

**RED DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS HUMEDALES INTERIORES DE LA
COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO**

ESTADO ECOLÓGICO CICLO 2012-2013

EXPTE: URA/017A/2012



INDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	HUMEDALES ESTUDIADOS	6
3	MÉTODOLÓGIA.....	8
	3.1 Métodos de muestreo	8
	3.2 Métodos de análisis y métricas calculadas.....	13
	3.3 Evaluación del estado ecológico	20
4	RESULTADOS	25
	4.1 Lago de Arreo.....	25
	4.2 Laguna de Arbieto	45
	4.3 Laguna de Lamiogin	62
	4.4 Laguna de Olandina.....	80
	4.5 Laguna de Bikuña	98
	4.6 Charca de Monreal	115
	4.7 Laguna de Prao de la Paul.....	132
	4.8 Laguna de Lacorzana	150
	4.9 165	
	4.10 Laguna de Navaridas	166
	4.11 Laguna de Carralogroño	182
	4.12 Laguna de Carravalseca	198
	4.13 Laguna de Musco.....	214
	4.14 Salinas de Añana	230
	4.15 Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute	243
	4.16 Encharcamiento de Salburua- Balsa de Betoño	261
	4.17 Humedal de Bolue.....	278
	4.18 Humedal de Gimileo.....	296
5	DISCUSIÓN.....	311
6	REFERENCIAS	318

1 INTRODUCCIÓN

La asistencia técnica Red de Seguimiento del Estado Ecológico de los Humedales Interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco, número de expediente URA/017A/2012, adjudicada por la Agencia Vasca del Agua/Uraren Euskal Agentzia (en adelante, URA) a Laboratorios Tecnológicos de Levante, S.L. (en adelante, LTL), para el ciclo 2013-2014, contempla la elaboración de un informe anual de resultados y la evaluación del estado ecológico de los humedales incluidos en dicha red.

Este informe contiene los resultados y evaluaciones del estado ecológico correspondientes al ciclo 2012/2013. Dado que la asistencia técnica por parte de LTL se inició en enero de 2013, los datos correspondientes al último trimestre de 2012 han sido proporcionados por URA.

Los humedales objeto de estudio durante el ciclo 2012/13 son los 15 que se estudiaron en el ciclo anterior: Arbieto, Monreal, Lamiogin, Salburua-Arkaute, Salburua-Betoño, Arreo, Salinas de Añana, Bikuña, Olandina, Lacorzana, Navaridas, Carralagroño, Carravalseca, Musco y Prao de la Paul. Además a partir de 2013 se han incorporado al estudio los humedales de Bolue y Gimileo.

También se han estudiado los ríos asociados a zonas húmedas, arroyos de entrada y/o salida de: Arkaute, Arreo, Bikuña, Bolue, Monreal, Olandina y Prao de la Paul.

En este ciclo se han aplicado las metodologías que se iniciaron en el ciclo 2009-2010, al objeto de obtener el estado ecológico de los humedales estudiados.

Para conocer el estado ecológico se han analizado los elementos de calidad que indica el artículo 28 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (BOE, 2008):

- Elementos de calidad biológicos: Fitoplancton, flora acuática, fauna bentónica de invertebrados y fauna ictiológica.
- Elementos de calidad hidromorfológicos: Régimen hidrológico y condiciones morfológicas.
- Elementos de calidad fisicoquímicos: Transparencia, condiciones térmicas, condiciones de oxigenación, salinidad, estado de acidificación y nutrientes.

Se han aplicado las condiciones de referencia y los límites de cambio de clase de estado ecológico que se establecieron en el ciclo 2011/2012 para cada tipo de humedal y que se explican detalladamente en el informe: Red de seguimiento del estado ecológico de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Estado Ecológico Ciclo 2011/2012 (URA, 2013).

2 HUMEDALES ESTUDIADOS

Se han realizado las rutas programadas según la planificación presentada en el Plan de Explotación en los 17 humedales objeto del estudio y en los 11 puntos de muestreo ubicados en ríos asociados a humedales.

Tabla 1. Relación de humedales y ríos asociados muestreados en el año 2013.

Código	Humedal	UTM X (ETRS89)	UTM Y (ETRS89)
ARB-L	Laguna de Arbieto	500126	4761533
ARK-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute	529976	4745299
ARK-E4	Arkaute (arroyo entrada 4)	529759	4744654
ARR-L	Lago de Arreo	500711	4736278
ARR-E	Arreo (arroyo entrada)	501342	4736431
ARR-S	Arreo (arroyo salida)	500650	4735828
BET-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño	528594	4745227
BIK-H	Laguna de Bikuña	555329	4743073
BIK-S	Bikuña (arroyo salida)	555352	4743123
CAL-H	Laguna de Carralogoño	535605	4710144
CAV-H	Laguna de Carravalseca	535746	4709177
LAC-H	Laguna de Lacorzana	508167	4725707
LAM-L	Laguna de Lamiogin	508697	4757820
MOR-H	Charca de Monreal	510474	4757584
MOR-E	Monreal (arroyo entrada)	510880	4757950
MOR-S	Monreal (arroyo salida)	510474	4757584
MUS-H	Laguna de Musco	535892	4709526
NAV-H	Laguna de Navaridas	529415	4710953
OLA-H	Laguna de Olandina	542723	4732789
OLA-E	Olandina (arroyo entrada)	542632	4732858
PPA-H	Laguna del Prao de la Paul	535112	4711025
PPA-E	Prao de la Paul (arroyo entrada)	534837	4711705
PPA-S	Prao de la Paul (arroyo salida)	535100	4711006
SAL-B4	Salinas de Añana	501140	4738731
GIM-H	Humedal de Gimileo	514592	4711491
BOL-H	Humedal de Bolue	500417	4799251
BOL-E	Bolue (arroyo entrada)	500850	4799309
BOL-S	Bolue (arroyo salida)	500188	4799195

La figura siguiente muestra la distribución de los puntos de muestreo en los humedales y arroyos asociados:

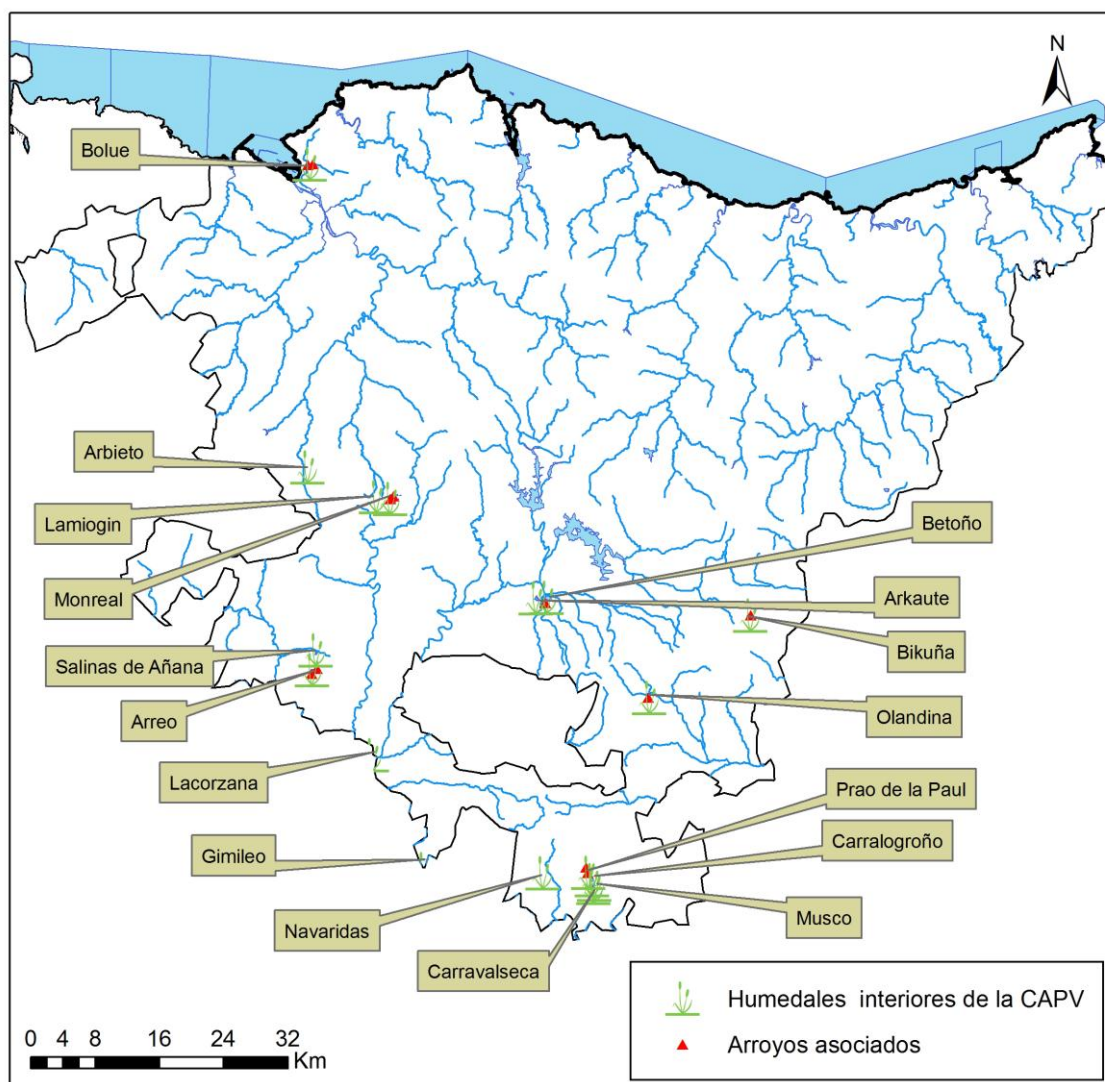


Figura 1. Distribución de los humedales y arroyos asociados muestreados en el año 2013.

3 METODOLOGÍA

3.1 Métodos de muestreo

En el ciclo 2012/13 se ha utilizado la misma metodología que en el ciclo 2011/12. En la tabla siguiente se presenta un resumen de dicha metodología:

Tabla 2. Resumen de los métodos de muestreo utilizados.

Elemento de calidad	Método de muestreo	Descripción del método	Frecuencia de muestreo
Fitoplancton	CEDEX (2010a) M-LE-FP-2011 M-LE-FP-2013 (PI-LTL-06-304)	Muestreos integrados: -hasta 20-30 cm del fondo en lagos someros -en la zona fótica (2,5*TDS) en lagos profundos	Trimestrales: - Julio/Septiembre para permanentes profundos - Mayo/Julio en permanentes someros - Un mes después del llenado y un mes antes de la desecación en temporales
Macrófitos	CEDEX (2010b) M-L-OFM-2013	Estimación de coberturas de macrófitos y riqueza de especies	Anual, coincidente con los de evaluación del fitoplancton
Invertebrados	(PI-LTL-06-300)	Muestreo con salabre (250 µm)	Anual
Peces	UNE-EN 14011 y UNE-EN 14757 (PI-LTL-06-307)	Pesca eléctrica y pesca con redes CEN	Bianual
Transparencia	M-LE-FP-2011 M-LE-FP-2013 (PI-LTL-6.225)	Disco de Secchi	Trimestrales
Condiciones térmicas	M-LE-FP-2011 M-LE-FP-2013 (PI-LTL-6.129)	Perfiles verticales	Trimestrales
Oxigenación	M-LE-FP-2011 M-LE-FP-2013 (PI-LTL-6.129)	Perfiles verticales	Trimestrales
Acidificación	M-LE-FP-2011 M-LE-FP-2013 (PI-LTL-6.129)	Perfiles verticales	Trimestrales
Nutrientes	M-LE-FP-2011 M-LE-FP-2013 (PI-LTL-6.191)	Muestreo integrado en la zona fótica de PT, NT, NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , PO ₄ , SiO ₂ y alcalinidad	Trimestrales
Condiciones hidromorfológicas	CEDEX (2010d)	Volumen e hidrodinámica del lago, tiempo de permanencia, conexión con las aguas subterráneas, variación de la profundidad, cantidad, estructura y sustrato del lecho y estructura de la zona ribereña	Mensual

3.1.1 Muestreo de fitoplancton y elementos fisicoquímicos

El muestreo de fitoplancton y elementos fisicoquímicos asociados se ha realizado siguiendo las indicaciones del Cedex (CEDEX, 2010a) y el método de muestreo M-LE-FP-2011: Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses (MARM, 2011; MAGRAMA, 2013a) y el procedimiento que LTL tiene acreditado por ENAC: PI-LTL-06-304. Dicho muestreo se puede resumir en:

- **Determinación de la profundidad máxima:** En lagunas >2 m de profundidad se ha utilizado una ecosonda Hondex PS-7 y en los humedales <2 m una pértiga de 2 m graduada.
- **Perfil vertical:** Para la determinación del perfil vertical se ha empleado una sonda multiparamétrica YSI 6600 V2. Las variables a medir han sido: Temperatura del agua, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación, pH, conductividad y siempre que ha sido posible: Clorofila-a, Ficocianina, amonio, turbidez y potencial Redox. La distancia a la que se han medido las variables en el perfil vertical ha estado determinada por la profundidad máxima de la masa de agua:
 - o Profundidad máxima < 10 m: Se han tomado medidas cada medio metro.

- Profundidad máxima ≥ 10 m: Se han tomado medidas cada metro.
- **Toma de muestras de agua integrada o discreta:**
 - Profundidad máxima 3 m: Se ha tomado una muestra integrada de la columna desde la superficie hasta unos 20-30 cm del fondo.
 - Profundidad máxima > 3 m: Se ha tomado una muestra integrada desde superficie hasta la profundidad correspondiente a 2,5 veces la profundidad del disco de Secchi. Además se recogió una muestra discreta en la profundidad en la que la sonda fluorimétrica detectó picos de clorofila-a. La toma de muestras se realizó con botella hidrográfica.
- **Distribución de alícuotas y fijación:** De cada muestra (ya fuera discreta o integrada) se separaron las siguientes alícuotas:
 - Concentración de clorofila-a: Un volumen de agua de 1 a 2 litros. Posteriormente se refrigeraron y se mantuvieron en oscuridad. En algunos casos fue necesario filtrar y congelar la muestra.
 - Para análisis de fitoplancton cuantitativo: Un volumen de agua de entre 125 ml y 250 ml. Para la fijación de estas muestras se utilizó una solución de Lugol: 0,5 a 1 ml de Lugol por cada 100 ml de muestra.
 - Para análisis químicos de PT, NT, NH_4 , NO_2 , NO_3 , PO_4 , SiO_2 y alcalinidad: Un volumen de agua de 1 a 2 litros. Se refrigeraron a 4°C y se mantuvieron en oscuridad.
- **Muestreo cualitativo con red:** Como método complementario al análisis del fitoplancton cuantitativo, se realizó un muestreo cualitativo de fitoplancton con red, utilizando una manga de plancton de 20 μm de luz de malla. La muestra se fijó con lugol.
- **Detección “in situ” de blooms algales:** La determinación del pigmento Ficocianina permitió medir la concentración de cianobacterias, muchas de las cuales son susceptibles de producir toxinas.

3.1.2 Muestreo de otra flora acuática

El muestreo de otra flora acuática se ha realizado siguiendo las indicaciones del Cedex (CEDEX, 2010b). Dichas indicaciones se detallan en el protocolo M-L-OFM-2013: Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (Macrófitos) en lagos, que fue aprobado por Instrucción del Secretario de Medio Ambiente en noviembre de 2013 (MAGRAMA, 2013c).

- **Determinación de las zonas colonizables:**
 - Hidrófitos. Se muestrearon siempre que se cumplieron estas premisas:
 - Zona inundada no rocosa ni pedregosa
 - Pendiente menor de 30°
 - Máximo 2 metros de profundidad
 - Helófitos. Partes del litoral de la cubeta que han permitido su desarrollo:
 - Orillas no rocosas ni pedregosas
 - Pendiente menor de 30°
- Para las métricas “presencia/ausencia de hidrófitos” y “Riqueza de especies de macrófitos” se consideraron los taxones que se encontraron a profundidades mayores de 2 m.

Cuando la zona no colonizable superó el 80% de la superficie de la zona a evaluar (por ej. cubeta con profundidad de 2 m en orilla) la métrica correspondiente no se evaluó.

- **Determinación de la abundancia y riqueza de especies:** La abundancia se determinó mediante la estimación aproximada de la superficie ocupada por cada especie en la zona colonizable, en función de la cobertura basal de cada una de las especies, estableciéndose, para cada una de ellas, el porcentaje aproximado de cobertura (%). Se utilizó un visor subacuático para determinar la cobertura de cada especie en cada punto de muestreo.
 - Hidrófitos. El tipo de muestreo realizado dependió de las características del lago o humedal:
 - Profundidad máxima ≤ 2 m: Se trazaron dos transectos longitudinales, divididos en cinco partes iguales, muestreándose en cada parte un rectángulo de 2 x 10 m.
 - Profundidad máxima > 2 m: Se trazaron 10 rectángulos perpendiculares a la orilla, partiendo de ésta hacia aguas adentro. La longitud de cada transecto llegó hasta los 2 m de profundidad, y la anchura de cada uno de ellos delimitó un rectángulo con una superficie de muestreo de 20 m².
 - Helófitos. El tipo de muestreo dependió de las características del lago o humedal:
 - Perímetro ≤ 1 km: Se muestreó una franja de 3 m de ancho en todo el perímetro del lago.
 - Perímetro > 1 km: Se muestreó al menos 1 km de las orillas, repartiendo el perímetro del lago en 10 zonas, dentro de cada una de las cuales se muestreó al menos una zona de 100 m de longitud (x 3 m de ancho).

La fecha de muestreo de los macrófitos dependió del tipo de lago:

- **Lagos permanentes > 3 m de profundidad.** Se realizó el muestreo en el mes de julio.
- **Lagos permanentes < 3 m de profundidad.** Se realizó el muestreo en el mes de mayo o julio.
- **Lagos temporales.** Se realizó el muestreo en el mes de mayo.

3.1.3 Muestreo de fauna bentónica de invertebrados

El muestreo de la fauna bentónica de invertebrados se realizó siguiendo parte del procedimiento que LTL tiene acreditado por ENAC: PI-LTL-06-300.

- **Muestreo con salabre 250 μ m:** Se muestrearon las zonas vadeables del lago, especialmente la vegetación sumergida y la litoral, y se removió el fondo con los pies para recoger el material suspendido con el salabre.
- **Recolección y fijación de las muestras:** Las muestras se guardaron en envases de 250-500 ml y se fijaron con etanol al 96%.

La fecha de muestreo de los invertebrados dependió del tipo de lago:

- **Lagos permanentes > 3 m de profundidad.** Se realizó el muestreo en el mes de julio.
- **Lagos permanentes < 3 m de profundidad.** Se realizó el muestreo en el mes de mayo o julio.

- **Lagos temporales.** Se realizó el muestreo en el mes de mayo.

3.1.4 Muestreo de fauna ictiológica

El muestreo de fauna ictiológica se ha realizado siguiendo las normas UNE-EN 14011 y UNE-EN 14757 y parte del procedimiento que LTL tiene acreditado por ENAC: PI-LTL-06-307.

El muestreo con artes de pesca científica (UNE-EN 14757: 2006) se puede resumir en:

- **Selección de las zonas de anclaje de redes:** las redes bentónicas se situaron de forma aleatoria y en lagos con profundidades >10 m se colocaron además las redes pelágicas en la zona más profunda, utilizando una lancha neumática Zodiac.
- **Colocación de redes:** Se colocaron entre las 18:00 y las 20:00 horas y se localizaron con GPS los extremos de las redes.
- **Recogida de las redes:** Se recogieron entre las 6:00 y las 8:00 del día siguiente. Se mantuvieron las capturas separadas en recipientes por red.
 - o Para cada red se anotaron los datos de localización, tiempo de pesca y profundidad
 - o Se realizó la identificación, recuento y toma de muestras biométricas de los ejemplares capturados.
- **Recuperación y suelta de los peces:** Una vez medidos y pesados, se procedió a la devolución de los mismos al lago.
- **Determinación de la unidad de esfuerzo.** Se ha definido la unidad de esfuerzo como el calado de la red de 45 m² durante 12 horas.

El muestreo con pesca eléctrica (UNE-EN 14011: 2003 y PI-LTL-06-307), se realizó en el mes de julio y se puede resumir en:

- **Selección y caracterización de las zonas de muestreo:** Se han evaluado todos los hábitats en las orillas de los humedales. Para el muestreo de zonas del interior no vadeables, se ha utilizado una lancha neumática Zodiac.
- **Medición de parámetros fisicoquímicos:** Temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto.
- **Aplicación corriente continua:** Se ha graduado la intensidad de la corriente en función de la conductividad. El técnico experimentado ha dirigido la pesca, barriendo con el ánodo todos los hábitats identificados anteriormente y los técnicos auxiliares han atrapado los peces con los salabres.
 - o Captura de peces: Los peces capturados se depositaron en cubos llenos de agua y se trasladaron a contenedores situados en las orillas.
 - o Datos del muestreo: Para cada muestreo se anotó el tiempo total empleado en la pesca y el total del perímetro recorrido.
 - o Identificación, recuento y toma de muestras biométricas: Cada uno de los ejemplares capturados se identificó a nivel de especie tomando las medidas de peso y longitud. Además se anotó el estado sanitario.
 - o Recuperación y suelta de los peces: Una vez medidos y pesados, se procedió a la devolución de los peces de nuevo al humedal.
- **Determinación de la unidad de esfuerzo:** Se ha definido la unidad de esfuerzo como la longitud de pesca realizada (en metros) en relación a 100 m lineales de pesca eléctrica.

3.1.5 Muestreo de indicadores hidromorfológicos

El muestreo de los indicadores hidromorfológicos se ha realizado siguiendo el manual: “Establecimiento de condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas específicas de cada tipo ecológico en masas de agua de la categoría lagos en aplicación de la DMA” (CEDEX, 2010d). En este documento se propone un sistema de clasificación sencillo de tipo cualitativo, basado en el uso de métricas en las que su estado se determina en base a la identificación de alteraciones significativas, describiendo los criterios para definir lo que se considera alteración significativa. Los elementos y las métricas propuestas para la evaluación son las siguientes:

- **Alteraciones en el régimen de llenado.** Esta métrica se propone para evaluar los elementos: “Volumen e hidrodinámica del lago”, “Tiempo de permanencia” y “Conexión con las aguas subterráneas”. El procedimiento seguido para su determinación ha sido el siguiente:
 - Se comprobó si el caudal del influente principal estaba regulado
 - Se analizó la presencia de aportes artificiales
 - Se comprobó el estado de la masa de agua subterránea asociada
 - Se analizó los usos de la cuenca vertiente
- **Alteraciones en el régimen de vaciado.** Esta métrica se propone para evaluar los elementos: “Volumen e hidrodinámica del lago” y “Tiempo de permanencia”. El procedimiento seguido para su determinación ha sido el siguiente:
 - Se comprobó la existencia de drenajes
 - Se comprobó la existencia de extracciones o derivaciones
 - Se comprobó el estado de la masa de agua subterránea asociada
- **Alteraciones en el régimen de estratificación.** Esta métrica se propone para evaluar el indicador “Volumen e hidrodinámica del lago”. El procedimiento seguido para su determinación ha sido el siguiente:
 - Se comprobó la existencia de aprovechamiento hidroeléctrico activo
 - Se analizaron otras actividades de regulación
 - Se comprobó la existencia de vertidos térmicos
- **Alteraciones en el hidroperiodo y régimen de fluctuación del nivel del agua.** Esta métrica se propone para evaluar los elementos: “Volumen e hidrodinámica del lago” y “Tiempo de permanencia”. El procedimiento seguido para su determinación ha sido el siguiente:
 - Se comprobó si el caudal del influente estaba regulado
 - Se comprobó el estado de la masa de agua subterránea asociada
 - Se comprobó la existencia de drenajes
 - Se comprobó la existencia de extracciones o derivaciones
 - Se analizó la presencia de aportes artificiales
 - Se comprobó la existencia de aprovechamiento hidroeléctrico u otras actividades de regulación
- **Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta.** Esta métrica se propone para evaluar los elementos: “Variación de la profundidad del lago” y “Cantidad, estructura y sustrato del lecho del lago”. El procedimiento seguido para su determinación ha sido el siguiente:

- Se comprobó la acumulación antrópica de sedimentos
- Se comprobó la existencia de actividades de extracción de materiales
- Se comprobó la presencia de dragados
- Se comprobó el ahondamiento de la cubeta
- Se comprobó la ocupación de la cubeta por infraestructuras
- Se analizó los usos de la cuenca vertiente
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Esta métrica se propone para evaluar el elemento “Estructura de la zona ribereña”. El procedimiento seguido para su determinación ha sido el siguiente:
 - Se comprobó la acumulación antrópica de materiales
 - Se comprobó la existencia de actividades de extracción de materiales
 - Se comprobó la ocupación de la cubeta por infraestructuras antrópicas
 - Se comprobó la roturación de la zona ribereña para usos agrícolas
 - Se comprobó la reducción de la cobertura natural de vegetación riparia
 - Se comprobó la actividad ganadera intensiva
 - Se comprobó la sobreerosión forzada por procesos antrópicos
 - Se comprobó la existencia de plantaciones de especies exóticas

3.2 Métodos de análisis y métricas calculadas

3.2.1 Fitoplancton y clorofila-a

El análisis de las muestras de fitoplancton se ha realizado siguiendo el procedimiento que LTL tiene acreditado por ENAC: PI-LTL-06-305 y el protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton y embalses: MFIT-2013 (MAGRAMA, 2013b).

Las muestras de fitoplancton se aclimataron y homogeneizaron. Posteriormente se prepararon las submuestras para su sedimentación, mediante el método de Utermöhl. Finalmente se realizó un recuento en cámara y se identificaron los taxones.

Las métricas calculadas para la evaluación del elemento de calidad fitoplancton han sido las propuestas por el Cedex (CEDEX, 2010c).

- **Concentración de clorofila-a:** La clorofila-a se analizó en el laboratorio mediante el procedimiento interno PI-LTL-6.004, por la técnica de fluorimetría y con un límite de cuantificación de 1 µg/l. Se determinó el estado de calidad aplicando las condiciones de referencia y los valores frontera propuestos por el Cedex (CEDEX, 2010c), para el periodo de evaluación de la métrica según el tipo de lago:
 - Lagos permanentes > 3 m de profundidad: Se consideró el valor promedio de los muestreos realizados en julio y octubre.
 - Lagos permanentes < 3 m de profundidad: Se consideró el valor promedio de los muestreos realizados en mayo y julio.
 - Lagos temporales: Se consideró el valor promedio de los muestreos realizados en febrero/marzo y octubre.
- **Biovolumen total del fitoplancton:** En las muestras integradas se ha realizado el recuento del número de células por especie y se ha calculado el biovolumen de cada especie y el biovolumen total de la muestra. Para la determinación del biovolumen se ha utilizado el método de Rott (1981) que se fundamenta que la visión tridimensional de las algas se puede asimilar a formas geométricas. El

procedimiento consistió en:

- Se midieron como mínimo 20 individuos de cada especie.
- Se calculó la media por especie.
- Se calculó el volumen celular aplicando la fórmula volumétrica correspondiente a los modelos geométricos propuestos por diversos autores (Hillebrand *et al.*, 1999, Sun & Liu, 2033, Rott, 1981).
- Se calculó el biovolumen de cada especie multiplicando el volumen celular por su abundancia en la muestra.
- Se obtuvo el biovolumen total sumando los biovolúmenes de todas las especies.
- Se determinó el estado de calidad aplicando las condiciones de referencia y los valores frontera propuestos por el Cedex (CEDEX, 2010c), para el periodo de valoración de la métrica propuesto según el tipo de lago y que son los mismos que los indicados para la clorofila-a.

Además se ha considerado interesante calcular otras métricas relacionadas con el fitoplancton, algunas de las cuales han sido utilizadas habitualmente para evaluar el estado de los humedales de la CAPV:

- **Índice de grupos algales, IGA (ACA, 2003).** Se ha calculado, en las muestras integradas, los biovolúmenes de los distintos grupos de algas consideradas: cianobacterias, criptófitos, dinoflagelados coloniales, clorococales coloniales y no coloniales, diatomeas coloniales y no coloniales, volvocales coloniales, crisófitos coloniales y crisófitos no coloniales.
- **Índice de Willén (2000) para lagos y embalses.** Se ha valorado el biovolumen algal de la muestra cuantitativa, determinando su estado trófico: $<1 \text{ mm}^3/\text{l}$ = oligotrófico; $1-2,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ = mesotrófico; y $>2,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ = eutrófico
- **Índice trófico planctónico.** Se ha calculado de dos formas:
 - **Índice de Barbe *et al.* (2003) del CEMAGREF.** $\text{IPL} = \sum Q_i \times A_i$; donde: Q_i es coeficiente atribuido a cada grupo algal y A_i es clase de abundancia relativa de cada grupo algal. Se ha calculado el porcentaje relativo de la abundancia de los grandes grupos algales en la muestra cualitativa y se le ha asignado las valoraciones según las tablas 3 y 4. El índice se ha obtenido de la media de al menos 3 campañas en el periodo de producción biológica (entre mayo y octubre), valorando su estado trófico: 0- 20 = oligotrófico; 21-50 = mesotrófico; y 51-100 = eutrófico.

Tabla 3. Valor de Q_i para cada grupo algal.

Grupo algal	Q_i
Desmidiáceas	1
Diatomeas	3
Chrysofíceas	5
Dinofíceas y cryptofices	9
Chlorofíceas (excepto desmidiáceas)	12
Cianobacterias	16
Euglenofíceas	20

Tabla 4. Valor de A_i por clase de abundancia relativa.

Clase	A_i
0-10	0
11-30	1
31-50	2
51-70	3
71-90	4
91-100	5

- **Índice modificado (ITP).** $ITP = \text{Media de } (B \sum Q_i \times A_j) - 5$, donde Q_i es coeficiente atribuido a cada grupo algal; A_j es clase de abundancia relativa de cada grupo algal; y B es clase de biomasa fitoplanctónica en función de la clorofila. Se basa en el índice de Barbe con algunas modificaciones ya que tiene en cuenta el valor de la clorofila. Se ha calculado la media de los ITP para los diferentes trimestres y se han establecido distintos rangos de valores para indicar el estado de calidad, en función del tipo de humedal.

Tabla 5. Valor de Q_i para cada grupo algal.

Grupo algal	Q_i
Desmidiaceae	1
Bacillariophyceae	2
Chrysophyceae	3
Dinophyceae	4
Cryptophyceae	5
Chlorophyceae	5
Haptophyceae	6
Cyanophyceae	6
Euglenophyceae	7

Tabla 6. Valor de A_j por clase de abundancia relativa.

Clase	A_j
0-10	0
10-30	1
30-50	2
50-70	3
70-90	4
90-100	5

Tabla 7. Valor de B por clase de abundancia relativa.

Chl-a (mg/l)	B
<3	1
3-8	1,5
8-20	2
>20	3

- **Presencia/ausencia de floraciones algales:** Se ha realizado un control visual y se ha evaluado la extensión de la presencia de floraciones algales respecto de la superficie total de la laguna.

3.2.2 Otra flora acuática

El análisis de otra flora acuática se ha realizado siguiendo las indicaciones del Cedex (CEDEX, 2010b). Dichas indicaciones se detallan en el protocolo OFALAM-2013: "Protocolo de laboratorio y cálculo de métricas de otro tipo de flora acuática (macrófitos) en lagos" (MAGRAMA, 2013).

Las especies que no se pudieron identificar en campo se determinaron en el laboratorio utilizando lupas binoculares y microscopios.

Las métricas calculadas para la evaluación del elemento de calidad "Otra flora acuática" han sido las siguientes:

- **Riqueza de especies de macrófitos típicos:** Se ha valorado el número total de especies presentes tanto de hidrófitos como de helófitos (y anfífitos, en su caso).
- **Cobertura total de hidrófitos típicos:** Se ha evaluado el porcentaje de cobertura de hidrófitos (y anfífitos sumergidos) en aquellas partes de la cubeta valoradas como Zonas Colonizables para Hidrófitos.
- **Cobertura total de helófitos típicos:** Se ha evaluado el porcentaje de cobertura de helófitos (y anfífitos emergidos en la orilla) en aquellas partes de la cubeta valoradas como Zonas Colonizables para Helófitos.
- **Cobertura total de macrófitos típicos (hidrófilos + helófitos):** Se ha evaluado el porcentaje de cobertura conjunta de hidrófitos y helófitos (y anfífitos en su caso) en aquellas partes de la cubeta valoradas como Zonas Colonizables para Hidrófilos y Zonas Colonizables para Helófitos.
- **Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas:** Se ha medido la cobertura de especies de hidrófitos propias de aguas eutróficas, que son las definidas en el Anexo 5 del documento del Cedex (2010) y en las tablas 11 y 12 del protocolo M-L-OFM-2013:

- Taxones indicadores de elevados estados tróficos
 - Algas filamentosas: *Cladophora* spp., *Klebsormidium* spp., *Mougeotia* spp., *Oedogonium* spp., *Spirogyra* spp., *Gloeotila* spp., *Rhizoclonium* spp. y *Monostroma bullosum*.
 - Plantas: *Azolla filiculoides*, *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Ludwigia grandiflora*, *Myriophyllum aquaticum*, *Salvinia natans*, *Spirodela polyrrhiza* y *Wolffia arrhiza*.
- Especies cuyo crecimiento se ve beneficiado por la eutrofización: cuando ocupen más del 50% de cobertura en la zona ocupada por los hidrófilos.
 - Plantas vasculares: *Ceratophyllum demersum*, *Polygonum amphibium* y *Potamogeton pectinatus*.
- **Cobertura de especies exóticas de macrófitos**: Se ha medido la abundancia total de especies exóticas que son las definidas en el Anexo 6 del documento del Cedex (2010) y en la tabla 13 del protocolo M-L-OFM-2013:
 - **Hidrófitos**: *Azolla filiculoides*, *Egeria densa*, *Eichhornia crassipes*, *Elodea canadensis*, *Ludwigia grandiflora*, *Ludwigia repens*, *Myriophyllum aquaticum*, *Pistia stratiotes* y *Salvinia natans*.
 - **Helófitos**: *Arundo donax*.

3.2.3 Invertebrados bentónicos

El análisis de la fauna bentónica de invertebrados se realizó siguiendo parte del procedimiento que LTL tiene acreditado por ENAC: PI-LTL-06-300. Dicho procedimiento puede resumirse en:

- Se limpiaron las muestras en una torre de tamices de tamaño de luz decreciente.
- Se separaron los individuos presentes.
- Se identificaron los taxones utilizando una lupa binocular.

Se calcularon las siguientes métricas:

- **Número de taxones de invertebrados**. Se ha determinado la riqueza taxonómica hasta un nivel de identificación de familia, excepto para los oligoquetos y ostrácodos, que se ha realizado a nivel de clase y para los acariformes que se ha realizado a nivel de Superorden.
- **Especies introducidas**. Se ha valorado la presencia y extensión de poblaciones de especies introducidas, determinando su estado de calidad como sigue:
 - A (Muy bueno/Bueno): No hay especies introducidas.
 - B (Moderado): Presencia puntual de especies introducidas, sin poblaciones muy numerosas de carácter invasivo.
 - C (Malo/Muy malo): Presencia extensiva e invasora de especies introducidas.

3.2.5 Indicadores fisicoquímicos

Los métodos analíticos que se han utilizado en el análisis de los elementos fisicoquímicos siguen las normas nacionales e internacionales: “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (Ed. 21), normas UNE, EN e ISO y en las metodologías analíticas conformes a la Orden MAM/3207/2006 (BOE, 2006).

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los métodos empleados:

Tabla 8. Métodos de ensayo, referencias, técnicas, rangos y unidades para los parámetros químicos analizados.

Parámetro	Método de Ensayo	Ref. Bibliográfica	Técnica Analítica	Rango analítico	Unidad	Acred.
Fósforo total	PI-LTL-6.028	SM 4500 P-C	Absorción molecular	0,008-500	mg/l	ENAC
Fósforo reactivo soluble	PI-LTL-6.025	SM 4500 P-C	Absorción molecular	0,05-2000	mg/l	ENAC
Nitritos	PI-LTL-6.191	SM 4110 B	Cromatografía iónica	0,010-500	mg/l	ENAC
Nitratos	PI-LTL-6.191	SM 4110	Cromatografía iónica	0,5-500	mg/l	ENAC
Amonio	PI-LTL-6.005	SM 4500-NH3	Absorción molecular	0,02-6000	mg/l	ENAC
Nitrógeno total	PI-LTL-6.038	SM 4500 Norg	Valoración	1-10000	mg/l	ENAC
Alcalinidad	PI-LTL-6.03	SM 2320 B	Valoración	20-1000	mg/l	ENAC
Sílice (ácido ortosilícico)	PI-LTL-6.45	SM-4500 SiO2	Absorción molecular	0,010	mg/l	ENAC

Las métricas calculadas para la evaluación de los elementos de calidad fisicoquímicos han sido las propuestas por el Cedex (CEDEX, 2010c):

- **Profundidad de visión del Disco de Secchi (Ds).** Esta métrica se propone para evaluar el elemento “Transparencia”.
 - o La determinación de esta métrica se realizó sumergiendo el disco de Secchi y anotando la profundidad a la que deja de verse. El periodo de evaluación de la métrica coincidió con el del elemento de calidad fitoplancton.
- **Conductividad eléctrica.** Esta métrica se propone para evaluar el elemento “Salinidad”. La determinación se realizó midiendo la conductividad eléctrica a 25°C con una sonda multiparamétrica:
 - o En lagos someros y humedales con una profundidad ≤ 3 m: se midió la conductividad en la muestra integrada de la columna de agua desde la superficie hasta unos 20-30 cm del fondo. El periodo de evaluación de la métrica fue a mitad de primavera, en torno al mes de mayo.
 - o En lagos con una profundidad > 3 m: se midió la conductividad en la muestra integrada desde la superficie hasta la profundidad correspondiente a 2,5 DS. El periodo de evaluación de la métrica fue de la primera mitad del periodo estival, en el mes de julio.
- **pH.** Esta métrica se propone para evaluar el elemento “Estado de acidificación”. La determinación se realizó con una sonda multiparamétrica.
 - o En lagos someros y humedales con una profundidad ≤ 3 m: se midió el pH en la muestra integrada de la columna de agua desde la superficie hasta unos 20-30 cm del fondo.
 - o En lagos con una profundidad > 3 m: se midió el pH en la muestra integrada desde la superficie hasta la profundidad correspondiente a 2,5 DS.
 - o El periodo de evaluación de la métrica fue el mismo que el del

fitoplancton. Solo se han definido dos estados ecológicos en base a esta métrica: Bueno o superior y Moderado o inferior.

- **Alcalinidad.** Esta métrica se propone para evaluar el elemento “Estado de acidificación”. Para la evaluación del estado ecológico las unidades usadas fueron meq HCO_3^- (CEDEX, 2010c).
 - En lagos someros y humedales con una profundidad ≤ 3 m: se midió la alcalinidad en la muestra integrada de la columna de agua desde la superficie hasta unos 20-30 cm del fondo.
 - En lagos con una profundidad > 3 m: se midió la alcalinidad en la muestra integrada desde la superficie hasta la profundidad correspondiente a 2,5 DS.
 - El periodo de evaluación de la métrica fue el mismo que el del fitoplancton.
- **Fósforo total.** Esta métrica se propone para evaluar el elemento “Condiciones relativas a nutrientes”. Para la evaluación del estado ecológico se ha utilizado como límite de detección 0,008 mg/l (CEDEX, 2010c).
 - En lagos someros y humedales con una profundidad ≤ 3 m: se midió el Fósforo Total en la muestra integrada de la columna de agua desde la superficie hasta unos 20-30 cm del fondo.
 - En lagos con una profundidad > 3 m: se midió el Fósforo Total en la muestra integrada desde la superficie hasta la profundidad correspondiente a 2,5 DS.
 - El periodo de evaluación de la métrica fue el mismo que el del fitoplancton.

Para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados a humedales se han utilizado los límites entre clases de estado de parámetros fisicoquímicos no variables por tipología que han sido proporcionados por URA y que se basan en el plan del cantábrico oriental:

Tabla 9. Valores umbral de los indicadores fisicoquímicos en ríos. (Muy bueno/B: muy bueno/bueno; B/A: bueno/moderado; A/D: moderado/deficiente).

Indicador	Condición de referencia	Umbral Muy bueno/B	Umbral B/A	Umbral A/D
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	≤ 700		
pH	8,0	7,0-8,5	6,0-9,0	4,9-9,5
Saturación de Oxígeno (%)	91,5	80-110	70-120	60-130
Nitrato ($\text{mg NO}_3/\text{l}$)	5,0	9,9	17,0	24,5
Amonio ($\text{mg NH}_4/\text{l}$)	0,05	0,18	0,50	1,82
Fósforo Total (mg/l)	0,10	0,20	0,40	0,60
Ortofosfatos ($\text{mg PO}_4/\text{l}$)	0,10	0,27	0,70	1,08

3.2.6 Indicadores hidromorfológicos

Se han utilizado las 6 métricas de evaluación de elementos hidromorfológicos propuestas por el Cedex y las fronteras entre los estados Muy bueno y Bueno (CEDEX, 2010d). Los valores han sido de tipo cualitativo, basados en la identificación de alteraciones significativas en algunos de los aspectos considerados y que han supuesto una repercusión significativa en el estado de cualquiera de los elementos de calidad biológica o en el estado ecológico de la masa de agua.

- **Alteraciones en el régimen de llenado.** Se aplica a todos los tipos. Estado Muy Bueno: Ausencia de alteraciones significativas. Estado Bueno o inferior: Presencia de alteraciones significativas

- **Alteraciones en el régimen de vaciado.** Se aplica a todos los tipos. Estado Muy Bueno: Ausencia de alteraciones significativas. Estado Bueno o inferior: Presencia de alteraciones significativas
- **Alteraciones en el régimen de estratificación.** Se aplica a los tipos 1-4, 6, 7, 10, 12, 14-15. Estado Muy Bueno: Ausencia de alteraciones significativas. Estado Bueno o inferior: Presencia de alteraciones significativas
- **Alteraciones en el hidroperiodo y régimen de fluctuación del nivel del agua.** Se aplica a todos los tipos. Estado Muy Bueno: Ausencia de alteraciones significativas. Estado Bueno o inferior: Presencia de alteraciones significativas
- **Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta.** Se aplica a todos los tipos. Estado Muy Bueno: Ausencia de alteraciones significativas. Estado Bueno o inferior: Presencia de alteraciones significativas
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Se aplica a todos los tipos. Estado Muy Bueno: Ausencia de alteraciones significativas. Estado Bueno o inferior: Presencia de alteraciones significativas

3.3 Evaluación del estado ecológico

Para realizar la evaluación del estado ecológico es necesario conocer a que tipología pertenece cada uno de los humedales interiores estudiados, ya que las condiciones de referencia y los valores de cambio de clase de estado ecológico varían según las diferentes tipologías. En España se han definido 30 tipos de lagos y humedales según la IPH (BOE, 2008). Dentro del conjunto de humedales objeto de seguimiento, sólo una parte de ellos están declarados como masas de agua, y por lo tanto tienen una tipología asociada, presentando una cierta correspondencia con las tipologías definidas en el País Vasco (Agencia Vasca del Agua, 2009). A los humedales que no son considerados masas de agua se les ha asignado la tipología que se ha considerado más afín según su naturaleza.

Tabla 10. Naturaleza y tipología de los humedales estudiados.

Código	Humedal	Masa de agua DMA	Inventario Zonas Húmedas	Naturaleza	Tipo IPH
LAM-L	Laguna de Lamiogin	No	No	Natural	10*
ARB-L	Laguna de Arbieto	No	No	Natural	10*
ARR-L	Lago de Arreo	Si	Si	Natural	15
BIK-H	Laguna de Bikuña	No	Si	Natural	17*
OLA-H	Laguna de Olandina	No	Si	Natural	18*
MOR-H	Charca de Monreal	Si	Si	Natural	18
PPA-H	Laguna del Prao de la Paul	Si	Si	Artificial	18*
LAC-H	Laguna de Lacorzana	No	Si	Natural	19*
NAV-H	Laguna de Navaridas	No	Si	Natural	19*
CAL-H	Laguna de Carralagroño	Si	Si	Natural	21
CAV-H	Laguna de Carravalseca	Si	Si	Natural	21
MUS-H	Laguna de Musco	Si	Si	Natural	21
SAL-B4	Salinas de Añana	Si	Si	Artificial	22
ARK-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute	Si	Si	Natural	24
BET-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño	Si	Si	Natural	24
GIM-H	Humedal de Gimileo	No		Artificial	Sin definir**
BOL-H	Humedal de Bolue	No		Natural	24?

* Tipología asimilada propuesta

** Sistema aislado con nivel de fluctuación acorde con el nivel freático fluvial

En la tabla siguiente se presentan la correspondencia entre las tipologías según la IPH y las definidas en el País Vasco:

Tabla 11. Tipología de los humedales de la Red según la clasificación CAPV (Comunidad Autónoma del País Vasco) y según la clasificación IPH (Instrucción de Planificación Hidrológica).

Tipo IPH	Tipo CAPV	Humedales
10: Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico	Ritmo climático atlántico. Lagunas cársticas profundas hipogénicas permanentes no fluctuantes	Laguna de Lamiogin Laguna de Arbieta
24?	Ritmo climático atlántico. Humedales de llanura aluvial	Humedal de Bolue
15: Cárstico, evaporizos, hipogénico o mixto, pequeño	Ritmo climático mediterráneo. Lagos cársticos diapíricos monomícticos de aportación mixta	Lago de Arreo
17: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas de montaña media someras epigénicas semipermanentes	Laguna de Bikuña
18: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas diapíricas profundas de aportación mixta permanentes fluctuantes	Laguna de Olandina Charca de Monreal Laguna de Prao de la Paul
19: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales subsalinas	Laguna de Lacorzana Laguna de Navaridas
21: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales salinas	Laguna de Carralagroño Laguna de Carravalseca Laguna de Musco
22: Interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, permanente	Ritmo climático mediterráneo. Salinas interiores	Salinas de Añana
24: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja o media	Ritmo climático mediterráneo. Humedales de llanura aluvial	Balsa de Arkautte Balsa de Betoño

En el ciclo 2012/2013 se han aplicado las condiciones de referencia que se aplicaron en los dos ciclos anteriores a las métricas que se han detallado en el capítulo de metodología:

- Macroinvertebrados bentónicos. Las condiciones de referencia descritas por el Gobierno Vasco y la Agencia Vasca del Agua.
- Peces. El esquema de toma de decisión desarrollado para los humedales vascos (Agencia Vasca del Agua, 2011).
- Fitoplancton, otra flora acuática, indicadores fisicoquímicos e hidromorfológicos. Las condiciones de referencia establecidas en los documentos elaborados por el CEDEX (2010a, 2010b y 2010c)

Para cada humedal se detallan, en el capítulo de resultados, cuáles son las condiciones de referencia y los límites de cambio de clase para cada métrica o elemento analizado.

Para evaluar el Estado o Potencial Ecológico de los humedales, se ha seguido la propuesta metodológica presentada en el documento memoria de la “Red de seguimiento del Estado Ecológico de los humedales interiores de la CAPV, de ciclo 2011/2012” (Agencia Vasca del Agua, 2013). Esta consiste en establecer puntuaciones para cada estado ecológico, a efectos de calcular promedios de estado o de evaluar métricas. Cuando algún promedio entre métricas ha dado exactamente un límite entre clases, se ha tomado el menor estado, siguiendo el principio de precaución:

Tabla 12. Escala numérica de normalización para los valores de estado ecológico.

Estado ecológico	Valor
Muy bueno	5
Bueno o superior	4,5
Bueno	4
Bueno o inferior	3
Moderado	3
Moderado o inferior	2
Deficiente	2
Deficiente/Malo	1,5
Malo	1

En relación con la agregación de datos intraanuales, se ha calculado la media anual de los datos obtenidos, aunque en el caso de los parámetros MAGRAMA se ha restringido a los datos tomados respetando las directrices establecidas referentes al periodo y procedimiento de muestreo, ya que es para esos periodos para los que se han establecido las condiciones de referencia y límites entre clases. Los datos generados en otros periodos no se han contemplado en los cálculos de estado aunque si se han presentado e incorporado a la base de datos.

En la tabla siguiente se indica para cada tipología y humedal el periodo de evaluación que ha sido tenido en cuenta para cada métrica:

Tabla 13. Periodos de evaluación para cada métrica por tipo de humedal.

Tipo IPH	Humedal	Métrica	Periodo de evaluación
10: Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico	Laguna de Lamiogin Laguna de Arbieto	Fitoplancton	Julio y octubre
		Macrófitos	Julio
		Invertebrados	Julio
		Peces	Octubre
		FQ	Julio y octubre
15: Cárstico, evaporizos, hipogénico o mixto, pequeño	Lago de Arreo	Fitoplancton	Julio y octubre
		Macrófitos	Julio
		Invertebrados	Julio
		Peces	Octubre
		FQ	Julio y octubre
17: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, temporal	Laguna de Bikuña	Fitoplancton	Marzo y mayo
		Macrófitos	Mayo
		Invertebrados	Mayo
		FQ	Marzo y mayo
18: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Laguna de Olandina Charca de Monreal Laguna de Prao de la Paul	Fitoplancton	Mayo y julio
		Macrófitos	Mayo o julio
		Invertebrados	Mayo
		Peces	Julio
		FQ	Mayo y julio
19: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal	Laguna de Lacorzana Laguna de Navaridas	Fitoplancton	Marzo y mayo
		Macrófitos	Mayo
		Invertebrados	Febrero o marzo
		FQ	Marzo y mayo
21: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Laguna de Carralagroño Laguna de Carravalseca Laguna de Musco	Fitoplancton	Febrero y mayo
		Macrófitos	Mayo
		Invertebrados	Febrero o marzo
		FQ	Marzo y mayo
22: Interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, permanente	Salinas de Añana	Fitoplancton	Mayo y julio
		Invertebrados	Mayo
		FQ	Mayo y julio
24: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja o media	Balsa de Arkaute Balsa de Betoño	Fitoplancton	Mayo y julio
		Macrófitos	Julio
		Invertebrados	Julio
		Peces	Julio
		FQ	Mayo y julio
	Humedal de Bolue	Fitoplancton	Mayo y julio
		Macrófitos	Mayo
		Invertebrados	Mayo
		Peces	Julio
		FQ	Mayo y julio
	Humedal de Gimileo	Fitoplancton	Mayo y julio
		Invertebrados	Mayo
		Peces	Julio
		FQ	Mayo y julio

Para la combinación de métricas dentro de un mismo indicador se han seguido, en esencia, las reglas de combinación propuestas por el MAGRAMA, y que dependen de cada grupo de indicadores:

- **Indicadores biológicos.** En general se han aplicado promedios para aquellas métricas que evalúan la misma presión, y se ha tomado el peor valor de entre los evaluadores de presiones distintas.
 - Fitoplancton: Las dos métricas propuestas por el MAGRAMA (clorofila-a y biovolumen) valoran la misma presión por eutrofización, por lo que se ha aplicado una ponderación de los valores de estado, una vez normalizados a la escala de 1 a 5. Además, dado que la disponibilidad de información para la métrica “concentración de clorofila” ha sido mucho mayor que para la métrica “biovolumen”, el MAGRAMA propone dar más peso a la concentración de clorofila-a en dicha ponderación. Para los tipos en los que ambas métricas son aplicables (tipos 1-15), la fórmula para estimar el estado ecológico en base al elemento de calidad biológica fitoplancton es la siguiente:

 $EE=0,75*ValorEstado(concenCloA)+0,25*ValorEstado(biovolumen)$
 - Otra flora acuática:
 - Cuando un indicador de calidad se ha visto eliminado por alteraciones físicas del humedal que han impedido la existencia de una lámina de agua en lo que sería un ciclo hidrológico natural, se ha considerado para ese indicador biológico el estado de calidad MALO.
 - Cuando las alteraciones físicas han provocado que algunas especies solo se han encontrado en zonas muy limitadas del humedal, independientemente de los valores de los índices empleados, el estado de calidad de ese indicador biológico ha sido DEFICIENTE, a no ser que el valor de los índices indique un estado MALO.
- **Indicadores fisicoquímicos:** Se ha aplicado el peor valor de estado de la evaluación realizada de manera individual mediante cada uno de los siguientes elementos: transparencia, salinidad, estado de acidificación, condiciones relativas a nutrientes.
- **Indicadores hidromorfológicos:** Se ha aplicado el peor valor de estado de la evaluación realizada de manera individual mediante cada uno de los siguientes elementos: volumen e hidrodinámica del lago, tiempo de permanencia, conexión con las aguas subterráneas, variación de la profundidad del lago, cantidad, estructura y sustrato del lago, estructura de la zona ribereña.

Para clasificar el estado ecológico de la masa de agua se ha aplicado, en esencia, las reglas de combinación de elementos de calidad propuestos por el MAGRAMA. Este se ha representado por el menor de los valores de los resultados de los elementos de calidad biológica y fisicoquímica clasificado de acuerdo con lo establecido en el Anexo V de la Directiva Marco del Agua.

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

agua se han establecido tantos niveles de clasificación como parámetros individuales se han determinado para cada elemento biológico de calidad empleado.

Ante la multiplicidad de niveles dentro de una misma masa de agua, el cálculo del estado ecológico final se ha realizado mediante la aplicación del principio **“One out- All out”**, definido en la DMA. De acuerdo con este principio, la clasificación del estado ecológico de la masa de agua evaluada ha correspondido al peor de los valores obtenidos para los diferentes elementos de calidad utilizados. Por lo tanto, basta que falle uno (*peor que bueno*) para que el estado de la masa no cumpla.

La determinación del estado ecológico se ha realizado atendiendo a todos los diagnósticos previamente calculados, mediante un matriz de cruce en la que se han introducido los diagnósticos parciales correspondientes a los distintos indicadores contemplados: biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos. Como se ha otorgado prioridad al grupo de indicadores biológicos, el procedimiento seguido ha sido:

- Se ha determinado la calidad biológica (ECB) en función de los elementos de calidad “fitoplancton”, “otra flora acuática”, “fauna bentónica de invertebrados” y “peces”, determinándose su valor con la peor evaluación que por separado se ha calculado para cada uno de los elementos de calidad biológica.
- La calidad físico-química ha intervenido en el cálculo del estado ecológico cuando la calidad biológica es buena o muy buena.
- La calidad hidromorfológica ha intervenido en el cálculo del estado ecológico cuando tanto la calidad biológica como la físico-química han sido muy buenas.

Las reglas de combinación de los elementos de calidad biológica con los elementos hidromorfológicos y fisicoquímicos propuestas por el MAGRAMA están recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 14. Reglas de combinación de elementos de calidad en la clasificación del estado ecológico (MARM, 2009c).

Elementos de calidad			Estado final
Biológicos	Fisicoquímicos	Hidromorfológicos	
Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
	Muy bueno/Bueno	Bueno	Bueno
	Moderado	Muy bueno/Bueno	Moderado
Bueno	Muy bueno/bueno	Muy bueno/bueno	Bueno
	Moderado	--	Moderado
Moderado	Muy bueno/Bueno	--	Moderado
	Moderado	--	Moderado
Deficiente	Muy bueno/Bueno/Moderado	--	Deficiente
Malo	Muy bueno/Bueno/Moderado	--	Malo

Para las masas de agua artificiales la clasificación del potencial ecológico se ha reflejado siguiendo las indicaciones de la IPH (BOE, 2008):

Tabla 15. Presentación de resultados del potencial ecológico de las masas de agua artificiales.

Clasificación del potencial ecológico	Código de colores
Bueno y máximo	Franjas verdes y gris claro iguales
Moderado	Franjas amarillas y gris claro iguales
Deficiente	Franjas naranjas y gris claro iguales
Malo	Franjas rojas y gris claro iguales

4 RESULTADOS

4.1 Lago de Arreo

El lago de Arreo se ubica en la cuenca hidrológica de El Lago, subunidad hidrológica Ebro, dentro del municipio de Lantarón. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Lago de Caicedo-Yuso y Salinas de Añana”.

El lago de Arreo está considerado como masa de agua según los requerimientos de la Directiva 2000/60/CE (DOCE, 2000) y fue incorporado, a finales de 2012, al Inventario Español de Zonas Húmedas a propuesta del Gobierno Vasco (BOE, 2012).

Tabla 16. Características y tipología del lago de Arreo.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES0911019	Lago de Arreo	Ebro	Natural	15: Cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, pequeño	Ritmo climático mediterráneo. Lagos cársticos diapíricos monomícticos de aportación mixta

El lago de Arreo se sitúa en la masa de agua subterránea: Sinclinal de Treviño, cuya Unidad Hidrogeológica es: Conglomerados de Pobes.

El lago de Arreo tiene asociados un arroyo de entrada y uno de salida, que también han sido objeto de estudio en el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en el lago (ARR-L) y en el arroyo de entrada (ARR-E) y de salida (ARR-S):



Figura 3. Ubicación de los puntos de toma de muestras en el lago de Arreo (ARR-L) y en sus arroyos asociados: ARR-E y ARR-S.

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en el lago de Arreo (ARR-L) son los siguientes:

Tabla 17. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en el lago de Arreo.

Métrica	Condición de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	2,5	<3,5	3,5-5,5	5,6-7,9	8,0-14,0	>14,0
Biovolumen total	0,7	<1,2	1,2-2,0	2,1-2,7	2,8-5,5	>5,5
ITP		<30	30-40	40-60	60-80	>80
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	11	>7	>7	7-5	4-3	<2
Cobertura total de hidrófitos	90	>75	75-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Físicoquímicos						
Transparencia TDS		>4	4-3	<3	<3	<3
Acidificación pH		7-9,7	7-9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	<3000	3000-3150	3150-3600	>3600	>3600	>3600
Nutrientes PT		<15	15-25	>25	>25	>25
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.1.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en el lago de Arreo (ARR-L). En la figura siguiente se presenta el aspecto del lago durante la realización de los muestreos.



Figura 4. Lago de Arreo durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo ARR-L se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Resultados de los parámetros medidos "in situ" en ARR-L en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013
Temperatura del aire (°C)	12,3	12,8	27,8	22,8
Disco de Secchi (m)	5,6	3,5	2,3	1,9
2,5 x DS (m)	13,9	8,1	5,8	4,9
Profundidad máxima (m)	24,1	22,4	22,5	22,2

Durante 2013 se realizaron los cuatro muestreos en el arroyo de entrada (ARR-E) y en el arroyo de salida (ARR-S). La toma de muestras en ARR-E se realizó en una estación de aforos, cuyo aspecto a lo largo de los muestreos se puede observar en la figura 5. El aspecto del punto de toma de muestras en ARR-S varió considerablemente a lo largo del año, encontrándose seco en el muestreo de octubre (figura 6).



Figura 5. Arroyo de entrada del lago de Arreo durante los muestreos de 2013.



Figura 6. Arroyo de salida del lago de Arreo durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” se presentan en las tabla 19 para el arroyo de entrada (ARR-E) y en la tabla 20 para el arroyo de salida (ARR-S).

Tabla 19. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en ARR-E en el año 2013.

Parámetro (unidad)	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013
Anchura (m)	1,7	1,7	1,7	1,7
Profundidad (m)	0,25	0,2	0,15	0,18
Velocidad (m/s)	0,27	0,16	0,06	0,07
Caudal (m ³ /s)	0,12	0,05	0,01	0,02

Tabla 20. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en ARR-S en el año 2013.

Parámetro (unidad)	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013
Anchura (m)	1,8	0,8	<0,1
Profundidad (m)	0,26	0,17	<0,1
Velocidad (m/s)	0,24	0,24	0
Caudal (m ³ /s)	0,11	0,03	0

4.1.2 Fitoplancton y clorofila-a

Los perfiles longitudinales (figura 7) obtenidos en el lago de Arreo durante el ciclo 2012/2013 indican que los máximos de clorofila-a se obtuvieron en la zona del epilimnion durante el principio del verano coincidiendo con el máximo de producción de los organismos fotosintéticos.

En los ciclos anteriores a 2009, se tomaron muestras discretas en la zona fótica. Para poder comparar los datos de clorofila-a y biovolumen con datos de los ciclos de 2009 a 2013 en los que se tomaron muestras integradas, se ha procedido de la siguiente manera:

- Para cada campaña, se han promediado los resultados obtenidos de diferentes profundidades (todas dentro de la zona fótica), tanto para el biovolumen total como para los biovolúmenes de los grupos algales y para la clorofila-a. De esta manera se ha obtenido un dato por campaña que puede asimilarse a una muestra integrada.
- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de Junio/Julio y Septiembre/Octubre. Las campañas que solo presentaron un dato de superficie no se tuvieron en cuenta.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 8 se observa como generalmente el mayor número de especies se da en la época estival, tal y como era de esperar. En general los grupos dominantes son Bacillariophyta y Chlorophyta. Destaca el aumento del grupo Crysoephyceae en el último ciclo 2012/13. Por lo que respecta al biovolumen (figura 9) parece haber una dinámica anual de aumento de Bacillariophyta, Chlorophyta y Dinophyta coincidiendo con los máximos estivales, mientras que en época invernal domina el grupo de las Cryptophyta. En la tabla 21 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 22 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a y el biovolumen, el estado de calidad del lago de Arreo para el elemento “fitoplancton” es “Bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 23).

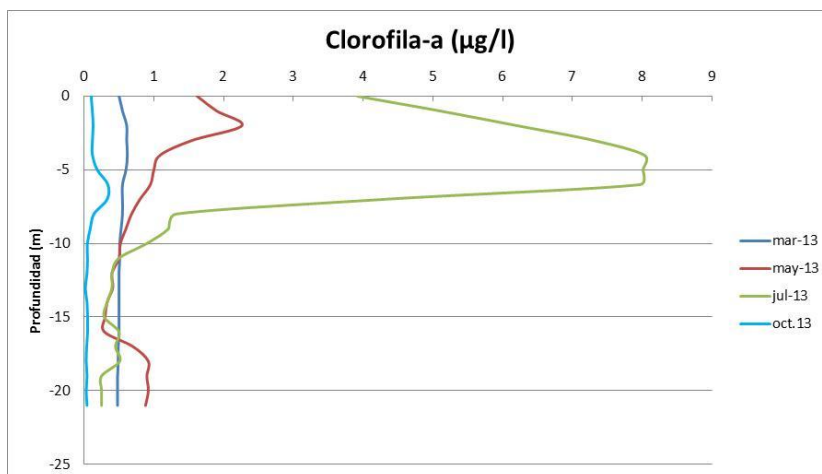


Figura 7. Variación de la clorofila-a en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

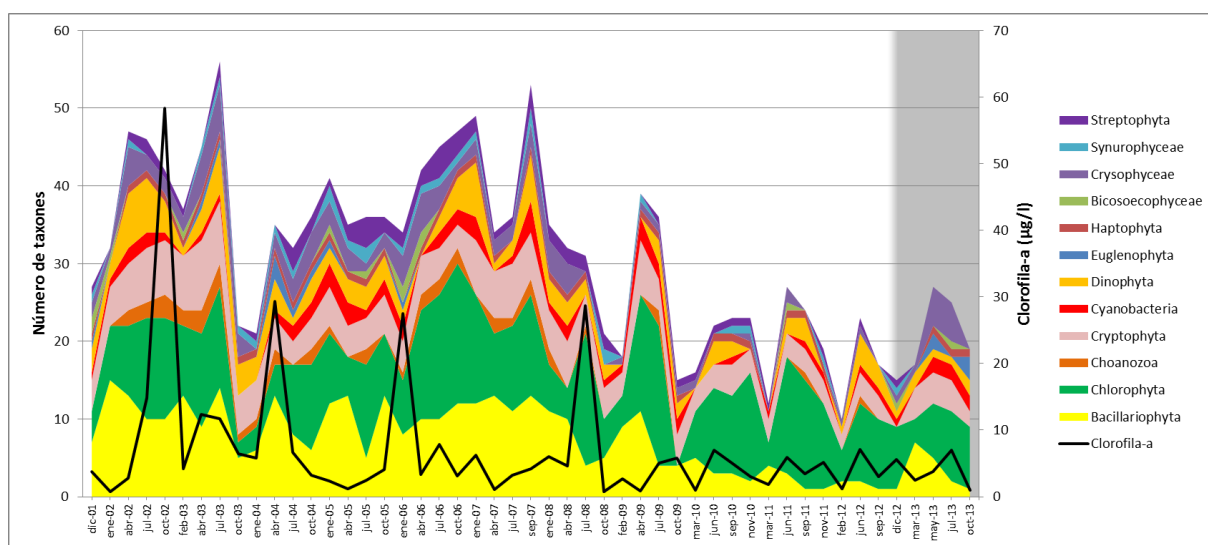


Figura 8. Evolución del número de especies de fitoplancton en el lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

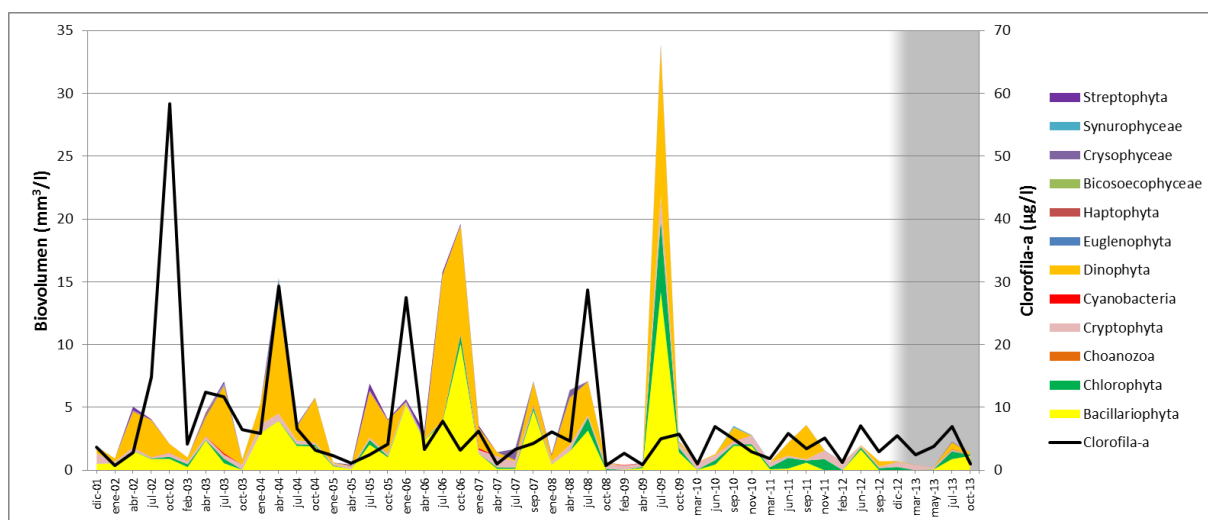


Figura 9. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en el lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 21. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en el lago de Arreo entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	13	0,902	15	0,109	3	0,004	8	0,187	2	0,015	8	1,824
02/03	14	0,562	13	0,356	3	0,009	8	0,315	-	-	6	5,365
03/04	8	1,944	9	0,129	-	-	3	0,314	-	-	1	1,068
04/05	13	1,539	13	0,235	2	0,018	5	0,178	2	0,028	3	3,143
05/06	17	6,931	23	0,385	2	0,005	5	0,055	3	0,034	7	10,084
06/07	17	2,439	19	0,174	2	0,015	11	0,31	4	0,068	6	0,932
07/08	7	1,595	20	0,561	-	-	5	0,285	-	-	2	1,386
08/09	6	7,816	22	3,044	2	0,102	5	1,07	4	0,007	3	5,985
09/10	3	1,197	15	0,25	-	-	5	0,312	1	0,028	5	0,587
10/11	3	0,371	19	0,515	1	0,003	4	0,135	1	0,005	4	1,86
11/12	2	0,823	12	0,173	1	0,001	4	0,129	2	0,002	4	0,232
12/13	2	1,019	12	0,348	-	-	4	0,083	2	0,018	2	0,353

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	1	0,018	-	-	4	0,006	-	-	2	0,02
02/03	1	0,017	1	0,006	-	-	8	0,064	1	0,063	2	0,167
03/04	-	-	1	0,002	-	-	6	0,005	-	-	3	0,051
04/05	-	-	1	0,039	-	-	3	0,017	-	-	4	0,288
05/06	-	-	1	0,005	-	-	3	0,004	-	-	6	0,17
06/07	-	-	-	-	-	-	5	0,457	2	0,018	3	0,022
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,004	3	0,027
08/09	-	-	1	0,024	-	-	1	0,018	-	-	1	0,009
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,119	1	0,005
10/11	-	-	1	0,013	1	0,013	3	0,004	-	-	-	-
11/12	-	-	1	0,004	-	-	1	0,001	-	-	1	0,002
12/13	1	0,001	-	-	-	-	5	0,029	-	-	-	-

Tabla 22. Métricas adicionales analizadas en el lago de Arreo en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	2,49	0,65	0,57	0,15	0,97	Moderado
Índice Willén	0,43	0,27	2,28	1,40	1,09	Mesotrófico
IPL	48	63	28	21	37,3	Mesotrófico
ITP	15	25	25	11	19	Muy Bueno

Tabla 23. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" del lago de Arreo desde el ciclo 01/02 hasta el ciclo 12/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clo-a	BiovT	Clase BioVT	Clase final de fitoplancton	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	36,59	Malo	3,085	Deficiente	Malo	15,1	Muy bueno	Moderado
02/03	9,10	Deficiente	6,924	Malo	Malo	31,2	Bueno	Deficiente
03/04	4,90	Bueno	3,513	Deficiente	Bueno	31,3	Bueno	Bueno
04/05	3,30	Muy bueno	5,485	Deficiente	Bueno	20,9	Muy bueno	Bueno
05/06	5,47	Bueno	17,67	Malo	Bueno	26	Muy bueno	Bueno
06/07	3,75	Bueno	4,435	Deficiente	Bueno	19,6	Muy bueno	Bueno
07/08	14,75	Malo	3,858	Deficiente	Malo	28,4	Muy bueno	Moderado
08/09	5,43	Moderado	18,08	Malo	Moderado	23,2	Muy bueno	Moderado
09/10	6,00	Moderado	2,498	Moderado	Moderado	24,5	Muy bueno	Moderado
10/11	4,68	Bueno	2,906	Deficiente	Bueno	No evaluado	-	Bueno
11/12	5,01	Bueno	1,367	Bueno	Bueno	No evaluado	-	Bueno
12/13	3,98	Bueno	1,851	Bueno	Bueno	19	Muy bueno	Bueno

4.1.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido considerablemente, con respecto a los años anteriores tanto en todas las especies encontradas, como en las específicas del tipo 15 (figura 10). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 11).

Al elemento de calidad “Otra flora acuática” del lago de Arreo le corresponde un estado “Moderado”, a diferencia del ciclo 11/12 que fue bueno, si bien coincide con el obtenido en los ciclos 09/10 y 10/11 (tabla 24).

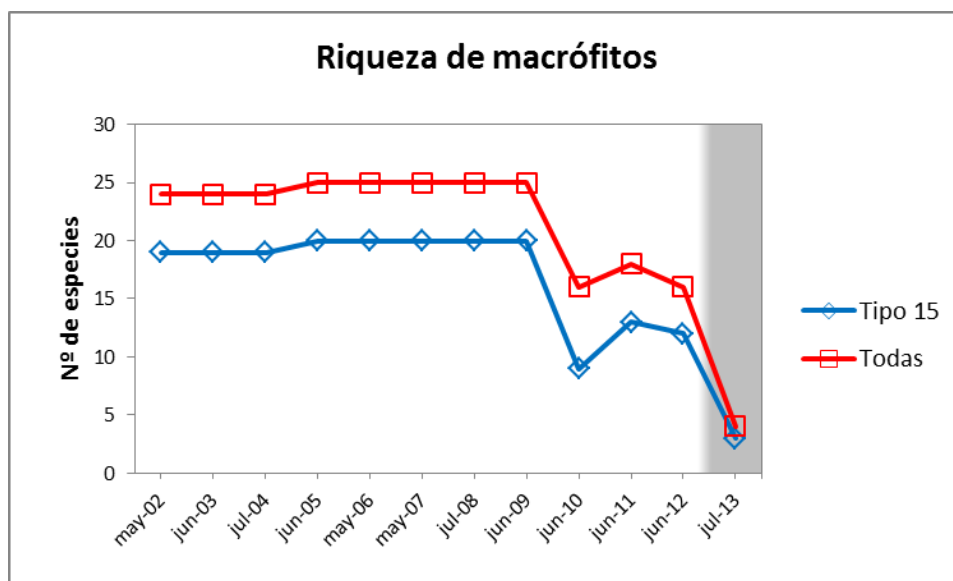


Figura 10. Evolución de la riqueza de macrófitos en el lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

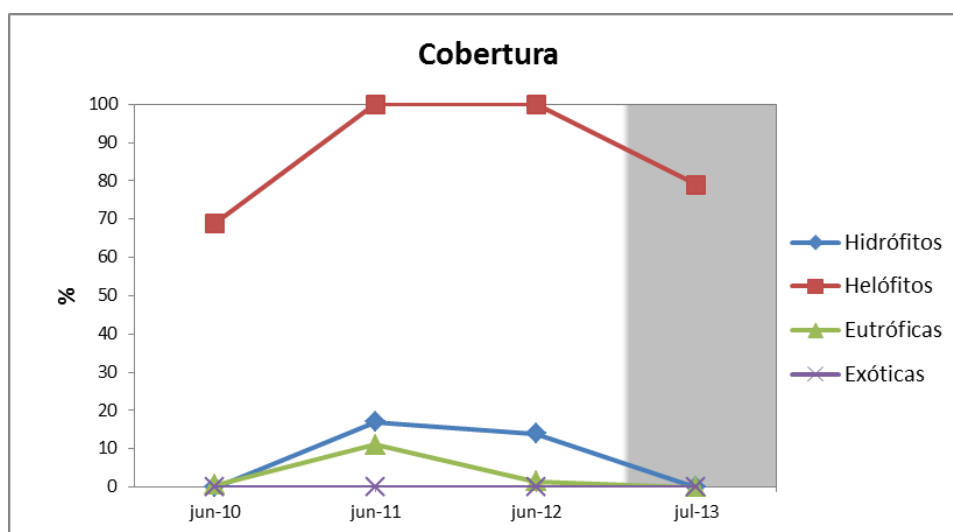


Figura 11. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en el lago de Arreo desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 24. Resultados del elemento de calidad “Otra flora acuática” del lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	19	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
02/03	19	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
03/04	19	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
04/05	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
05/06	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
06/07	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
07/08	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
08/09	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
09/10	9	0	69	0,5	0	Moderado
10/11	13	17	100	11	0	Moderado
11/12	12	14	100	1,5	0	Bueno
12/13	3	0	79	0	0	Moderado

4.1.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 29 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 12). Los coleópteros y dípteros son los que mayor número de familias presentan, seguidos de heterópteros y crustáceos.

Se ha encontrado que la población de *Procambarus clarkii* es muy numerosa, por lo que la métrica especies introducidas de invertebrados presenta un estado de calidad C = “Deficiente/malo”. Esta situación es la misma desde el ciclo 2009/2010 donde la especie se convirtió en invasora estando presente desde el ciclo 2002/03.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad del lago de Arreo para el elemento de calidad “invertebrados bentónicos” es moderado, al igual que en los tres ciclos anteriores (tabla 25).

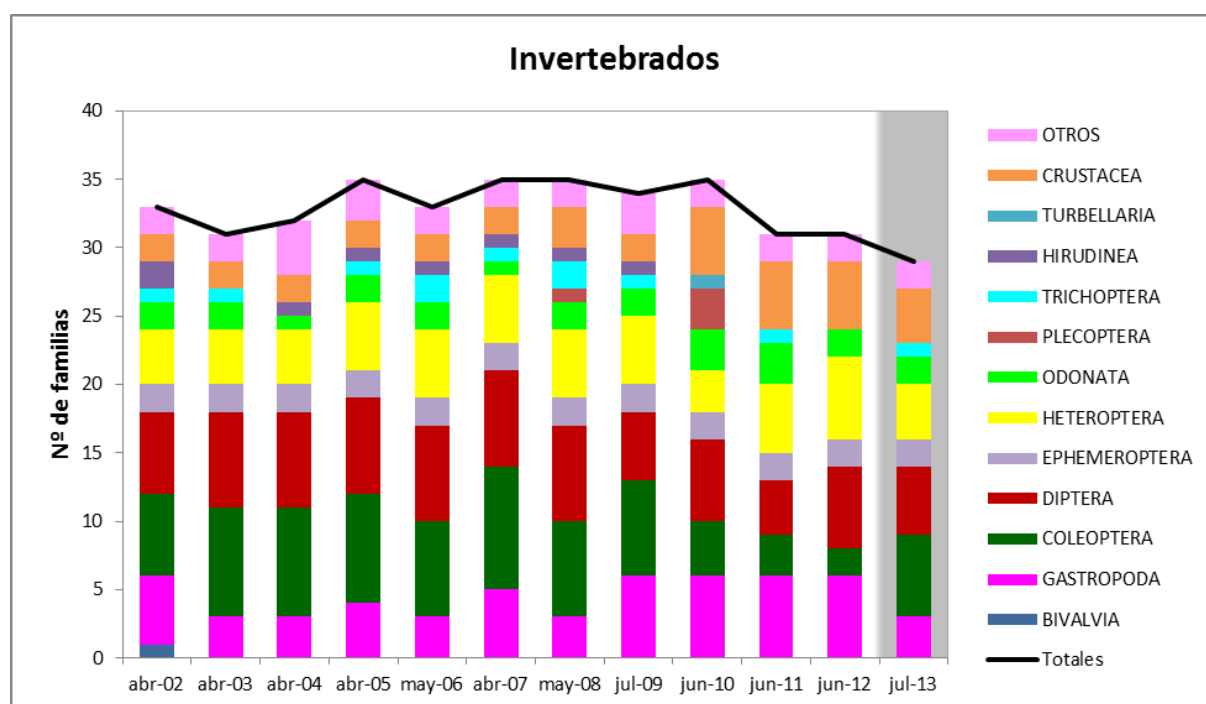


Figura 12. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en el lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 25. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” del lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	33	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
02/03	31	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
03/04	32	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
04/05	34	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
05/06	34	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
06/07	35	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
07/08	35	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
08/09	34	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
09/10	34	Muy bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado
10/11	31	Muy bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado
11/12	31	Muy bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado
12/13	29	Bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado

4.1.5 Fauna ictiológica

Este indicador no se ha muestreado en el lago de Arreo durante el ciclo hidrológico 2012/13.

Los resultados obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 26) muestran una tendencia al aumento de especies introducidas frente a la única especie considerada autóctona en el lago de Arreo, la tenca (*Tinca tinca*). Concretamente los datos obtenidos en el ciclo 11/12 muestran un aumento significativo de las poblaciones de black-bass (*Micropterus salmoides*) y de la carpa (*Cyprinus carpio*).

Dado que este indicador no se ha muestreado en el lago de Arreo durante este ciclo 12/13, y se ha encontrado que las condiciones para la fauna ictiológica son estables con respecto al ciclo anterior, el estado de calidad a aplicar sería el de dicho ciclo: “Deficiente” (tabla 27).

Tabla 26. Resultados las diferentes métricas del lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Red		Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE	BPUE	CPUE
19-sep-01	<i>Lepomis gibbosus</i>	1	11,6	36,9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Micropterus salmoides</i>	84	12,8	44,8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	21	22,6	240,1	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
24-jul-02	<i>Micropterus salmoides</i>	16	12,0	42,4	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	23	26,4	387,6	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
11-jul-06	<i>Lepomis gibbosus</i>	1	15,4	109,0	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Micropterus salmoides</i>	12	16,9	94,7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	42	26,3	326,0	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
30-sep-10	<i>Cyprinus carpio</i>	3	52,7	3856,3	1237,3	0,2	508,7	0,2
	<i>Lepomis gibbosus</i>	173	13,6	67,6	852,7	8,6	715	13,5
	<i>Micropterus salmoides</i>	52	23,3	248,7	185,6	1,1	1372	5,4
	<i>Tinca tinca</i>	8	28,9	574,0	No evaluado	No evaluado	506,8	0,9
25-sep-12	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	4	25,2	1844	12,9	0,5	7318,4	1,3
	<i>Cyprinus carpio</i>	64	18,1	637	219	7,5	18804,1	9,3
	<i>Lepomis gibbosus</i>	55	10,3	27	691,3	21	237,6	11,1
	<i>Micropterus salmoides</i>	303	7,9	10	142,4	40,5	1042,3	22,9
	<i>Tinca tinca</i>	2	33,5	581	No evaluado	No evaluado	386,2	0,8

Tabla 27. Resultados del elemento de calidad “Fauna ictiológica” del lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-Bnativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	SI	1	1	No evaluado	No evaluado	Moderado
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
05/06	SI	1	2	No evaluado	No evaluado	Moderado
06/07	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
09/10	SI	1	4	No	Moderado	Deficiente
10/11	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
11/12	SI	1	5	No	Moderado	Deficiente
12/13	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable

4.1.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en el lago de Arreo ha permitido conocer el estado del lago en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: profundidad de visión del disco de Secchi, conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 17). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han

ayudado a interpretar el estado fisicoquímico del lago de Arreo durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha sido de 3,3 m, con un máximo de 5,6 m en marzo y un mínimo de 1,9 m en octubre. Estos valores son inferiores a los obtenidos en el ciclo 11/12, donde se obtuvo el máximo de visión de 16 m (figura 13). La transparencia del lago de Arreo indica un estado de calidad “Moderado o inferior”, coincidiendo con el resultado obtenido en los tres ciclos anteriores (tabla 28).

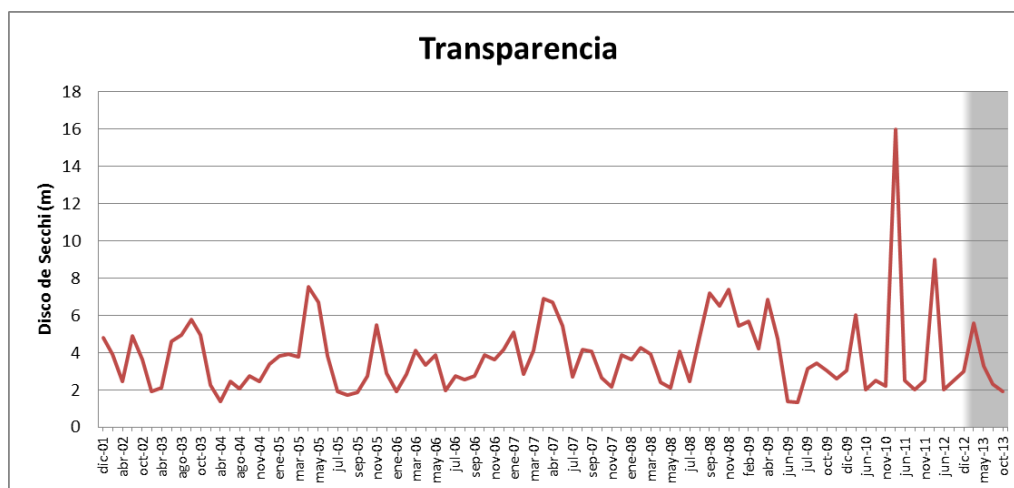


Figura 13. Evolución de la transparencia en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos en los perfiles longitudinales

En la figura 14 se muestran los perfiles de conductividad del ciclo 2012/13, en los que se puede observar un ligero incremento de la misma con la profundidad pero con valores muy semejantes en todas las épocas del año, a excepción del muestreo de diciembre de 2012, donde los valores prácticamente fueron iguales en toda la columna de agua. El promedio de los valores de la zona fótica en las épocas de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 1146 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que corresponde con un estado de calidad “Muy bueno”. Estos valores son muy similares a los obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 28).

Los perfiles de variación del pH (figura 15) muestran clara relación con los periodos de estratificación, observándose un gran aumento de la basicidad en el fondo en julio de 2013. Durante el periodo de mezcla (diciembre) toda la columna presentó un pH homogéneo. El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (julio y octubre) es de 7,61, que corresponde con un estado de calidad “Bueno o superior”.

Los perfiles de temperatura (figura 16) muestran como el lago ha presentado una estratificación vertical desde mayo hasta octubre con una termoclina entre el metro 4-5 y el 8, por lo tanto es un sistema monomítico cálido. Como era de esperar, el valor máximo se obtuvo en superficie en el mes de julio (25,7 °C) y el mínimo en la capa profunda en diciembre de 2012 (5,18 °C).

Durante el periodo de estratificación estival el hipolimnion presentó anoxia, mientras que durante el invierno y la primavera toda la columna de agua presentó una buena oxigenación (figura 17 y figura 18). Como consecuencia de periodos de anoxia se puede producir la liberación desde el sedimento de algunos compuestos tóxicos como amonio, sulfhídrico, hierro y manganeso.

A través del perfil de amonio (figura 19) se observa que en el muestreo de octubre el hipolimnion presentó niveles de amonio mucho más altos que los registrados en la zona epilimnética, coincidiendo con el periodo de anoxia. La liberación desde el sedimento de

algunos compuestos provoca cambios en el potencial Redox el cual disminuye en las zonas profundas coincidiendo con la zona de anoxia (figura 20). La turbidez también se ve afectada por la liberación de compuestos desde el sedimento observándose un aumento en las zonas más profundas (figura 21).

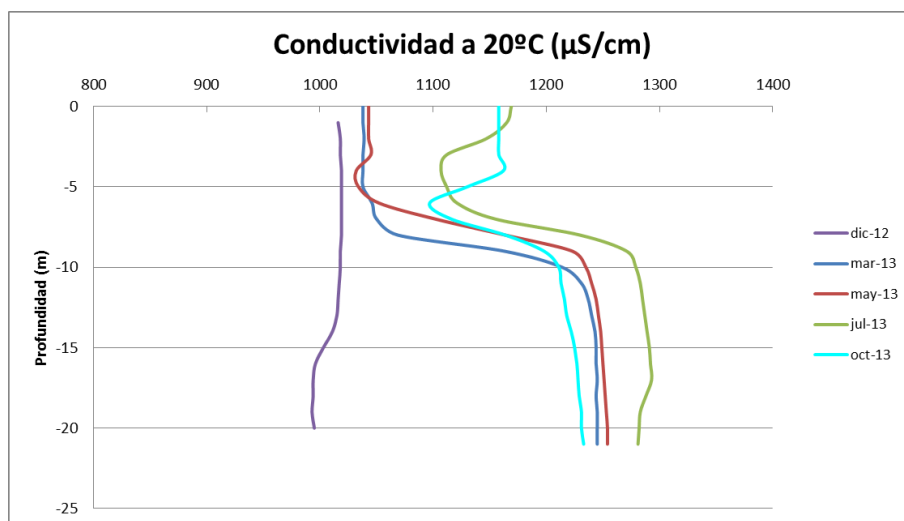


Figura 14. Variación de la conductividad eléctrica en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

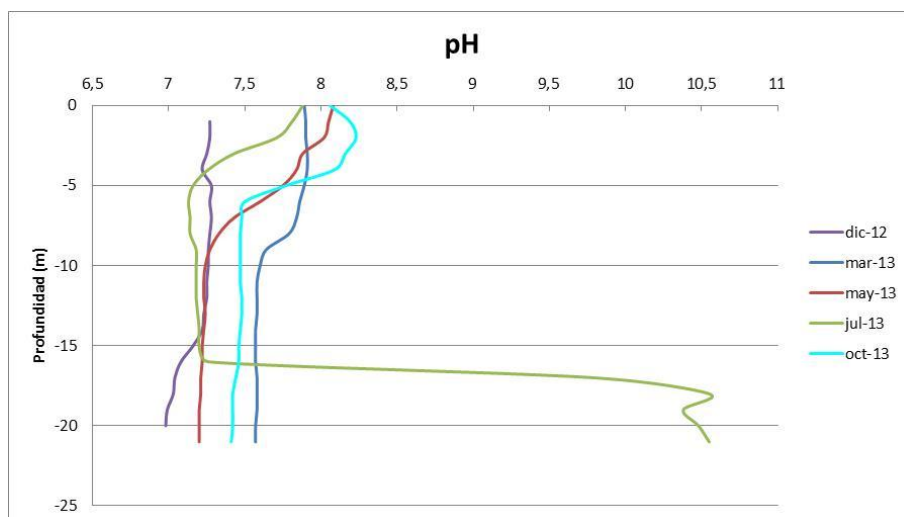


Figura 15. Variación del pH en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

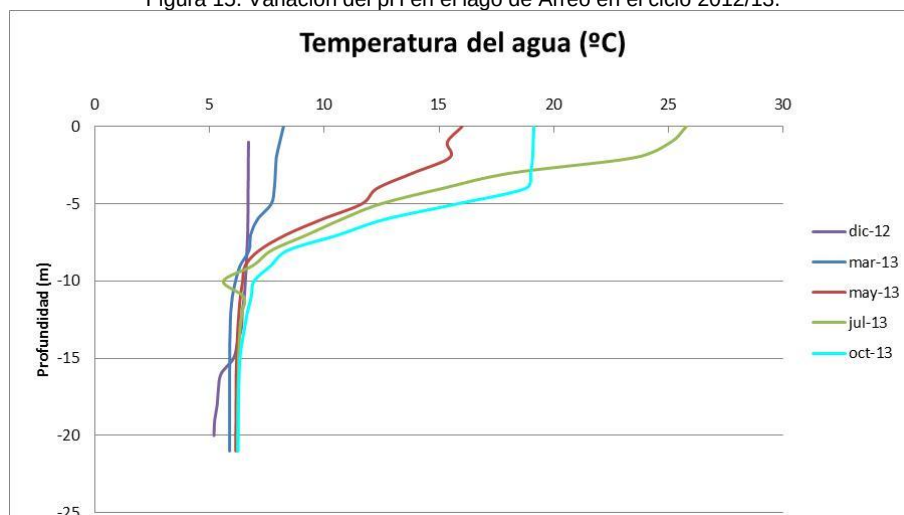


Figura 16. Variación de la temperatura en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

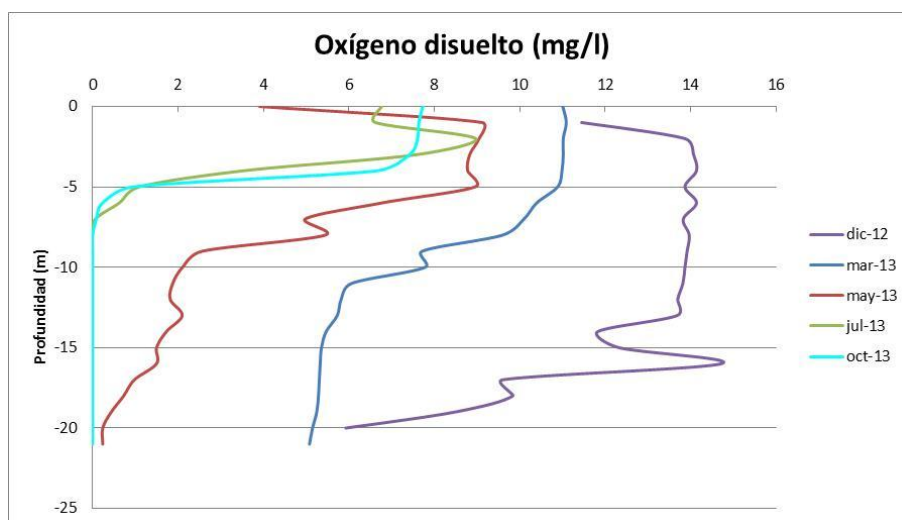


Figura 17. Variación del oxígeno disuelto en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

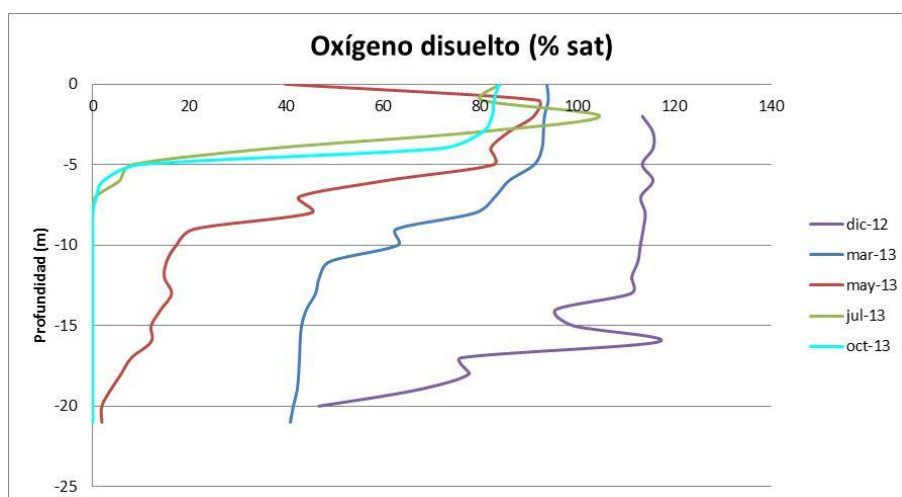


Figura 18. Variación del porcentaje de saturación de oxígeno en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

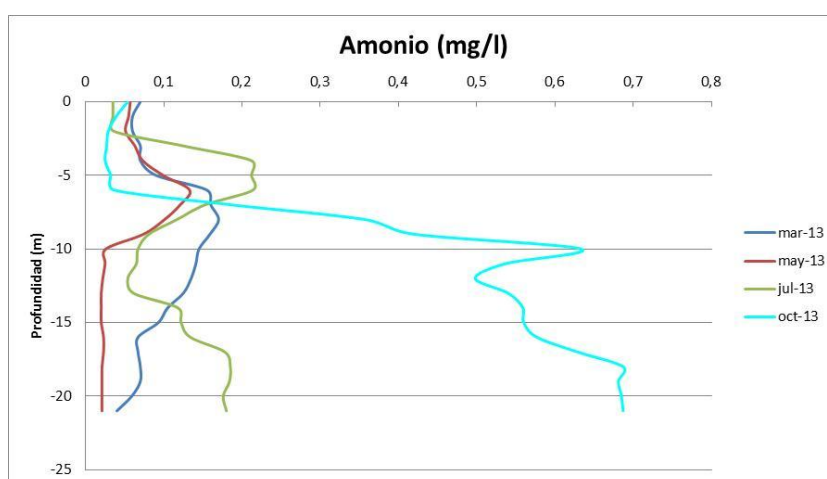


Figura 19. Variación del amonio en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

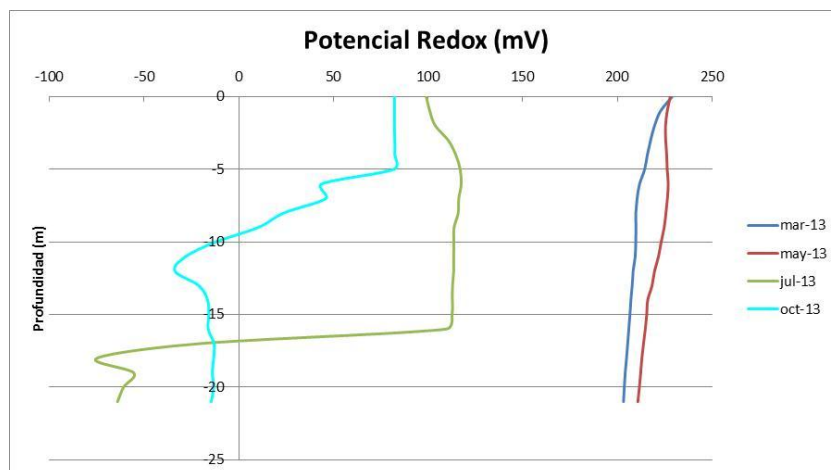


Figura 20. Variación del potencial Redox en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

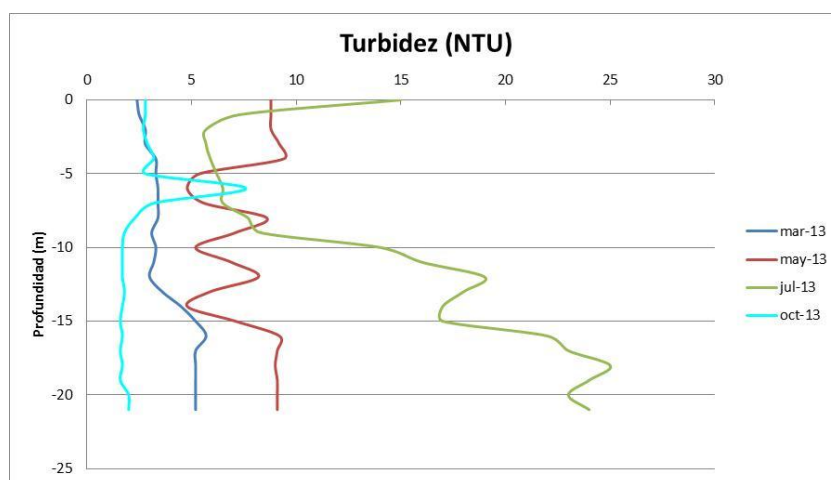


Figura 21. Variación de la turbidez en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

Resultados obtenidos en las muestras integradas

El valor de alcalinidad aumenta desde mayo a octubre (figura 22). El promedio de alcalinidad para las épocas de evaluación de la métrica (julio y octubre) es 4,41 meq/l, que corresponde con un estado “Muy bueno”. Teniendo en cuenta el pH y la alcalinidad, el indicador “Estado de acidificación” presenta un estado “Muy bueno”, lo que coincide con los resultados obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 28).

