y las métricas propuestas por el CEDEX anteriormente citadas.

5.2. CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO

El cálculo del estado ecológico se ha realizado considerando únicamente los indicadores que disponen de condiciones de referencia específicas del tipo en el Real Decreto 817/2015, y que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Indicadores utilizados en la evaluación del estado ecológico

Indicador
Biovolumen fitoplancton
Clorofila a
Cobertura helófitos
Cobertura hidrófitos
Cobertura macrófitos eutróficas
Cobertura macrófitos exóticas
Cobertura total macrófitos
Disco de Secchi
Fósforo total
Hidrófitos
IBCAEL
pH
Riqueza macrófitos

En el anexo 1 figuran dichas condiciones de referencia.

5.2.1. Fitoplancton

Para el cálculo del estado ecológico se han seguido las directrices del protocolo “LMET-FIT-LE-FP-2012: Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses”.

Es necesario señalar que los resultados obtenidos del análisis en laboratorio del fitoplancton consisten en dos analíticas correspondientes a los dos muestreos realizados en el período

estival, tal y como indica el protocolo de muestreo. Por tanto es necesario integrar los resultados de cálculo de las métricas en cada muestra para dar un valor anual. Para ello se ha realizado la media de los valores de las métricas obtenidas en cada uno de los análisis.

Los valores del Ratio de Calidad Ecológica (RCE) de las métricas concentración de clorofila a y biovolumen total de fitoplancton se ha calculado de forma inversa al procedimiento general, es decir, como la relación entre la condición de referencia (CR) y el valor de la métrica obtenido

Posteriormente, los valores de RCE obtenidos se han transformado a escalas numéricas equivalentes para normalizarlos a una escala lineal común, aplicando una fórmula de interpolación lineal entre los límites de cambio de clase de estado de los Ratios de Calidad Ecológica establecidos en condiciones de referencia para cada indicador, y los que se corresponden con una escala lineal.

Finalmente, 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 ha realizado utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{RCE trans final} = 0,75 \text{ RCE_trans (CONCLOa)} + 0,25 \text{ RCE_trans (TOT BVOL)}$$

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 la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores de RCE transformado de cambio de Clase de estado ecológico

CLASE DE ESTADO	VALOR SUPERIOR DE RCE TRANSFORMADO DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO	VALOR INFERIOR DE RCE TRANSFORMADO DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO ECOLÓGICO
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

5.2.2. Otra flora acuática

Para el cálculo del estado ecológico asociado al indicador “Otra flora acuática” se ha seguido el protocolo de laboratorio y cálculo de métricas de Otro Tipo de Flora Acuática (macrófitos) en lagos. Código: OFALAM-2013.

En primer lugar se obtiene el promedio de las métricas que responden a cada tipo de presión (presiones de tipo hidromorfológico, presiones por eutrofia y presiones por especies exóticas). Posteriormente se sigue el criterio “one out-all out” escogiendo el nivel de calidad de la métrica con peor valor de estado. Este será el Nivel de calidad final correspondiente al indicador “Otra flora acuática”.

En el caso de las métricas de macrófitos que evalúan presiones de tipo hidromorfológico, (“Cobertura total de hidrófitos”, “Cobertura total de helófitos”, “Cobertura total de macrófitos”, “Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas” y “Cobertura de especies exóticas de macrófitos”), deben combinarse para obtener un único indicador de dichas presiones. Para ello, se ha promediado la clase de estado obtenido con cada una de estas métricas.

5.2.3. Fauna bentónica de invertebrados

El indicador Fauna bentónica de invertebrados se evalúa directamente mediante el índice IBCAEL. Éste a su vez se calcula a partir del índice ABCO obtenido a partir de una muestra de microinvertebrados bentónicos y el índice RIC, calculado a partir del análisis de una muestra de macroinvertebrados bentónicos.

Para el cálculo del estado de calidad se han seguido las directrices marcadas por el “Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos. Código: ML-L-I-2013” y el “Protocolo para el cálculo del índice IBCAEL de invertebrados en lagos. Código: IBCAEL-2013”.

El valor final del índice se ha obtenido mediante la combinación de los índices ABCO y RIC, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{IBCAEL} = (\text{ABCO} + 1) * \log(\text{RIC} + 1)$$

5.2.4. Combinación de los elementos de calidad biológicos

La combinación de los resultados obtenidos en los tres indicadores de calidad biológicos se ha realizado también según la norma “one out – all out”. Según este principio, el estado ecológico será el peor de los niveles de calidad obtenidos en la evaluación de los indicadores biológicos por separado.

5.2.5. Elementos de calidad fisicoquímicos

Los elementos de calidad fisicoquímicos que disponen de valores de referencia en el RD 817/2015 son:

- Transparencia: Profundidad de Visión del Disco de Secchi.
- Estado de acidificación: pH
- Condiciones relativas a nutrientes: Fósforo total.

El valor de la métrica utilizado en el cálculo del estado ecológico debe corresponder al de la zona fótica. En el caso de la concentración de fósforo total, dicho valor se ha obtenido de una muestra integrada tomada en el campo. En el caso del pH, se ha realizado un promedio de las medidas obtenidas en el perfil realizado en campo entre la superficie y la profundidad de 2,5 x el valor de la profundidad de visión del Disco de Secchi, que marca el límite de la zona fótica.

Una vez obtenida la clase de estado correspondiente a cada métrica, para establecer el estado de calidad fisicoquímico de cada masa de agua, se aplica el peor valor de estado obtenido conforme a la evaluación realizada de manera individual de cada una de las métricas

5.2.6. Elementos de calidad hidromorfológicos

Todas las métricas en este caso se clasifican en dos únicas categorías, “Muy bueno” o “Bueno o inferior”, según haya presencia o ausencia de alteraciones significativas.

Para el establecimiento del estado ecológico según indicadores hidromorfológicos se aplica el peor valor de estado obtenido conforme a la evaluación realizada individualmente para cada una de las métricas.

5.2.7. Combinación de los elementos de calidad biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos

Las reglas de combinación de los elementos de calidad biológica con los elementos hidromorfológicos y físico-químicos están recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 12: Reglas de combinación de los elementos de calidad

EC BIOLÓGICOS	EC FÍSICO QUÍMICOS	EC HMF	ESTADO FINAL
MB	MB	MB	MB
	MB/B	B	B
	MOD	MB/B	MOD
B	MB/B	MB/B	B
	MOD	-	MOD
MOD	MB/B	-	MOD
	MOD	-	MOD
DEF	MB/B/MOD	-	DEF
MA	MB/B/MOD	-	MA

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICOS

6.1.1. Fitoplancton

A continuación se muestran los resultados de estos análisis junto con el nivel de calidad asignado a cada masa de agua.

Tabla 13: Nivel de calidad para el elemento de calidad fitoplancton en 2015

Punto Muestreo	Toponimia	TIPO IPH	Biovolumen (mm ³ /L)	Clorofila A (µg/L)	Nivel de Calidad
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	0,47	0,00	Muy Bueno
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	0,52	0,30	Muy Bueno
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	0,73	1,00	Muy Bueno
L5017	Laguna Negra	L-T01	3,39	2,90	Moderado
L5019	Lago de Arreo	L-T15	2,16	4,14	Bueno
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	0,67	0,11	Muy Bueno
L5704	Ibón de Baños	L-T02	0,05	0,00	Muy Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	0,05	31,15	Malo
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	0,51	0,61	Muy Bueno
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	0,44	0,00	Muy Bueno
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	0,24	0,00	Muy Bueno

6.1.2. Otra flora acuática (macrófitos)

A continuación se muestran los resultados correspondientes al análisis de “Otra flora acuática” en 2015. Se presenta el valor obtenido en el cálculo de cada métrica y el nivel de calidad asociado, así como el estado de calidad final. De cara a simplificar la información en las tablas de resultados parciales, se han sustituido las cinco clases de calidad por números, de modo que la clase “Muy Bueno” corresponde con el número 5 y la clase “Malo” corresponde con el número 1. Las celdas en blanco se deben a que no aplica el protocolo para esa tipología, no aplica el análisis para ese elemento o el sustrato colonizable por macrófitos es inferior al 20 % de la zona somera de la cubeta, por lo que no se tiene en cuenta el indicador.

Métricas que responden a presiones de tipo hidromorfológico

Tabla 14: Nivel de calidad para la métrica Cobertura Total de helófitos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Cobertura total de helófitos (%)	Cobertura total de helófitos
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01		
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01		
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	95	5
L5017	Laguna Negra	L-T01		
L5019	Lago de Arreo	L-T15	96	5
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	96	5
L5704	Ibón de Baños	L-T02		
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	32	3
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	100	5
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bârcena o de Antuzanos)	L-T15	95	5
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02		

Tabla 15: Nivel de calidad para la métrica Cobertura Total de hidrófitos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Cobertura total de hidrófitos (%)	Cobertura total de hidrófitos
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01		
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01		
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	2	2
L5017	Laguna Negra	L-T01		
L5019	Lago de Arreo	L-T15	5	2
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	70	4
L5704	Ibón de Baños	L-T02		
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22		

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Cobertura total de hidrófitos (%)	Cobertura total de hidrófitos
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	70	4
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	0	1
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02		

Tabla 16: Nivel de calidad para la métrica riqueza de sp. de macrófitos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Riqueza de especies de macrófitos (nº sp)	Riqueza de especies de macrófitos
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01		
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01		
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	4	2
L5017	Laguna Negra	L-T01		
L5019	Lago de Arreo	L-T15	6	3
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	9	4
L5704	Ibón de Baños	L-T02		
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22		
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	8	4
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	2	1
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02		

Tabla 17: Nivel de calidad para la métrica ausencia/presencia de hidrófitos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Presencia / ausencia de hidrófitos	Presencia / ausencia de hidrófitos
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01		
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	Presencia	5
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15		
L5017	Laguna Negra	L-T01	Presencia	5
L5019	Lago de Arreo	L-T15		
L5029	Estany de Montcortés	L-T15		
L5704	Ibón de Baños	L-T02	Presencia	5
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22		
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10		
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15		
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	Presencia	5

Tabla 18: Nivel de calidad para la métrica combinada de macrófitos indicadores de presión hidromorfológica

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Métrica combinada de macrófitos indicadores de presión hidromorfológica
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	Muy Bueno
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	Moderado
L5017	Laguna Negra	L-T01	Muy Bueno
L5019	Lago de Arreo	L-T15	Moderado
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	Bueno
L5704	Ibón de Baños	L-T02	Muy Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	Moderado
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	Bueno
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	Deficiente
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	Muy Bueno

Métricas que responden a presiones por eutrofización

Tabla 19: Nivel de calidad para la métrica Cobertura de sp. indicadoras de eutrofia

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Cobertura de especies (hidrófitos) indicadoras de eutrofia (%)	Cobertura de especies (hidrófitos) indicadoras de eutrofia
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01		
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	1	5
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	1	5
L5017	Laguna Negra	L-T01	1	5
L5019	Lago de Arreo	L-T15	11	3
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	11	3
L5704	Ibón de Baños	L-T02	10	4
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	0	5
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	0	5
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	0	5
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	24	3

Métricas que responden a presiones por introducción de especies exóticas

Tabla 20: Nivel de calidad para la métrica Cobertura de sp. exóticas

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) exóticas (%)	Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) exóticas
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01		
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	0	5
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	0	5
L5017	Laguna Negra	L-T01	0	5
L5019	Lago de Arreo	L-T15	0	5
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	0	5
L5704	Ibón de Baños	L-T02	0	5
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	0	5
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	0	5
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	0	5
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	0	5

Nivel de calidad para Otra flora acuática. Resumen de métricas y estado final asociado.