El gráfico de evolución del fósforo total (figura 23) muestra que el máximo valor para el ciclo 2012/13 se obtuvo en mayo de 2013 con 122 µg/l, mientras que el máximo valor obtenido fue de 320 µg/l obtenido en septiembre de 2010. El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (julio y octubre) en el lago de Arreo es de 25 µg/l, que indica un estado de calidad “Bueno” para el ciclo 2012/13. Este resultado es algo inferior al obtenido en el ciclo 2011/12 pero coincide con el del ciclo 2010/11 (tabla 28).

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,005 mg/l, con un máximo de 0,279 mg/l medido en septiembre de 2010 (figura 24).

En la figura 25 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 3,07 mg/l, obtenido en marzo de 2013. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2,5 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,05 mg/l en el lago de Arreo (figura 26).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 27) estos valores se han situado por debajo de los 3 mg/l.

El amonio (figura 28) se ha situado siempre por debajo de los 0,3 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de marzo con 11,7 mg/l (figura 29).



Figura 22. Evolución de la alcalinidad en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

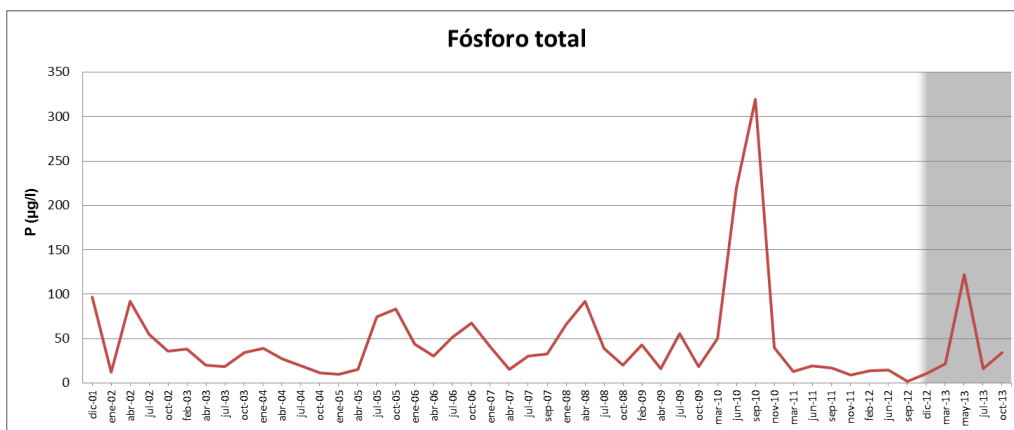


Figura 23. Evolución del fósforo total en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

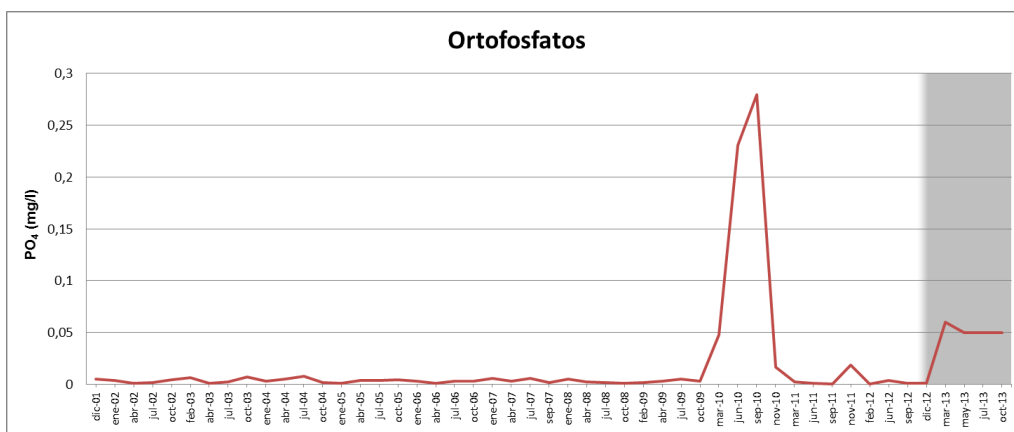


Figura 24. Evolución de los ortofosfatos en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

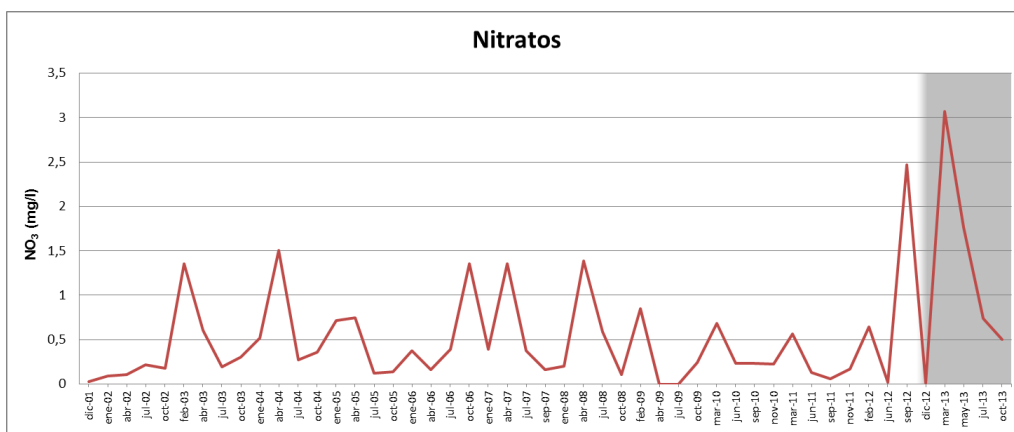


Figura 25. Evolución de los nitratos en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

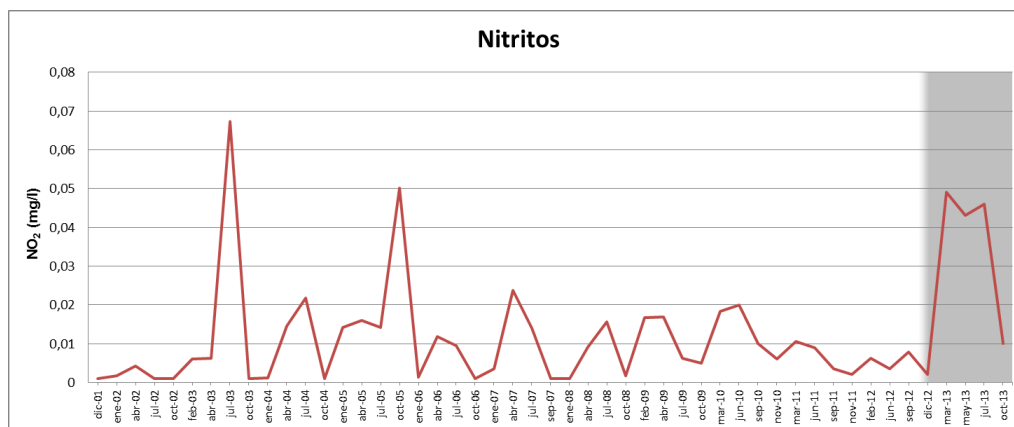


Figura 26. Evolución de los nitritos en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

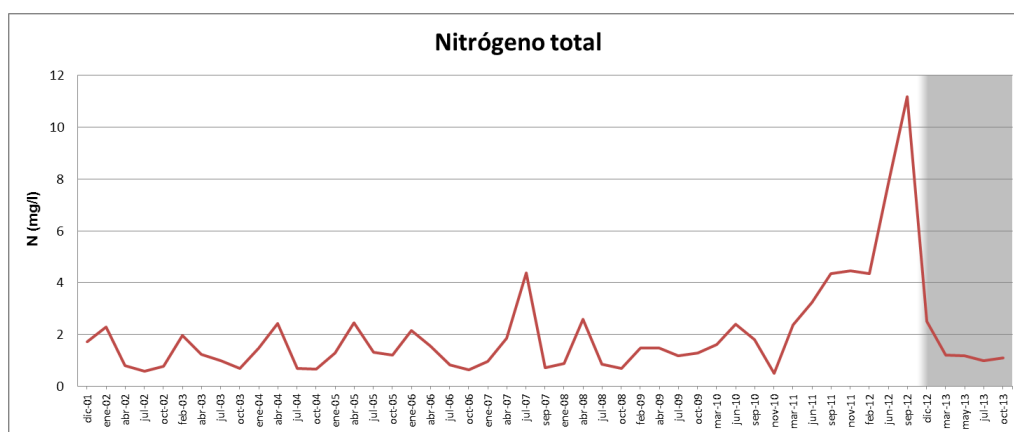


Figura 27. Evolución del nitrógeno total en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

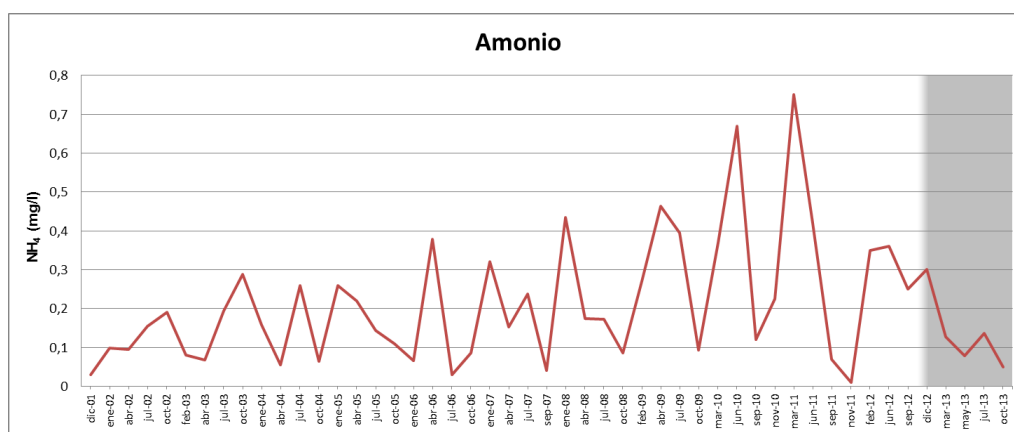


Figura 28. Evolución del Amonio en lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

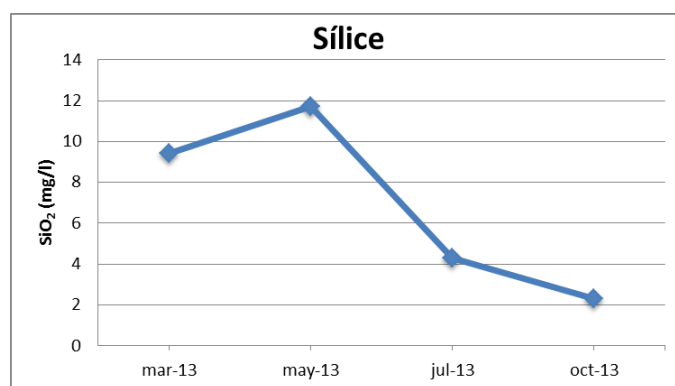


Figura 29. Variación de la concentración de sílice en el lago de Arreo en el ciclo 2012/13.

Tabla 28. Resultados de los elementos de calidad: Transparencia (T), Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) del lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (DS: Disco de Secchi; CON: Conductividad; ALCA; Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	DS (m)	Estado T	CON (μS/cm)	Estado S	pH	Clase	ALCA (meq/l)	Clase	Estado A	PT (μg/l)	Estado N
01/02	4,3	Muy bueno	1356	Muy bueno	7,2	≥Bueno	3,3	Muy bueno	Muy bueno	45	Moderado
02/03	5,2	Muy bueno	1287	Muy bueno	7,8	≥Bueno	2,9	Muy bueno	Muy bueno	27	Moderado
03/04	2,6	Moderado	1067	Muy bueno	7,9	≥Bueno	3,4	Muy bueno	Muy bueno	15	Bueno
04/05	1,9	Moderado	1011	Muy bueno	7,8	≥Bueno	3,8	Muy bueno	Muy bueno	79	Moderado
05/06	2,8	Moderado	1199	Muy bueno	8,2	≥Bueno	4,1	Muy bueno	Muy bueno	60	Moderado
06/07	3,4	Bueno	1134	Muy bueno	7,7	≥Bueno	4,6	Muy bueno	Muy bueno	32	Moderado
07/08	4,8	Muy bueno	1071	Muy bueno	7,9	≥Bueno	4,5	Muy bueno	Muy bueno	30	Moderado
08/09	3,3	Bueno	1093	Muy bueno	8	≥Bueno	4,1	Muy bueno	Muy bueno	37	Moderado
09/10	2,3	Moderado	1292	Muy bueno	7,8	≥Bueno	4,4	Muy bueno	Muy bueno	165	Moderado
10/11	2,3	Moderado	1037	Muy bueno	7,8	≥Bueno	3,7	Muy bueno	Muy bueno	18	Bueno
11/12	2,3	Moderado	1163	Muy bueno	8,1	≥Bueno	3,1	Muy bueno	Muy bueno	9	Muy bueno
12/13	2,1	Moderado	1146	Muy bueno	7,6	≥Bueno	4,4	Muy bueno	Muy bueno	25	Bueno

4.1.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de entrada (ARR-E) se presentan en la tabla 29 y los del arroyo de salida (ARR-S) en la tabla 30. En ambos se observan unos valores de conductividad altos, relacionados con la naturaleza de los terrenos que atraviesan, por lo que el dato de moderado debe de tomarse con precaución. Destaca el descenso del % de saturación de oxígeno en el mes de marzo y el incremento de los nitratos en ARR-E, en el muestreo de marzo con 21,2 mg/l. El resto del año el arroyo de entrada mantiene un estado muy bueno en la mayoría de parámetros analizados. En el arroyo de salida los valores tan bajos de oxígeno se deben al escaso caudal circulante que finalmente determinó que el arroyo se secase al final del periodo estival.

Con estos resultados se puede determinar que el estado de los arroyos de entrada y salida del lago de Arreo es bueno.

Tabla 29. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de entrada (ARR-E) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013
Conductividad a 25 °C (μS/cm)	1160 Moderado	1210 Moderado	1300 Moderado	1252 Moderado
Oxígeno (% de saturación)	67,8 Moderado	81,8 Muy bueno	71,2 Bueno	74,5 Bueno
pH	7,7 Muy bueno	7,9 Muy bueno	8,1 Muy bueno	8 Muy bueno
Amonio (mg/l)	<0,02 Muy bueno	<0,02 Muy bueno	0,05 Muy bueno	0,042 Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	<0,06 Muy bueno	<0,06 Muy bueno	<0,05 Muy bueno	<0,05 Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,022 Muy bueno	0,031 Muy bueno	0,062 Muy bueno	0,025 Muy bueno
Nitratos (mg/l)	21,2 Moderado	8,04 Muy bueno	2,3 Muy bueno	<0,5 Muy bueno
Temperatura del agua (°C)	7	11,3	15,1	14,2
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,5	8,2	6,5	7,1
Nitritos (mg/l)	<0,01	0,016	<0,01	0,01
Nitrógeno total (mg/l)	5,64	1,97	<1	1,26
Sílice (mg/l)	0,069	16,6	14,3	11,1
Alcalinidad (mg/l)	239	282	332	327

Tabla 30. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de salida (ARR-S) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	23/03/2013		14/05/2013		12/07/2013	
Conductividad a 25 °C (µS/cm)	944	Moderado	1015	Moderado	1140	Moderado
Oxígeno (% de saturación)	44,7	Moderado	62,8	Moderado	30,9	Moderado
pH	7,4	Muy bueno	7,2	Muy bueno	7,6	Muy bueno
Amonio (mg/l)	<0,02	Muy bueno	0,066	Muy bueno	0,124	Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	<0,06	Muy bueno	<0,06	Muy bueno	<0,05	Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,016	Muy bueno	0,121	Muy bueno	0,063	Muy bueno
Nitratos (mg/l)	2,82	Muy bueno	0,96	Muy bueno	0,016	Muy bueno
Temperatura del agua (°C)		8,4		14,3		20,5
Oxígeno disuelto (mg/l)		4,8		5,9		2,3
Nitritos (mg/l)		0,01		<0,01		0,016
Nitrógeno total (mg/l)		<1		<1		<1
Sílice (mg/l)		10,1		5,5		10,1
Alcalinidad (mg/l)		191		202		237

4.1.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima del lago de Arreo ha oscilado de los 24,1 m medidos en marzo de 2013 a los 20 m de diciembre de 2012. En el gráfico de evolución de la profundidad (figura 30) se observa que el lago ha oscilado entre los 20 y 25 m.

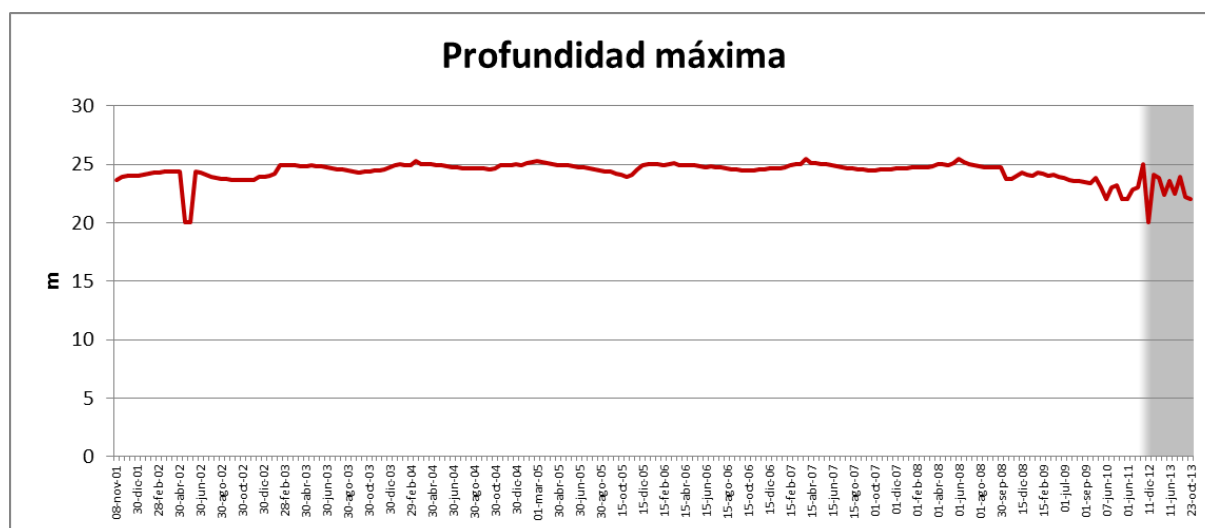


Figura 30. Variación de la profundidad máxima en el lago de Arreo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Pobes (106-04) de la masa de agua subterránea: Sinclinal de Treviño. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

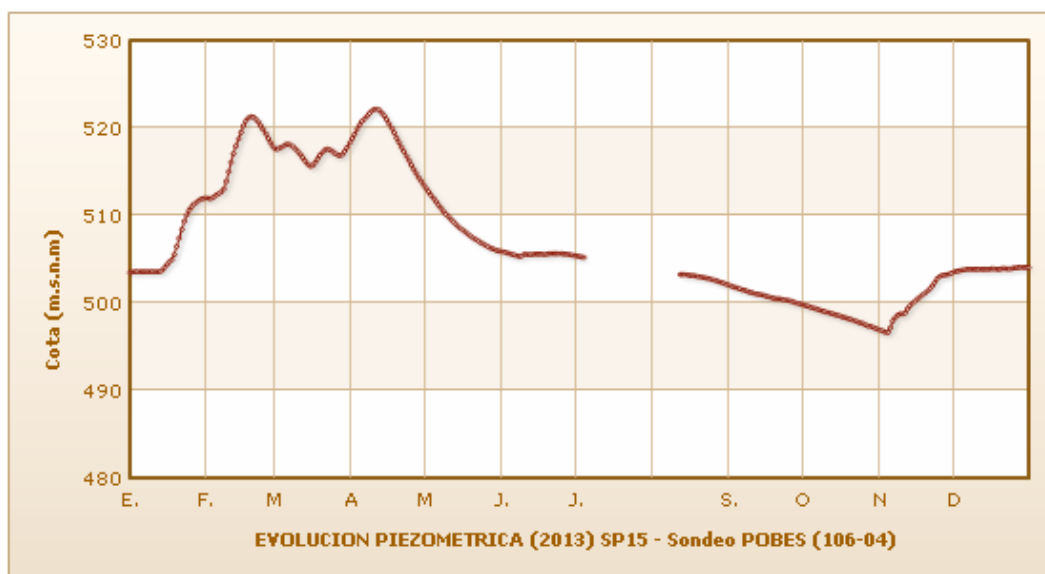


Figura 31. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo de Pobes (106-04) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de estratificación.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Dada la existencia de un gran número de campos de cultivo en la zona ribereña del lago y la ausencia de vegetación riparia, se considera el estado de calidad como “Bueno o inferior”.

4.1.9 Estado ecológico

En la tabla 31 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado del lago Arreo es Deficiente en los cuatro últimos ciclos. Si observamos los diferentes elementos vemos que el fitoplancton tiende a mejorar igual que los nutrientes, por lo que el estado trófico del lago en general ha mejorado en los últimos tres ciclos. Sin embargo, hay que matizar que sigue existiendo una presión ejercida por los cultivos colindantes que se ve reflejada en el aumento de nitratos en el arroyo de entrada y en el lago en el mes de marzo.

El empeoramiento del estado ecológico parece ser debido principalmente a la reducción y casi desaparición de los macrófitos sumergidos, lo que se traduce en una disminución de la transparencia del agua. La causa de la desaparición de los macrófitos podría estar relacionada con el aumento de la población de *Procambarus clarkii* así como de las poblaciones de peces, principalmente de la perca americana o black-bass (*Micropterus salmoides*), la carpa (*Cyprinus carpio*) y la perca-sol (*Lepomis gibbosus*). Los efectos que estas poblaciones ejercen sobre el sedimento (en busca de invertebrados, para el desove, etc.) pueden haber provocado la pérdida de los macrófitos.

La propuesta de mejora del estado ecológico del lago Arreo, coincide con las realizadas en los ciclos anteriores:

- Reducción de la biomasa de las especies alóctonas presentes tanto de peces como de cangrejo, por descastes o por otras técnicas.
- Recuperación de superficie con vegetación arbórea en la cuenca vertiente y de una orla de vegetación naturalizada en sustitución de parte de los cultivos existentes.

Tabla 31. Valoración del estado ecológico del lago de Arreo, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado Biológico
01/02	Moderado	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
02/03	Deficiente	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente
03/04	Bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
04/05	Bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
05/06	Bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
06/07	Bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
07/08	Moderado	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
08/09	Moderado	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
09/10	Moderado	Moderado	Moderado	Deficiente	Deficiente
10/11	Bueno	Moderado	Moderado	Deficiente	Deficiente
11/12	Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente
12/13	Bueno	Moderado	Moderado	Deficiente	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos				
	Transparencia	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	≤Moderado
04/05	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	≤Moderado
11/12	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	≤Moderado
12/13	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	≤Moderado

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
02/03	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
03/04	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
04/05	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
05/06	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
06/07	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
07/08	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
08/09	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
09/10	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
10/11	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
11/12	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
12/13	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente

4.2 Laguna de Arbieto

La laguna de Arbieto se ubica en la cuenca hidrológica de Nerbioi, subunidad hidrológica Nerbioi, dentro del municipio de Orduña. Se encuadra en una zona de ritmo climático atlántico.

La laguna de Arbieto no está definida como masa de agua en la clasificación del MAGRAMA y no está incorporada al Inventario Español de Zonas Húmedas. Se trata de una torca diapírica con afloramiento cuaternario formado por hundimiento kárstico sobre sustrato Keuper. Dadas sus características podría incluirse en el tipo 10, “Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico”.

Tabla 32. Características y tipología de la laguna de Arbieto.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH asimilable	Tipo CAPV
No definida	No definida	Cantábrico Oriental	Natural	10: Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico	Ritmo climático atlántico. Lagunas diapíricas profundas hipogénicas permanentes fluctuantes

La laguna de Arbieto se sitúa en la masa de agua subterránea: Mena-Orduña.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna de Arbieto (ARB-L):

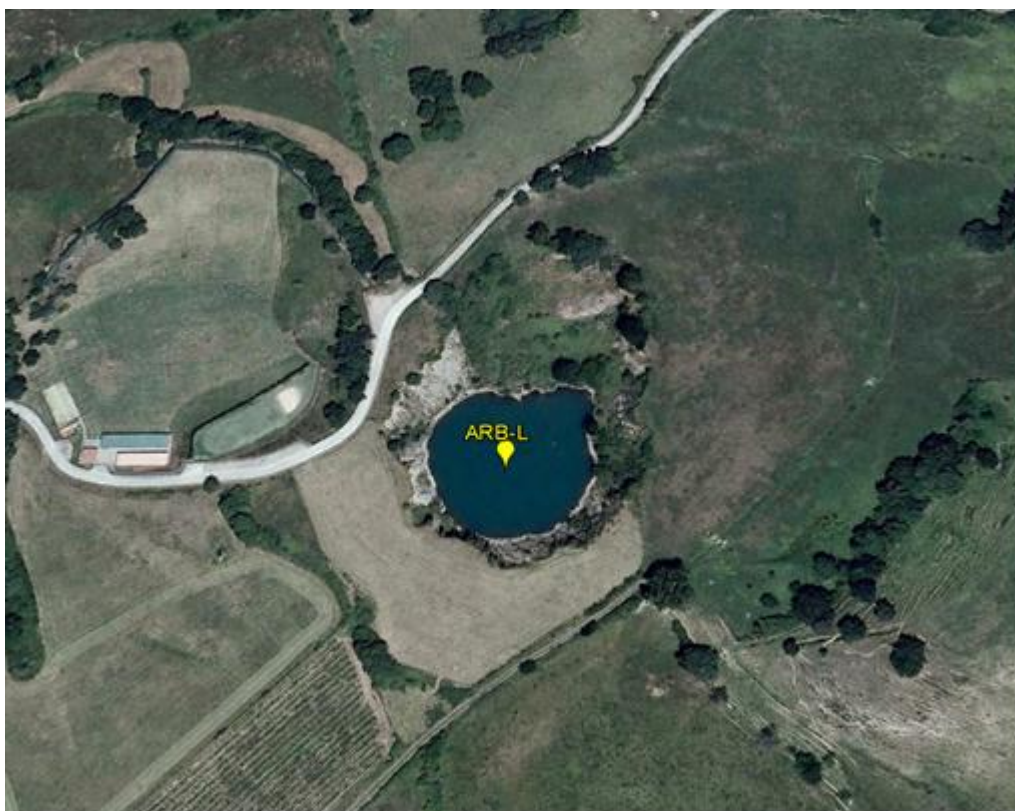


Figura 32. Ubicación del punto de toma de muestras en la laguna de Arbieto (ARB-L).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Arbieto son los siguientes:

Tabla 33. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Arbieto.

Métrica	Condición de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	2,5	<3,5	3,5-5,5	5,6-7,9	8,0-14,0	>14,0
Biovolumen total	0,7	<1,2	1,2-2,0	2,1-2,7	2,8-5,5	>5,5
ITP		<15	10-20	20-30	30-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>20	16-20	10-15	<10	<10
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Transparencia TDS		>4	4-3	<3	<3	<3
Acidificación pH		7-9,7	7-9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	<3000	3000-3150	3150-3600	>3600	>3600	>3600
Nutrientes PT		<15	15-25	>25	>25	>25
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.2.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 3 muestreos en la laguna de Arbieto (ARB-L). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los mismos.



Figura 33. Laguna de Arbieto durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo ARB-L se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 34. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en ARB-L en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	14/05/2013	12/07/2013
Temperatura del aire (°C)	14,8	10,2	27,3
Disco de Secchi (m)	3,4	4,4	4,6
2,5 x DS (m)	8,5	11	11,6
Profundidad máxima (m)	9,5	10	9,8

4.2.2 Fitoplancton y clorofila-a

Los perfiles longitudinales (figura 34) obtenidos en la laguna de Arbieto durante el ciclo 2012/2013 indican que los máximos de clorofila-a se obtuvieron en el mes julio.

En los ciclos anteriores a 2009, se tomaron muestras discretas en la zona fótica. Para poder comparar los datos de clorofila-a y biovolumen con datos de los ciclos de 2009 a 2013 en los que se tomaron muestras integradas, se ha procedido de la siguiente manera:

- Para cada campaña, se han promediado los resultados obtenidos de diferentes profundidades (todas dentro de la zona fótica), tanto para el biovolumen total como para los biovolúmenes de los grupos algales y para la clorofila-a. De esta manera se ha obtenido un dato por campaña que puede asimilarse a una muestra integrada.
- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de junio/julio y septiembre/octubre. Las campañas que solo presentaron un dato de superficie no se tuvieron en cuenta.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

El mayor número de especies se observa generalmente en la época estival (figura 35). Los grupos dominantes en número de especies son el de bacillariophyta y chlorophyta.

En la figura 36 podemos ver la evolución de la biomasa algal desde el ciclo 2001-2002 hasta el 2012-2013, con menor contribución de chlorophytas y dinophytas desde el ciclo 2008-2009, y por tanto menores biovolúmenes totales. Durante todo el ciclo 2012-2013 se observa la dominancia de las bacillariophytas representadas principalmente por la especie *Cyclotella pseudostelligera*.

En la tabla 35 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 36 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a y el biovolumen, el estado de calidad de la laguna de Arbieto para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno”, igual que en los tres ciclos anteriores (tabla 37).

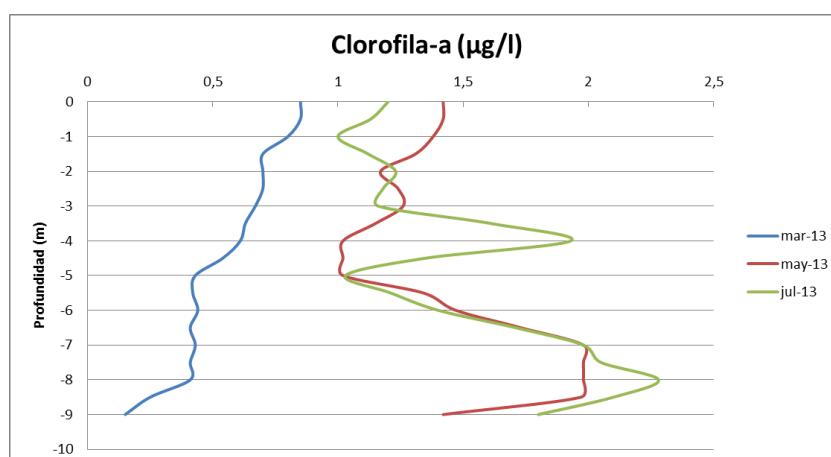


Figura 34. Variación de la clorofila-a en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

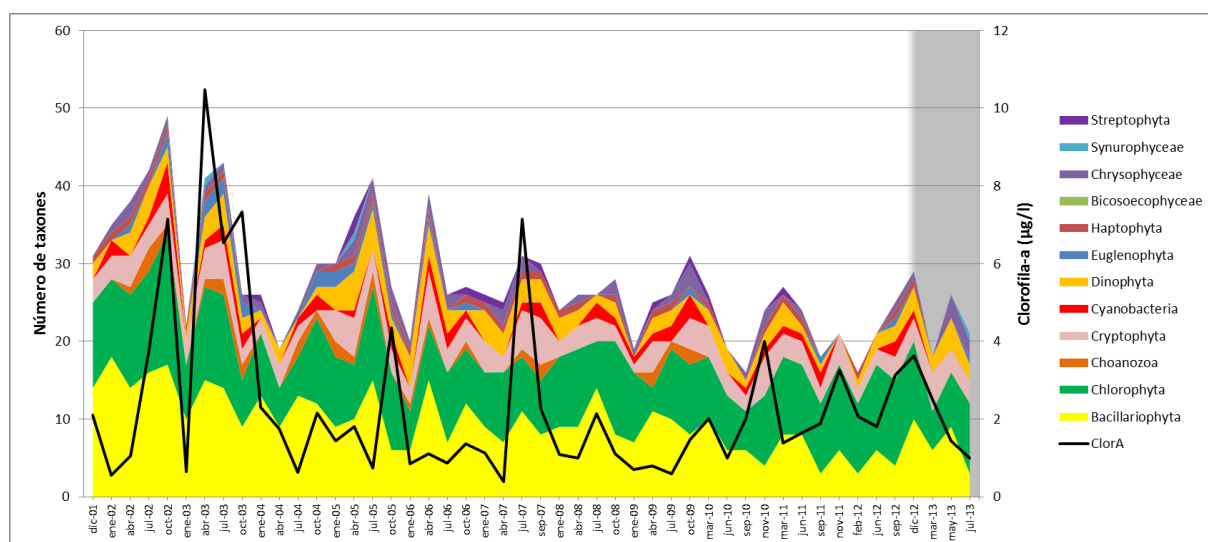


Figura 35. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Arbieta desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

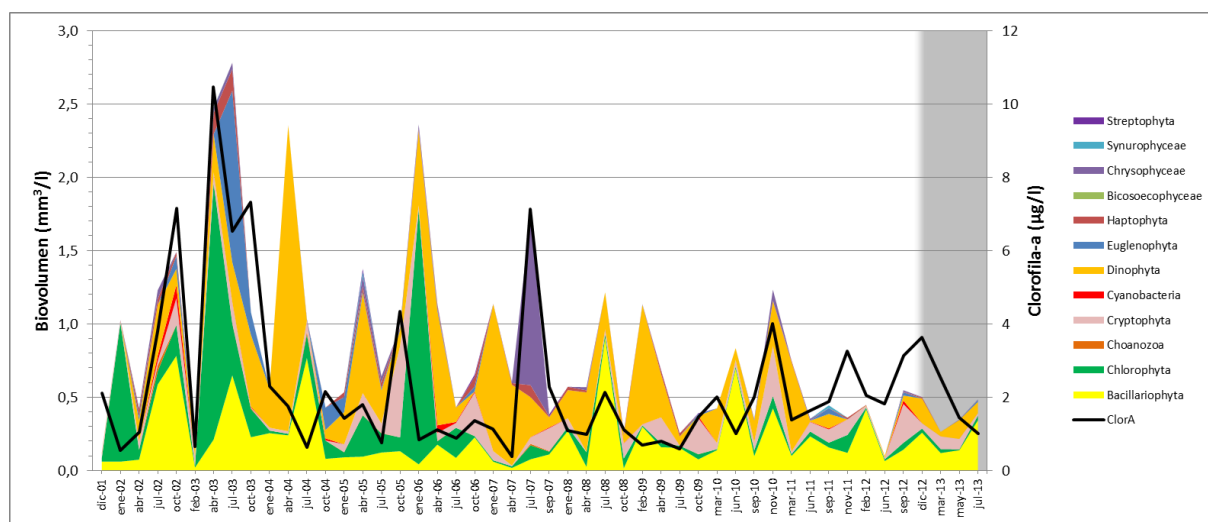


Figura 36. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Arbieta desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 35. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Arbieto entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	20	0,684	18	0,150	3	0,021	5	0,105	5	0,064	5	0,228
02/03	14	0,649	12	0,352	2	0,005	5	0,140	2	-	4	0,271
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	15	0,123	12	0,131	2	0,003	3	0,065	-	-	5	0,226
05/06	7	0,086	9	0,205	-	-	3	0,033	2	0,007	3	0,098
06/07	11	0,077	7	0,095	1	0,010	5	0,044	1	0,002	3	0,272
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	8	0,396	9	0,028	-	-	4	0,050	1	0,001	3	0,114
10/11	11	0,195	11	0,033	-	-	3	0,078	2	0,004	2	0,053
11/12	7	0,103	14	0,030	-	-	3	0,137	2	0,012	2	0,023
12/13	3	0,343	9	0,032	-	-	3	0,017	-	-	2	0,077

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	1	0,088	1	0,032	-	-	1	0,001	-	-	-	-
02/03	2	1,170	1	0,147	-	-	1	0,044	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	1	0,039	-	-	2	0,043	-	-	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	2	0,002	-	-	-	-
06/07	-	-	1	0,082	-	-	2	1,162	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	1	0,010	-	-	-	-
10/11	1	0,040	1	0,002	-	-	1	0,012	1	0,018	-	-
11/12	1	0,022	1	0,003	-	-	1	0,011	-	-	-	-
12/13	1	0,012	-	-	-	-	2	0,004	1	0,001	-	-

Tabla 36. Métricas adicionales analizadas en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	26/03/2013	15/05/2013	10/07/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,32	0,05	0,02	0,13	
Índice Willén	0,26	0,35	0,49	0,36	Oligotrófico
IPL	15	21	15	18	Oligotrófico
ITP	16	6	14	12	Muy bueno

Tabla 37. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clo-a	BiovT	Clase BiovT	Clase final de fitoplancton	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	5,5	Bueno	1,373	Bueno	Bueno	18,3	Bueno	Bueno
02/03	6,9	Moderado	2,778	Deficiente	Moderado	31,5	Moderado	Moderado
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-	16,4	Bueno	Bueno
04/05	0,7	Muy bueno	0,63	Muy bueno	Muy bueno	19,1	Bueno	Muy bueno
05/06	0,9	Muy bueno	0,431	Muy bueno	Muy bueno	21,8	Bueno	Muy bueno
06/07	7,1	Moderado	1,744	Bueno	Bueno	24,8	Bueno	Bueno
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-	18,6	Bueno	Bueno
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	-	17,3	Bueno	Bueno
09/10	1,5	Muy bueno	0,599	Muy bueno	Muy bueno	10,4	Muy bueno	Muy bueno
10/11	1,9	Muy bueno	0,435	Muy bueno	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	2,5	Muy bueno	0,341	Muy bueno	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	1	Muy bueno	0,485	Muy bueno	Muy bueno	12	Muy bueno	Muy bueno

4.2.3 Otra flora acuática

Este indicador no es evaluable en esta laguna, ya que presenta más del 80% de la zona litoral a evaluar con pendiente superior a 30° y sustrato rocoso, por lo que se trata de una zona no colonizable por los macrófitos.

4.2.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 16 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso (1 taxón) con respecto al ciclo anterior (figura 37). Los coleópteros y heterópteros son los que mayor número de familias presentan.

Se ha detectado la presencia de *Procambarus clarkii*, aunque de forma puntual, por lo que la métrica especies introducidas de invertebrados presenta un estado de calidad B= “Moderado”. Aunque en el ciclo anterior la especie no fue detectada, el hallazgo de unos pocos ejemplares nos indica que esta no se ha extinguido, o bien ha vuelto a ser introducida desde el ciclo anterior.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Arbieto para el elemento de calidad “invertebrados bentónicos” es “Moderado”, como en la mayoría de ciclos anteriores (tabla 38).

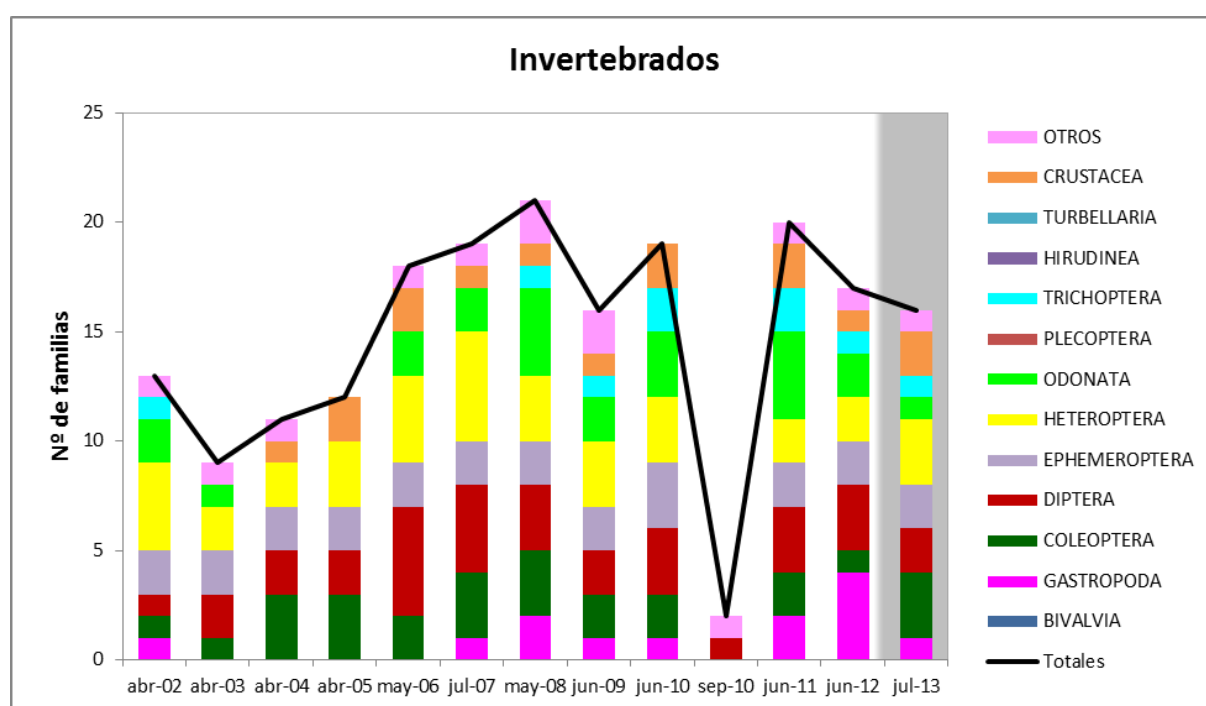


Figura 37. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Tabla 38. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” de la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	13	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
02/03	9	Deficiente	A	Muy bueno/Bueno	Deficiente
03/04	11	Moderado	B	Moderado	Moderado
04/05	12	Moderado	B	Moderado	Moderado
05/06	18	Bueno	B	Moderado	Moderado
06/07	19	Bueno	B	Moderado	Moderado
07/08	21	Muy bueno	B	Moderado	Bueno
08/09	16	Bueno	B	Moderado	Moderado
09/10	19	Bueno	B	Moderado	Moderado
10/11	20	Bueno	B	Moderado	Moderado
11/12	17	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
12/13	16	Bueno	B	Moderado	Moderado

4.2.5 Fauna ictiológica

Este indicador no se ha muestreado en la laguna de Arbieto durante el ciclo hidrológico 2012/13.

Los resultados obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 39) muestran una tendencia al aumento de especies introducidas, si bien de forma natural la laguna de Arbieto no debería de tener peces. Los datos muestran siempre una dominancia de las especies autóctonas, tanto en densidad como en biomasa, sobre la única especie alóctona detectada desde el año 2010, el carpín (*Carassius auratus*).

Dado que este indicador no se ha muestreado en la laguna de Arbieto durante este ciclo 2012/13, y se ha encontrado que las condiciones para la fauna ictiológica son estables con respecto al ciclo anterior, el estado de calidad a aplicar sería el de dicho ciclo: “Bueno” (tabla 40).

Tabla 39. Resultados las diferentes métricas de la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Red		Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE	BPUE	CPUE
24-jul-02	<i>Parachondrostoma miegii</i>	7	20	111,8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Luciobarbus graellsii</i>	13	21,6	147,7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
10-jul-06	<i>Luciobarbus graellsii</i>	11	12,3	19,2	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	3	22,7	208,3	588,2	2,8	No evaluado	No evaluado
8-sep-10	<i>Luciobarbus graellsii</i>	4	17,5	82,8	1,9	155,8	No evaluado	No evaluado
	<i>Carassius auratus</i>	3	6,9	10,3	29,2	2,8	No evaluado	No evaluado
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	1	5,3	2,2	2,1	0,9	No evaluado	No evaluado
	<i>Salmo trutta fario</i>	1	54	1470	1383,5	0,9	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	2	25,4	303	484,8	1,6	No evaluado	No evaluado
20-09-2012	<i>Luciobarbus graellsii</i>	5	14,8	40	80,2	2	No evaluado	No evaluado
	<i>Carassius auratus</i>	2	7,9	22	17,9	0,8	No evaluado	No evaluado
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	4	6,4	3	5,1	1,6	No evaluado	No evaluado

Tabla 40. Resultados del elemento de calidad “Fauna ictiológica” del lago de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	SI	2	0	No evaluado	No evaluado	Moderado
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
05/06	SI	1	0	No evaluado	No evaluado	Moderado
06/07	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
09/10	SI	4	1	SI	Ligero o nulo	Bueno
10/11	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
11/12	SI	3	1	SI	Ligero o nulo	Bueno
12/13	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable

4.2.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Arbieto ha permitido conocer el estado del lago en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: profundidad de visión del disco de Secchi, conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 33). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Arbieto durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha sido de 3,9 m, con un máximo de 4,6 m en julio y un mínimo de 3 m en diciembre (figura 38). El valor obtenido para el periodo de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 4,6 m, que corresponde con un estado de calidad “Muy bueno”, lo que supone una mejora con respecto al ciclo anterior (tabla 41).

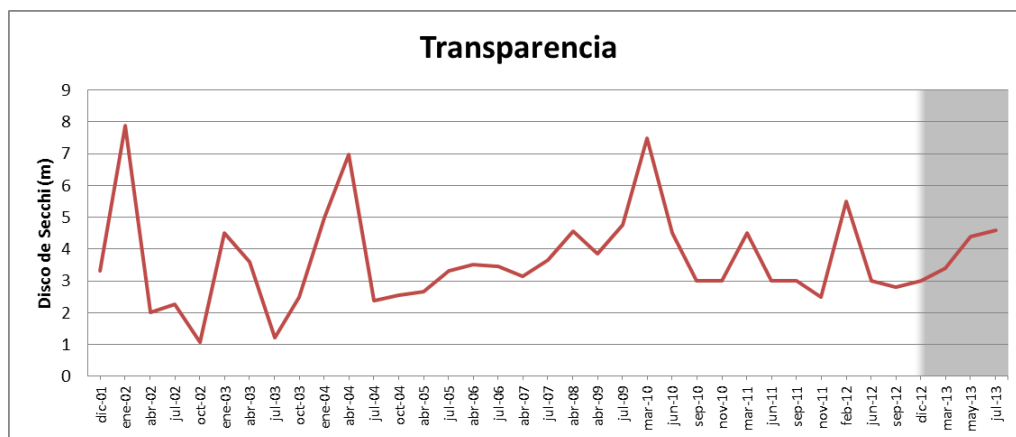


Figura 38. Evolución de la transparencia en la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos en los perfiles longitudinales

Los perfiles de conductividad (figura 39) muestran un ligero incremento de la misma con la profundidad. Los valores más altos corresponden al mes de julio en la zona profunda (1914 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que en diciembre los valores permanecen iguales a lo largo de toda la columna de agua (1580 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El promedio de los valores de la zona fótica en las épocas de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 1849 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que corresponde con un estado de calidad “Muy bueno”. Estos valores son muy similares a los obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 41).

En la figura 40 se presentan los perfiles de variación del pH. Dichos perfiles muestran una disminución de la basicidad en relación a la profundidad, excepto en diciembre donde se mantiene prácticamente igual en toda la columna de agua. El promedio para la época de evaluación de la métrica (julio) es de 7,4, que corresponde con un estado de calidad “Bueno o superior”.

Los perfiles de la figura 41 muestran como la laguna presenta una temperatura muy semejante en toda la columna a excepción del mes de julio donde se observa un enfriamiento progresivo conforme nos acercamos al fondo.

La columna de agua presentó una buena oxigenación durante la mayor parte del ciclo, si bien en mayo y julio se observó una disminución en la zona más profunda, aunque no se llegó a la anoxia (figura 42 y 43).

En la figura 44 se observa como los valores de amonio se mantuvieron muy bajos en toda la columna del agua durante el ciclo 2012/13. El potencial Redox se mantuvo estable en toda la columna de agua, con valores más bajos en julio (figura 45). La turbidez más alta se encontró en marzo en las zonas más profundas (figura 46).

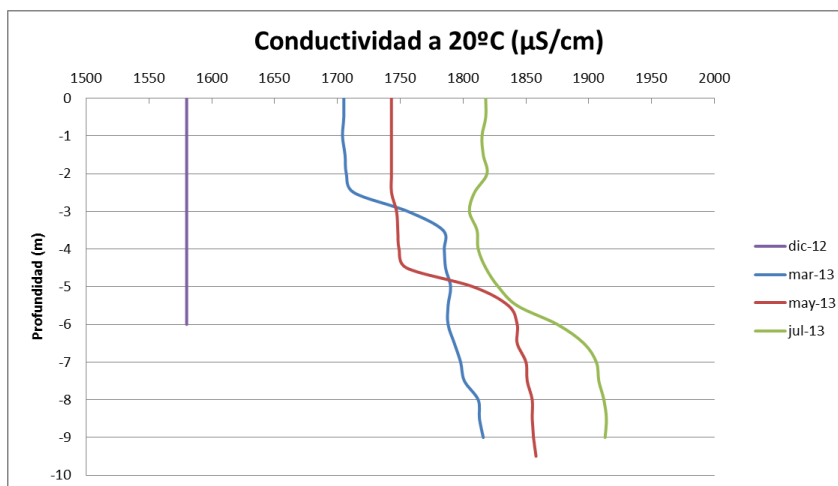


Figura 39. Variación de la conductividad eléctrica en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

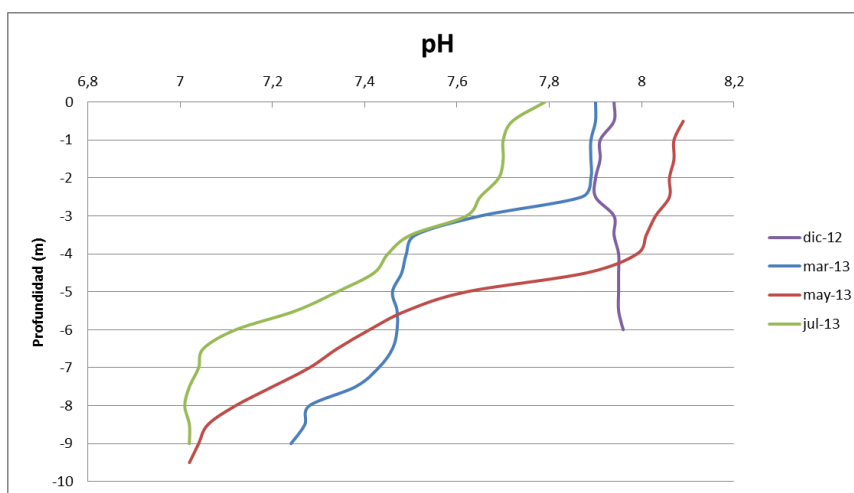


Figura 40. Variación del pH en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

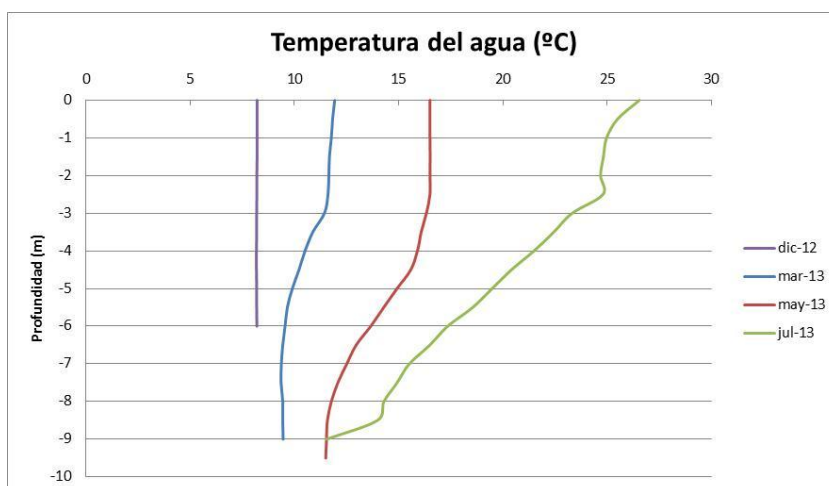


Figura 41. Variación de la temperatura en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

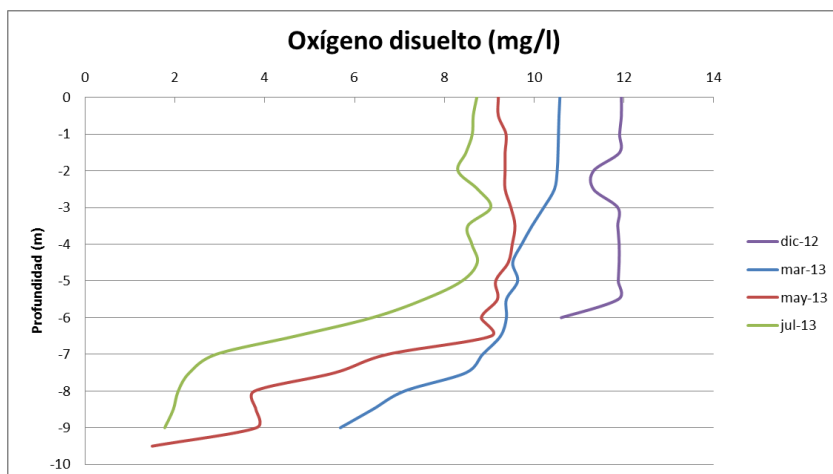


Figura 42. Variación del oxígeno disuelto en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

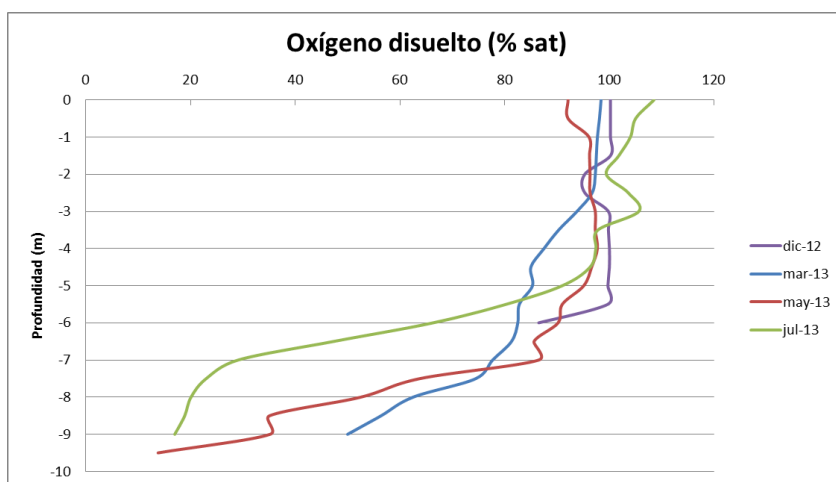


Figura 43. Variación del porcentaje de saturación de oxígeno en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

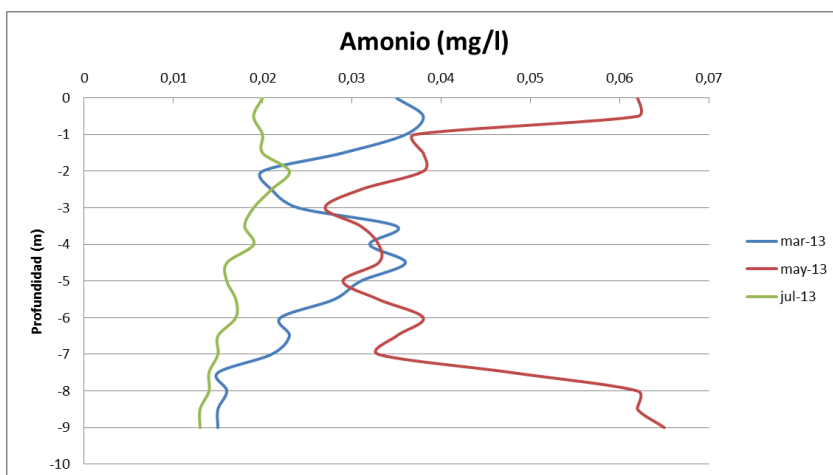


Figura 44. Variación del amonio en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

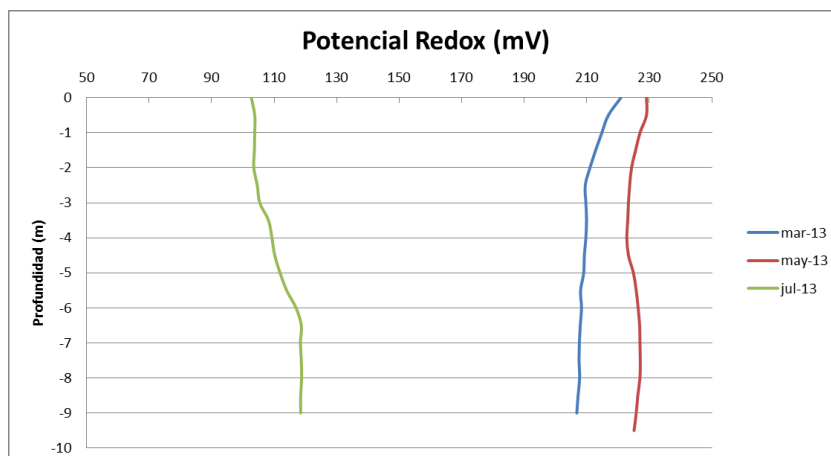


Figura 45. Variación del potencial Redox en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

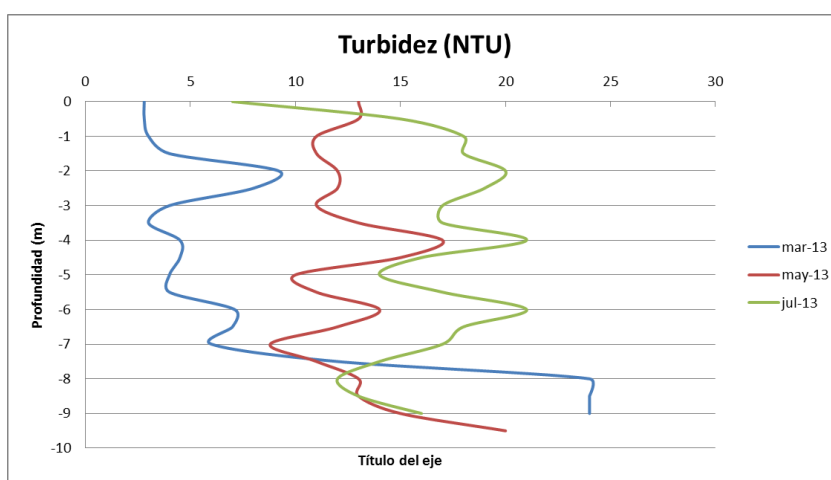


Figura 46. Variación de la turbidez en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

Resultados obtenidos en las muestras integradas

El valor de alcalinidad aumenta desde marzo a mayo (figura 47). El promedio de alcalinidad para las épocas de evaluación de la métrica es 2,92 meq/l, que corresponde con un estado de calidad “Muy bueno”. Teniendo en cuenta el pH y la alcalinidad, el indicador “Estado de acidificación” presenta un estado “Muy bueno”, lo que coincide con los resultados obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 41).

Según se observa en el gráfico de evolución (figura 48), el máximo valor de fósforo total se obtuvo en julio de 2013 con 51 $\mu\text{g/l}$ que corresponde a la época de evaluación de la métrica en la laguna de Arbieto. El estado de calidad basado en el indicador estado de nutrientes de la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/2013 es “Moderado o inferior”, lo que supone un empeoramiento del estado según este indicador con respecto a los ciclos anteriores, si bien no sobrepasa los máximos obtenidos superiores a 100 $\mu\text{g/l}$ en enero de 2005 y >200 $\mu\text{g/l}$ en septiembre de 2010 (tabla 41).

Los ortofostatos se incrementan a lo largo de 2013 pero no sobrepasan los 0,06 $\mu\text{g/l}$ (figura 49).

En la figura 50 se observa que los nitratos disminuyen a lo largo del año 2013, mientras que los nitritos aumentan, pero con valores inferiores a los 0,01 mg/l (figura 51).

Se observa una disminución del nitrógeno total, con respecto a diciembre de 2012 (figura 52). El amonio ha presentado durante todo el ciclo valores muy bajos (figura 53).

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de mayo con 4,7 mg/l (figura 54).



Figura 47. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Arbieta desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

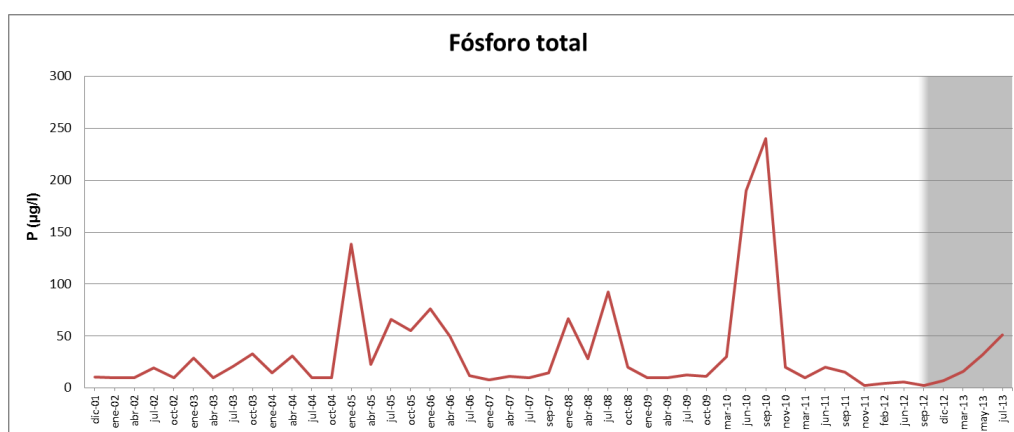


Figura 48. Evolución del fósforo total en la laguna de Arbieta desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

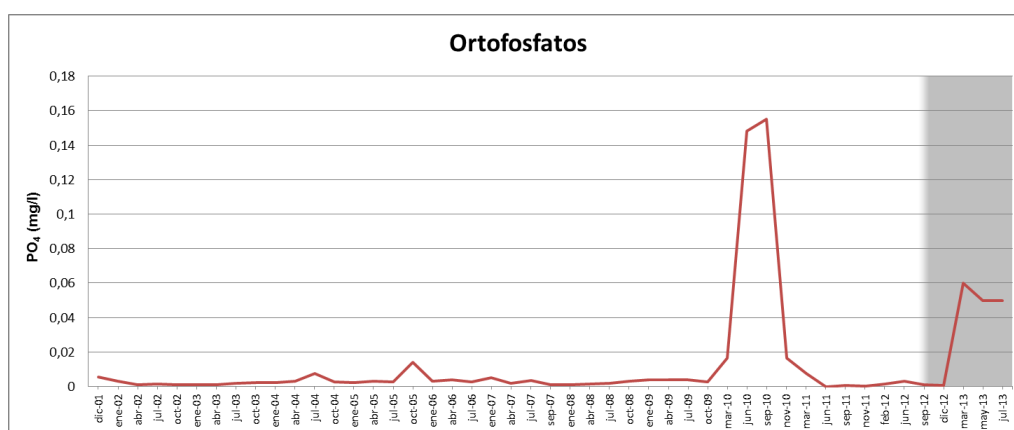


Figura 49. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Arbieta desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

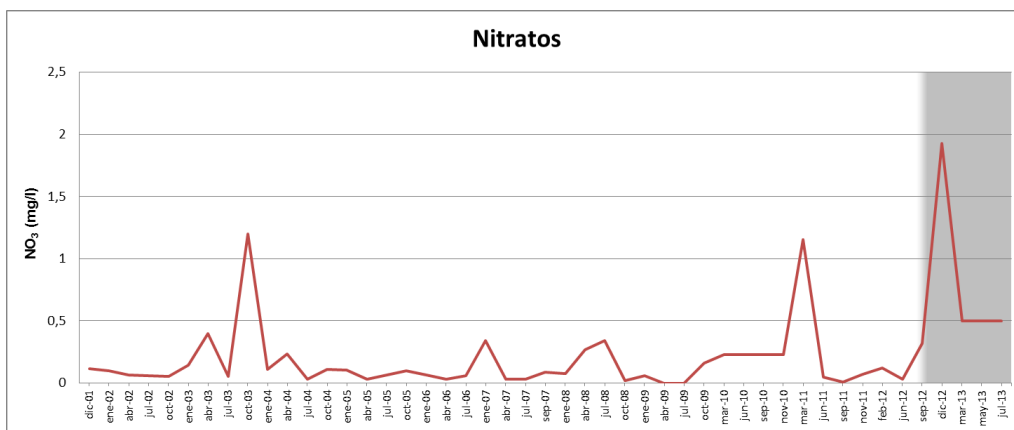


Figura 50. Evolución de los nitratos en la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

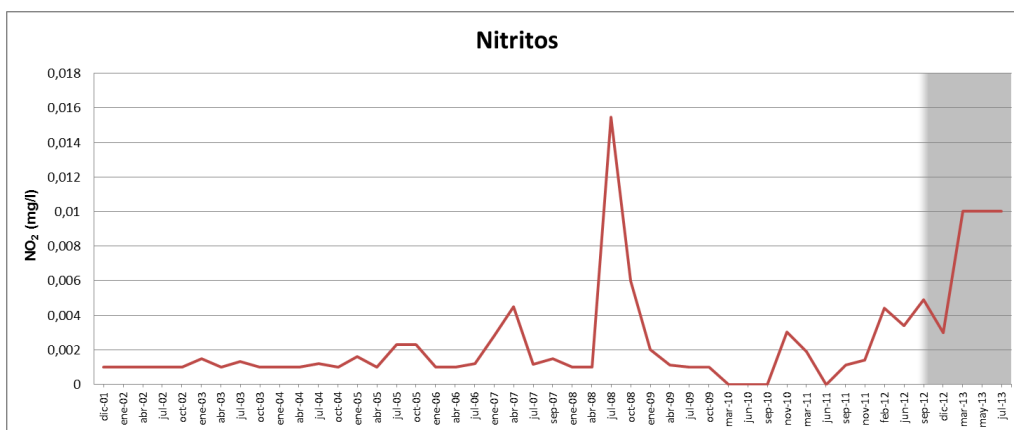


Figura 51. Evolución de los nitritos en la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

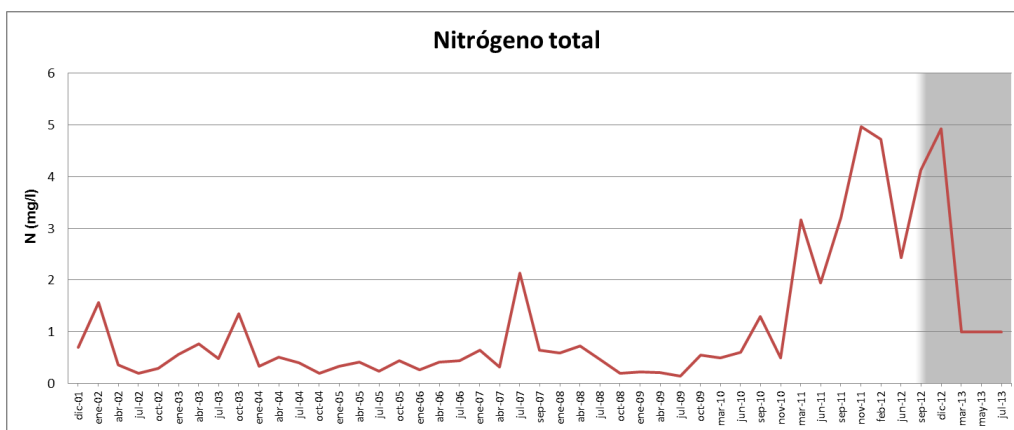


Figura 52. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

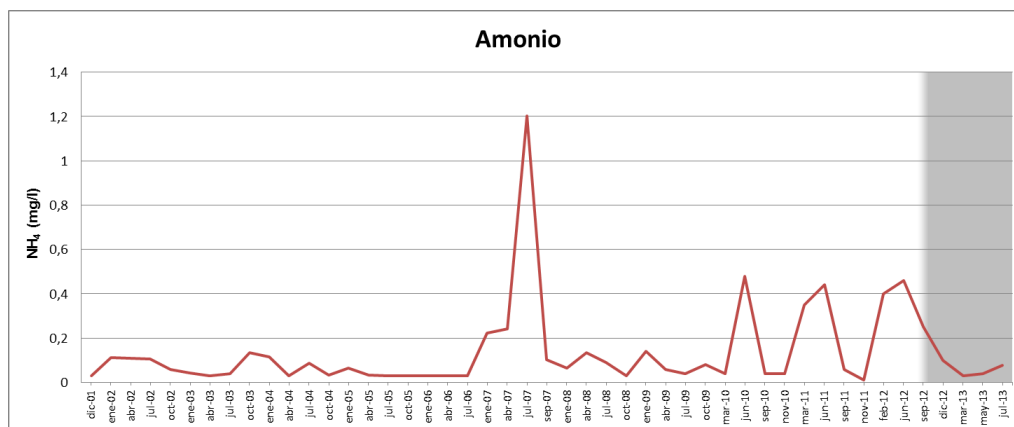


Figura 53. Evolución del amonio en la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

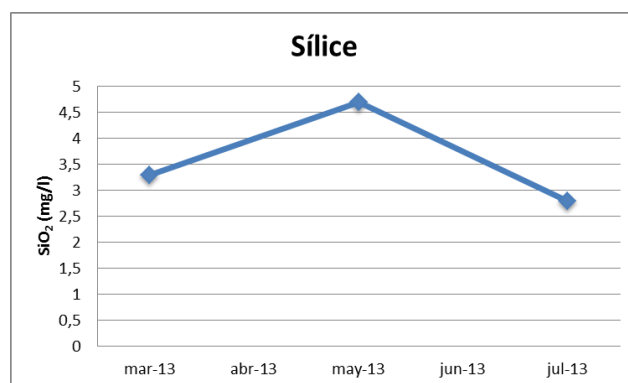


Figura 54. Variación de la concentración de sílice en la laguna de Arbieto en el ciclo 2012/13.

Tabla 41. Resultados de los elementos de calidad: Transparencia (T), Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Arbieto desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (DS: Disco de Secchi; CON: Conductividad; ALCA; Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	DS (m)	Estado T	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase	ALCA (meq/l)	Clase	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	1,7	Moderado	1902	Muy bueno	8,1	≥Bueno	2,0	Muy bueno	Muy bueno	14,7	Muy bueno
02/03	1,9	Moderado	1862	Muy bueno	7,9	≥Bueno	2,2	Muy bueno	Muy bueno	26,8	Moderado
03/04	2,5	Moderado	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
04/05	3,3	Bueno	1736	Muy bueno	7,8	≥Bueno	3,1	Muy bueno	Muy bueno	65,7	Moderado
05/06	3,5	Bueno	1764	Muy bueno	8,2	≥Bueno	2,6	Muy bueno	Muy bueno	12	Muy bueno
06/07	3,5	Bueno	1771	Muy bueno	7,8	≥Bueno	2,7	Muy bueno	Muy bueno	10	Muy bueno
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
08/09	4,8	Muy bueno	1749	Muy bueno	8,5	≥Bueno	No evaluado	-	Muy bueno	No evaluado	-
09/10	3,8	Bueno	2064	Muy bueno	7,9	≥Bueno	2,3	Muy bueno	Muy bueno	215	Moderado
10/11	3	Bueno	1522	Muy bueno	7,5	≥Bueno	2,2	Muy bueno	Muy bueno	17,5	Bueno
11/12	2,9	Moderado	1701	Muy bueno	7,8	≥Bueno	1,9	Muy bueno	Muy bueno	4,1	Muy bueno
12/13	4,6	Muy bueno	1849	Muy bueno	7,4	≥Bueno	2,9	Muy bueno	Muy bueno	51	Moderado

4.2.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Arbieta ha oscilado de los 10 m medidos en mayo de 2013 a los 6,5 m de diciembre de 2012. En el gráfico de evolución de la profundidad (figura 55) se observa que el lago ha oscilado entre los 5,41 m medidos en octubre de 2002 y los 11 m de marzo de 2010.

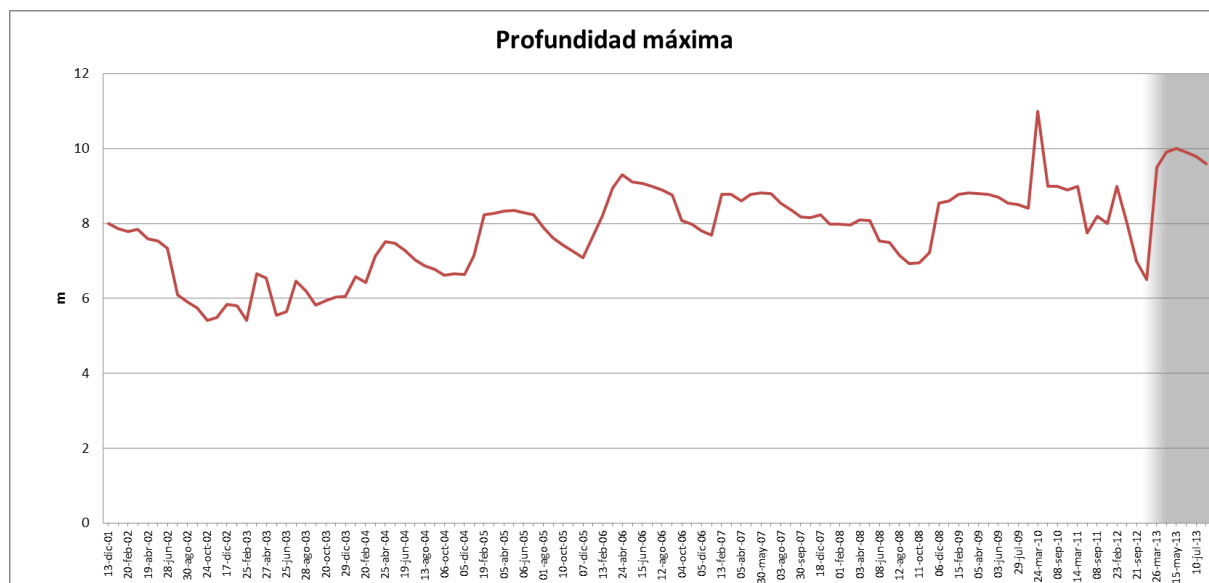


Figura 55. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Arbieta desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Ledoño (SP23) de la masa de agua subterránea: Mena-Orduña. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

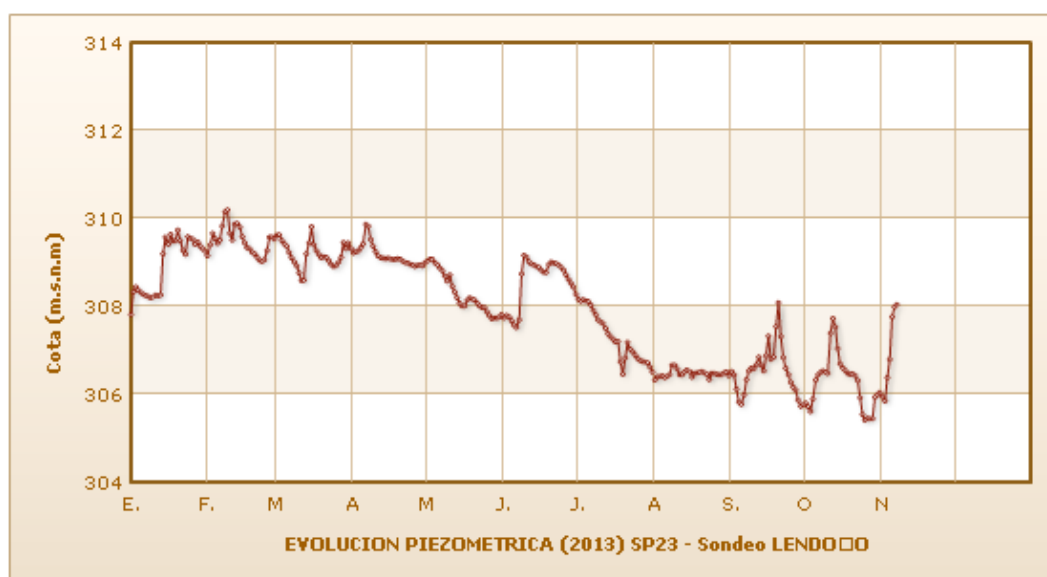


Figura 56. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo de Ledoño (SP23) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de estratificación.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** No se detectan alteraciones significativas en el estado y estructura de la zona ribereña, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

4.2.8 Estado ecológico

En la tabla 42 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado del lago de Arbieto es Moderado en la mayoría de los ciclos. Si observamos los diferentes elementos son los invertebrados y los peces los que condicionan dicho estado, junto con los nutrientes y en menor medida la transparencia del agua. Desde el punto de vista faunístico destaca la presencia, de *Procambarus clarkii* que ha vuelto a aparecer en este ciclo. Los indicadores hidromorfológicos analizados muestran un estado Muy bueno, manteniéndose las mismas características del régimen hidrológico y de condiciones morfológicas, que en el ciclo anterior.

Respecto al ciclo anterior, se observa un empeoramiento en las condiciones de nutrientes con un aumento del fósforo total y de los nitratos. Durante las distintas visitas a la laguna se ha observado la presencia de ganado ovino y equino en las inmediaciones de la cubeta lo que podría estar influyendo en el aumento de nutrientes.

Aunque no se ha realizado pesca durante el presente ciclo si se han observado algunos ejemplares grandes.

Las medidas que se proponen para mejorar el estado ecológico de esta laguna serían las mismas que en ciclos anteriores:

- Reducción de los nutrientes. Para ello se debería controlar los aportes a toda la cuenca.
- A nivel de comunidades biológicas, sería necesario eliminar las poblaciones alóctonas de peces y las de cangrejo rojo americano.

Tabla 42. Valoración del estado ecológico de la laguna de Arbieto, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Invertebrados	Peces	Estado Biológico
01/02	Bueno	Moderado	Moderado	Moderado
02/03	Moderado	Muy bueno	Moderado	Muy bueno
03/04	Bueno	Moderado	Moderado	Moderado
04/05	Muy bueno	Moderado	Moderado	Moderado
05/06	Muy bueno	Moderado	Moderado	Moderado
06/07	Bueno	Moderado	Moderado	Moderado
07/08	Bueno	Bueno	Moderado	Moderado
08/09	Bueno	Moderado	Moderado	Moderado
09/10	Muy bueno	Moderado	Bueno	Moderado
10/11	Muy bueno	Moderado	Bueno	Moderado
11/12	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno
12/13	Muy bueno	Moderado	Bueno	Moderado

Ciclo	Elementos fisicoquímicos				
	Transparencia	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	≤Moderado
02/03	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Moderado	-	-	-	≤Moderado
04/05	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
06/07	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
07/08	-	-	-	-	-
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	-	Muy bueno
09/10	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	≤Moderado
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
02/03	Deficiente	≤Moderado	Muy bueno	Deficiente
03/04	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
04/05	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
05/06	Moderado	Bueno	Muy bueno	Moderado
06/07	Moderado	Bueno	Muy bueno	Moderado
07/08	Moderado	-	Muy bueno	Moderado
08/09	Moderado	Muy bueno	Muy bueno	Moderado
09/10	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
10/11	Moderado	Bueno	Muy bueno	Moderado
11/12	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
12/13	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado

4.3 Laguna de Lamiogin

La laguna de Lamiogin se ubica en la cuenca hidrológica de Altube, subunidad hidrológica Nerbioi, dentro del municipio de Urkabustaiz. Se encuadra en una zona de ritmo climático atlántico, dentro del Parque Natural de Gorbeia.

La laguna de Lamiogin no está definida como masa de agua en la clasificación del MAGRAMA y no está incluida en el Inventario Español de Zonas Húmedas. Dadas sus características de “Lagunas cársticas profundas hipogénicas permanentes no fluctuantes” ha sido asimilada a la tipología 10, “Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico” para la evaluación de las métricas MAGRAMA.

Tabla 43. Características y tipología de la laguna de Lamiogin.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH asimilable	Tipo CAPV
No definida	No definida	Cantábrico Oriental	Natural	10: Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico	Ritmo climático atlántico. Lagunas cársticas profundas hipogénicas permanentes no fluctuantes

La laguna de Lamiogin se sitúa en la masa de agua subterránea: Mena-Orduña.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna de Lamiogin (LAM-L):



Figura 57. Ubicación del punto de toma de muestras en la laguna de Lamiogin (LAM-L).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores

analizados en la laguna de Lamiogin (LAM-L) son los siguientes:

Tabla 44. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Lamiogin.

Métrica	Condición de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	2,5	<3,5	3,5-5,5	5,6-7,9	8,0-14,0	>14,0
Biovolumen total	0,7	<1,2	1,2-2,0	2,1-2,7	2,8-5,5	>5,5
ITP		<15	15-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	11	>7	>7	7-5	4-3	<2
Cobertura total de hidrófitos	90	>75	75-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>20	16-20	10-15	<10	<10
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Transparencia TDS		>4	4-3	<3	<3	<3
Acidificación pH		7-9,7	7-9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	<3000	3000-3150	3150-3600	>3600	>3600	>3600
Nutrientes PT		<15	15-25	>25	>25	>25
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.3.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 3 muestreos en la laguna de Lamiogin (LAM-L). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los mismos.



Figura 58. Laguna de Lamiogin durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo LAM-L se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 45. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en LAM-L en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/02/2013	15/05/2013	09/07/2013
Temperatura del aire (°C)	1,7	14,3	28,1
Disco de Secchi (m)	4,7	4,3	3,6
2,5 x DS (m)	11,7	10,8	9
Profundidad máxima (m)	6,1	6,1	6

4.3.2 Fitoplancton y clorofila-a

Los perfiles longitudinales (figura 59) obtenidos en la laguna de Lamiogin durante el ciclo 2012/2013 indican que los máximos de clorofila-a se obtuvieron en la zona del hipolimnion durante el mes de mayo.

En los ciclos anteriores a 2009, se tomaron muestras discretas en la zona fótica. Para poder comparar los datos de clorofila-a y biovolumen con datos de los ciclos de 2009 a 2013 en los que se tomaron muestras integradas, se ha procedido de la siguiente manera:

- Para cada campaña, se han promediado los resultados obtenidos de diferentes profundidades (todas dentro de la zona fótica), tanto para el biovolumen total como para los biovolúmenes de los grupos algales y para la clorofila-a. De esta manera se ha obtenido un dato por campaña que puede asimilarse a una muestra integrada.
- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de junio/julio y septiembre/octubre. Las campañas que solo presentaron un dato de superficie no se tuvieron en cuenta.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 60 observamos que el grupo de las chlorophytas es el que presentó un número mayor de especies. Sin embargo el grupo dominante en biovolumen fue el de las bacillariophytas junto a dinophytas y en menor medida cryptophyceas (fig 61)

En la tabla 46 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 47 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a y el biovolumen, el estado de calidad de la laguna de Lamiogin para el elemento “fitoplancton” es “Bueno”, lo que supone un ligero descenso en la calidad con respecto a los dos ciclos anteriores (tabla 48)

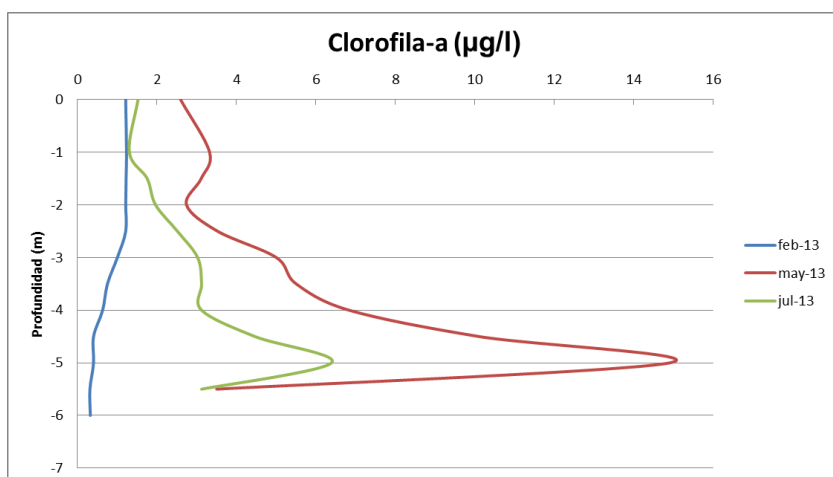


Figura 59. Variación de la clorofila-a en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

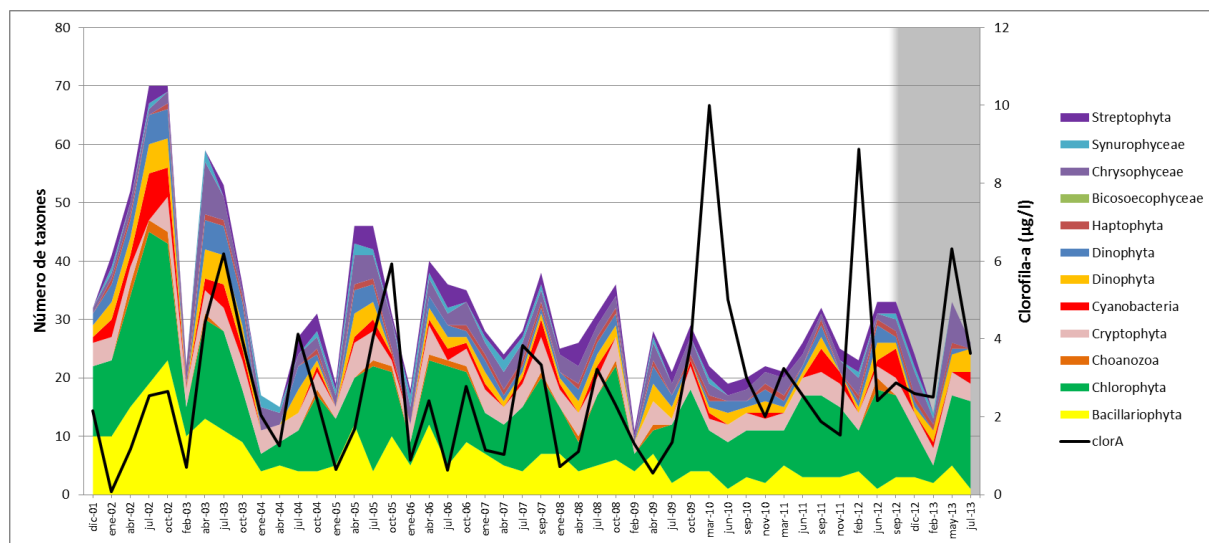


Figura 60. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

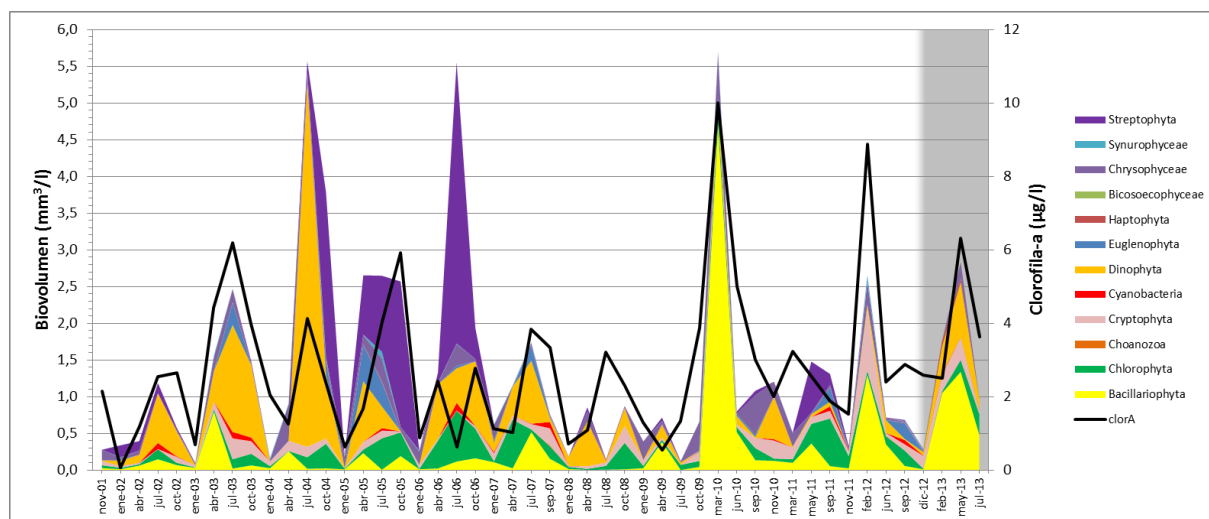


Figura 61. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 46. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Lamiogin entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	30	0,109	32	0,084	3	0,004	-	-	9	0,045	5	0,510
02/03	11	0,022	17	0,127	-	-	4	0,284	4	0,088	5	1,455
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	4	0,007	18	0,426	1	0,003	5	0,103	-	-	3	0,293
05/06	5	0,118	17	0,690	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	4	0,518	11	0,038	-	-	4	0,072	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	4	0,328	9	0,116	-	-	3	0,088	-	-	3	0,063
10/11	3	0,055	14	0,379	-	-	4	0,105	4	0,061	2	0,063
11/12	3	0,204	21	0,160	2	0,008	5	0,061	5	0,030	3	0,094
12/13	1	0,48	15	0,280	-	-	3	0,050	2	0,005	4	0,150

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	2	0,011	-	-	3	0,085
02/03	-	-	-	-	-	-	4	0,168	-	-	2	0,014
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	1	0,016	-	-	4	0,312	1	0,090	4	1,036
05/06	-	-	-	-	-	-	2	0,297	-	-	4	3,830
06/07	2	0,200	1	0,002	-	-	3	0,031	-	-	1	0,011
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	1	0,028	-	-	-	-	2	0,272	-	-	3	0,044
10/11	2	0,196	1	0,003	-	-	1	0,031	-	-	1	0,148
11/12	2	0,108	1	0,004	-	-	2	0,020	1	0,009	3	0,011
12/13	-	-	-	-	-	-	1	0,001	-	-	-	-

Tabla 47. Métricas adicionales analizadas en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	22/02/2013	15/05/2013	09/07/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,07	0,03	0,26	0,12	
Índice Willén	1,8	2,8	0,96	1,86	Mesotrófico
IPL	42	34	55	44,50	Eutrófico
ITP	16	18	28	20,67	Bueno

Tabla 48. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clo-a	BiovT	Clase BiovT	Clase final de fitoplancton	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	2,60	Muy bueno	0,85	Muy bueno	Muy bueno	17,1	Bueno	Bueno
02/03	5,08	Bueno	2,16	Moderado	Bueno	19,1	Bueno	Bueno
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-	22,4	Bueno	Bueno
04/05	4,05	Bueno	2,27	Moderado	Bueno	19,1	Bueno	Bueno
05/06	0,63	Muy bueno	4,95	Deficiente	Bueno	20,3	Bueno	Bueno
06/07	3,83	Bueno	0,87	Muy bueno	Bueno	17,8	Bueno	Bueno
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-	19,8	Bueno	Bueno
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	-	18	Bueno	Bueno
09/10	4,00	Bueno	0,94	Muy bueno	Bueno	20,5	Bueno	Bueno
10/11	1,87	Muy bueno	1,04	Muy bueno	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	2,65	Muy bueno	0,71	Muy bueno	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	3,63	Bueno	0,96	Muy bueno	Bueno	20,7	Bueno	Bueno

4.3.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido con respecto a los años anteriores (figura 62). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 63).