Tabla 21: Nivel de calidad para Otra flora acuática

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) exóticas	Cobertura de especies (hidrófitos) indicadoras de eutrofia	Métrica combinada de macrófitos indicadores de presión hidromorfológica	Nivel de calidad para Otra flora acuática
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01				NA (Altitud)
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	5	5	5	Muy Bueno
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	5	5	3	Moderado
L5017	Laguna Negra	L-T01	5	5	5	Muy Bueno
L5019	Lago de Arreo	L-T15	5	3	3	Moderado
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	5	3	4	Bueno
L5704	Ibón de Baños	L-T02	5	4	5	Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	5	5	3	Moderado
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	5	5	4	Bueno
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	5	5	2	Deficiente
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	5	3	5	Moderado

6.1.3. Invertebrados bentónicos

Puesto que para el cálculo del índice ABCO solo se tienen en cuenta los taxones que presentan valores de sensibilidad, puede resultar valor 0 si se da el caso que en una masa de agua no se identifique ninguno de los taxones con valor de sensibilidad para el tipo de masa de agua en cuestión, ya que éste valora la presencia de especies indicadoras. Si aparecen, es que la situación es buena. En cambio, si no aparecen, puede deberse a presiones, a que no han aparecido todavía o a que ya han desaparecido.

Tabla 22: Nivel de calidad para invertebrados

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	IBCAEL	RIC	ABCO	Nivel de Calidad
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	9,27	10	7,90	Muy Bueno
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	1,98	10	0,90	Malo
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	2,01	13	0,75	Deficiente
L5017	Laguna Negra	L-T01	3,79	14	2,22	Deficiente
L5019	Lago de Arreo	L-T15	1,41	20	0,06	Deficiente
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	1,54	20	0,17	Deficiente
L5704	Ibón de Baños	L-T02	10,07	13	7,79	Muy Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	6,62	3	10,00	Muy Bueno
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	2,90	12	1,61	Moderado
L7675	Complejo Lagunar Gayangos (de Bárcena o de Antuzanos)	L-T15	1,22	12	0,10	Malo
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	5,98	13	4,22	Bueno

6.1.4. Integración de los elementos de calidad biológicos

Para establecer el estado ecológico final asociado a los indicadores biológicos se escoge la clase de estado correspondiente al peor estado obtenido en la evaluación de cada indicador biológico según el criterio “one out – all out”. La siguiente tabla recoge los resultados obtenidos en la evaluación de los indicadores de calidad biológicos.

Tabla 23: Nivel de calidad indicadores biológicos

Punto Muestreo	Nombre	Fitoplancton	IBCAEL	Cobertura sp. exóticas	Cobertura sp. eutrofia	Macrófitos ind. de presión hidromorfológica	Elementos Calidad Biológicos
L5001	Lago de Urdiceto	5	5				Muy Bueno
L5002	Embalse de Tramacastilla	5	1	5	5	5	Malo
L5014	Estanque Grande de Estanya	5	2	5	5	3	Deficiente
L5017	Laguna Negra	3	2	5	5	5	Deficiente

Punto Muestreo	Nombre	Fitoplancton	IBCAEL	Cobertura sp. exóticas	Cobertura sp eutrofia	Macrófitos ind. de presión hidromorfológica	Elementos Calidad Biológicos
L5019	Lago de Arreo	4	2	5	3	3	Deficiente
L5029	Estany de Montcortés	5	2	5	3	4	Deficiente
L5704	Ibón de Baños	5	5	5	4	5	Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	1	5	5	5	3	Malo
L7549	Estany Gran de Basturs	5	3	5	5	4	Moderado
L7675	Complejo Lagunar Gayangos	5	1	5	5	2	Malo
L7680	Ibón de Sabocos	5	4	5	3	5	Moderado

6.2. RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS

6.2.1. Perfiles fisicoquímicos

A continuación se muestran los perfiles completos de cada masa de agua. Los parámetros para los que se han realizado los perfiles de profundidad, y las unidades en las que se han medido son los siguientes:

- Temperatura (°C)
- Conductividad a 20° C (µS/cm)
- pH
- Clorofila (µg/L)
- Oxígeno disuelto (mg/L)
- Turbidez (NTU)

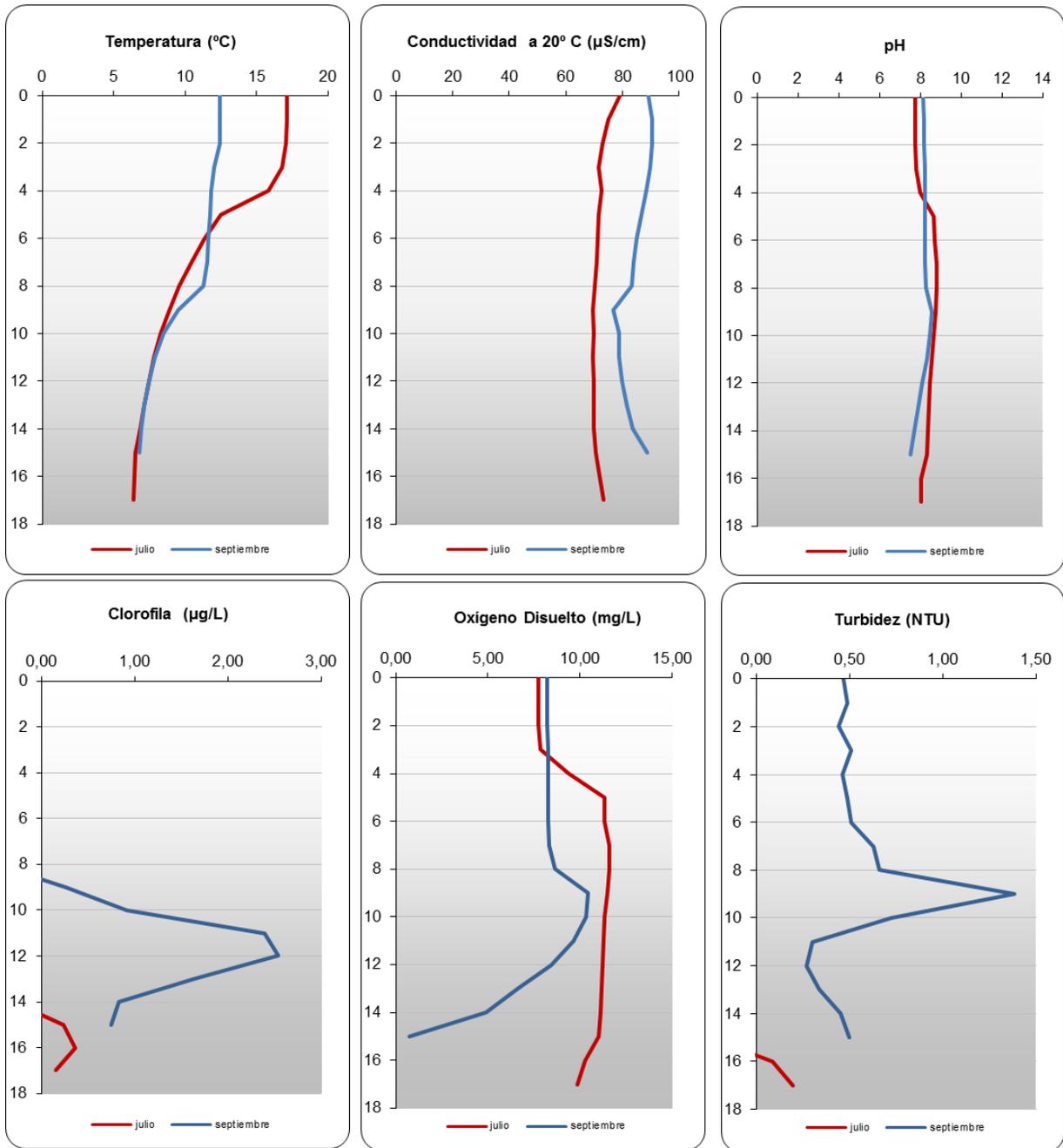


Figura 6. Perfiles fisicoquímicos del lago de Urdiceto

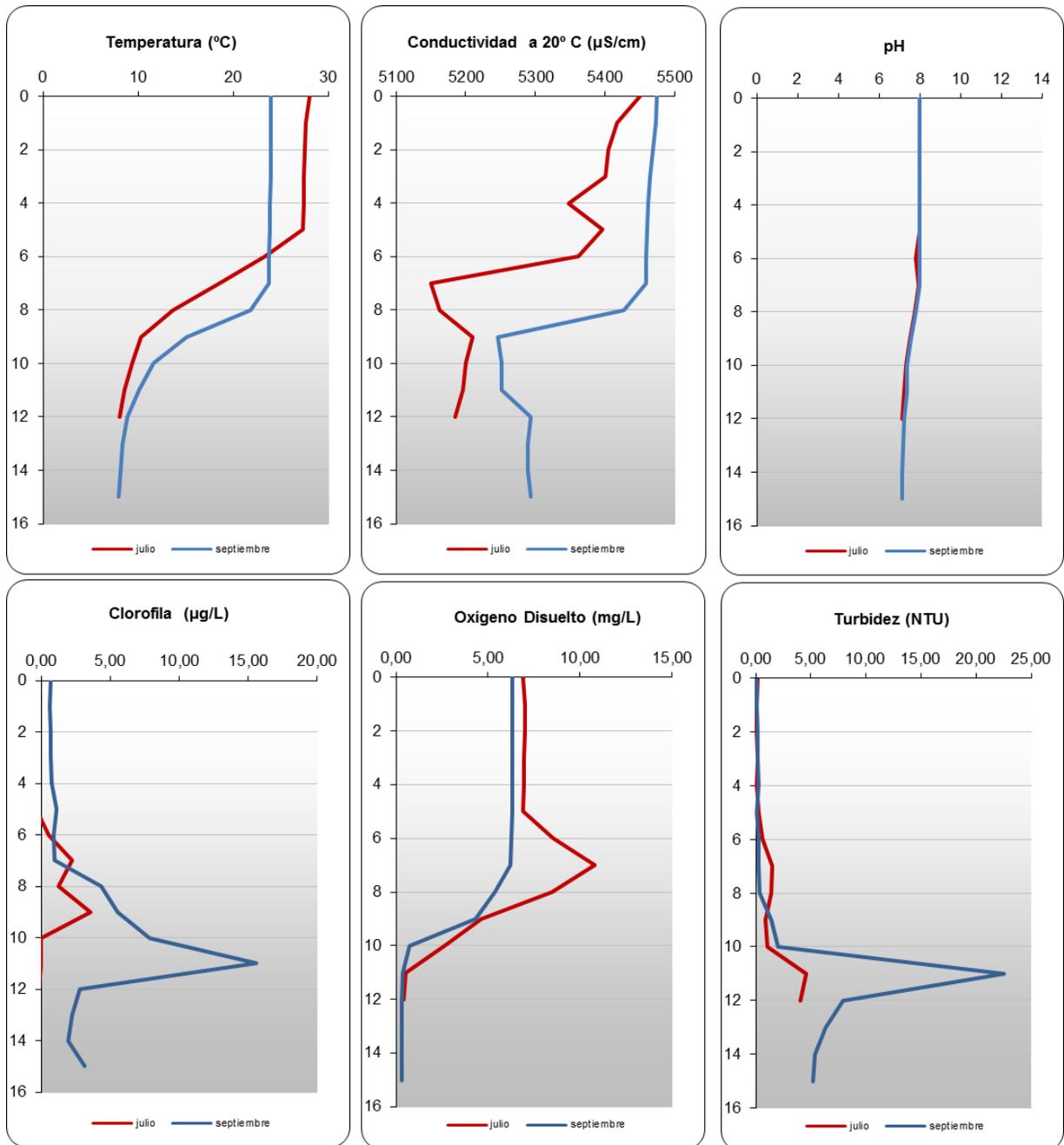


Figura 7. Perfiles fisicoquímicos del Estanque Grande de Estanya

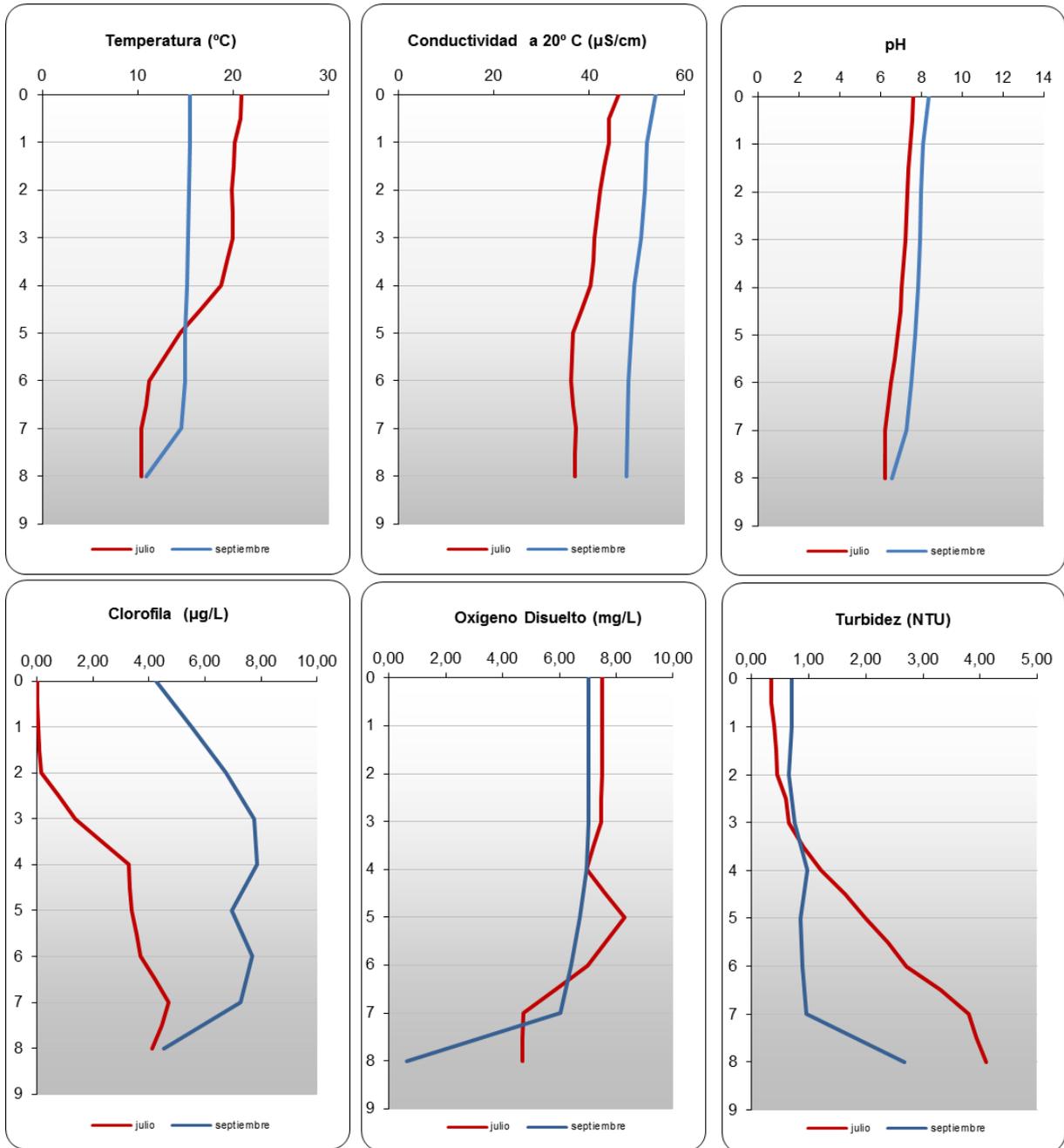


Figura 8. Perfiles fisicoquímicos de la Laguna Negra

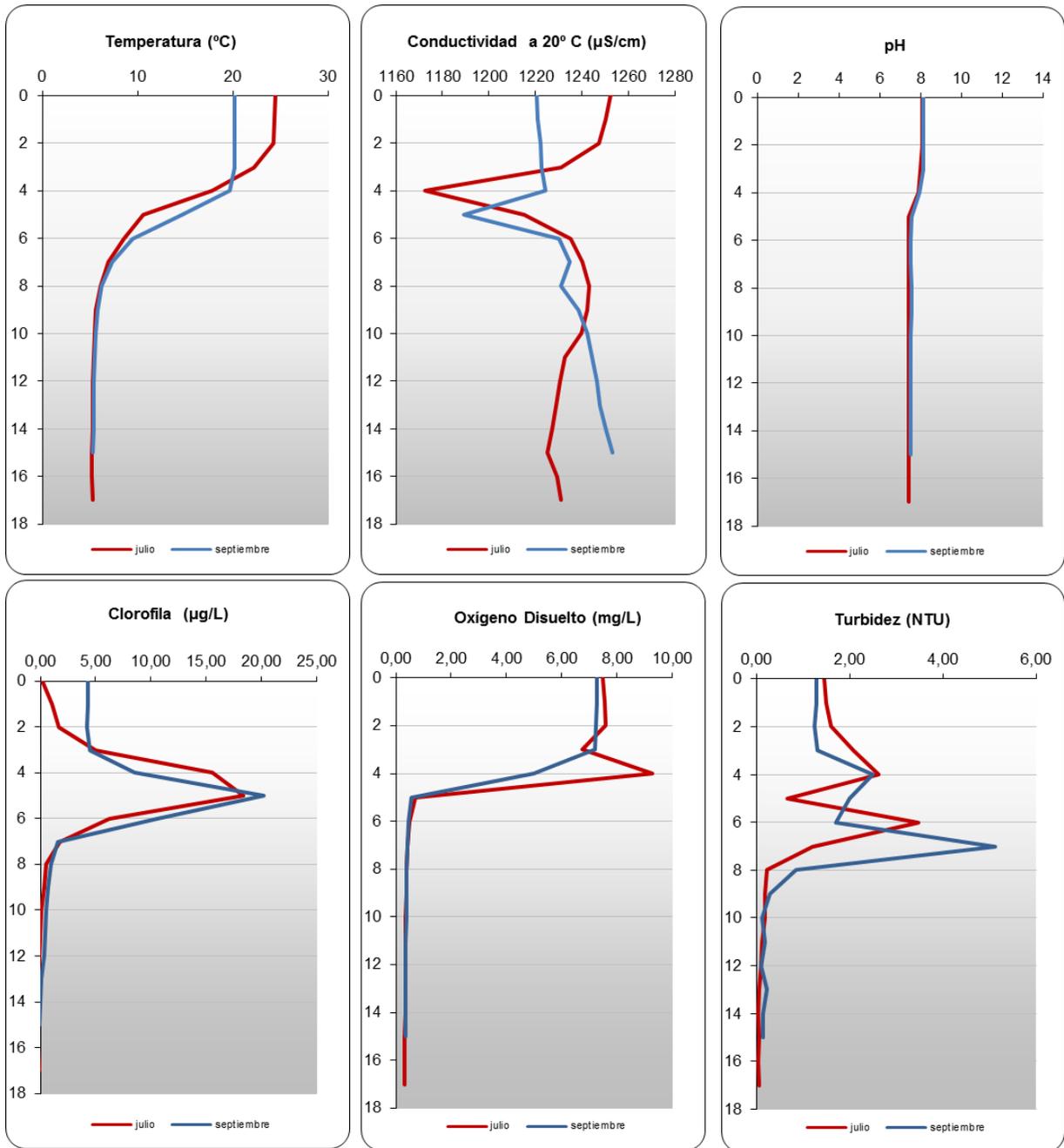


Figura 9. Perfiles fisicoquímicos del Lago de Arreo

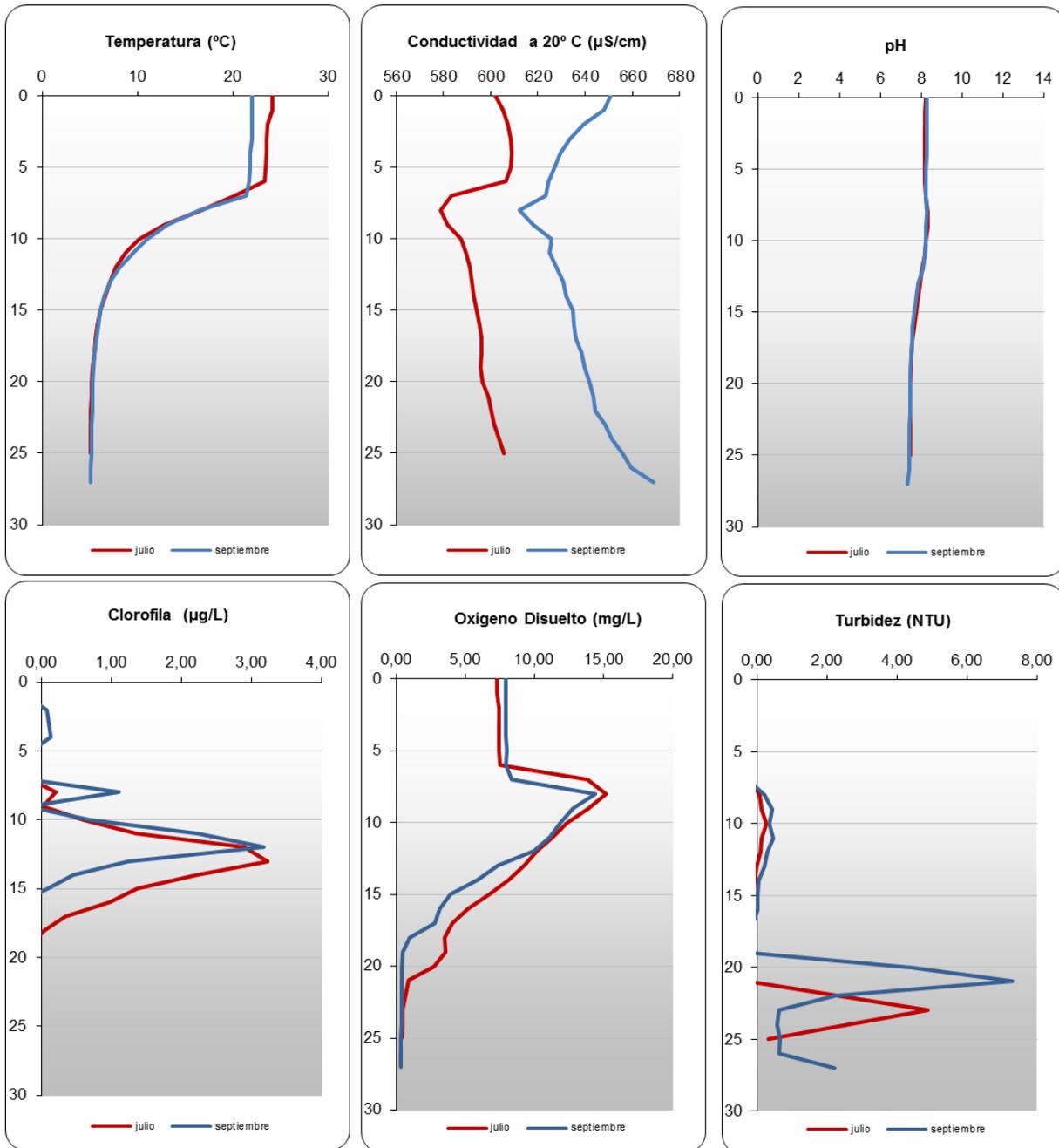


Figura 10. Perfiles fisicoquímicos del Estany de Montcortés