Al elemento de calidad “Otra flora acuática” de la laguna de Lamiogin le corresponde un estado “Moderado”, a diferencia de los ciclos anteriores que fue Bueno (tabla 49).

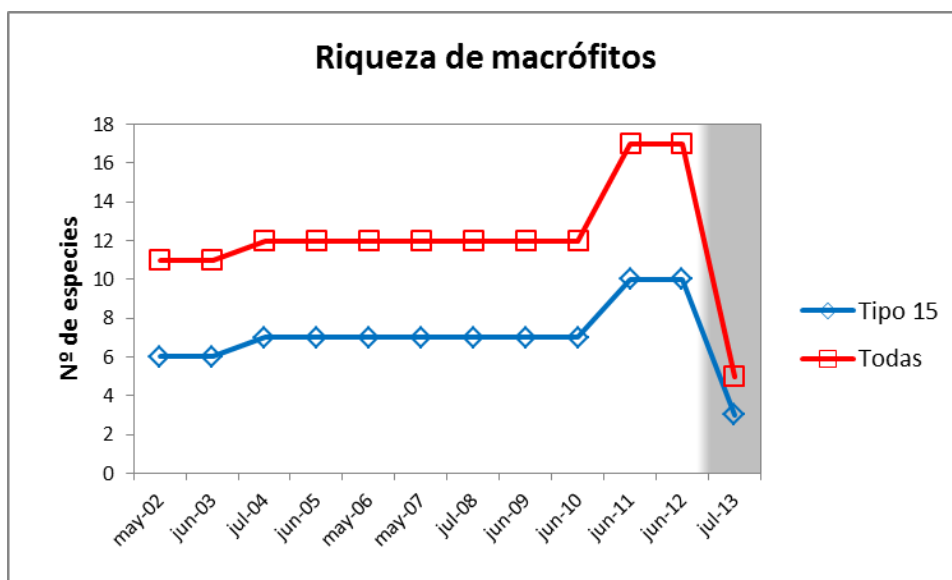


Figura 62. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

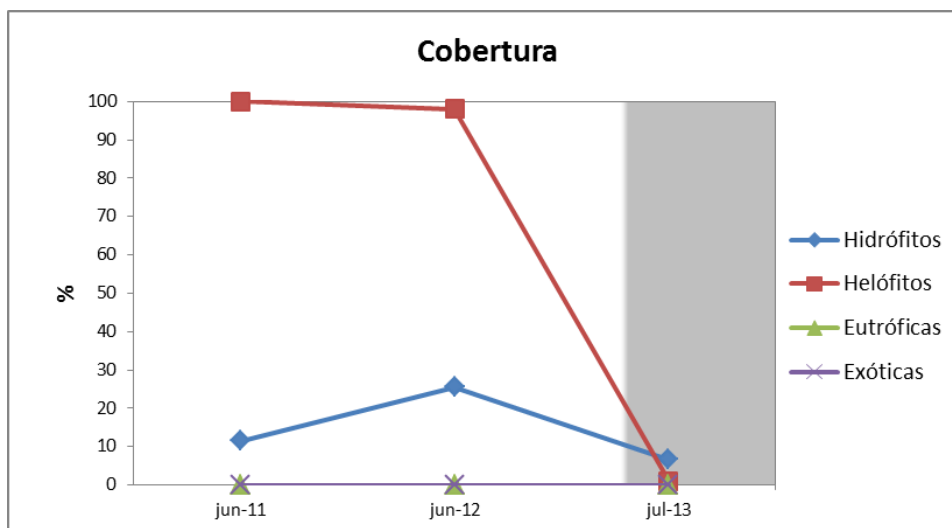


Figura 63. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2010/11 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 49. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	6	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
02/03	6	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
03/04	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
04/05	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
05/06	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
06/07	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
07/08	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
08/09	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
09/10	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
10/11	10	11,5	100	0	0	Bueno
11/12	10	25,5	98	0	0	Bueno
12/13	3	6,7	1	0	0	Moderado

4.3.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 23 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un descenso con respecto al ciclo anterior, si bien este valor corresponde a un estado de calidad "Muy bueno", como en los ciclos anteriores (tabla 50).

Los crustáceos y heterópteros son los que han presentado un mayor número de familias 4, seguidos por gasterópodos y odonatos con 3.

Se han observado escasos individuos del cangrejo autóctono, *Austropotamobius pallipes*.

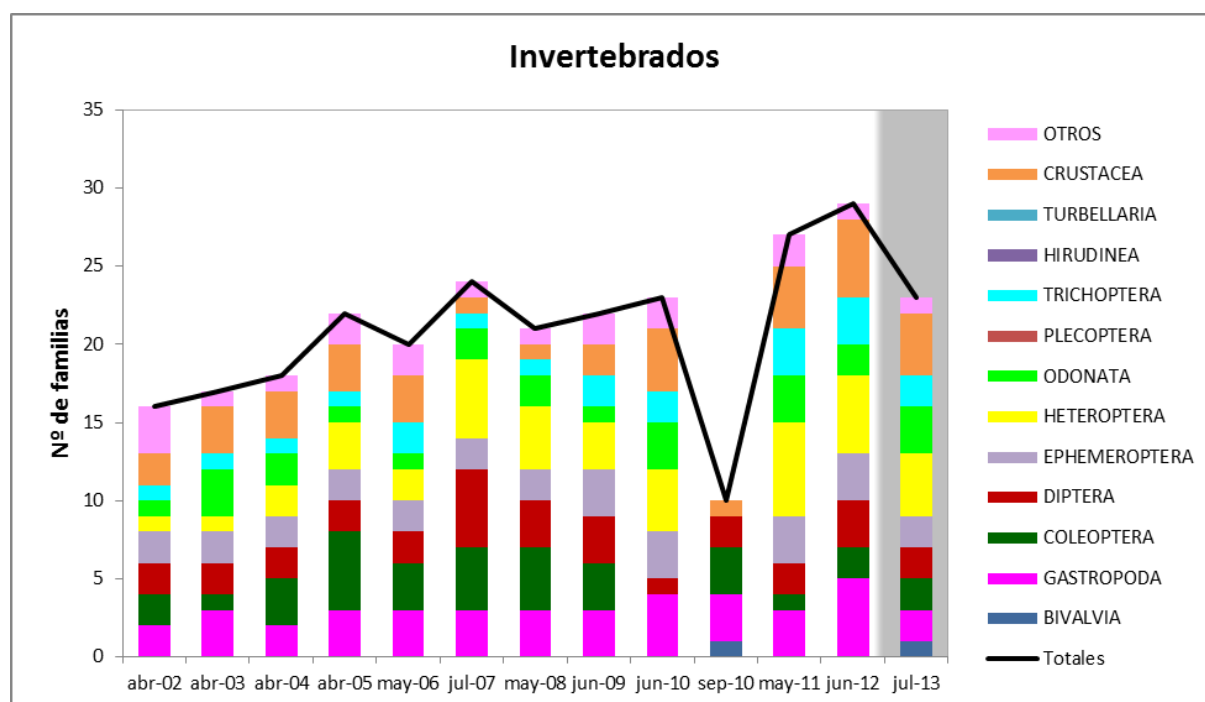


Figura 64. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 50. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” de la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	16	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
02/03	17	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
03/04	18	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
04/05	22	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
05/06	20	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
06/07	24	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
07/08	21	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
08/09	22	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
09/10	23	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
10/11	27	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
11/12	29	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
12/13	23	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno

4.3.5 Fauna ictiológica

Este indicador no se ha muestreado en la laguna de Lamiogin durante el ciclo hidrológico 2012/13.

Los resultados obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 51) muestran la existencia de 3 especies, dos autóctonas: la tenca (*Tinca tinca*) y la loina (*Parachondrostoma miegii*), que dominan en biomasa a la única especie alóctona: el carpín (*Carassius auratus*).

Dado que este indicador no se ha muestreado en la laguna de Lamiogin durante este ciclo 12/13, y se ha encontrado que las condiciones para la fauna ictiológica son estables con respecto al ciclo anterior, el estado de calidad a aplicar sería el de dicho ciclo: “Bueno” (tabla 52).

Tabla 51. Resultados las diferentes métricas de la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Red		Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE	BPUE	CPUE
25-jul-02	<i>Carassius auratus</i>	33	8,73	15,87	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	53	8,72	13,93	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
11-jul-06	<i>Carassius auratus</i>	98	8,86	15,2	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	10	20,66	136,4	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	25	10,12	27,1	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
30-sep-10	<i>Carassius auratus</i>	44	6,47	9,88	89,6	12,3	117,9	5
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	18	19,32	112,77	690	6	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	361	8,85	10,52	292,7	16,8	2093,2	222,1
25-sep-12	<i>Carassius auratus</i>	21	8,1	21	163,6	7,6	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	7	18,4	141	359,6	2,5	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	37	11,4	22	289,5	13,5	No evaluado	No evaluado

Tabla 52. Resultados del elemento de calidad “Fauna ictiológica” de la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-Bnativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	SI	1	1	No evaluado	No evaluado	Moderado
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
05/06	SI	2	1	No evaluado	No evaluado	Moderado
06/07	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
09/10	SI	2	1	SI	Ligero o nulo	Bueno
10/11	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
11/12	SI	2	1	SI	Ligero o nulo	Bueno
12/13	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable

4.3.6

4.3.7 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Lamiogin ha permitido conocer el estado de la laguna en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: profundidad de visión del disco de Secchi, conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 44). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Lamiogin durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha sido de 4,3 m, con un máximo de 4,7 m en febrero y un mínimo de 3,6 m en julio (figura 65). El valor obtenido para el periodo de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 3,6 m, que corresponde con un estado de calidad “Bueno”, como en el ciclo anterior (tabla 53).

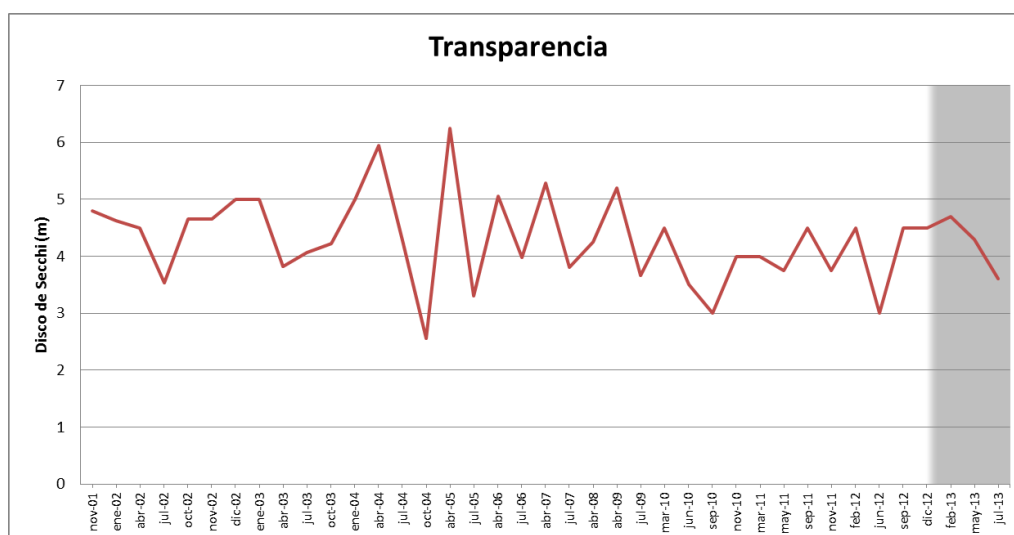


Figura 65. Evolución de la transparencia en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos en los perfiles longitudinales

Los perfiles de conductividad (figura 66) muestran un ligero incremento a partir de los 4 m, excepto en diciembre de 2012 donde no hay variaciones. Los datos obtenidos en mayo y julio son muy semejantes. El promedio de los valores de la zona fótica en las épocas de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 614,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que corresponde con un estado de calidad “Muy Bueno”. Este valor es algo superior a los obtenidos en los ciclos anteriores, si bien se mantiene el mismo estado de calidad (tabla 53).

Los perfiles de variación del pH (figura 67) muestran un descenso del pH con la profundidad, aunque los valores son siempre superiores a 7. En diciembre el pH se mantiene constante en toda la columna. El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (julio) es de 7,24, que corresponde con un estado de calidad “Bueno o superior”.

Los perfiles de temperatura (figura 68) muestran como la laguna presenta una temperatura bastante homogénea a lo largo de los perfiles de diciembre, febrero y mayo. El perfil de julio muestra un descenso de la temperatura con la profundidad.

Los perfiles de oxígeno (figura 69 y figura 70) presentan una buena oxigenación del agua en toda la columna, prácticamente durante todo el año. En verano en la zona más profunda los valores descienden considerablemente pero sin llegar a la anoxia.

Los valores registrados en los perfiles de amonio (figura 71) han sido muy bajos durante todo el ciclo

El potencial Redox no varió con la profundidad, obteniéndose los mayores valores en el muestreo de mayo y los menores en el de febrero (figura 72).

Los valores más altos de turbidez se registraron en superficie en mayo, si bien descendieron con la profundidad (figura 73).

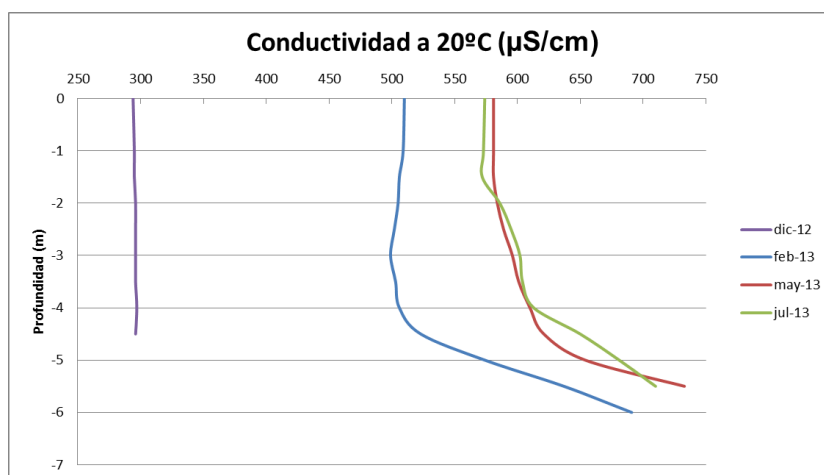


Figura 66. Variación de la conductividad en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

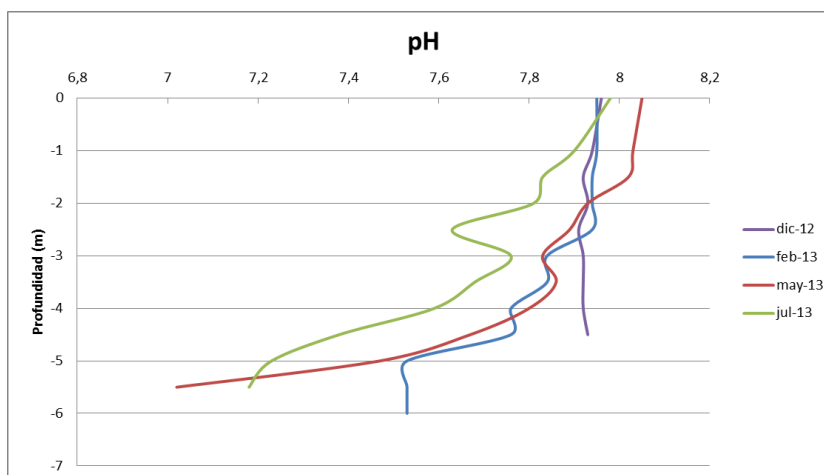


Figura 67. Variación del pH en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

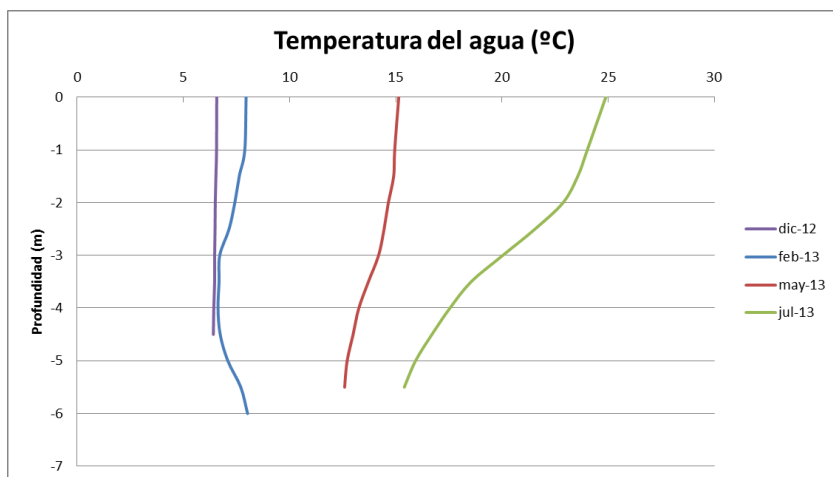


Figura 68. Variación de la temperatura en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

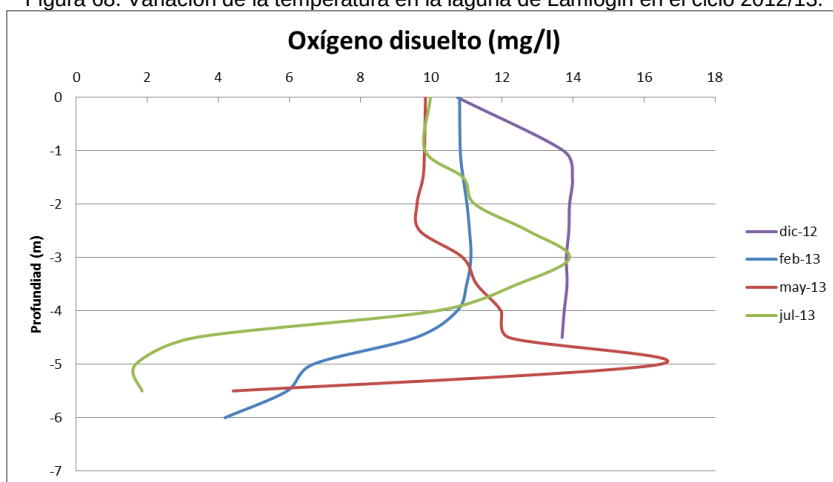


Figura 69. Variación del oxígeno disuelto en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

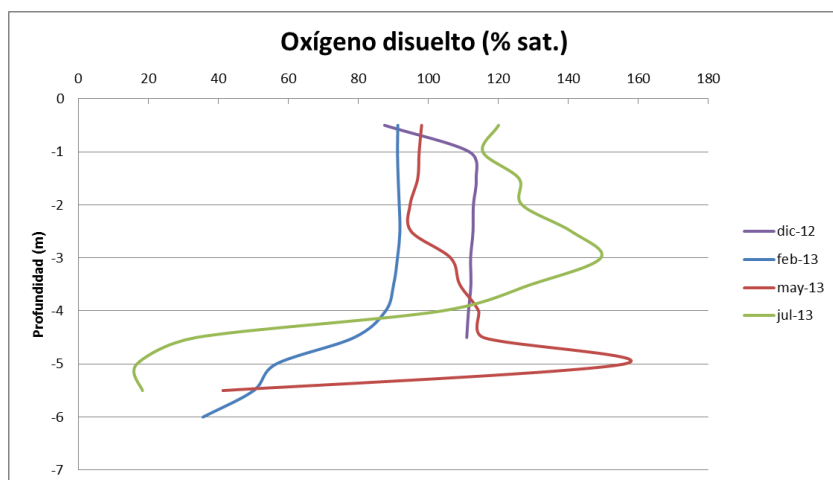


Figura 70. Variación del porcentaje de saturación de oxígeno en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

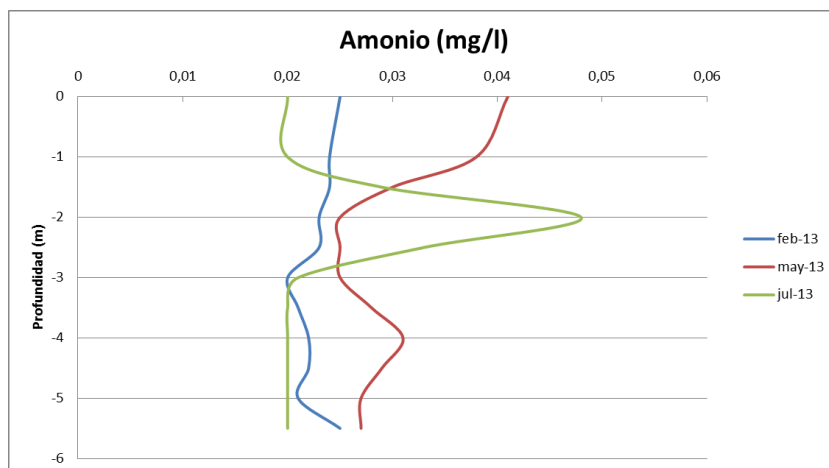


Figura 71. Variación del amonio en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

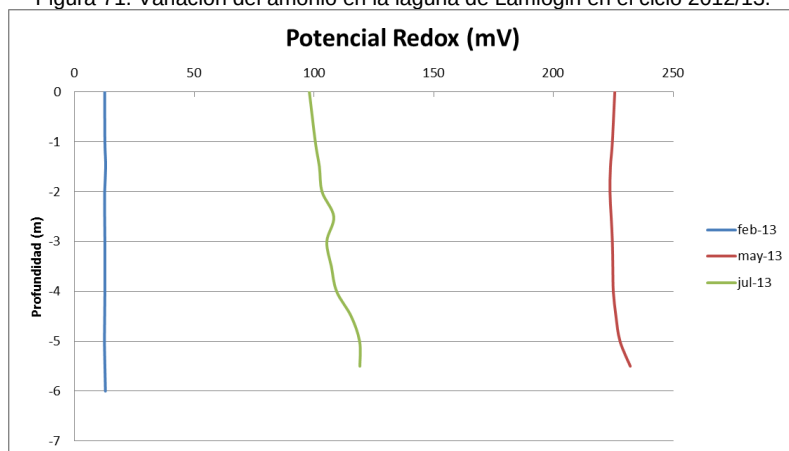


Figura 72. Variación del potencial Redox en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

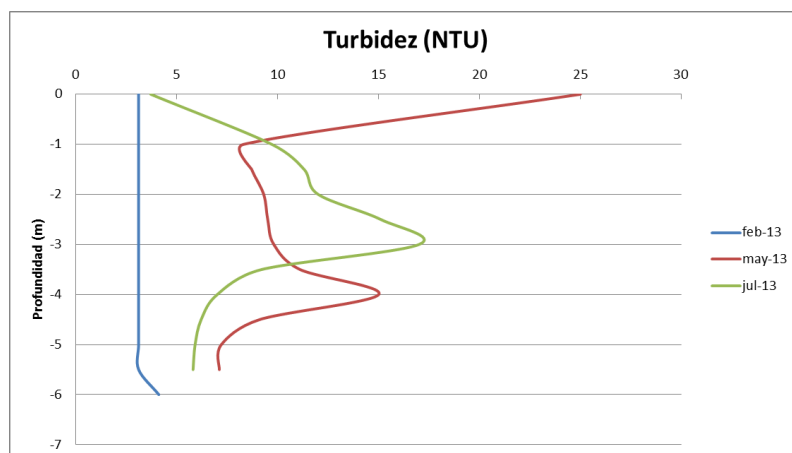


Figura 73. Variación de la turbidez en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

Resultados obtenidos en las muestras integradas

El valor de alcalinidad ha aumentado desde marzo a mayo (figura 74). El promedio de alcalinidad para las épocas de evaluación de la métrica es 4,62 meq/l, que corresponde con un estado de calidad “Muy bueno”. Teniendo en cuenta el pH y la alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador “Estado de acidificación” es “Muy bueno”, valores son muy semejantes a los obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 53).

Según se observa en el gráfico de evolución del fósforo total (figura 75), el máximo valor se obtuvo en mayo de 2013 con 34 µg/l. El promedio de fósforo total para las épocas de

evaluación de la métrica en la laguna de Lamiogin es de 33 $\mu\text{g/l}$. El estado de calidad basado en el indicador “Nutrientes” de la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/2013 es “Moderado o inferior”, lo que supone un empeoramiento con respecto a los dos ciclos anteriores (tabla 53).

En la figura 76 se observa como los ortofostatos se incrementan ligeramente, si bien no sobrepasan los 0,06 mg/l.

Los nitratos aumentan ligeramente (figura 77), pero siempre con valores inferiores a 0,6 mg/l y los nitritos aumentan en febrero para descender en los muestreos de abril y julio (figura 78). Se observa una disminución del nitrógeno total (figura 79) y del amonio (figura 80), con respecto al ciclo 2012/13. El sílice presenta un máximo de 2,4 mg/l en febrero de 2013 (figura 81).

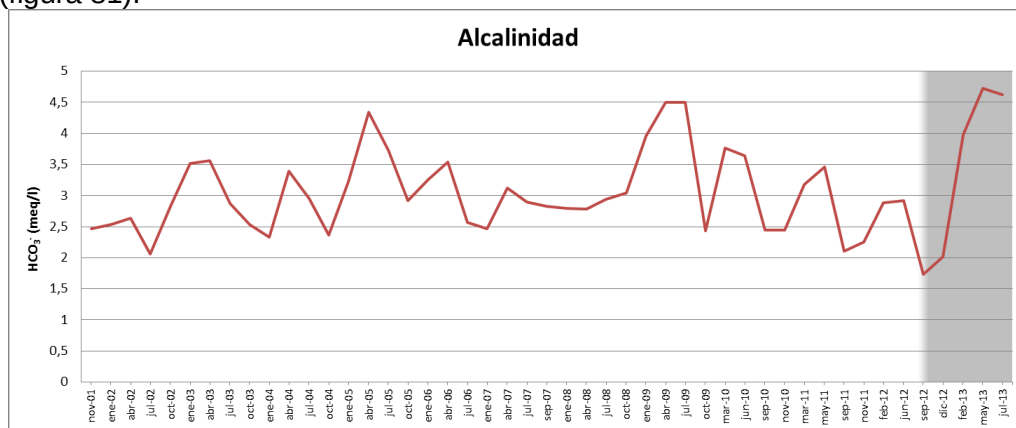


Figura 74. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

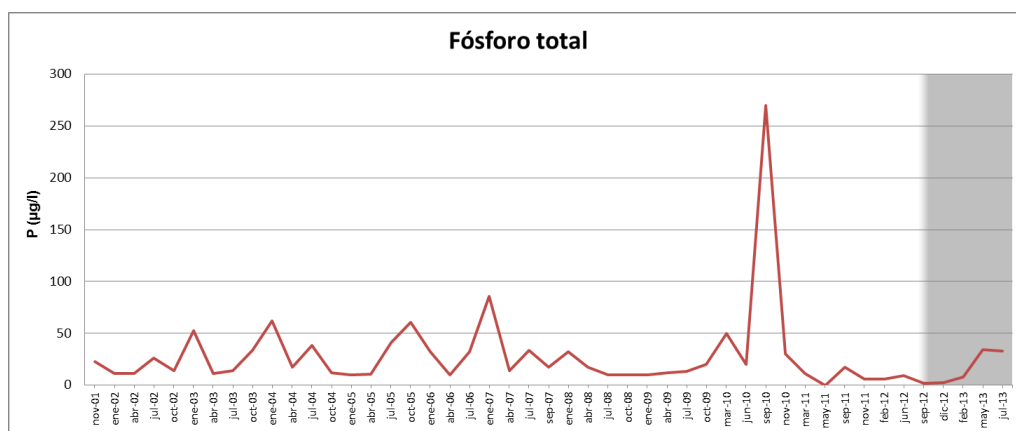


Figura 75. Evolución del fósforo total en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

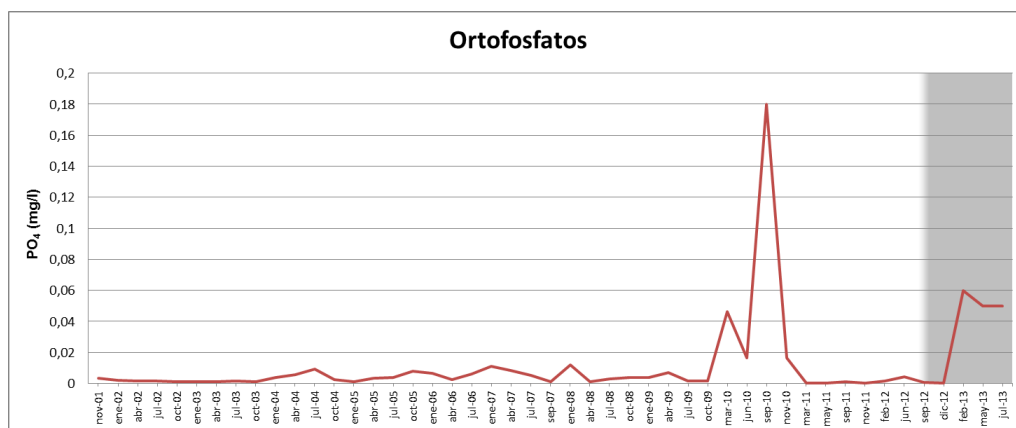


Figura 76. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

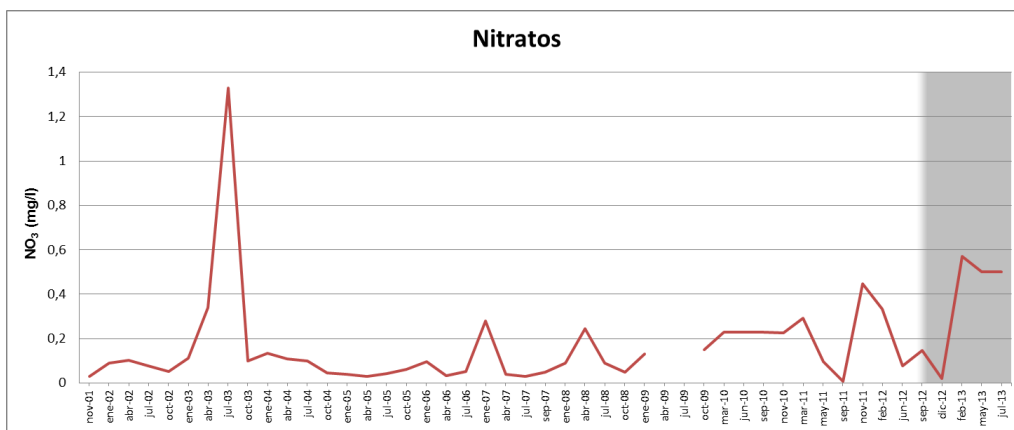


Figura 77. Evolución de los nitratos en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

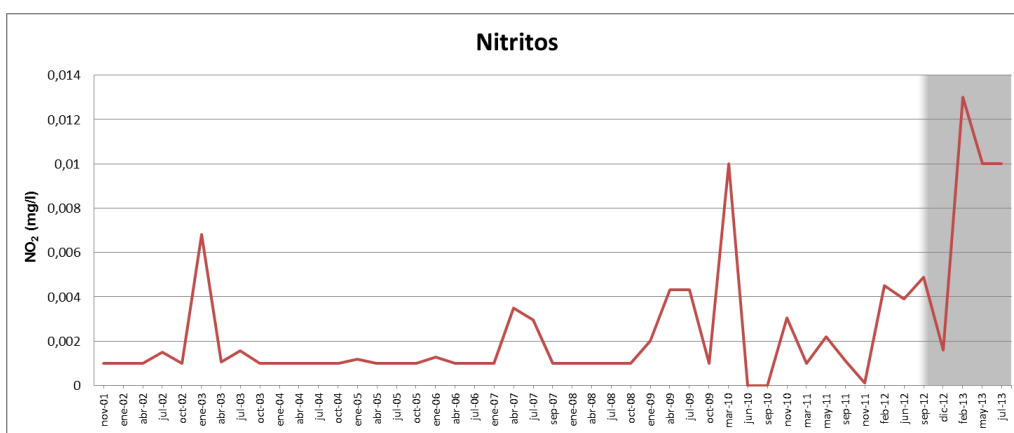


Figura 78. Evolución de los nitritos en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

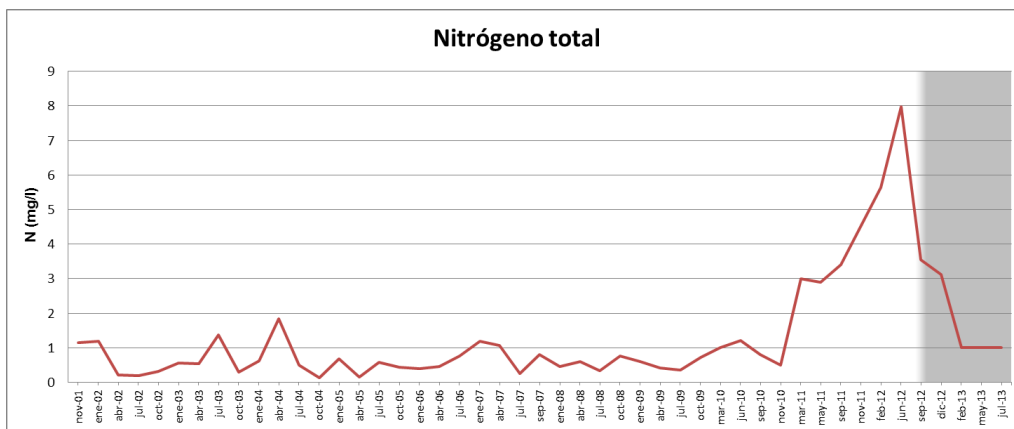


Figura 79. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

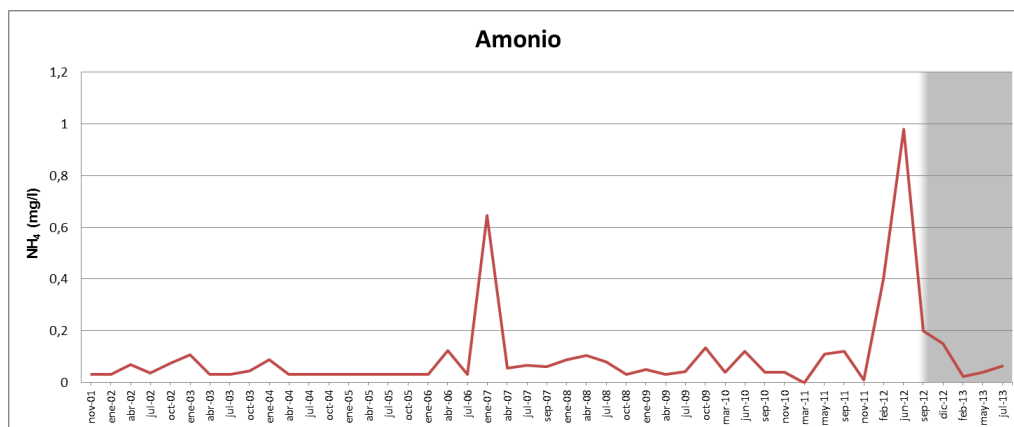


Figura 80. Evolución del amonio en la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

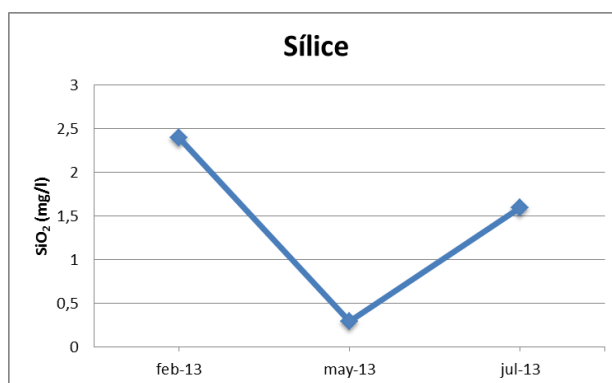


Figura 81. Variación de la concentración de sílice en la laguna de Lamiogin en el ciclo 2012/13.

Tabla 53. Resultados de los elementos de calidad: Transparencia (T), Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (DS: Disco de Secchi; CON: Conductividad; ALCA; Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	DS (m)	Estado T	CON (μS/cm)	Estado S	pH	Clase	ALCA (meq/l)	Clase	Estado A	PT (μg/l)	Estado N
01/02	4,09	Muy bueno	415	Muy bueno	7,6	≥Bueno	2,4	Muy bueno	Muy bueno	20,0	Bueno
02/03	4,15	Muy bueno	454	Muy bueno	7,7	≥Bueno	2,7	Muy bueno	Muy bueno	23,9	Moderado
03/04	3,42	Bueno	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
04/05	3,3	Bueno	496	Muy bueno	7,8	≥Bueno	3,7	Muy bueno	Muy bueno	41,2	Moderado
05/06	3,98	Bueno	396	Muy bueno	8,1	≥Bueno	2,6	Muy bueno	Muy bueno	32,3	Moderado
06/07	3,8	Bueno	457	Muy bueno	7,7	≥Bueno	2,9	Muy bueno	Muy bueno	33,8	Moderado
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
08/09	3,67	Bueno	418	Muy bueno	8,3	≥Bueno	No evaluado	-	Muy bueno	No evaluado	-
09/10	3,85	Bueno	579	Muy bueno	7,7	≥Bueno	3	Muy bueno	Muy bueno	145	Moderado
10/11	4,5	Muy bueno	327	Muy bueno	7,6	≥Bueno	2,1	Muy bueno	Muy bueno	17	Bueno
11/12	3,75	Bueno	442	Muy bueno	8,1	≥Bueno	2,3	Muy bueno	Muy bueno	5,5	Muy bueno
12/13	3,6	Bueno	615	Muy bueno	7,6	≥Bueno	4,6	Muy bueno	Muy bueno	33	Moderado

4.3.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Lamiogin ha oscilado de los 6,1 m medidos en febrero, marzo y mayo de 2013 a los 4,5 m de diciembre de 2012. En el gráfico de evolución de la profundidad (figura 82) se observa la oscilación de la misma entre los 4,27 y los 6,49 m.

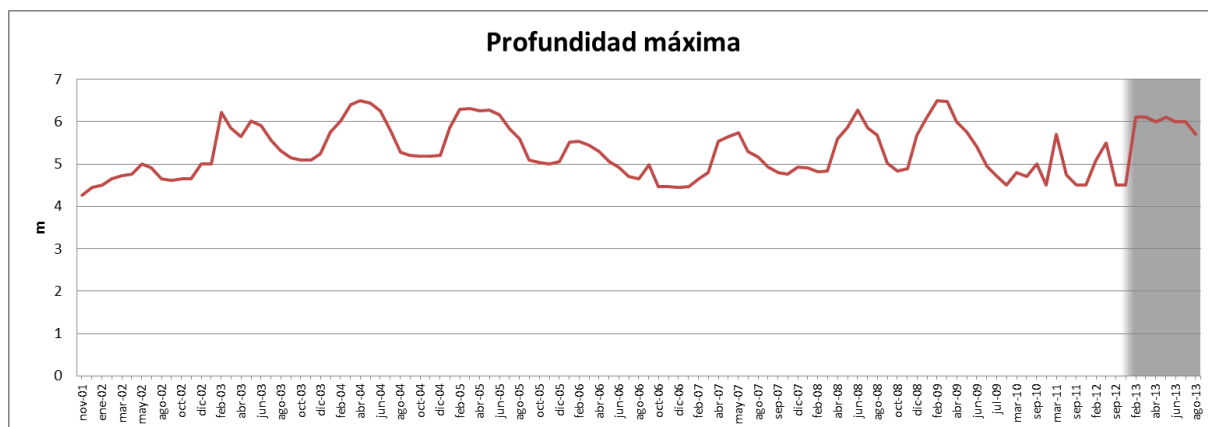


Figura 82. Variación de la profundidad máxima en el la laguna de Lamiogin desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Ledoño (SP23) de la masa de agua subterránea: Mena-Orduña. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

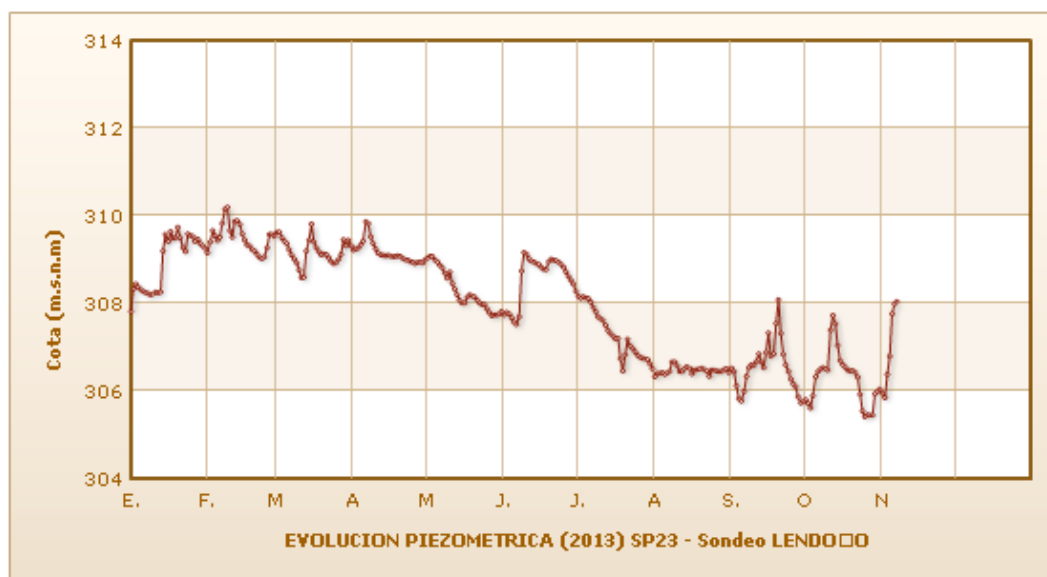


Figura 83. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo de Ledoño (SP23) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

- **Alteraciones del régimen de estratificación.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** No se han detectado, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

4.3.9 Estado ecológico

En la tabla 54 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado de la laguna de Lamiogin es Moderado lo que supone un empeoramiento con respecto a los dos ciclos anteriores. Este empeoramiento se ha debido principalmente a la pérdida de riqueza y cobertura de hidrófitos y helófitos y al aumento de los nutrientes, principalmente del fósforo total.

Tabla 54. Valoración del estado ecológico de la laguna de Lamiogin, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado Biológico
01/02	Bueno	Moderado	Bueno	Bueno	Moderado
02/03	Bueno	Moderado	Bueno	Bueno	Moderado
03/04	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
04/05	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
05/06	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
06/07	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
08/09	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
09/10	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
10/11	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
12/13	Bueno	Moderado	Muy bueno	Bueno	Moderado

Ciclo	Elementos fisicoquímicos				
	Transparencia	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Bueno	-	-	-	Bueno
04/05	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
07/08	-	-	-	-	-
08/09	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	-	Bueno
09/10	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
12/13	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Moderado	Bueno	Muy bueno	Moderado
02/03	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
03/04	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
04/05	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
05/06	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
06/07	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
07/08	Bueno	-	-	Bueno
08/09	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
09/10	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
10/11	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
11/12	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
12/13	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado

El nivel de agua de la laguna ha sido muy elevado durante todo el ciclo 2012-2013 con parte de las orillas inundadas permanentemente. La abundante presencia de vegetación arbórea hasta la orilla de la laguna limita el espacio en el que se pueden desarrollar los helófitos y por tanto toda la hojarasca ha sido arrastrada y descompuesta dentro de la cubeta siendo una posible causa del aumento de nutrientes. El nivel del agua también puede haber limitado el crecimiento de las plantas sumergidas.

El cambio de estado a Moderado de esta laguna respecto del ciclo anterior puede haberse debido a condiciones naturales como a lluvias mucho más abundantes que en ciclos anteriores. Por lo tanto la recomendación para esta laguna es seguir observando la evolución de la laguna para detectar posibles incidencias.

4.4 Laguna de Olandina

La laguna de Olandina se ubica en la cuenca hidrológica de Berrozi, subunidad hidrológica Ega dentro del municipio de Arraia-Maeztu. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo.

La laguna de Olandina no está definida como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológica del MAGRAMA. Por sus características sería asimilable al tipo 18, “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente”.

Tabla 55. Características y tipología de la laguna de Olandina.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH asimilable	Tipo CAPV
No definida	No definida	Ebro	Natural	18: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas diapíricas profundas de aportación mixta permanentes fluctuantes

La laguna de Olandina se sitúa en la masa de agua subterránea: Urbasa, cuya Unidad Hidrogeológica es: Urbasa.

La laguna de Olandina tiene asociado un arroyo de entrada que también ha sido objeto de estudio en el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en la laguna (OLA-H) y en el arroyo de entrada (OLA-E):



Figura 84. Ubicación del punto de toma de muestras en la laguna de Olandina (OLA-H) y en su arroyo de entrada (OLA-E).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Olandina (OLA-H) son los siguientes:

Tabla 56. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Olandina.

Métrica	Condición de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3,5	<5,3	5,3-8,5	8,6-14,7	14,8-24,0	>24,0
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	23	>11	>11	11-7	6-4	<4
Cobertura total de hidrófitos	80	>70	70-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,5	7-9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	500-3000	475-3150	400-475 o 3150-3600	<400 >3600	<400 >3600	<400 >3600
Nutrientes PT		<22	22-50	>50	>50	>50
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.4.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Olandina (OLA-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los mismos.



Figura 85. Laguna de Olandina durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo OLA-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 57. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en OLA-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	24/03/2013	10/05/2013	08/07/2013	03/10/2013
Temperatura del aire (°C)	13,4	11,2	27,2	22,1
Disco de Secchi (m)	1,54	3,24	1,86	0,35
2,5 x DS (m)	3,85	8,1	4,65	0,88
Profundidad máxima (m)	5,3	3,9	2,31	0,35

Durante 2013 se realizaron dos muestreos en el arroyo de entrada (OLA-E) obteniéndose los valores de los parámetros fisicoquímicos e hidromorfológicos que se indican a continuación. Como se observa en la figura 85 el arroyo de entrada presenta un caudal muy escaso en marzo y mayo, encontrándose seco en julio y octubre.



Figura 86. Arroyo de entrada de la laguna de Olandina durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” para el arroyo de entrada (OLA-E) se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 58. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en OLA-E en el año 2013.

Parámetro (unidad)	24/03/2013	10/05/2013
Anchura (m)	0,5	0,5
Profundidad (m)	0,03	0,03
Velocidad (m/s)	0,327	0,31
Caudal (m ³ /s)	0,0049	0,0047

4.4.2 Fitoplancton y clorofila a

Los perfiles longitudinales de clorofila-a (figura 87) obtenidos en la laguna de Olandina durante el ciclo 2012/2013 se pudieron tomar en los meses de marzo y mayo cuando la laguna tenía una profundidad superior a los 3 m. Las muestras tomadas en julio y octubre son puntuales, al igual que el resto del histórico que presenta un valor máximo de clorofila-a de 1697,7 µg/l medidos en octubre de 2009.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de abril/mayo y junio/julio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

Si observamos la evolución del número de especies que aparecen en la laguna de Olandina desde el ciclo de 2001-2002 hasta el 2012-2013 (figura 88), vemos que el número de especies de diatomeas ha disminuido. Respecto al biovolumen (figura 89) se

han mantenido valores totales similares a los del ciclo anterior aunque las especies dominantes han pertenecido al grupo de las cryptophyts excepto en el muestreo de octubre en el que han dominado las euglenophyts y cyanobacterias.

En la tabla 59 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 60 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el estado de calidad de la laguna de Olandina para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 61).

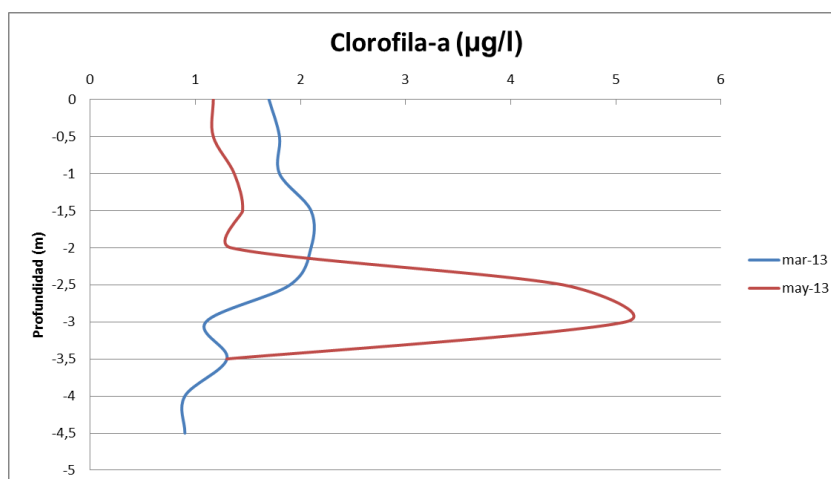


Figura 87. Variación de la clorofila-a en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

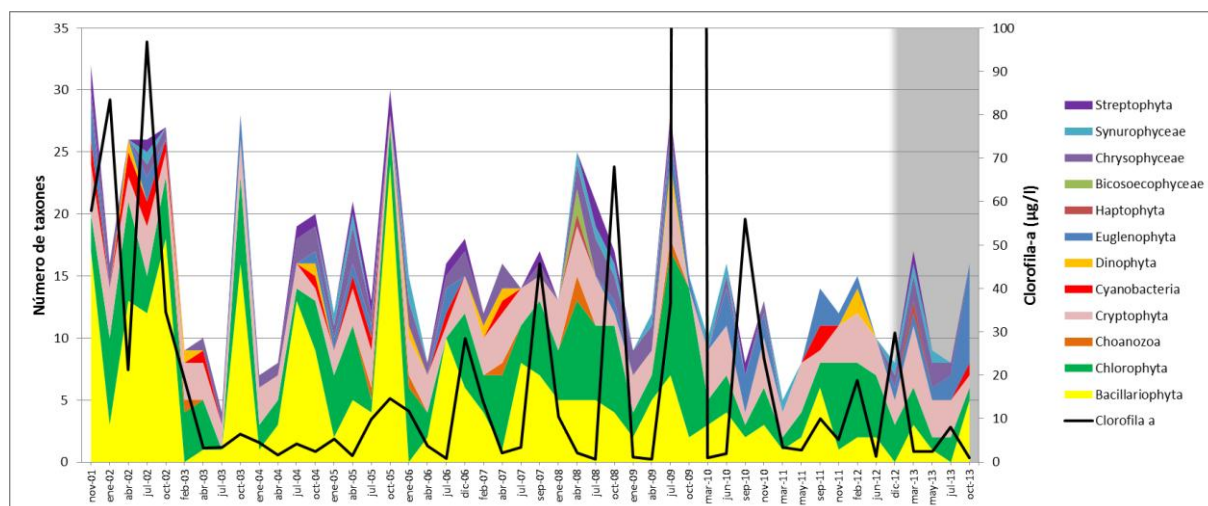


Figura 88. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

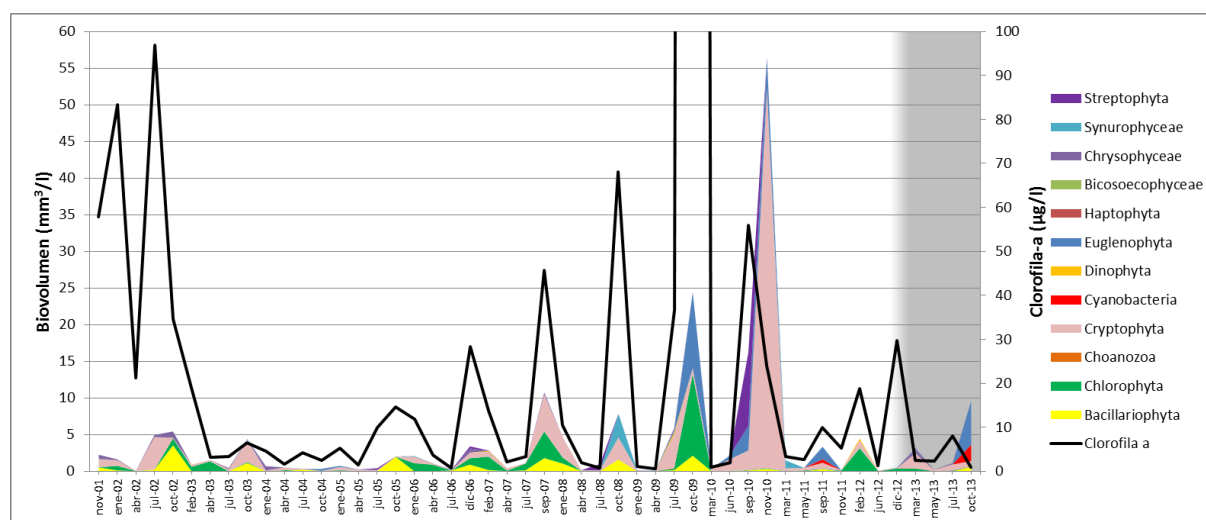


Figura 89. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 59. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Olandina entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	22	0,1186	10	0,0206	-	-	6	2,2202	3	0,0005	1	0,0035
02/03	2	0,0055	4	1,3534	-	-	5	0,2243	2	0,0005	-	-
03/04	14	0,1254	3	0,0662	-	-	4	0,2274	-	-	-	-
04/05	9	0,0246	7	0,0249	1	0,0022	6	0,1308	2	0,0101	-	-
05/06	12	0,0618	2	0,8991	-	-	4	0,0887	1	0,0092	-	-
06/07	9	0,0749	9	0,5018	1	0,0007	7	0,1697	1	0,0054	1	0,0172
07/08	10	0,0324	12	0,0207	2	0,0034	8	0,0749	-	-	-	-
08/09	10	0,0822	12	0,1133	1	0,0804	7	2,2912	-	-	1	0,3127
09/10	4	0,0378	3	0,0238	-	-	4	1,5894	-	-	-	-
10/11	2	0,0058	2	0,1012	-	-	4	0,3654	-	-	-	-
11/12	2	0,0003	5	0,0159	-	-	3	0,0918	-	-	-	-
12/13	1	0,0004	2	0,0629	-	-	3	0,5000	-	-	-	-

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	2	0,0124	-	-	-	-	1	0,2761	1	0,0013	1	0,0122
02/03	-	-	-	-	-	-	2	0,0849	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	3	0,0032	-	-	1	0,0173
04/05	2	0,0307	-	-	-	-	4	0,0069	1	0,0045	2	0,1055
05/06	2	0,0103	-	-	-	-	2	0,0259	-	-	1	0,0197
06/07	-	-	-	-	-	-	2	0,0160	-	-	-	-
07/08	-	-	1	0,0048	2	0,0129	5	0,0064	2	0,0051	2	0,8300
08/09	2	0,2478	-	-	-	-	3	0,1386	1	0,0509	1	0,0404
09/10	3	0,4906	-	-	-	-	1	0,0022	1	0,0052	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,0033
12/13	2	0,0135	-	-	-	-	2	0,0823	1	0,0002	-	-

Tabla 60. Métricas adicionales analizadas en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	24/03/2013	10/05/2013	08/07/2013	03/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,23	0,24	0,31	12,05		
Índice Willén	3,1	0,21	1,10	9,56	3,49	Eutrófico
IPL	81	81	100	49	76,67	Eutrófico
ITP	18	23	45	25	27,75	Bueno

Tabla 61. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	59,0	Malo	50,5	Deficiente	Deficiente
02/03	3,3	Muy bueno	38,6	Moderado	Bueno
03/04	2,9	Muy bueno	24,9	Bueno	Bueno
04/05	5,6	Bueno	26,4	Bueno	Bueno
05/06	2,2	Muy bueno	25,4	Bueno	Bueno
06/07	2,7	Muy bueno	37,8	Moderado	Bueno
07/08	1,4	Muy bueno	36	Moderado	Bueno
08/09	18,6	Deficiente	36,3	Moderado	Moderado
09/10	2,0	Muy bueno	49,5	Moderado	Bueno
10/11	2,7	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	1,2	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	5,2	Muy bueno	27,8	Bueno	Bueno

4.4.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido ligeramente (figura 90). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito.

La cobertura de *Nymphaea alba* encontrada en este ciclo ha sido de un 35%, lo que supone un ligero aumento con respecto a la del ciclo 2011/12 que fue de un 23%. En general se ha observado un aumento de la cobertura de hidrófitos y un descenso en la de helófitos (figura 91).

Al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Olandina le corresponde un estado "Deficiente", algo inferior a los dos ciclos anteriores (tabla 62).

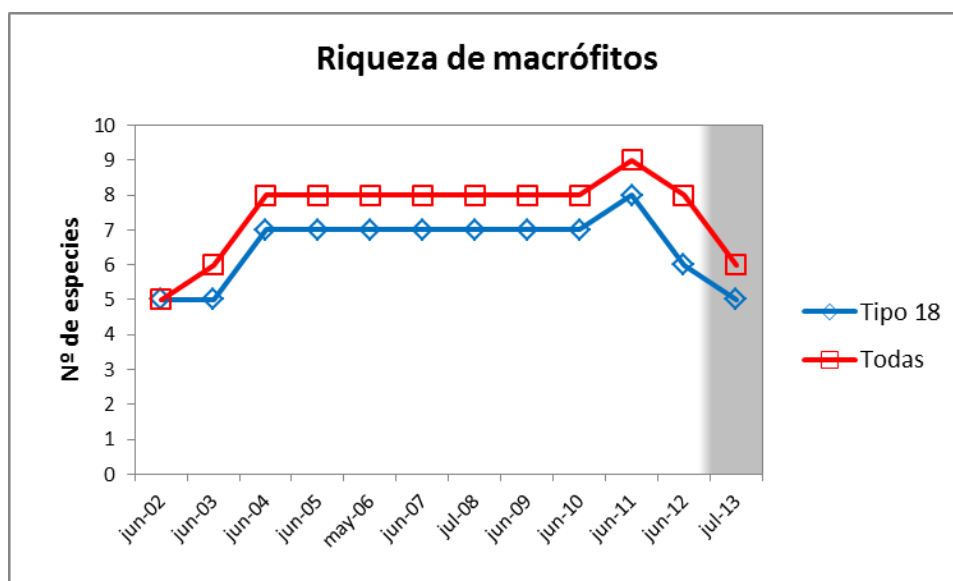


Figura 90. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

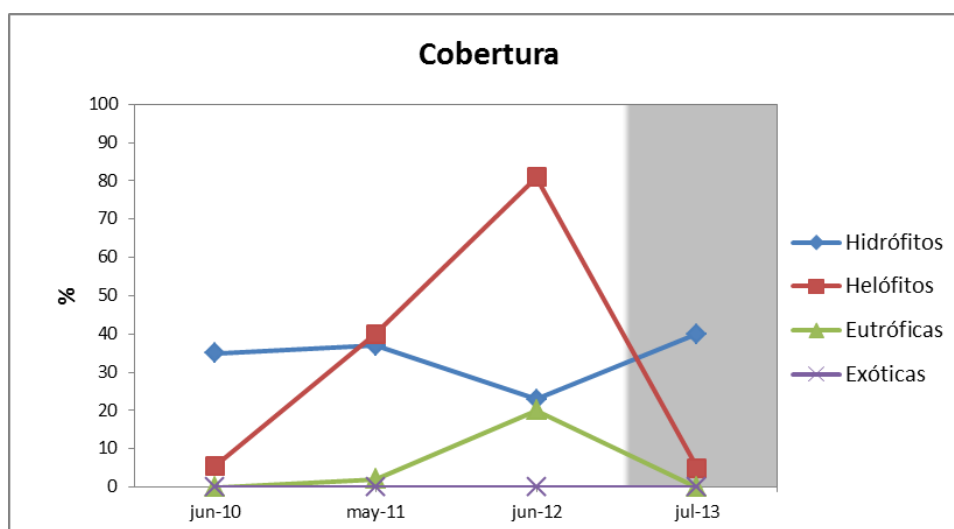


Figura 91. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Olandina desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 62. Resultados del elemento de calidad “Otra flora acuática” de la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	5	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Deficiente
02/03	5	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Deficiente
03/04	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
04/05	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
05/06	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
06/07	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
07/08	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
08/09	7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
09/10	7	35	5,6	0	0	Deficiente
10/11	8	37	40	2	0	Moderado
11/12	6	23	81	20	0	Moderado
12/13	5	39,6	6	0	0	Deficiente

4.4.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 19 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 92). Los coleópteros han sido los más numerosos con 6 taxones.

Se ha encontrado que la población de *Procambarus clarkii* es numerosa, por lo que la métrica especies introducidas de invertebrados presenta un estado de calidad C = “Deficiente/malo”.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Olandina para el elemento de calidad “invertebrados bentónicos” es “Deficiente”, al igual que en los últimos ciclos (tabla 63).

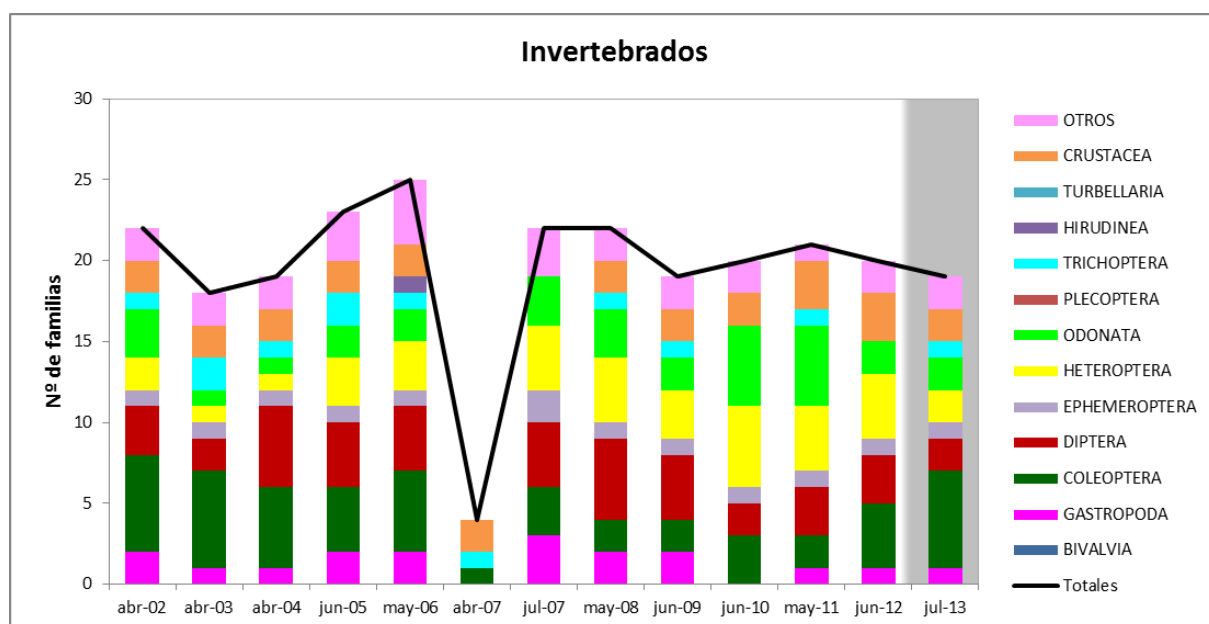


Figura 92. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 63. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” de la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	22	Moderado	B	Moderado	Moderado
02/03	18	Deficiente	B	Moderado	Deficiente
03/04	19	Deficiente	B	Moderado	Deficiente
04/05	23	Moderado	B	Moderado	Moderado
05/06	25	Moderado	B	Moderado	Moderado
06/07	22	Moderado	B	Moderado	Moderado
07/08	22	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
08/09	19	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
09/10	20	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
10/11	21	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
11/12	20	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
12/13	19	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente

4.4.5 Fauna ictiológica

En la laguna de Olandina se realizó el muestreo con pesca eléctrica el 08/07/2013 durante 40 minutos, en un perímetro de 62 m y en una superficie total de 0,110 Ha. No se obtuvo ninguna captura. Los resultados obtenidos (tabla 64) muestran que las poblaciones de tenca (*Tinca tinca*) presente en el ciclo 2010/11 pueden considerarse como extintas.

El estado natural de la laguna es probablemente sin peces, por lo que podemos considerar que el estado de calidad de este indicador es “Muy bueno” (tabla 65).

Tabla 64. Resultados las diferentes métricas de la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE
13-sep-11	<i>Tinca tinca</i>	40	6,9	14,8	2964	200

Tabla 65. Resultados del elemento de calidad "Fauna ictiológica" de la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	SI	0	0	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
05/06	SI	0	0	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
06/07	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	SI	1	0	No evaluado	No evaluado	Moderado
09/10	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
10/11	SI	1	0	Si	Ligero o nulo	Bueno
11/12	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
12/13	SI	0	0	No	No	Muy bueno

4.4.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Olandina ha permitido conocer el estado de la misma en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 56). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Olandina durante el ciclo de estudio 2012/13.

La laguna de Olandina presentó durante los muestreos de febrero y mayo una profundidad máxima >3 m, en ambos muestreos se pudo realizar perfiles longitudinales. No sucedió lo mismo en los muestreos de julio y octubre donde la profundidad fue inferior a los 3 m.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha sido de 1,6 m, con un máximo de 3,24 m en mayo y un mínimo de 0,35 m en octubre (figura 93). Como se observa en la figura la máxima transparencia se produce durante la primavera (abril/mayo) y es en el otoño cuando obtenemos los valores más bajos. Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 18 en los que se encuadra la laguna de Olandina.

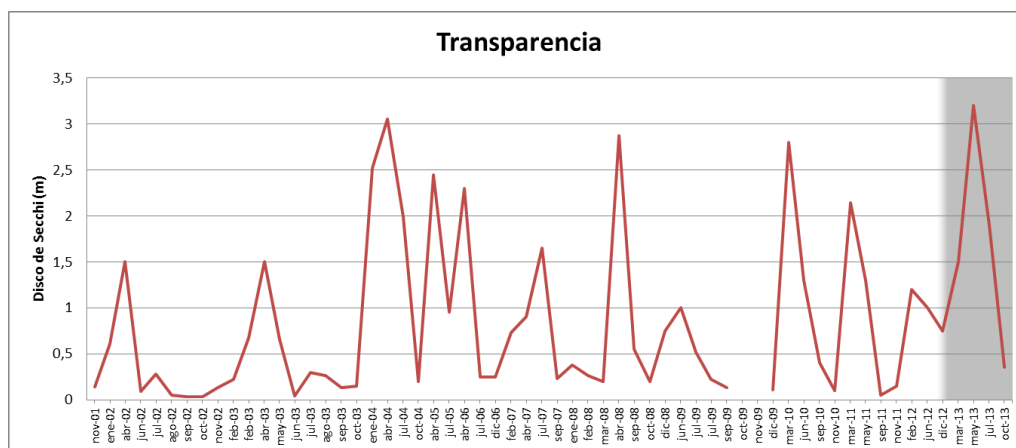


Figura 93. Evolución de la transparencia en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos en los perfiles longitudinales

En la figura 93 se muestran los perfiles de conductividad del ciclo 2012/13, en los que se observa un ligero incremento de la misma con la profundidad en los perfiles de marzo y mayo. El promedio de los valores de la zona fótica en la época de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 572,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que corresponde con un estado de calidad “Muy Bueno” como en todos los ciclos anteriores (tabla 69).

Los perfiles del pH (figura 94) muestran valores que descienden ligeramente con la profundidad. El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 7,35, que corresponde con un estado de calidad “Bueno o superior”.

Los perfiles de temperatura muestran que la laguna no se estratifica ya que en el periodo estival se podría asimilar a una laguna somera con menos de 3 metros de profundidad (figura 95).

En las figuras 96 y 97 se observa en los perfiles como disminuye el oxígeno con la profundidad, alcanzando la anoxia en los muestreos de marzo, mayo y julio de 2013.

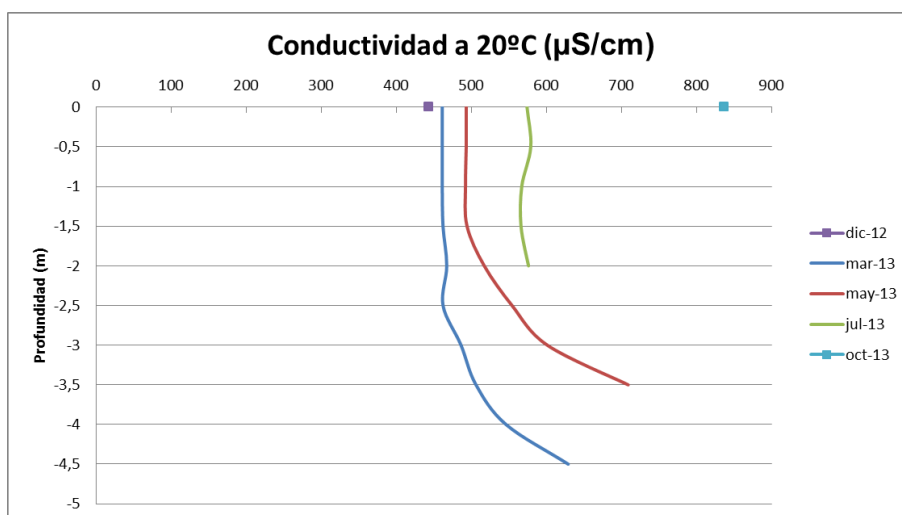


Figura 94. Variación de la conductividad en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

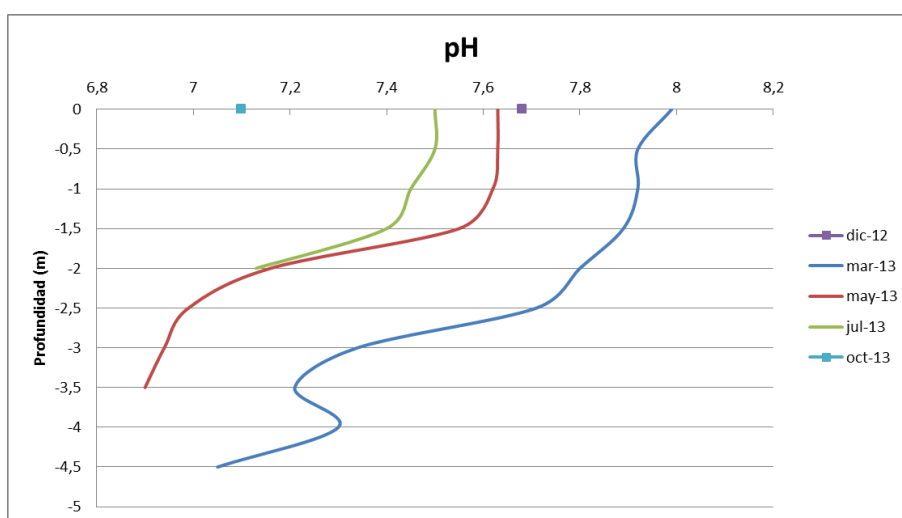


Figura 95. Variación del pH en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

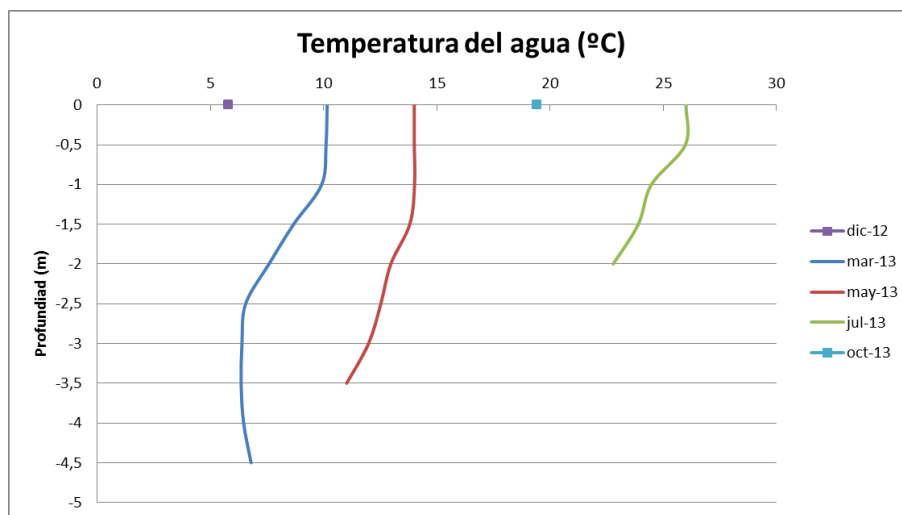


Figura 96. Variación de la temperatura en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

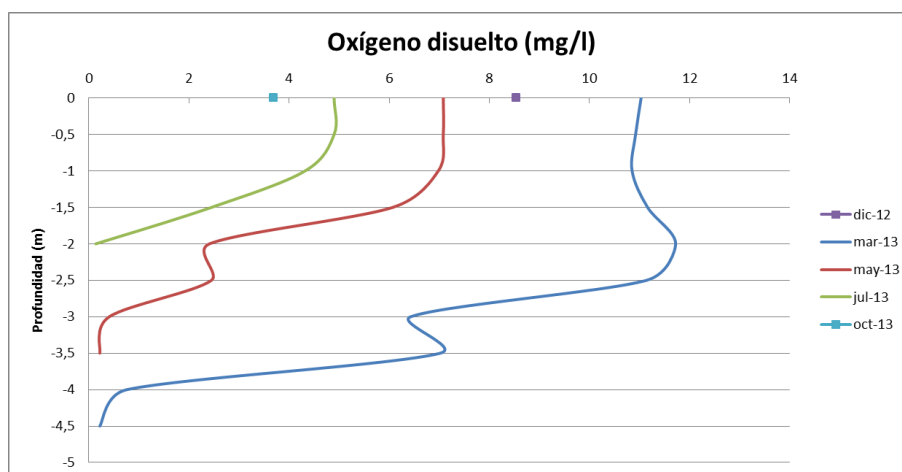


Figura 97. Variación del oxígeno disuelto en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

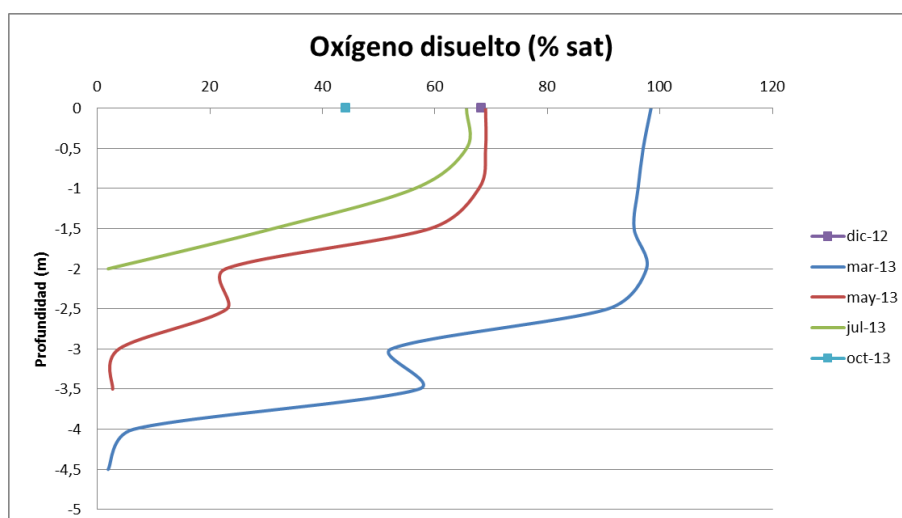


Figura 98. Variación del porcentaje de saturación de oxígeno en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

Resultados obtenidos en las muestras integradas o puntuales

Dada la profundidad de la laguna se pudieron tomar muestras integradas en los meses de marzo y mayo. En los dos muestreos posteriores, julio y octubre, las muestras fueron puntuales.

En la figura 99 se presenta el gráfico de evolución de la alcalinidad. El promedio de alcalinidad para las épocas de evaluación de la métrica es 4,64 meq/l, que corresponde con un estado de calidad “Muy bueno”. Teniendo en cuenta el pH y la alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación de la laguna de Olandina en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno”. Estos valores son muy semejantes a los obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 66).

Según se observa en el gráfico de evolución del fósforo total (figura 100), el máximo valor de la serie histórica se obtuvo en octubre de 2009 con 2968,7 µg/l. Para el ciclo 2012/13, el promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 91,5 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior”, lo que supone un empeoramiento con respecto a los dos últimos ciclos (tabla 66).

Los ortofosfatos han mantenido siempre un valor por debajo de los 0,35 mg/l (figura 101).

Se observa un aumento de los nitratos en el mes de marzo (figura 102) y de los nitritos en el mes de mayo (figura 103), con el máximo obtenido en la laguna de 4,09 mg/l de NO₃ y de 0,095 mg/l de NO₂.

El nitrógeno total (figura 104) presenta valores más bajos que en el ciclo anterior y el amonio (figura 105) presenta un valor máximo para el ciclo en el mes de octubre de 1,31 mg/l, siendo el final del verano y principio del otoño donde se presentan históricamente los máximos de amonio en la laguna de Olandina.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de octubre con 7,9 mg/l (figura 106).

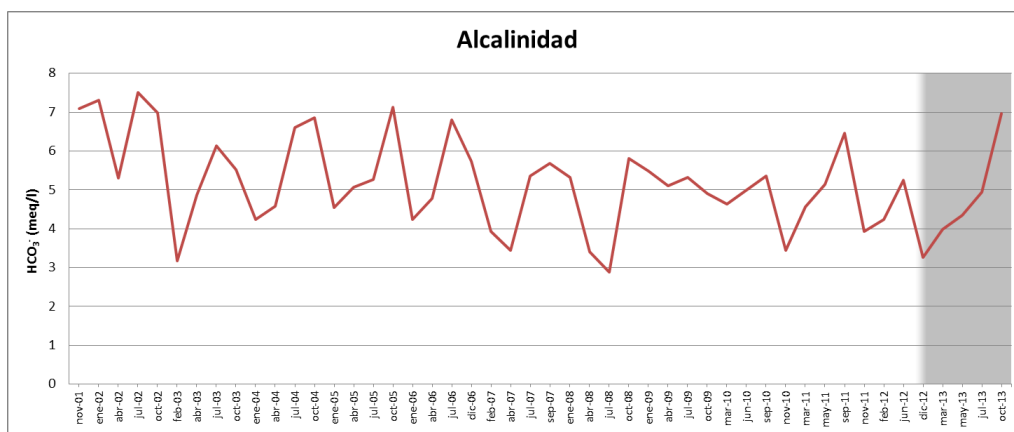


Figura 99. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

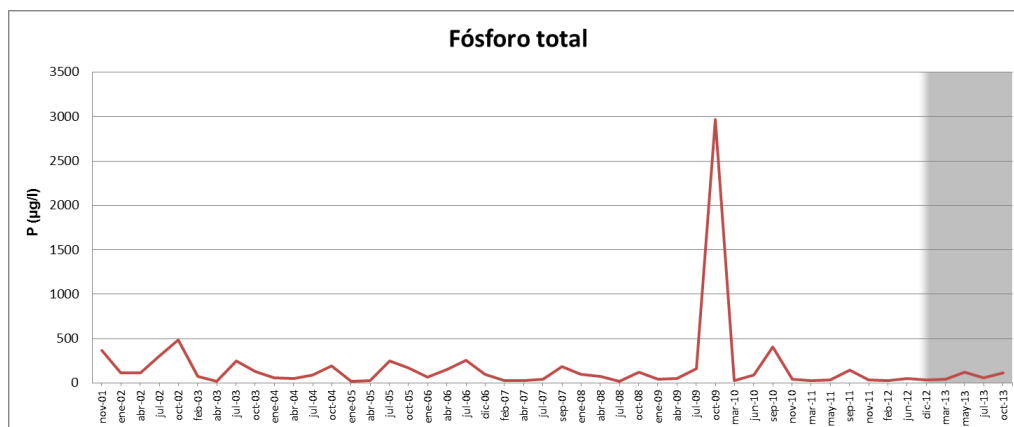


Figura 100. Evolución del fósforo total en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

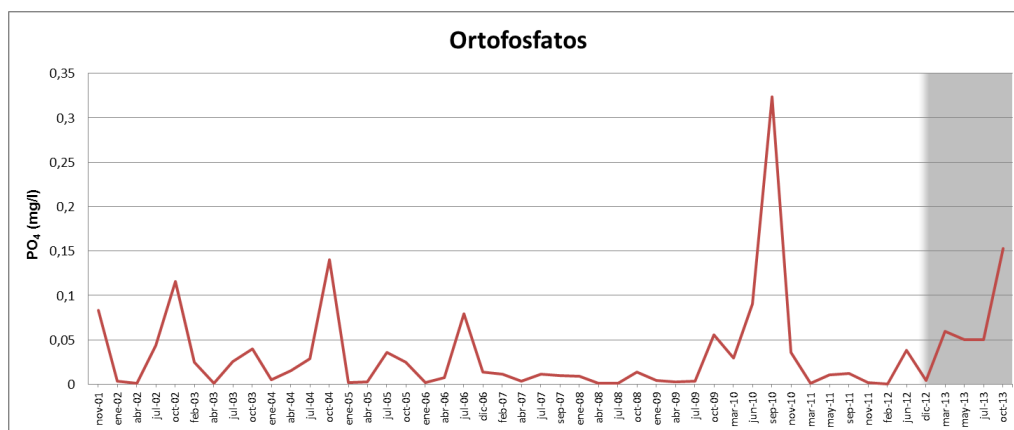


Figura 101. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

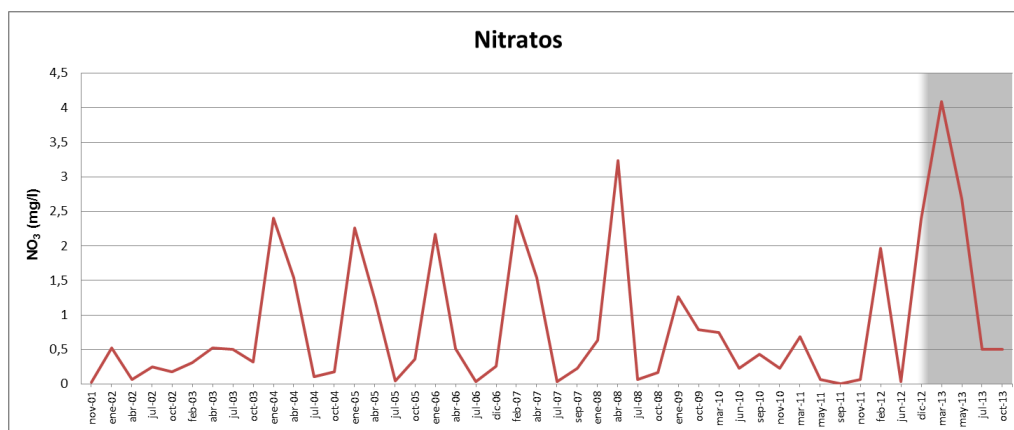


Figura 102. Evolución de los nitratos en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

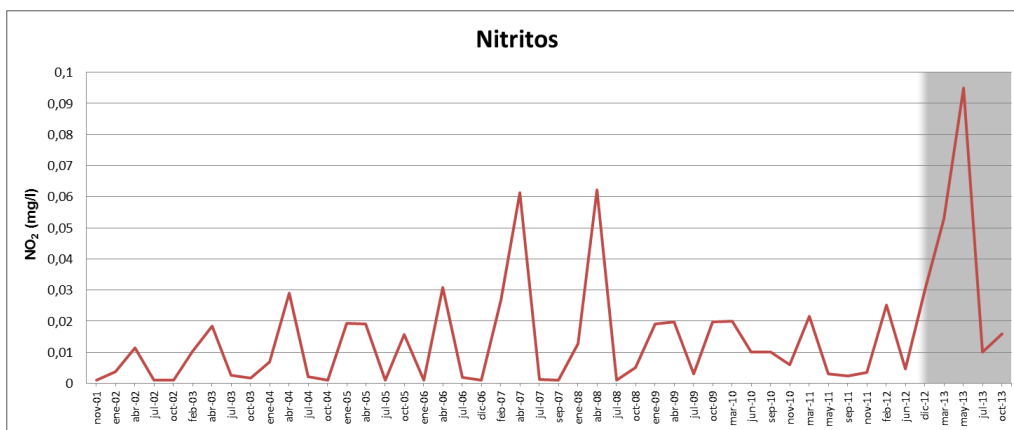


Figura 103. Evolución de los nitritos en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

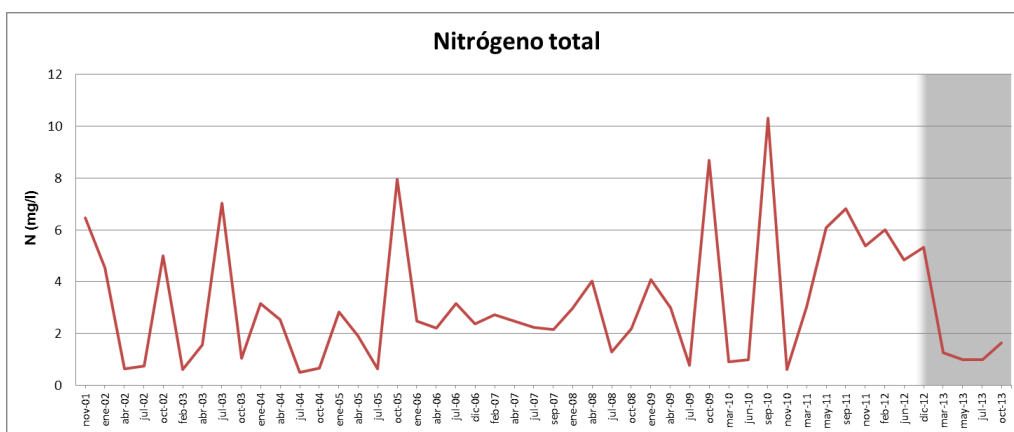


Figura 104. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

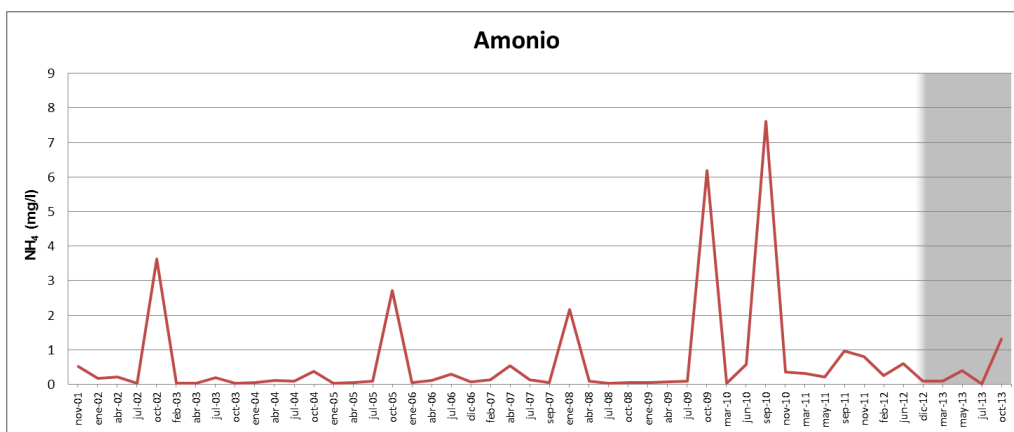


Figura 105. Evolución del amonio en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

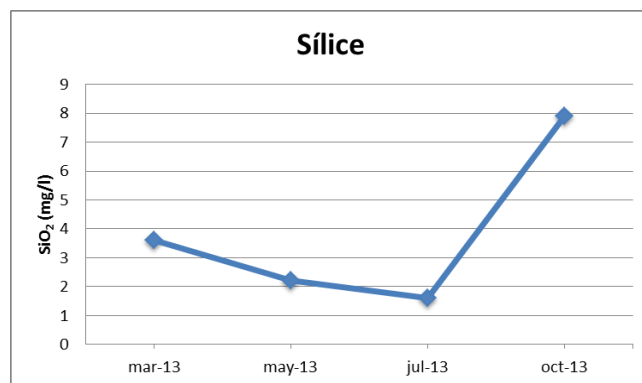


Figura 106. Variación de la concentración de sílice en la laguna de Olandina en el ciclo 2012/13.