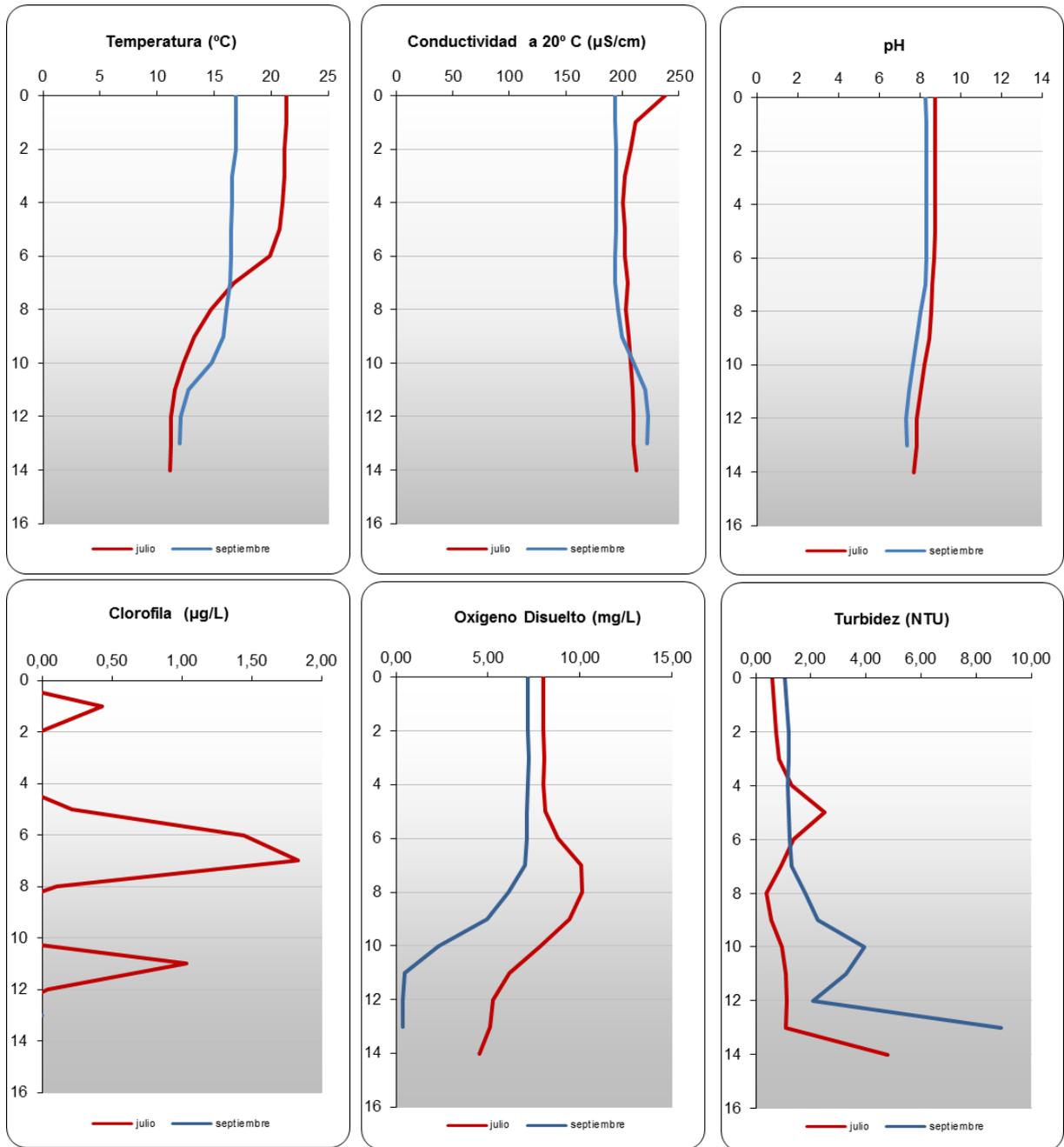


Figura 11. Perfiles fisicoquímicos del Embalse de Tramacastilla

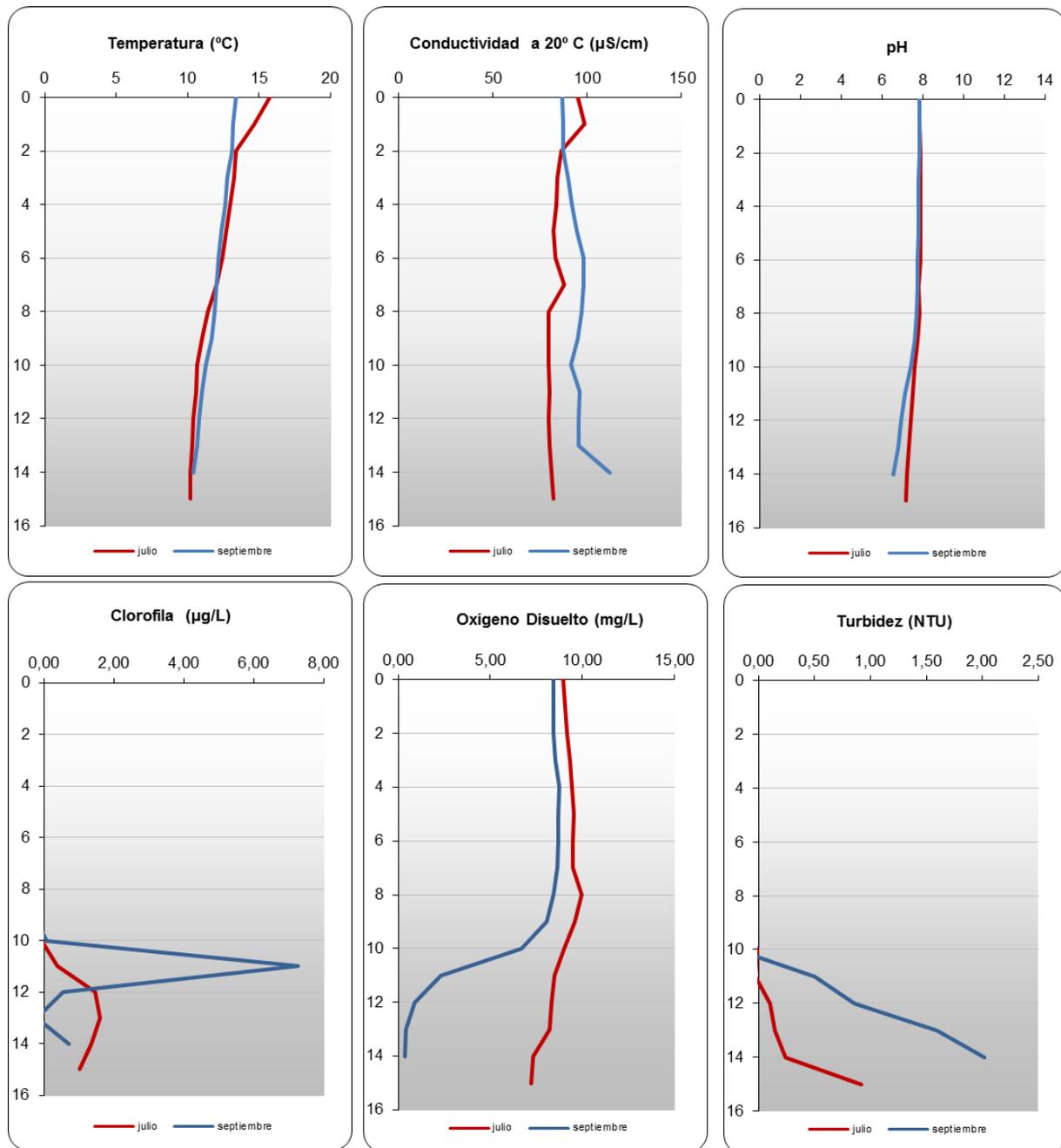


Figura 12. Perfiles fisicoquímicos del ibón de Baños

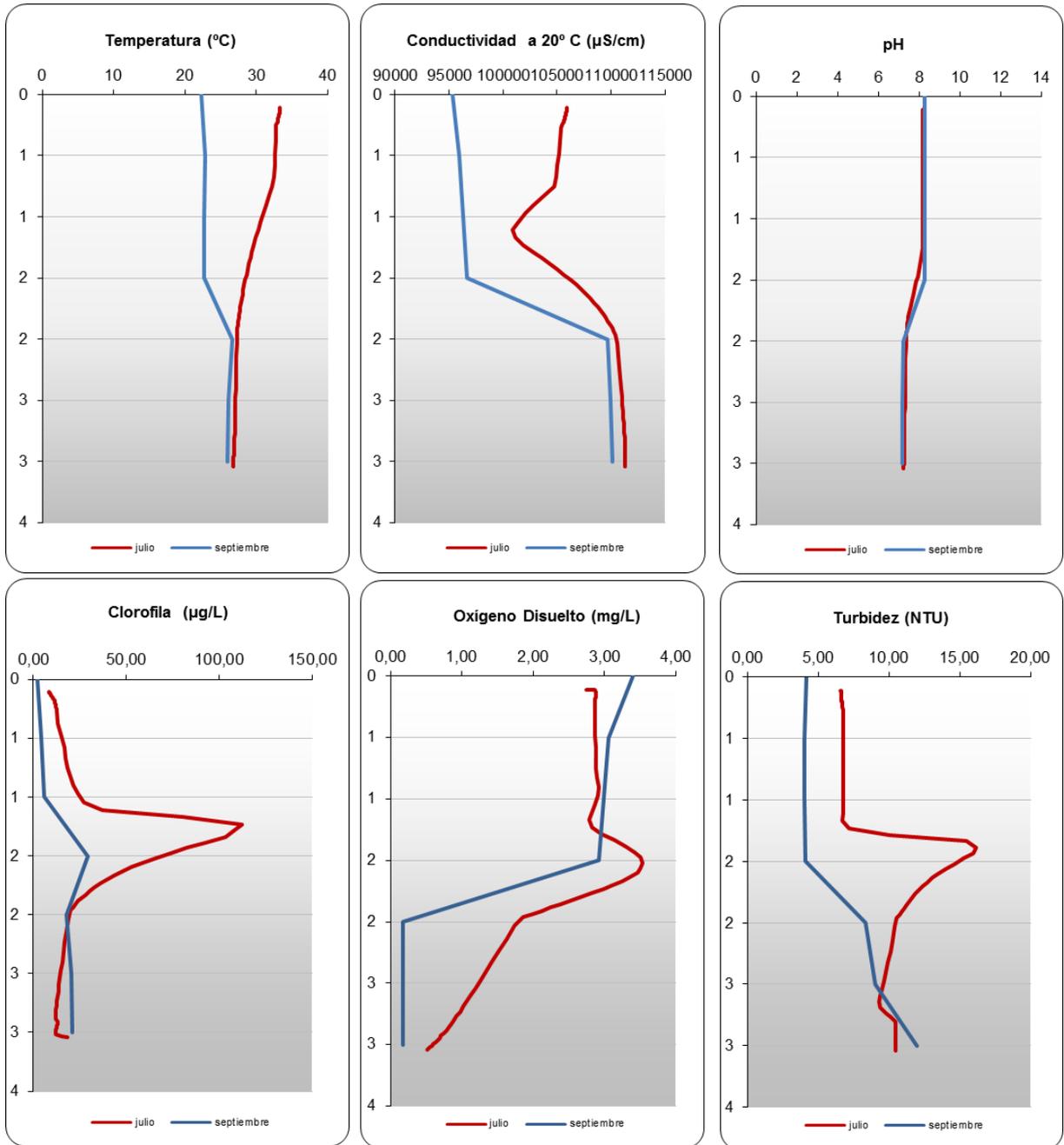


Figura 13. Perfiles fisicoquímicos de la Laguna Salada de Chiprana

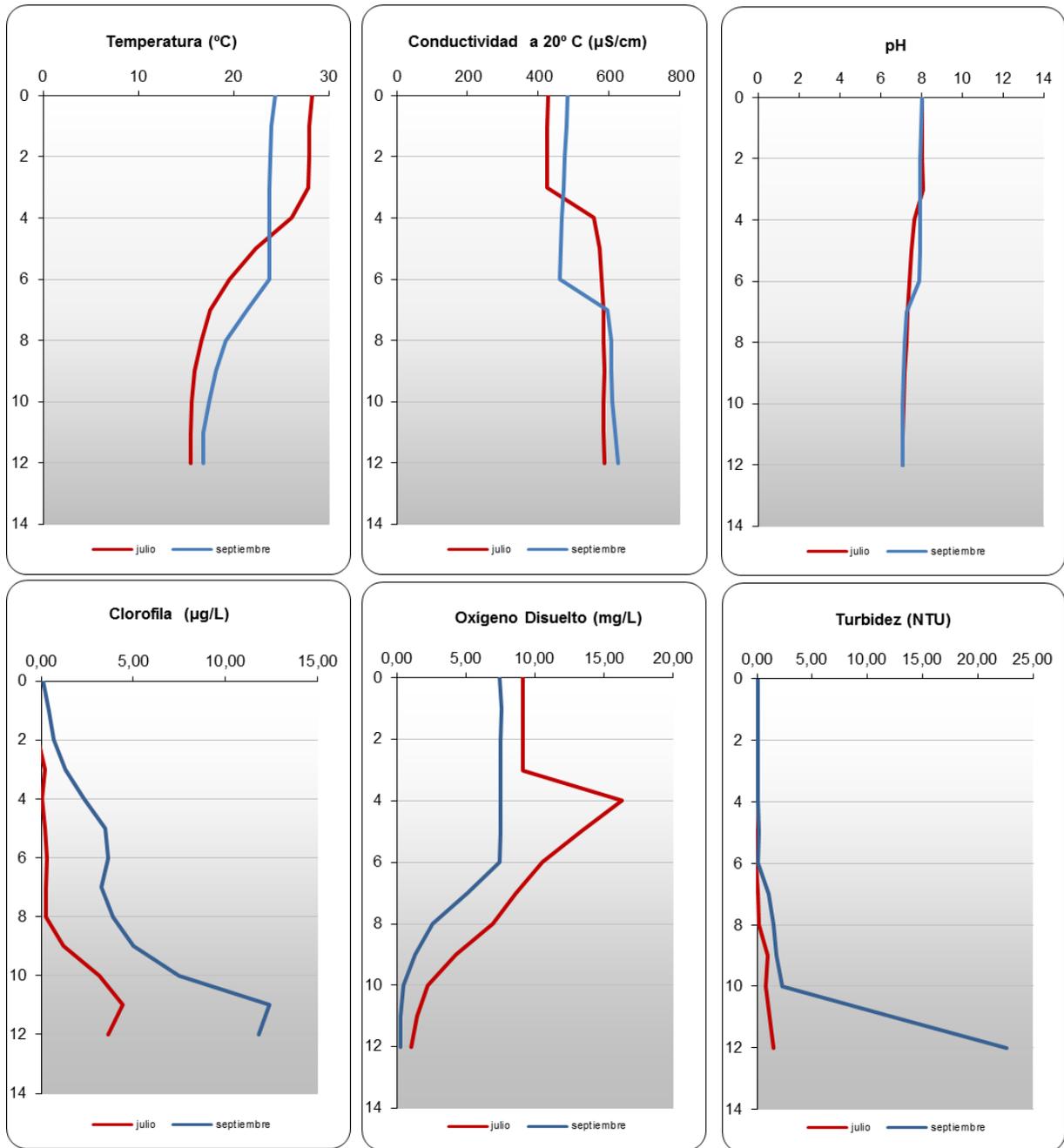


Figura 14. Perfiles fisicoquímicos del Estany Gran de Basturs

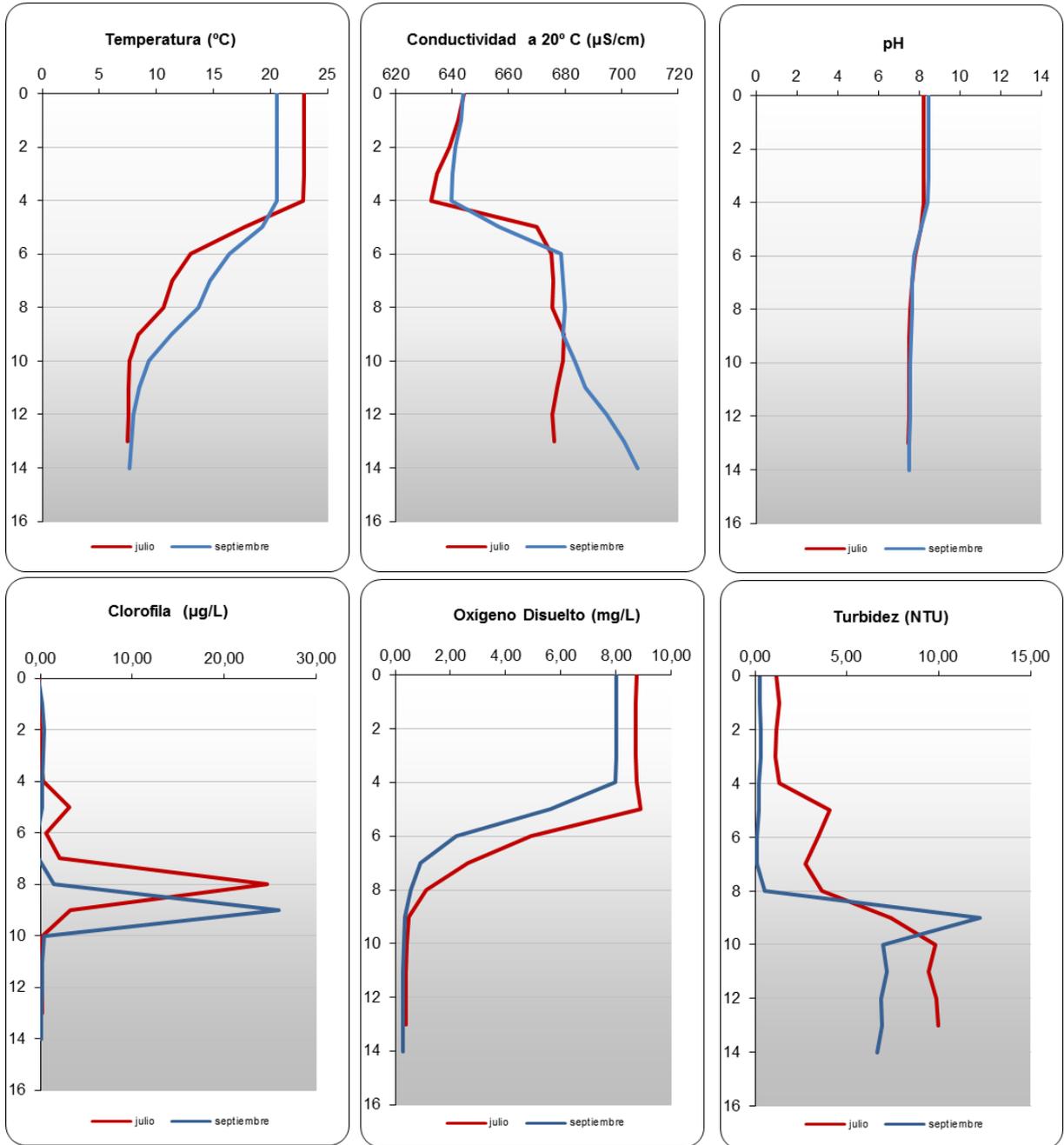