Tabla 66. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (DS: Disco de Secchi; CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	627	Muy bueno	7,7	≥Bueno	6,4	Muy bueno	Muy bueno	207,1	Moderado
02/03	499	Muy bueno	7,4	≥Bueno	5,5	Muy bueno	Muy bueno	134,6	Moderado
03/04	545	Muy bueno	8,1	≥Bueno	5,6	Muy bueno	Muy bueno	72	Moderado
04/05	423	Muy bueno	7,8	≥Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	135,5	Moderado
05/06	544	Muy bueno	7,9	≥Bueno	5,8	Muy bueno	Muy bueno	205,8	Moderado
06/07	483	Muy bueno	7,5	≥Bueno	4,4	Muy bueno	Muy bueno	33,4	Bueno
07/08	488	Muy bueno	7,8	≥Bueno	3,1	Muy bueno	Muy bueno	48,2	Bueno
08/09	515	Muy bueno	8,1	≥Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	106,2	Moderado
09/10	468	Muy bueno	7,6	≥Bueno	5	Muy bueno	Muy bueno	90	Moderado
10/11	483	Muy bueno	7,4	≥Bueno	5,1	Muy bueno	Muy bueno	36	Bueno
11/12	602	Muy bueno	7,8	≥Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	50	Bueno
12/13	551	Muy bueno	7,3	≥Bueno	4,6	Muy bueno	Muy bueno	91,5	Moderado

4.4.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de entrada (OLA-E) se presentan en la tabla 67. En el arroyo de entrada se observó un ligero incremento de los nitratos en mayo y en julio y octubre se encontró seco.

Con estos resultados se puede determinar que el estado del arroyo de entrada de la laguna de Olandina es "Muy bueno".

Tabla 67. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de entrada (OLA-E) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	24/03/2013		14/05/2013	
Conductividad a 25 °C (µS/cm)	658	Muy bueno	697	Muy bueno
Oxígeno (% de saturación)	80,7	Muy bueno	91,6	Muy bueno
pH	8,1	Muy bueno	8,4	Muy bueno
Amonio (mg/l)	<0,02	Muy bueno	0,024	Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	<0,06	Muy bueno	<0,06	Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,059	Muy bueno	0,054	Muy bueno
Nitratos (mg/l)	<0,5	Muy bueno	6,91	Muy bueno
Temperatura del agua (°C)		9,9		11,8
Oxígeno disuelto (mg/l)		8,3		9,2
Nitritos (mg/l)		<0,01		<0,01
Nitrógeno total (mg/l)		1,69		<1
Sílice (mg/l)		4		5,4
Alcalinidad (mg/l)		240		262

4.4.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Olandina ha oscilado de los 5,3 m medidos en marzo de 2013 a los 0,3 m de octubre de 2013 (figura 107).

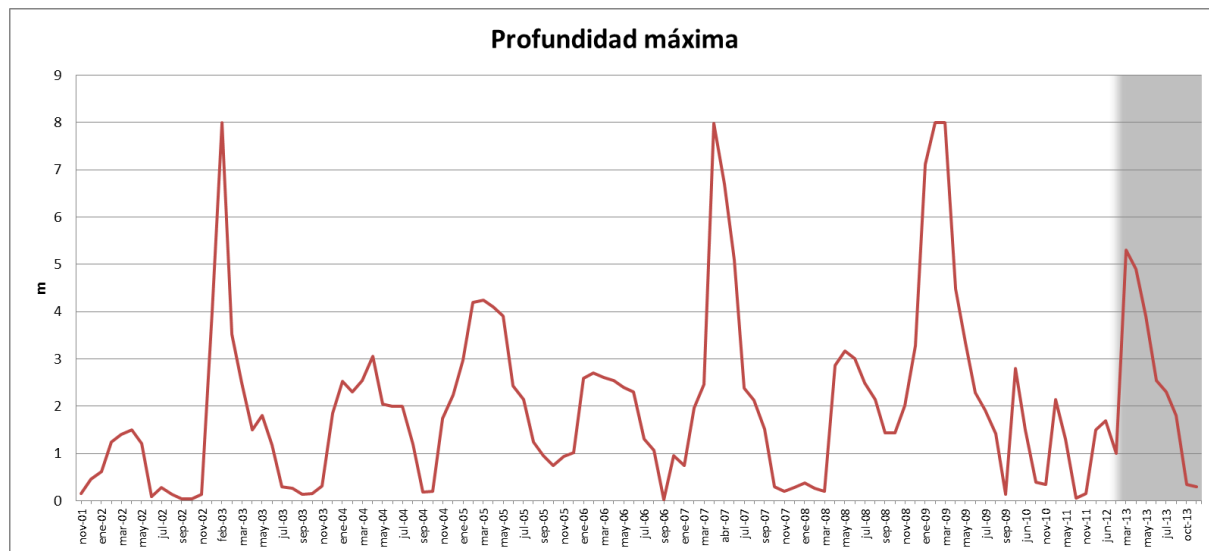


Figura 107. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Olandina desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo ZIKUJANO-A de la masa de agua subterránea: Urbasa. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

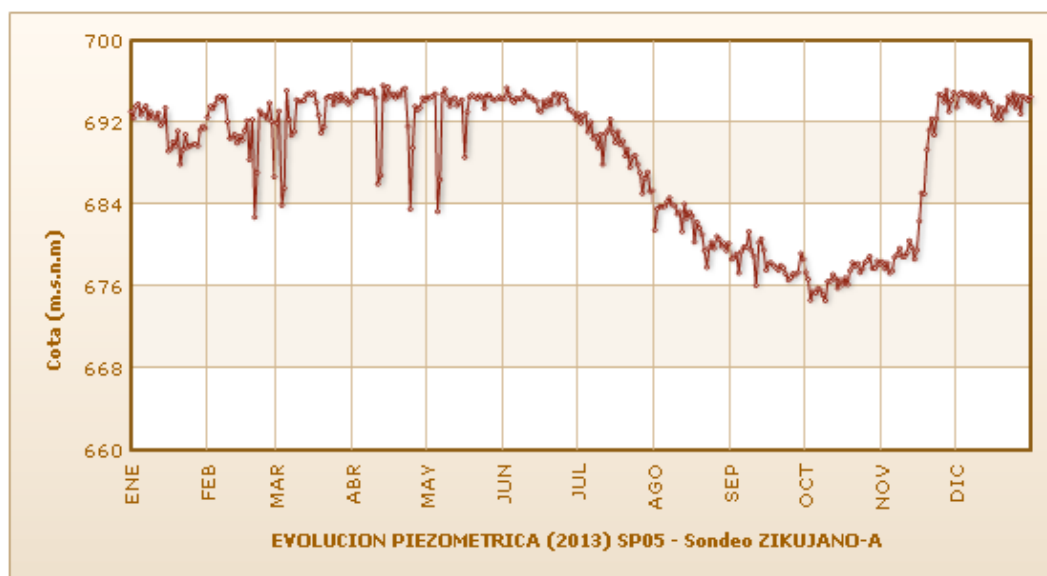


Figura 108. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo ZIKUJANO-A para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Existen alteraciones del acuífero asociado, y más del 50% de la cuenca de drenaje presenta usos no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

- **Alteraciones del régimen de vaciado.** Existen alteraciones del acuífero asociado, y más del 50% de la cuenca de drenaje presenta usos no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Existen alteraciones del acuífero asociado, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** Más del 50% de la cuenca de drenaje presenta usos no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Existe roturación de la zona ribereña para usos agrícolas y reducción de la cobertura natural de vegetación riparia, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.4.9 Estado ecológico

En la tabla 71 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado de la laguna de Olandina es Deficiente como en los últimos ciclos. Si observamos los diferentes elementos vemos que los macrófitos y los invertebrados no han presentado nunca un estado superior al moderado. Los nenúfares presentan una buena cobertura y la población de tenca puede considerarse extinta.

La laguna de Olandina ha presentado grandes fluctuaciones en el nivel del agua en la época estival y otoñal desde que se iniciara el programa de seguimiento en el ciclo 2001-2002. Estas oscilaciones coinciden con los registros de descenso del nivel freático del acuífero (Figura 108).

Los compuestos de fósforo y nitrógeno en la laguna son altos debido probablemente a la gran influencia agrícola colindante a la laguna.

Las grandes fluctuaciones del agua afectan a la colonización de hidrófitos que no encuentran una zona colonizable en la que se mantenga una lámina de agua con la profundidad adecuada durante la época de crecimiento.

Las propuestas de mejora de la laguna de Olandina, coincide con las de ciclos anteriores:

- Se debería controlar las actividades de extracción de agua para controlar el nivel de agua en la laguna y que las fluctuaciones de agua a lo largo del ciclo hidrológico no fueran tan grandes. Eso permitiría mayor desarrollo de los macrófitos sumergidos y mejoraría la calidad de la laguna.
- La presencia de cangrejo rojo se debería controlar y eliminar.
- Sería necesaria la recuperación de una mayor superficie de vegetación en la cuenca vertiente en sustitución de parte de los cultivos existentes, lo que reduciría la entrada de nutrientes y de sedimentos a la cubeta.

Tabla 68. Valoración del estado ecológico de la laguna de Olandina, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (F: Fitoplancton, M: Macrófitos, I: Invertebrados, P: Peces; T: Transparencia, S: Salinidad, A: Acidificación, N: Nutrientes).

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado Biológico
01/02	Deficiente	Deficiente	Moderado	Muy bueno	Deficiente
02/03	Bueno	Deficiente	Deficiente	Muy bueno	Deficiente
03/04	Bueno	Moderado	Deficiente	Muy bueno	Deficiente
04/05	Bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Moderado
05/06	Bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Moderado
06/07	Bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Moderado
07/08	Bueno	Moderado	Deficiente	Muy bueno	Deficiente
08/09	Moderado	Moderado	Deficiente	Moderado	Deficiente
09/10	Bueno	Deficiente	Deficiente	Moderado	Deficiente
10/11	Muy bueno	Moderado	Deficiente	Bueno	Deficiente
11/12	Muy bueno	Moderado	Deficiente	Bueno	Deficiente
12/13	Bueno	Deficiente	Deficiente	Muy bueno	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
02/03	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
03/04	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
04/05	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
05/06	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
06/07	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
07/08	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
08/09	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
09/10	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
10/11	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
11/12	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
12/13	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente

4.5 Laguna de Bikuña

La laguna de Bikuña se ubica en la cuenca hidrológica de Arakil, subunidad hidrológica Arakil dentro del municipio de Donemiliaga. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo.

La laguna de Bikuña no está definida como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológica del MAGRAMA. Se trata de una dolina kárstica somera, que por sus características sería asimilable al tipo 17, “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, temporal”. La laguna de Bikuña fue incorporada a finales de 2012 al Inventario Español de Zonas Húmedas a propuesta del Gobierno Vasco (BOE, 2012), pero no ha sido definido todavía como masa de agua atendiendo a los requisitos de la DMA.

Tabla 69. Características y tipología de la laguna de Bikuña.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH asimilable	Tipo CAPV
No definida	No definida	Ebro	Natural	17: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas de montaña media someras epigénicas semipermanentes

La laguna de Bikuña se sitúa en la masa de agua subterránea: Cuartango-Salvatierra.

La laguna de Bikuña tiene asociado un arroyo de salida, que también han sido objeto de estudio en el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en la laguna (BIK-H) y en el arroyo de salida (BIK-S):



Figura 109. Ubicación del punto de toma de muestras en la laguna de Bikuña (BIK-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Bikuña (BIK-H) son los siguientes:

Tabla 70. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Bikuña.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3,7	<5,7	5,7-8,7	8,8-14,6	14,7-23,5	>23,5
ITP		<15	15-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	20	>10	>10	10-7	6-4	<4
Cobertura total de macrófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		6,5-9,5	6,5-9,5	≤6,5 o ≥9,5	≤6,5 o ≥9,5	≤6,5 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	Cualq.	Cualq.				
Salinidad Conductividad	<500	500-525	525-600	>600	>600	>600
Nutrientes PT		<15	15-40	>40	>40	>40
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.5.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Bikuña (BIK-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los mismos.



Figura 110. Laguna de Bikuña durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo BIK-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 71. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en BIK-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	24/03/2013	12/05/2013	14/07/2013	05/10/2013
Temperatura del aire (°C)	10,2	10	25,1	19,2
Profundidad máxima (m)	0,5	0,7	0,39	0,25

Durante 2013 se realizaron tres muestreos en el arroyo de salida (BIK-S) obteniéndose los valores de los parámetros fisicoquímicos e hidromorfológicos que se indican a continuación. Durante el muestreo de octubre el punto se encontró prácticamente seco (figura 111).



Figura 111. Arroyo de entrada de la laguna de Bikuña durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo BIK-S se presentan en la tabla 75.

Tabla 72. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en BIK-S en el año 2013.

Parámetro (unidad)	24/03/2013	12/05/2013	14/07/2013
Anchura (m)	1,5	1,5	0,6
Profundidad (m)	0,098	0,068	0,1
Velocidad (m/s)	0,255	0,162	0
Caudal (m³/s)	0,037	0,0165	0

4.5.2 Fitoplancton y clorofila a

Las muestras tomadas en la laguna de Bikuña son puntuales, al igual que el resto del histórico.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de marzo y mayo.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 112 vemos una tendencia parecida a ciclos anteriores en cuanto al número de especies por grupos algales excepto en la campaña de octubre en la que encontramos un aumento significativo del número de chlorophytas.

En cuanto al biovolumen se ha mantenido en niveles muy bajos y dominado principalmente por cryptophytas (*Cryptomonas marsonii* y *Rhodomonas lacustris*) (figura 113).

En la tabla 73 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 74 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a y el biovolumen, el estado de calidad de la laguna de Bikuña para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 75).

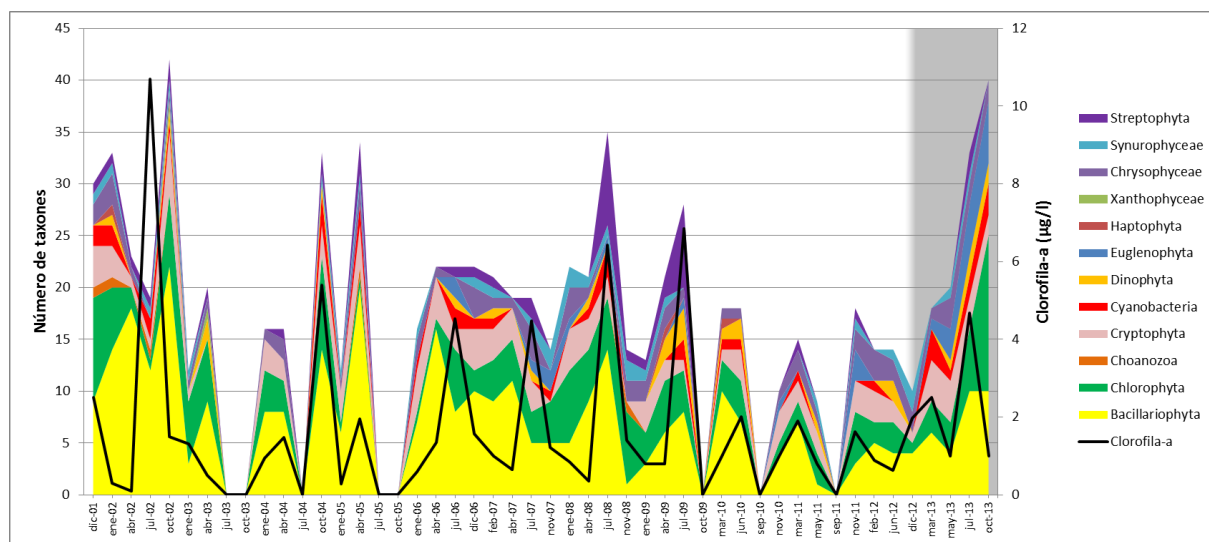


Figura 112. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

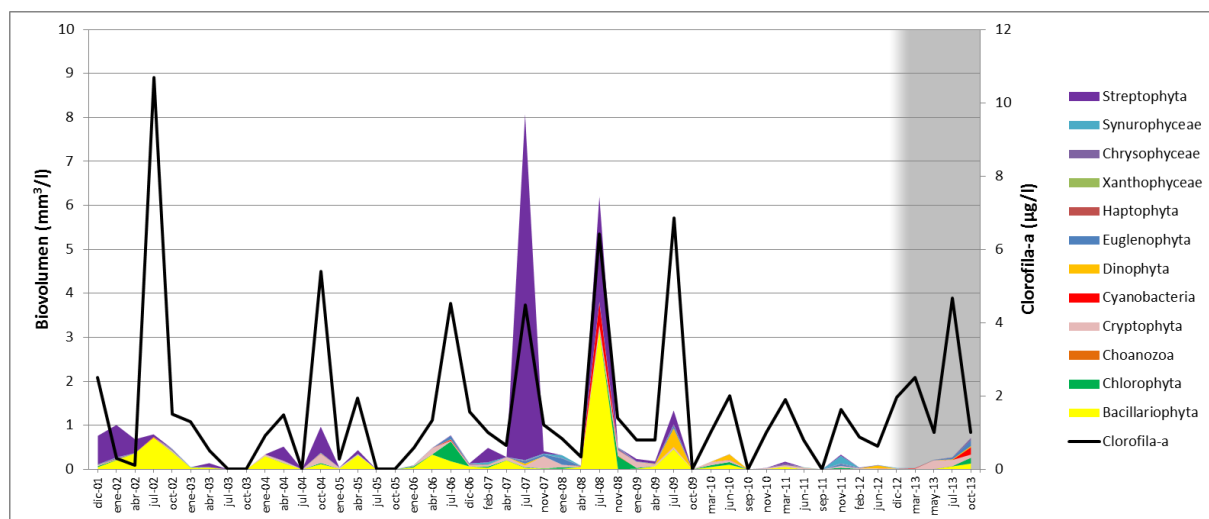


Figura 113. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 73. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Bikuña entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Xanthophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	18	0,3618	2	0,0047	-	-	1	0,0020	-	-	-	-
02/03	9	0,0327	6	0,0050	-	-	-	-	-	-	2	0,0092
03/04	8	0,1394	3	0,0070	-	-	2	0,0372	-	-	-	-
04/05	20	0,3220	1	0,0017	1	0,0001	4	0,0127	2	0,0020	-	-
05/06	16	0,3340	1	0,0064	-	-	4	0,1409	-	-	-	-
06/07	11	0,2025	4	0,0061	-	-	3	0,0676	-	-	-	-
07/08	9	0,0519	5	0,0018	-	-	3	0,0118	1	0,0085	1	0,0026
08/09	6	0,0685	5	0,0017	-	-	2	0,0341	-	-	2	0,0118
09/10	10	0,0530	3	0,0401	-	-	1	0,0699	1	0,0009	1	0,0032
10/11	7	0,0542	2	0,0026	-	-	2	0,0365	1	0,0009	1	0,0045
11/12	4	0,0039	3	0,0049	-	-	2	0,0096	1	0,0009	2	0,0677
12/13	8	0,0036	6	0,0019	-	-	5	0,1054	4	0,0047	1	0,0009

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	1	0,0003	-	-	1	0,3141
02/03	-	-	-	-	1	0,0011	1	0,0002	-	-	1	0,0907
03/04	-	-	-	-	-	-	2	0,0108	-	-	1	0,3218
04/05	-	-	-	-	-	-	2	0,0017	1	0,0093	3	0,0864
05/06	-	-	-	-	-	-	1	0,0065	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	1	0,0018	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	1	0,0002	1	0,0064	-	-
08/09	-	-	1	0,0008	-	-	2	0,0078	1	0,0044	2	0,0525
09/10	-	-	1	0,0009	-	-	1	0,0021	-	-	-	-
10/11	1	0,0048	-	-	-	-	2	0,0391	1	0,0050	1	0,0398
11/12	-	-	-	-	-	-	2	0,0094	1	0,0020	-	-
12/13	3	0,0012	-	-	-	-	3	0,0033	1	0,0012	-	-

Tabla 74. Métricas adicionales analizadas en la laguna de Bikuña en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	24/03/2013	12/05/2013	14/07/2013	05/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	6,59	0,94	0,27	2,46	2,56	
Índice Willén	0,03	0,22	0,27	0,71	0,31	Oligotrófico
IPL	51	11	48	43	34	Mesotrófico
ITP	18	14	25	5	15,5	Bueno

Tabla 75. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	0,1	Muy bueno	11	Muy bueno	Muy bueno
02/03	0,5	Muy bueno	4,7	Muy bueno	Muy bueno
03/04	1,5	Muy bueno	8	Muy bueno	Muy bueno
04/05	1,9	Muy bueno	15,3	Bueno	Bueno
05/06	1,3	Muy bueno	17,3	Bueno	Bueno
06/07	0,6	Muy bueno	15,8	Bueno	Bueno
07/08	0,3	Muy bueno	16,1	Bueno	Bueno
08/09	0,8	Muy bueno	16,6	Bueno	Bueno
09/10	1,5	Muy bueno	13,5	Muy bueno	Muy bueno
10/11	1,4	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	0,6	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	1,8	Muy bueno	15,5	Bueno	Bueno

4.5.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido con respecto a los años anteriores tanto en todas las especies encontradas, como en las específicas del tipo 17 (figura 114). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito. Los datos de cobertura de hidrófitos y helófitos indican un ligero descenso con respecto a los datos anteriores, asemejándose más al ciclo 2009/10 (figura 115).

Al elemento de calidad “Otra flora acuática” de la laguna de Bikuña le corresponde un estado “Bueno”, a diferencia los dos ciclos anteriores que fue Muy bueno, si bien coincide con el obtenido en el ciclo 09/10 (tabla 76).

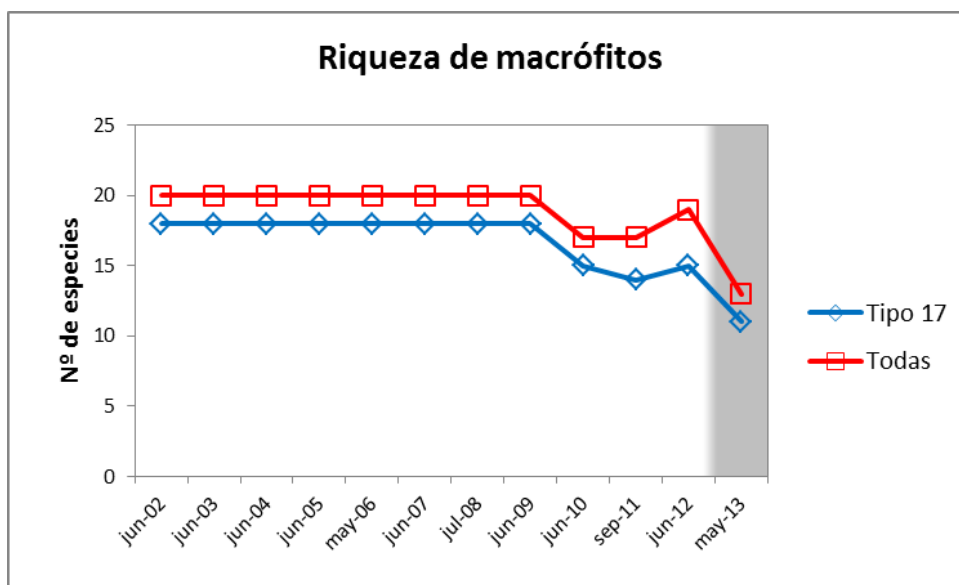


Figura 114. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

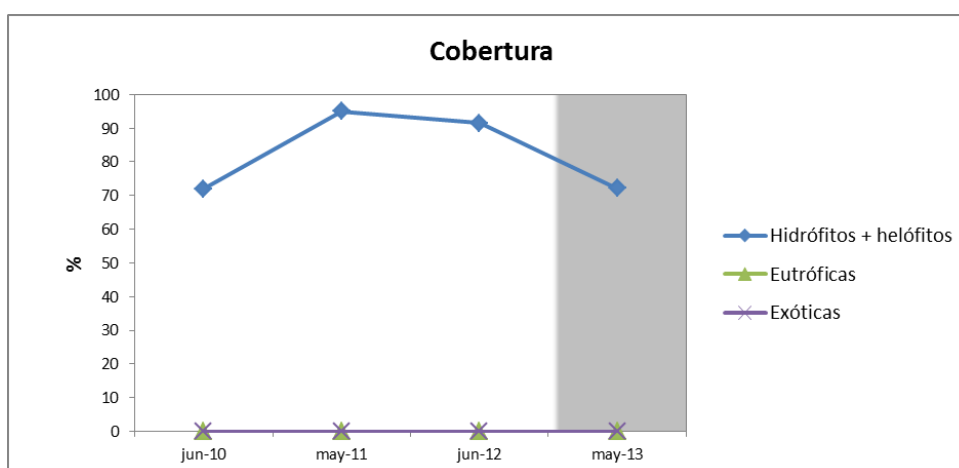


Figura 115. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 76. Resultados del elemento de calidad “Otra flora acuática” de la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi + %CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
02/03	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
03/04	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
04/05	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
05/06	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
06/07	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
07/08	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
08/09	20	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
09/10	17	72	0	0	Bueno
10/11	17	95	0	0	Muy bueno
11/12	19	91,5	0	0	Muy bueno
12/13	13	72,2	0	0	Bueno

4.5.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 26 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 116). Los heterópteros, crustáceos y odonatos son los que mayor número de familias presentan.

Se ha encontrado una población muy numerosa del hirudíneo *Hirudo medicinalis*, especie en franca regresión en toda la península.

No se han encontrado especies introducidas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Bikuña para el elemento de calidad “invertebrados bentónicos” es “Bueno”, lo que significa un ligero descenso con los 3 ciclos anteriores (tabla 77).

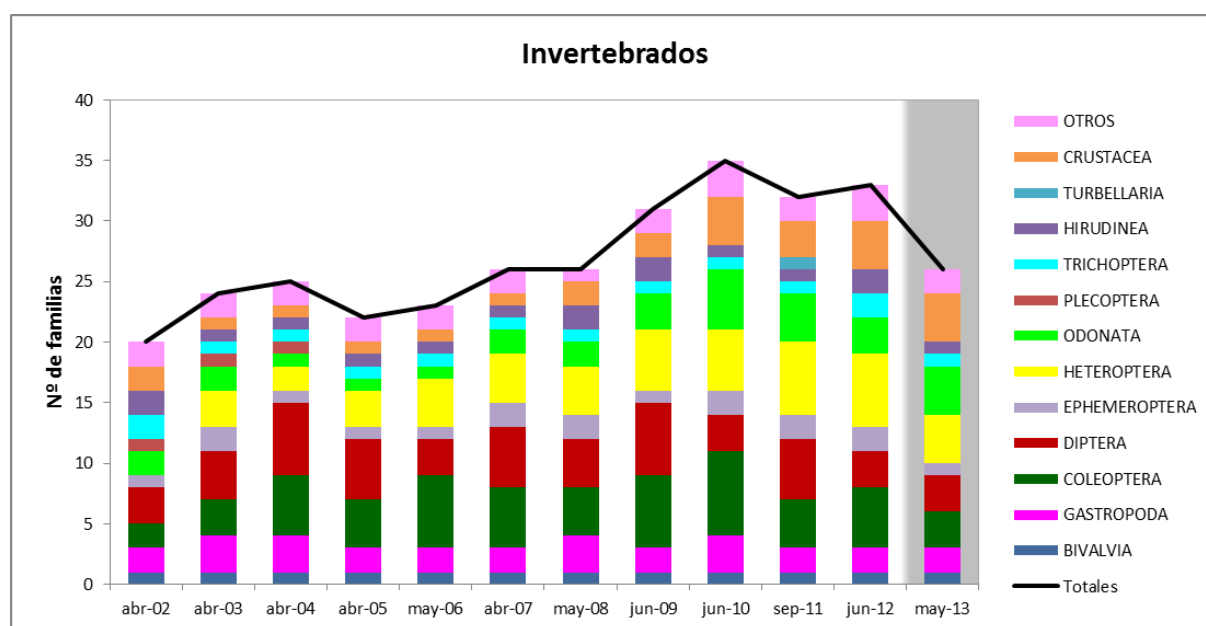


Figura 116. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 77. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” de la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	20	Deficiente	A	Muy bueno/Bueno	Deficiente
02/03	24	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
03/04	25	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
04/05	22	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
05/06	23	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
06/07	26	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
07/08	26	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
08/09	31	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
09/10	35	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
10/11	32	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
11/12	33	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
12/13	26	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno

4.5.5 Fauna ictiológica

La laguna de Bikuña no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.5.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Bikuña ha permitido conocer el estado de la misma en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 70). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Bikuña durante el ciclo de estudio 2012/13.

La laguna de Bikuña presentó siempre una profundidad inferior a 1 m por lo que no se realizaron perfiles longitudinales de ningún parámetro.

Transparencia

La profundidad de visión de disco de Secchi ha coincidido con la profundidad máxima en todos los muestreos del ciclo. El dato de mayo (0,7 m) supone el más elevado desde que se mide este parámetro (figura 117). Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 17 en los que se encuadra la laguna de Bikuña.

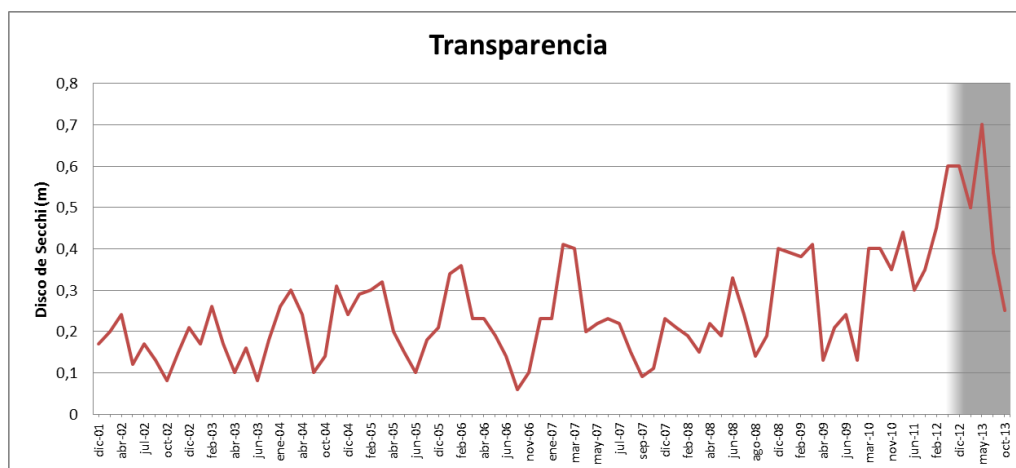


Figura 117. Evolución de la transparencia en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

Según se observa en el gráfico de evolución de la conductividad (figura 118), el máximo valor se obtuvo en mayo de 2013 con 401 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que es también el valor para el periodo de evaluación de la métrica, lo que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13.

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el máximo valor se obtuvo en octubre de 2013 con 8,1 (figura 119). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) en la laguna de Bikuña es de 7,9, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13.

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 120) presentan un máximo en el mes de julio (21,7 °C) y un mínimo en diciembre de 2012 (4,23 °C).

En cuanto a la oxigenación del agua, en julio de 2013 se obtuvieron los valores mínimos (2,7 mg/l y 34,5%), el resto del ciclo los valores se mantuvieron por encima de los 6 mg/l y del 50% de saturación, lo que supone valores inferiores a los obtenidos en ciclos anteriores (figura 121 y 122).

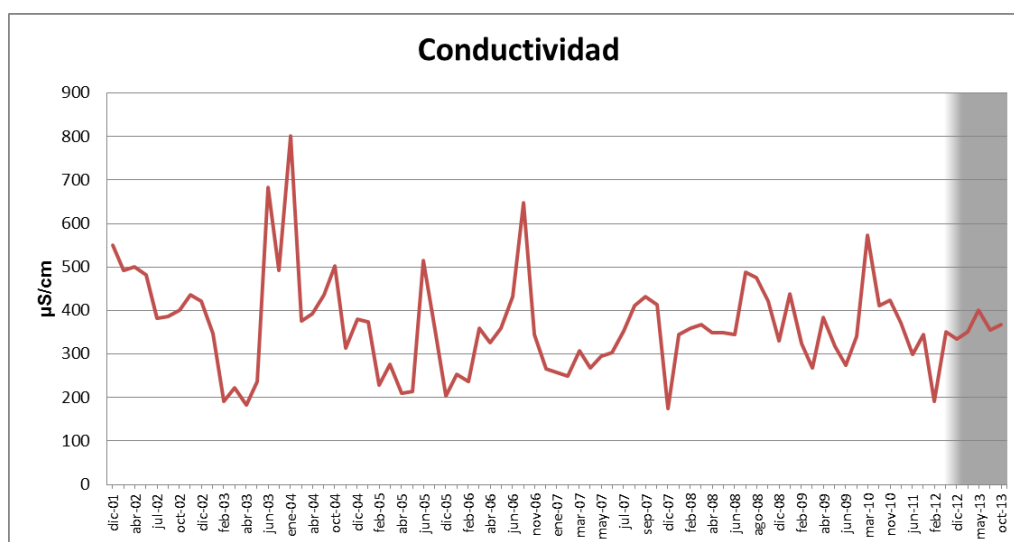


Figura 118. Evolución de la conductividad en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

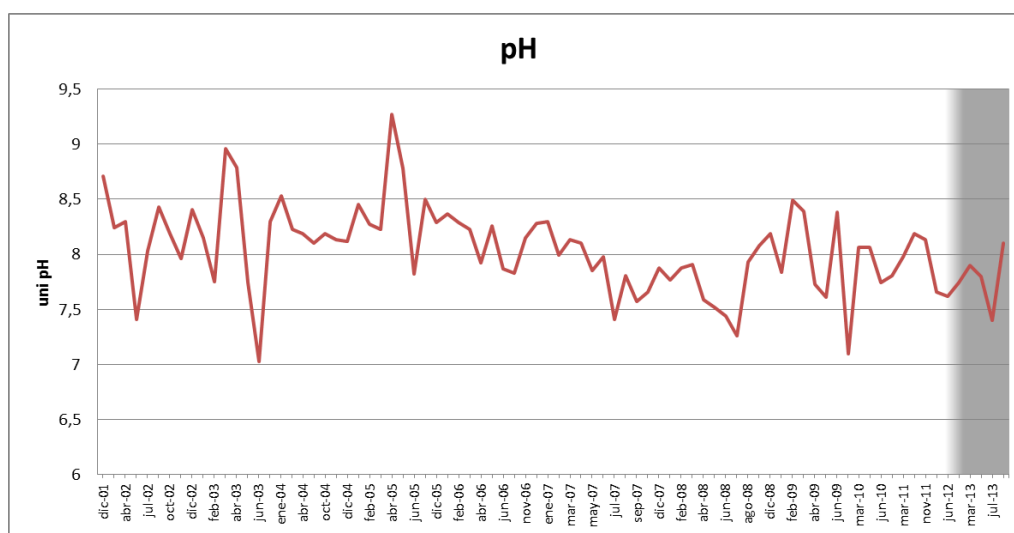


Figura 119. Evolución del pH en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

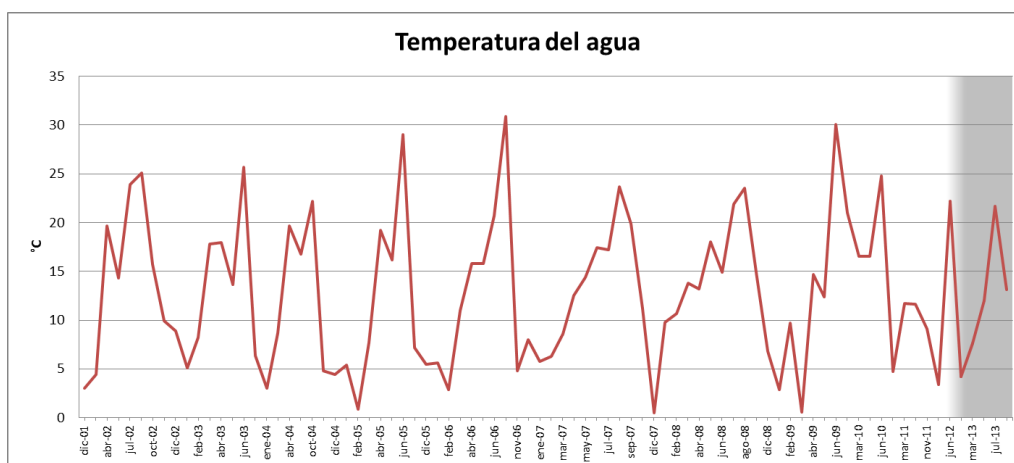


Figura 120. Evolución de la temperatura del agua en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

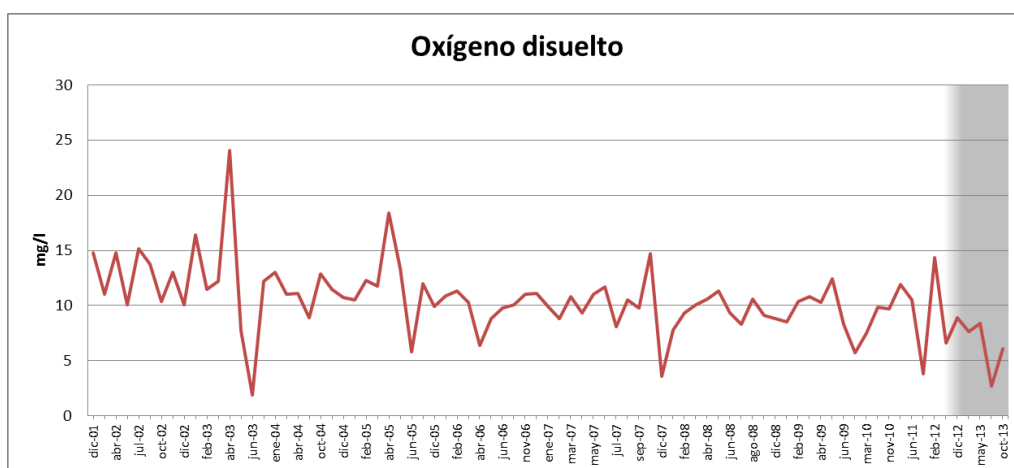


Figura 121. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

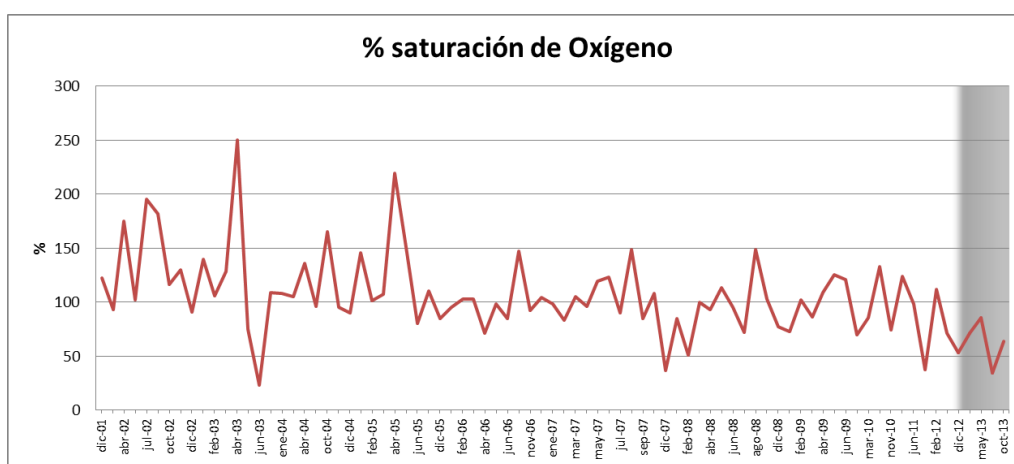


Figura 122. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en mayo de 2013 con 3,9 meq/l (figura 123). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) en la laguna de Bikuña es de 3,8, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación de la laguna de Bikuña en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno”, al igual que en ciclos anteriores (tabla 78).

Según se observa en el gráfico de evolución (figura 124), el máximo valor se obtuvo en mayo de 2013 con 132 µg/l. El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) en la laguna de Bikuña es de 71,5 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13, lo que supone un empeoramiento de la calidad según esta métrica con respecto a los ciclos anteriores (tabla 78).

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,14 mg/l, con un máximo de 0,135 mg/l medido en noviembre de 2010 (figura 125).

En la figura 126 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 1,08 mg/l, obtenido en marzo de 2011. El resto de valores se han situado siempre por debajo de 1 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,02 mg/l en la laguna de Bikuña (figura 127).

En la figura 128 se observa que el máximo valor de nitrógeno de la serie histórica es de 11,9 mg/l, obtenido en junio de 2011. El máximo valor obtenido durante el ciclo 2012/12 ha sido de 1,22 mg/l en octubre.

El amonio presentó su máximo valor histórico en octubre de 2013 con 0,79 mg/l (figura 129)

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de octubre con 11,1 mg/l (figura 130).

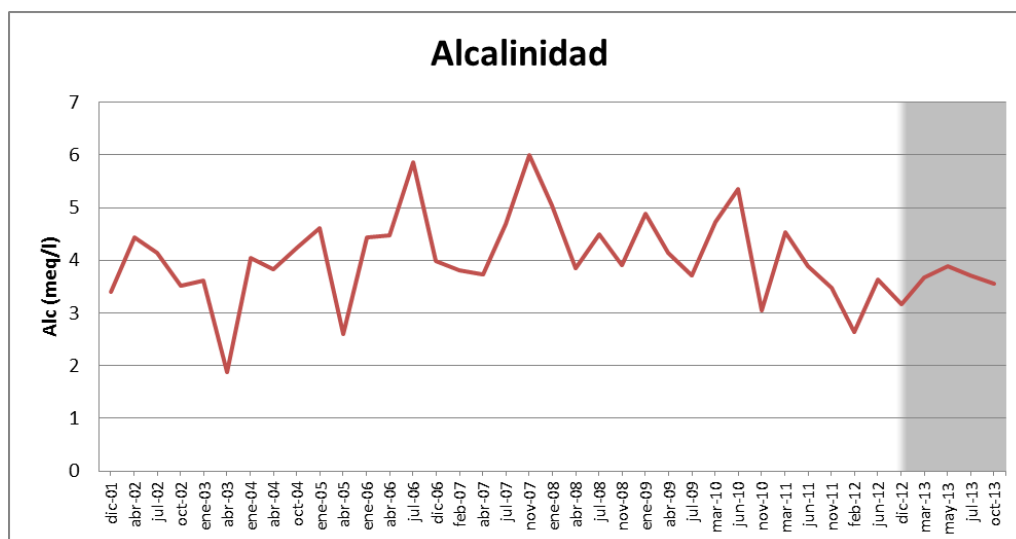


Figura 123. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

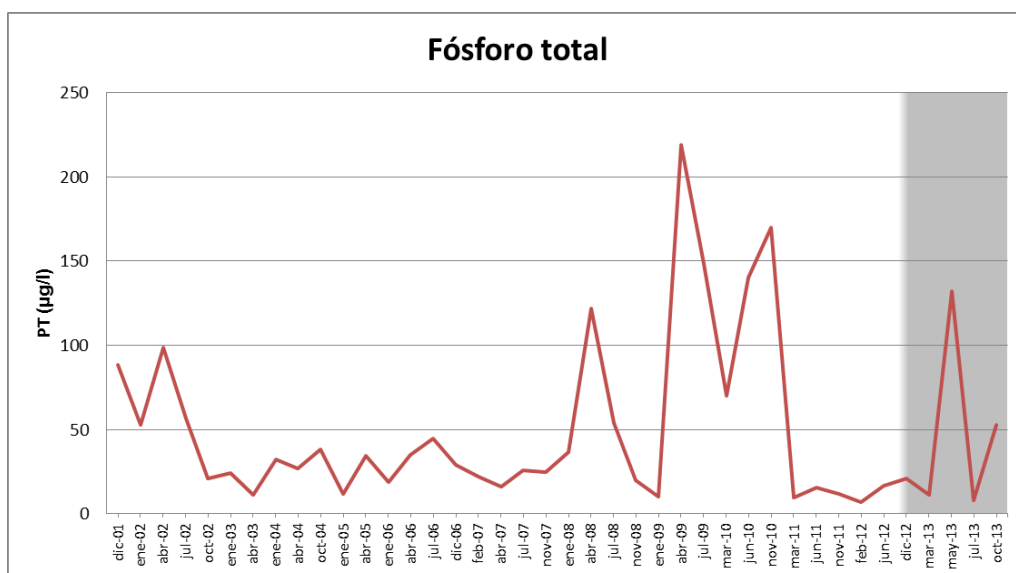


Figura 124. Evolución del fósforo total en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).



Figura 125. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

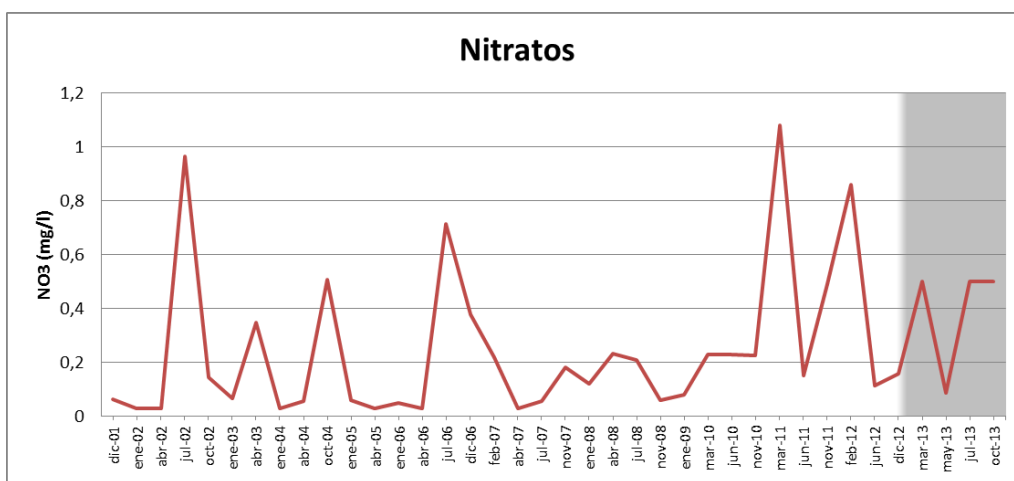


Figura 126. Evolución de los nitratos en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

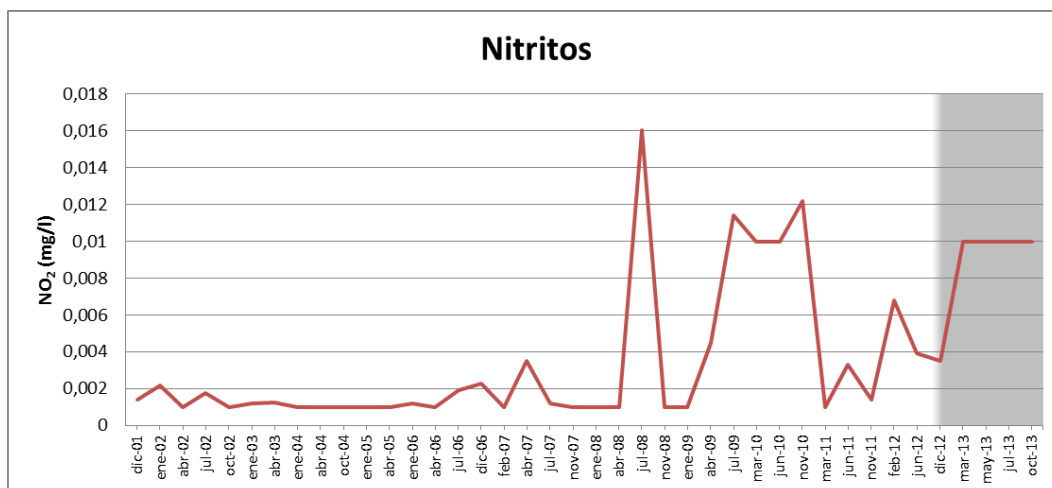


Figura 127. Evolución de los nitritos en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

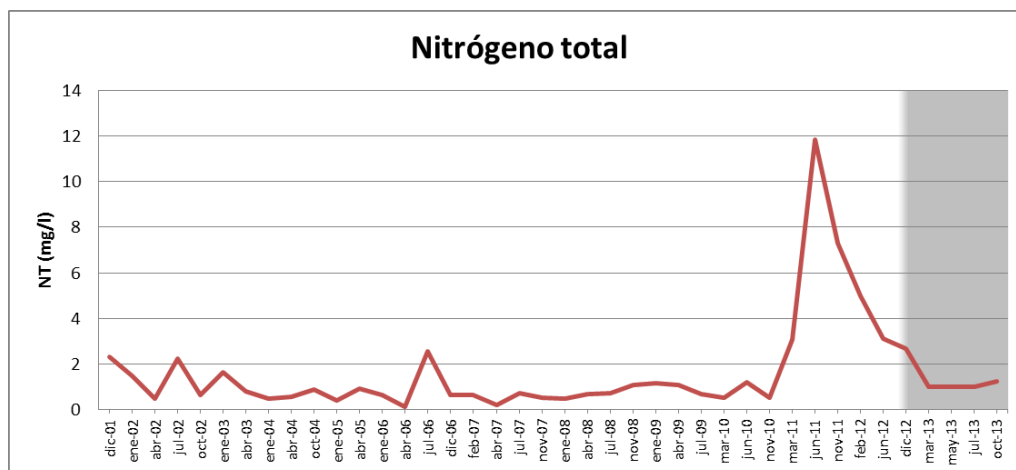


Figura 128. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

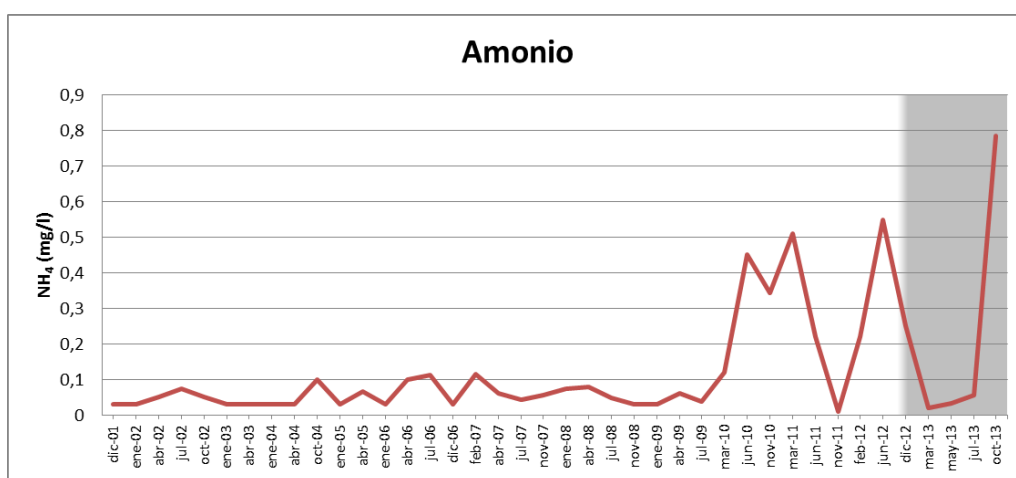


Figura 129. Evolución del amonio en la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

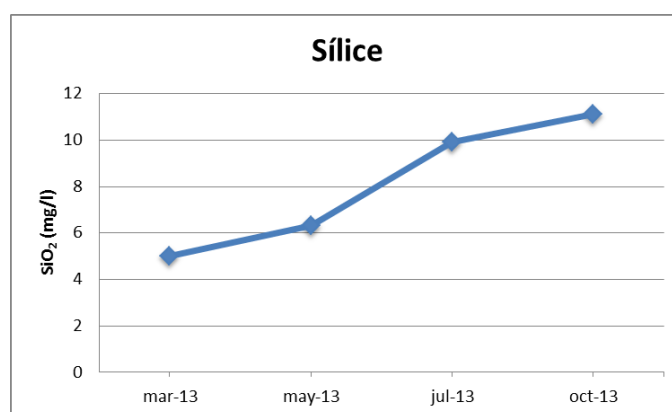


Figura 130. Evolución del sílice en la laguna de Bikuña en el ciclo 2012/13.

Tabla 78. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (DS: Disco de Secchi; CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	501	Muy bueno	7,9	≥Bueno	4,4	Muy bueno	Muy bueno	98,4	Moderado
02/03	237	Muy bueno	8,4	≥Bueno	1,9	Muy bueno	Muy bueno	11,3	Muy bueno
03/04	392	Muy bueno	8,2	≥Bueno	3,8	Muy bueno	Muy bueno	26,6	Bueno
04/05	215	Muy bueno	8,5	≥Bueno	2,6	Muy bueno	Muy bueno	34,4	Bueno
05/06	359	Muy bueno	8,2	≥Bueno	4,5	Muy bueno	Muy bueno	34,9	Bueno
06/07	296	Muy bueno	8,0	≥Bueno	3,7	Muy bueno	Muy bueno	16,1	Bueno
07/08	349	Muy bueno	7,7	≥Bueno	3,9	Muy bueno	Muy bueno	122	Moderado
08/09	317	Muy bueno	8,0	≥Bueno	4,1	Muy bueno	Muy bueno	218,8	Moderado
09/10	412	Muy bueno	7,9	≥Bueno	5,4	Muy bueno	Muy bueno	140	Moderado
10/11	300	Muy bueno	8,1	≥Bueno	3,9	Muy bueno	Muy bueno	15,5	Bueno
11/12	352	Muy bueno	7,6	≥Bueno	3,6	Muy bueno	Muy bueno	16,4	Bueno
12/13	401	Muy bueno	7,9	≥Bueno	3,9	Muy bueno	Muy bueno	71,5	Moderado

4.5.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de salida (BIK-S) se presentan en la tabla 79. El arroyo de salida presenta un estado en general Muy bueno, lo único que se observó es valores bajos de oxigenación debido al bajo caudal circulante que determinó que el arroyo se encontrara seco en el muestreo realizado en octubre.

Tabla 79. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de salida (BIK-S) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	24/03/2013		12/05/2013		14/07/2013	
Conductividad a 25 °C (µS/cm)	345	Muy bueno	397	Muy bueno	447	Muy bueno
Oxígeno (% de saturación)	69,9	Moderado	63,1	Moderado	28,5	Deficiente
pH	7,7	Muy bueno	7,5	Muy bueno	7,5	Muy bueno
Amonio (mg/l)	0,02	Muy bueno	0,037	Muy bueno	0,141	Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	0,06	Muy bueno	0,05	Muy bueno	0,05	Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,01	Muy bueno	0,091	Muy bueno	0,044	Muy bueno
Nitratos (mg/l)	0,5	Muy bueno	0,088	Muy bueno	0,5	Muy bueno
Temperatura del agua (°C)	7,6		12,3		19,6	
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,4		6,1		2,36	
Nitritos (mg/l)	0,01		0,01		0,01	
Nitrógeno total (mg/l)	1		1		1	
Sílice (mg/l)	5		4,8		27	
Alcalinidad (mg/l)	186		479		197	

4.5.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Bikuña durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 0,7 m medidos en mayo de 2013 a los 0,2 m de octubre de 2013. En el gráfico de evolución de la profundidad (figura 130) se observa que 0,7 ha sido el valor máximo medido en la laguna.



Figura 131. Variación de la profundidad máxima en el la laguna de Bikuña desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Andagola (CHE 90-13-1) de la masa de agua subterránea: Cuartango-Salvatierra. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

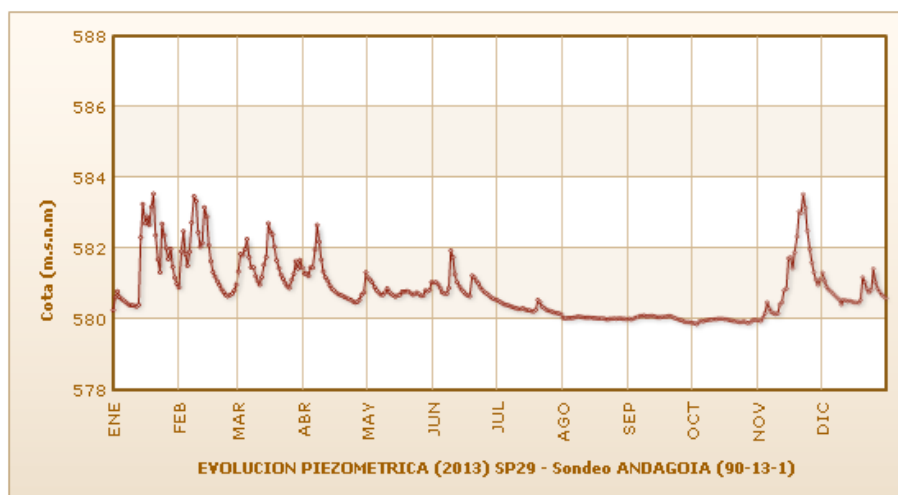


Figura 132. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Andagola (CHE 90-13-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen natural de entradas a la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen natural de salidas de la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidropериodo y régimen de fluctuación.** La modificación de la salida de la laguna aumenta el tiempo de residencia del agua y prolonga el hidropериodo, constituyendo una alteración que se considera significativa, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La presencia del ganado en la laguna sigue afectando a la estructura de parte de la cubeta y promueve la acumulación antrópica de sedimentos, y el vallado ha creado dos zonas diferenciadas, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** No se detectan alteraciones significativas en el estado y estructura de la zona ribereña, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

4.5.9 Estado ecológico

En la tabla 80 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. Como se observa el estado de la laguna de Bikuña es Moderado, lo que supone un descenso de calidad con respecto a los dos ciclos anteriores. Esto es debido principalmente al aumento de nutrientes respecto a los dos ciclos anteriores. Las causas probables del aumento de nutrientes son por un lado el vallado de la laguna que ha creado dos zonas diferenciadas. La presión del ganado se ha concentrado en la zona no vallada lo que se traduce en una disminución de la cobertura de macrófitos y como consecuencia del número de invertebrados, además de un probable aumento de los nutrientes. La segunda causa probable es debida a la construcción del nuevo desagüe de la laguna en noviembre de 2011, con lo que se ha conseguido aumentar el nivel del humedal, pero reduciendo probablemente la tasa de renovación del agua lo que se traduce en un aumento de nutrientes.

Cabe destacar la presencia de una población importante de la sanguijuela *Hirudo medicinalis* lo que hace de esta laguna un enclave de especial consideración.

Las recomendaciones para mejorar el estado ecológico de la laguna serían:

- La limitación del acceso del ganado a toda la laguna, aunque por otro lado se necesita la presencia de mamíferos para mantener la población de *Hirudo medicinalis*, por lo que hay que valorar el vallado completo de la laguna y su posible incidencia en dicha especie de sanguijuela.
- La modificación de la hidromorfología e hidrodinámica de la laguna para mejorar las poblaciones de rana probablemente afecta al estado ecológico del humedal por lo que es necesario valorar si la recuperación de la hidrodinámica natural de la laguna permitiría recuperar un estado de calidad bueno.

Tabla 80. Valoración del estado ecológico de la laguna de Bikuña, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado Biológico
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Deficiente	Deficiente
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	Moderado
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	Moderado
04/05	Bueno	Muy bueno	Moderado	Moderado
05/06	Bueno	Muy bueno	Moderado	Moderado
06/07	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
08/09	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
09/10	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
12/13	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
02/03	Moderado	Muy bueno	≤Bueno	Moderado
03/04	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
04/05	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
05/06	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
06/07	Bueno	Bueno	≤Bueno	Bueno
07/08	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
08/09	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
09/10	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
10/11	Muy bueno	Bueno	≤Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Bueno	≤Bueno	Bueno
12/13	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado

4.6 Charca de Monreal

La charca de Monreal se ubica en la cuenca hidrológica de Altube, subunidad hidrológica Nerbioi, dentro del municipio de Zuia. Se encuadra en una zona de ritmo climático atlántico, dentro del Parque Natural de Gorbeia.

La charca de Monreal está incluida en el tipo 18 de la clasificación del MAGRAMA, “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente”, aunque no parece una clasificación definitiva.

Tabla 81. Características y tipología de la charca de Monreal.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH asimilable	Tipo CAPV
ES053MAL000070	Complejo lagunar de Altube-Charca de Monreal	Cantábrico Oriental	Natural	18: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Ritmo climático atlántico. Lagunas diapíricas someras de aportación mixta semipermanentes fluctuantes

La charca de Monreal se sitúa en la masa de agua subterránea: Balmaseda-Elorrio.

La charca de Monreal tiene asociados un arroyo de entrada y uno de salida, que también han sido objeto de estudio en el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en la laguna (MOR-H) y en el arroyo de entrada (MOR-E) y de salida (MOR-S):



Figura 133. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la charca de Monreal (MOR-H) y en sus arroyos asociados: MOR-E y MOR-S.

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la charca de Monreal (MOR-H) son los siguientes:

Tabla 82. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la charca de Monreal.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3,5	<5,3	5,3-8,5	8,6-14,7	14,8-24,0	>24,0
ITP		<15	15-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	23	>11	>11	1-7	6-4	<4
Cobertura total de hidrófitos	80	>70	70-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,5	7-9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	500-3000	475-3150	400-475 o 3150-3600	<400 o >3600	<400 o >3600	<400 o >3600
Nutrientes PT		<22	22-50	>50	>50	>50
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.6.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la charca de Monreal (MOR-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los mismos.



Figura 134. Charca de Monreal (MOR-H) durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo MOR-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 83. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en MOR-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	11/05/2013	10/07/2013	03/10/2013
Temperatura del aire (°C)	9,7	13,1	25,1	23,1
Disco de Secchi (m)	1,8	2,8	2	1,1
Profundidad máxima (m)	2,5	2,8	2	1,1

Durante 2013 se realizaron los cuatro muestreos en el arroyo de entrada (MOR-E) y en el arroyo de salida (MOR-S) obteniéndose los valores de los parámetros fisicoquímicos e hidromorfológicos que se indican a continuación. El arroyo de entrada (MOR-E) se encontró seco en los muestreos de julio y octubre (figura 135). El arroyo de salida (MOR-S) presentó un reducción del caudal muy acusada en los muestreos de julio y octubre (figura 136).



Figura 135. Arroyo de entrada en la charca de Monreal (MOR-E) durante los muestreos de 2013.



Figura 136. Arroyo de salida de la charca de Monreal (MOR-S) durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” se presentan en la tabla 87 para el arroyo de entrada (MOR-E) y en la tabla 88 para el arroyo de salida (MOR-S).

Tabla 84. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en MOR-E en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	11/05/2013
Anchura (m)	1,9	1,8
Profundidad (m)	0,19	0,19
Velocidad (m/s)	0,346	0,86
Caudal (m ³ /s)	0,122	0,287

Tabla 85. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en MOR-S en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	11/05/2013	10/07/2013
Anchura (m)	1,8	1,6	1,4
Profundidad (m)	0,17	0,13	0,07
Velocidad (m/s)	0,4	0,291	0,064
Caudal (m ³ /s)	0,124	0,062	0,007

4.6.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la charca de Monreal son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos, solo los datos de abril y julio de 2002 y 2003 se han integrado ya que se tomaron a distintas profundidades.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de abril/mayo y junio/julio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 137 observamos que el número de especies en las cuatro campañas de 2013 ha sido superior a 20 especies. En cuanto al biovolumen total (figura 138) se ha mantenido con valores por debajo de los 0.32 mm³/l con dominancia de diatomeas en marzo y de cryptophyts el resto de campañas.

En la tabla 86 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 87 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a y el biovolumen, el estado de calidad de la charca de Monreal para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 88).

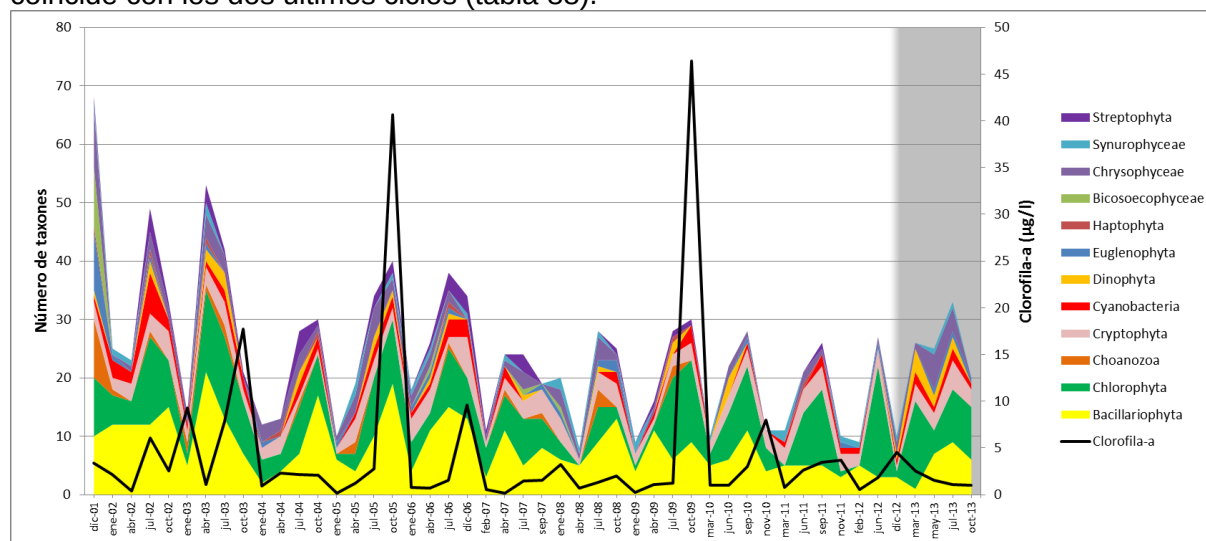


Figura 137. Evolución del número de especies de fitoplancton en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

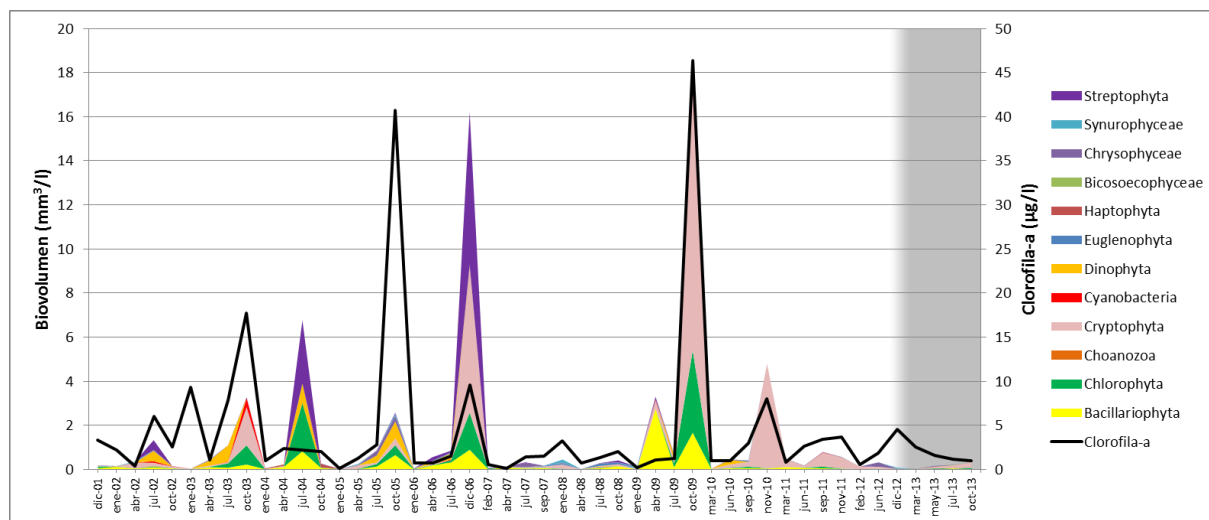


Figura 138. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 86. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la charca de Monreal entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	17	0,0677	18	0,0205	1	0,0169	3	0,2087	3	0,0088	2	0,4640
02/03	24	0,0881	19	0,1034	2	0,0021	4	0,0520	2	0,0020	3	0,4864
03/04	8	0,4644	11	1,0975	1	0,0087	3	0,0195	2	0,0016	2	0,8676
04/05	13	0,0702	13	0,0649	2	0,0028	4	0,1079	3	0,0201	2	0,3158
05/06	19	0,2484	11	0,0578	1	0,0010	5	0,0248	2	0,0035	2	0,1910
06/07	14	0,0621	13	0,0132	1	0,0003	4	0,0269	-	-	1	0,0128
07/08	11	0,0345	6	0,0220	3	0,0204	4	0,0200	1	0,0457	1	0,0194
08/09	13	1,4205	14	0,0859	2	0,0069	2	0,2691	-	-	2	0,2211
09/10	6	0,0533	8	0,0205	-	-	3	0,1450	-	-	3	0,2058
10/11	5	0,0737	9	0,0139	-	-	4	0,0623	-	-	-	-
11/12	3	0,0018	19	0,0259	-	-	3	0,0920	-	-	-	-
12/13	11	0,0274	13	0,0208	-	-	5	0,1031	2	0,0020	3	0,0079

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	1	0,0122	1	0,0019	-	-	3	0,0164	1	0,0484	4	0,4435
02/03	1	0,0166	1	0,0011	-	-	6	0,0130	2	0,0057	3	0,0028
03/04	-	-	1	0,0709	-	-	5	0,0040	-	-	4	2,8684
04/05	-	-	-	-	-	-	6	0,1189	2	0,0449	2	0,0141
05/06	1	0,0364	1	0,0029	1	0,0003	3	0,0024	1	0,0035	4	0,1173
06/07	-	-	-	-	1	0,0011	4	0,1000	1	0,0030	3	0,0285
07/08	1	0,1081	-	-	-	-	4	0,0100	2	0,0015	-	-
08/09	-	-	1	0,0031	-	-	1	0,0139	-	-	2	0,0565
09/10	-	-	0	0,0000	-	-	2	0,0329	-	-	-	-
10/11	-	-	0	0,0070	-	-	2	0,0136	-	-	-	-
11/12	1	0,0008	1	0,0070	-	-	1	0,2009	-	-	-	-
12/13	2	0,0042	-	-	-	-	6	0,0169	1	0,0023	-	-

Tabla 87. Métricas adicionales analizadas en la charca de Monreal en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	22/03/2013	11/05/2013	10/07/2013	03/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	1,33	0,36	1,30	6,10681648	2,27	
Índice Willén	0,018	0,16	0,21	0,319838047	0,18	Oligotrófico
IPL	45	23	19	64	35,33	Mesotrófico
ITP	3	16	12	15	11,50	Muy bueno

Tabla 88. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	3,2	Muy bueno	20,1	Bueno	Bueno
02/03	4,5	Muy bueno	21,6	Bueno	Bueno
03/04	2,2	Muy bueno	21	Bueno	Bueno
04/05	2	Muy bueno	15,3	Bueno	Bueno
05/06	1,1	Muy bueno	28,5	Bueno	Bueno
06/07	0,8	Muy bueno	18,5	Bueno	Bueno
07/08	1	Muy bueno	12,1	Muy bueno	Muy bueno
08/09	1,1	Muy bueno	11	Muy bueno	Muy bueno
09/10	1	Muy bueno	27,13	Bueno	Bueno
10/11	2,6	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	1,8	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	1,3	Muy bueno	11,5	Muy bueno	Muy bueno

4.6.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido, con la ausencia más notable de las especies del género *Chara*. Los datos obtenidos son más parecidos al ciclo 2009/2010 que al resto de ciclos (figura 139). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 140).

No se ha evaluado la métrica cobertura total de helófitos, ya que más del 80% de la orilla no es colonizable, dada la cercanía del bosque que rodea a la laguna.

Al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la charca de Monreal le corresponde un estado "Moderado", a diferencia del ciclo 11/12 que fue Muy bueno, si bien coincide con el obtenido en el ciclo 09/10 (tabla 89).

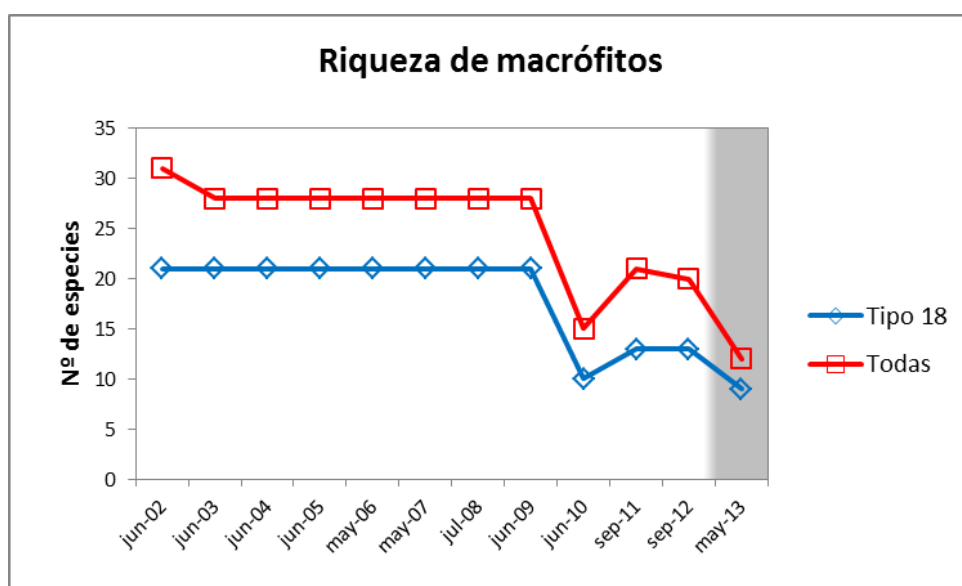


Figura 139. Evolución de la riqueza de macrófitos en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

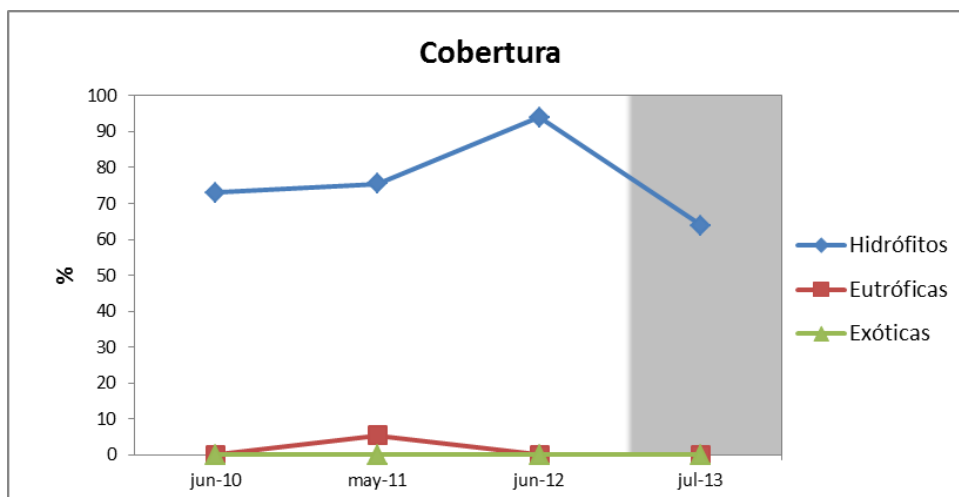


Figura 140. Evolución de la cobertura de hidrófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la charca de Monreal desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 89. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
02/03	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
03/04	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
04/05	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
05/06	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
06/07	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
07/08	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
08/09	21	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
09/10	10	73	0	0	Moderado
10/11	13	75,5	5,5	0	Bueno
11/12	13	94	0	0	Muy bueno
12/13	9	64	0	0	Moderado

4.6.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 24 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 141). Los coleópteros y dípteros son los que mayor número de familias presentan. Destaca la presencia de la familia Siphonuriidae. No se han encontrado especies introducidas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Monreal para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es moderado (tabla 90).

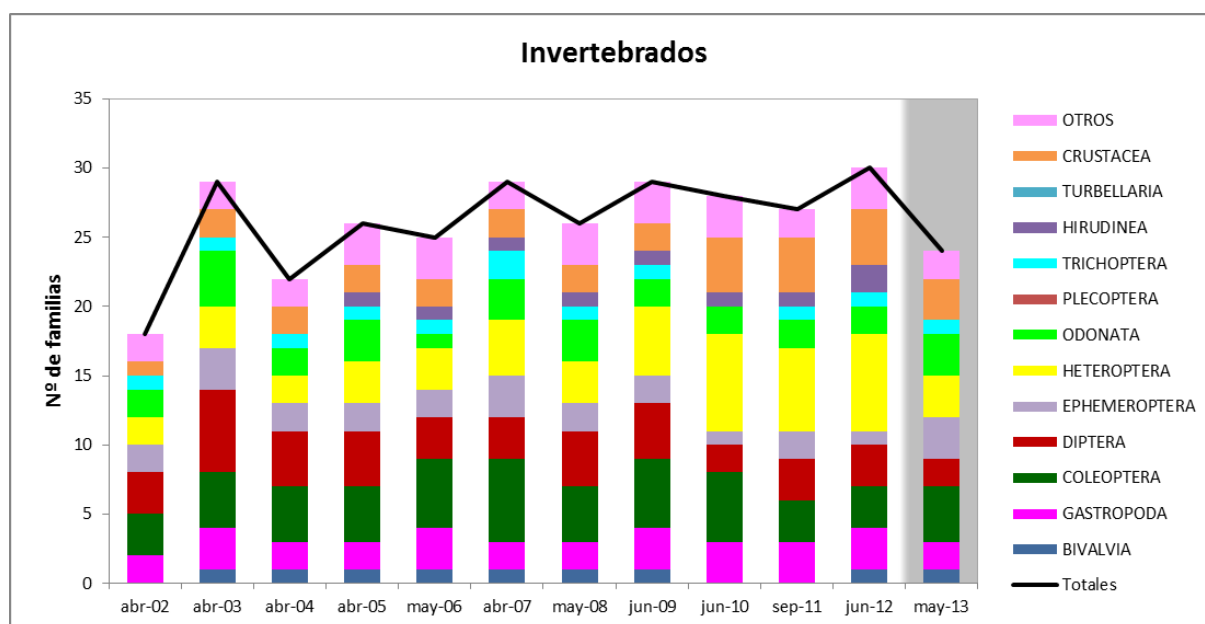


Figura 141. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 90. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	18	Deficiente	A	Muy bueno/Bueno	Deficiente
02/03	29	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
03/04	22	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
04/05	26	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
05/06	25	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
06/07	29	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
07/08	26	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
08/09	29	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
09/10	28	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
10/11	27	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
11/12	30	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
12/13	24	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado

4.6.5 Fauna ictiológica

En la charca de Monreal se realizó un esfuerzo de 40 minutos de pesca eléctrica en un longitud de 60 m y una superficie total de 0,045 Ha. Se confirmó la presencia de la tenca (*Tinca tinca*) como en los dos ciclos anteriores. Al comparar los datos obtenidos con los de los dos ciclos anteriores se observa que la población de *Tinca tinca* va disminuyendo (tabla 91).

Durante este ciclo el estado de calidad de la charca de Monreal es "Bueno" al igual que en los dos últimos ciclos (tabla 92).

Tabla 91. Resultados las diferentes métricas de la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE
13-sep-11	<i>Tinca tinca</i>	39	11,4	21,4	4173	195
20-sep-12	<i>Tinca tinca</i>	25	10,8	15,9	1987,5	125
10-jul-13	<i>Tinca tinca</i>	9	11,7	19,9	0,44	22,39

Tabla 92. Resultados del elemento de calidad "Fauna ictiológica" de la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-Bnativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
05/06	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
09/10	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
10/11	SI	1	0	SI	Ligero o nulo	Bueno
11/12	SI	1	0	SI	Ligero o nulo	Bueno
12/13	SI	1	0	SI	Ligero o nulo	Bueno

4.6.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la charca de Monreal ha permitido conocer el estado de la misma en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 82). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la charca de Monreal durante el ciclo de estudio 2012/13.

La charca de Monreal presentó siempre una profundidad inferior a 2,8 m por lo que no se realizaron perfiles longitudinales de ningún parámetro.

Transparencia

La profundidad de visión de disco de Secchi ha coincidido con la profundidad máxima en todos los muestreos del ciclo. El dato de mayo (2,8 m) supone el más elevado desde que se mide este parámetro (figura 142). Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 18 en los que se encuadra la charca de Monreal.

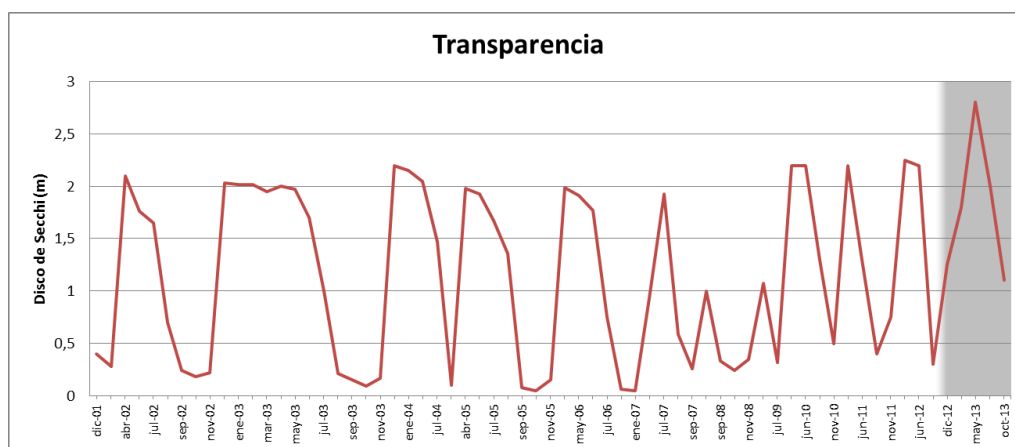


Figura 142. Evolución de la transparencia en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

Según se observa en el gráfico de evolución de la conductividad (figura 143) ésta varía desde los 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$ medidos en noviembre de 2011 hasta los 1184 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de febrero de 2004. El valor de conductividad para la época de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 673 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad "Muy bueno" para el ciclo 2012/13, como en los ciclos anteriores (tabla 93)

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el máximo valor se obtuvo en octubre de 2013 con 9,7 (figura 144). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en la laguna de Monreal es de 7,3, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13.

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 145) presentan un máximo en el mes de julio (23°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (5,6 °C).

La charca de Monreal presenta una buena oxigenación con valores superiores a los 8,3 mg/l y al 85,5 % a lo largo del ciclo 2012/13, lo que supone valores parecidos a los obtenidos en ciclos anteriores (figura 146 y 147).

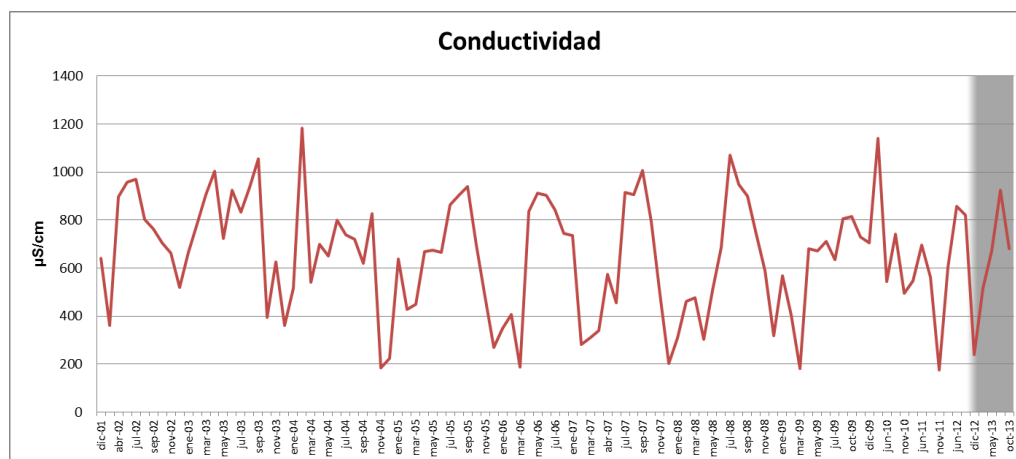


Figura 143. Evolución de la conductividad en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

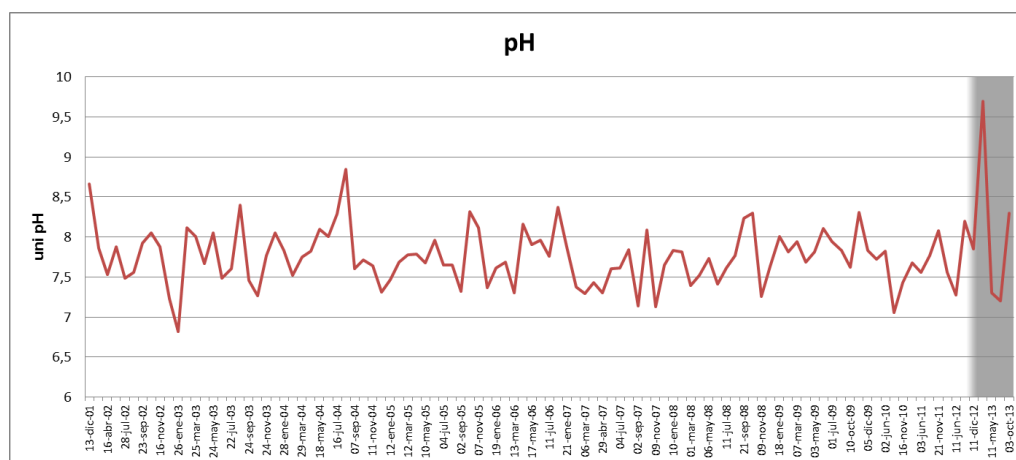


Figura 144. Evolución del pH en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

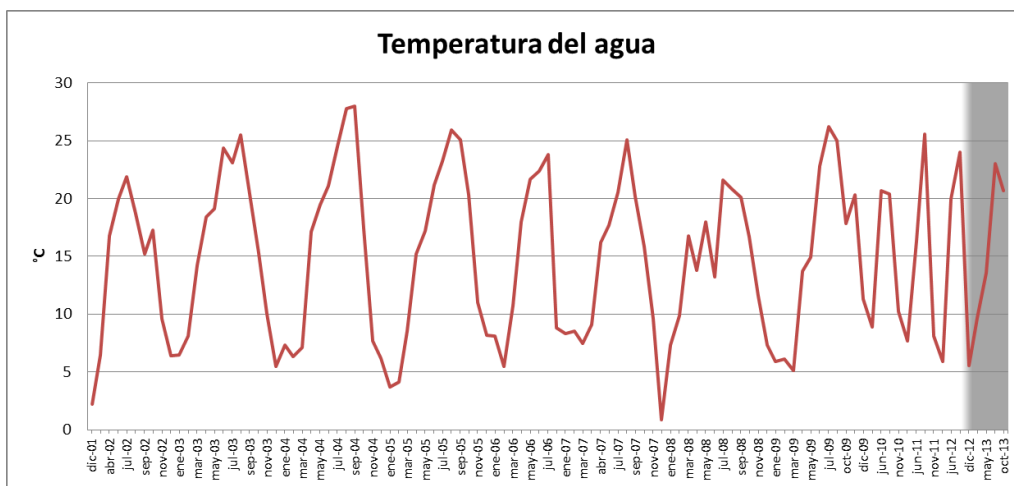


Figura 145. Evolución de la temperatura del agua en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

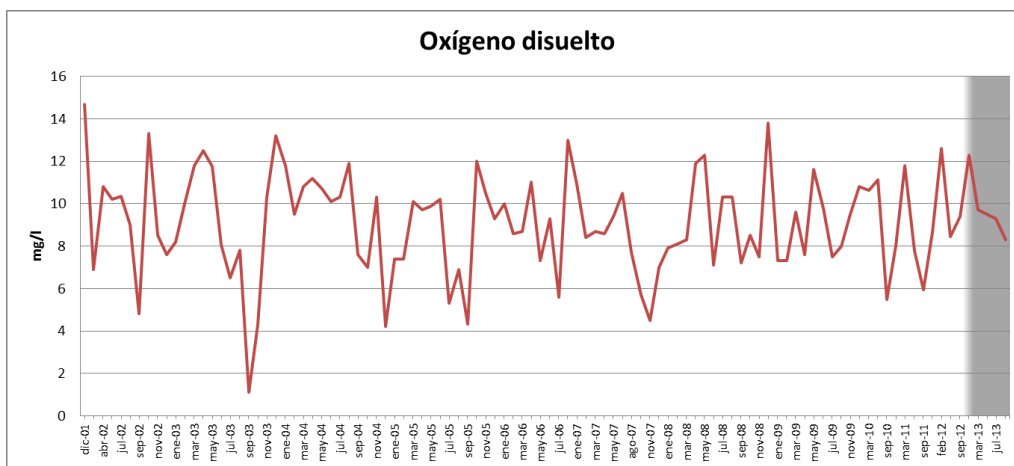


Figura 146. Evolución del oxígeno disuelto en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

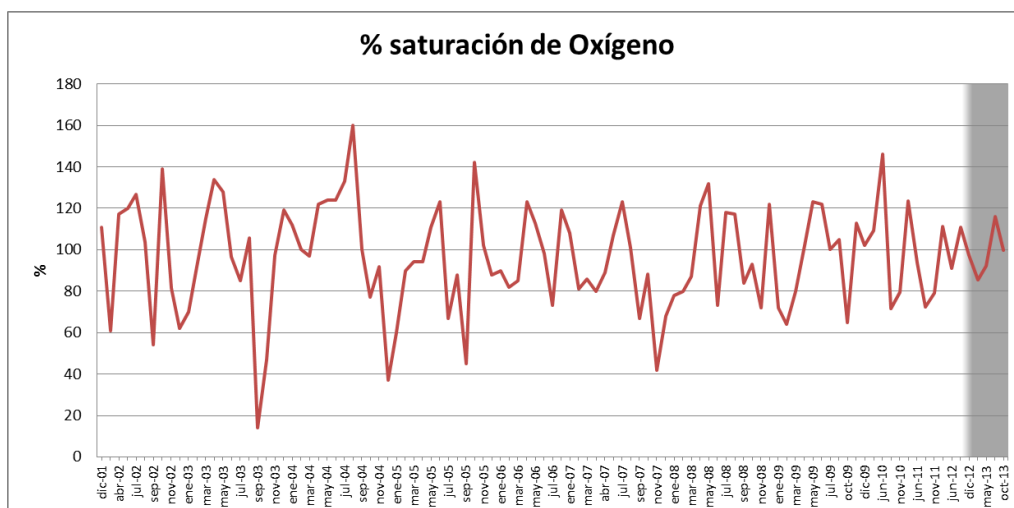


Figura 147. Evolución del % de saturación de oxígeno en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en julio de 2013 con 3,06 meq/l (figura 148). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en la charca de Monreal es de 2,9 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación de la laguna de Monreal en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno”.

Según se observa en el gráfico de evolución (figura 149), el máximo valor de fósforo total se obtuvo en mayo de 2013 con 82 µg/l. El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en la charca de Monreal es de 53 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13, lo que supone un empeoramiento de la calidad según esta métrica con respecto a los ciclos anteriores.

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,05 mg/l, con un máximo de 0,167 mg/l medido en septiembre de 2010 (figura 150).

En la figura 151 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 2,06 mg/l, obtenido en marzo de 2013. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 1,2 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,02 mg/l en la charca de Monreal (figura 152).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 153) se observa un máximo valor de 10,3 mg/l en marzo de 2011. Los valores del ciclo 2012/13 han sido inferiores a 1 mg/l.

El amonio (figura 154) ha presentado su valor máximo en octubre de 2009 con 2,4 mg/l, con el resto de valores situados por debajo de los 0,9 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un descenso desde marzo hasta octubre de 2013 (figura 155).