Figura 15. Perfiles fisicoquímicos del Complejo Lagunar Gayangos

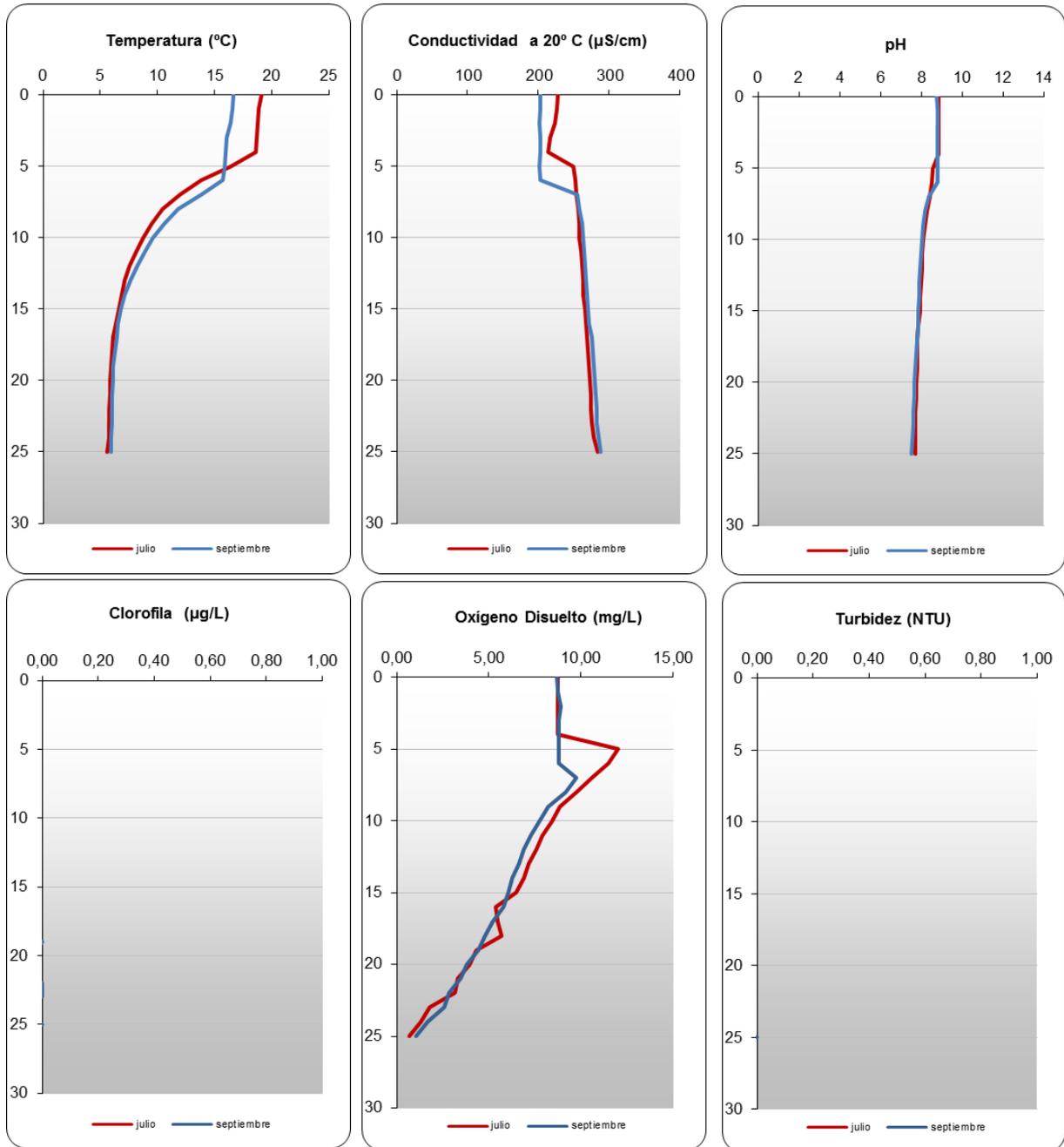


Figura 16. Perfiles fisicoquímicos del ibón de Sabocos

6.2.2. Elementos de calidad fisicoquímicos

En las siguientes tablas se muestran los resultados de las métricas utilizadas para realizar la evaluación del estado ecológico en función de los indicadores fisicoquímicos. Se incluyen los valores de la métrica y los niveles de calidad correspondientes.