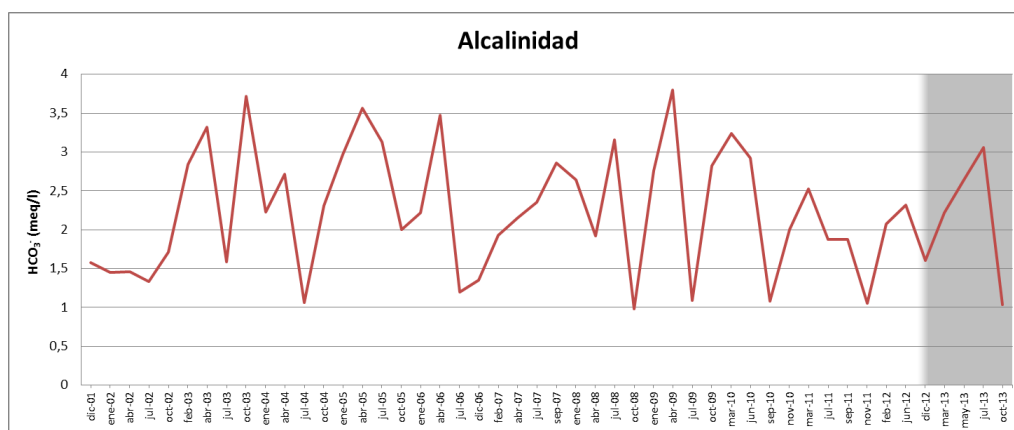


Figura 148. Evolución de la alcalinidad en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

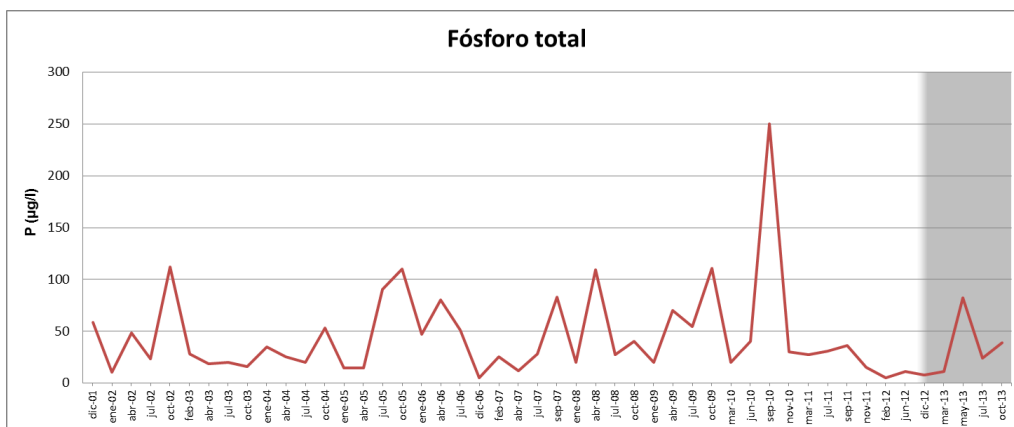


Figura 149. Evolución del fósforo total en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).



Figura 150. Evolución de los ortofosfatos en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

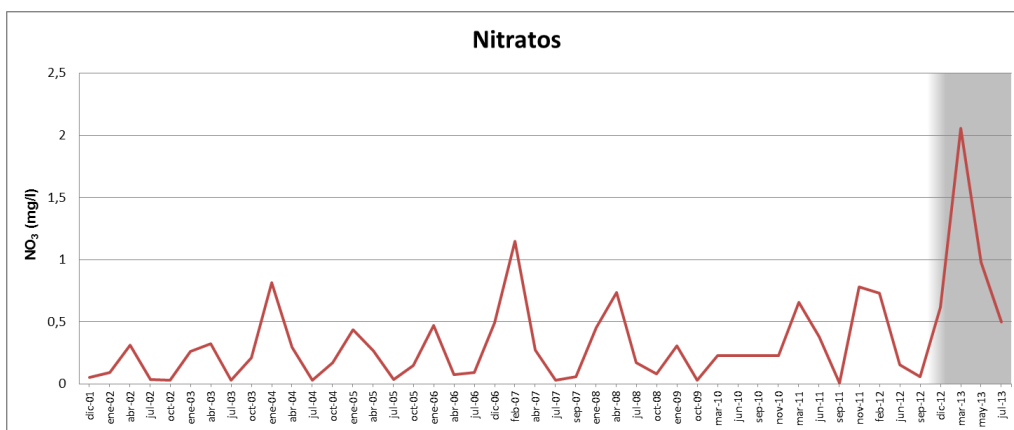


Figura 151. Evolución de los nitratos en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

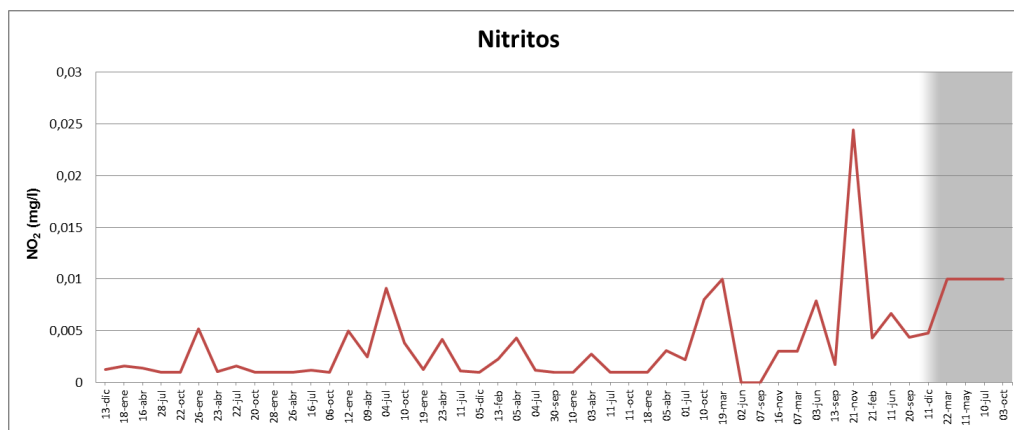


Figura 152. Evolución de los nitritos en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

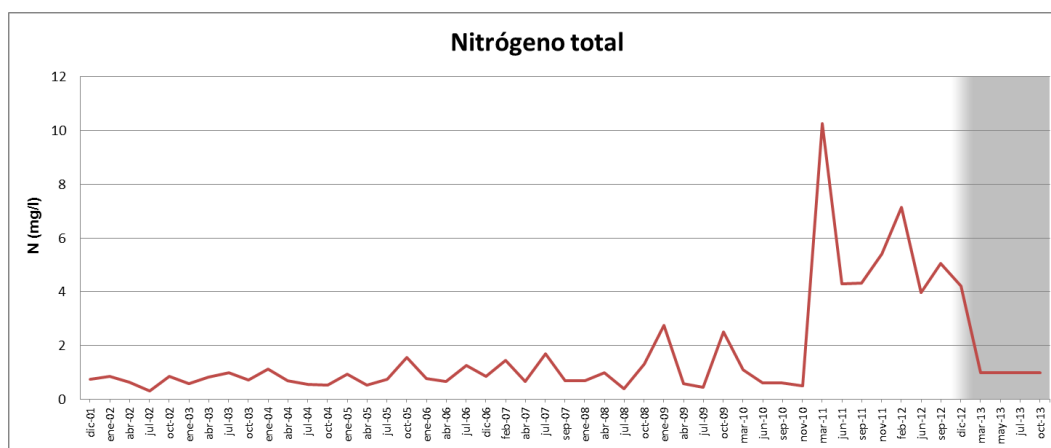


Figura 153. Evolución del nitrógeno total en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

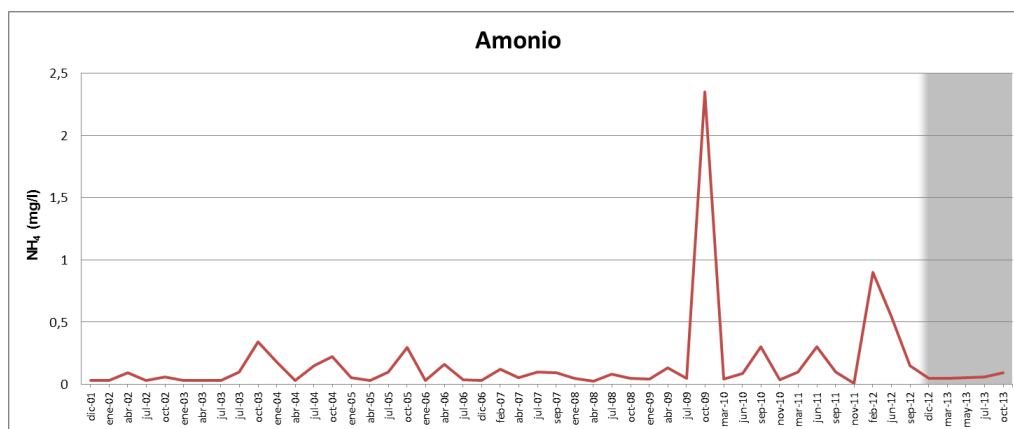


Figura 154. Evolución del amonio en la charca de Monreal desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

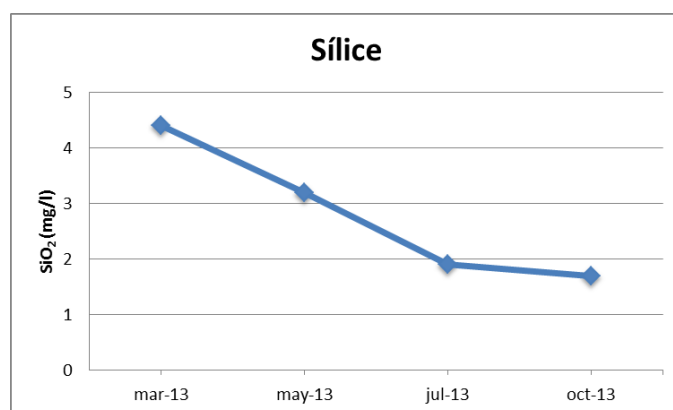


Figura 155. Evolución del sílice en la charca de Monreal en el ciclo 2012/13.

Tabla 93. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la charca de Monreal desde el ciclo 01/02 hasta el ciclo 12/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALC	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	896	Muy bueno	7,5	≥Bueno	1,4	Muy bueno	Muy bueno	36,2	Bueno
02/03	723	Muy bueno	8,1	≥Bueno	2,5	Muy bueno	Muy bueno	19,2	Muy bueno
03/04	649	Muy bueno	8,1	≥Bueno	1,9	Muy bueno	Muy bueno	22,7	Bueno
04/05	674	Muy bueno	7,7	≥Bueno	3,3	Muy bueno	Muy bueno	52,6	Moderado
05/06	912	Muy bueno	7,9	≥Bueno	2,3	Muy bueno	Muy bueno	65,8	Moderado
06/07	456	Muy bueno	7,6	≥Bueno	2,3	Muy bueno	Muy bueno	19,8	Muy bueno
07/08	507	Muy bueno	7,7	≥Bueno	2,5	Muy bueno	Muy bueno	68,4	Moderado
08/09	672	Muy bueno	7,8	≥Bueno	2,4	Muy bueno	Muy bueno	62,3	Moderado
09/10	545	Muy bueno	7,8	≥Bueno	2,9	Muy bueno	Muy bueno	40,0	Bueno
10/11	695	Muy bueno	7,6	≥Bueno	1,9	Muy bueno	Muy bueno	30,5	Bueno
11/12	858	Muy bueno	7,3	≥Bueno	2,3	Muy bueno	Muy bueno	11,0	Muy bueno
12/13	673	Muy bueno	7,3	≥Bueno	2,9	Muy bueno	Muy bueno	53,0	Moderado

4.6.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de entrada (MOR-E) se presentan en la tabla 94 y los del arroyo de salida (MOR-S) se presentan en la tabla 95. El arroyo de entrada presentó un estado en general Muy bueno, lo único que se observó es un valor de sobresaturación de oxígeno en el muestreo de marzo. En el arroyo de salida también se observó la sobresaturación en el mes de marzo y en los meses de julio y octubre, con el descenso del caudal circulante, un aumento de la conductividad y la reducción del oxígeno.

Tabla 94. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de entrada (MOR-E) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	10/05/2013
Conductividad a 25 °C (µS/cm)	487	456
Oxígeno (% de saturación)	131	102
pH	8	8,1
Amonio (mg/l)	0,02	0,03
Fosfatos (mg/l)	<0,06	<0,05
Fósforo total (mg/l)	0,015	0,089
Nitratos (mg/l)	1,5	0,83
Temperatura del agua (°C)		10,9
Oxígeno disuelto (mg/l)		13,4
Nitritos (mg/l)		<0,01
Nitrógeno total (mg/l)		<1
Sílice (mg/l)		4,4
Alcalinidad (mg/l)		108

Tabla 95. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de salida (MOR-S) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	10/05/2013	10/08/2013	03/10/2013
Conductividad a 25 °C (µS/cm)	480 Muy bueno	654 Muy bueno	925 Moderado	1890 Moderado
Oxígeno (% de saturación)	129 Moderado	106 Muy bueno	84,7 Muy bueno	24,2 Moderado
pH	8 Muy bueno	7,6 Muy bueno	7,6 Muy bueno	7,1 Muy bueno
Amonio (mg/l)	<0,02 Muy bueno	0,033 Muy bueno	0,057 Muy bueno	0,121 Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	<0,06 Muy bueno	<0,05 Muy bueno	<0,05 Muy bueno	<0,05 Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,059 Muy bueno	0,079 Muy bueno	0,036 Muy bueno	0,083 Muy bueno
Nitratos (mg/l)	<0,5 Muy bueno	0,84 Muy bueno	<0,5 Muy bueno	<0,5 Muy bueno
Temperatura del agua (°C)		9,3	14,1	22,1
Oxígeno disuelto (mg/l)		13,5	10,1	6,9
Nitritos (mg/l)		<0,01	<0,01	0,072
Nitrógeno total (mg/l)		<1	<1	<1
Sílice (mg/l)		4,4	4,2	2,1
Alcalinidad (mg/l)		104	125	155
				203

4.6.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la charca de Monreal durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 2,8 m medidos en mayo de 2013 a los 0,65 m de octubre de 2013.

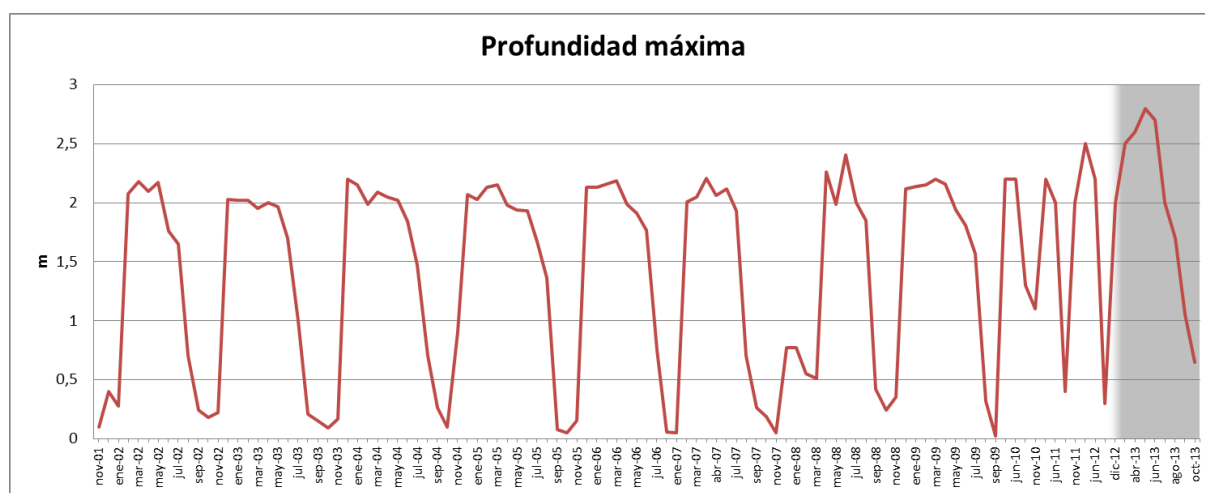


Figura 156. Variación de la profundidad máxima en el la charca de Monreal.

En la actualidad no hay control piezométrico activo sobre la masa de agua subterránea Balmaceda-Elorrio, sobre la que se encuentra la charca de Monreal. En esta masa existe un punto de control: el SP28- Sondeo Altube (CHN), pero no está activo.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen natural de entradas a la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen natural de salidas de la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidropериодо y régimen de fluctuación.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen natural de fluctuación de la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** Las alteraciones detectadas en la cuenca vertiente por usos del suelo distintos al natural o seminatural no exceden el 50% de la cuenca, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** No se detectan alteraciones significativas en el estado y estructura de la zona ribereña, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

4.6.9 Estado ecológico

En la tabla 96 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado de la laguna ha empeorado con respecto a los dos ciclos anteriores, debido al descenso de macrófitos e invertebrados y al aumento de nutrientes.

Durante este ciclo no se han detectado aportes altos de nutrientes desde el arroyo de entrada, por lo que el aumento de nutrientes en la charca de Monreal podría deberse a la escorrentía desde toda la cuenca. El acceso a la laguna está limitado para el ganado por medio de un vallado por lo que la presión derivada de esta actividad es prácticamente nula aunque siguen entrando animales salvajes.

Entre las medidas para mejorar el estado ecológico de este humedal, además de mantener limitado el acceso al ganado, es necesario el control de los nutrientes en la cuenca vertiente.

Tabla 96. Valoración del estado ecológico de la charca de Monreal, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado biológico
01/02	Bueno	Muy bueno	Deficiente	-	Deficiente
02/03	Bueno	Muy bueno	Bueno	-	Bueno
03/04	Bueno	Muy bueno	Moderado	-	Moderado
04/05	Bueno	Muy bueno	Bueno	-	Bueno
05/06	Bueno	Muy bueno	Moderado	-	Moderado
06/07	Bueno	Muy bueno	Bueno	-	Bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	-	Bueno
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	-	Bueno
09/10	Bueno	Moderado	Bueno	-	Moderado
10/11	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno
12/13	Muy bueno	Moderado	Moderado	Bueno	Moderado

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Deficiente	Bueno	Muy bueno	Deficiente
02/03	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
03/04	Moderado	Bueno	Muy bueno	Moderado
04/05	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
05/06	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
06/07	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
07/08	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
08/09	Bueno	≤Moderado	Muy bueno	Moderado
09/10	Moderado	Bueno	Muy bueno	Moderado
10/11	Bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
11/12	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
12/13	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	Moderado

4.7 Laguna de Prao de la Paul

La laguna de Prao de la Paul se ubica en la cuenca hidrológica de El Valle, subunidad hidrológica Ebro dentro del municipio de Laguardia. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Complejo lagunar de Laguardia” (biotopo protegido según la legislación autonómica vasca).

La laguna de Prao de la Paul está declarada como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológica del MAGRAMA. Dado que se trata de un humedal artificial, se definirá un potencial ecológico basado en las condiciones de referencia del tipo al que por sus características es asimilable, el tipo 18, “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente”.

Tabla 97. Características y tipología de la laguna del Prao de la Paul.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH asimilable	Tipo CAPV
ES0911682	Laguna de Prao de la Paul	Ebro	Artificial	18: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas diapíricas profundas de aportación mixta permanentes fluctuantes

La laguna de Prao de la Paul se sitúa en la masa de agua subterránea: Laguardia.

La laguna de Prao de la Paul tiene asociados un arroyo de entrada y uno de salida, que también han sido objeto de estudio en el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en el humedal (PPA-H) y en el arroyo de entrada (PPA-E) y de salida (PPA-S):



Figura 157. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la laguna del Prao de la Paul (PPA-H) y en sus arroyos asociados: PPA-E y PPA-S.

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Prao de la Paul (PPA-H) son los siguientes:

Tabla 98. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna del Prao de la Paul.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3,5	<5,3	5,3-8,5	8,6-14,7	14,8-24,0	>24,0
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	23	>11	>11	1-7	6-4	<4
Cobertura total de hidrófitos	80	>70	70-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,5	7-9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	500-3000	475-3150	400-475 o 3150-3600	<400 o >3600	<400 o >3600	<400 o >3600
Nutrientes PT		<22	22-50	>50	>50	>50
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.7.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Prao de la Paul (PPA-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los mismos.

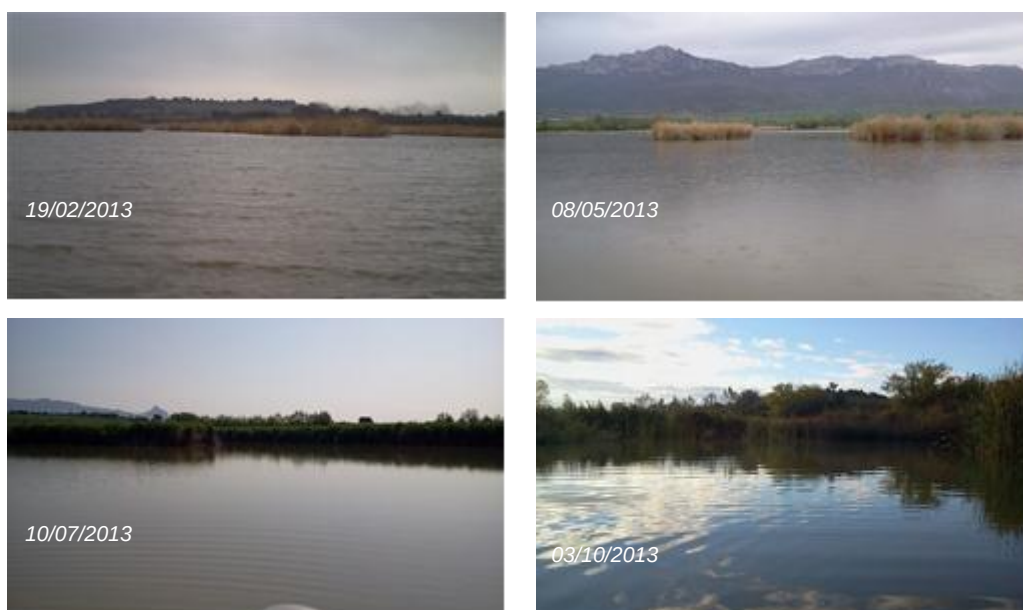


Figura 158. Laguna del Prao de la Paul (PPA-H) durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo PPA-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 99. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en PPA-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	08/05/2013	13/07/2013	02/10/2013
Temperatura del aire (°C)	7,8	12,1	24,1	17
Disco de Secchi (m)	0,25	0,28	0,23	0,35
Profundidad máxima (m)	1,1	1,5	1,36	1,18

Durante 2013 se realizaron los cuatro muestreos en el arroyo de entrada (PPA-E) y en el arroyo de salida (PPA-S). El punto de toma de muestras en el arroyo de entrada (PPA-E) se encontró seco en los muestreos de julio y octubre (figura 158). El punto de toma de muestras en el arroyo de salida (PPA-S) presentó agua en los cuatro muestreos (figura 159).



Figura 159. Arroyo de entrada en la laguna del Prao de la Paul (PPA-E) durante los muestreos de 2013.



Figura 160. Arroyo de salida de la laguna del Prao de la Paul (PPA-S) durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” se presentan en la tabla 103 para el arroyo de entrada (PPA-E) y en la tabla 104 para el arroyo de salida (PPA-S).

Tabla 100. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en PPA-E en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	08/05/2013
Anchura (m)	0,5	0,18
Profundidad (m)	0,05	0,02
Velocidad (m/s)	0,13	1,08
Caudal (m ³ /s)	0,003	0,004

Tabla 101. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en PPA-S en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	08/05/2013
Anchura (m)	2,5	2,5
Profundidad (m)	0,5	0,3
Velocidad (m/s)	0,2	0,2
Caudal (m ³ /s)	0,25	0,25

4.7.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la laguna de Prao de la Paul son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del potencial ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de mayo y julio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 161 se observa como generalmente el mayor número de especies se da en la época estival, tal y como era de esperar. Se observa una clara dominancia de las Chlorophytas sobre el resto de grupos.

En la figura 162 observamos que se han identificado número de especies similar al de otras campañas. Respecto al biovolumen, durante todo el ciclo han dominado principalmente las chlorophytas clorococcales y las cryptophyceas, junto a diatomeas durante la primavera y chrysophyceas y euglenophytas durante el verano.

En la tabla 102 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 103 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a, el estado de calidad de la laguna de Prao de la Paul para el elemento “fitoplancton” es “Malo” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 104).

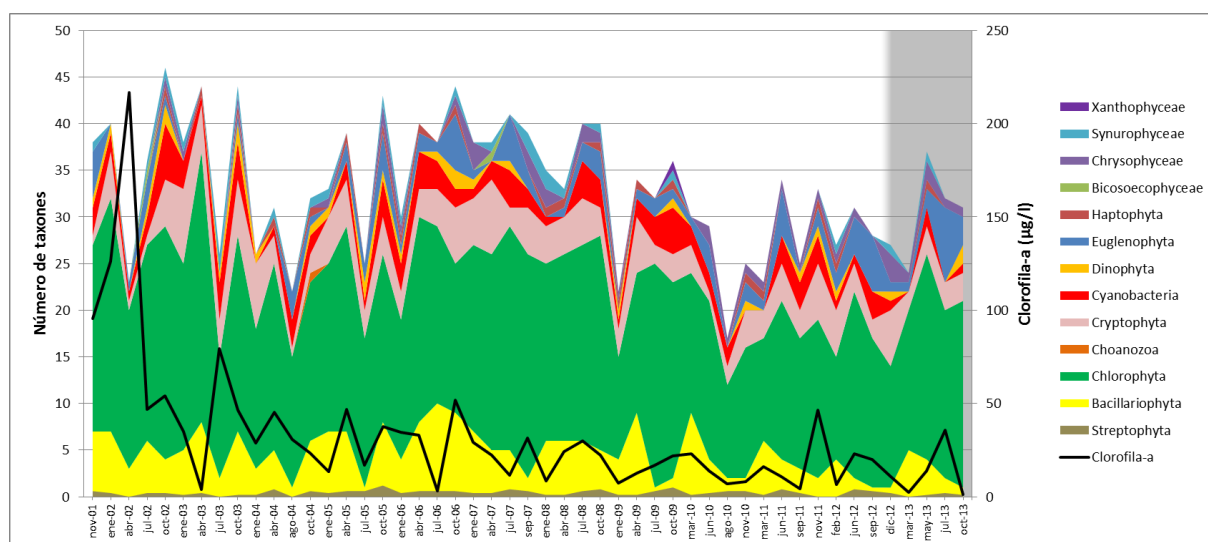


Figura 161. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

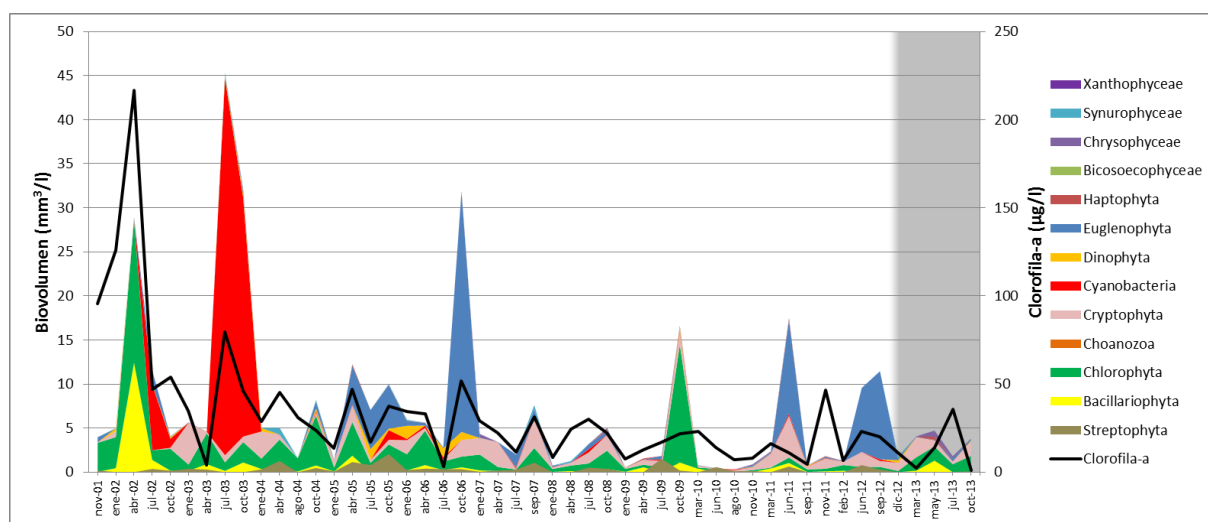


Figura 162. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 102. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna del Prao de la Paul entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	8	6,9073	26	8,6454	-	-	2	0,0919	3	3,7176	1	0,0569
02/03	9	0,5265	29	2,2350	-	-	5	0,4889	4	21,3897	1	0,2746
03/04	5	0,5815	20	3,1208	-	-	3	0,5387	1	0,0150	-	-
04/05	7	0,9425	24	2,4273	-	-	6	1,1150	2	0,0490	2	1,2226
05/06	14	0,5189	28	2,4463	-	-	8	0,2608	6	0,2660	1	1,0336
06/07	9	0,0875	31	0,3595	-	-	7	1,4360	5	0,0682	1	0,0345
07/08	9	0,0949	23	0,7763	-	-	7	0,7843	4	0,3692	-	-
08/09	9	0,2822	27	0,4235	-	-	6	0,6479	3	0,0871	-	-
09/10	4	0,0571	17	0,3114	-	-	1	0,0246	2	0,0068	-	-
10/11	4	1,0459	17	0,6176	-	-	4	4,7269	3	0,2343	-	-
11/12	2	0,0186	20	0,5721	-	-	3	1,6909	1	0,0098	-	-
12/13	5	0,6626	29	1,2356	-	-	3	0,5284	2	0,0175	-	-

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	3	0,8374	-	-	1	0,0071	-	-	1	0,0176	2	1,8415
02/03	-	-	1	0,0135	-	-	-	-	2	0,3085	2	1,4523
03/04	-	-	1	0,0065	-	-	-	-	1	0,7758	4	6,3602
04/05	4	4,4107	1	0,1862	-	-	-	-	-	-	3	4,8890
05/06	3	0,1870	1	0,0327	-	-	-	-	-	-	5	1,8771
06/07	5	1,4712	-	-	1	0,0023	-	-	1	0,0096	4	1,1425
07/08	3	0,2991	1	0,0034	-	-	2	0,0141	1	0,1734	4	1,2803
08/09	2	0,2011	1	0,1337	-	-	-	-	-	-	4	3,8254
09/10	3	0,1831	-	-	-	-	2	0,0361	-	-	2	2,9057
10/11	5	10,6439	1	0,2140	-	-	1	0,0146	-	-	4	3,2187
11/12	4	7,2721	-	-	-	-	0	0,0023	-	-	4	4,0178
12/13	9	0,1656	1	0,1634	-	-	2	0,4926	1	0,0019	2	0,1075

Tabla 103. Métricas adicionales analizadas en la laguna del Prao de la Paul en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	19/02/2013	08/05/2013	13/07/2013	02/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,7	0,72	0,74	1,04	0,8	
Índice Willén	4,07	4,72	2,03	4,26	3,77	Eutrófico
IPL	51	62	50	54	55,33	Eutrófico
ITP	20	39	64	15	34,5	Moderado

Tabla 104. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	131,8	Malo	75,8	Malo	Malo
02/03	41,7	Malo	69,8	Deficiente	Malo
03/04	45,3	Malo	76	Malo	Malo
04/05	31,9	Malo	50,3	Deficiente	Malo
05/06	18	Deficiente	60,6	Deficiente	Deficiente
06/07	16,8	Deficiente	43,5	Moderado	Deficiente
07/08	27,1	Malo	68,3	Deficiente	Malo
08/09	14,7	Moderado	45,6	Moderado	Moderado
09/10	14	Moderado	55,3	Deficiente	Deficiente
10/11	10,9	Moderado	No evaluado	-	Moderado
11/12	23	Deficiente	No evaluado	-	Deficiente
12/13	24,8	Malo	34,5	Moderado	Deficiente

4.7.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido (figura 163). Se han identificado 9 especies de las cuales 5 son características del tipo. El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 164).

Por tanto, al elemento de calidad “Otra flora acuática” de la laguna de Prao de la Paul le corresponde un potencial ecológico “Deficiente”, a diferencia del ciclo anterior que fue moderado (tabla 105).

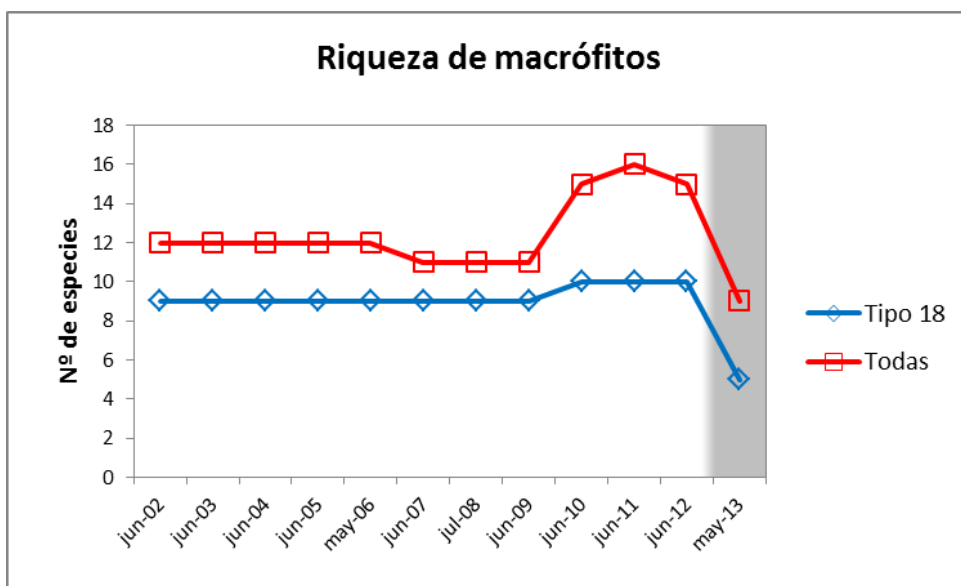


Figura 163. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

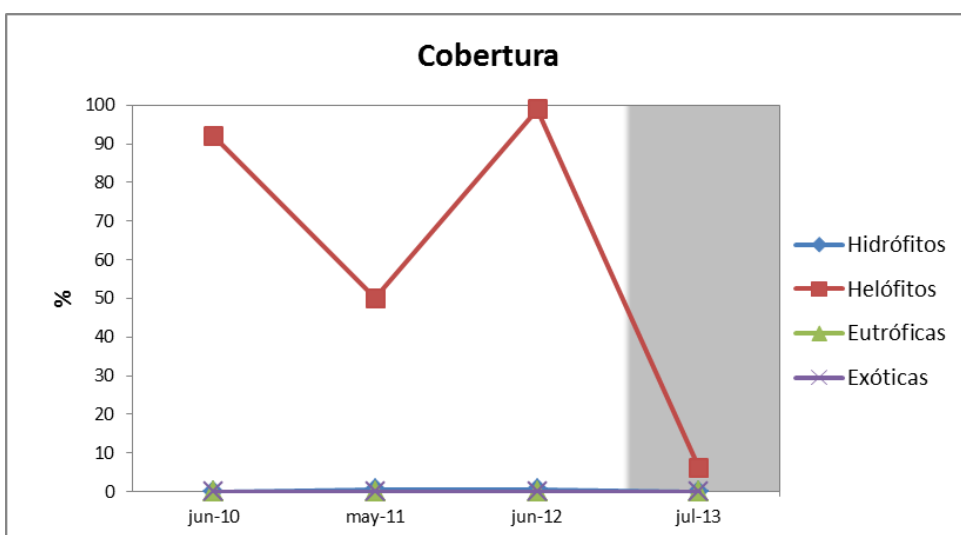


Figura 164. Evolución de la cobertura de hidrófilos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 105. Resultados del elemento de calidad “Otra flora acuática” en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
02/03	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
03/04	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
04/05	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
05/06	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
06/07	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
07/08	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
08/09	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
09/10	10	0	92	0	0	Moderado
10/11	10	0,5	50	0	0	Moderado
11/12	10	1	99	0	0	Moderado
12/13	5	0	6	0	0	Deficiente

4.7.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 14 taxones de macroinvertebrados, 3 menos que en el ciclo anterior (figura 165). Este valor corresponde a un potencial ecológico “Malo” para este indicador. Los crustáceos han sido los más numerosos con 4 familias seguidos de dípteros, gasterópodos y heterópteros con 2 familias.

Se ha encontrado que la población de *Procambarus clarkii* es muy abundante, por lo que la métrica especies introducidas de invertebrados presenta un potencial ecológico C = “Deficiente/malo”.

Teniendo en cuenta estas dos métricas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el potencial ecológico en la laguna de Prao de la Paul basado en los invertebrados es “Malo” para el ciclo 2012/13 (tabla 106).

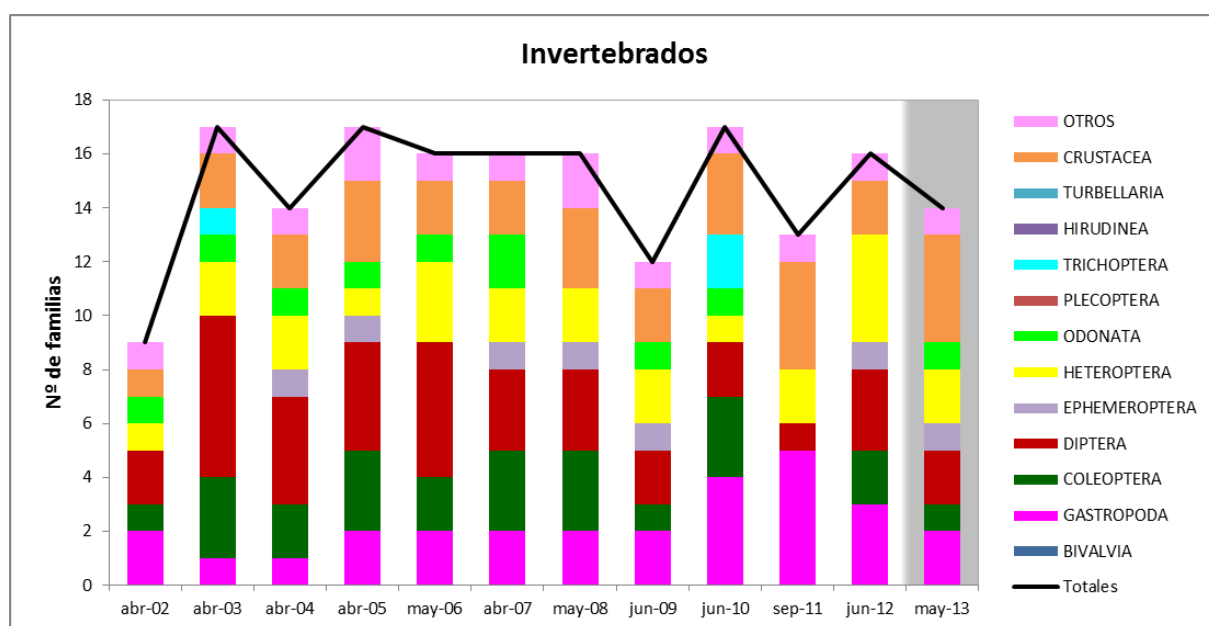


Figura 165. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 106. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” de la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	9	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
02/03	17	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
03/04	14	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
04/05	17	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
05/06	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
06/07	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
07/08	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
08/09	12	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
09/10	17	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
10/11	13	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
11/12	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
12/13	14	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo

4.7.5 Fauna ictiológica

Este indicador no se ha muestreado en la laguna de Prao de la Paul durante el ciclo hidrológico 2012/13.

Los resultados obtenidos en los ciclos anteriores (tabla 107) muestran la presencia de especies alóctonas como el carpín, la carpa y la carpa espejo, que parece que mantienen sus poblaciones estables a lo largo del tiempo.

Dado que este indicador no se ha muestreado en la laguna de Prao de la Paul durante este ciclo 12/13, y se ha encontrado que las condiciones para la fauna ictiológica son estables con respecto al ciclo anterior, el estado de calidad a aplicar sería el de dicho ciclo: “Deficiente” (tabla 108).

Tabla 107. Resultados las diferentes métricas de la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Red		Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE	BPUE	CPUE
22-jul-02	<i>Carassius auratus</i>	6	14,8	100,8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Cyprinus carpio</i>	39	20,2	194,8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
13-jul-06	<i>Carassius auratus</i>	18	13,7	65,7	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Cyprinus carpio</i>	76	16,3	94,4	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
30-sep-10	<i>Carassius auratus</i>	15	13,5	74	554,4	6,6	79,4	1,2
	<i>Cyprinus carpio</i>	117	15,5	176,6	2038,8	14,4	2414,3	12,9
	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	29	11,9	32,6	241,5	6,6	103,9	3,2
	<i>Carassius auratus</i>	23	14,3	83	No evaluado	No evaluado	93664,6	1050,4
25-sep-12	<i>Cyprinus carpio</i>	60	15,3	88	No evaluado	No evaluado	187048,4	2900,4
	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	14	17,5	310	No evaluado	No evaluado	34586,7	600,4

Tabla 108. Resultados del elemento de calidad “Fauna ictiológica” de la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	SI	0	2	No	Moderado	Deficiente
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
05/06	SI	0	2	No	Moderado	Deficiente
06/07	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
09/10	SI	0	3	No	Moderado	Deficiente
10/11	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
11/12	SI	0	3	No	Moderado	Deficiente
12/13	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable

4.7.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Prao de la Paul ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 98). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la balsa del Prao de la Paul durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de octubre de 2013 se obtuvo el valor más elevado (0,35 m) para este ciclo, siendo el valor más alto observado en la laguna de 0,86 m en diciembre de 2003 (figura 166).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 18 en los que se encuadra la laguna de Prao de la Paul.

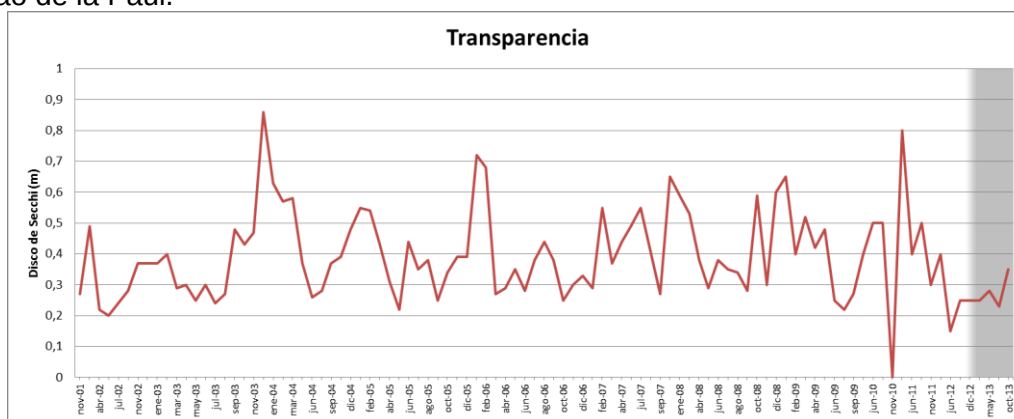


Figura 166. Evolución de la transparencia en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad refleja los valores medidos a nivel de superficie en la laguna de Prao de la Paul, con valores desde 162,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (enero 2002) hasta 837 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (marzo 2010). Los valores del ciclo 2012/13 han oscilado entre 529 y 716 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (figura 167). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 716 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que en ciclos anteriores (tabla 112).

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en diciembre de 2013 con 7,04 (figura 168). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en la laguna de Prao de la Paul es de 7,9, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 112).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 169) presentan un máximo en el mes de julio (24,8°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (6,5 °C).

En la laguna de Prao de la Paul se observa un descenso del oxígeno a partir del mes de mayo con un mínimo de 2,4 mg/l y 31,8% en julio de 2013 (figura 170 y 171).



Figura 167. Evolución de la conductividad en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

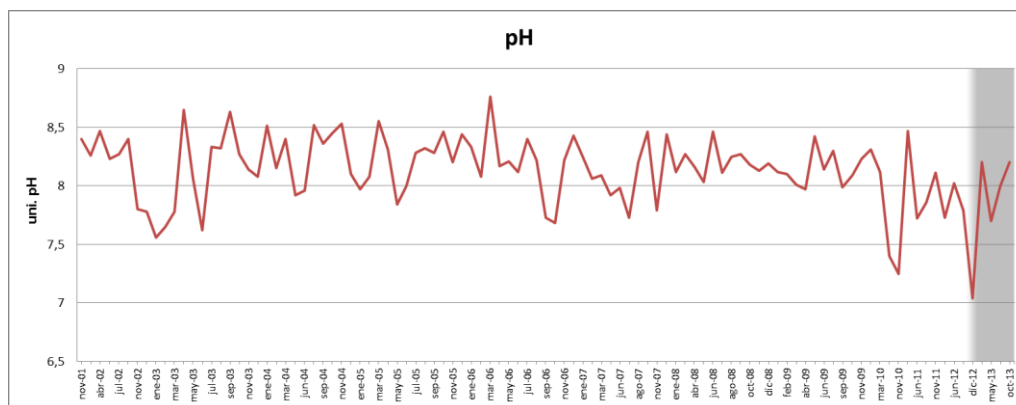


Figura 168. Evolución del pH en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

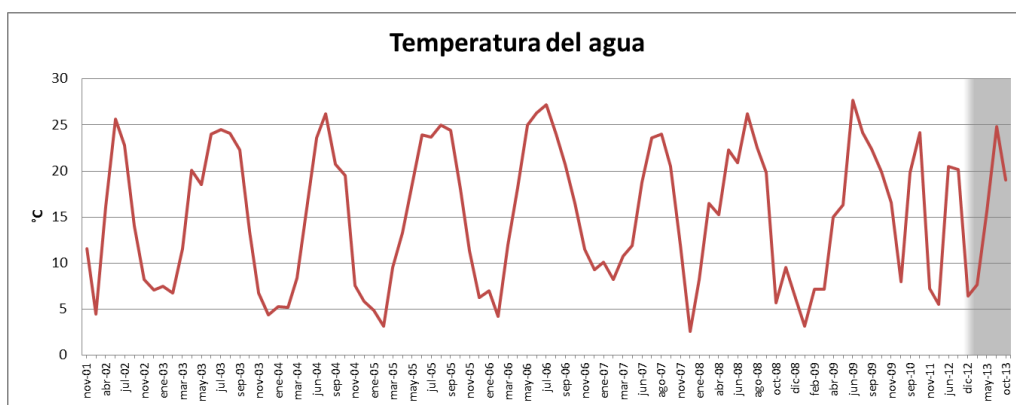


Figura 169. Evolución de la temperatura del agua en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

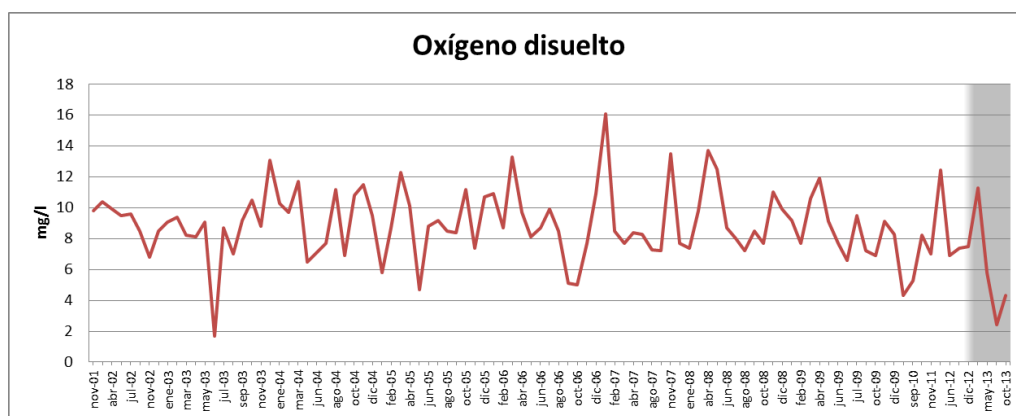


Figura 170. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

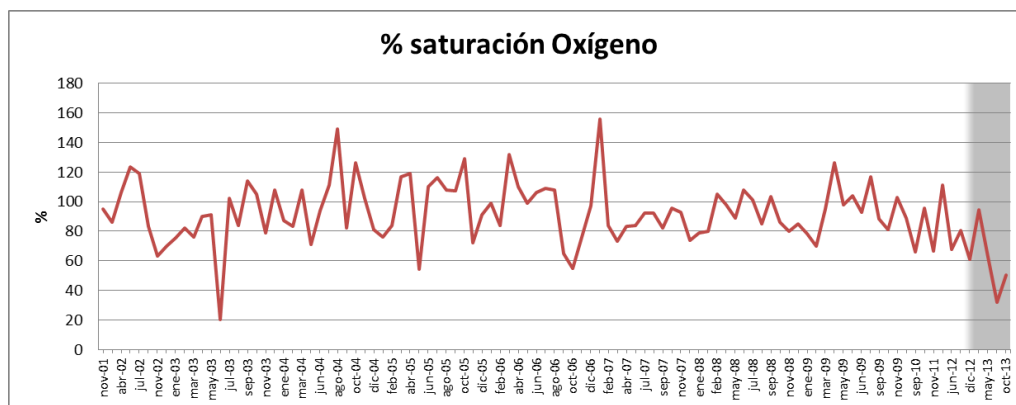


Figura 171. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en octubre de 2013 con 5,72 meq/l (figura 172). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 5,23 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en la laguna de Prao de la Paul en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en ciclos anteriores (tabla 109).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en la laguna de Prao de la Paul es de 118 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13 (figura 173). El estado de calidad basado en el indicador “Nutrientes” en el ciclo 2012/2013 es “Moderado o inferior”, que coincide con la mayoría de ciclos anteriores, como se observa en la tabla 109.

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,06 mg/l, con un máximo de 0,197 mg/l medido en junio de 2010 (figura 174).

En la figura 175 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 3,37 mg/l, obtenido en febrero de 2013. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 1,8 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,1 mg/l en la laguna de Prao de la Paul (figura 176).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 177) se ha obtenido un máximo de 11,8 mg/l en noviembre de 2001 y un mínimo de 1 mg/l en marzo de 2010. Durante el ciclo 2012/13 los valores fueron inferiores a los 2 mg/l.

El amonio (figura 178) se ha situado siempre por debajo de los 0,8 mg/l y durante el ciclo 2012/13 No han superado los 9,63 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de octubre con 29,5 mg/l (figura 179).

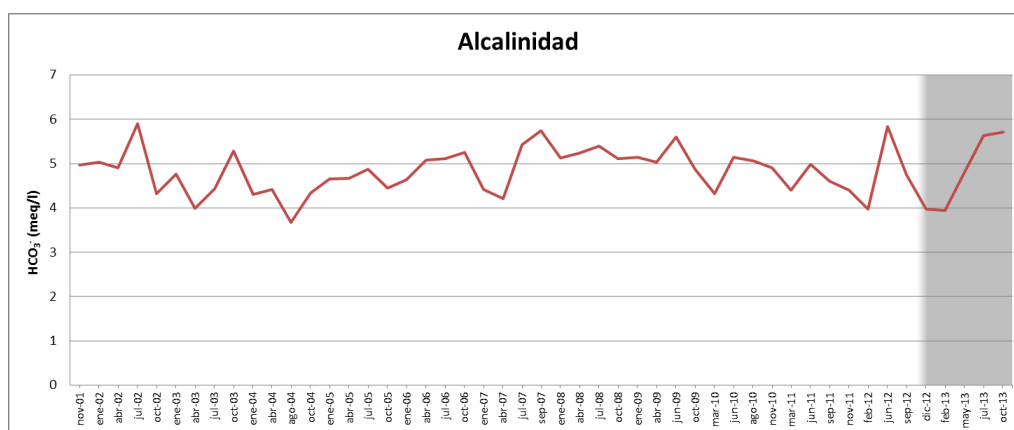


Figura 172. Evolución de la alcalinidad en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

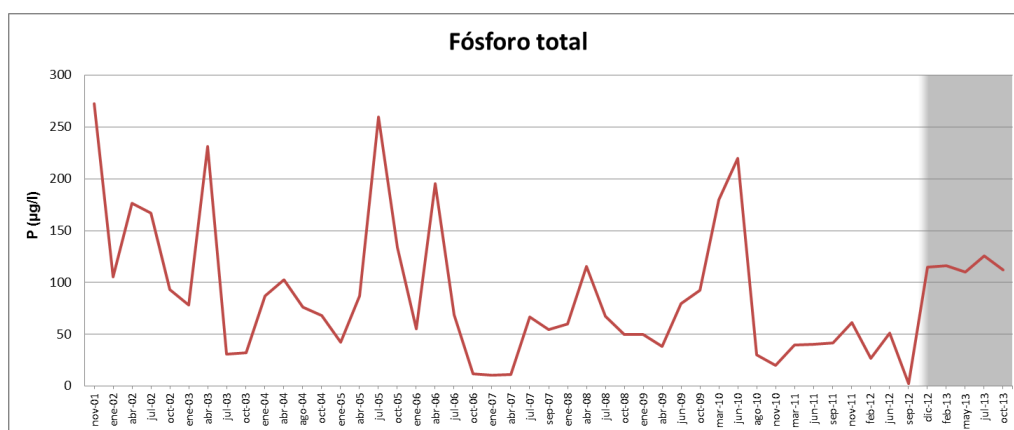


Figura 173. Evolución del fósforo total en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

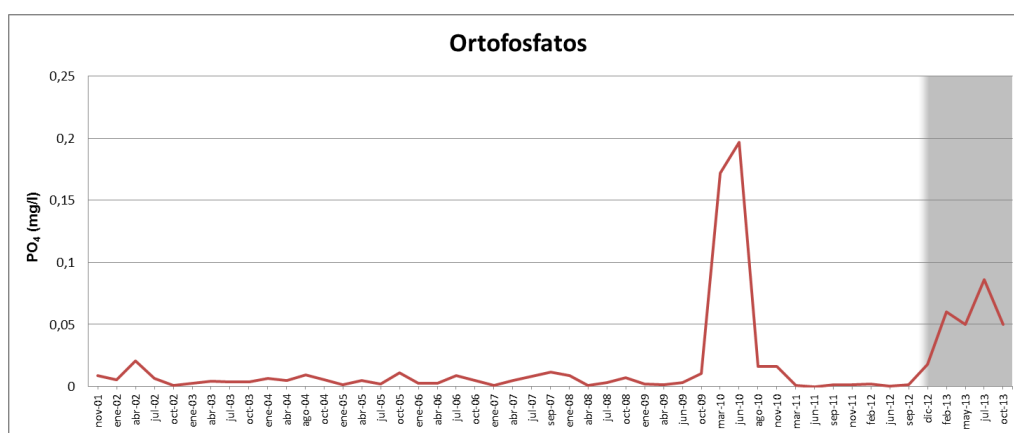


Figura 174. Evolución de los ortofosfatos en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

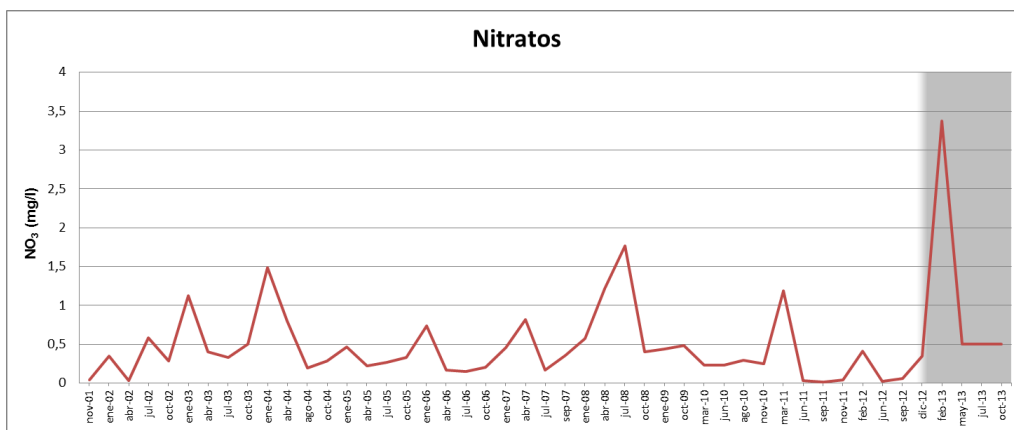


Figura 175. Evolución de los nitratos en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

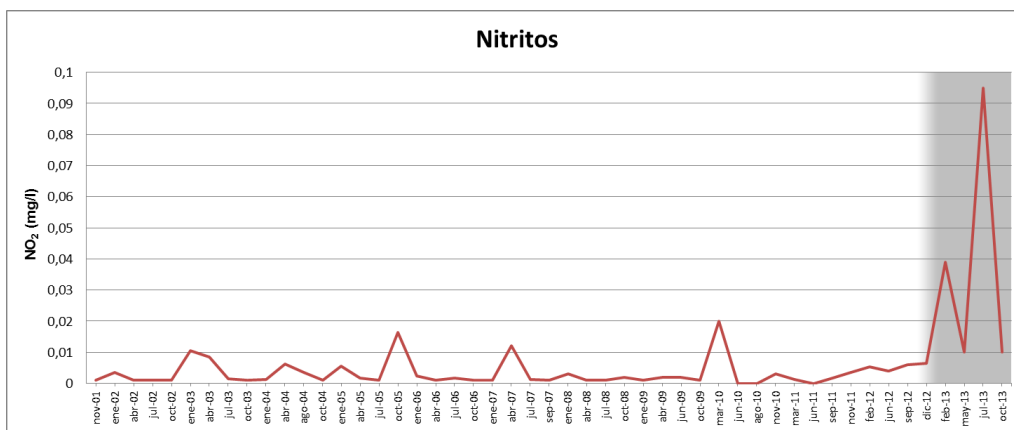


Figura 176. Evolución de los nitritos en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

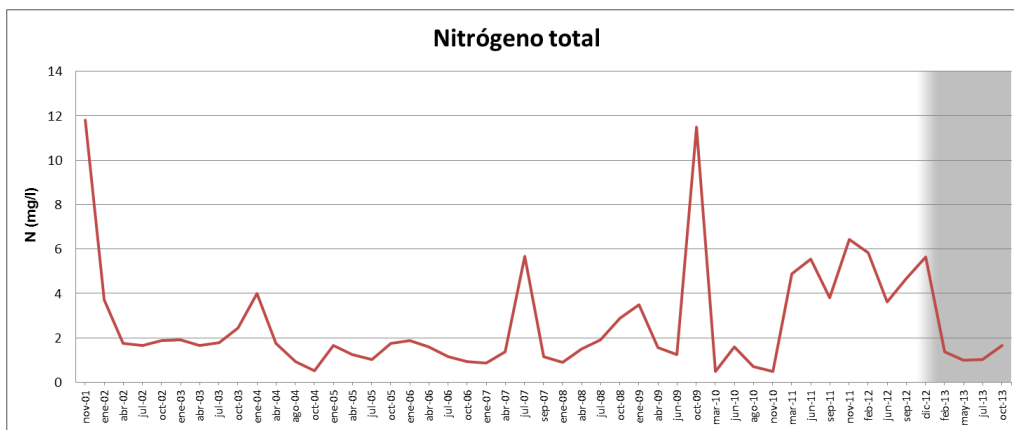


Figura 177. Evolución del nitrógeno total en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

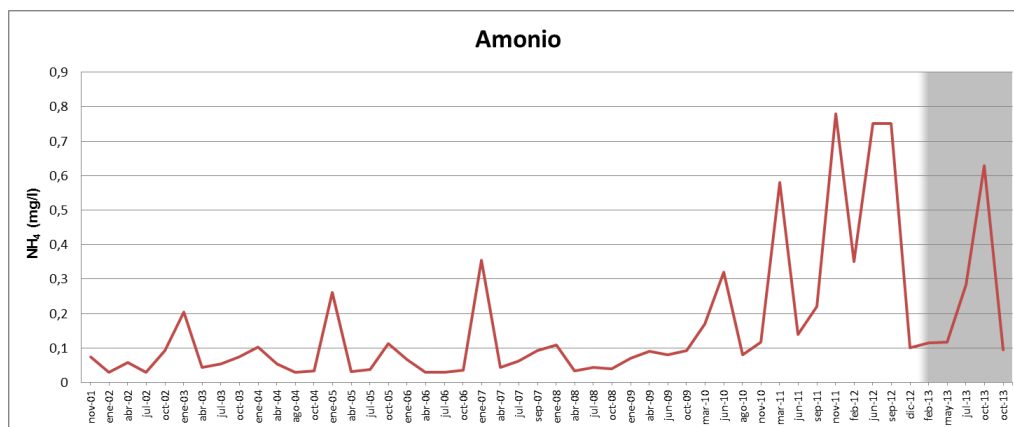


Figura 178. Evolución del amonio en la laguna del Prao de la Paul entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

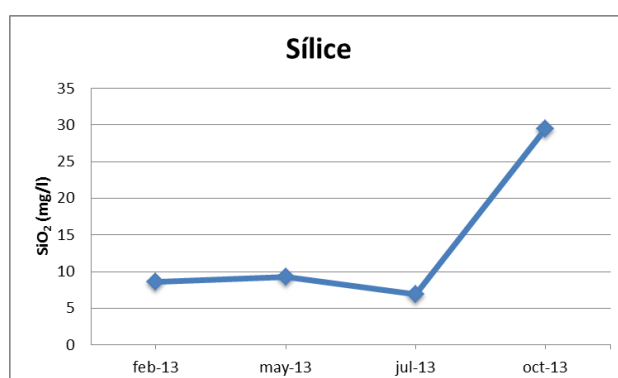


Figura 179. Evolución del sílice en la laguna del Prao de la Paul en el ciclo 2012/13.

Tabla 109. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Estado S	pH	Clase	ALCA (meq/l)	Clase	Estado A	PT ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Estado N
01/02	759	Muy bueno	8,35	$\geq$ Bueno	5,4	Muy bueno	Muy bueno	171,8	Moderado
02/03	679	Muy bueno	8,2	$\geq$ Bueno	4,2	Muy bueno	Muy bueno	131,1	Moderado
03/04	716	Muy bueno	7,94	$\geq$ Bueno	4,8	Muy bueno	Muy bueno	102,7	Moderado
04/05	527	Muy bueno	8,06	$\geq$ Bueno	5,1	Muy bueno	Muy bueno	173,2	Moderado
05/06	637	Muy bueno	8,31	$\geq$ Bueno	4,8	Muy bueno	Muy bueno	132,1	Moderado
06/07	526	Muy bueno	7,86	$\geq$ Bueno	4,8	Muy bueno	Muy bueno	39,1	Bueno
07/08	706	Muy bueno	8,07	$\geq$ Bueno	5,3	Muy bueno	Muy bueno	91,4	Moderado
08/09	717	Muy bueno	8,36	$\geq$ Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	59,1	Moderado
09/10	681	Muy bueno	8,07	$\geq$ Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	220	Moderado
10/11	585	Muy bueno	7,72	$\geq$ Bueno	5	Muy bueno	Muy bueno	40	Bueno
11/12	670	Muy bueno	8,02	$\geq$ Bueno	5,8	Muy bueno	Muy bueno	51	Moderado
12/13	716	Muy bueno	7,85	$\geq$ Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	118	Moderado

4.7.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de entrada (PPA-E) se presentan en la tabla 113 y los del arroyo de salida (PPA-S) se presentan en la tabla 114. En el arroyo de entrada se observan valores altos de nitratos. Hay una alta conductividad en ambos.

Tabla 110. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de entrada (PPA-E) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	08/05/2013
Conductividad a 25 °C (μS/cm)	1080	Moderado
Oxígeno (% de saturación)	74,2	Bueno
pH	7,5	Muy bueno
Amonio (mg/l)	0,022	Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	0,125	Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,091	Muy bueno
Nitratos (mg/l)	18,9	Moderado
Temperatura del agua (°C)		7,7
Oxígeno disuelto (mg/l)		8,9
Nitritos (mg/l)		0,02
Nitrógeno total (mg/l)		4,37
Sílice (mg/l)		9,4
Alcalinidad (mg/l)		334

Tabla 111. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de salida (PPA-S) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	08/05/2013	13/07/2013	02/10/2013
Conductividad a 25 °C (μS/cm)	597	Muy bueno	708	Moderado
Oxígeno (% de saturación)	84	Muy bueno	43,2	Moderado
pH	8	Muy bueno	7,5	Muy bueno
Amonio (mg/l)	0,091	Muy bueno	0,146	Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	0,06	Muy bueno	<0,05	Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,083	Muy bueno	0,119	Muy bueno
Nitratos (mg/l)	1,55	Muy bueno	<0,5	Muy bueno
Temperatura del agua (°C)		7,6	15,8	24,1
Oxígeno disuelto (mg/l)		10,1	4	3,7
Nitritos (mg/l)		0,043	0,016	0,056
Nitrógeno total (mg/l)		1,55	<1	<1
Sílice (mg/l)		8,2	10,1	14,2
Alcalinidad (mg/l)		187	247	282

4.7.8 5.7.8. Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Prao de la Paul durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 1,59 m medidos en marzo de 2013 a los 0,25 m de diciembre de 2012.

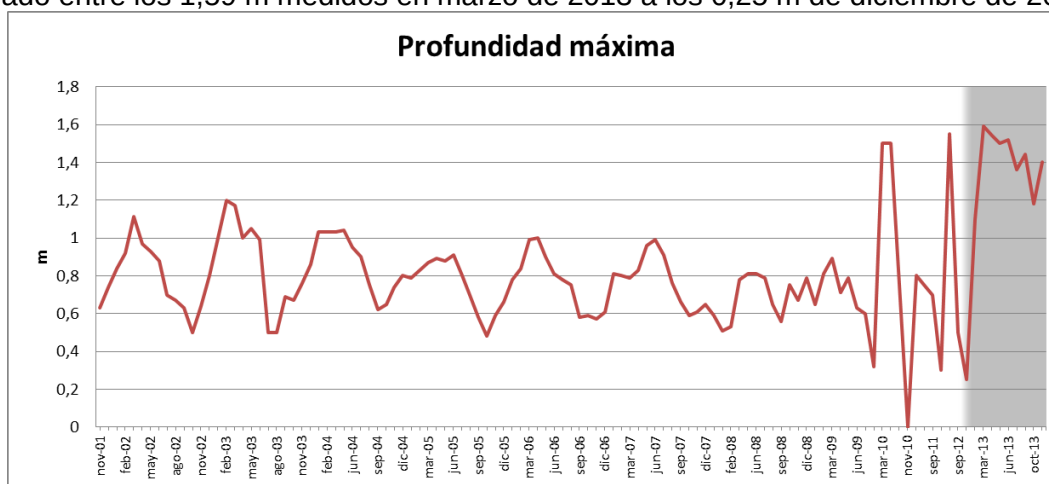


Figura 180. Variación de la profundidad máxima en la laguna del Prao de la Paul desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo

Carrallogroño (CHE 90-46-1) de la masa de agua subterránea: Laguardia. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

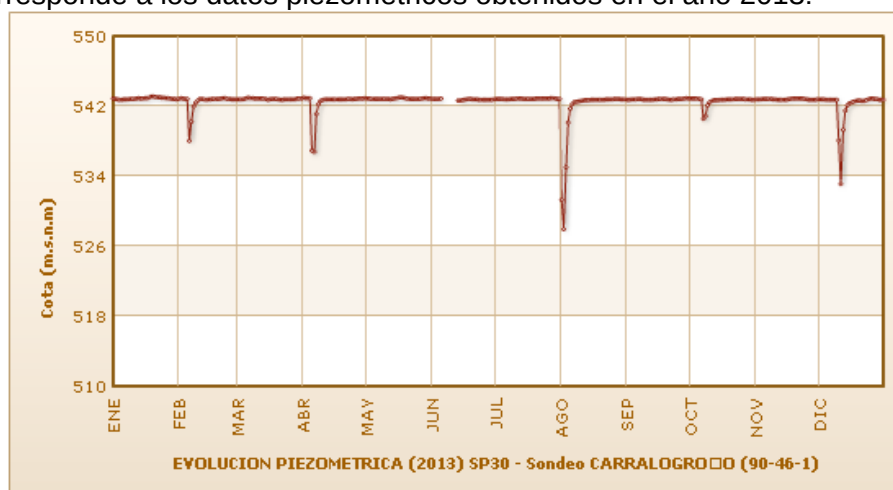


Figura 181. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo de Carrallogroño (CHE 90-46-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** El caudal del influente principal está regulado y más del 50% de la superficie de la cuenca vertiente presenta usos distintos al natural, por lo que el potencial se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** La balsa no llega a desbordar por encima del dique, por lo que el potencial se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Se encuentran alterados por la reducción del caudal por lo que el potencial se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La cubeta sufre tasas de colmatación elevadas, por lo que el potencial se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** La ribera de esta laguna se considera no alterada por elementos humanos teniendo en cuenta su artificialidad, por lo que el potencial se considera “Máximo”.

4.7.9 5.7.9. Potencial ecológico

En la tabla 112 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El potencial ecológico de la laguna de Prao de la Paul es Malo. Vemos que este humedal ha presentado siempre un estado deficiente o malo, debido principalmente a los elementos de calidad biológicos y al aporte de nutrientes.

La composición fitoplanctónica es típica de ambientes eutróficos con dominancia de clorofitas clorococales y cryptofitas.

Los niveles de fósforo se han mantenido muy altos durante todo el ciclo 2002-2013, mucho mayores que en los dos ciclos anteriores. Además se ha registrado un pico histórico en los valores de nitratos.

Las recomendaciones para mejorar el potencial ecológico de esta laguna son las mismas que en ciclos anteriores:

- El control de los aportes de nutrientes a la balsa
- El control de las poblaciones de peces y cangrejo rojo.

- Regulación de la hidrodinámica de la balsa para aumentar la tasa de renovación del agua, esto se conseguiría recuperando el caudal del arroyo de entrada que actualmente se encuentra regulado

Tabla 112. Valoración del potencial ecológico de la laguna del Prao de la Paul, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado biológico
01/02	Malo	Moderado	Malo	Deficiente	Malo
02/03	Malo	Moderado	Deficiente	Deficiente	Malo
03/04	Malo	Moderado	Malo	Deficiente	Malo
04/05	Malo	Moderado	Deficiente	Deficiente	Malo
05/06	Deficiente	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente
06/07	Deficiente	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente
07/08	Malo	Moderado	Deficiente	Deficiente	Malo
08/09	Moderado	Moderado	Malo	Deficiente	Malo
09/10	Deficiente	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente
10/11	Moderado	Moderado	Malo	Deficiente	Malo
11/12	Deficiente	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente
12/13	Deficiente	Deficiente	Malo	Deficiente	Malo

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
02/03	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
03/04	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
04/05	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
05/06	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
06/07	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
07/08	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
08/09	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
09/10	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
10/11	Malo	Bueno	≤Bueno	Malo
11/12	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
12/13	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo

4.8 Laguna de Lacorzana

La laguna de Lacorzana se ubica en la cuenca hidrológica de Zadorra, subunidad hidrológica Zadorra dentro del municipio de Armiñón. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo.

La laguna de Lacorzana no está declarada como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológico del MAGRAMA. Por sus características sería asimilable al tipo 19, “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal”.

Tabla 113. Características y tipología de la laguna de Lacorzana.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
Sin definir	Sin definir	Ebro	Natural	19: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales subsalinas

La laguna de Lacorzana se sitúa en la masa de agua subterránea: Sinclinal de Treviño, cuya Unidad Hidrogeológica es: Conglomerados de Pobes.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna (LAC-H):



Figura 182. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la laguna de Lacorzana (LAC-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Lacorzana (LAC-H) son los siguientes:

Tabla 114. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Lacorzana.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	4,1	<6,8	6,8-9,8	9,9-16	16,1-34	>34
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	20	>10	>10	10-7	6-4	<4
Cobertura total de macrófitos	90	>75	75-50	49-25	24-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>20	16-20	10-15	<10	<10
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,7	7-9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	500-3000	475-3150	400-475 o 3150-3600	<400 o >3600	<400 o >3600	<400 o >3600
Nutrientes PT		<22	22-50	>50	>50	>50
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.8.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Lacorzana (LAC-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los muestreos.



Figura 183. Laguna de Lacorzana durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo LAC-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 115. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en LAC-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	21/03/2013	09/05/2013	13/07/2013	02/10/2013
Temperatura del aire (°C)	13,2	15,3	27,1	19,1
Disco de Secchi (m)	0,55	0,65	0,37	0,41
Profundidad máxima (m)	1,6	0,65	0,4	0,7

4.8.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la laguna de Lacorzana son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de marzo y mayo.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 184 se observa un número de taxones identificados a lo largo del ciclo similar al de campañas anteriores. En la campaña de mayo se han identificado un número mayor de diatomeas. En primavera este grupo ha sido el que ha dominado en la laguna, codominando en verano con especies de chlorophytas y cryptophytas. En otoño el grupo que ha dominado ha sido el de las euglenophytas junto con el de las cryptophytas (figura 185).

En la tabla 116 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 117 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a, el estado de calidad de la laguna de Lacorzana para el elemento “fitoplancton” es “Bueno” en el ciclo 2012/13 (tabla 118).

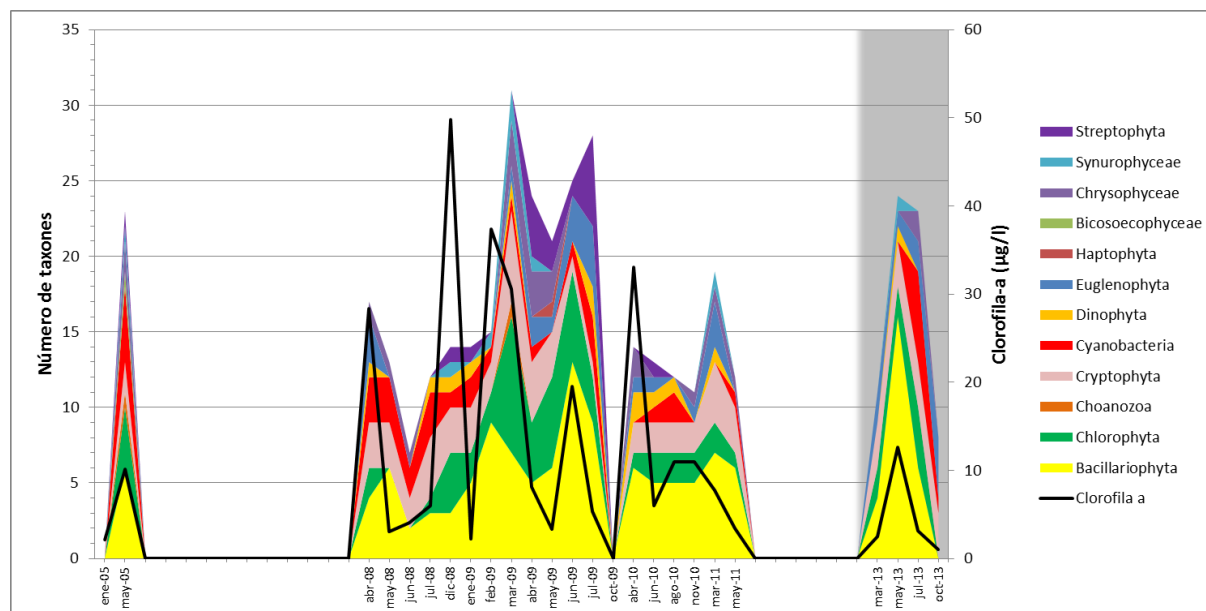


Figura 184. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2004/05 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

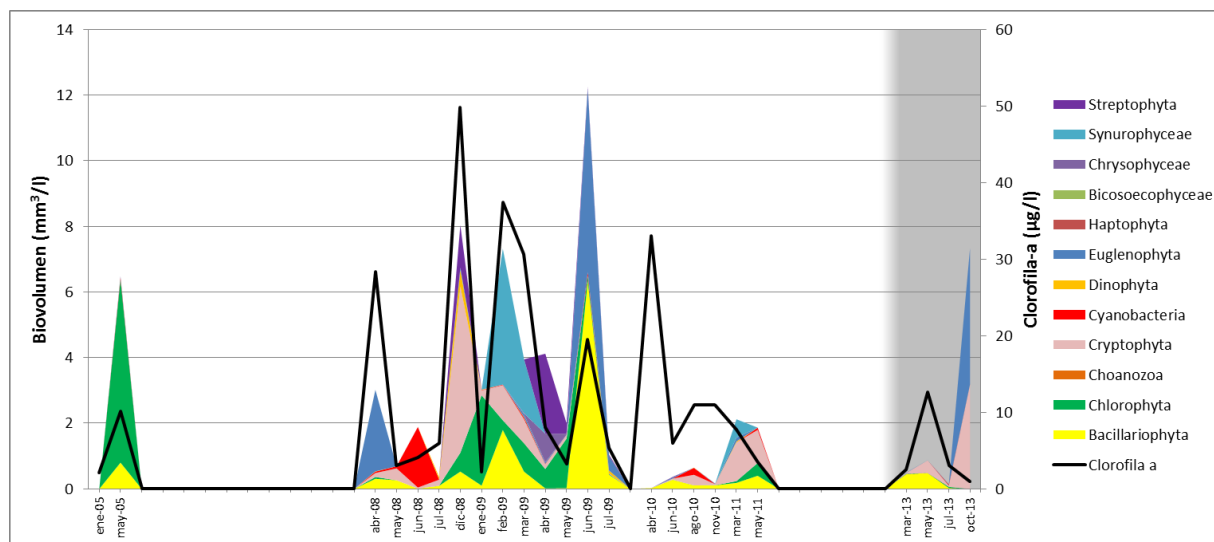


Figura 185. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2004/05 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 116. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Lacorzana entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	6	0,8003	0	5,5801	1	0,0049	2	0,0018	5	0,0445	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	4	0,2632	-	-	-	-	3	0,3626	3	0,0646	-	-
08/09	11	0,2740	12	1,1875	1	0,0025	7	0,4206	1	0,0479	1	0,0160
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	10	0,2922	3	0,2211	-	-	6	1,0938	1	0,0646	1	0,0311
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	16	0,4664	3	0,0074	-	-	4	0,2072	-	-	1	0,0001

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	1	0,0010	2	0,0123	1	0,0034	1	0,0195
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	1	0,0015	-	-	-	-
08/09	2	0,0446	1	0,0004	-	-	3	0,0285	2	1,6460	2	0,3227
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	3	0,1169	-	-	-	-	1	0,0037	1	0,5560	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	3	0,0053	-	-	-	-	-	-	1	0,0015	-	-

Tabla 117. Métricas adicionales analizadas en la laguna de Lacorzana en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,02	0,10	2,45	5,53	2,02	
Índice Willén	0,51	0,88	0,15	7,35	2,22	Mesotrófico
IPL	12	15	84	70	56,33	Eutrófico
ITP	3	21	25	26	18,75	Muy bueno

Tabla 118. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Lacorzana desde el ciclo 01/02 hasta el ciclo 12/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	10,1	Moderado	No evaluado	-	Moderado
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	-
07/08	3,1	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
08/09	17	Deficiente	No evaluado	-	Deficiente
09/10	33	Deficiente	38,7	Moderado	Deficiente
10/11	7,8	Bueno	No evaluado	-	Bueno
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	7,6	Bueno	18,8	Muy bueno	Bueno

4.8.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido (figura 186). Se han identificado 8 especies de las cuales 4 son características del tipo. El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 187).

Por tanto, al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Lacorzana le corresponde un potencial ecológico "Deficiente", a diferencia del ciclo anterior que fue "Moderado" (tabla 119).

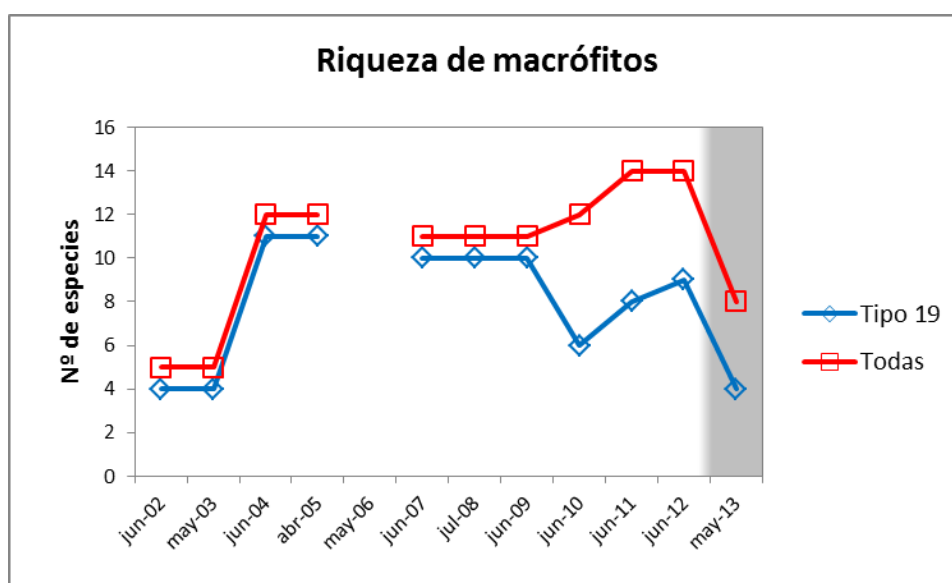


Figura 186. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

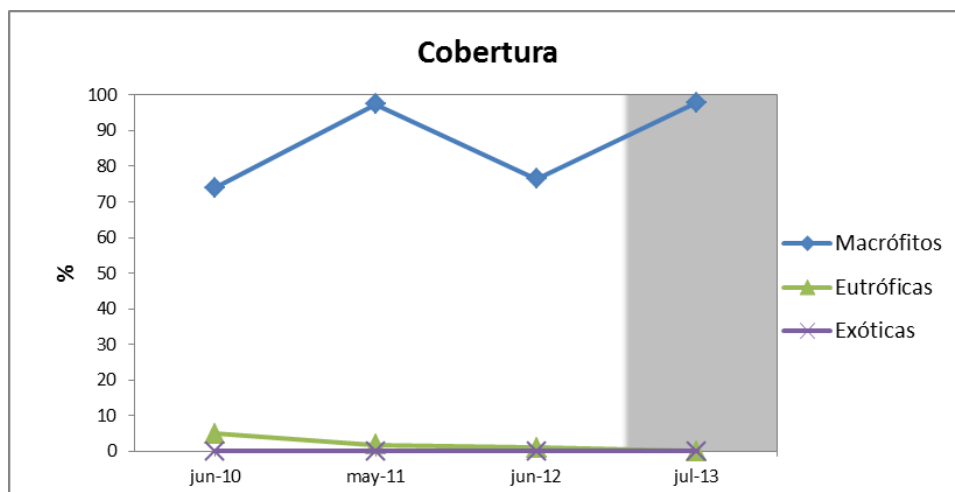


Figura 187. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 119. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHeHi	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	4	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Deficiente
02/03	4	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Deficiente
03/04	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
04/05	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
05/06	-	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
07/08	10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
08/09	10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
09/10	6	74	5	0	Deficiente
10/11	8	97,5	1,8	0	Moderado
11/12	9	77	1	0	Moderado
12/13	4	98	0	0	Deficiente

4.8.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 16 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un notable descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 188). Los coleópteros y gasterópodos son los que mayor número de familias presentan, seguidos de los crustáceos. Destaca la ausencia de heterópteros. No se han encontrado especies alóctonas

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Lacorzana para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Bueno", lo que supone un descenso con respecto a los ciclos anteriores (tabla 120).

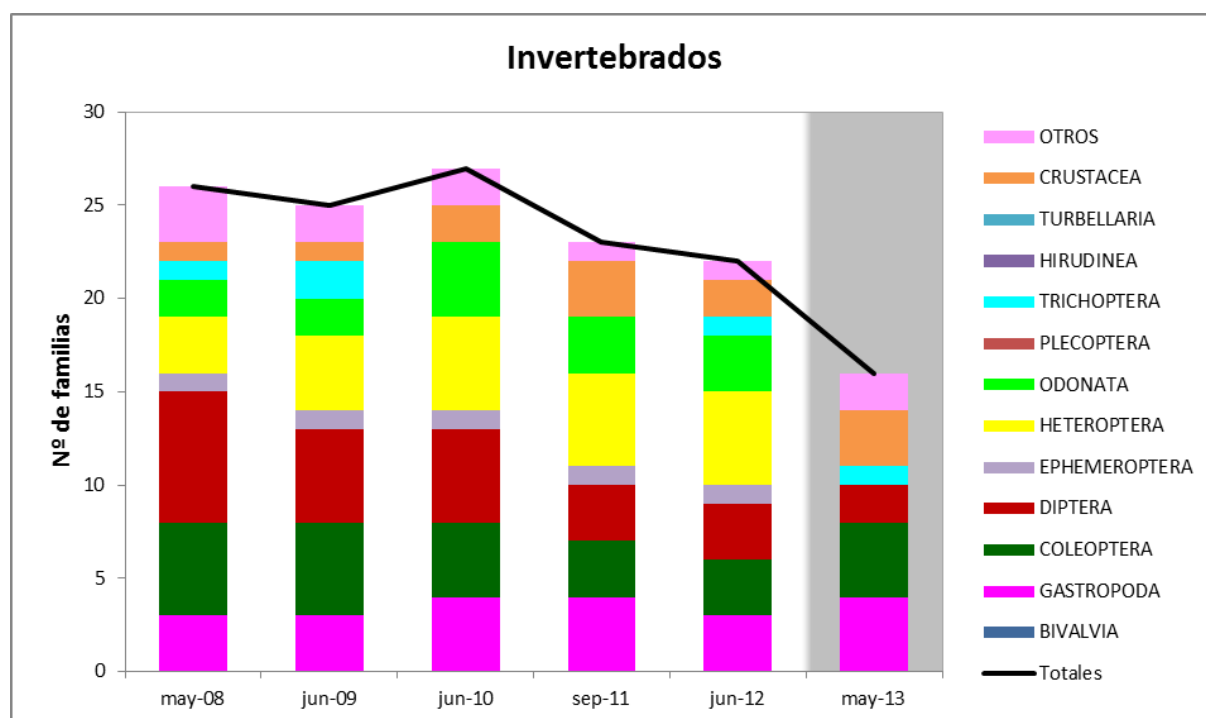


Figura 188. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2007/08 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 120. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" de la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	No evaluado	-	No evaluado	-	-
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	-
07/08	26	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
08/09	25	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
09/10	27	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
10/11	23	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
11/12	22	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
12/13	16	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno

4.8.5 Fauna ictiológica

Esta laguna no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.8.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Lacorzana ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 114). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Lacorzana durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de julio de 2013 se obtuvo el valor más elevado (0,83 m) para este ciclo, siendo el valor más alto observado en la laguna de 1 m en junio de 2010. (Figura 189).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 19 en los que se encuadra la laguna de Lacorzana.

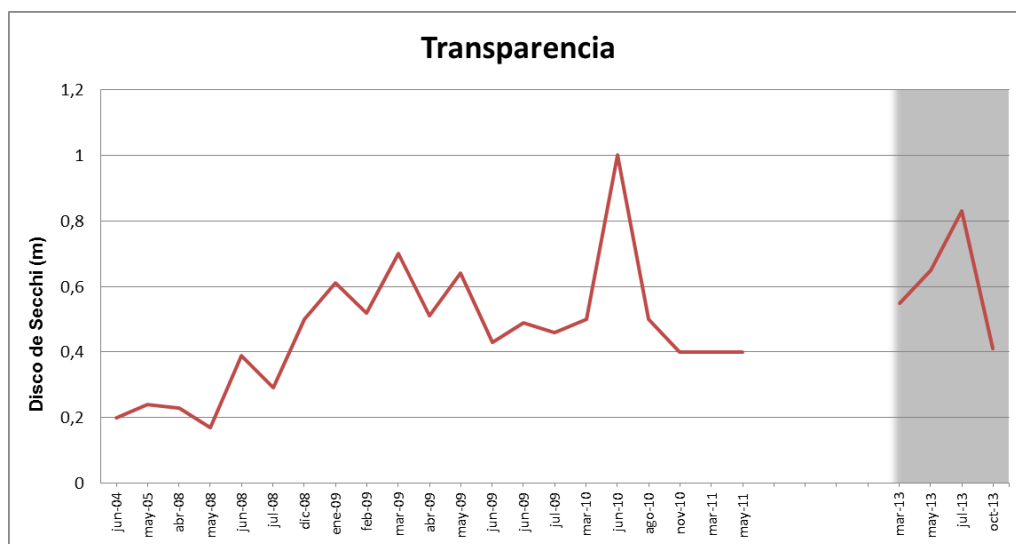


Figura 189. Evolución de la transparencia en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad refleja los valores medidos a nivel de superficie en la laguna de Lacorzana, con valores desde 701 $\mu\text{S/cm}$ (julio 2008) hasta 1930 $\mu\text{S/cm}$ (marzo 2013), siendo este último el valor más alto medido (figura 190). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 1160 $\mu\text{S/cm}$, que indica un estado de calidad "Muy bueno" para el ciclo 2012/13, al igual que en ciclos anteriores (tabla 121).

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en agosto de 2010 con 6,81 (figura 191). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) en la laguna de Lacorzana es de 7,81, que indica un estado de calidad "Muy bueno" para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 121).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 192) presentan un máximo en el mes de julio (25,7°C) y un mínimo en marzo de 2013 (9,8°C).

En la laguna de Lacorzana se observa valores muy bajos de oxígeno durante todo el ciclo 2012/13, valores que no han superado los 6 mg/l (figura 192) y 50 % (figura 193 y 194).

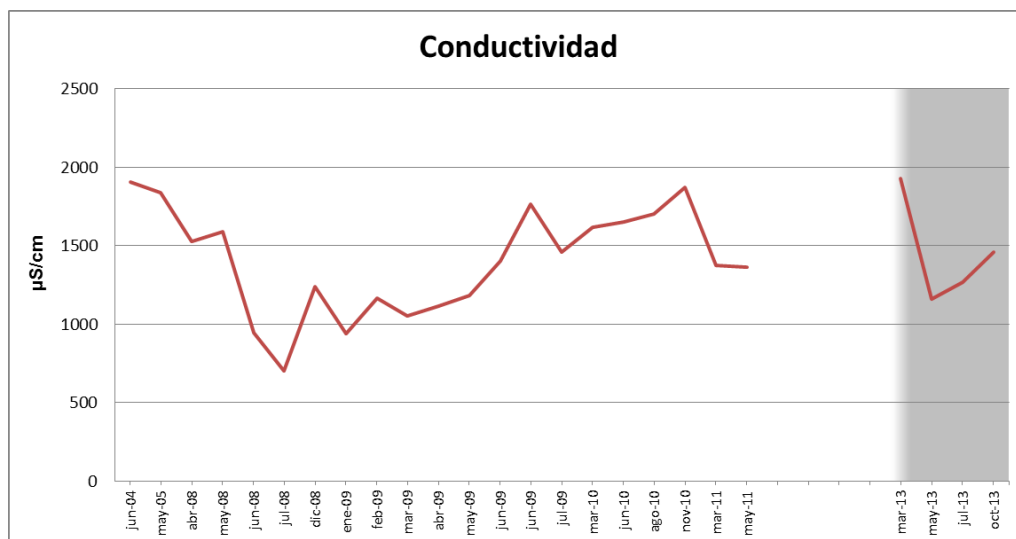


Figura 190. Evolución de la conductividad en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

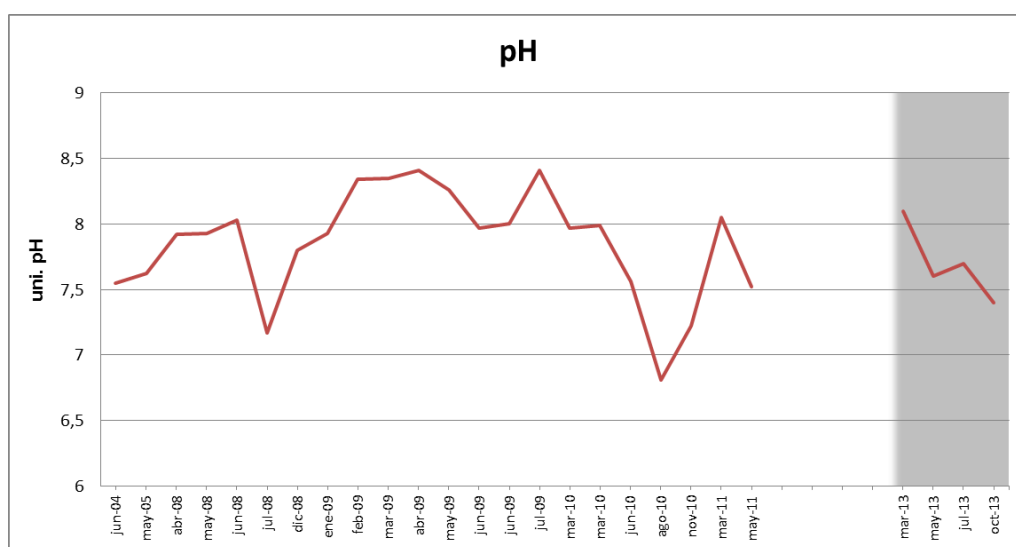


Figura 191. Evolución del pH en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

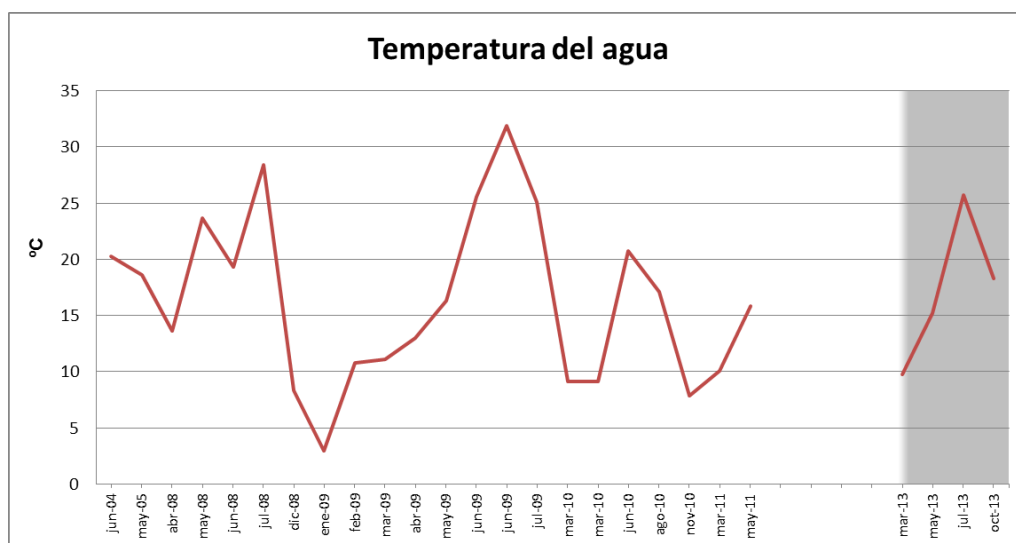


Figura 192. Evolución de la temperatura del agua en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

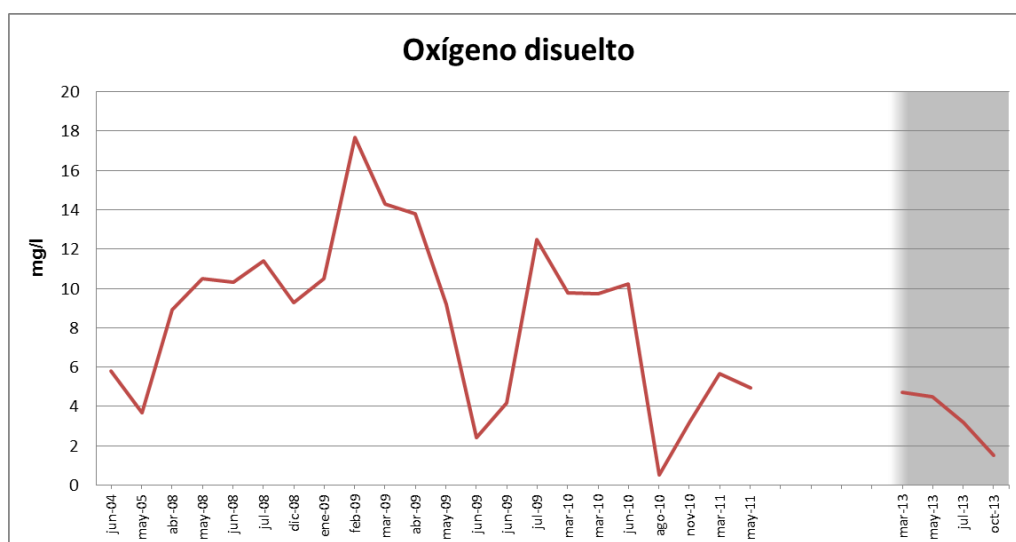


Figura 193. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

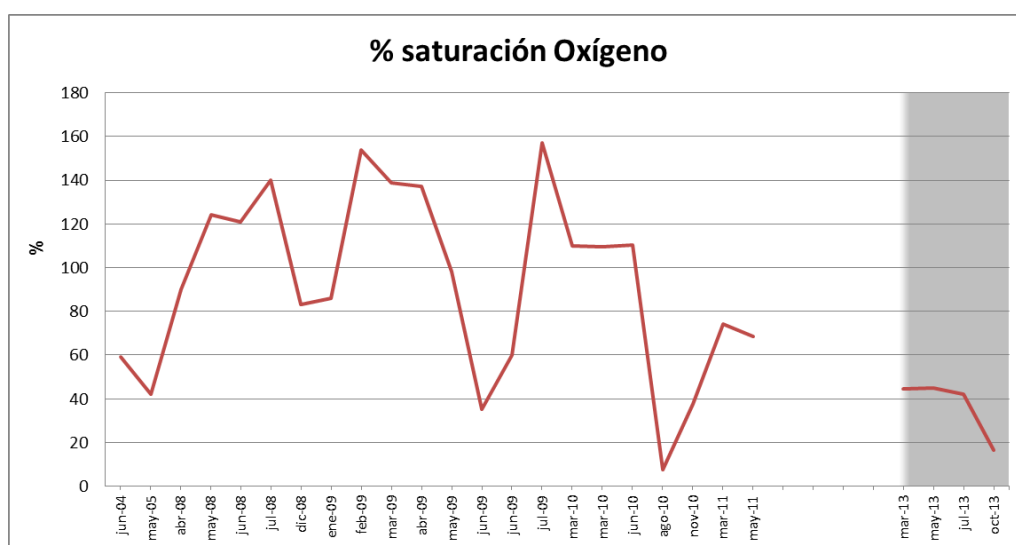


Figura 194. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en octubre de 2013 con 7,7 meq/l (figura 195). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) es de 6,36 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en la laguna de Lacorzana en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en ciclos anteriores (tabla 121).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) en la laguna de Lacorzana es de 47 µg/l, que indica un estado de calidad “Bueno” para el ciclo 2012/13 (figura 196), mejorando el resultado obtenido frente al ciclo 2010/2011 (tabla 121).

Los ortofosfatos han presentado un máximo de 0,6 mg/l en junio de 2009 y un mínimo de 0,003 3n abril de 2009 (figura 197).

En la figura 198 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 125 mg/l, obtenido en marzo de 2013.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,2 mg/l en la laguna de Lacorzana (figura 199).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 200) el máximo valor se ha obtenido en marzo de 2013 con 29,5 mg/l.

El amonio (figura 201) se ha situado entre el máximo de 1,03 mg/l obtenido en junio de 2010 y el mínimo de 0,025 mg/l en abril y junio de 2008.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un máximo de 61,9 mg/l en octubre de 2013 (figura 202).

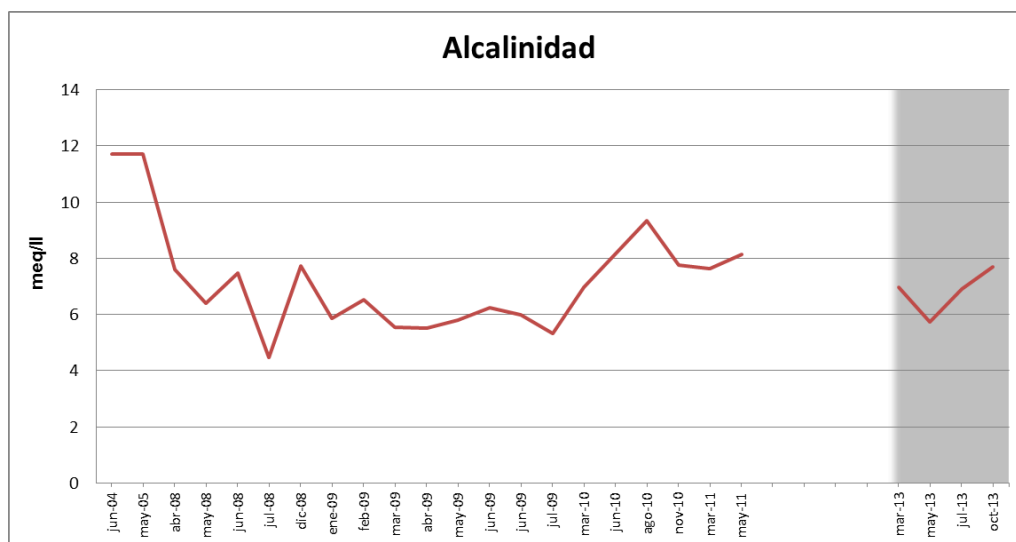


Figura 195. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

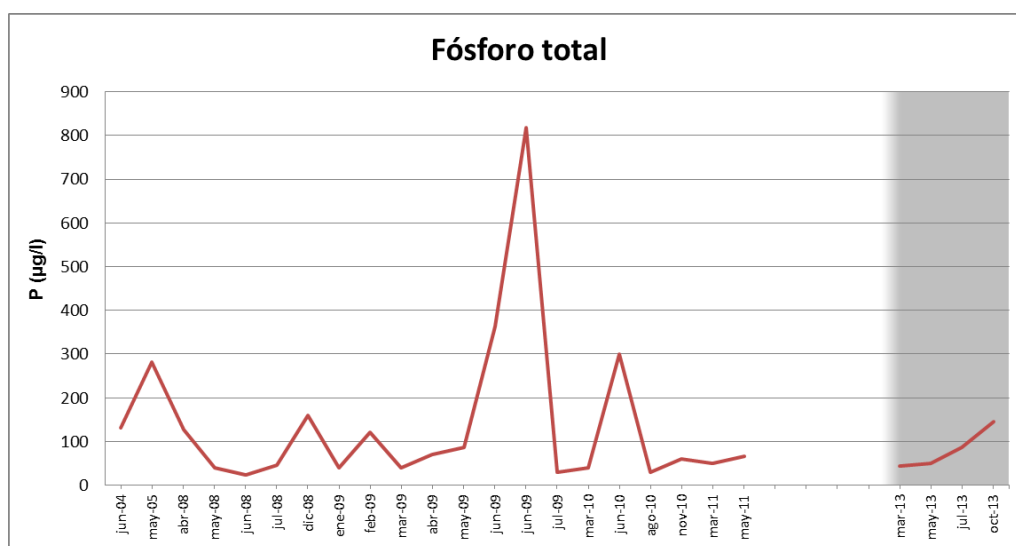


Figura 196. Evolución del fósforo total en la laguna de Lacorzana entre los ciclos 2003/04 y 2012/13.

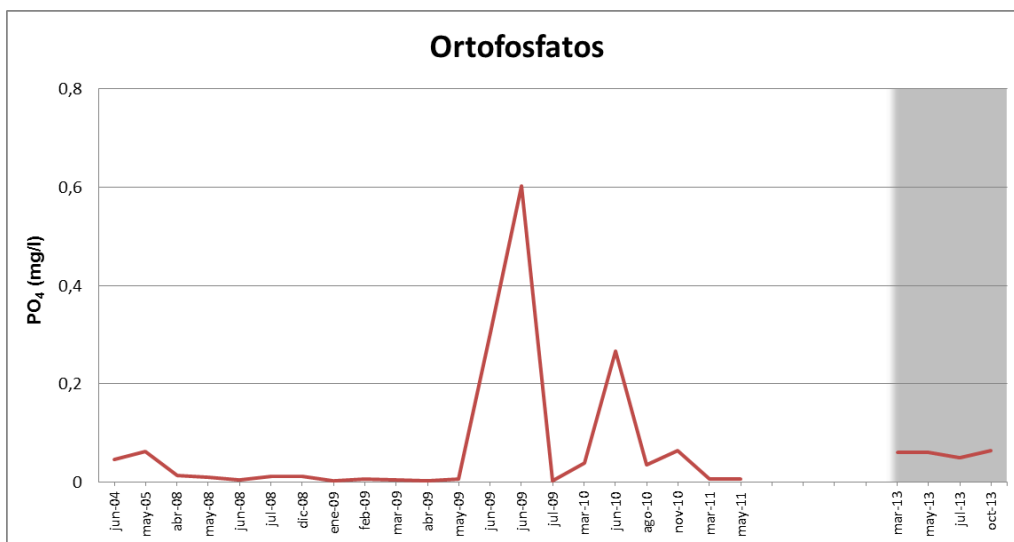


Figura 197. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

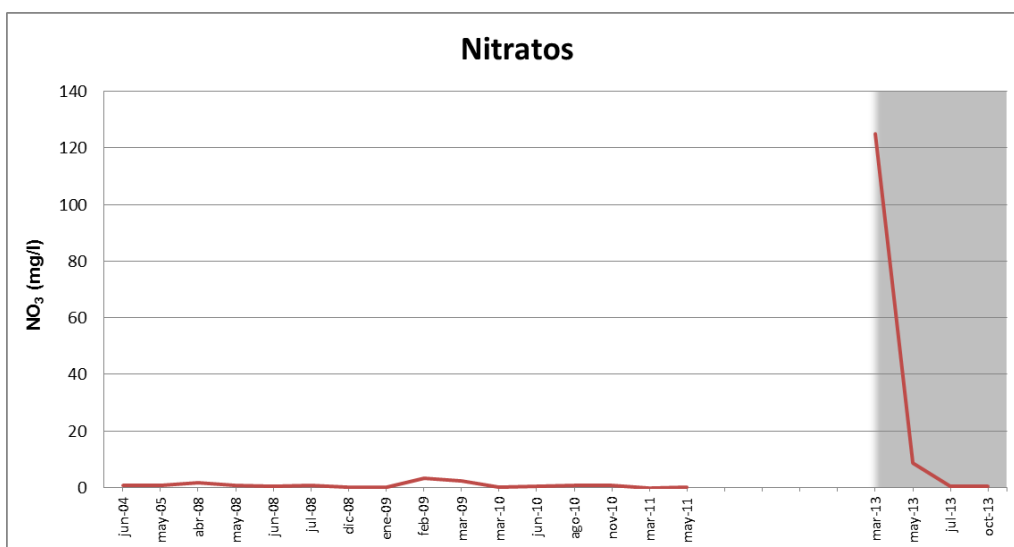


Figura 198. Evolución de los nitratos en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

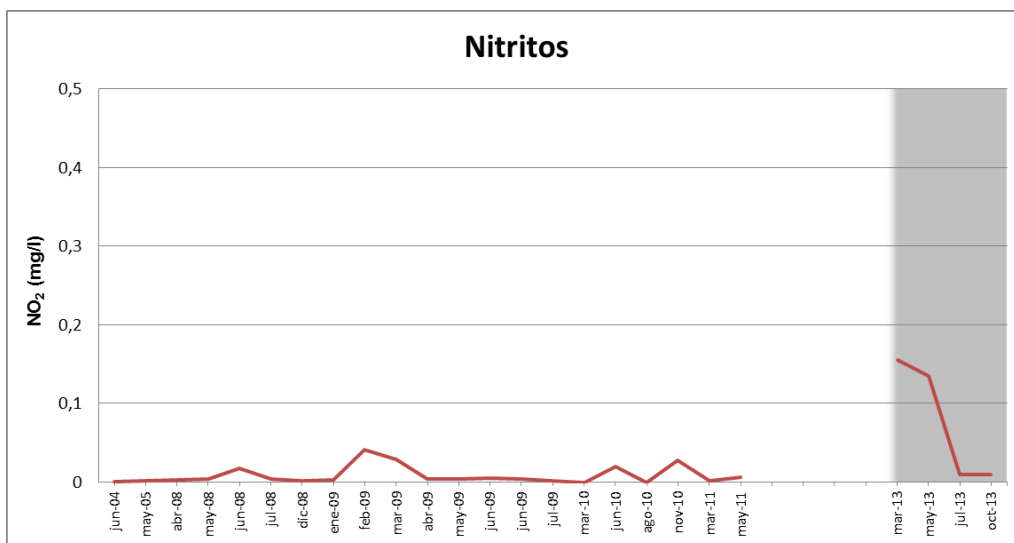


Figura 199. Evolución de los nitritos en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

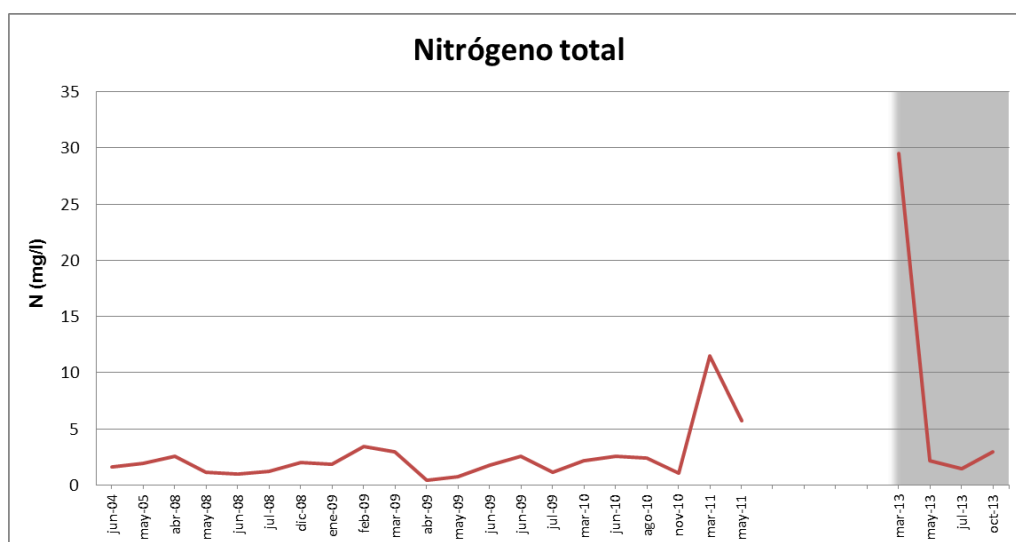


Figura 200. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

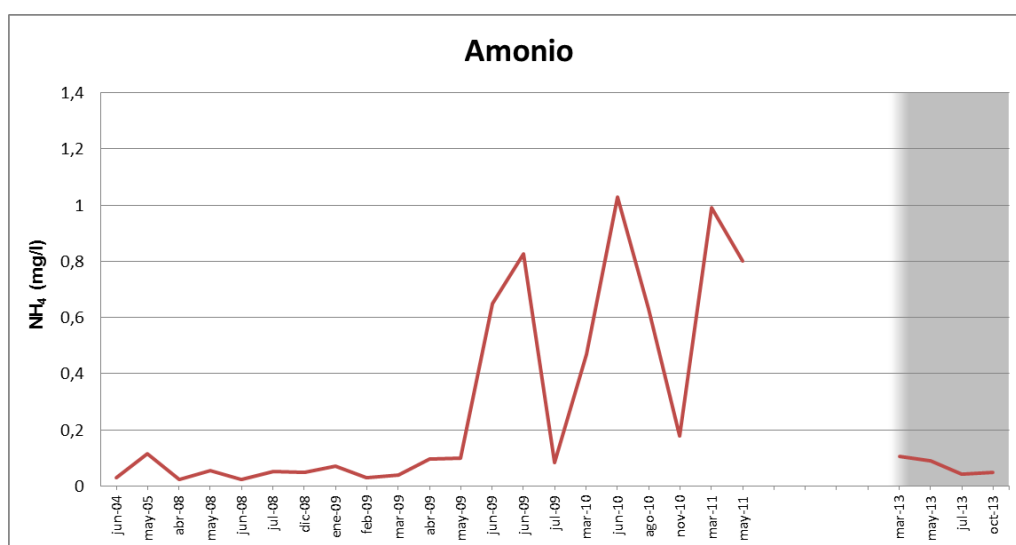


Figura 201. Evolución del amonio en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

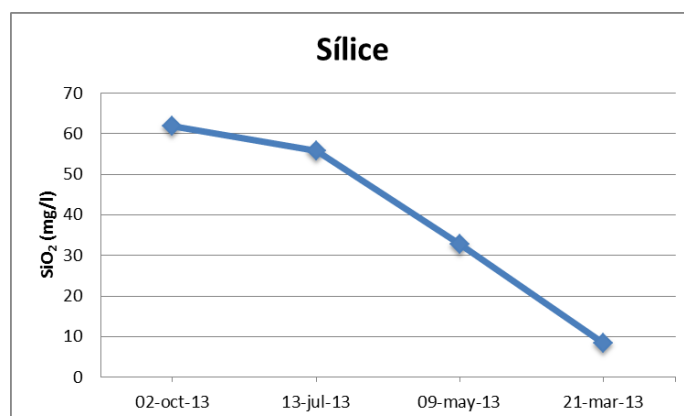


Figura 202. Evolución del sílice en la laguna de Lacorzana en el ciclo 2012/13.

Tabla 121. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Lacorzana desde el ciclo 01/02 hasta el ciclo 12/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
04/05	1840	Muy bueno	7,62	≥Bueno	11,7	Muy bueno	Muy bueno	282,5	Moderado
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
07/08	1592	Muy bueno	7,93	≥Bueno	6,4	Muy bueno	Muy bueno	39,8	Bueno
08/09	1183	Muy bueno	8,31	≥Bueno	6	Muy bueno	Muy bueno	62,9	Moderado
09/10	1650	Muy bueno	7,97	≥Bueno	6,9	Muy bueno	Muy bueno	40	Bueno
10/11	1362	Muy bueno	7,64	≥Bueno	7,7	Muy bueno	Muy bueno	58	Moderado
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
12/13	1160	Muy bueno	7,81	≥Bueno	7,6	Muy bueno	Muy bueno	47	Bueno

4.8.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Lacorzana durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 1,59 m medidos en marzo de 2013 a los 0,25 m de diciembre de 2012.



Figura 203. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Lacorzana desde el ciclo 2003/04 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Pobes (106-04) de la masa de agua subterránea: Sinclinal de Treviño. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

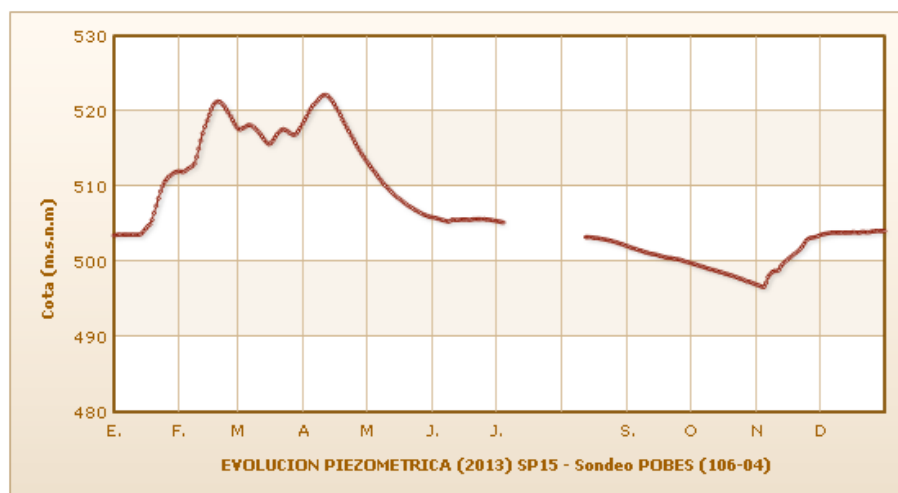


Figura 204. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo de Pobes (106-04) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Más del 50% de la superficie de la cuenca vertiente presenta usos distintos al natural y persiste un canal de drenaje dentro de la cubeta, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** Persiste un canal de drenaje dentro de la cubeta, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Se encuentran alterados por las afecciones consideradas anteriormente, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La cubeta sufre acumulación antrópica de sedimentos, la presencia de un canal de drenaje, y más del 50% de la cuenca está destinada a cultivos agrícolas, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Existen usos agrícolas en la ribera y se ha reducido la cobertura natural de vegetación riparia, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.8.8 Estado ecológico

En la tabla 122 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. La laguna de Lacorzana presenta un estado ecológico Deficiente, principalmente por la reducción de macrófitos.

La laguna presentó durante todo el ciclo una lámina agua estable en una de las zonas en las que se había cortado la vegetación. Esto nos ha permitido evaluar el estado ecológico a diferencia del ciclo anterior.

La presencia de las euglenofitas nos indica que hay mucha materia orgánica en descomposición.

El principal problema de la laguna es la colonización por helófitos de prácticamente toda la cubeta. Las alteraciones hidromorfológicas son importantes e implica que el elemento macrófitos indique un estado ecológico deficiente.

Las medidas para mejorar el estado ecológico deben ir encaminadas en:

- Recuperar la hidromorfología de la cubeta de la laguna. La cubeta se encuentra muy colmatada actualmente por lo que se deberían establecer zonas de aguas

libres de helófitos, en las que se potenciaría la colonización de comunidades de hidrófitos.

- Controlar los nutrientes que se vierten en la cuenca de drenaje para evitar que aumenten en la laguna.
- Se han observado actuaciones de plantación de especies autóctonas alrededor de la laguna. La recuperación de la vegetación de ribera permitirá disminuir la entrada de sedimentos y nutrientes.

Tabla 122. Valoración del estado ecológico de la laguna de Lacorzana, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado Biológico
01/02	-	Deficiente	-	Deficiente
02/03	-	Deficiente	-	Deficiente
03/04	-	Bueno	-	Bueno
04/05	Moderado	Bueno	-	Moderado
05/06	-	-	-	-
06/07	-	Moderado	-	Moderado
07/08	Moderado	Moderado	Muy bueno	Moderado
08/09	Deficiente	Moderado	Muy bueno	Deficiente
09/10	Deficiente	Deficiente	Muy bueno	Deficiente
10/11	Bueno	Moderado	Muy bueno	Moderado
11/12	-	Moderado	Muy bueno	Moderado
12/13	Bueno	Deficiente	Bueno	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
11/12	-	-	-	-
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado ecológico
01/02	Deficiente	-	-	Deficiente
02/03	Deficiente	-	-	Deficiente
03/04	Bueno	-	-	Bueno
04/05	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
05/06	-	-	-	-
06/07	Moderado	-	-	Moderado
07/08	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
08/09	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
09/10	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
10/11	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
11/12	Moderado	-	-	Moderado
12/13	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente

4.9

4.10 Laguna de Navaridas

La laguna de Navaridas se ubica en la cuenca hidrológica de Riomayor, subunidad hidrológica Ebro dentro del municipio de Navaridas. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo.

La laguna de Navaridas no está declarada como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológico del MAGRAMA. Por sus características sería asimilable al tipo 19, "Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal".

Tabla 123. Características y tipología de la laguna de Navaridas.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
No definida	No definida	Ebro	Natural	19: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales subsalinas

La laguna de Navaridas se sitúa en la masa de agua subterránea: Laguardia.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna (NAV-H):



Figura 205. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la laguna de Navaridas (NAV-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Navaridas (NAV-H) son los siguientes:

Tabla 124. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Navaridas.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	4,1	<6,8	6,8-9,8	9,9-16	16,1-34	>34
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	20	>10	>10	10-7	6-4	<4
Cobertura total de macrófitos	90	>75	75-50	49-25	24-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>20	16-20	10-15	<10	<10
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Físicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,7	7-9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7	≤7 o ≥9,7
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	500-3000	475-3150	400-475 o 3150-3600	<400 o >3600	<400 o >3600	<400 o >3600
Nutrientes PT		<22	22-50	>50	>50	>50
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.10.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Navaridas (NAV-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los muestreos.



Figura 206. Laguna de Navaridas durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo NAV-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 125. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en NAV-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	20/02/2013	09/05/2013	13/07/2013	02/10/2013
Temperatura del aire (°C)	7,8	16,2	26,8	20,1
Disco de Secchi (m)	0,27	0,65	0,86	0,6
Profundidad máxima (m)	0,64	1,1	1,1	0,96

4.10.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la laguna de Navaridas son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de febrero y mayo.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 207 observamos el número de especies identificadas por grupo algal. En el ciclo 2013 se han identificado un máximo de 14 especies con un promedio de 10 especies pertenecientes a los grupos de diatomeas, chlorophytas y cryptophytas principalmente.

En la figura 208 vemos como la biomasa algal en esta laguna ha sido muy poco productiva, con valores de biovolumen que no superaron en todo el ciclo el valor de 1 mm³/l, dominado prácticamente en todo el ciclo por las cryptophytas.

En la tabla 126 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 127 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el estado de calidad de la laguna de Navaridas para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que supone una mejora con respecto a los datos del ciclo 2010/11 (tabla 128).

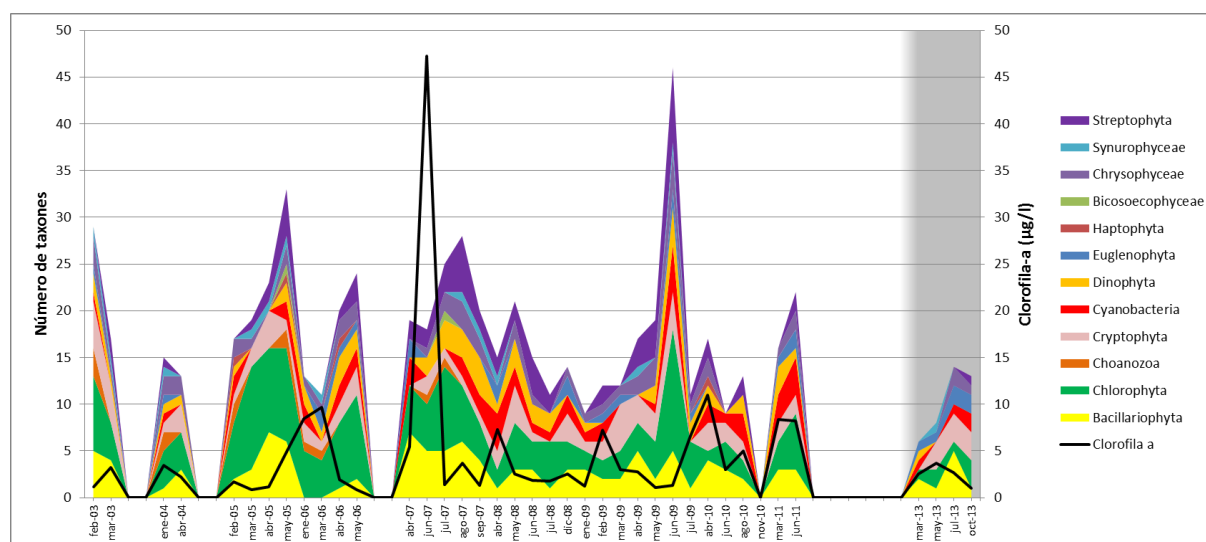


Figura 207. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

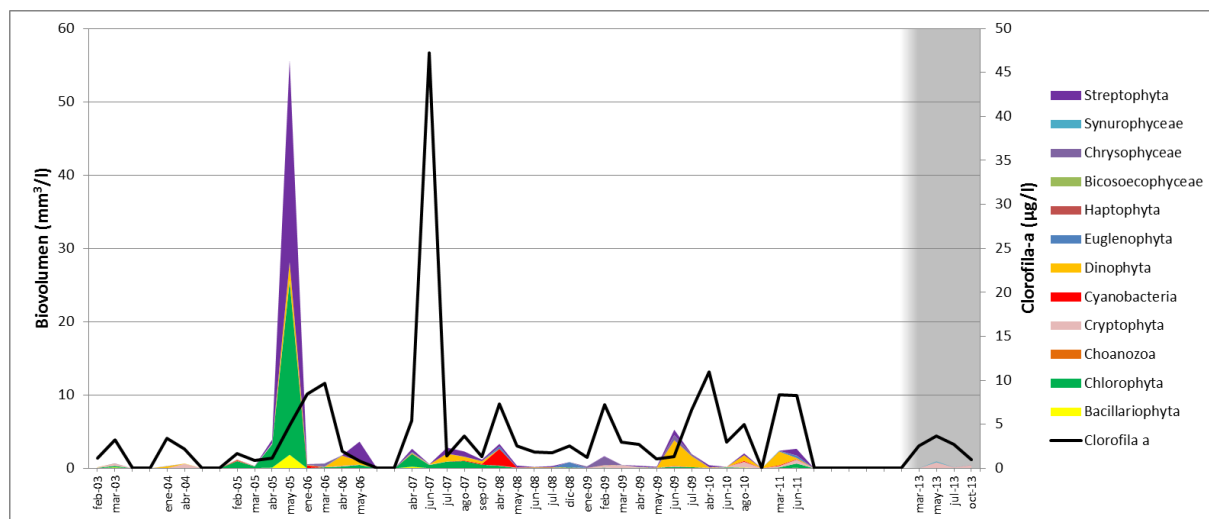


Figura 208. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 126. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Navaridas los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cianobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	5	0,0095	8	0,0449	3	0,0019	5	0,0491	1	0,0001	2	0,0295
03/04	4	0,0170	6	0,0076	2	0,0042	3	0,2859	1	0,0194	2	0,1392
04/05	7	0,9252	14	12,3220	3	0,0081	2	0,0558	3	0,0546	3	1,2358
05/06	2	0,0356	9	0,4273	-	-	4	0,0187	3	0,1788	3	0,2568
06/07	7	0,2186	5	1,7264	-	-	0	0,0000	3	0,0537	0	0,0000
07/08	3	0,0052	5	0,0231	-	-	4	0,0528	2	0,0368	0	0,1892
08/09	4	0,0283	6	0,0503	-	-	3	0,1518	3	0,0073	2	0,0207
09/10	4	0,0382	1	0,0018	-	-	3	0,0256	2	0,0030	2	0,0549
10/11	3	0,0358	3	0,0776	-	-	2	0,1961	3	0,1081	3	1,8692
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	3	0,0036	3	0,0046	-	-	3	0,4086	1	0,0008	1	0,0009

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	1	0,0006	-	-	-	-	3	0,0038	1	0,0016	2	0,0268
03/04	1	0,0051	-	-	-	-	2	0,0059	1	0,0057	1	0,0165
04/05	-	-	1	0,0419	1	0,0091	3	0,0132	1	0,0077	5	27,5392
05/06	2	0,0389	1	0,0017	-	-	2	0,1999	-	-	3	2,6476
06/07	2	0,1400	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,4177
07/08	-	-	-	-	-	-	2	0,0169	-	-	2	0,2367
08/09	1	0,0051	-	-	-	-	3	0,5818	-	-	4	0,0931
09/10	-	-	1	0,0002	-	-	2	0,0283	-	-	2	0,2628
10/11	1	0,0909	-	-	-	-	1	0,0136	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	2	0,0010	-	-	-	-	-	-	1	0,0558	-	-

Tabla 127. Métricas adicionales analizadas en laguna de Navaridas en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	20/02/2013	09/05/2013	13/07/2013	03/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,66	0,39	0,73	3,69	1,37	Oligotrófico
Índice Willén	0,01	0,94	0,12	0,43	0,38	
IPL	52	36	61	22	39,67	Mesotrófico
ITP	17	26,5	17	20	20,13	Bueno

Tabla 128. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Navaridas desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	1,2	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
03/04	2,8	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
04/05	3,3	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
05/06	5,2	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
06/07	5,4	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
07/08	2,5	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
08/09	4,1	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
09/10	11	Moderado	37,5	Moderado	Moderado
10/11	8,4	Bueno	No evaluado	-	Bueno
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	3,1	Muy bueno	20,1	Bueno	Bueno

4.10.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido (figura 209). Se han identificado 4 especies de las cuales 2 son características del tipo. El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2010/11, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 210).

Por tanto, al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Navaridas le corresponde un potencial ecológico "Deficiente", a diferencia del ciclo anterior que fue "Moderado" (tabla 129).

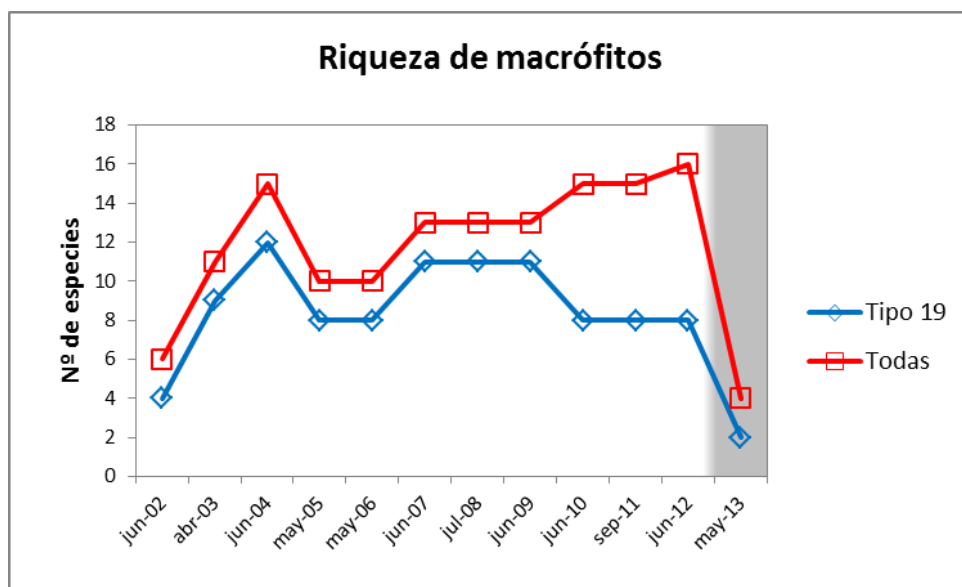


Figura 209. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

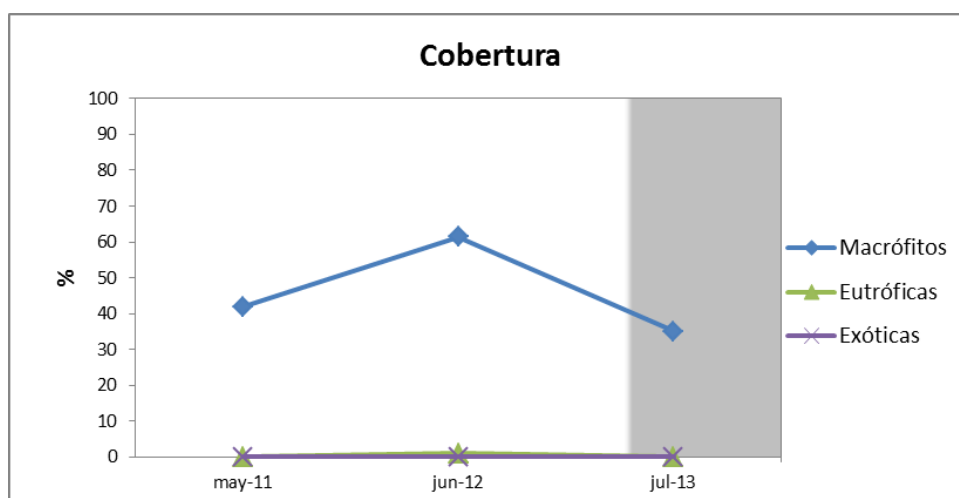


Figura 210. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Navaridas desde el ciclo 20010/11 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 129. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHeHi	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	4	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Deficiente
02/03	9	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
03/04	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
04/05	8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
05/06	8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
06/07	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
07/08	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
08/09	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
09/10	8	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
10/11	8	42	0	0	Moderado
11/12	8	62	0	0	Moderado
12/13	2	35	0	0	Deficiente

4.10.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 16 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 211). Los coleópteros son los que mayor número de familias presentan. No se han encontrado especies alóctonas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Navaridas para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Bueno", lo que supone un descenso con respecto a los ciclos anteriores (tabla 130).

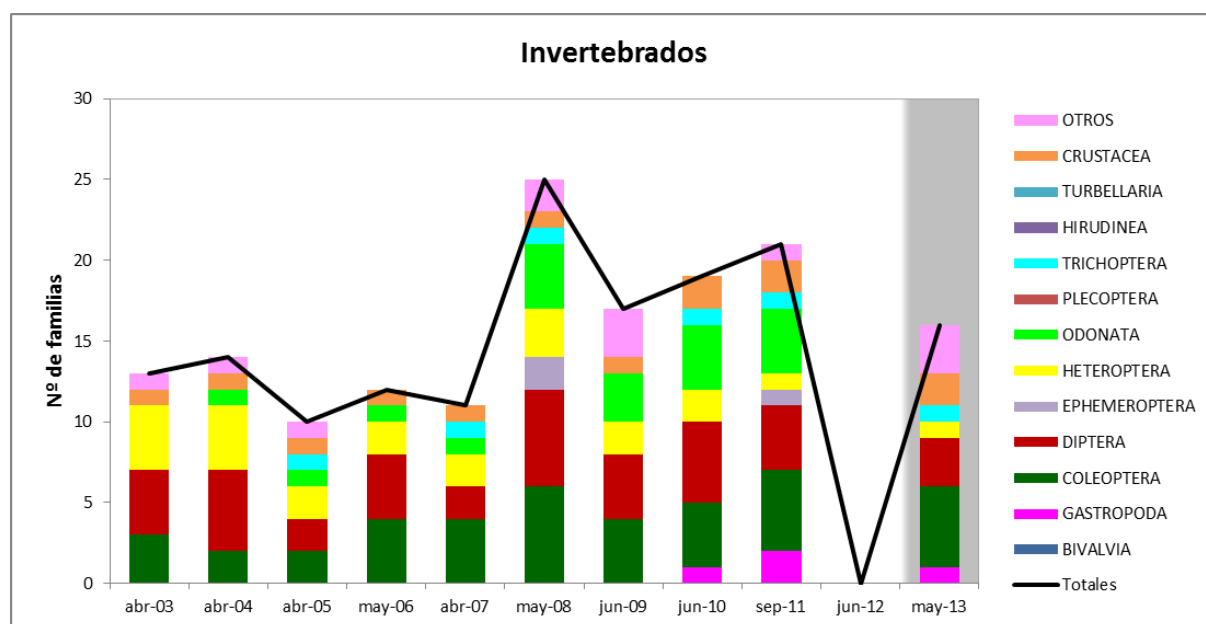


Figura 211. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 130. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" de la laguna de Navaridas desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	13	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
03/04	14	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
04/05	10	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
05/06	12	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
06/07	11	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
07/08	25	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
08/09	17	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
09/10	19	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
10/11	21	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	16	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno

4.10.5 Fauna ictiológica

Esta laguna no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.10.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Navaridas ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 124). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Navaridas durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de julio de 2013 se obtuvo el valor más elevado (0,86 m) para este ciclo, siendo también el valor más alto de transparencia observado en la laguna. (Figura 212).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 19 en los que se encuadra la laguna de Navaridas.

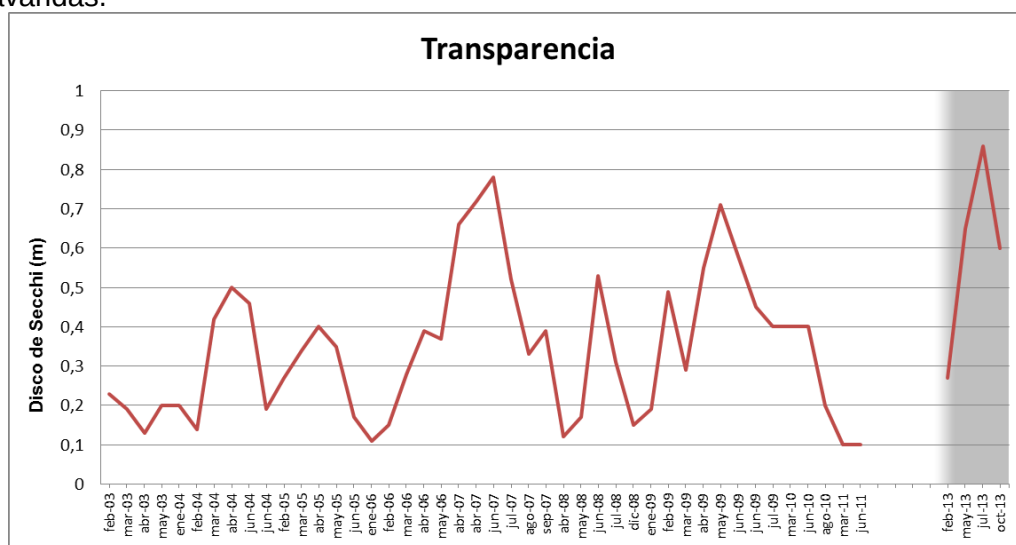


Figura 212. Evolución de la transparencia en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 213) refleja los valores medidos a nivel de superficie en la laguna de Navaridas, con valores desde 211 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (febrero 2003) hasta 2160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (marzo 2011). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 705 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que en ciclos anteriores (tabla 131).

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en agosto de 2010 con 6,72 (figura 214). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Navaridas es de 7,6, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 131).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 215) presentan un máximo en el mes de julio (24°C) y un mínimo en febrero de 2013 (7,8°C).

En la laguna de Navaridas se observa (figuras 216 y 217) una gran oscilación del oxígeno con valores muy altos en mayo (2 mg/l y 120%) y muy bajos en julio (2 mg/l y 26,2%).

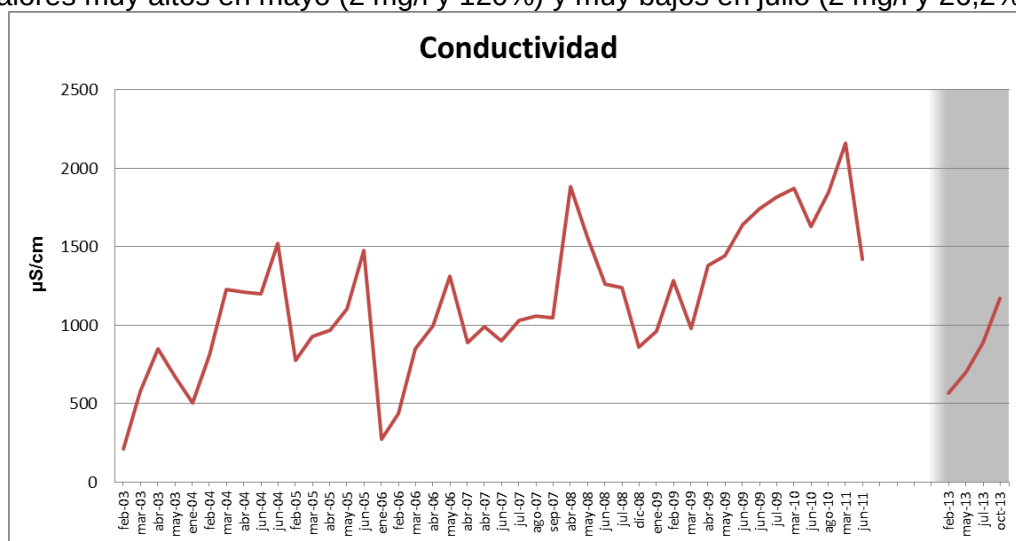


Figura 213. Evolución de la conductividad en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

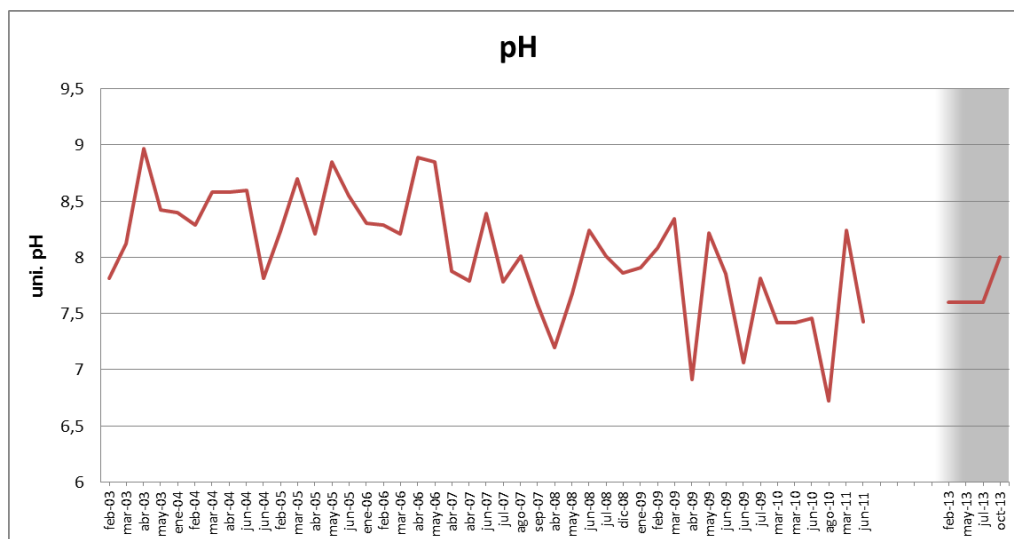


Figura 214. Evolución del pH en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

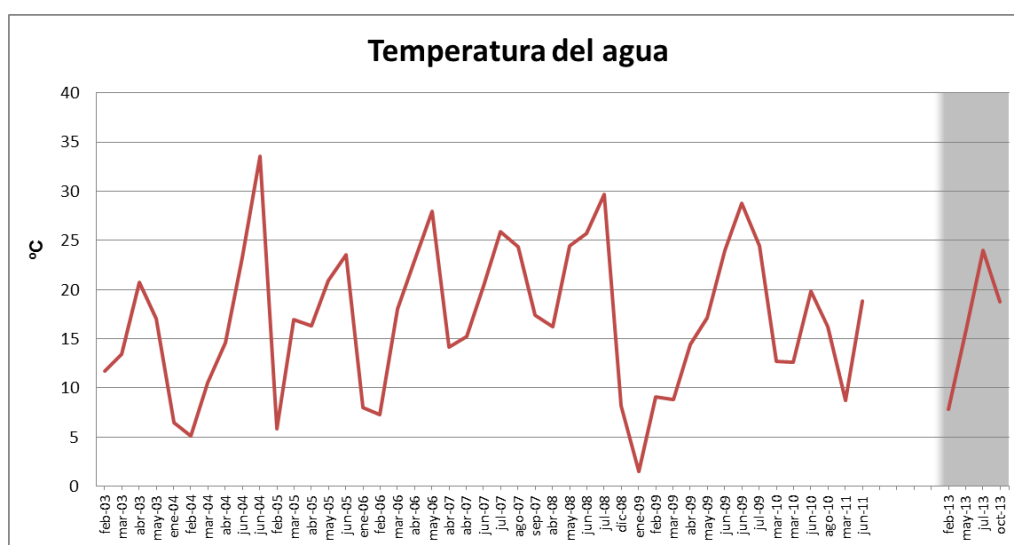


Figura 215. Evolución de la temperatura del agua en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

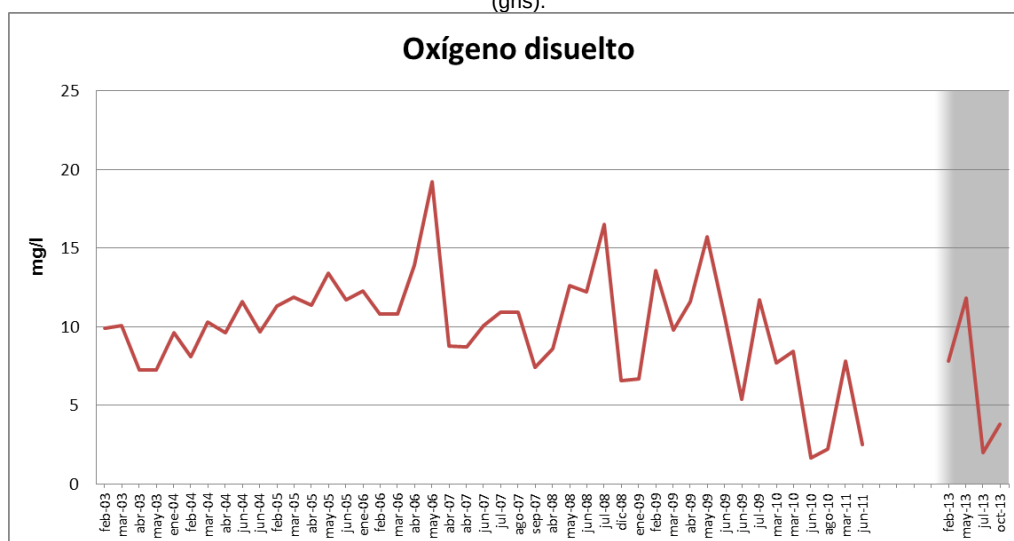


Figura 216. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

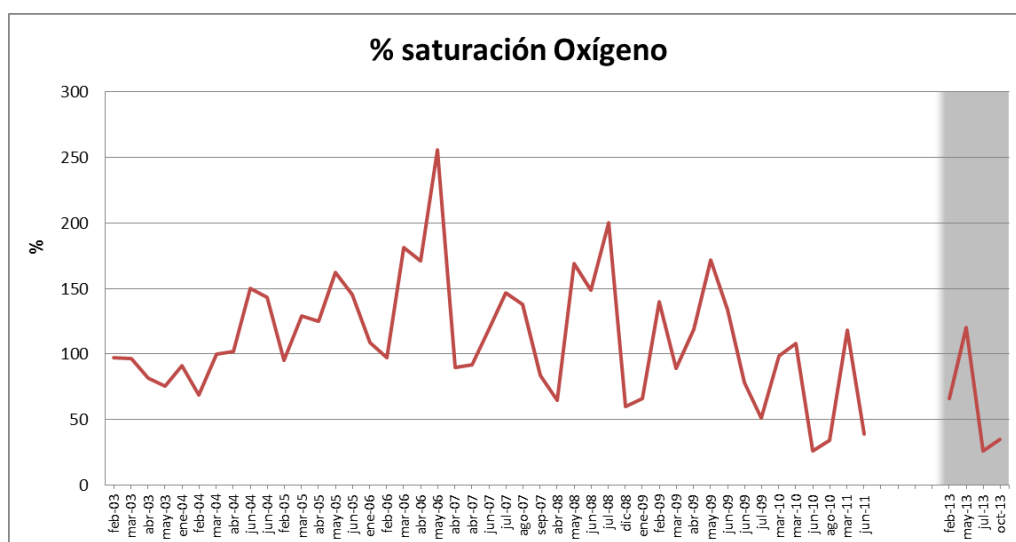


Figura 217. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en octubre de 2013 con 8,58 meq/l (figura 218). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) es de 4,24 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en la laguna de Navaridas en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en ciclos anteriores (tabla 131).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (marzo y mayo) en la laguna de Navaridas es de 104 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13 (figura 219), empeorando el resultado obtenido frente al ciclo 2010/2011 (tabla 131).

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,2 mg/l, con un máximo de 0,221 mg/l medido en junio de 2010 (figura 220).

En la figura 221 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 6,95 mg/l, obtenido en abril de 2007. El valor más alto para el ciclo 2012/13 se obtuvo en febrero de 2013 con 5,71 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,12 mg/l en la laguna de Navaridas (figura 222).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 223) el máximo valor se obtuvo en marzo de 2011 con 9,4 mg/l. El máximo medido en el ciclo 2012/13 ha sido de 1,84 mg/l en abril.

El amonio (figura 224) ha presentado un máximo de 1,24 mg/l en junio de 2010. Los valores del ciclo 2012/13 se presentan todos por debajo de los 0,08 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo a lo largo del año, con un máximo de 62,1 mg/l (figura 225).

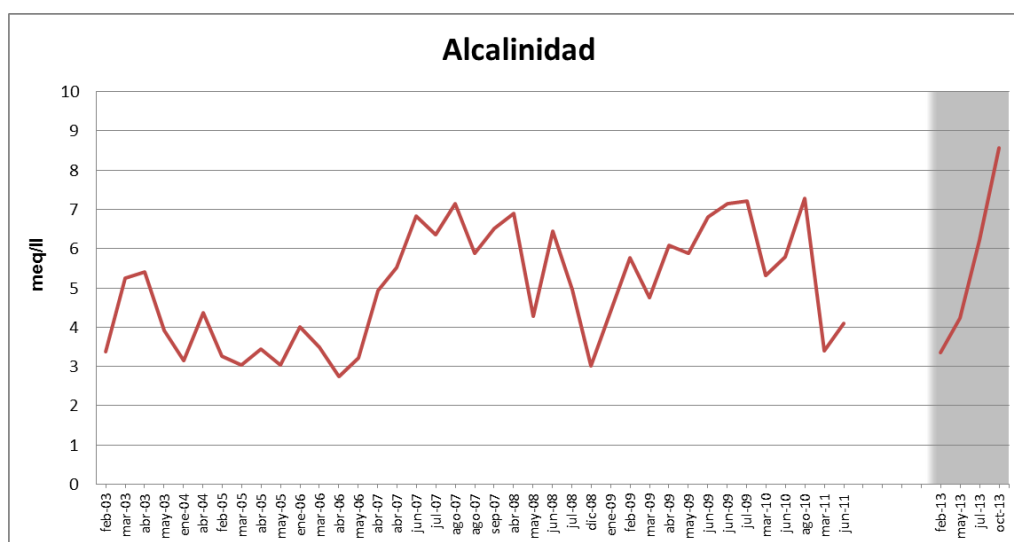


Figura 218. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

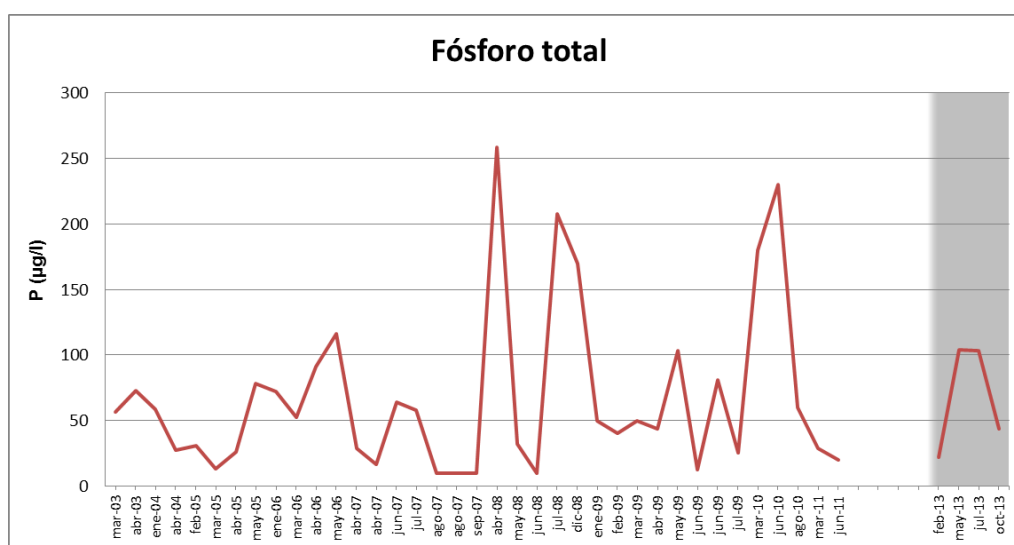


Figura 219. Evolución del fósforo total en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

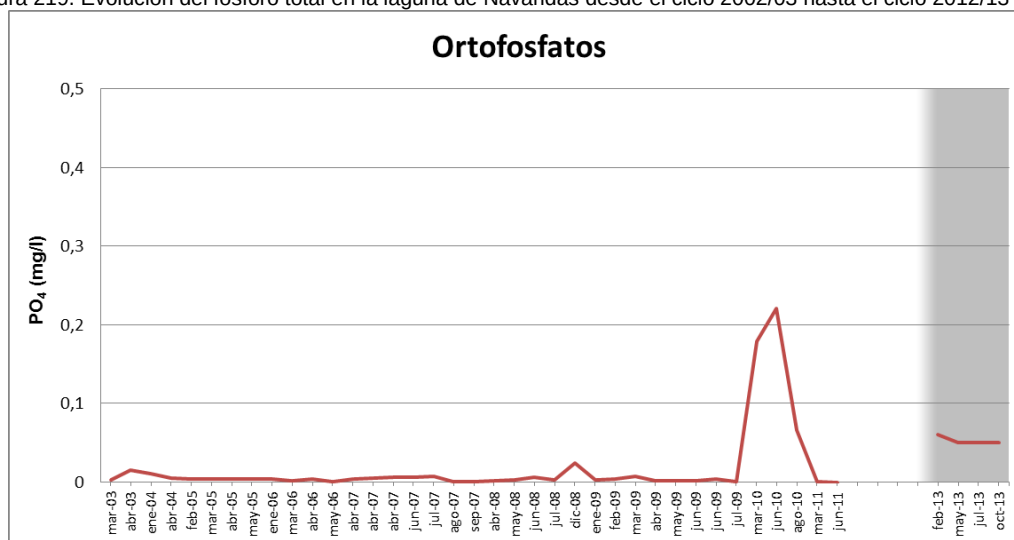


Figura 220. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

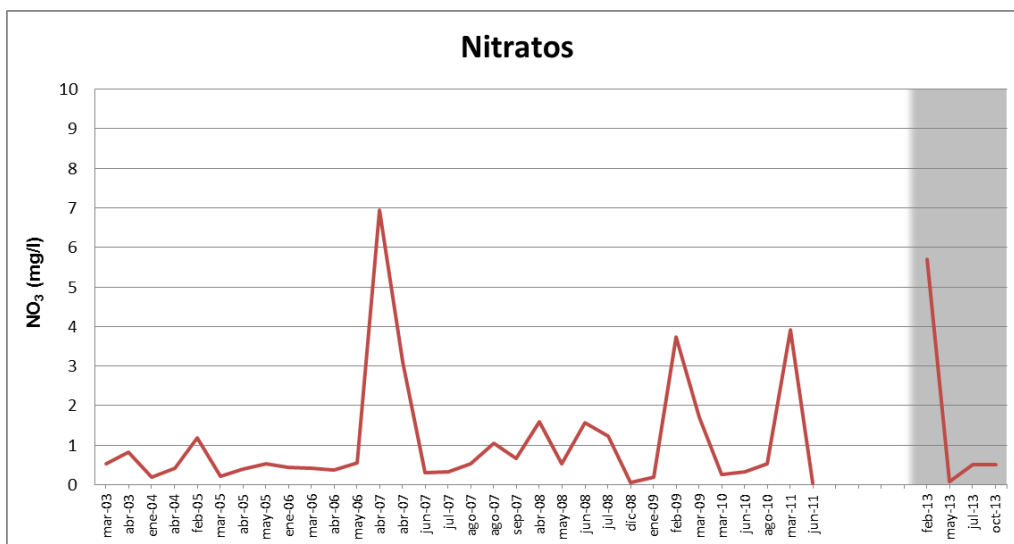


Figura 221. Evolución de los nitratos en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

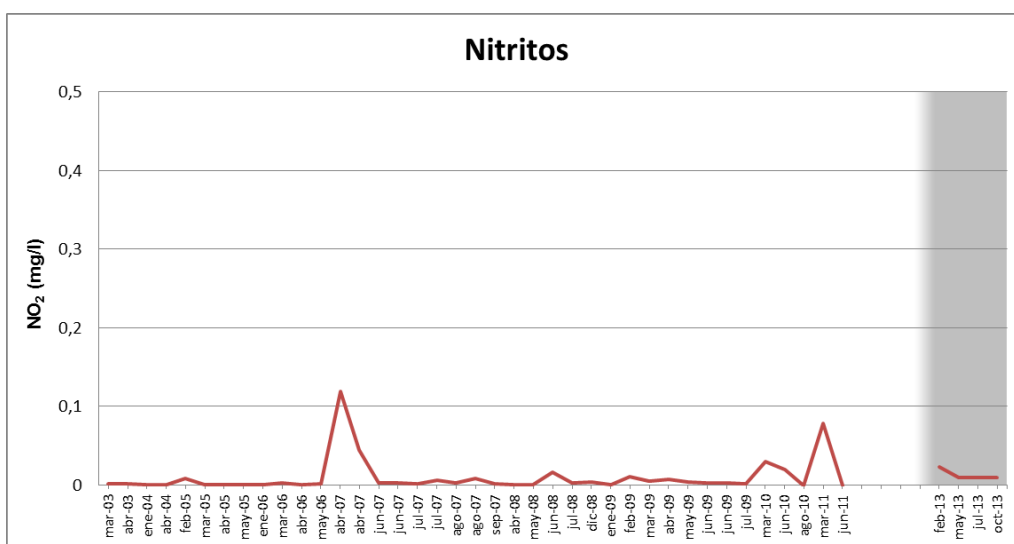


Figura 222. Evolución de los nitritos en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

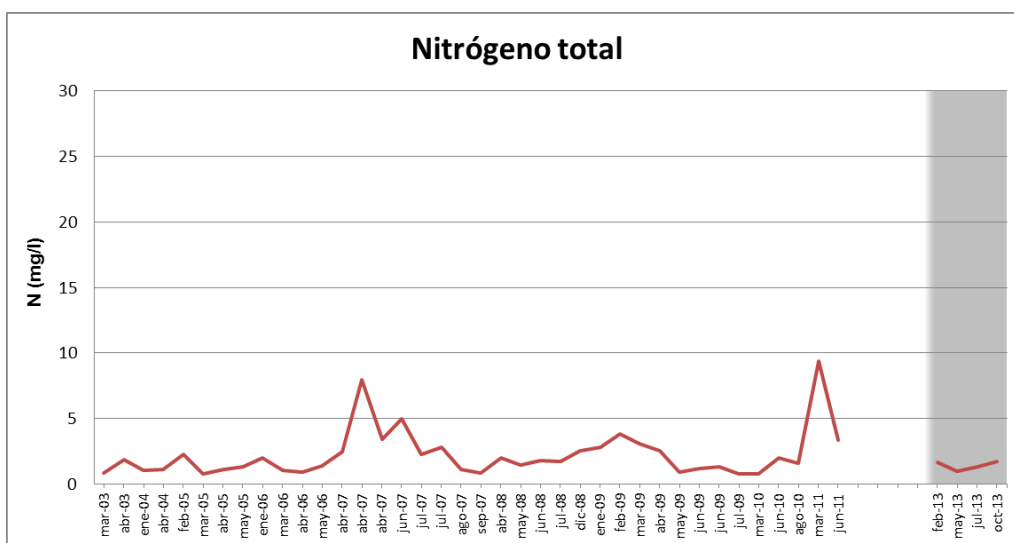
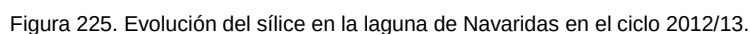


Figura 223. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).



Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
02/03	676	Muy bueno	8,2	≥Bueno	3,6	Muy bueno	Muy bueno	56,3	Moderado
03/04	1197	Muy bueno	8,4	≥Bueno	3,8	Muy bueno	Muy bueno	43	Bueno
04/05	1101	Muy bueno	8,5	≥Bueno	3,2	Muy bueno	Muy bueno	54,5	Moderado
05/06	1315	Muy bueno	8,6	≥Bueno	3,3	Muy bueno	Muy bueno	84,3	Moderado
06/07	903	Muy bueno	7,8	≥Bueno	5,5	Muy bueno	Muy bueno	16,3	Muy bueno
07/08	1560	Muy bueno	7,7	≥Bueno	4,3	Muy bueno	Muy bueno	32,1	Bueno
08/09	1444	Muy bueno	8,2	≥Bueno	5,8	Muy bueno	Muy bueno	71,6	Moderado
09/10	1630	Muy bueno	7,4	≥Bueno	5,3	Muy bueno	Muy bueno	180	Moderado
10/11	1421	Muy bueno	8,2	≥Bueno	3,4	Muy bueno	Muy bueno	29	Bueno
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
12/13	705	Muy bueno	7,6	≥Bueno	3,8	Muy bueno	Muy bueno	63	Moderado

4.10.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Navaridas durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 1,2 m medidos en junio de 2013 a los 0,08 m de noviembre de 2008.

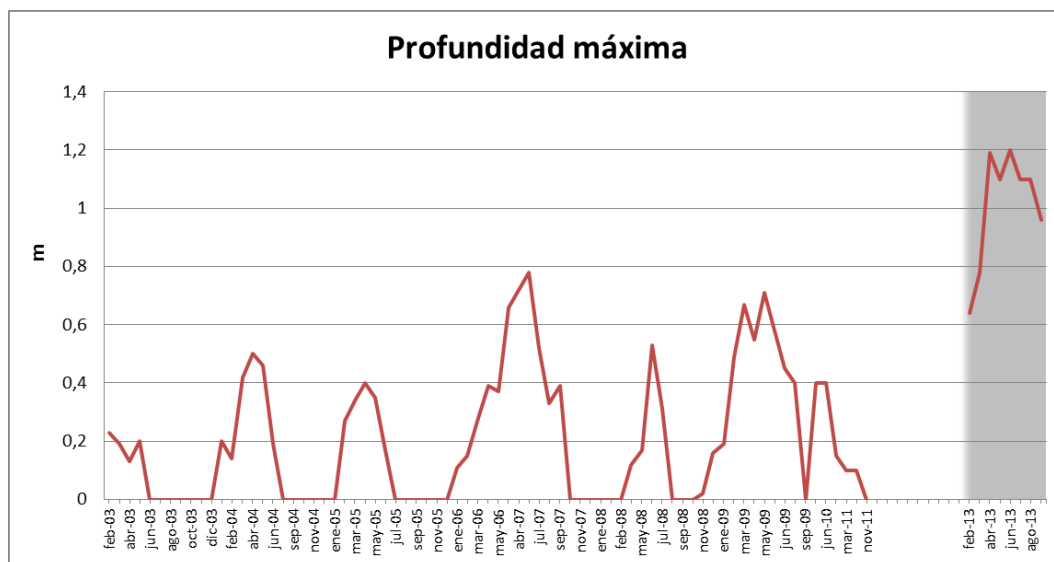


Figura 226. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Navaridas desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Carralogroño (CHE 90-46-1) de la masa de agua subterránea: Laguardia. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

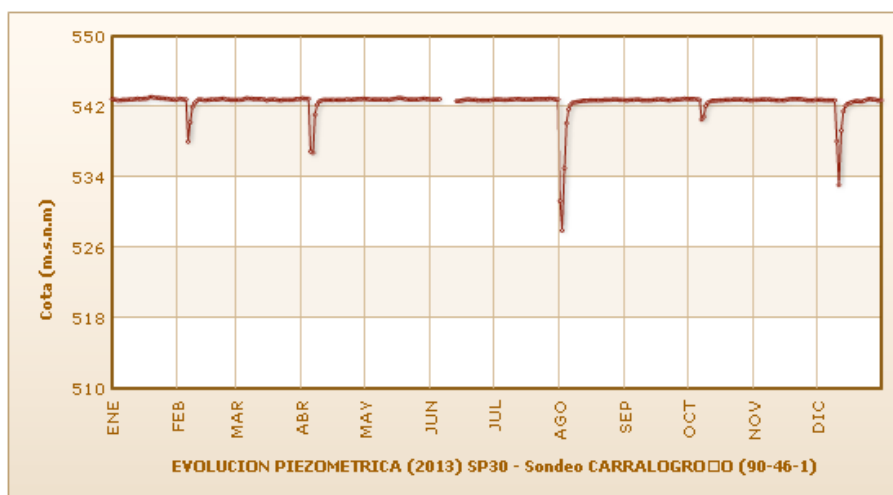


Figura 227. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Carralogroño (90-46-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Más del 50% de la superficie de la cuenca vertiente presenta usos distintos al natural y el drenaje existente altera el régimen de llenado natural, por lo que el estado es “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** El régimen de vaciado está alterado a causa de la acción del canal de drenaje, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Se encuentran alterados por efecto del canal de drenaje descrito anteriormente, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La cubeta sufre tasas de colmatación elevadas por los usos en la cuenca, y tiene drenajes artificiales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** La ribera de esta laguna está alterada significativamente a causa de los cultivos de vid, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.10.8 Estado ecológico

En la tabla 132 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado de la laguna de Navaridas es Deficiente, debido principalmente a los invertebrados y al aumento de los nutrientes.

Durante el presente ciclo la laguna ha mantenido un buen nivel de agua sin embargo no se han desarrollado poblaciones de hidrófitos sumergidos en la laguna. La cubeta está bastante colonizada por helófitos aunque no dispone de un anillo bien desarrollado alrededor de ella que amortigüe la influencia de los cultivos colindantes. Los fondos están recubiertos de materia vegetal en descomposición.

Las recomendaciones para mejorar el estado ecológico de esta laguna son las mismas que en ciclos anteriores:

- La recuperación de la vegetación colindante que reduzca la entrada de sedimentos y nutrientes a la laguna desde los numerosos cultivos agrícolas colindantes.
- Recuperación del funcionamiento hidrológico natural de la laguna, con la eliminación de los canales de drenaje realizados en la cubeta.

Tabla 132. Valoración del estado ecológico de la laguna de Navaridas, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado Biológico
01/02	-	Deficiente	-	Deficiente
02/03	Muy bueno	Moderado	Moderado	Moderado
03/04	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
04/05	Muy bueno	Moderado	Moderado	Moderado
05/06	Muy bueno	Moderado	Moderado	Moderado
06/07	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado
07/08	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno
08/09	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno
09/10	Moderado	Moderado	Bueno	Moderado
10/11	Bueno	Moderado	Muy bueno	Moderado
11/12	-	Moderado	-	Moderado
12/13	Bueno	Deficiente	Bueno	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	-	-	-	-
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	-	-	-	-
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Deficiente	-	-	Deficiente
02/03	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
03/04	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
04/05	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
05/06	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
06/07	Moderado	Muy bueno	≤Bueno	Moderado
07/08	Bueno	Bueno	≤Bueno	Bueno
08/09	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
09/10	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
10/11	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
11/12	Moderado	-	-	Moderado
12/13	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente

4.11 Laguna de Carralogoño

La laguna de Carralogoño se ubica en la cuenca hidrológica de El Valle, subunidad hidrológica Ebro dentro del municipio de Laguardia. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Complejo lagunar de Laguardia” (biotopo protegido según la legislación autonómica vasca).

La laguna de Carralogoño está declarada como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológico del MAGRAMA en el tipo 21: “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal”.

Tabla 133. Características y tipología de la laguna de Carralogoño.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES091974	Laguna de Carralogoño	Ebro	Natural	21: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales salinas

La laguna de Carralogoño se sitúa en la masa de agua subterránea: Laguardia.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna (CAL-H):



Figura 228. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la laguna de Carralogoño (CAL-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Carralagroño (CAL-H) son los siguientes:

Tabla 134. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Carralagroño.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3,2	<5,4	5,5-9,9	10-15,6	15,7-32	>32
ITP		<10	10-20	20-35	35-60	>60
Macrófitos						
Cobertura total de hidrófitos	65	>60	60-40	39-20	19-1	0
Cobertura total de helófitos	70	>60	60-35	34-20	19-1	0
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>15	15-11	10-5	<5	<5
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	No susceptible de poseer poblaciones de peces					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7,5-10	7,5-10	≤7,5 o ≥10	≤7,5 o ≥10	≤7,5 o ≥10
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	3000-50000	2850-52500	2400-28505 o 52500-60000	<2400 o >60000	<2400 o >60000	<2400 o >60000
Nutrientes PT		<40	40-100	>100	>100	>100
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.11.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Carralagroño (CAL-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los muestreos.



Figura 229. Laguna de Carralagroño durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo CAL-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 135. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en CAL-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	07/05/2013	15/07/2013	01/10/2013
Temperatura del aire (°C)	8,1	15,1	26,9	18,2
Disco de Secchi (m)	0,55	1	0,56	0,64
Profundidad máxima (m)	0,55	1,04	0,94	0,64

4.11.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la laguna de Carralagroño son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de febrero/marzo y abril/mayo.
- En el caso del biovolumen, para algunos ciclos, se ha tomado el dato de noviembre, diciembre o enero, que correspondería al primer dato de llenado de la laguna.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 230 observamos el número de especies identificadas a lo largo de los diferentes ciclos hidrológicos. El grupo que ha contribuido con mayor número de especies es el de las diatomeas seguidos de las clorofíceas.

En la figura 231 observamos que la laguna en el ciclo 2012-2013 ha sido muy poco productiva aunque durante el invierno se observaron picos de *Spyrogira* sp.

En la tabla 136 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 137 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el estado de calidad de la laguna de Carralagroño para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que supone una mejora con respecto al ciclo anterior (tabla 138).

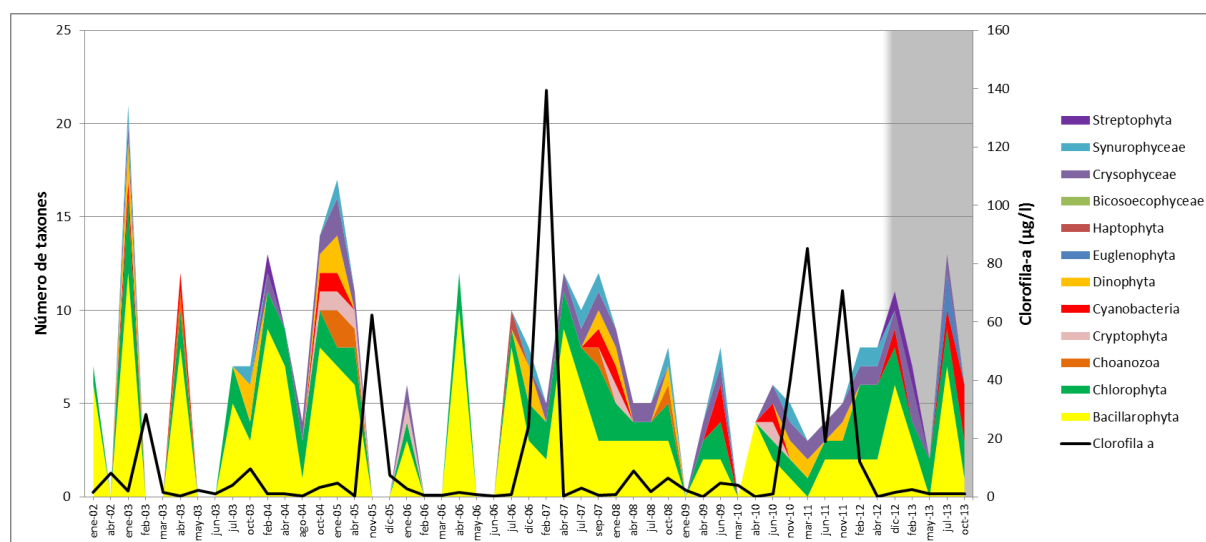


Figura 230. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

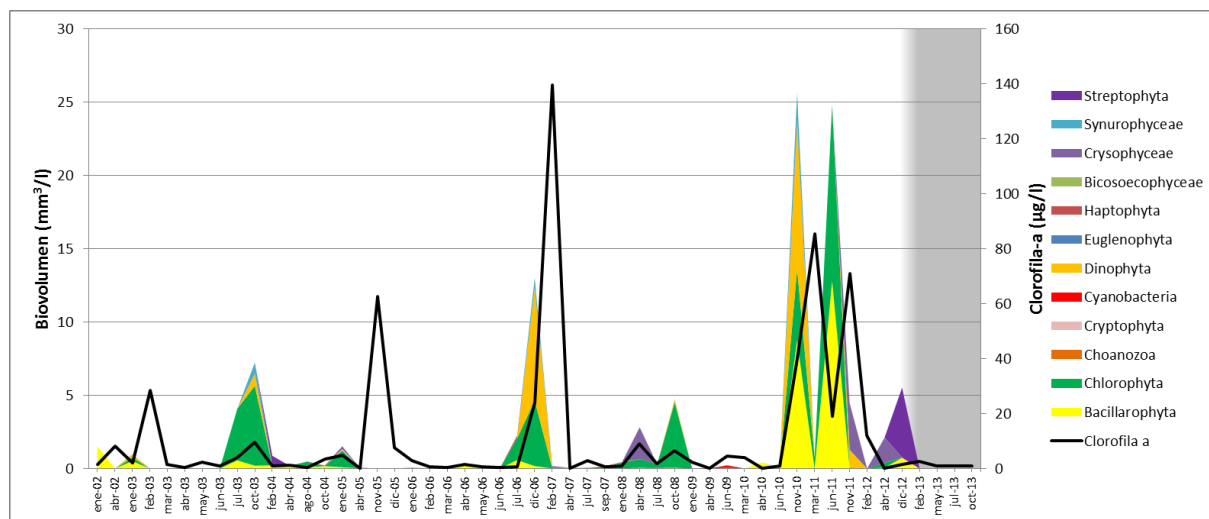


Figura 231. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 136. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Carralagroño los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	6	1,5144	1	0,0002	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	15	0,2601	6	0,1375	1	0,0002	-	-	2	0,0050	2	0,2017
03/04	12	0,1829	3	0,0224	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	9	0,0489	2	0,5841	2	0,0053	1	0,0224	1	0,0044	2	0,0498
05/06	13	0,1863	2	0,0331	-	-	1	0,0047	-	-	-	-
06/07	9	0,0251	4	0,0234	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	6	0,0282	3	0,5048	-	-	1	0,0278	1	0,0077	1	0,0027
08/09	2	0,0014	1	0,0015	-	-	-	-	-	-	1	0,0190
09/10	4	0,4119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	1	8,7105	1	4,8888	-	-	-	-	-	-	1	9,9398
11/12	4	0,0554	5	0,1782	-	-	-	-	-	-	1	1,1918
12/13	3	0,0097	3	0,0004	-	-	-	-	-	-	-	-

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	2	0,0015	1	0,0155	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	1	0,0014	-	-	1	0,6364
04/05	-	-	-	-	-	-	3	0,0972	1	0,0003	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	1	0,0106	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	1	0,0626	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	1	1,0828	-	-	-	-
08/09	-	-	1	0,5021	-	-	1	0,0064	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	2	0,1810	1	1,8770	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	2	2,4532	1	0,0133	-	-
12/13	-	-	-	-	-	-	2	0,0002	-	-	1	0,0001

Tabla 137. Métricas adicionales analizadas en laguna de Carralagroño en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,02	87,00	0,18	0,91	22,03	
Índice Willén	0,0201	0,0007	0,0164	0,011	0,01	Oligotrófico
IPL	15	15	67	50	44,	Mesotrófico
ITP	3	20	20	15	14,5	Bueno

Tabla 138. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase	ITP	Clase	Estado
01/02	1,41	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
02/03	15,3	Moderado	17	Bueno	Bueno
03/04	0,99	Muy bueno	19,5	Bueno	Bueno
04/05	2,5	Muy bueno	20,7	Moderado	Bueno
05/06	0,6	Muy bueno	14,3	Bueno	Bueno
06/07	69,8	Malo	27,5	Moderado	Deficiente
07/08	4,9	Muy bueno	18,5	Bueno	Bueno
08/09	1,1	Muy bueno	32,4	Moderado	Bueno
09/10	4	Muy bueno	26,3	Moderado	Bueno
10/11	85,3	Malo	No evaluado	-	Malo
11/12	12,2	Moderado	No evaluado	-	Moderado
12/13	1,8	Muy bueno	14,5	Bueno	Bueno

4.11.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 se han identificado 6 especies: 3 de hidrófitos y 3 de helófitos (figura 232). Las métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2010/11, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 233).

Por tanto, al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Carralagroño le corresponde un potencial ecológico "Muy bueno", a diferencia del ciclo anterior que fue "Moderado" (tabla 139).

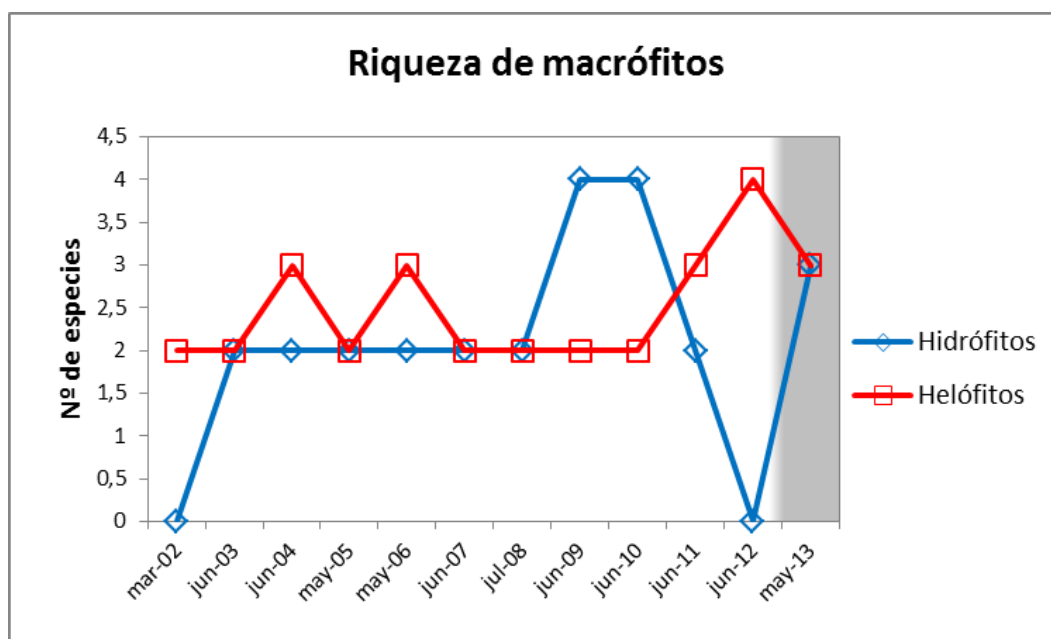


Figura 232. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

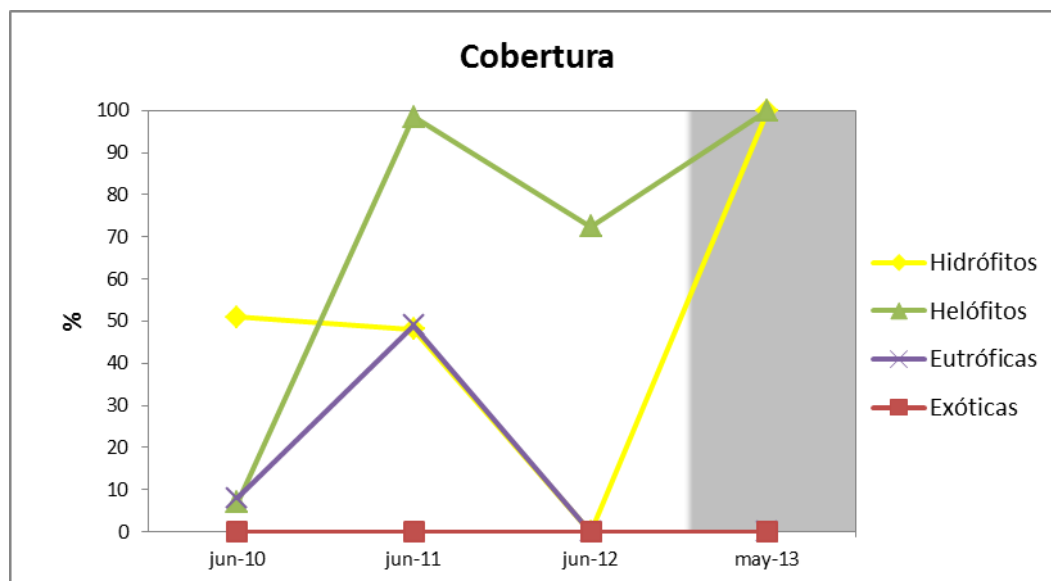


Figura 233. Evolución de la cobertura de hidrófitos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 139. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
02/03	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
03/04	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
04/05	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
05/06	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
06/07	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
07/08	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
08/09	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	
09/10	51	7	8	0	Moderado
10/11	48	99	49	0	Moderado
11/12	0	73	0	0	Moderado
12/13	100	100	0	0	Muy bueno

4.11.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 13 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un aumento con respecto a los ciclos anteriores (figura 234). Los dípteros son los que mayor número de familias presentan con 7. No se han encontrado especies alóctonas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Carralagroño para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Bueno", lo que supone una mejora con respecto a los ciclos anteriores (tabla 140).

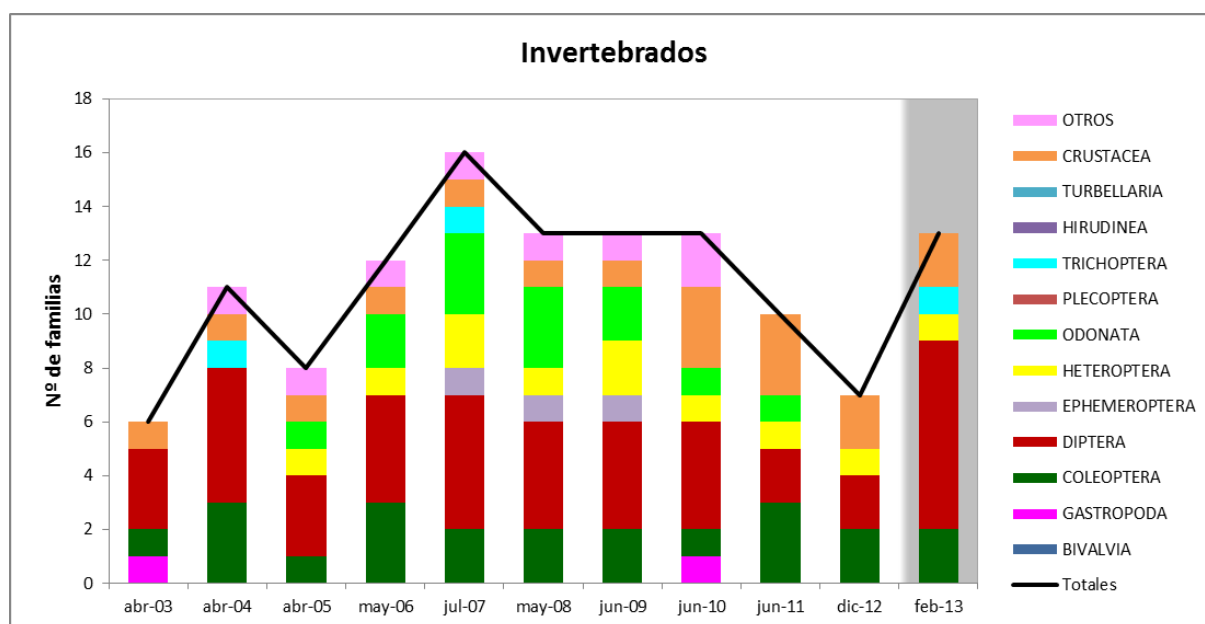


Figura 234. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 140. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" de la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	6	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
03/04	12	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
04/05	8	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
05/06	12	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
06/07	16	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
07/08	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
08/09	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
09/10	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
10/11	10	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
11/12	7	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
12/13	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno

4.11.5 Fauna ictiológica

Esta laguna no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.11.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Carralagroño ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 134). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Carralagroño durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de mayo de 2013 se obtuvo el valor más elevado (1 m) para este ciclo, siendo también el valor más alto de transparencia observado en la laguna. (Figura 235).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 21 en los que se encuadra la laguna de Carralogoño.