La métrica pH solo permite la clasificación en los estados “Bueno o superior” y “Moderado o inferior” ya que no se dispone de valores frontera para el resto de clases de estado. Las métricas Fósforo total y Transparencia del Disco de Secchi presentan tres estados de calidad posibles: “Muy bueno”, “Bueno” y “Moderado o inferior”. En el caso de que la clasificación de estado para la métrica pH sea “Bueno o superior” y el resto de métricas sean “Muy bueno” se ha establecido el nivel de calidad total en “Muy bueno”.

La métrica “Profundidad de visión del Disco de Secchi” solo dispone de valores frontera entre estado para las categorías “Muy bueno”, “Bueno” y “Moderado o inferior”.

Tabla 24: Nivel de calidad elementos de calidad fisicoquímicos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Valor pH	C.E. pH	Valor P Tot (mg P/m ³)	C.E. P.Tot.	Disco de Secchi	C.E. Secchi
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	8,24	4	107,50	3	7,17	5
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	8,23	4	<LC	5	3,3	3
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	7,70	4	22,50	4	4,27	5
L5017	Laguna Negra	L-T01	7,21	4	37,50	3	3,56	3
L5019	Lago de Arreo	L-T15	7,64	4	47,50	3	2	3
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	7,87	4	<LC	5	6,37	5
L5704	Ibón de Baños	L-T02	7,59	4	<LC	5	6,97	5
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	7,80	4	62,50	4	0,48	
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	7,56	4	<LC	5	4,81	5
L7675	Complejo Lagunar Gayangos	L-T15	7,88	4	<LC	5	2,6	3
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	8,12	4	<LC	5	8,3	5

Tabla 25: Estado final de los elementos de calidad fisicoquímicos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	C.E. pH	C.E. P.Tot.	C.E. Secchi	E.C. FISICO-QUÍMICOS
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	4	3	5	Moderado
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	4	5	3	Moderado
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	4	4	5	Bueno
L5017	Laguna Negra	L-T01	4	3	3	Moderado
L5019	Lago de Arreo	L-T15	4	3	3	Moderado
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	4	5	5	Bueno
L5704	Ibón de Baños	L-T02	4	5	5	Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	4	4		Bueno
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	4	5	5	Bueno
L7675	Complejo Lagunar Gayangos	L-T15	4	5	3	Moderado
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	4	5	5	Bueno

Además del fósforo total, la transparencia y el pH, (con condiciones de referencia para evaluar estado ecológico), en las campañas de campo se han tomado muestras para la determinación de las concentraciones de Alcalinidad (mg CaCO₃/L), Amonio total (mg NH₄⁺/L), Clorofila a (mg/m³), Fosfatos (mg PO₄³⁻/L), Nitratos (mg NO₃⁻/L), Nitritos (mg NO₂⁻/L), Nitrógeno Kjeldahl (mg N/L) y Nitrógeno total (mg N/L). Los resultados figuran en el anejo 3.

6.3. RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS

En las tablas siguientes se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de los indicadores hidromorfológicos. Se valora la presencia o no de las posibles alteraciones en cada caso y el resultado final del estado hidromorfológico de las masas de agua.

Tabla 26: Estado final de los elementos de calidad hidromorfológicos

Punto Muestreo	Nombre	Tipo IPH	Alteraciones del hidoperíodo	Alteraciones del régimen de estratificación	Alteraciones de la cubeta	Alteraciones de la zona ribereña	E.C. HIDROMORF.
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	Bueno o inferior	Muy bueno	Bueno o inferior	Muy bueno	Bueno o inferior
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior	Bueno o inferior	Bueno o inferior
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	Bueno o inferior	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior
L5017	Laguna Negra	L-T01	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior	Bueno o inferior
L5019	Lago de Arreo	L-T15	Bueno o inferior	Bueno o inferior	Muy bueno	Bueno o inferior	Bueno o inferior
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
L5704	Ibón de Baños	L-T02	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior	Bueno o inferior	Bueno o inferior
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	Bueno o inferior	N.A.	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior
L7549	Estany Gran de Basturs	L-T10	Bueno o inferior	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior	Bueno o inferior
L7675	Complejo Lagunar Gayangos	L-T15	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno o inferior	Bueno o inferior
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

6.4. INTEGRACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La clasificación del estado ecológico de las masas de agua se ha evaluado a través de un proceso iterativo, que comprende el análisis de los valores de los indicadores de calidad biológicos, seguido del análisis de los indicadores químicos y fisicoquímicos generales; y finalmente, se analizan los indicadores hidromorfológicos. Dado que ningún lago ha quedado clasificado como “Muy Bueno”, no se ha sido necesario usar la clase de estado según los indicadores hidromorfológicos.

Inicialmente se ha calculado el grado de desviación entre los valores de los indicadores de calidad biológicos observados con los valores de las condiciones de referencia recogidos en el RD 817/2015. Cuando estos indicadores corresponden a presiones diferentes o resultan evaluaciones distintas se ha adoptado el valor más restrictivo. Cuando se ha dispuesto de valores de varios indicadores aplicables del mismo elemento de calidad y sensibles a la misma presión o a un gradiente de presión general, se han combinado los resultados de los indicadores para obtener un único valor de estado del elemento de calidad biológica en cuestión. Cuando los indicadores correspondan a presiones diferentes se ha adoptado el valor más restrictivo a efectos de clasificación del estado ecológico.

Punto Muestreo	Toponimia	TIPO IPH	Fitoplancton	Invertebrados	Macrófitos ind de presión hidromorfológica	Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) exóticas	Cobertura de especies (hidrófitos y helófitos) indicadoras de eutrofia	C.E. pH	C.E. P total	C.E. Secchi	EC Físicoquímicos	ESTADO ECOLÓGICO
L5001	Lago de Urdiceto	L-T01	MB	MB				B	Mod	MB	Mod	Moderado
L5002	Embalse de Tramacastilla	L-T01	MB	Malo	MB	MB	MB	B	MB	Mod	Mod	Malo
L5014	Estanque Grande de Estanya	L-T15	MB	Def	Mod	MB	MB	B	B	MB	B	Deficiente
L5017	Laguna Negra	L-T01	Mod	Def	MB	MB	MB	B	Mod	Mod	Mod	Deficiente
L5019	Lago de Arreo	L-T15	B	Def	Mod	MB	Mod	B	Mod	Mod	Mod	Deficiente
L5029	Estany de Montcortés	L-T15	MB	Def	B	MB	Mod	B	MB	MB	B	Deficiente
L5704	Ibón de Baños	L-T02	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	B	Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	L-T22	Malo	MB	Mod	MB	MB	B	B		B	Malo
L7549	Estany Grande de Basturs	L-T10	MB	Mod	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	Moderado
L7675	Complejo Lagunar Gayangos	L-T15	MB	Malo	Def	MB	MB	B	MB	Mod	Mod	Malo
L7680	Ibón de Sabocos	L-T02	MB	B	MB	MB	Mod	B	MB	MB	B	Moderado

Tabla 27. Estado ecológico

7. CONCLUSIONES

Como se aprecia en la tabla anterior, ningún lago alcanza la clasificación de “Muy Bueno”.

El Embalse de Tramacastilla, el Complejo Lagunar Gayangos y la Laguna Salada de Chiprana han quedado clasificados con estado ecológico “Malo”. El motivo de dicha evaluación para los dos primeros es la baja puntuación obtenida con la muestra de invertebrados, a través del IBCAEL. En el caso de la Laguna Salada de Chiprana se debe a la alta concentración de Clorofila a.

El Estanque Grande de Estanya, la Laguna Negra, el Lago de Arreo y el Estany de Montcortés han quedado clasificados con estado ecológico “Deficiente”. El motivo, la baja puntuación obtenida con la muestra de invertebrados, a través del IBCAEL.

El Estany Gran de Basturs tampoco alcanza el estado “Bueno” debido al índice IBCAEL, que clasifica los invertebrados como “Moderado”.

Como se dijo anteriormente en el cálculo del índice ABCO solo se tienen en cuenta los taxones que presentan valores de sensibilidad, puede resultar valor 0 si se da el caso que en una masa de agua no se identifique ninguno de los taxones con valor de sensibilidad para el tipo de masa de agua en cuestión, ya que éste valora la presencia de especies indicadoras. Si aparecen, es que la situación es buena. En cambio, si no aparecen, como es el caso, puede deberse a que algunas de las especies puntuables, en la fecha en la que se realizaron los muestreos ya han desaparecido del lago, pasando a su fase aérea.

Un caso particular es el Ibón de Sabocos, que pese a que todos los elementos de calidad apuntan a un estado ecológico “Bueno” o “Muy Bueno”, la presencia de especies de hidrófitos indicadoras de eutrofia hacen que el nivel de calidad según esta métrica sea “Moderado”, concretamente por especies de algas filamentosas.

El Ibón de Baños alcanza el estado “Bueno” por la presencia de especies indicadoras de eutrofia, ya que en el resto de elementos de calidad se alcanza el “Muy Bueno”.

Finalmente resaltar que el Lago de Urdiceto presenta un estado “Moderado” debido a concentraciones de fósforo total superiores al umbral establecido para que se alcance el estado “Bueno” por el RD 817/2015, que se registraron tanto en la campaña de julio como en la de septiembre.

8. COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO ENTRE 2010 Y 2015

Se dispone de información reciente de estos 11 lagos para los años 2010 y 2012. Para que sea posible comparar los resultados históricos con los de la campaña de 2015, se ha reclasificado el estado ecológico para estos años con las condiciones de referencia y umbrales de corte entre clases que marca el RD 817/2015, ya que los datos disponibles sobre el estado ecológico de estos lagos estaban calculados con valores de referencia anteriores a la publicación de dicho Real Decreto.