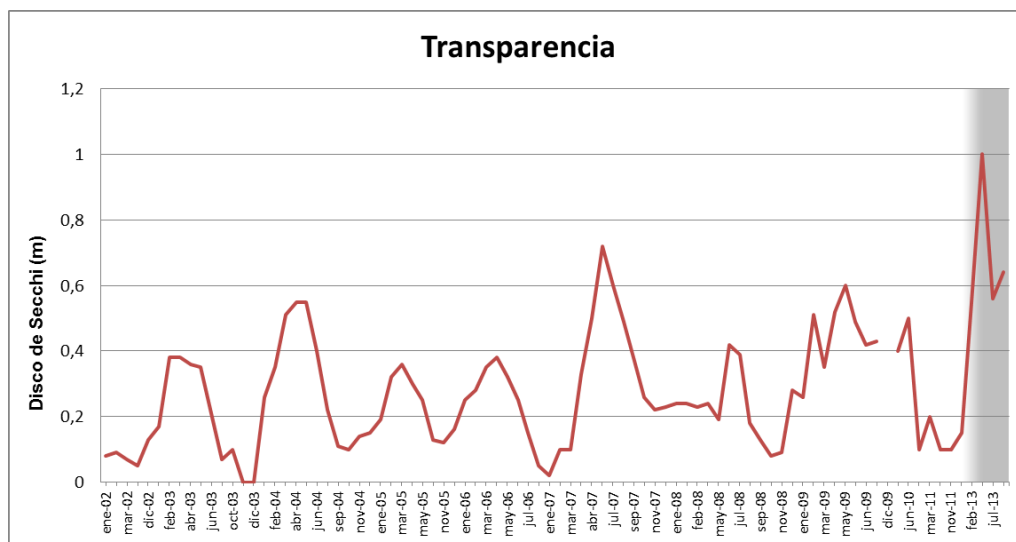


Figura 235. Evolución de la transparencia en la laguna de Carralogoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 236) refleja los valores medidos a nivel de superficie en la laguna de Carralogoño, con valores desde 5740 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mayo 2013) hasta 86000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (julio 2008). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 5740 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que en ciclos anteriores (tabla 141).

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en agosto de 2002 con 7,45 y el máximo 10,57 medido en abril de 2004 (figura 237). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Carralogoño es de 9,9, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 141).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 238) presentan un máximo en el mes de julio (26,9°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (7,91°C).

En la laguna de Carralogoño se observa (figuras 239 y 240) valores de sobresaturación de oxígeno, por encima de los 10,9 mg/l y 105 %.

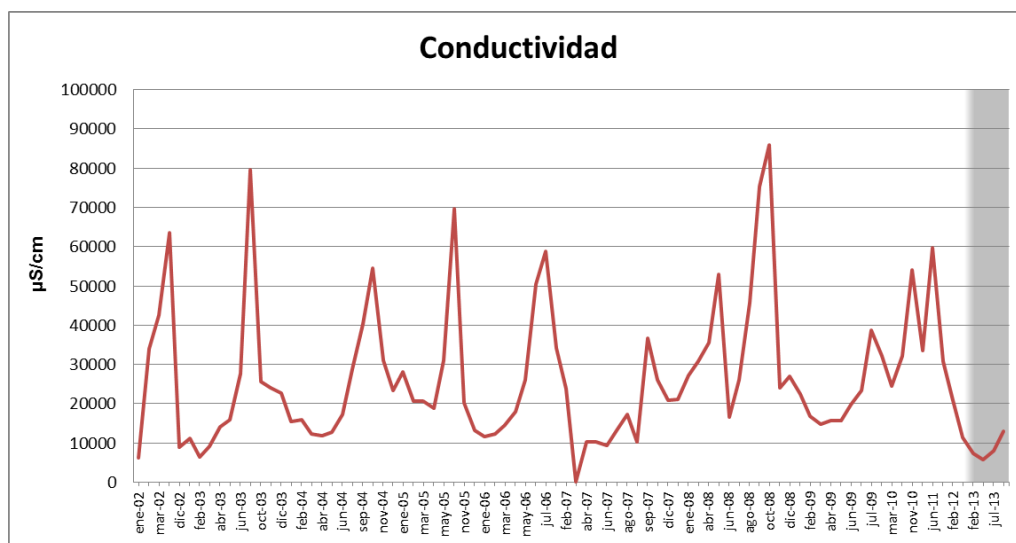


Figura 236. Evolución de la conductividad en la laguna de Carralogoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

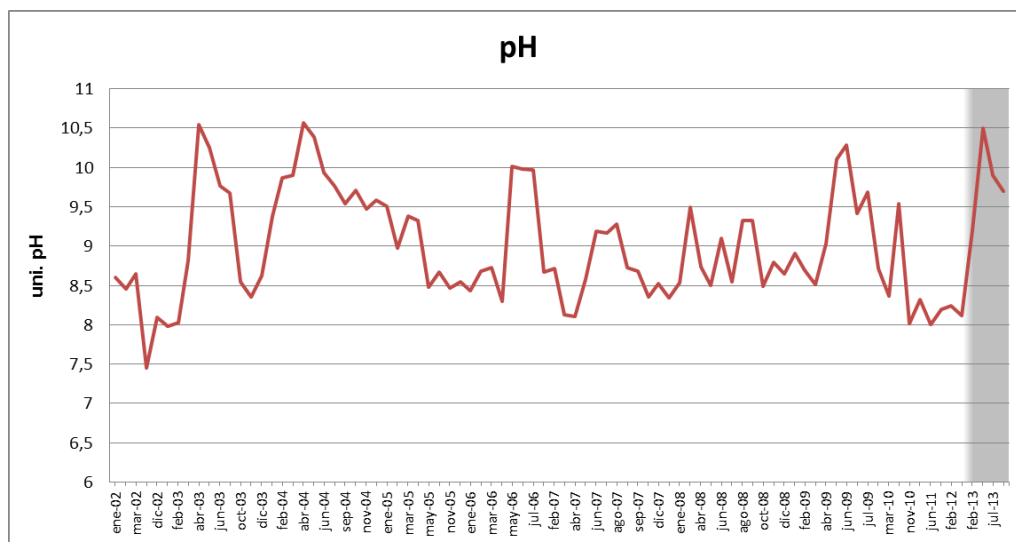


Figura 237. Evolución del pH en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

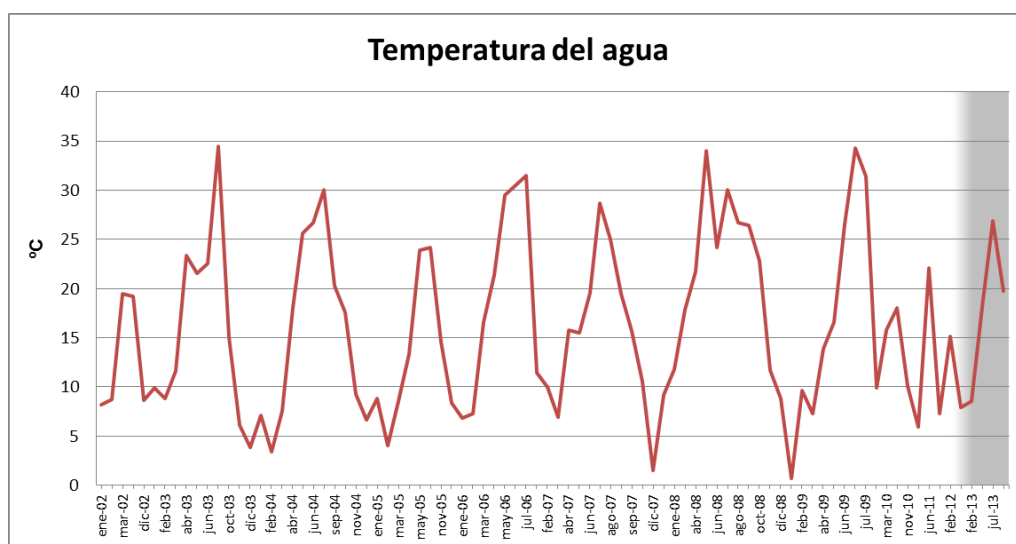


Figura 238. Evolución de la temperatura del agua en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

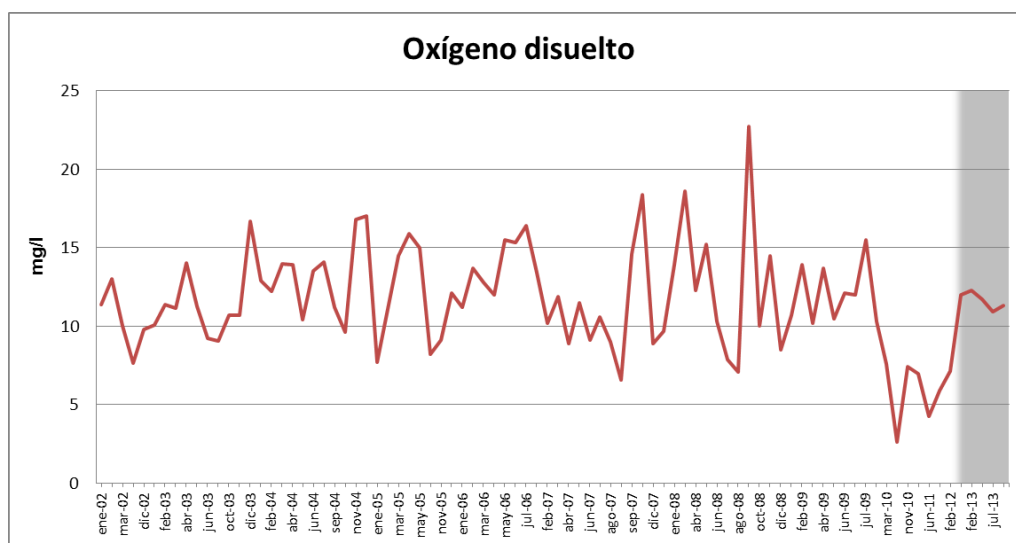


Figura 239. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

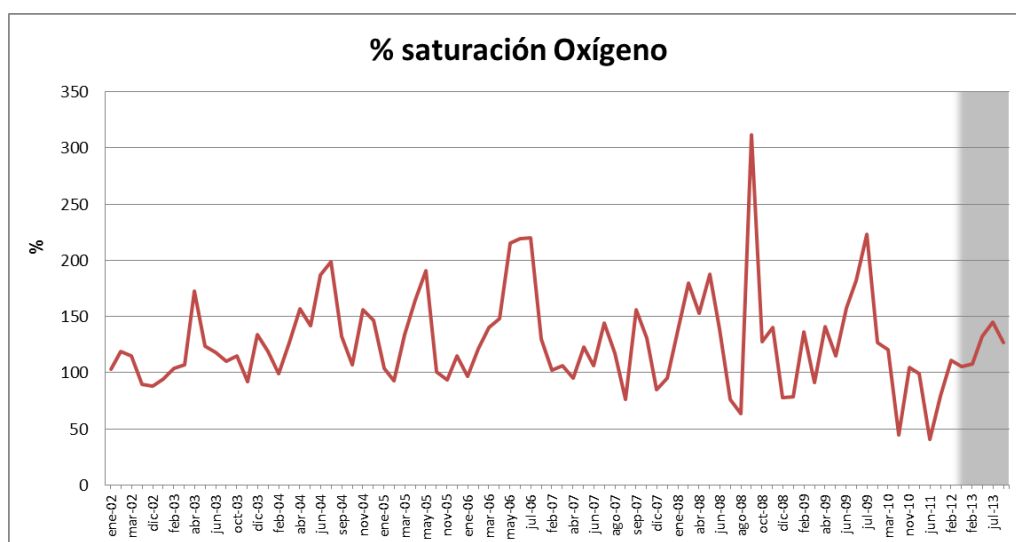


Figura 240. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en febrero de 2013 con 1,95 meq/l (figura 241). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) es de 1,84 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en la laguna de Carralagroño en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en ciclos anteriores (tabla 141).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Carralagroño es de 71 µg/l, que indica un estado de calidad “Bueno” para el ciclo 2012/13 (figura 242), mejorando el resultado obtenido frente al ciclo 2010/2011 (tabla 141).

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,05 mg/l, con un máximo de 0,09 mg/l medido en junio de 2010 (figura 243).

En la figura 244 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 2,59 mg/l, obtenido en julio de 2003. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2,5 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,03 mg/l en la laguna de Carravalseca (figura 245).

En la figura 246 se observa que el máximo valor de nitrógeno total de 26,2 mg/l, obtenido en junio de 2011. Los valores del ciclo 2012/13 han sido inferiores a 1 mg/l.

El amonio (figura 247) ha presentado un máximo de 3,35 mg/l en julio de 2008.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose unos valores inferiores a los 3 mg/l (figura 248).

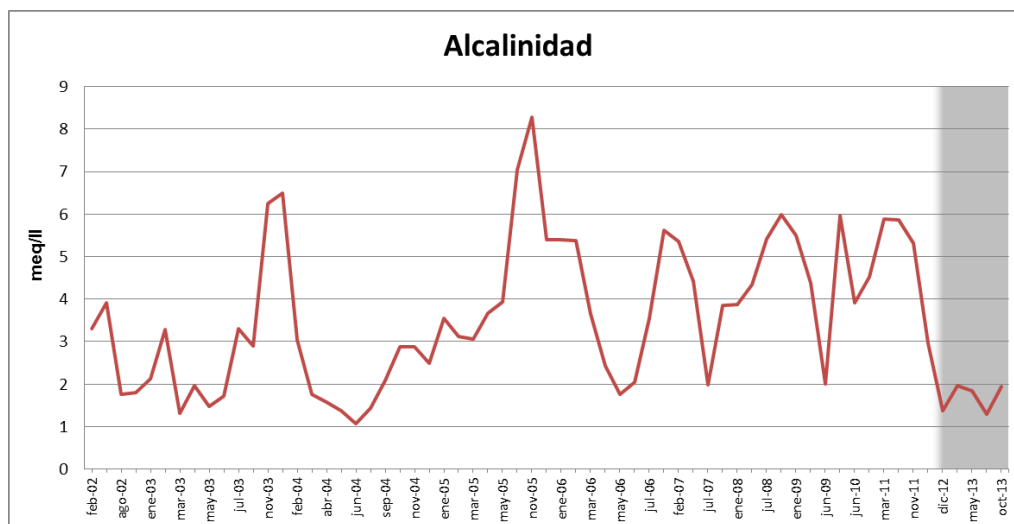


Figura 241. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

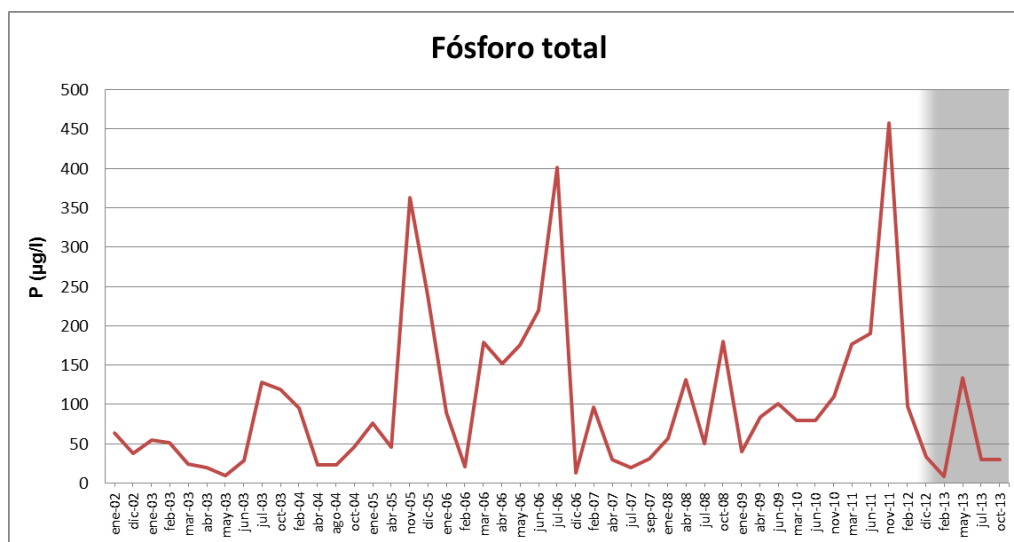


Figura 242. Evolución del fósforo total en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

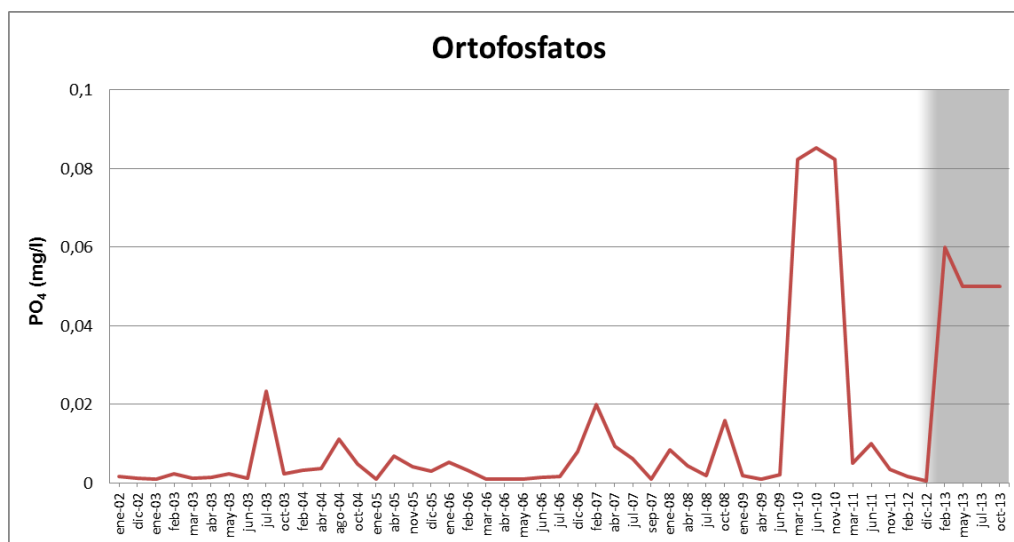


Figura 243. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

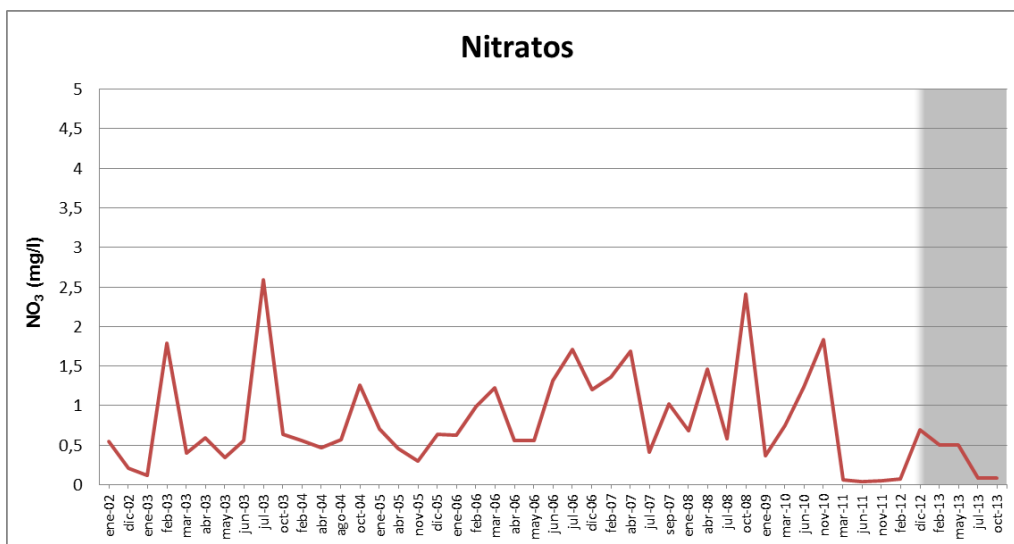


Figura 244. Evolución de los nitratos en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

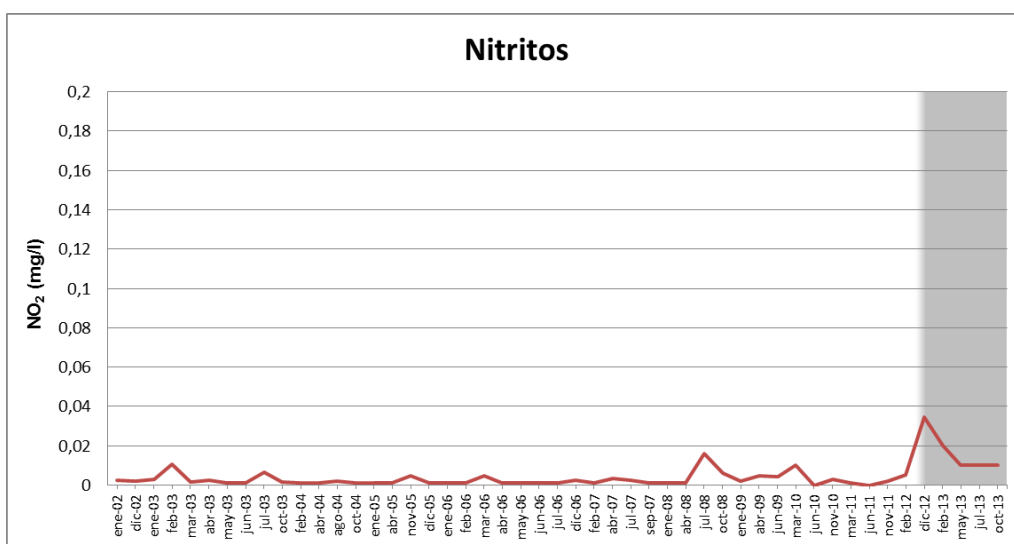


Figura 245. Evolución de los nitritos en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

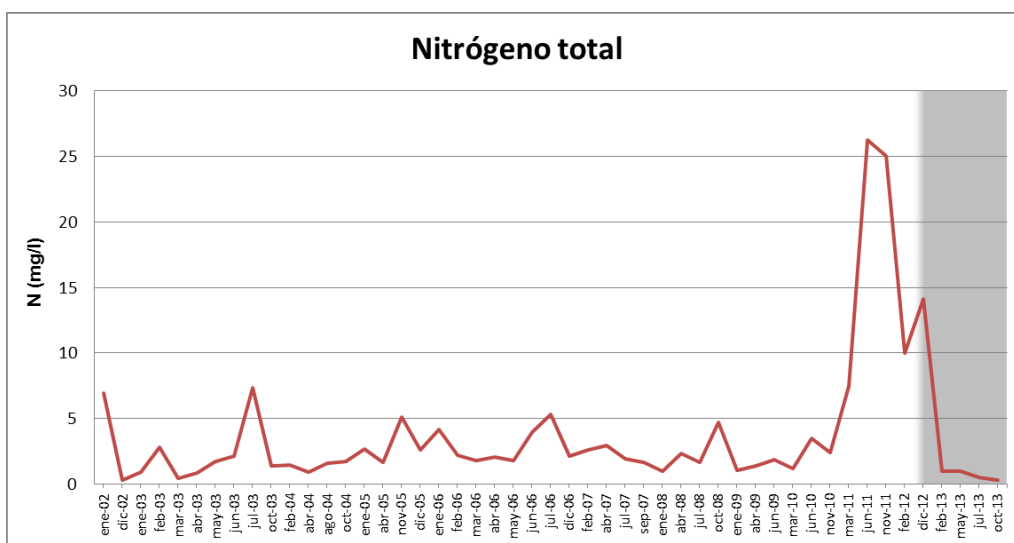


Figura 246. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

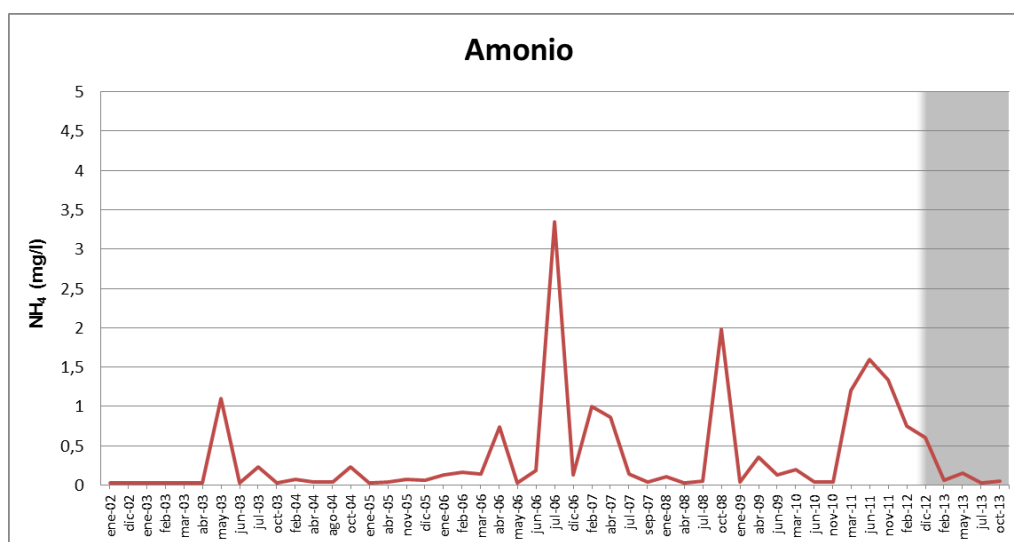


Figura 247. Evolución del amonio en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

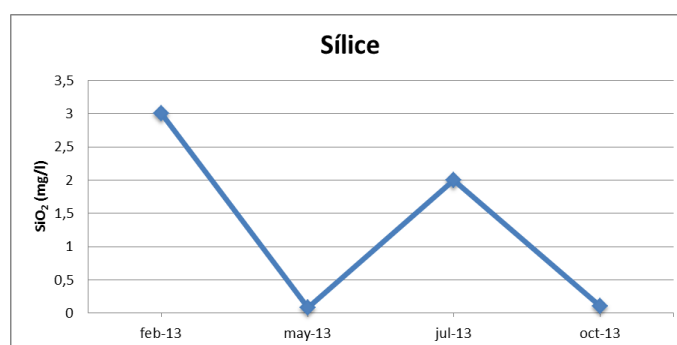


Figura 248. Evolución del sílice en la laguna de Carralagroño en el ciclo 2012/13.

Tabla 141. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Estado N
01/02	42600	Muy bueno	8,6	$\geq$ Bueno	3,6	Muy bueno	Muy bueno	63,6	Bueno
02/03	16016	Muy bueno	9,5	$\geq$ Bueno	1,4	Muy bueno	Muy bueno	17	Muy bueno
03/04	11860	Muy bueno	9,9	$\geq$ Bueno	1,8	Muy bueno	Muy bueno	23	Muy bueno
04/05	31000	Muy bueno	8,9	$\geq$ Bueno	3,5	Muy bueno	Muy bueno	45,3	Bueno
05/06	26100	Muy bueno	9,4	$\geq$ Bueno	2,7	Muy bueno	Muy bueno	177,3	Moderado
06/07	10190	Muy bueno	8,1	$\geq$ Bueno	4,4	Muy bueno	Muy bueno	29,5	Muy bueno
07/08	53000	Bueno	8,5	$\geq$ Bueno	4,3	Muy bueno	Muy bueno	131,1	Moderado
08/09	15630	Muy bueno	9,3	$\geq$ Bueno	4,4	Muy bueno	Muy bueno	84,1	Bueno
09/10	32200	Muy bueno	8,4	$\geq$ Bueno	6	Muy bueno	Muy bueno	80	Bueno
10/11	59700	Bueno	8,3	$\geq$ Bueno	5,9	Muy bueno	Muy bueno	176,5	Moderado
11/12	20800	Muy bueno	8,2	$\geq$ Bueno	2	Muy bueno	Muy bueno	98	Bueno
12/13	5740	Muy bueno	9,9	$\geq$ Bueno	1,8	Muy bueno	Muy bueno	71	Bueno

4.11.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Carralagroño durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 1,05 m medidos en abril de 2013, a los 0,02 m de enero de 2007.

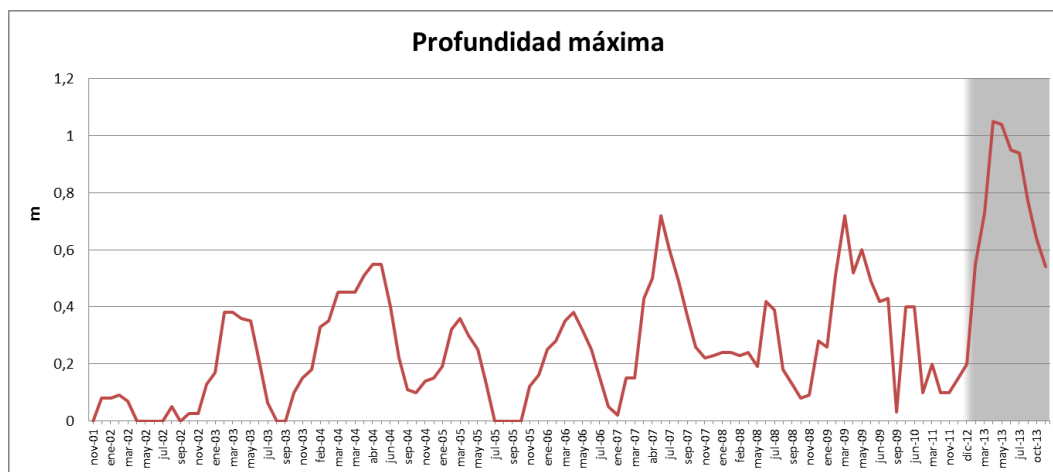


Figura 249. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Carralagroño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Carralagroño (CHE 90-46-1) de la masa de agua subterránea: Laguardia. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

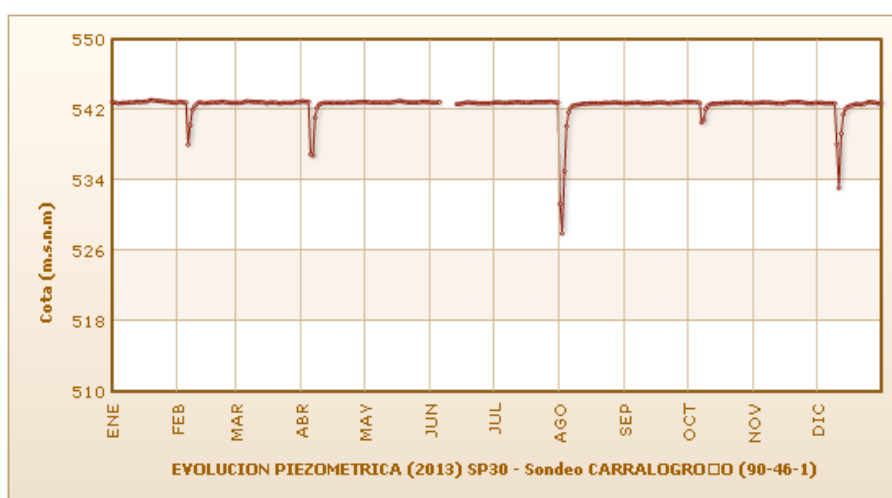


Figura 250. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Carralagroño (90-46-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Existen alteraciones de origen antrópico de los procesos de llenado de la laguna y más del 50% de la cuenca vertiente está destinada a usos del suelo no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen de salidas de la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Se encuentran alterados por el incremento de los aportes de agua superficial descrito anteriormente, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La cubeta sufre tasas de colmatación elevadas y los taludes han sido modificados, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** La ribera de esta laguna está gravemente modificada a causa de los cultivos de vid, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.11.8 Estado ecológico

En la tabla 142 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado ecológico obtenido en el ciclo 2012/13 ha sido Bueno lo que supone una mejora con respecto a los tres ciclos anteriores.

El buen nivel de agua mantenido desde el invierno ha propiciado el gran desarrollo de los macrófitos que han controlado el crecimiento de las microalgas.

El estado ecológico de la laguna para el ciclo 2012-2013 ha mejorado respecto a los dos ciclos anteriores. La presencia permanente de una lámina de agua y con valores históricos de 1 m, ha favorecido el buen estado de todos los elementos biológicos de calidad.

Pese a esta mejoría hay que tener en cuenta que la laguna se sigue encontrando afectada por la presión agrícola y en años de mayor sequía se traducirá en mal estado ecológico.

Las propuestas de actuaciones siguen siendo como en años anteriores:

- El control de nutrientes y de aportes de sedimentos en la cuenca vertiente.
- Recuperación de la hidromorfología de la cubeta con la ampliación del anillo perilagunar para disminuir la presión ejercida por los cultivos agrícolas.

Tabla 142. Valoración del estado ecológico de la laguna de Carralagroño, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado Biológico
01/02	Muy bueno	-	-	Muy bueno
02/03	Bueno	-	Moderado	Moderado
03/04	Bueno	-	Bueno	Bueno
04/05	Bueno	-	Moderado	Moderado
05/06	Bueno	-	Bueno	Bueno
06/07	Deficiente	-	Muy bueno	Deficiente
07/08	Bueno	-	Bueno	Bueno
08/09	Bueno	-	Bueno	Bueno
09/10	Bueno	Moderado	Bueno	Moderado
10/11	Malo	Moderado	Moderado	Malo
11/12	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
12/13	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
07/08	Bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
10/11	Bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno

Ciclo	Estado Biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Muy bueno	Muy bueno	≤Bueno	Bueno
02/03	Moderado	Muy bueno	≤Bueno	Moderado
03/04	Bueno	Muy bueno	≤Bueno	Bueno
04/05	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
05/06	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
06/07	Deficiente	Muy bueno	≤Bueno	Deficiente
07/08	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
08/09	Bueno	Bueno	≤Bueno	Bueno
09/10	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
10/11	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
11/12	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
12/13	Bueno	Bueno	≤Bueno	Bueno

4.12 Laguna de Carravalseca

La laguna de Carravalseca se ubica en la cuenca hidrológica de El Valle, subunidad hidrológica Ebro dentro del municipio de Laguardia. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Complejo lagunar de Laguardia” (biotopo protegido según la legislación autonómica vasca).

La laguna de Carravalseca está declarada como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológico del MAGRAMA en el tipo 21: “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal”.

Tabla 143. Características y tipología de la laguna de Carravalseca.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES091974	Laguna de Carravalseca	Ebro	Natural	21: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales salinas

La laguna de Carravalseca se sitúa en la masa de agua subterránea: Laguardia.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna (CAV-H):



Figura 251. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la laguna de Carravalseca (CAV-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Carravalseca (CAV-H) son los siguientes:

Tabla 144. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Carravalseca.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3,2	<5,4	5,5-9,9	10-15,6	15,7-32	>32
ITP		<10	10-20	20-35	35-60	>60
Macrófitos						
Cobertura total de hidrófitos	65	>60	60-40	39-20	19-1	0
Cobertura total de helófitos	70	>60	60-35	34-20	19-1	0
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>15	15-11	10-5	<5	<5
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	No susceptible de poseer poblaciones de peces					
Físicoquímicos						
Acidificación pH		7,5-10	7,5-10	≤7,5 o ≥10	≤7,5 o ≥10	≤7,5 o ≥10
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	3000-50000	2850-52500	2400-28505 o 52500-60000	<2400 o >60000	<2400 o >60000	<2400 o >60000
Nutrientes PT		<40	40-100	>100	>100	>100
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.12.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Carravalseca (CAV-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los muestreos.



Figura 252. Laguna de Carravalseca durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo CAV-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 145. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en CAV-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	08/05/2013	15/07/2013	01/10/2013
Temperatura del aire (°C)	9,1	17,9	27,4	18,2
Disco de Secchi (m)	0,2	0,8	0,55	0,3
Profundidad máxima (m)	0,35	0,8	0,55	0,3

4.12.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la laguna de Carravaleca son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de marzo y mayo, en la mayoría de las ocasiones se ha utilizado el dato del mes de abril.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 253 se observa que le número de especies identificadas durante el ciclo 2012-2013 es ligeramente inferior que en años anteriores, con un máximo de 6 especies identificadas en febrero.

En la figura 254 observamos además que la producción ha sido muy baja en este ciclo, correspondiendo principalmente el biovolumen a las diatomeas y chlorophytas.

En la tabla 146 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 147 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el estado de calidad de la laguna de Carravalseca para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que mejora la calidad con respecto a los ciclos anteriores (tabla 148).

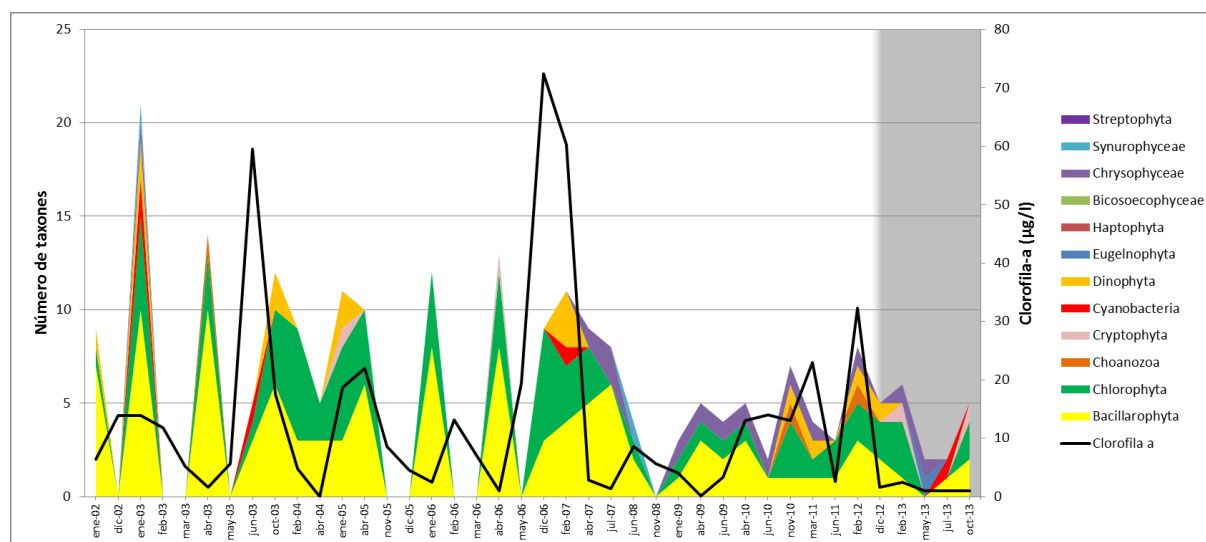


Figura 253. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

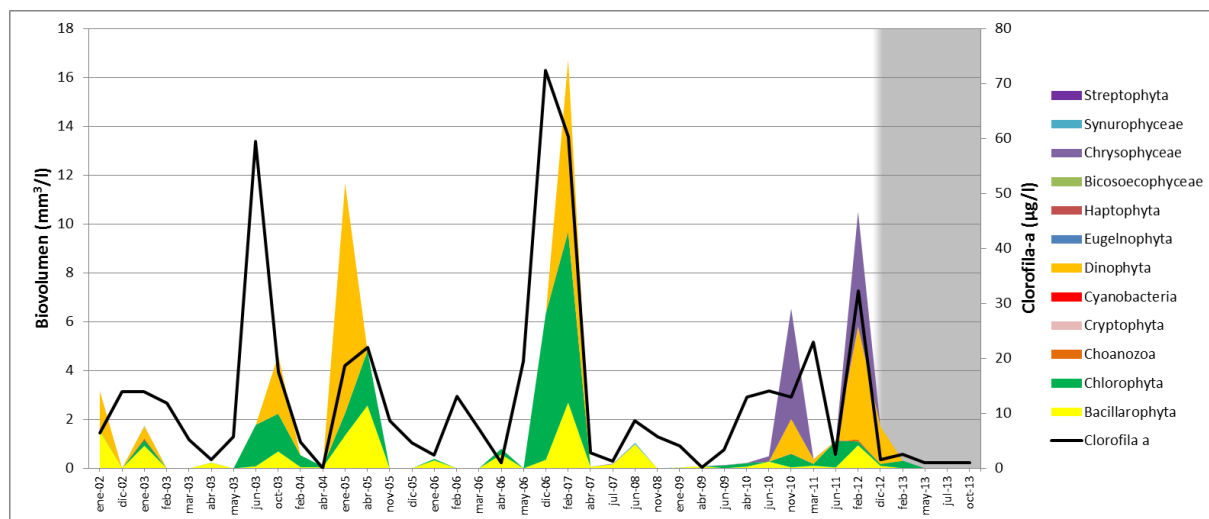


Figura 254. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 146. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Carravalseca los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cianobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	7	1,5340	1	0,0290	-	-	-	-	-	-	1	1,6040
02/03	15	0,5750	6	0,1285	1	0,0000	-	-	2	0,0350	2	0,5130
03/04	6	0,0435	8	0,2590	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	7	1,9565	7	1,5800	-	-	1	0,0020	-	-	2	9,3960
05/06	13	0,4435	5	0,1490	-	-	1	0,0010	-	-	-	-
06/07	9	1,3755	5	3,4955	-	-	-	-	1	0,0270	3	7,0100
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	3	0,0555	1	0,0050	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	3	0,0652	1	0,1479	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	2	0,0719	4	0,3133	1	0,0155	-	-	-	-	1	0,7992
11/12	3	0,9428	2	0,1553	1	0,0807	-	-	-	-	1	4,6189
12/13	1	0,0028	3	0,1499	-	-	1	0,0002	-	-	-	-

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	1	0,0000	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,0150	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	1	0,0000	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	1	0,0010	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	1	0,0049	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	1	2,2652	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	1	4,7053	-	-	-	-
12/13	1	0	-	-	-	-	2	0,0021	-	-	-	-

Tabla 147. Métricas adicionales analizadas en laguna de Carravalseca en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	19/02/2013	08/05/2013	15/07/2013	01/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	33,93	0,01	0,52	0,06	8,63	
Índice Willén	0,3099	0,0001	0,0004	0,0018	0,08	Oligotrófico
IPL	60	15	15	64	31,33	Mesotrófico
ITP	18	14	9	14	13,75	Bueno

Tabla 148. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	6,4	Bueno	No evaluado	-	Bueno
02/03	5,4	Bueno	37	Deficiente	Moderado
03/04	2,4	Muy bueno	28,5	Moderado	Bueno
04/05	20,3	Deficiente	48	Deficiente	Deficiente
05/06	13,3	Moderado	14	Bueno	Bueno
06/07	31,6	Deficiente	35,5	Deficiente	Deficiente
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-
08/09	2,1	Muy bueno	32,4	Moderado	Bueno
09/10	13	Moderado	30	Moderado	Moderado
10/11	23	Deficiente	No evaluado	-	Deficiente
11/12	32,2	Malo	No evaluado	-	Malo
12/13	1,8	Muy bueno	13,8	Bueno	Bueno

4.12.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 se han identificado 5 especies: 2 de hidrófitos y 3 de helófitos (figura 255). Las métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2010/11, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 256).

Por tanto, al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Carravalseca le corresponde un potencial ecológico "Bueno", a diferencia del ciclo anterior que fue "Moderado" (tabla 149).

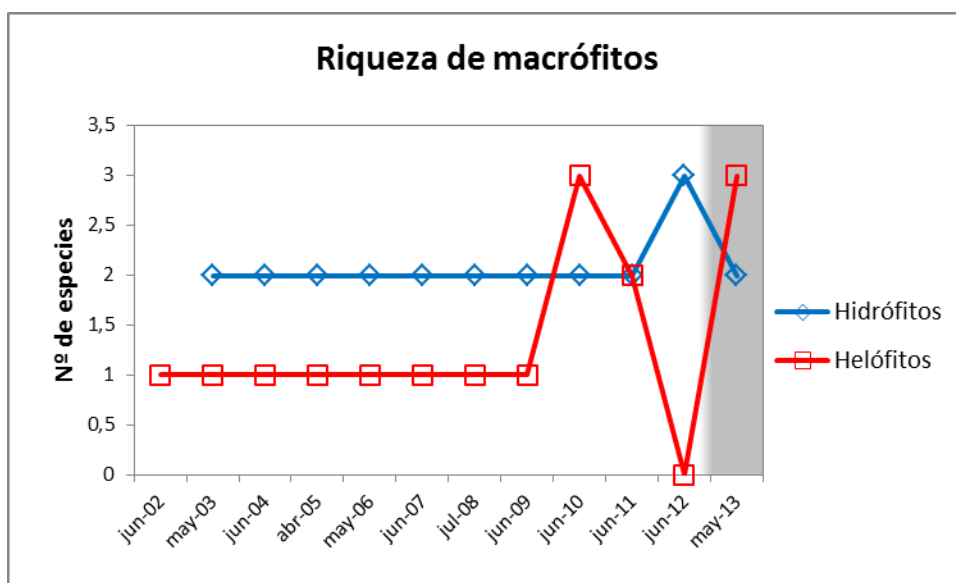


Figura 255. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

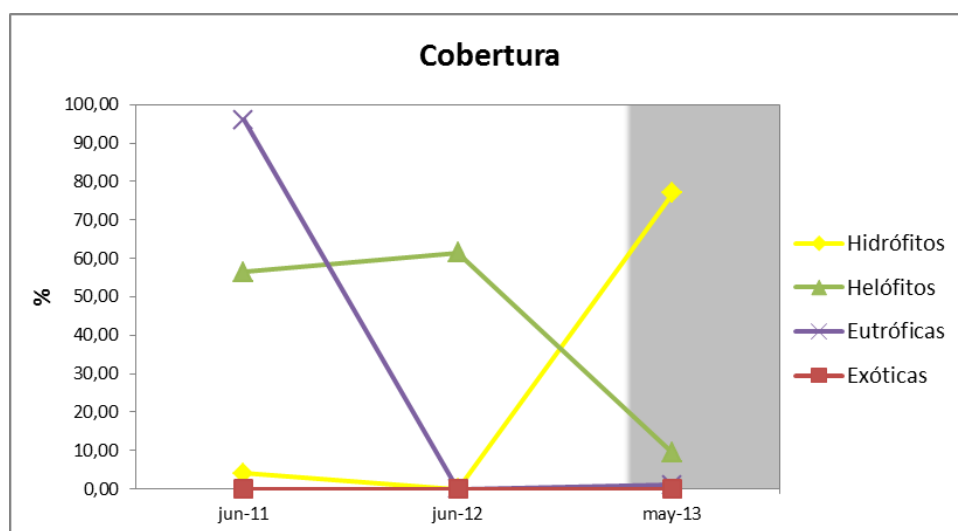


Figura 256. Evolución de la cobertura de hidrófitos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2010/11 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 149. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 01/02 hasta el ciclo 12/13.

Ciclo	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
02/03	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
03/04	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
04/05	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
05/06	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
07/08	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
08/09	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
09/10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
10/11	4	56,5	96	0	Malo
11/12	0	62	0	0	Moderado
12/13	77	9	<1	0	Bueno

4.12.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 13 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un aumento con respecto a los ciclos anteriores (figura 257). Los dípteros son los que mayor número de familias presentan (4). No se han encontrado especies alóctonas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Carravalseca para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Bueno", lo que supone una mejora con respecto a los ciclos anteriores (tabla 150).

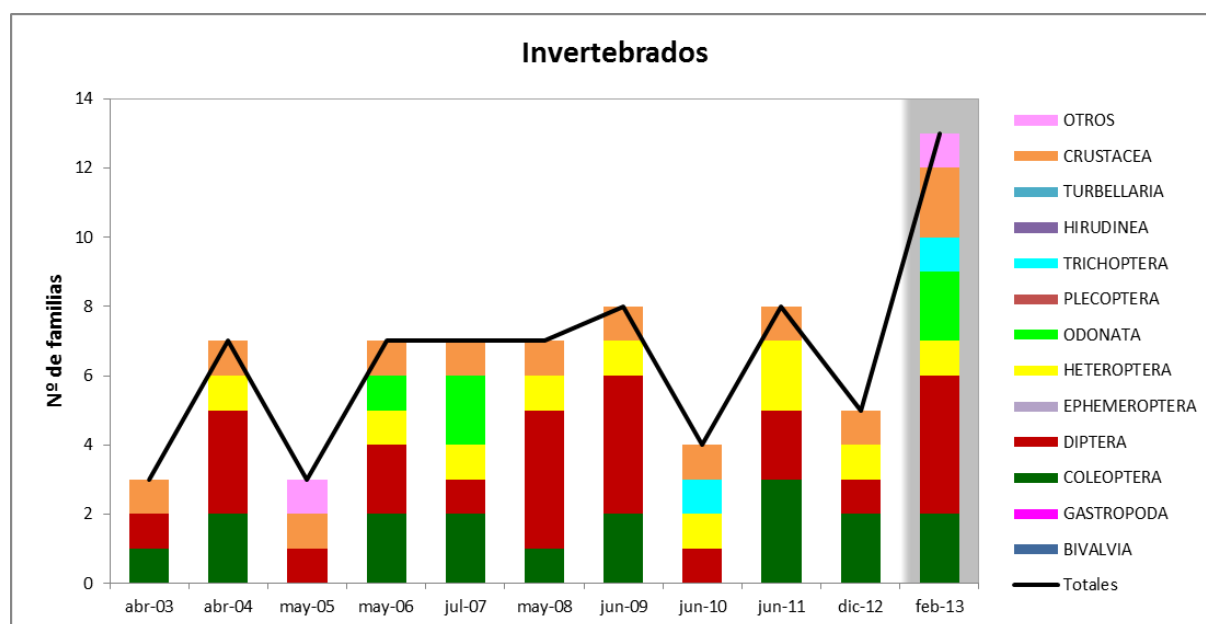


Figura 257. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 150. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" de la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	3	Deficiente	A	Muy bueno/Bueno	Deficiente
03/04	7	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
04/05	3	Deficiente	A	Muy bueno/Bueno	Deficiente
05/06	7	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
06/07	7	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
07/08	7	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
08/09	8	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
09/10	4	Deficiente	A	Muy bueno/Bueno	Deficiente
10/11	8	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
11/12	5	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
12/13	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno

4.12.5 Fauna ictiológica

Esta laguna no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.12.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Carravalseca ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 144). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Carravalseca durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de mayo de 2013 se obtuvo el valor más elevado (0,8 m) para este ciclo, siendo también el valor más alto de transparencia observado en la laguna. (Figura 258).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 21 en los que se encuadra la laguna de Carravalseca.

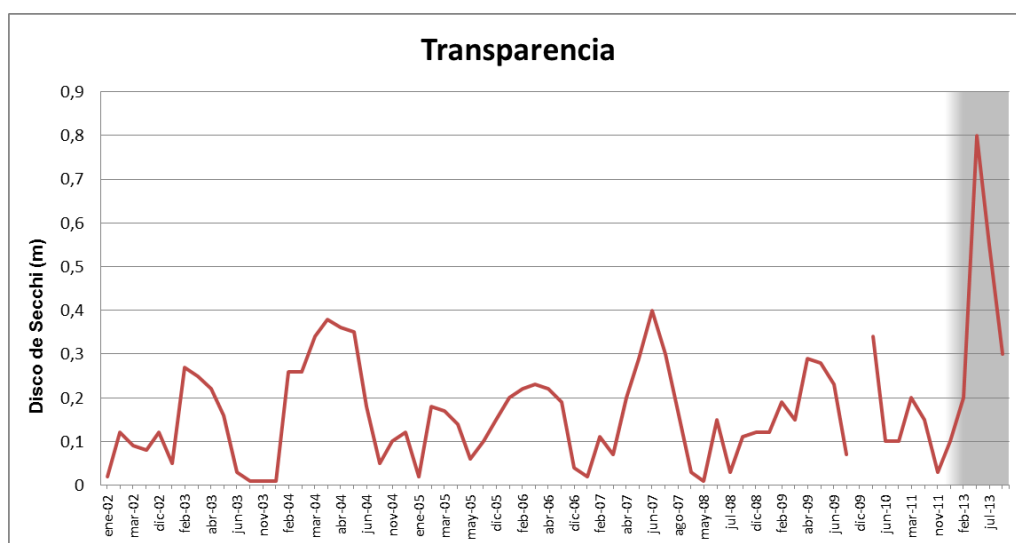


Figura 258. Evolución de la transparencia en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 259) refleja los valores medidos a nivel de superficie en la laguna de Carravalseca, con valores desde 10140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (enero 2002) hasta 138915 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (junio 2009). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 5740 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que el ciclo 2010/11 (tabla 151).

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en agosto de 2002 con 7,46 y el máximo 10,4 medido en abril de 2003 (figura 260). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Carravalseca es de 9,6, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 151).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 261) presentan un máximo en el mes de julio (28,4°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (7,28°C).

En la laguna de Carravalseca se observa una buena oxigenación del agua durante el ciclo 2012/13 (figuras 262 y 263). Los valores oscilan entre 7,4-11,2 mg/l y 83,1-147%.

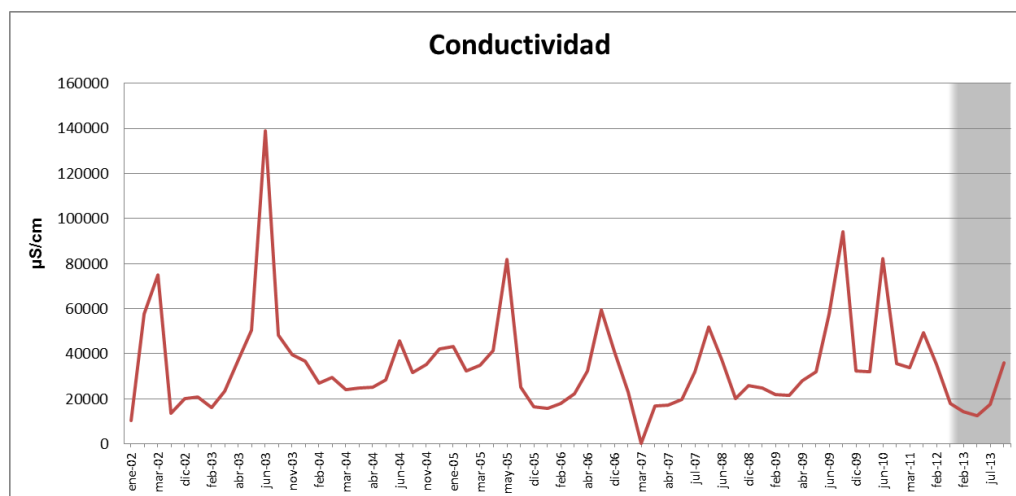


Figura 259. Evolución de la conductividad en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

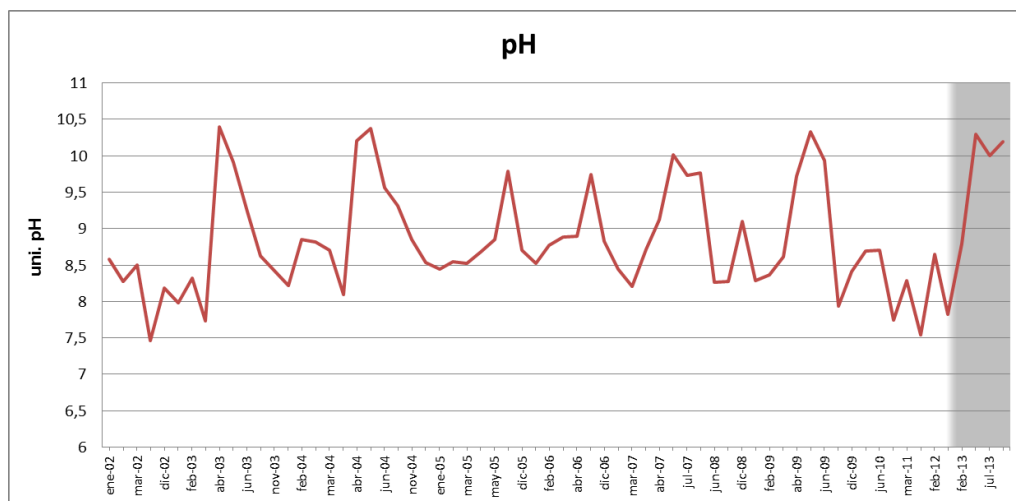


Figura 260. Evolución del pH en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

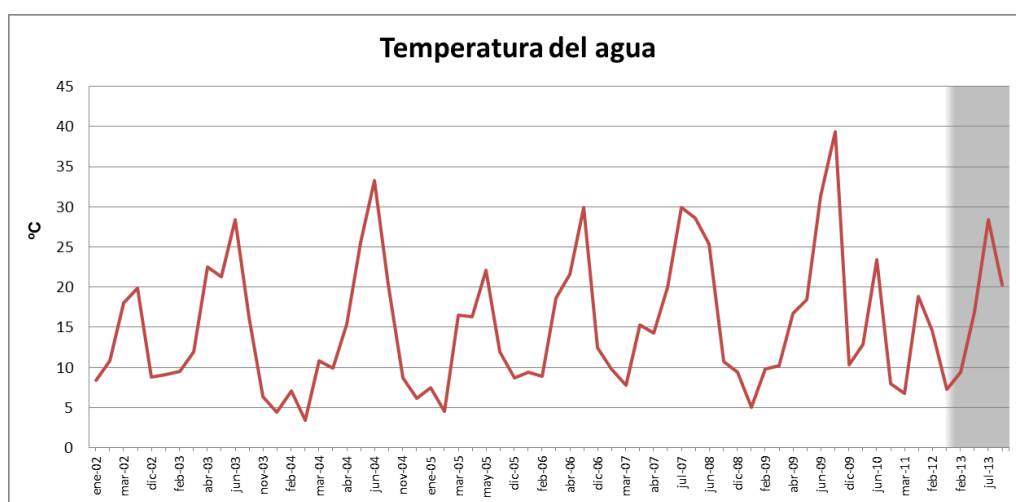


Figura 261. Evolución de la temperatura del agua en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

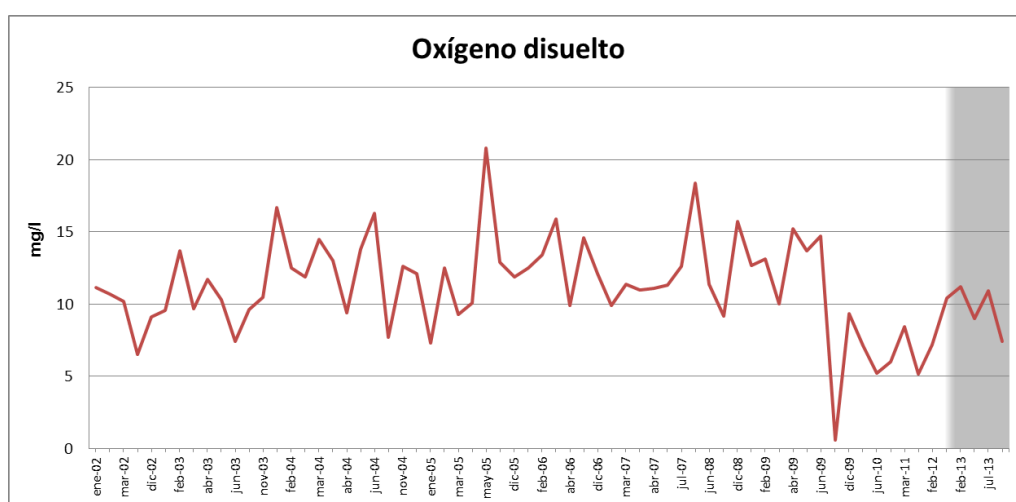


Figura 262. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

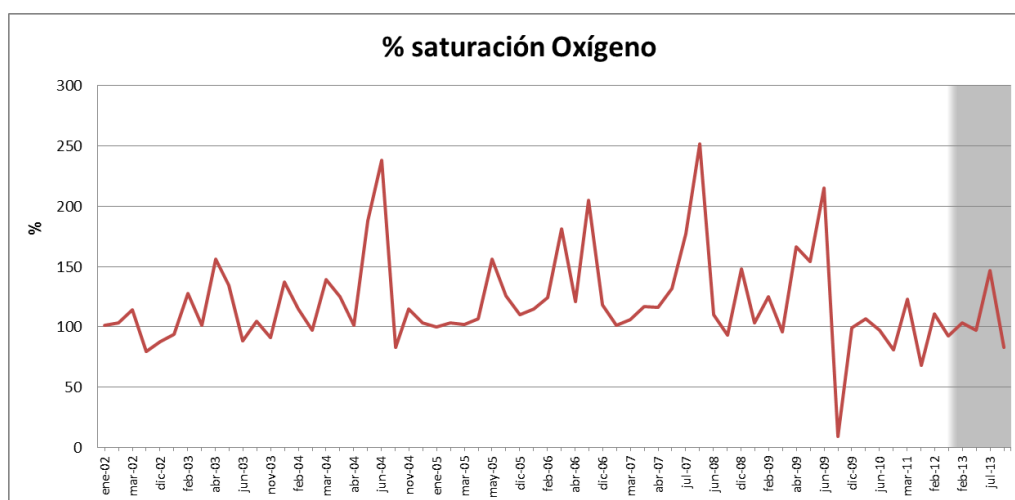


Figura 263. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en febrero de 2013 con 2,54 meq/l (figura 264). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) es de 1,3 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en la laguna de Carravalseca en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en ciclos anteriores (tabla 151).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Carravalseca es de 8 µg/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13 (figura 265), mejorando el resultado obtenido frente al ciclo 2010/2011 (tabla 151).

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,1 mg/l, con un máximo de 0,094 mg/l medido en junio de 2010 (figura 266).

En la figura 267 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 2,98 mg/l, obtenido en mayo de 2013. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2,5 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,1 mg/l en la laguna de Carravalseca (figura 268).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 269) el máximo valor ha sido de 11,87 obtenidos en junio de 2011. El máximo valor del ciclo 2012/13 fue de 1,86 mg/l, medido en mayo.

El amonio (figura 270) ha presentado su máximo valor en junio de 2009 con 3,7 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un concentraciones inferiores a los 0,5 mg/l (figura 271).

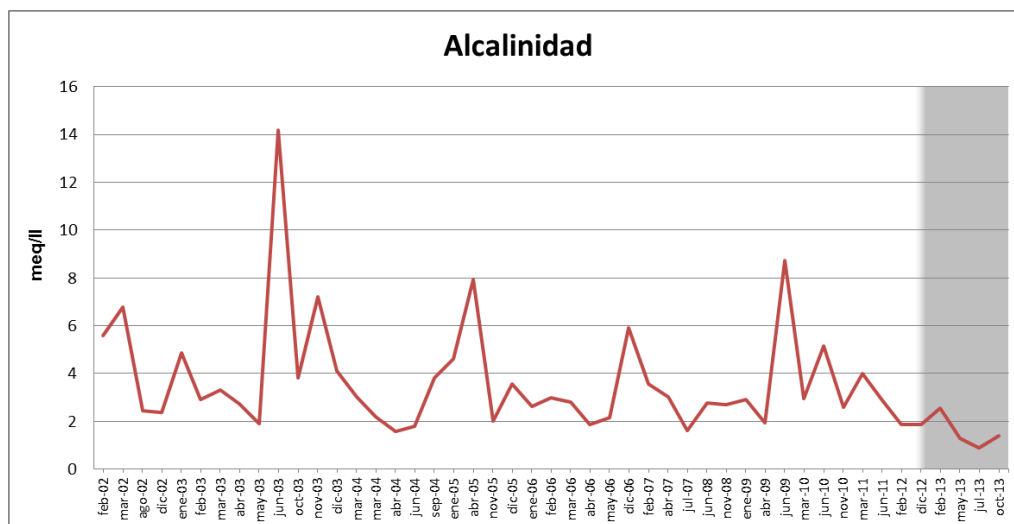


Figura 264. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

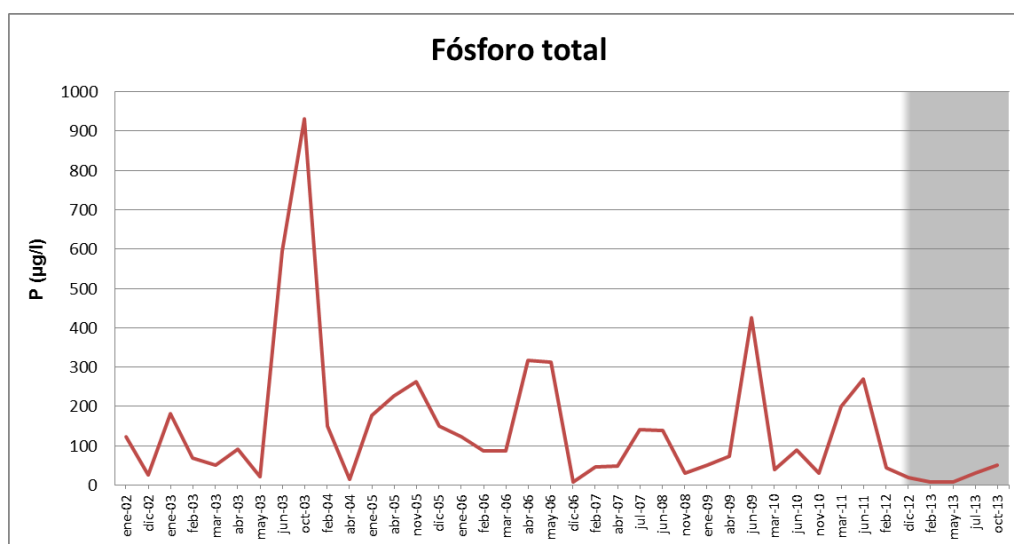


Figura 265. Evolución del fósforo total en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

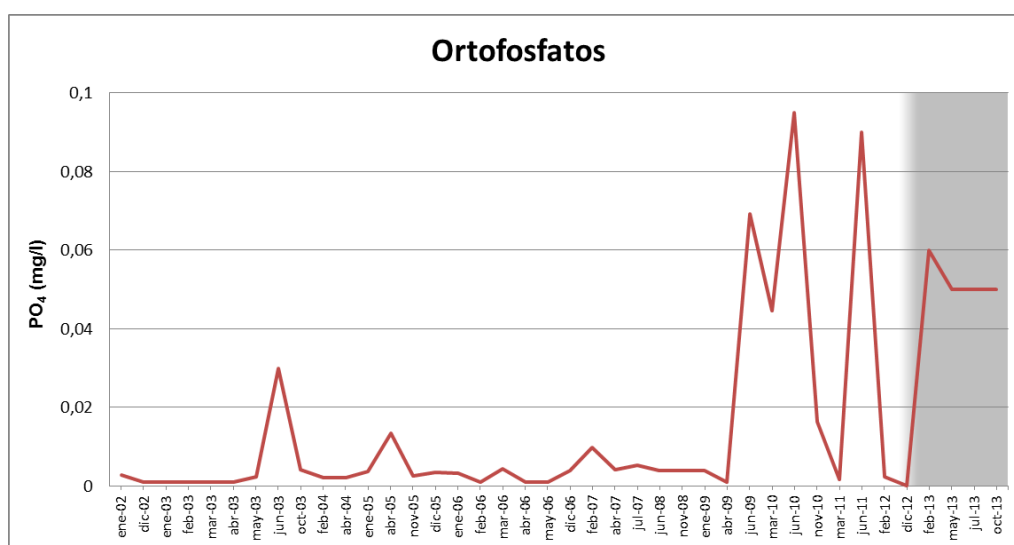


Figura 266. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

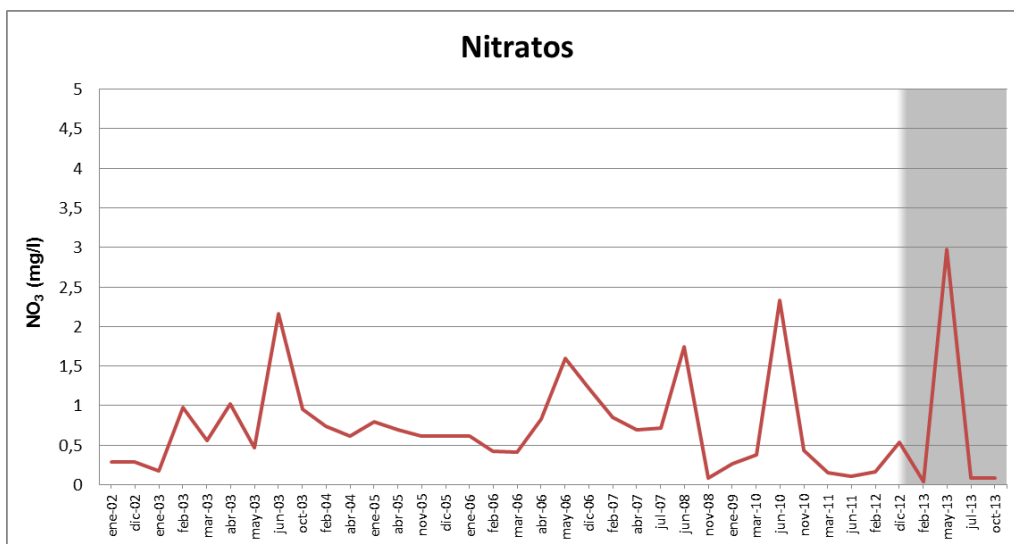


Figura 267. Evolución de los nitratos en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

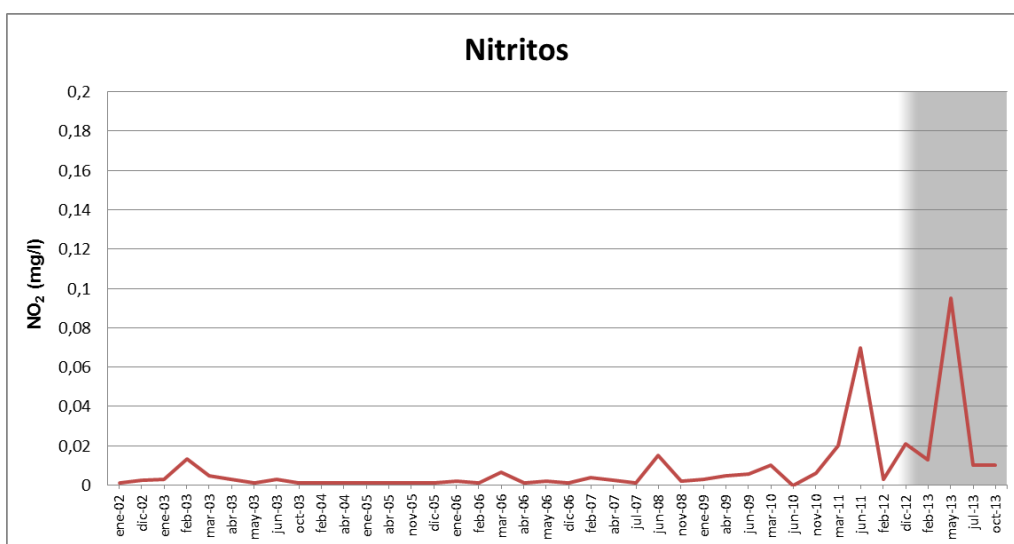


Figura 268. Evolución de los nitritos en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

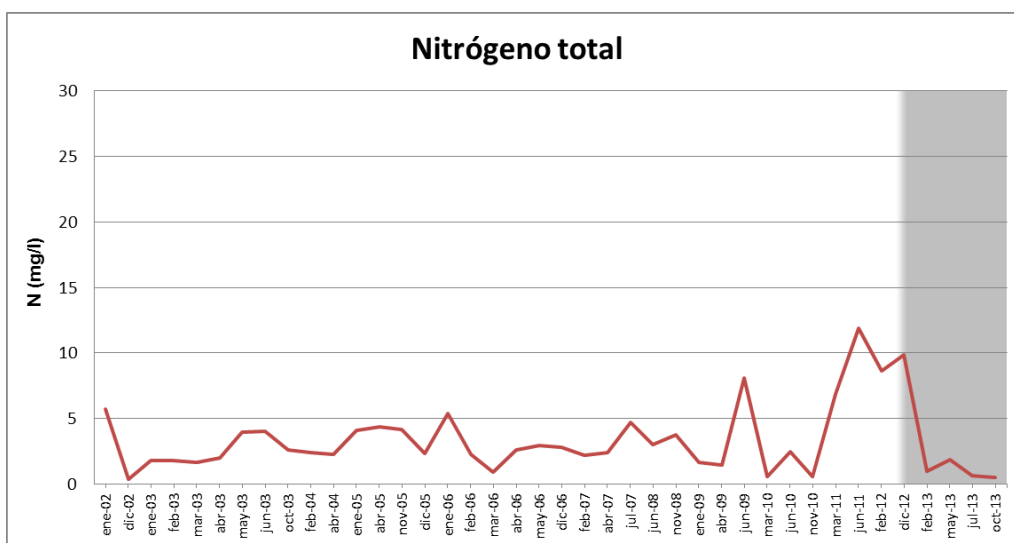


Figura 269. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

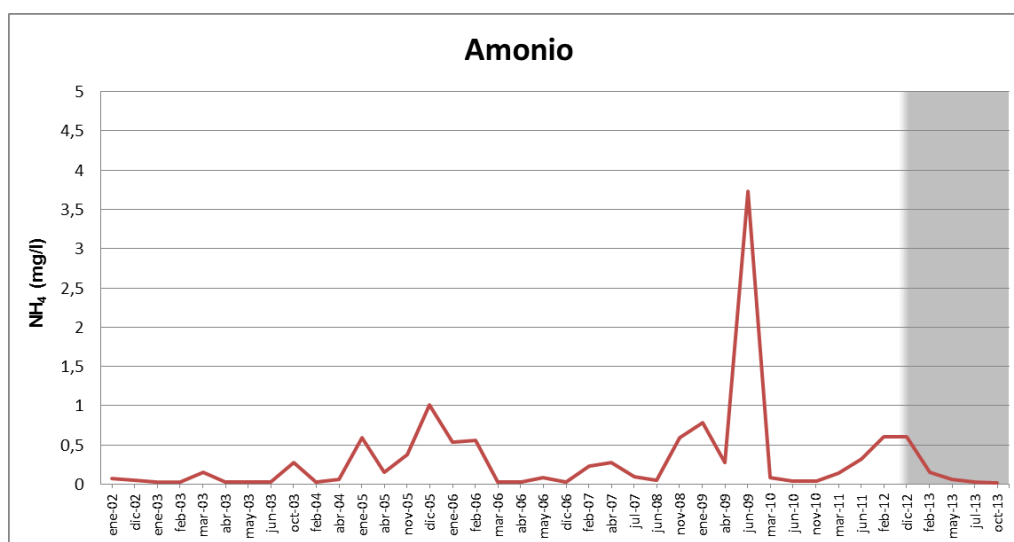


Figura 270. Evolución del amonio en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

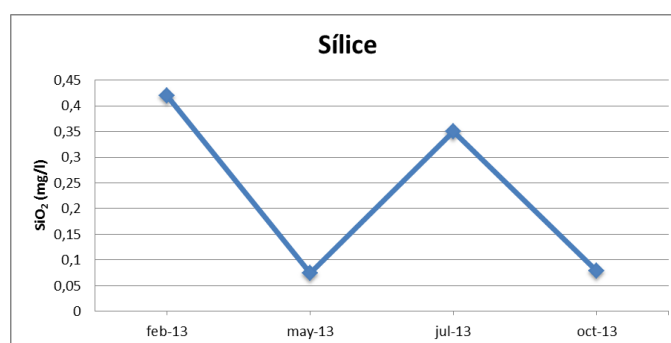


Figura 271. Evolución del sílice en la laguna de Carravalseca en el ciclo 2012/13.

Tabla 151. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (μ S/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (μ g/l)	Estado N
01/02	74900	Moderado	8,5	$\geq$ Bueno	6,8	Muy bueno	Muy bueno	122,2	Moderado
02/03	50413	Bueno	8,8	$\geq$ Bueno	3,3	Muy bueno	Muy bueno	35,9	Muy bueno
03/04	25200	Muy bueno	9,2	$\geq$ Bueno	1,9	Muy bueno	Muy bueno	15,8	Muy bueno
04/05	82000	Moderado	8,7	$\geq$ Bueno	2,2	Muy bueno	Muy bueno	227,7	Moderado
05/06	59400	Bueno	9,3	$\geq$ Bueno	1,6	Muy bueno	Muy bueno	199,9	Moderado
06/07	16950	Muy bueno	8,7	$\geq$ Bueno	3,8	Muy bueno	Muy bueno	48,7	Bueno
07/08	37400	Bueno	8,3	$\geq$ Bueno	7,9	Muy bueno	Muy bueno	138,5	Moderado
08/09	31800	Muy bueno	9,5	$\geq$ Bueno	2,8	Muy bueno	Muy bueno	73,2	Bueno
09/10	82100	Moderado	8,7	$\geq$ Bueno	2,2	Muy bueno	Muy bueno	40	Bueno
10/11	49200	Muy bueno	7,9	$\geq$ Bueno	3	Muy bueno	Muy bueno	200	Moderado
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	2,8	Muy bueno	Muy bueno	No evaluado	-
12/13	12600	Muy bueno	9,6	$\geq$ Bueno	3	Muy bueno	Muy bueno	8	Muy bueno

4.12.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Carravalseca durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 1,05 m medidos en abril de 2013, a los 0,02 m de enero de 2007.

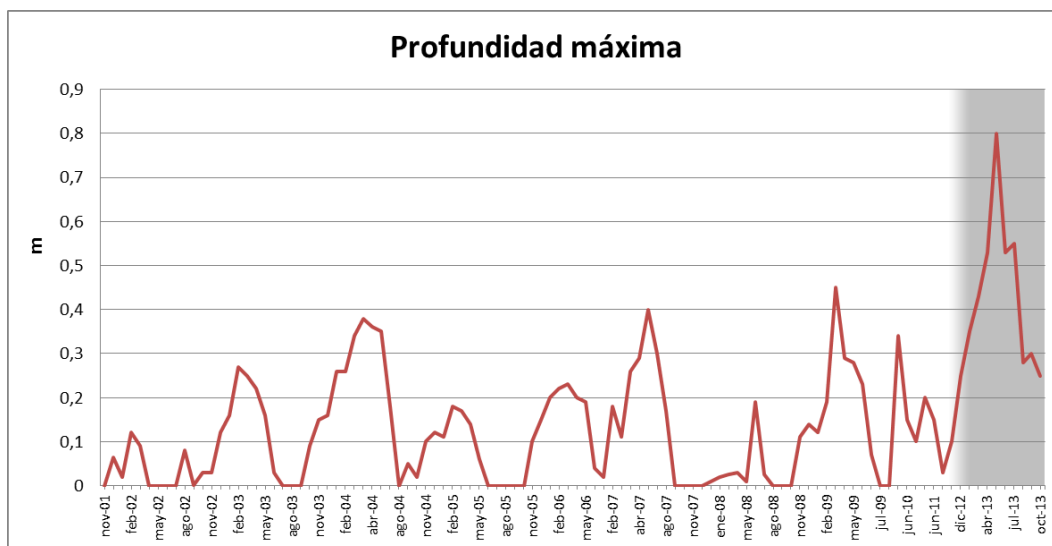


Figura 272. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Carravalseca desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Carralogroño (CHE 90-46-1) de la masa de agua subterránea: Laguardia. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

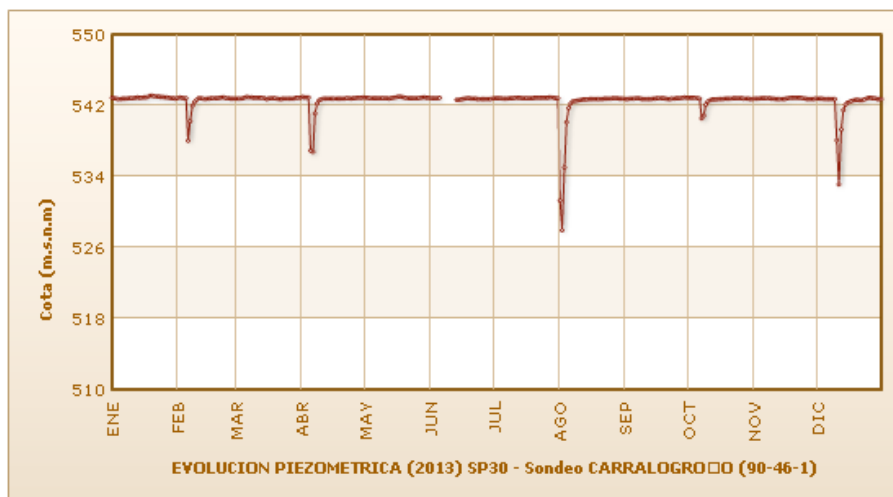


Figura 273. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Carralogroño (90-46-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen de llenado de la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** No se detectan alteraciones significativas en el régimen de salidas de la laguna, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** No se detectan alteraciones significativas, por lo que el estado se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La cubeta sufre tasas de colmatación elevadas y los taludes han sido modificados, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** La ribera de esta laguna está gravemente modificada a causa de los cultivos de vid, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.12.8 Estado ecológico

En la tabla 152 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. En este ciclo se ha obtenido un estado ecológico Bueno, lo que supone una mejora con respecto a los ciclos anteriores.

Tabla 152. Valoración del estado ecológico de la laguna de Carravalseca, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado biológico
01/02	Bueno	-	-	Bueno
02/03	Moderado	-	Deficiente	Deficiente
03/04	Bueno	-	Moderado	Moderado
04/05	Deficiente	-	Deficiente	Deficiente
05/06	Bueno	-	Moderado	Moderado
06/07	Deficiente	-	Moderado	Deficiente
07/08	-	-	Moderado	Moderado
08/09	Bueno	-	Moderado	Moderado
09/10	Moderado	-	Deficiente	Deficiente
10/11	Deficiente	Malo	Moderado	Malo
11/12	Malo	Moderado	Moderado	Moderado
12/13	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Moderado	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
04/05	Moderado	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
09/10	Moderado	Muy bueno	Bueno	Bueno
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
11/12	-	Muy bueno	-	Muy bueno
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
02/03	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
03/04	Moderado	Muy bueno	≤Bueno	Moderado
04/05	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
05/06	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
06/07	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
07/08	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
08/09	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
09/10	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
10/11	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
11/12	Moderado	Muy bueno	≤Bueno	Malo
12/13	Bueno	Muy bueno	≤Bueno	Bueno

En esta laguna sucede como en Carralagroño, el mantenimiento de la lámina de agua, que ha alcanzado los 80 cm, ha favorecido el crecimiento de los hidrófitos y por tanto el control del desarrollo del fitoplancton.

Las propuestas de actuaciones son:

- El control de nutrientes y de aportes de sedimentos en la cuenca vertiente.
- Recuperación de la hidromorfología de la cubeta con la ampliación del anillo perilagunar para disminuir la presión ejercida por los cultivos agrícolas.

4.13 Laguna de Musco

La laguna de Musco se ubica en la cuenca hidrológica de El Valle, subunidad hidrológica Ebro dentro del municipio de Laguardia. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Complejo lagunar de Laguardia” (biotopo protegido según la legislación autonómica vasca).

La laguna de Musco está declarada como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológico del MAGRAMA en el tipo 21: “Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal”.

Tabla 153. Características y tipología de la laguna de Musco.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES0911037	Laguna de Musco	Ebro	Natural	21: Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Ritmo climático mediterráneo. Lagunas endorreicas temporales salinas

La laguna de Musco se sitúa en la masa de agua subterránea: Laguardia.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna (MUS-H):



Figura 274. Ubicación de los puntos de toma de muestras en la laguna de Musco (MUS-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en la laguna de Musco (MUS-H) son los siguientes:

Tabla 154. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en la laguna de Musco.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Maló
Fitoplancton						
Chla	3,2	<5,4	5,5-9,9	10-15,6	15,7-32	>32
ITP		<10	10-20	20-35	35-60	>60
Macrófitos						
Cobertura total de hidrófitos	65	>60	60-40	39-20	19-1	0
Cobertura total de helófitos	70	>60	60-35	34-20	19-1	0
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>15	15-11	10-5	<5	<5
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	No susceptible de poseer poblaciones de peces					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7,5-10	7,5-10	≤7,5 o ≥10	≤7,5 o ≥10	≤7,5 o ≥10
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	3000-50000	2850-52500	2400-28505 o 52500-60000	<2400 o >60000	<2400 o >60000	<2400 o >60000
Nutrientes PT		<40	40-100	>100	>100	>100
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.13.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en la laguna de Musco (MUS-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los muestreos.



Figura 275. Laguna de Musco durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo MUS-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 155. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en MUS-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	09/05/2013	15/07/2013	01/10/2013
Temperatura del aire (°C)	8	15,3	27,5	
Disco de Secchi (m)	0,46	0,5	0,45	
Profundidad máxima (m)	0,46	0,78	0,45	

4.13.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en la laguna de Musco son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del estado ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de marzo y mayo, en la mayoría de las ocasiones se ha utilizado el dato del mes de abril.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 276 se observa que el número de especies identificadas en el ciclo 2012-2013 ha sido similar al de ciclos anteriores, alcanzando en julio las 22 especies identificadas.

En la figura 277 observamos que la laguna es poco productiva y el máximo de biovolumen se alcanzó en verano por la presencia de la clorofila *Mougeotia* sp. junto con las dinophyitas.

En la tabla 156 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 157 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el estado de calidad de la laguna de Musco para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 158).

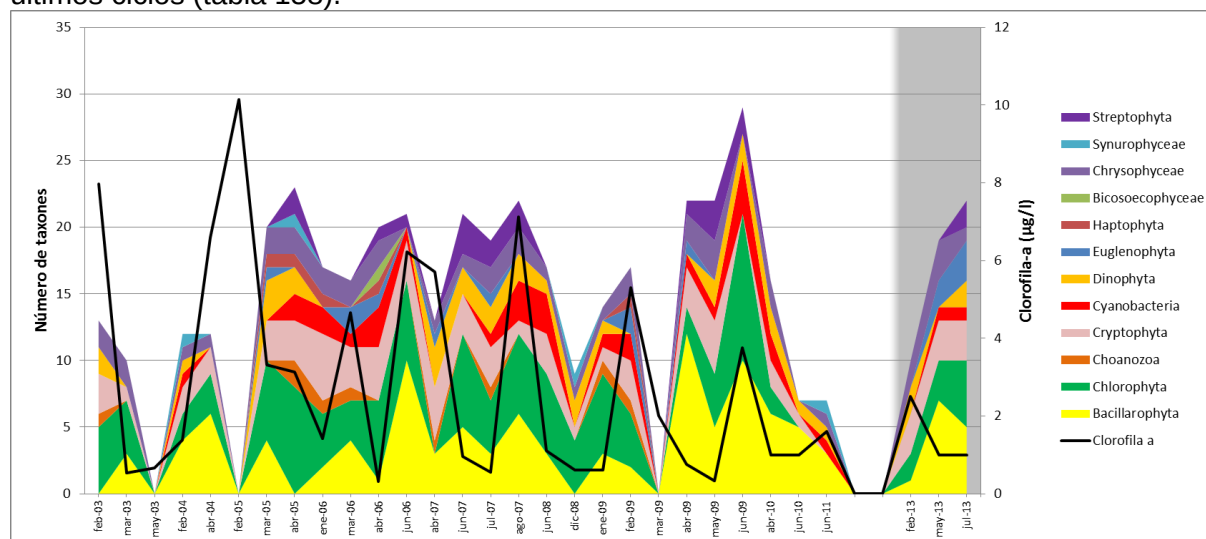


Figura 276. Evolución del número de especies de fitoplancton en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

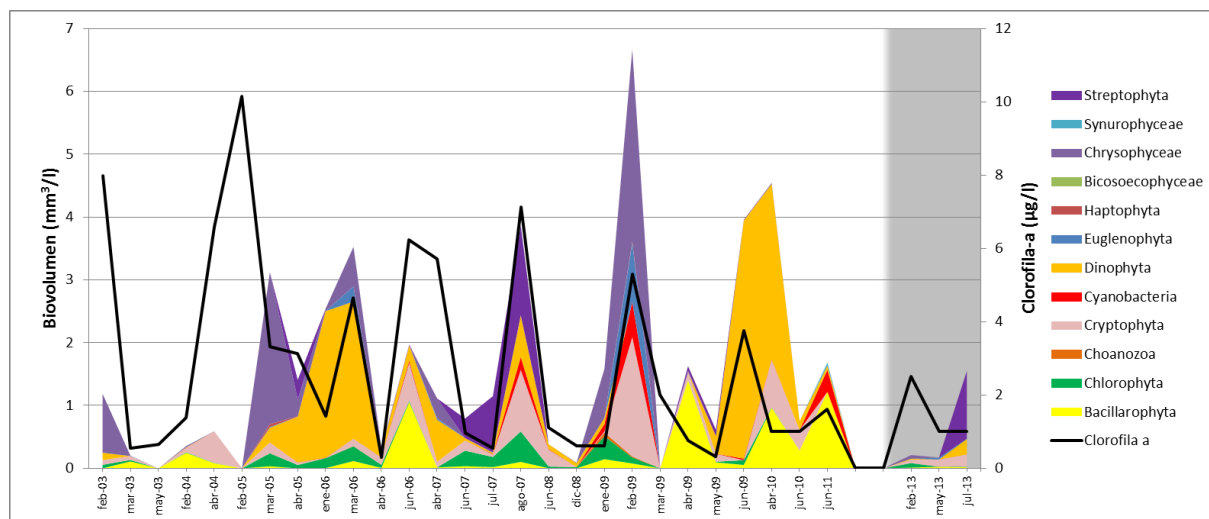


Figura 277. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 12/13 (gris).

Tabla 156. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en la laguna de Musco los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	3	0,1091	7	0,0398	1	0,0011	3	0,0680	-	-	2	0,1162
03/04	9	0,1641	4	0,0063	-	-	3	0,2859	1	0,0018	1	0,0074
04/05	4	0,0316	14	0,2024	2	0,0028	4	0,0440	4	0,0372	4	0,3766
05/06	12	0,5842	8	0,1268	1	0,0057	4	0,3603	2	0,0173	3	1,2122
06/07	3	0,0140	-	-	1	0,0010	4	0,0899	-	-	3	0,6682
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	6	0,0860	8	0,0537	1	0,0161	6	1,0116	3	0,2803	2	0,2787
09/10	6	0,9623	2	0,0082	-	-	2	0,7519	2	0,0097	2	2,7926
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	8	0,0179	4	0,0354	-	-	4	0,0859	1	0,0002	2	0,0077

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	3	0,4725	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	3	0,0104	1	0,0021	-	-
04/05	1	0,0412	2	0,0861	-	-	2	1,1760	1	0,0042	2	0,3143
05/06	2	0,2414	-	-	-	-	2	0,6310	-	-	1	0,0150
06/07	1	0,0270	-	-	-	-	1	0,3127	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	3	0,4711	1	0,0206	-	-	3	1,5294	-	-	3	0,1007
09/10	-	-	-	-	-	-	2	0,0194	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	2	0,0151	-	-	-	-	4	0,0286	-	-	-	-

Tabla 157. Métricas adicionales analizadas en laguna de Musco en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	19/02/2013	09/05/2013	15/07/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,05	0,54	0,09	0,23	
Índice Willén	0,2098	0,1717	1,5478	0,64	Oligotrófico
IPL	47	80	48	64,00	Eutrófico
ITP	16	17	19	17,33	Bueno

Tabla 158. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" de la laguna de Musco desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase	ITP	Clase	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	4,3	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
03/04	4	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
04/05	6,6	Bueno	No evaluado	-	Bueno
05/06	5,5	Bueno	No evaluado	-	Bueno
06/07	5,7	Bueno	No evaluado	-	Bueno
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-
08/09	2,8	Muy bueno	15,4	Bueno	Bueno
09/10	1	Muy bueno	12,5	Bueno	Bueno
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	1,8	Muy bueno	17,3	Bueno	Bueno

4.13.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 se han identificado 6 especies: 3 de hidrófitos y 3 de helófitos. En la figura 275 se representa la riqueza de hidrófitos y helófitos característicos del tipo. Las métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2010/11, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 278).

Por tanto, al elemento de calidad "Otra flora acuática" de la laguna de Musco le corresponde un potencial ecológico "Moderado", al igual que en los ciclos anteriores (tabla 159).