Tabla 28: Evolución Estado ecológico

Punto Muestreo	Nombre	2010	2012	2015
L5001	Lago de Urdiceto	Muy Bueno		Moderado
L5002	Embalse de Tramacastilla	Bueno		Malo
L5014	Estanque Grande de Estanya	Bueno		Deficiente
L5017	Laguna Negra		Moderado	Deficiente
L5019	Lago de Arreo	Moderado	Deficiente	Deficiente
L5029	Estany de Montcortés	Bueno		Deficiente
L5704	Ibón de Baños		Moderado	Bueno
L5990	Laguna Salada de Chiprana	Deficiente	Deficiente	Malo
L7549	Estany Gran de Basturs			Moderado
L7675	Complejo Lagunar Gayangos			Malo
L7680	Ibón de Sabocos			Moderado



ANEXO 1. CONDICIONES DE REFERENCIA

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T01	IBCAEL	--	8,62	0,92	0,69	0,46	0,23
L-T01	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T01	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T01	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T01	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,7	0,64	0,38	0,24	0,12
L-T01	Clorofila a	mg/m ³	1	0,67	0,45	0,3	0,15
L-T01	pH	--			(6-9)	(≤6 ó ≥9)	
L-T01	Fósforo total	mg P/m ³		8	12		
L-T01	Disco de Secchi	m		6	4,5		
L-T02	IBCAEL	--	8,62	0,92	0,69	0,46	0,23
L-T02	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T02	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T02	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T02	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,6	0,67	0,44	0,31	0,15
L-T02	Clorofila a	mg/m ³	0,9	0,64	0,42	0,29	0,15
L-T02	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥9,5)	
L-T02	Fósforo total	mg P/m ³		8	12		
L-T02	Disco de Secchi	m		6	4		
L-T03	IBCAEL	--	8,62	0,92	0,69	0,46	0,23
L-T03	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T03	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T03	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T03	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	1,4	0,67	0,55	0,37	0,18
L-T03	Clorofila a	mg/m ³	1,3	0,68	0,49	0,34	0,17
L-T03	pH	--			(6-9)	(≤6 ó ≥9)	
L-T03	Fósforo total	mg P/m ³		12	18		
L-T03	Disco de Secchi	m		4,5	3		
L-T04	IBCAEL	--	8,62	0,92	0,69	0,46	0,23
L-T04	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T04	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T04	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T04	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	1	0,71	0,49	0,34	0,17
L-T04	Clorofila a	mg/m ³	1,5	0,65	0,43	0,26	0,13
L-T04	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥9,5)	
L-T04	Fósforo total	mg P/m ³		12	18		
L-T04	Disco de Secchi	m		4	3		
L-T05	IBCAEL	--	8,62	0,92	0,69	0,46	0,23
L-T05	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T05	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T05	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T05	Clorofila a	mg/m ³	1,8	0,62	0,37	0,24	0,13
L-T05	pH	--			(6-9,5)	(≤6 ó > 9,5)	
L-T05	Fósforo total	mg P/m ³		18	26		
L-T06	IBCAEL	--	4,66	0,93	0,69	0,46	0,23
L-T06	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T06	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T06	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T06	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,4	0,47	0,26	0,16	0,08
L-T06	Clorofila a	mg/m ³	1,5	0,65	0,36	0,21	0,11
L-T06	pH	--			(6-8,7)	(≤6 ó ≥ 8,7)	
L-T06	Fósforo total	mg P/m ³		10	18		
L-T06	Disco de Secchi	m		6	4		
L-T07	IBCAEL	--	4,66	0,93	0,69	0,46	0,23
L-T07	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T07	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T07	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T07	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,6	0,67	0,47	0,33	0,18
L-T07	Clorofila a	mg/m ³	1,6	0,59	0,44	0,29	0,2
L-T07	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥9,5)	
L-T07	Fósforo total	mg P/m ³		10	18		
L-T07	Disco de Secchi	m		5,5	4		
L-T08	IBCAEL	--	4,66	0,93	0,69	0,46	0,23
L-T08	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T08	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T08	Hidrófitos	--	Presencia	Presencia	Ausencia		
L-T08	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,8	0,73	0,43	0,25	0,15
L-T08	Clorofila a	mg/m ³	1,8	0,6	0,34	0,24	0,12
L-T08	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥9,5)	
L-T08	Fósforo total	mg P/m ³		12	22		
L-T09	IBCAEL	--	8,62	0,92	0,69	0,46	0,23
L-T09	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,03	0,43	0,31	0,22	0,14
L-T09	Clorofila a	mg/m ³	0,5	0,83	0,64	0,51	0,38
L-T09	pH	--			(6,5-9,7)	(≤6,5 ó ≥9,7)	
L-T09	Fósforo total	mg P/m ³		8	12		
L-T09	Disco de Secchi	m		5	4		
L-T10	IBCAEL	--	4,66	0,93	0,69	0,46	0,23

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T10	Riqueza macrófitos	Nº de especies	11		0,64	0,37	0,18
L-T10	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T10	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T10	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T10	Cobertura hidrófitos	%	90	0,83	0,55	0,28	0,01
L-T10	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,7	0,58	0,34	0,26	0,13
L-T10	Clorofila a	mg/m ³	2,5	0,71	0,46	0,32	0,18
L-T10	pH	--			(7-9,7)	(≤7 ó ≥9,7)	
L-T10	Fósforo total	mg P/m ³		16	28		
L-T10	Disco de Secchi	m		4	3		
L-T11	IBCAEL	--	4,66	0,93	0,69	0,46	0,23
L-T11	Riqueza macrófitos	Nº de especies	13		0,62	0,32	0,16
L-T11	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T11	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T11	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T11	Cobertura hidrófitos	%	70	0,86	0,57	0,28	0,01
L-T11	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,2	0,67	0,34	0,19	0,1
L-T11	Clorofila a	mg/m ³	1,6	0,67	0,4	0,28	0,13
L-T11	pH	--			(7-9,7)	(≤7 ó ≥9,7)	
L-T11	Fósforo total	mg P/m ³		12	22		
L-T12	IBCAEL	--	4,66	0,93	0,69	0,46	0,23
L-T12	Riqueza macrófitos	Nº de especies	10		0,7	0,41	0,21
L-T12	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T12	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T12	Cobertura helófitos	%	80	0,88	0,75	0,37	0,13
L-T12	Cobertura hidrófitos	%	80	0,94	0,62	0,31	0,01
L-T12	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	0,9	0,64	0,4	0,25	0,13
L-T12	Clorofila a	mg/m ³	1,9	0,61	0,41	0,25	0,14
L-T12	pH	--			(7-9,7)	(≤7 ó ≥9,7)	
L-T12	Fósforo total	mg P/m ³		12	22		
L-T12	Disco de Secchi	m		4	3		
L-T13	IBCAEL	--	11,08	0,89	0,68	0,56	0,45
L-T13	pH	--			(7-9,7)	(≤7 ó ≥9,7)	
L-T14	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T14	Riqueza macrófitos	Nº de especies	9		0,78	0,45	0,23
L-T14	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T14	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T14	Cobertura helófitos	%	80	0,88	0,75	0,37	0,13
L-T14	Cobertura hidrófitos	%	90	0,83	0,55	0,28	0,01
L-T14	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	1,1	0,73	0,47	0,31	0,17
L-T14	Clorofila a	mg/m ³	1,5	0,56	0,40	0,27	0,14
L-T14	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥9,5)	
L-T14	Fósforo total	mg P/m ³		15	25		
L-T14	Disco de Secchi	m		4	3		
L-T15	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T15	Riqueza macrófitos	Nº de especies	9		0,78	0,45	0,23
L-T15	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T15	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T15	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T15	Cobertura hidrófitos	%	90	0,83	0,55	0,28	0,01
L-T15	Biovolumen fitoplancton	mm ³ /L	1,5	0,65	0,48	0,32	0,19
L-T15	Clorofila a	mg/m ³	2,7	0,71	0,46	0,32	0,19
L-T15	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥9,5)	
L-T15	Fósforo total	mg P/m ³		16	28		
L-T15	Disco de Secchi	m		4	3		
L-T16	IBCAEL	--	12,44	0,86	0,58	0,51	0,39
L-T16	Riqueza macrófitos	Nº de especies	18		0,5	0,29	0,18
L-T16	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T16	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T16	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T16	Cobertura hidrófitos	%	90	0,83	0,55	0,28	0,01
L-T16	Clorofila a	mg/m ³	3,8	0,68	0,42	0,23	0,15
L-T16	pH	--			(6,5-9,5)	(≤6,5 ó ≥ 9,5)	
L-T16	Fósforo total	mg P/m ³		20	45		
L-T17	IBCAEL	--	11,08	0,89	0,68	0,56	0,45
L-T17	Riqueza macrófitos	Nº de especies	20		0,5	0,31	0,16
L-T17	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T17	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T17	Cobertura total macrófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T17	Clorofila a	mg/m ³	3,7	0,67	0,43	0,26	0,16
L-T17	pH	--			(6,5-9,5)	(≤6,5 ó ≥ 9,5)	
L-T17	Fósforo total	mg P/m ³		20	45		

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T18	IBCAEL	--	12,44	0,86	0,58	0,51	0,39
L-T18	Riqueza macrófitos	Nº de especies	23		0,48	0,27	0,14
L-T18	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T18	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T18	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T18	Cobertura hidrófitos	%	80	0,88	0,62	0,31	0,01
L-T18	Clorofila a	mg/m ³	3,5	0,66	0,42	0,25	0,15
L-T18	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥ 9,5)	
L-T18	Fósforo total	mg P/m ³		22	50		
L-T19	IBCAEL	--	6,78	0,8	0,6	0,4	0,2
L-T19	Riqueza macrófitos	Nº de especies	20		0,5	0,31	0,16
L-T19	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T19	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T19	Cobertura total macrófitos	%	90	0,83	0,55	0,28	0,11
L-T19	Clorofila a	mg/m ³	4,1	0,6	0,42	0,26	0,12
L-T19	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥ 9,5)	
L-T19	Fósforo total	mg P/m ³		22	50		
L-T20	IBCAEL	--	9,2	0,8	0,6	0,4	0,2
L-T20	Cobertura macrófitos eutróficas	Nº de especies	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T20	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T20	Cobertura helófitos	%	70	0,86	0,5	0,28	0,01
L-T20	Cobertura hidrófitos	%	65	0,92	0,61	0,3	0,01
L-T20	Clorofila a	mg/m ³	3,5	0,61	0,37	0,25	0,13
L-T20	pH	--			(7,5 – 10,5)	(≤7,5 ó ≥ 10,5)	
L-T20	Fósforo total	mg P/m ³		40	100		
L-T21	IBCAEL	--	6,78	0,8	0,6	0,4	0,2
L-T21	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T21	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T21	Cobertura helófitos	%	70	0,86	0,5	0,28	0,01
L-T21	Cobertura hidrófitos	%	65	0,92	0,61	0,3	0,01
L-T21	Clorofila a	mg/m ³	3,2	0,59	0,32	0,21	0,1
L-T21	pH	--			(7,5 – 10,5)	(≤7,5 ó ≥ 10,5)	
L-T21	Fósforo total	mg P/m ³		40	100		
L-T22	IBCAEL	--	6,62	0,9	0,67	0,45	0,22
L-T22	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T22	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T22	Cobertura helófitos	%	70	0,86	0,5	0,28	0,01
L-T22	Cobertura hidrófitos	%	65	0,92	0,61	0,3	0,01
L-T22	Clorofila a	mg/m ³	3	0,58	0,38	0,26	0,13
L-T22	pH	--			(7,5 – 10,5)	(≤7,5 ó ≥ 10,5)	
L-T22	Fósforo total	mg P/m ³		40	100		
L-T23	IBCAEL	--	9,33	0,84	0,63	0,42	0,21
L-T23	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T23	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T23	Cobertura helófitos	%	70	0,86	0,5	0,28	0,01
L-T23	Cobertura hidrófitos	%	65	0,92	0,61	0,3	0,01
L-T23	Clorofila a	mg/m ³	4,7	0,62	0,43	0,25	0,12
L-T23	pH	--			(7,5 – 10,5)	(≤7,5 ó ≥ 10,5)	
L-T23	Fósforo total	mg P/m ³		40	100		
L-T24	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T24	Riqueza macrófitos	Nº de especies	15		0,6	0,34	0,21
L-T24	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T24	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T24	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T24	Cobertura hidrófitos	%	80	0,94	0,62	0,31	0,01
L-T24	Clorofila a	mg/m ³	4,9	0,63	0,46	0,26	0,12
L-T24	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥ 9,5)	
L-T24	Fósforo total	mg P/m ³		30	80		
L-T25	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T25	Riqueza macrófitos	Nº de especies	23		0,48	0,27	0,1
L-T25	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T25	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T25	Cobertura helófitos	%	80	0,88	0,75	0,37	0,13
L-T25	Cobertura hidrófitos	%	90	0,83	0,55	0,28	0,01
L-T25	pH	--			(7,5 – 10)	(≤7,5 ó ≥ 10)	
L-T26	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T26	Riqueza macrófitos	Nº de especies	13		0,62	0,32	0,16
L-T26	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T26	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T26	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1

TIPOS LAGOS	INDICADOR	UNIDADES	CONDICIÓN DE REFERENCIA/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
				<i>Indicadores biológicos e hidromorfológicos: RCE</i> <i>Indicadores químicos: MEDIDA</i>			
				muy bueno/ bueno	bueno/ moderado	moderado/ deficiente	deficiente/ malo
L-T26	Cobertura hidrófitos	%	80	0,94	0,62	0,31	0,01
L-T26	Clorofila a	mg/m ³	5,5	0,66	0,47	0,27	0,14
L-T26	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥ 9,5)	
L-T26	Fósforo total	mg P/m ³		30	80		
L-T27	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T27	Riqueza macrófitos	Nº de especies	14		0,53	0,3	0,15
L-T27	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T27	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T27	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T27	Cobertura hidrófitos	%	80	0,94	0,62	0,31	0,01
L-T27	Clorofila a	mg/m ³	5,4	0,68	0,46	0,28	0,14
L-T27	pH	--			(7,5 – 10)	(≤7,5 ó ≥ 10)	
L-T27	Fósforo total	mg P/m ³		25	60		
L-T28	IBCAEL	--	9,2	0,8	0,6	0,4	0,2
L-T28	Riqueza macrófitos	Nº de especies	15		0,53	0,28	0,14
L-T28	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T28	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T28	Cobertura helófitos	%	100	0,9	0,75	0,3	0,1
L-T28	Cobertura hidrófitos	%	80	0,94	0,62	0,31	0,01
L-T28	Clorofila a	mg/m ³	5,3	0,76	0,53	0,39	0,22
L-T28	pH	--			(7-9,5)	(≤7 ó ≥ 9,5)	
L-T28	Fósforo total	mg P/m ³		22	50		
L-T29	IBCAEL	--	6,19	0,78	0,59	0,39	0,2
L-T29	Riqueza macrófitos	Nº de especies	9		0,56	0,45	0,23
L-T29	Cobertura macrófitos eutróficas	%	0	0,99	0,9	0,5	0,3
L-T29	Cobertura macrófitos exóticas	%	0	1	0,95	0,75	0,5
L-T29	Cobertura helófitos	%	80	0,88	0,75	0,37	0,13
L-T29	Cobertura hidrófitos	%	65	0,92	0,61	0,3	0,01
L-T29	Clorofila a	mg/m ³	5,8	0,73	0,48	0,28	0,14
L-T29	pH	--			(6-9,5)	(≤6 ó ≥ 9,5)	
L-T29	Fósforo total	mg P/m ³		25	60		
L-T30	IBCAEL	--	11,08	0,89	0,68	0,56	0,45
L-T30	Clorofila a	mg/m ³	6,4	0,72	0,44	0,3	0,15
L-T30	pH	--			(6-9,5)	(≤6 ó ≥ 9,5)	
L-T30	Fósforo total	mg P/m ³		27	65		



ANEXO 2. MÉTODOS ANALÍTICOS

En la siguiente tabla se relacionan las principales especificaciones analíticas asociadas al parámetro biológico clorofila a y a cada uno de los parámetros físico-químicos que serán analizados en laboratorio: Unidad de expresión, método de análisis, límite de cuantificación (LC), límite de detección y si el método está acreditado por ENAC para el LC señalado.

Parámetros	Unidad	Método ITC. MMA-EECC-1/06	LC ITC. MMA-EECC-1/06	DENGA S.A.-SE. LC	DENGA S.A.-MA. LC	Método DENGA S.A.	Acreditación. ENAC 17025
Amonio Total	mg/L NH ₄	Electrometría	0,05	0,04	0,04	Electrometría	A
Nitritos	mg/L NO ₂	Espectrofotometría de absorción molecular	0,02	0,02	0,01	Espectrofotometría de absorción molecular	A
Nitratos	mg/L NO ₃	Espectrofotometría de absorción molecular	1	0,06	0,06	Espectrofotometría de absorción molecular	A
Fosfatos	mg/L PO ₄	Espectrofotometría de absorción molecular	0,05	0,05	0,03	Espectrofotometría de absorción molecular	A
Nitrógeno kjeldahl	mg/L N	Espectrofotometría de absorción molecular	1	--	4	Espectrofotometría de absorción molecular / Electrometría	A
Nitrógeno Total	mg/L N	Cálculo	2	--	4	Cálculo	C
Fósforo total	mg/L P	Espectrofotometría de absorción molecular	0,1	0,05	0,05	Espectrofotometría de absorción molecular	A
Alcalinidad	mgCaCO ₃ /L	Volumetría	20	6	5	Volumetría	A
Clorofila a	mg/L	Espectrofotometría de absorción molecular	1	--	5	Espectrofotometría de absorción molecular	A

Los parámetros in-situ se han medido con una sonda multiparamétrica marca Ysi, modelo Exo2. El rango de medida de cada parámetro y la resolución figuran en la siguiente tabla:

Parámetro	Rango	Resolución
Barometric Pressure	375 to 825 mmHg	0.1 mmHg
Blue-green Algae,	0 to 100 µg/L;	0.01 µg/L;
Phycocyanin	0 to 100 RFU;	0.01 RFU
Blue-green Algae,	0 to 280 µg/L;	0.01 µg/L;
Phycoerythrin	0 to 100 RFU;	0.01 RFU

Parámetro	Rango	Resolución
Chloride (freshwater only)	0 to 18000 mg/L-Cl (0 to 30°C)	0.01 mg/L
Chlorophyll	0 to 400 µg/L Chl;	0.01 µg/L Chl;
	0 to 100 RFU	0.01 RFU
Conductivity ¹	0 to 200 mS/cm	0.0001 to 0.01 mS/cm (range dependent)
Depth - 10 m	0 to 10 m	0.001 m (0.001 ft)
	(0 to 33 ft)	(auto-ranging)
Depth - 100 m	0 to 100 m	0.001 m (0.001 ft)
	(0 to 328 ft)	(auto-ranging)
Depth - 250 m	0 to 250 m	0.001 m (0.001 ft)
	(0 to 820 ft)	(auto-ranging)
Dissolved Oxygen, % air saturation	0 to 500%	0.1% air saturation
	air saturation	
Dissolved Oxygen, mg/L	0 to 50 mg/L	0.01 mg/L
pH	0 to 14 units	0.01 units
ORP	-999 to 999 mV	0.1 mV
Temperature	-5 to 35°C	0.001 °C
	35 to 50°C	
Turbidity ⁹	0 to 4000 FNU	0 to 999 FNU = 0.01 FNU;
		1000 to 4000 FNU = 0.1 FNU
Salinity	0 to 70 ppt	0.01 ppt
Specific Conductance	0 to 200 mS/cm	0.001, 0.01, 0.1 mS/cm
		(auto-scaling)
Total Dissolved Solids (TDS)	0 to 100,000 mg/L	Variable
	Cal constant range	
	0.30 to 1.00	
	(0.64 default)	
Total Suspended Solids (TSS)	0 to 1500 mg/L	Variable

Para la identificación y recuento de fitoplancton se han seguido las especificaciones contenidas en la NORMA UNE EN 15204: 2007 – Guía para el recuento de fitoplancton con microscopía invertida (técnica de Utermöhl).

Para la identificación de Invertebrados bentónicos se ha empleado el método dispuesto en el “Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos” -código: ML-L-I-2013.

Para la identificación de macrófitos se han seguido las especificaciones contenidas a este respecto en el “Protocolo de laboratorio y cálculo de métricas de otro tipo de flora acuática en lagos” (código: ofalam-2013).

ANEXO 3. RESULTADOS DE ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

Lago	Campaña	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Amonio total (mg NH ₄ ⁺ /L)	Clorofila a (mg/m ³)	Fosfatos (mg PO ₄ /L)	Fósforo total (mg P/L)	Nitratos (mg NO ₃ /L)	Nitritos (mg NO ₂ /L)	Nitrógeno Kjeldahl (mg N/L)	Nitrógeno total (mg N/L)
Lago de Urdiceto	jul-15	19,6	0,188	0	< LC	0,015	< LC	0,376	< LC	< LC
Lago de Urdiceto	sep-15	24	0,819	0	< LC	0,2	< LC	0,015	< LC	< LC
Embalse de Tramacastilla	jul-15	74	< LC	0,6	< LC	< LC	< LC	0,556	< LC	< LC
Embalse de Tramacastilla	sep-15	77,3	< LC	0	< LC	< LC	< LC	0,1	< LC	< LC
Estanque Grande de Estanya	jul-15	107,3	1,421	0,7	< LC	0,015	< LC	0,324	< LC	5,9
Estanque Grande de Estanya	sep-15	97,2	1,063	1,3	< LC	0,03	< LC	0,269	< LC	4,3
Laguna Negra	jul-15	6,4	0,026	0	< LC	0,06	< LC	0,073	< LC	< LC
Laguna Negra	sep-15	9,2	0,546	5,8	< LC	0,015	< LC	0,124	< LC	< LC
Lago de Arreo	jul-15	228,4	0,291	1,5	< LC	0,08	< LC	1,354	< LC	< LC
Lago de Arreo	sep-15	196,8	0,279	6,77	< LC	0,015	< LC	0,018	< LC	< LC
Estany de Montcortés	jul-15	158,6	0,026	0	< LC	< LC	< LC	0,005	< LC	< LC
Estany de Montcortés	sep-15	126,9	0,249	0,21	< LC	< LC	< LC	0,021	< LC	< LC
Ibon de Baños	jul-15	21,2	< LC	0	< LC	< LC	< LC	0,005	< LC	< LC
Ibon de Baños	sep-15	12,6	< LC	0	< LC	< LC	< LC	0,133	< LC	< LC
Laguna Salada de Chiprana	jul-15	1036,8	2,122	35,6	< LC	0,015	68,62	50,84	*	*
Laguna Salada de Chiprana	sep-15	983,9	24,858	26,7	< LC	0,11	48,65	4,997	*	*
Estany Gran de Basturs	jul-15	213	0,026	0,41	< LC	< LC	< LC	0,005	< LC	< LC
Estany Gran de Basturs	sep-15	157,1	0,465	0,8	< LC	< LC	< LC	0,126	< LC	< LC
Laguna Antuzanos	jul-15	171,8	0,357	0	< LC	< LC	< LC	0,005	< LC	< LC
Laguna Antuzanos	sep-15	162,2	0,134	0	< LC	< LC	< LC	0,039	< LC	< LC
Ibón Sabocos	jul-15	97,4	< LC	0	0,093	< LC	< LC	0,005	< LC	< LC
Ibón Sabocos	sep-15	90,4	< LC	0	0,045	< LC	< LC	0,175	< LC	< LC

* Interferencia salina