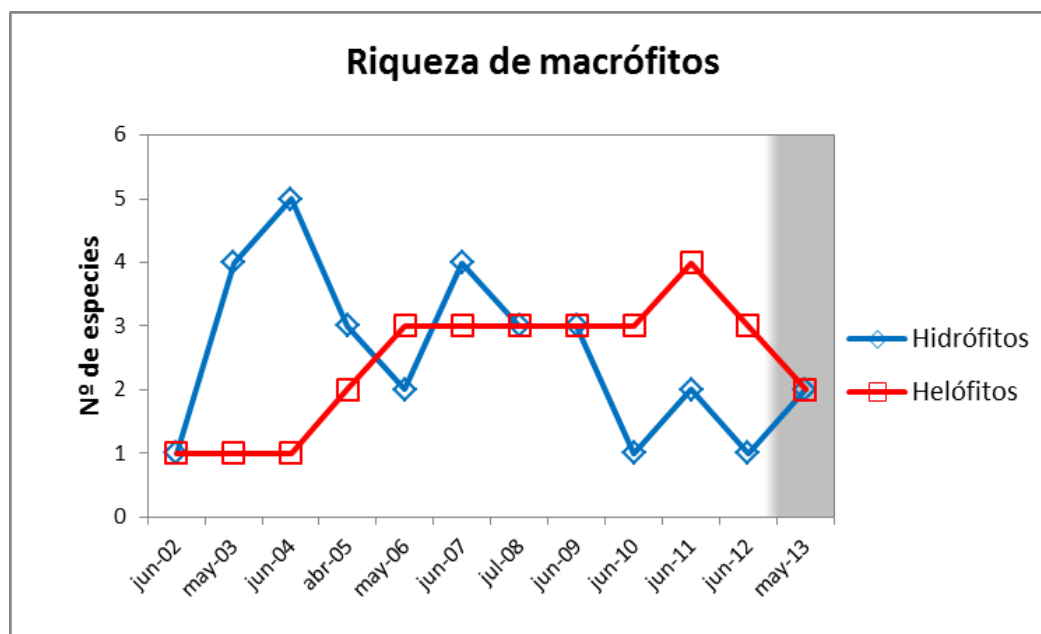


Figura 278. Evolución de la riqueza de macrófitos en la laguna de Musco desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

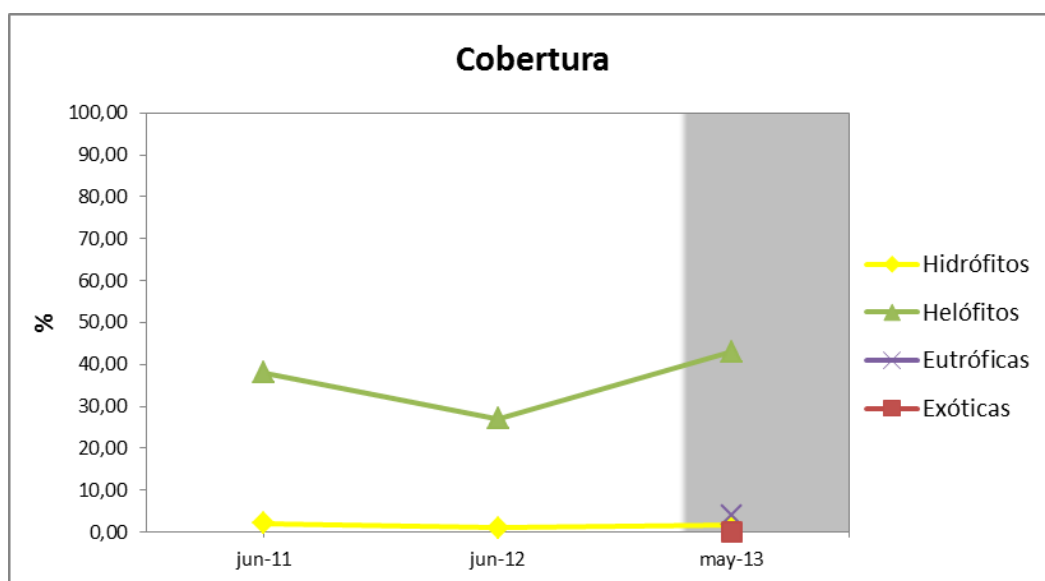


Figura 279. Evolución de la cobertura de hidrófitos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en la laguna de Musco desde el ciclo 2010/11 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 159. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en la laguna de Musco desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
02/03	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
03/04	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
04/05	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
05/06	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
07/08	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
08/09	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
09/10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
10/11	2	38	0	0	Moderado
11/12	1	27	0	0	Moderado
12/13	1,6	43	0	0	Moderado

4.13.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 13 taxones de macroinvertebrados (figura 280). Los coleópteros y dípteros son los que mayor número de familias presentan. No se han encontrado especies alóctonas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad de la laguna de Musco para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Bueno", al igual que el ciclo 2010/11 (tabla 160).

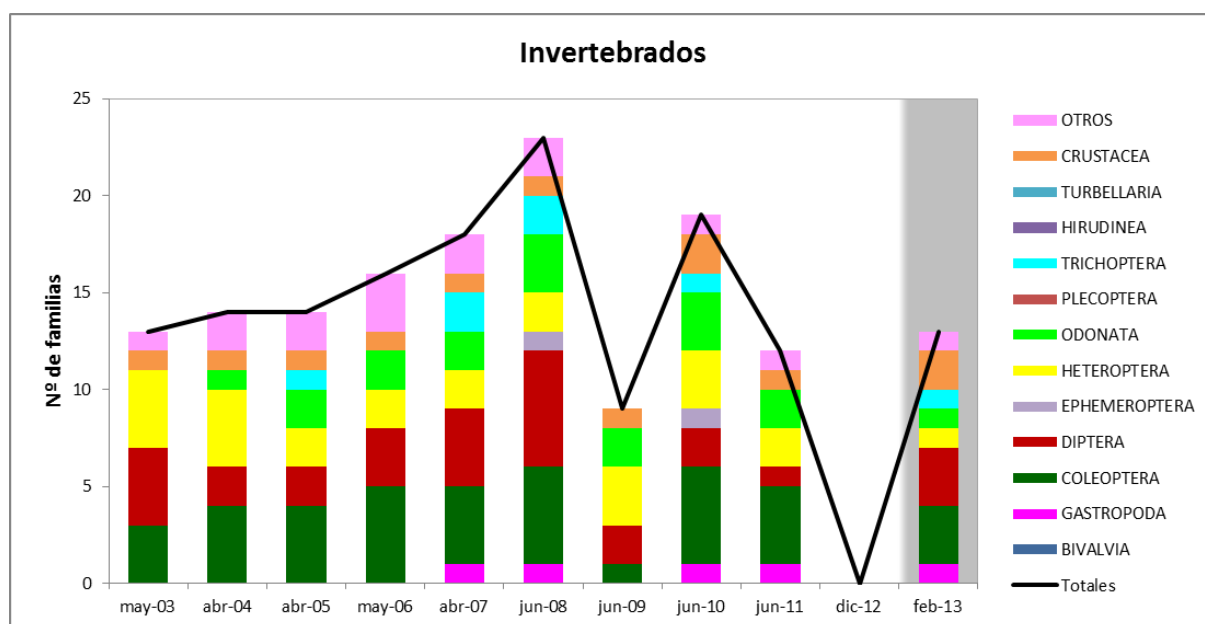


Figura 280. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13.

Tabla 160. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" de la laguna de Musco desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
03/04	14	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
04/05	14	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
05/06	16	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
06/07	18	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
07/08	23	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
08/09	9	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
09/10	19	Muy bueno	A	Muy bueno/Bueno	Muy bueno
10/11	12	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	13	Bueno	A	Muy bueno/Bueno	Bueno

4.13.5 Fauna ictiológica

Esta laguna no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.13.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en la laguna de Musco ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 144). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de la laguna de Musco durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de mayo de 2013 se obtuvo el valor más elevado (0,5 m) para este ciclo, muy cerca del máximo valor observado en la laguna en abril de 2004 (figura 281).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 21 en los que se encuadra la laguna de Musco.

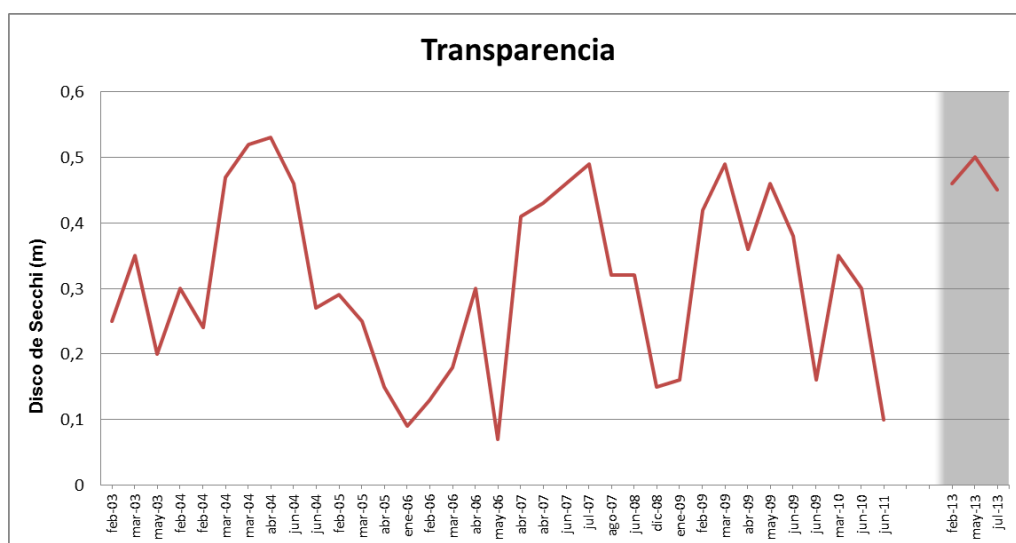


Figura 281. Evolución de la transparencia en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 282) refleja los valores medidos a nivel de superficie en la laguna de Musco, con valores desde 1155 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (abril 2007) hasta 72000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mayo 2012). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 1670 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13, al igual que el ciclo 2010/12 (tabla 160).

Según se observa en el gráfico de evolución del pH, el valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en junio de 2004 con 6,87 y el máximo 12,46 medido en marzo de 2010 (figura 283). El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Musco es de 7,9, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 160).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 284) presentan un máximo en el mes de julio (26,4°C) y un mínimo en febrero de 2013 (9,6°C).

En la laguna de Musco se observa una buena oxigenación del agua en el mes de febrero para descender bruscamente en el mes de mayo (figuras 285 y 286). Los valores históricos para esta laguna oscilan entre 1,6-17,2 mg/l y 26-224%.



Figura 282. Evolución de la conductividad en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

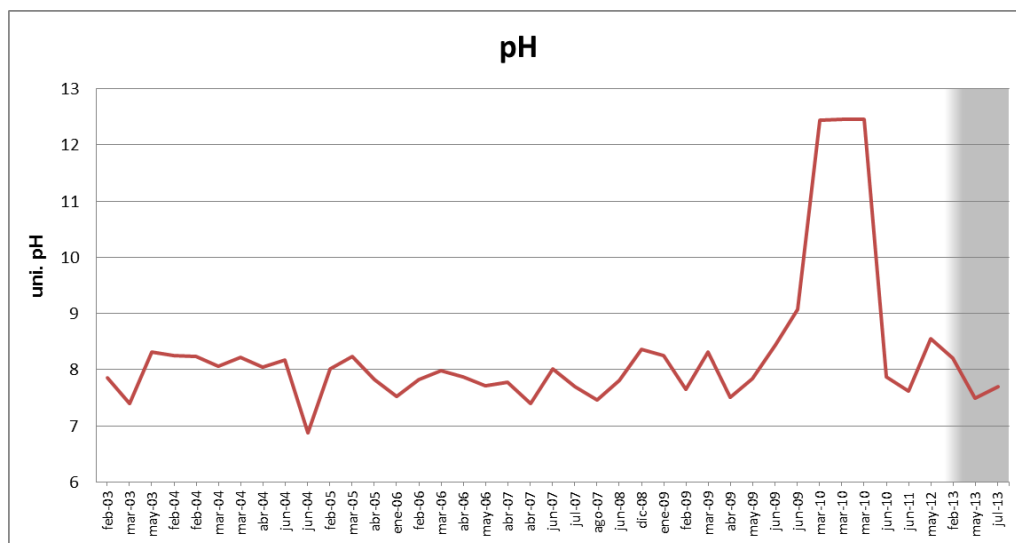


Figura 283. Evolución del pH en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

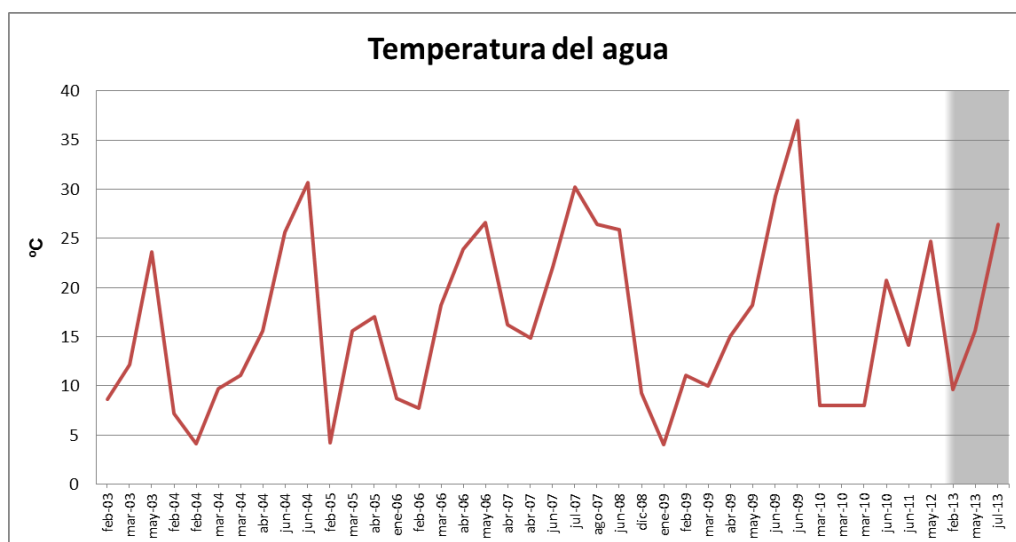


Figura 284. Evolución de la temperatura del agua en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

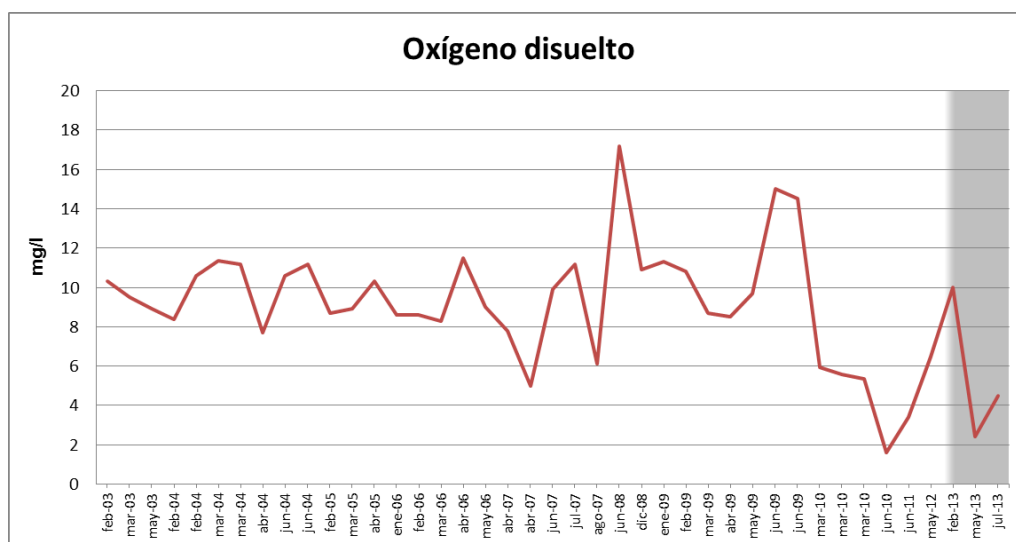


Figura 285. Evolución del oxígeno disuelto en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

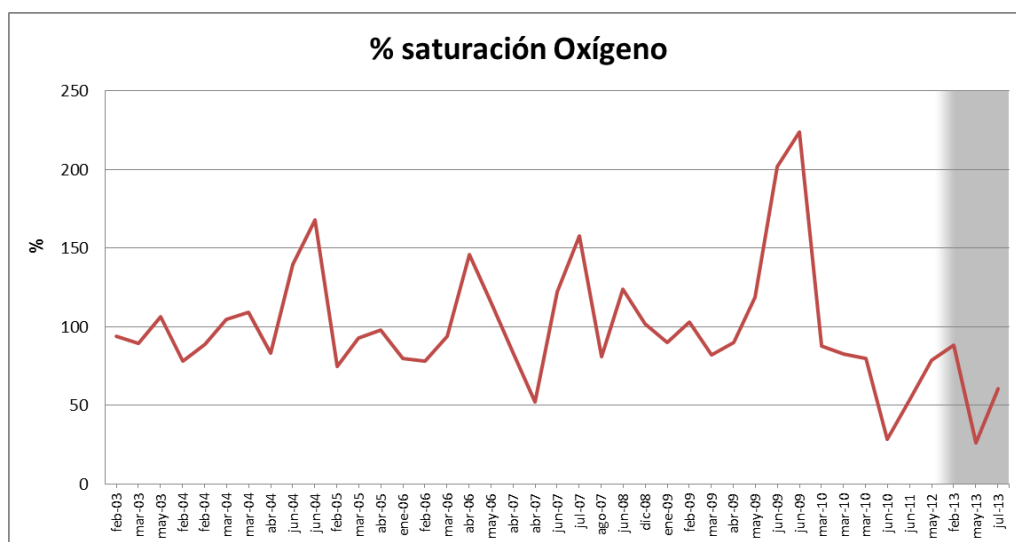


Figura 286. Evolución del % de saturación de oxígeno en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor se obtuvo en julio de 2013 con 7,6 meq/l (figura 287). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) es de 6,7 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en la laguna de Musco en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en la mayoría de ciclos anteriores (tabla 160).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (febrero y mayo) en la laguna de Musco es de 57 µg/l, que indica un estado de calidad “Bueno” para el ciclo 2012/13 (figura 288) al igual que en el ciclo 2010/2011 (tabla 160).

Los ortofosfatos presentan un máximo de 0,254 mg/l medido en junio de 2010 (figura 289).

En la figura 290 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 8 mg/l, obtenido en enero de 2006. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2,5 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,02 mg/l en la laguna del Musco (figura 291).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 292) el máximo se midió en enero de 2006 con un valor de 8,9 mg/l. El máximo valor del ciclo 2012/13 se obtuvo en julio con 1,58 mg/l.

El amonio (figura 293) se ha situado siempre por debajo de los 0,5 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de julio con 78,5 mg/l (figura 294).

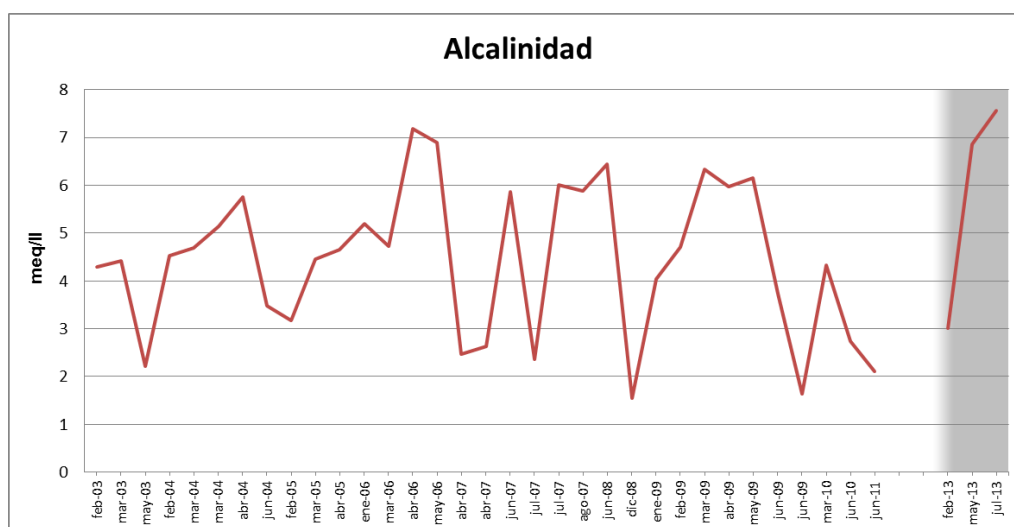


Figura 287. Evolución de la alcalinidad en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

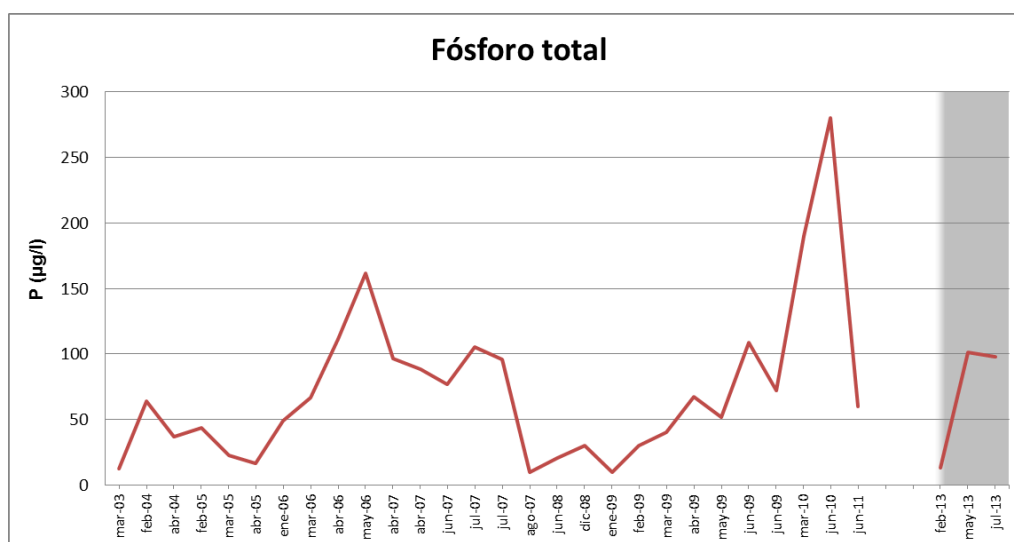


Figura 288. Evolución del fósforo total en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

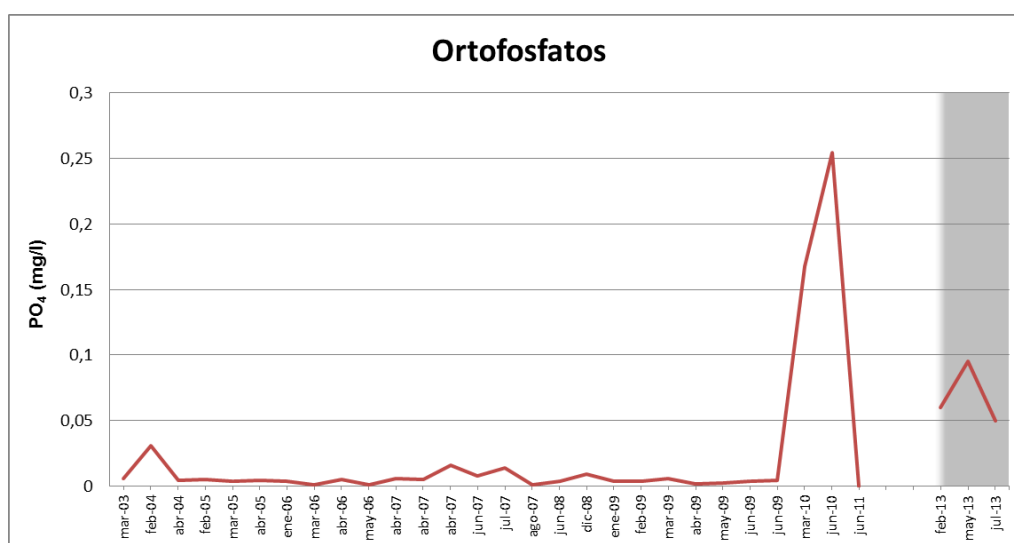


Figura 289. Evolución de los ortofosfatos en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

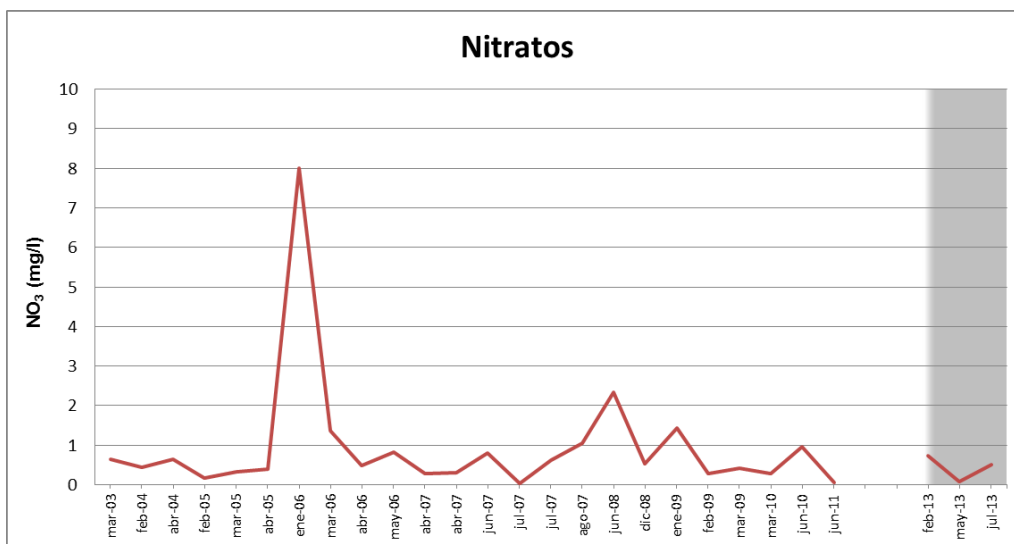


Figura 290. Evolución de los nitratos en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

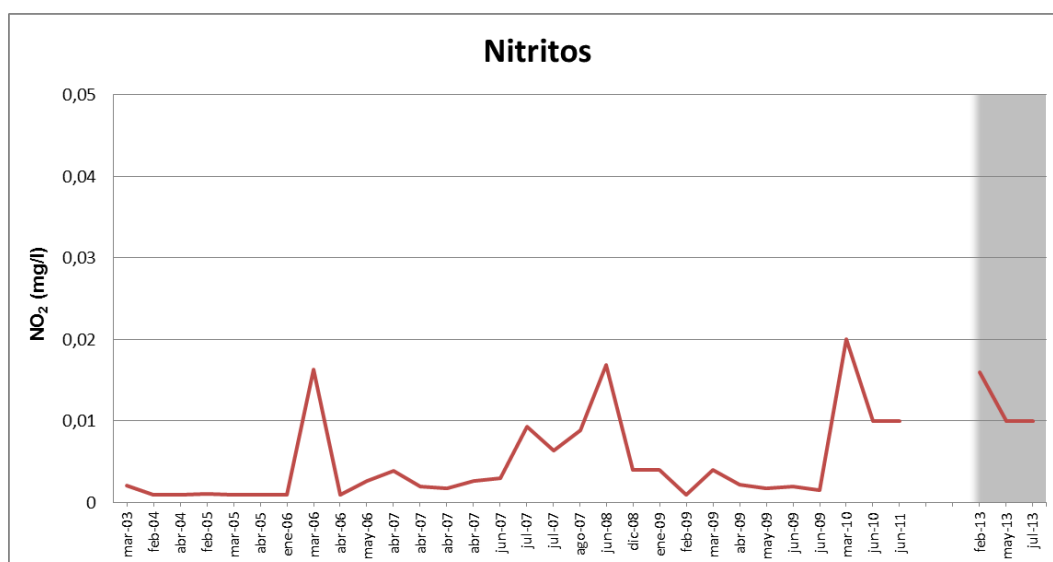


Figura 291. Evolución de los nitritos en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

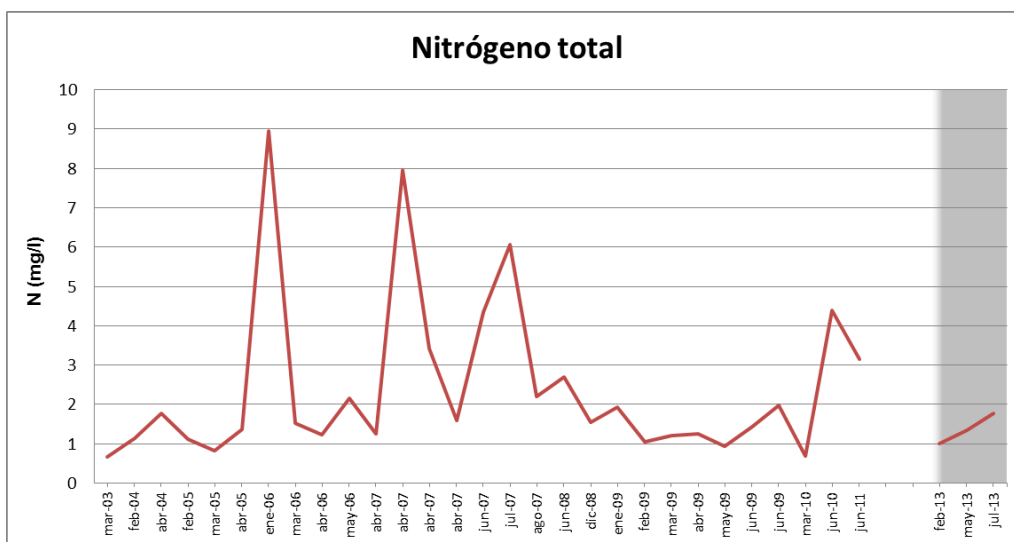


Figura 292. Evolución del nitrógeno total en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

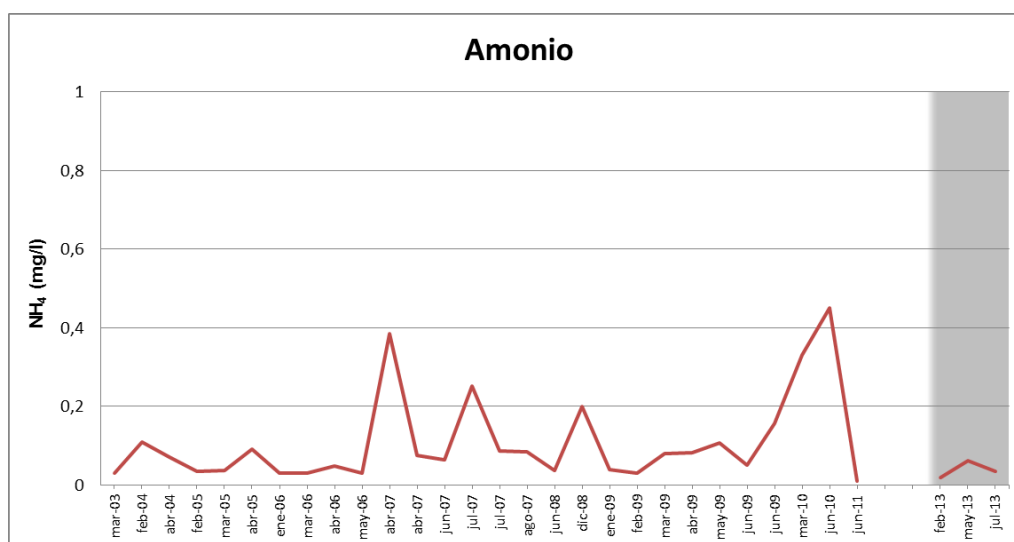


Figura 293. Evolución del amonio en la laguna de Musco desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

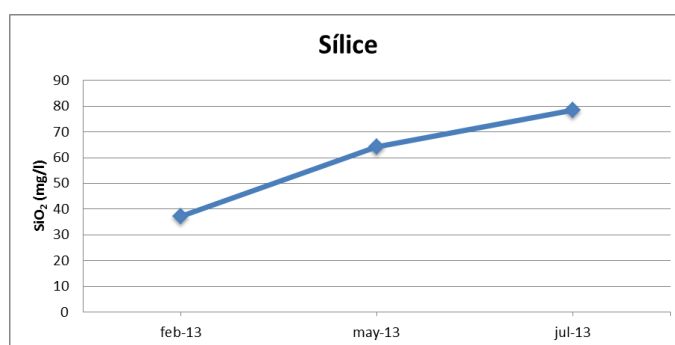


Figura 294. Evolución del sílice en la laguna de Musco en el ciclo 2012/13.

Tabla 161. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) de la laguna de Musco desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Estado N
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
02/03	3896	Muy bueno	8,1	$\geq$ Bueno	3,2	Muy bueno	Muy bueno	12,2	Muy bueno
03/04	2360	Moderado	8,1	$\geq$ Bueno	5,1	Muy bueno	Muy bueno	50,6	Bueno
04/05	2960	Muy bueno	7,9	$\geq$ Bueno	3,9	Muy bueno	Muy bueno	30,2	Muy bueno
05/06	4010	Muy bueno	7,8	$\geq$ Bueno	5,8	Muy bueno	Muy bueno	114	Moderado
06/07	1312	Moderado	7,4	$\geq$ Bueno	2,6	Muy bueno	Muy bueno	96,4	Bueno
07/08	2860	Muy bueno	7,8	$\geq$ Bueno	6,4	Muy bueno	Muy bueno	20,9	Muy bueno
08/09	2470	Bueno	7,7	$\geq$ Bueno	5,4	Muy bueno	Muy bueno	41,1	Bueno
09/10	4490	Muy bueno	12,4	Moderado	4,3	Muy bueno	Moderado	190	Moderado
10/11	3050	Muy bueno	7,6	$\geq$ Bueno	2,1	Muy bueno	Muy bueno	60	Bueno
11/12	72000	Moderado	8,6	$\geq$ Bueno	No evaluado	-	Muy bueno	No evaluado	-
12/13	1670	Moderado	7,9	$\geq$ Bueno	4,9	Muy bueno	Muy bueno	57	Bueno

4.13.7

4.13.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de Musco durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 0,82 m medidos en junio de 2013, a los 0 m de octubre de 2008.

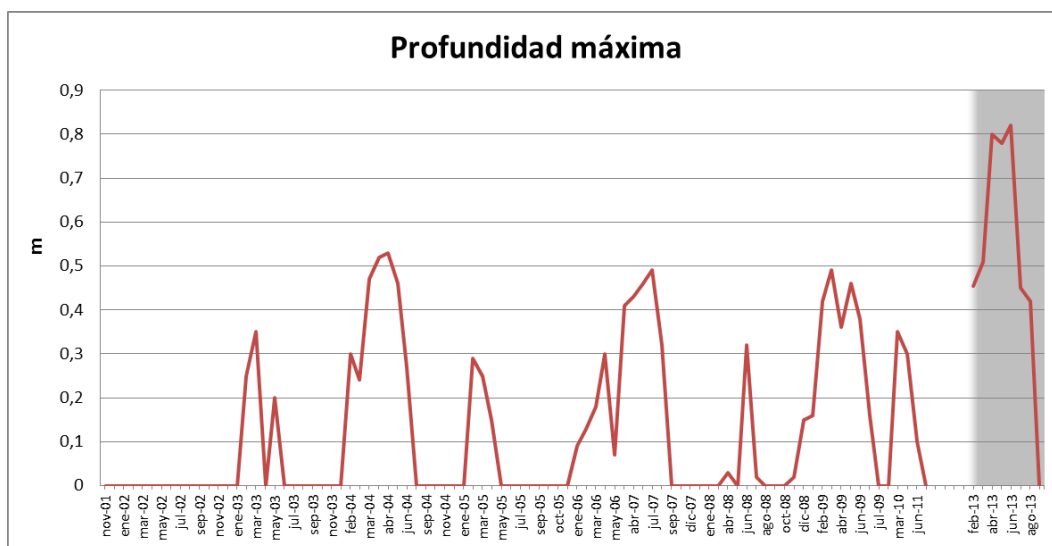


Figura 295. Variación de la profundidad máxima en la laguna de Musco desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Carralagroño (CHE 90-46-1) de la masa de agua subterránea: Laguardia. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

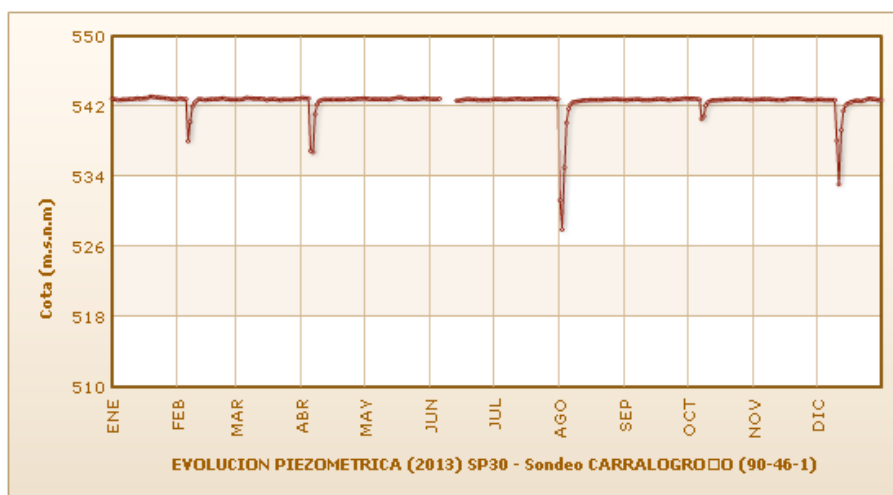


Figura 293. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Carralagroño (90-46-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Existen alteraciones de origen antrópico de los procesos de llenado de la laguna, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** Existen alteraciones de origen antrópico de los procesos de vaciado de la laguna, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Se detectan alteraciones significativas, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** La cubeta sufre tasas de colmatación elevadas y los taludes han sido modificados, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** La ribera de esta laguna está gravemente modificada, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.13.9 Estado ecológico

En la tabla 162 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado de la laguna en este ciclo es de Moderado, como en los últimos ciclos. Los factores que determinan este estado son la escasez de macrófitos, la colonización de la cubeta por parte de los helófitos y la dulcificación de la laguna.

Tabla 162. Valoración del estado ecológico de la laguna de Musco, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado biológico
01/02	-	-	-	-
02/03	Muy bueno	-	Bueno	Bueno
03/04	Muy bueno	-	Bueno	Bueno
04/05	Bueno	-	Bueno	Bueno
05/06	Bueno	-	Muy bueno	Bueno
06/07	Bueno	-	Muy bueno	Bueno
07/08	-	-	Muy bueno	Muy bueno
08/09	Bueno	-	Moderado	Moderado
09/10	Bueno	-	Muy bueno	Bueno
10/11	-	Moderado	Bueno	Moderado
11/12	-	Moderado	-	Moderado
12/13	Bueno	Moderado	Bueno	Moderado

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	-	-	-	-
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
03/04	Moderado	Muy bueno	Bueno	≤Moderado
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Moderado	Muy bueno	Bueno	≤Moderado
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
08/09	Bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
09/10	Muy bueno	Moderado	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Moderado	Muy bueno	-	≤Moderado
12/13	Moderado	Muy bueno	Bueno	≤Moderado

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	-	-	-	-
02/03	Bueno	Muy bueno	≤Bueno	Bueno
03/04	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
04/05	Bueno	Muy bueno	≤Bueno	Bueno
05/06	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Bueno
06/07	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
07/08	Muy bueno	Muy bueno	≤Bueno	Bueno
08/09	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
09/10	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
10/11	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
11/12	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado
12/13	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	Moderado

Las medidas correctoras propuestas para esta laguna deben estar encaminadas a:

- La restauración de la cubeta para evitar que se dulcifique más la laguna y para que puedan crecer los macrófitos en zonas que actualmente están colonizando los helófitos.
- Al control de nutrientes. La situación de la laguna rodeada de cultivos vinícolas hace que la presión agrícola sea alta y se deba también controlar la entrada de nutrientes y sedimentos, por lo que se debería mejorar el anillo perilagunar.

4.14 Salinas de Añana

Las salinas de Añana se encuentran situadas en la cuenca hidrológica de La Muera, subunidad hidrológica Omecillo dentro del municipio de Añana. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Lago de Caicedo-Yuso y Salinas de Añana”.

Las salinas de Añana no están declaradas como masa de agua dentro del sistema de clasificación tipológica del MAGRAMA. Dado que se trata de un humedal artificial, se definirá un potencial ecológico basado en las condiciones de referencia del tipo al que por sus características es asimilable, el tipo 22, “interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, permanente”.

Tabla 163. Características y tipología de las salinas de Añana.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES0911683	Salinas de Añana	Ebro	Artificial	22: Interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, permanente	Ritmo climático mediterráneo. Salinas interiores

Las salinas de Añana se sitúan en la masa de agua subterránea: Sinclinal de Treviño, unidad hidrogeológica: Conglomerados de Pobes.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestras en la laguna (SAL-B4):



Figura 296. Ubicación de los puntos de toma de muestras en las salinas de Añana (SAL-B4).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en las salinas de Añana (SAL-B4) son los siguientes:

Tabla 164. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en las salinas de Añana

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	3	<5,2	5,3-8	8,1-12	12,1-24	>24
ITP		<10	10-20	20-35	35-60	>60
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>15	15-11	10-5	<5	<5
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	No susceptible de poseer poblaciones de peces					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7,5-10,5	7,5-10,5	≤7,5 o ≥10,5	≤7,5 o ≥10,5	≤7,5 o ≥10,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	>50000	>47500	40000-47500	<40000	<40000	<40000
Nutrientes PT		<40	40-100	>100	>100	>100

4.14.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en las salinas de Añana (SAL-B4). En la figura siguiente se presenta el aspecto de la laguna durante la realización de los muestreos.



Figura 297. Salinas de Añana durante los muestreos del año 2013 en la balsa 4.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo SAL-B4 se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 165. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en SAL-B4 en el año 2013.

Parámetro (unidad)	19/02/2013	09/05/2013	15/07/2013	01/10/2013
Temperatura del aire (°C)	9,3	10,5	24,8	18,1
Disco de Secchi (m)	1,9	1,7	1,5	0,5
Profundidad máxima (m)	2,5	3	3	3

4.14.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en las salinas de Añana son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del potencial ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de mayo y julio. En el caso de los datos históricos, ciclos 09/10-10/11 y 11/12 se ha tomado el valor correspondiente al mes de junio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 298 se observa que en el ciclo 2012-2013 se han identificado el mayor número de especies por muestra, aunque sigue mostrando muy poca diversidad.

En la figura 299 vemos que esta balsa es muy poco productiva con valores de clorofila y biovolumen muy bajos. La especie que sigue dominando es la chlorophyta *Dunaliella salina* típica de ambientes hipersalinos, aunque observamos en este ciclo mayor presencia de diatomeas.

En la tabla 166 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 167 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el potencial ecológico de las salinas de Añana para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 168).

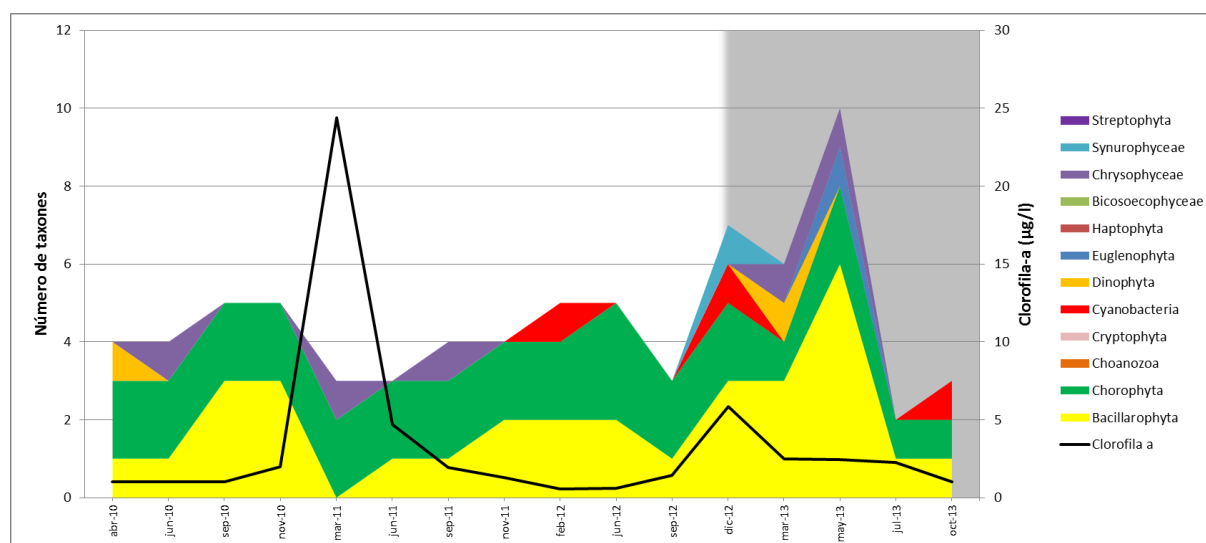


Figura 298. Evolución del número de especies de fitoplancton en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

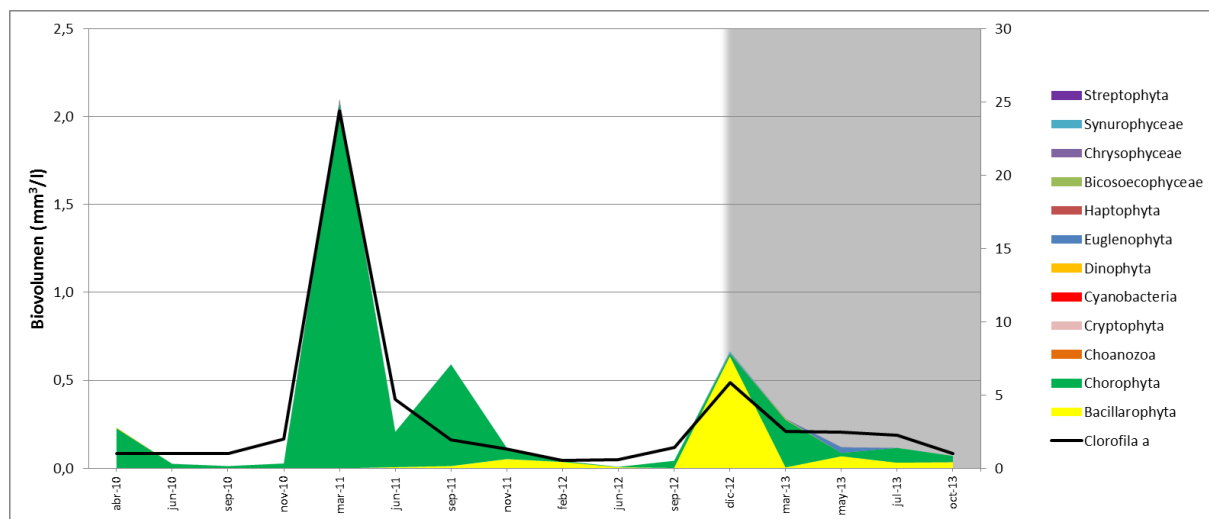


Figura 299. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a (línea) en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 166. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en las salinas de Añana los ciclos 2009/02 y 2012/10. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Bicosoecophyceae; J: Chrysophyceae; K: Synurophyceae; L: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	1	0,0002	2	0,0250	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	1	0,0064	2	0,2009	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	2	0,0058	3	0,0022	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	6	0,0501	2	0,0516	-	-	-	-	-	-	-	-

Ciclo	G		H		I		J		K		L	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	1	0,0006	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	1	0,0156	-	-	-	-	1	0,0009	-	-	-	-

Tabla 167. Métricas adicionales analizadas en las salinas de Añana en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	23/03/2013	14/05/2013	12/07/2013	04/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,13	0,02	1,00	0,30		
Índice Willén	0,28	0,07	0,12	0,07	0,14	Oligotrófico
IPL	39	33	51	60	48,0	Mesotrófico
ITP	20	17	20	20	19,25	Bueno

Tabla 168. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" en las salinas de Añana desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	No evaluado	-	No evaluado	-	-
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	-
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	-
09/10	1	Muy bueno	19,3	Bueno	Bueno
10/11	4,7	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	0,6	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	2,4	Muy bueno	19,3	Bueno	Bueno

4.14.3 Otra flora acuática

Este indicador no es evaluable en este tipo de humedales.

4.14.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 8 taxones de macroinvertebrados (figura 300). Los coleópteros y crustáceos son los que mayor número de familias presentan. No se han encontrado especies alóctonas.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el potencial ecológico de las salinas de Añana para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Moderado", al igual que en los tres ciclo anteriores (tabla 169).

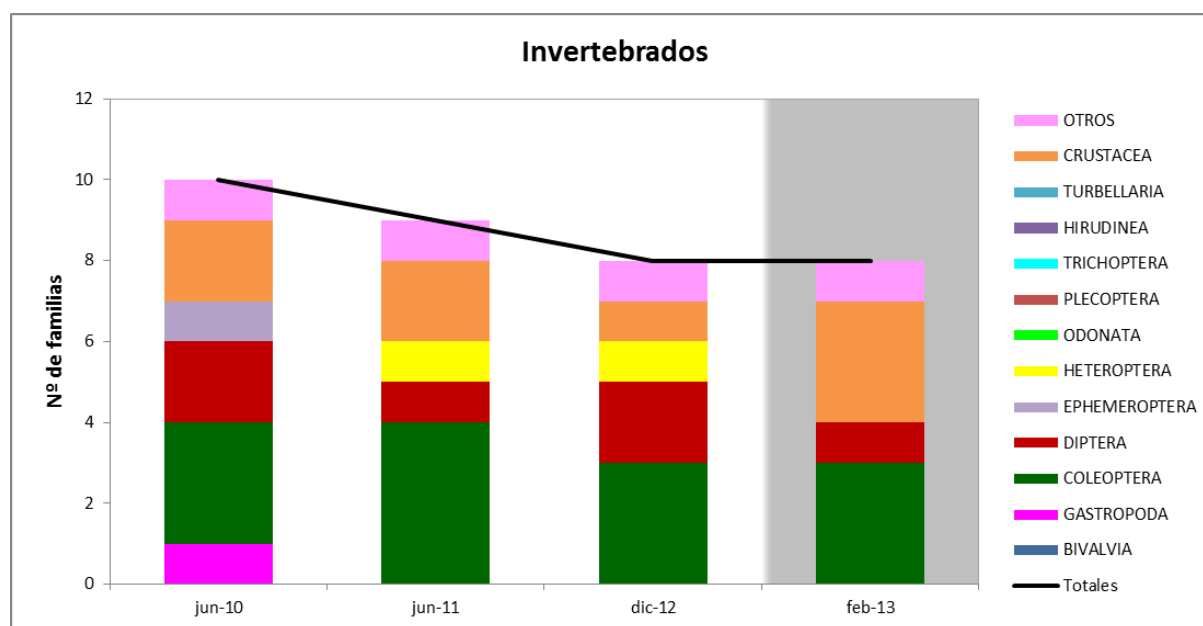


Figura 300. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 169. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" en las salinas de Añana desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	No evaluado	-	No evaluado	-	-
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	-
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	-
09/10	10	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
10/11	9	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
11/12	8	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado
12/13	8	Moderado	A	Muy bueno/Bueno	Moderado

4.14.5 Fauna ictiológica

Esta laguna no tiene peces de forma natural ni capacidad para mantener poblaciones estables, por lo que este indicador de calidad no es analizable en ella.

4.14.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en las salinas de Añana ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del potencial ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 164). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico de las salinas de Añana durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

Durante el muestreo de diciembre de 2012 se obtuvo el valor más elevado (2,25 m) para este ciclo, muy cerca del máximo valor observado en noviembre de 2010 (figura 301).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 22 en los que se encuentran las Salinas de Añana.

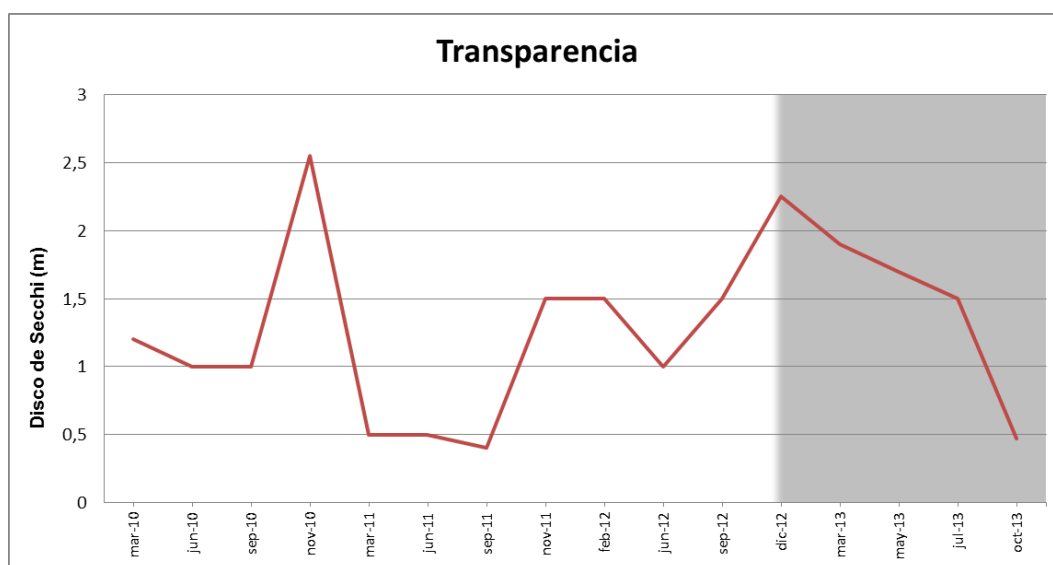


Figura 301. Evolución de la transparencia en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 302) refleja los valores medidos a nivel de superficie en las salinas de Añana, con valores desde 100000 $\mu\text{S/cm}$ (marzo 2010 a diciembre 2012) hasta 240000 $\mu\text{S/cm}$ (marzo 2013). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (julio) ha sido de 157000 $\mu\text{S/cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que los ciclos anteriores (tabla 170).

En la figura 303 se representan los valores de pH, obtenidos a nivel de superficie. El valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en junio de 2012 con 6,3 y el máximo 8,24 medido en marzo de 2011. El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en las salinas de Añana es de 6,9, que indica un estado de calidad “Moderado” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores, si bien el dato de estos ciclos corresponde al mes de junio (tabla 170).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 304) presentan un máximo en el mes de julio (28,5°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (15,06°C).

En las salinas de Añana se ha observado un descenso acusado de la oxigenación del agua a partir de marzo de 2013, con un mínimo para la salina de 1,5 mg/l y 36,7% de oxígeno disuelto en mayo de 2013 (figuras 305 y 306).

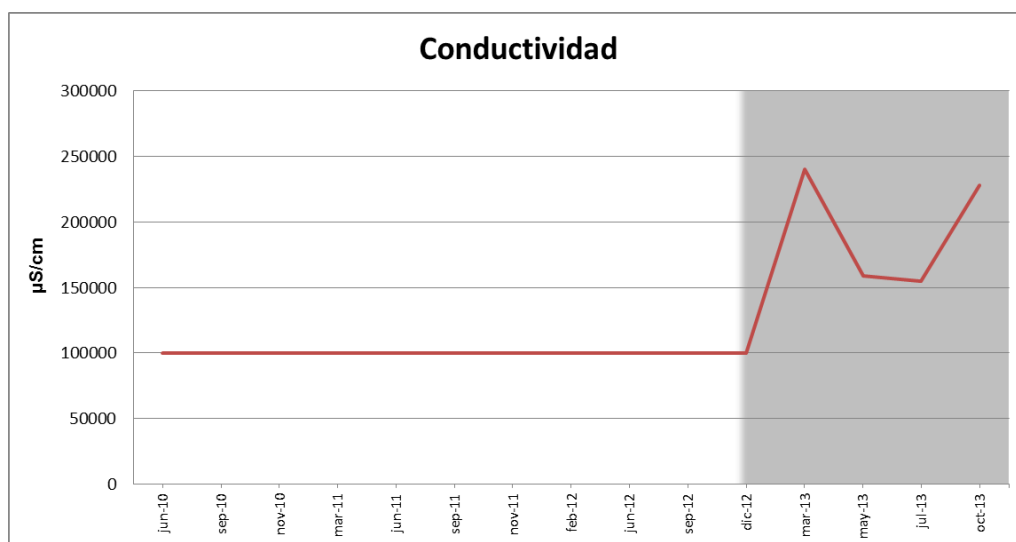


Figura 302. Evolución de la conductividad en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

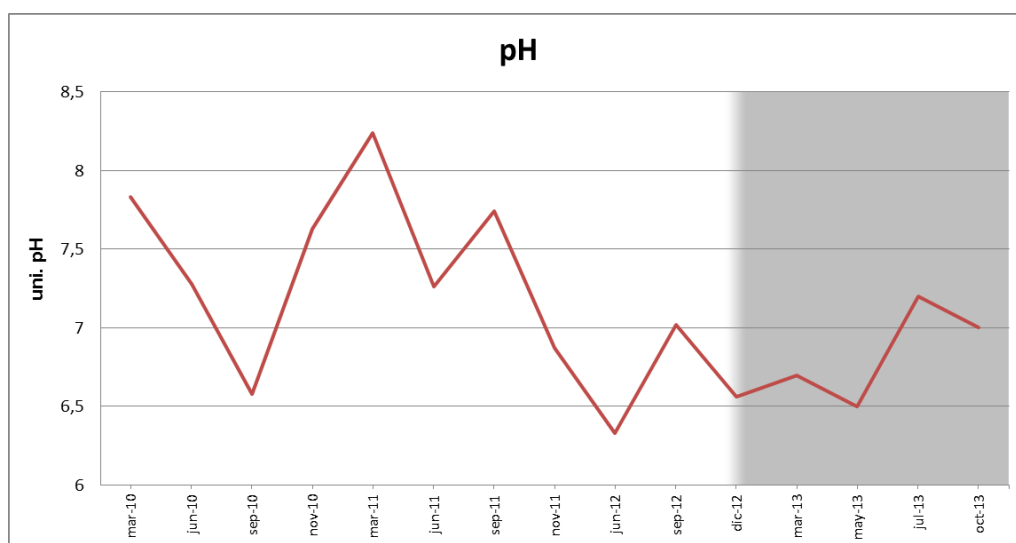


Figura 303. Evolución del pH en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

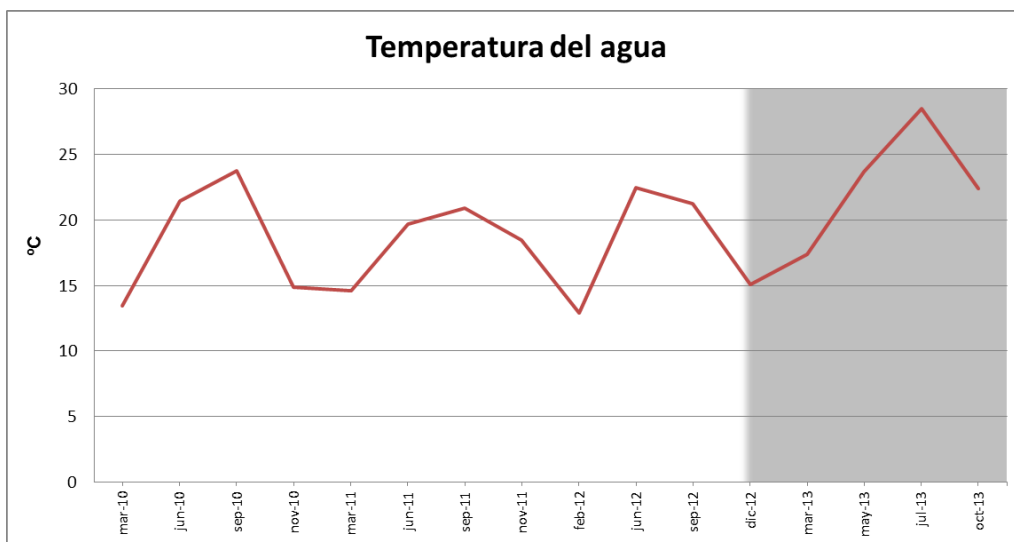


Figura 304. Evolución de la temperatura del agua en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

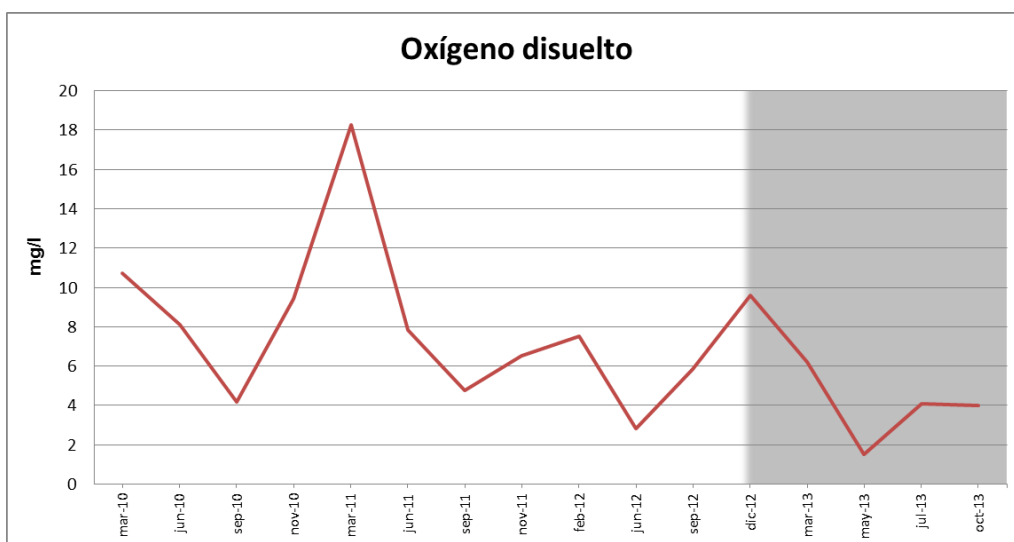


Figura 305. Evolución del oxígeno disuelto en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

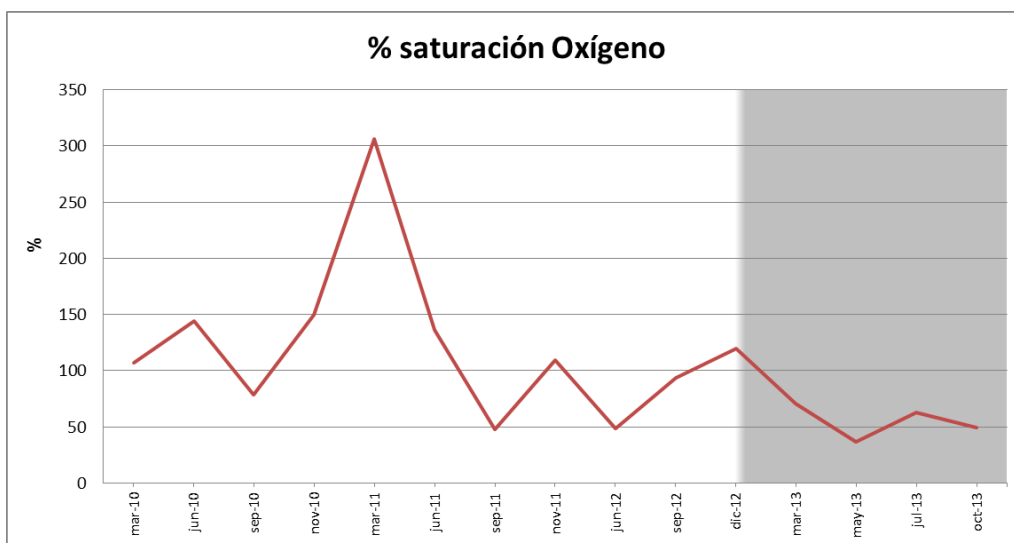


Figura 306. Evolución del % de saturación de oxígeno en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor del histórico, se obtuvo en diciembre de 2012 con 3,02 meq/l (figura 307). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 2,3 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en las salinas de Añana en el ciclo 2012/2013 es “Moderado” como en los ciclos anteriores (tabla 170).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en las salinas de Añana es de 32 µg/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13 (figura 308) al igual que en el anterior (tabla 170).

Los ortofosfatos se han mantenido casi siempre por debajo de los 0,2 mg/l, con un máximo de 0,194 mg/l medido en septiembre de 2010 (figura 309).

En la figura 310 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 4,03 mg/l, obtenido en marzo de 2013. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 4 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,1 mg/l en las salinas de Añana (figura 311).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 312) se ha obtenido un máximo de 23,6 mg/l en junio de 2012. En octubre de 2013 se obtuvo el máximo valor del ciclo con 20,7 mg/l.

El amonio (figura 313) ha presentado un máximo de 4,9 mg/l en junio de 2012.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de julio con 13,1 mg/l (figura 314).

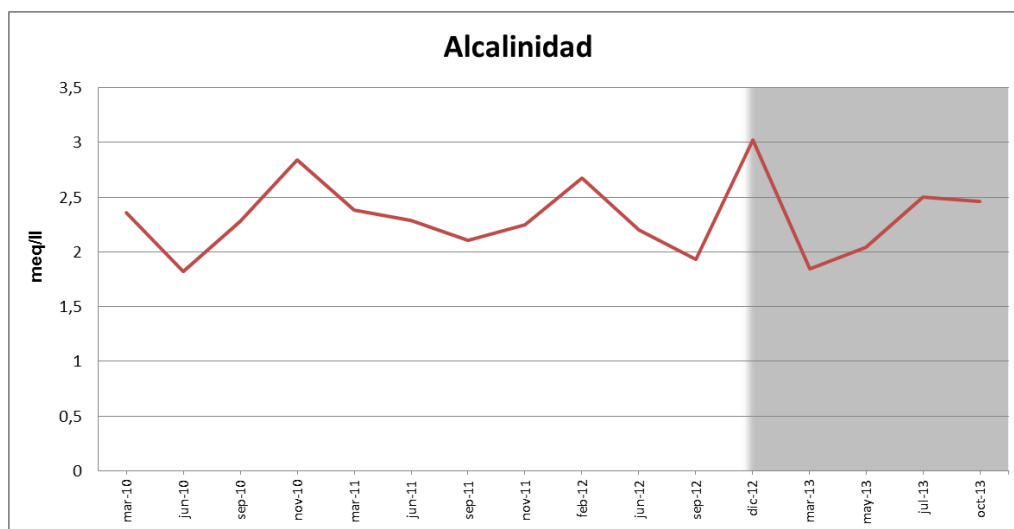


Figura 307. Evolución de la alcalinidad en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

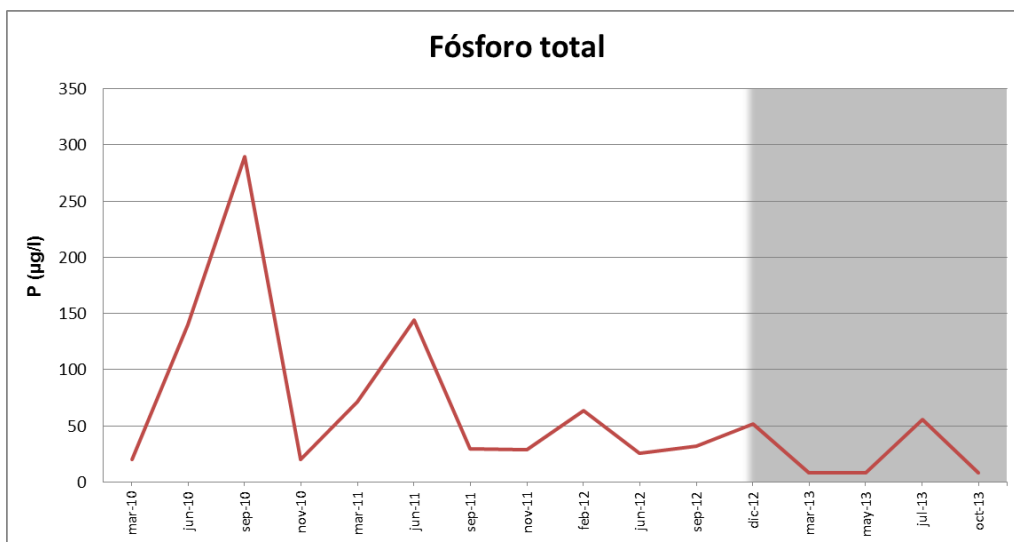


Figura 308. Evolución del fósforo total en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

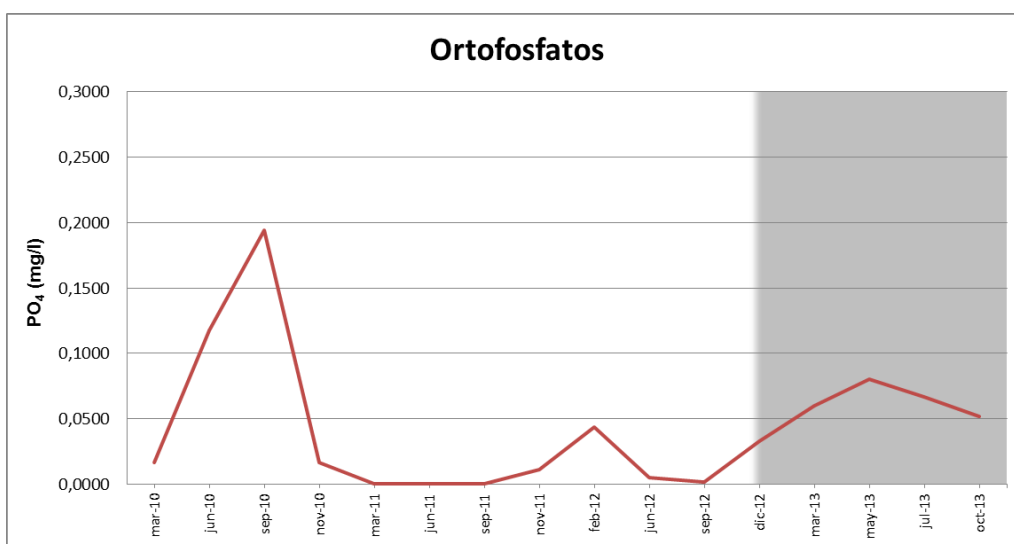


Figura 309. Evolución de los ortofosfatos en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

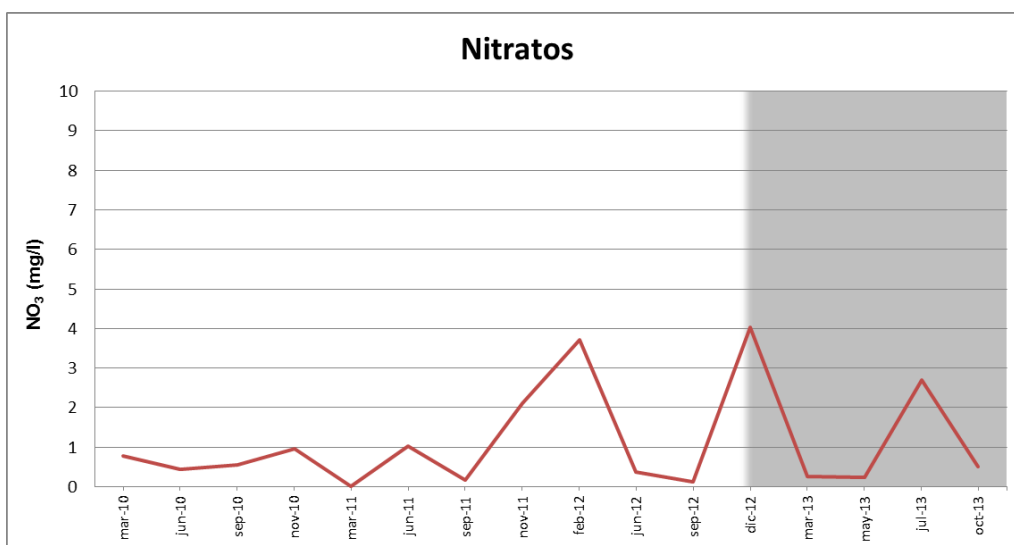


Figura 310. Evolución de los nitratos en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

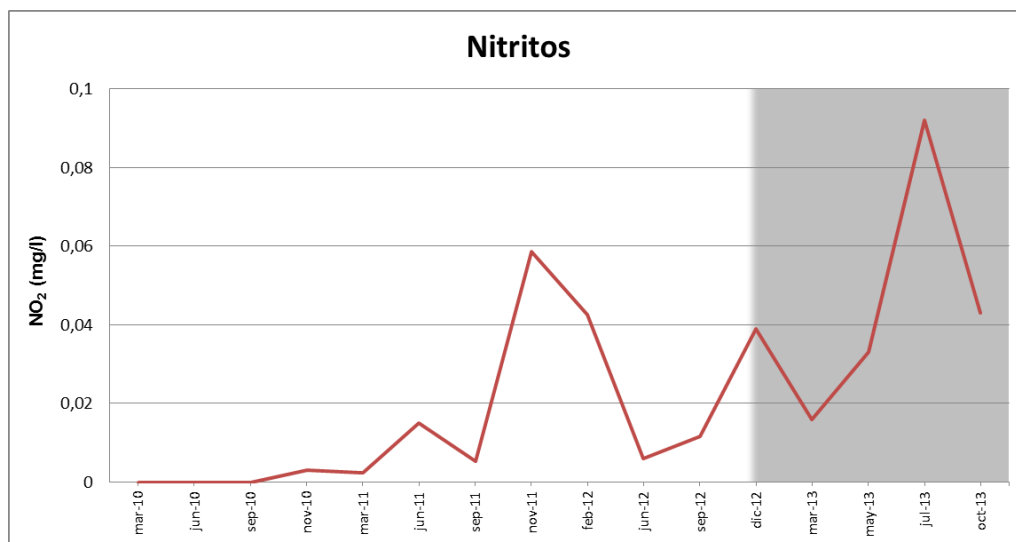


Figura 311. Evolución de los nitritos en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

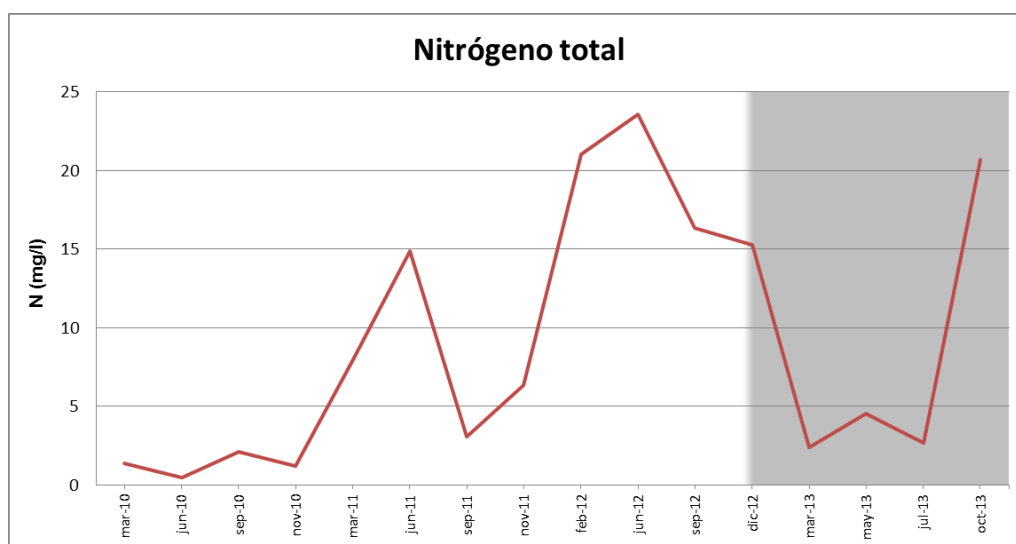


Figura 312. Evolución del nitrógeno total en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

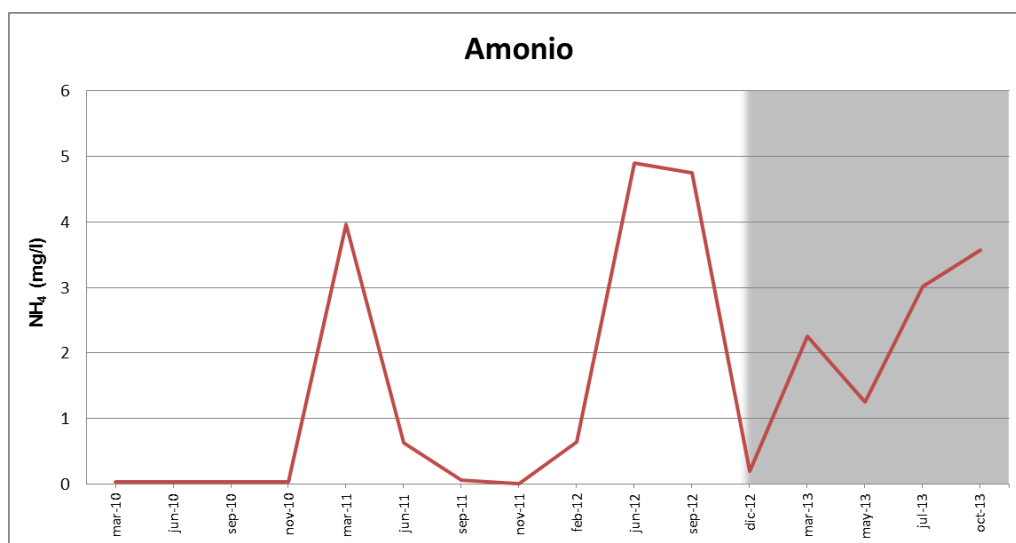


Figura 313. Evolución del amonio en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

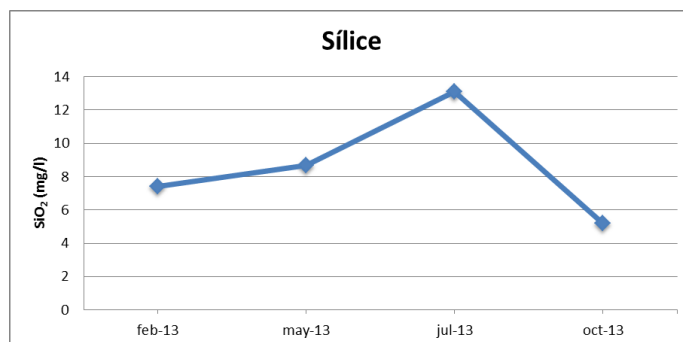


Figura 314. Evolución del sílice en las salinas de Añana en el ciclo 2012/13.

Tabla 170. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) en las salinas de Añana desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
04/05	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
09/10	100000	Muy bueno	7,3	Moderado	1,8	Muy bueno	Bueno	140	Moderado
10/11	100000	Muy bueno	7,3	Moderado	2,3	Muy bueno	Bueno	144	Moderado
11/12	100000	Muy bueno	6,3	Moderado	2,2	Muy bueno	Bueno	25,5	Muy bueno
12/13	155000	Muy bueno	6,9	Moderado	2,3	Muy bueno	Bueno	32	Muy bueno

4.14.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima de la laguna de las Salinas de Añana durante el ciclo 2012/2013 ha oscilado entre los 0,82 m medidos en junio de 2013, a los 0,02 m de julio de 2008.

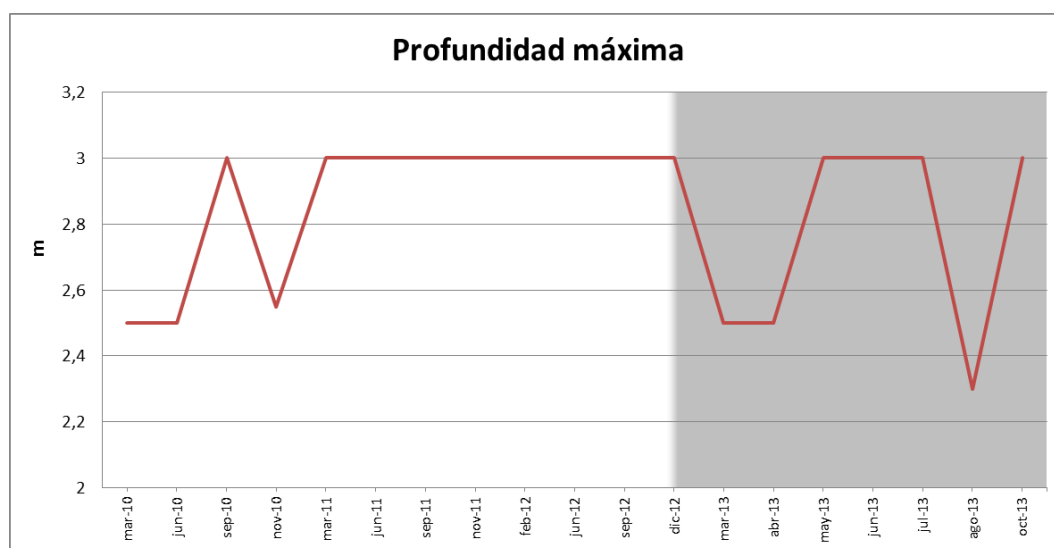


Figura 315. Variación de la profundidad máxima en las salinas de Añana desde el ciclo 2009/10 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Pobes (106-04) de la masa de agua subterránea: Sinclinal de Treviño. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

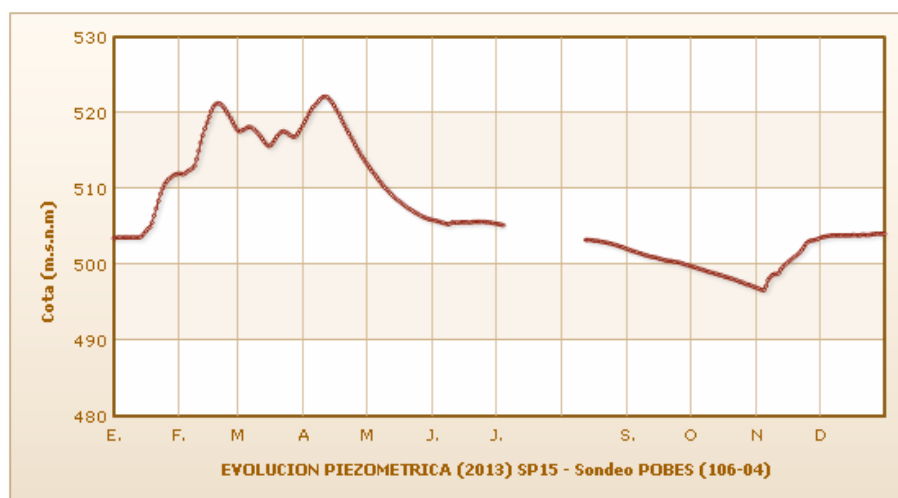


Figura 316. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo de Pobes (106-04) para el año 2013.

Los indicadores hidromorfológicos no se evalúan en este humedal debido a sus peculiares características y a su naturaleza totalmente artificial.

4.14.8 Potencial ecológico

En la tabla 171 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El potencial ecológico en este ciclo es Moderado, como en los tres ciclos en los que se ha podido calcular.

La dinámica de los nitratos y nitritos hace pensar que existe una influencia de los cultivos sobre la cuenca del acuífero. El estado moderado de este sistema viene definido por el bajo número de familias de invertebrados, que probablemente es debido a la propia naturaleza de la balsa con paredes totalmente verticales y sin orillas. Quizás se debería considerar no aplicar la métrica de invertebrados en este sistema por sus características, por lo que la evaluación sería de BUENO en lugar de Moderado para los dos últimos ciclos.

Las propuestas de actuación deberían ir encaminada en el control de los nutrientes en la cuenca vertiente.

Tabla 171. Valoración del potencial ecológico de las Salinas de Añana, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (F: Fitoplancton, I: Invertebrados, S: Salinidad, A: Acidificación, N: Nutrientes).

Ciclo	Elementos Biológicos			Elementos físicoquímicos				Estado Ecológico
	Fitoplancton	Invertebrados	Estado Biológico	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas	
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	Bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Bueno	Moderado	≤Moderado	Moderado
10/11	Muy bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Bueno	Moderado	≤Moderado	Moderado
11/12	Muy bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado
12/13	Muy bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado

4.15 Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute se ubica en la cuenca hidrológica de Errekabarri, subunidad hidrológica Zadorra, dentro del municipio de Vitoria-Gasteiz. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Humedales Salburua”.

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute está incluido en el tipo 24 de la clasificación del MAGRAMA “Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja-media”.

Tabla 172. Características y tipología del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES0911025	Encharcamiento de Salburua y Balsa de Arkaute	Ebro	Natural	24: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja-media	Ritmo climático mediterráneo. Humedales de llanura aluvial

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute se sitúa en la masa de agua subterránea: Vitoria, cuya Unidad Hidrogeológica es: Vitoria.

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute tiene asociado un arroyo de entrada, que también han sido objeto de estudio en el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en el humedal (ARK-H) y en el arroyo de entrada (ARK-E4):



Figura 317. Ubicación de los puntos de toma de muestras en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute (ARK-H) y en su arroyo asociado: ARK-E4.

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute (ARK-H) son los siguientes:

Tabla 173. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	4,9	<7,8	7,8-10,9	11-19,8	19,9-38	>38
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	15	>9	>9	9-6	5-4	<4
Cobertura total de hidrófitos	80	>75	75-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,5	7-9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	<3000	3000-3150	3150-3600	>3600	>3600	>3600
Nutrientes PT		<30	30-70	>70	>70	>70
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.15.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute (ARK-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto del lago durante la realización de los muestreos.



Figura 318. Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute (ARK-H) durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo ARK-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 174. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en ARK-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	10/05/2013	11/07/2013	03/10/2013
Temperatura del aire (°C)	14,9	9,2	20,1	18,5
Disco de Secchi (m)	0,8	0,72	0,4	0,16
Profundidad máxima (m)	0,94	0,95	0,7	0,35

Durante 2013 se realizaron los cuatro muestreos en el arroyo de entrada (ARR-E4). El aspecto del punto de toma de muestras se presenta en la siguiente figura:



Figura 319. Arroyo de entrada del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” se presentan en la tabla 179 para el arroyo de entrada (ARK-E4).

Tabla 175. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en ARK-E4 en el año 2013.

Parámetro (unidad)	23/03/2013	10/05/2013	11/07/2013	03/10/2013
Anchura (m)	2,3	2,1	1,7	0,7
Profundidad (m)	0,36	0,2	0,15	0,3
Velocidad (m/s)	0,8	0,62	0,06	0,03
Caudal (m³/s)	0,65	0,26	0,014	0,003

4.15.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del potencial ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de mayo y julio. En el caso de los datos históricos, se ha tomado el valor más aproximado: abril y junio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 320 observamos el mayor número de especies identificado corresponden al grupo de las chlorophytas y bacillariophytas.

En la figura 321 observamos sobre todo el aumento de las euglenophytas a finales del ciclo anterior y se repite el patrón a finales del ciclo 2013. Durante las épocas de

evaluación de las métricas del fitoplancton presenta una composición típica de ambientes eutróficos con dominancia de chlorophyceas coccales y cryptophyceas.

En la tabla 176 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 177 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el potencial ecológico del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute para el elemento “fitoplancton” es “Bueno” en el ciclo 2012/13, algo inferior al obtenido en los dos últimos ciclos (tabla 178).

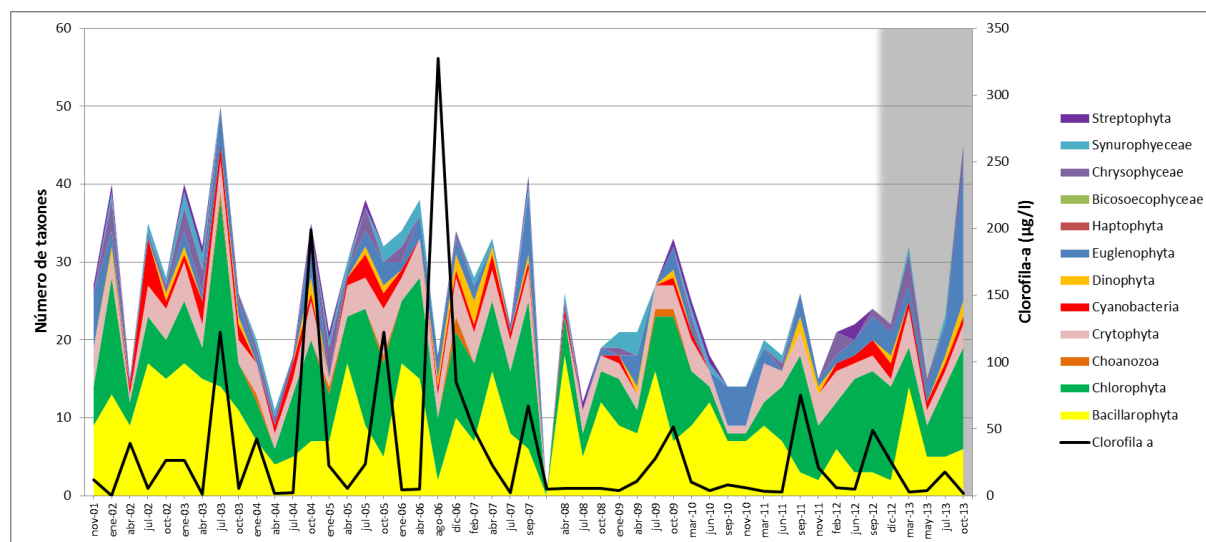


Figura 320. Evolución del número de especies de fitoplancton en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

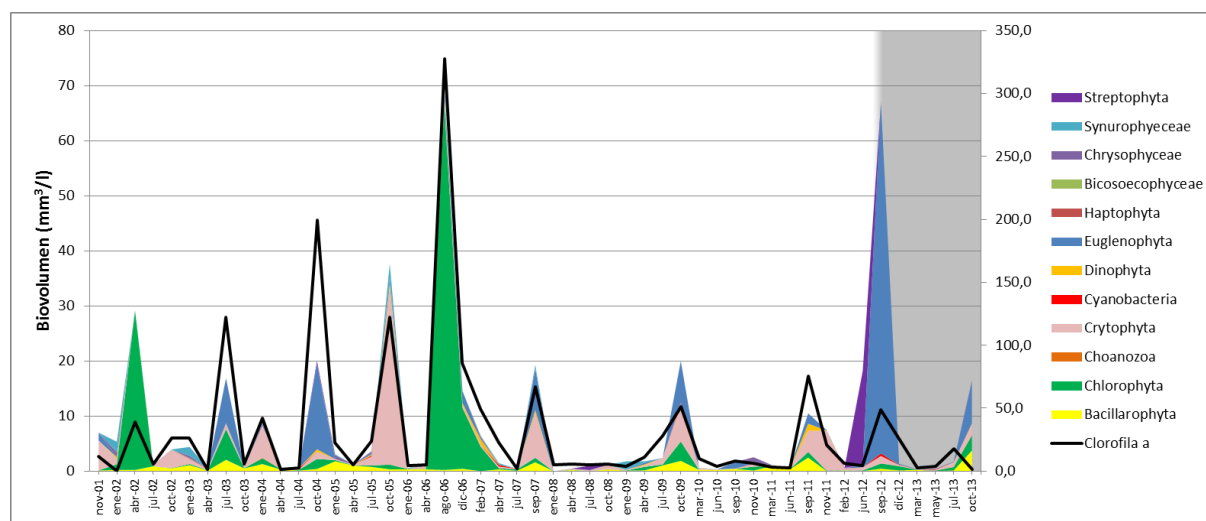


Figura 321. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 176. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en el humedal de Salburua-Arkaute entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Chrysophyceae; J: Synurophyceae; K: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	20	0,5555	8	14,4560	-	-	4	0,1008	6	0,0132	-	-
02/03	11	1,1035	26	2,8099	1	0,0016	4	0,6040	5	0,0193	-	-
03/04	8	0,2194	8	0,0903	-	-	3	0,1417	3	0,1154	-	-
04/05	19	0,8999	17	0,1507	-	-	5	0,8717	3	0,0871	1	0,2083
05/06	15	0,2815	16	33,2462	-	-	6	0,4714	1	0,0283	1	0,7116
06/07	19	0,2103	16	0,2209	-	-	7	0,2001	2	0,1564	1	0,0313
07/08	20	0,1247	6	0,0332	-	-	4	0,1532	1	0,0179	-	-
08/09	20	0,5958	10	0,4043	1	0,0015	3	0,7308	-	-	1	0,1852
09/10	12	0,2408	2	0,0041	-	-	2	0,0940	-	-	-	-
10/11	7	0,3537	7	0,0147	-	-	2	0,0489	-	-	-	-
11/12	3	0,0312	12	0,0927	-	-	2	0,5565	1	0,0026	-	-
12/13	9	0,0898	11	0,3342	-	-	2	0,5276	2	0,0418	1	0,0014

Ciclo	G		H		I		J		K	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	1	0,0094	-	-	1	0,0388	1	0,0089	-	-
02/03	6	4,0817	-	-	3	0,0036	2	0,0277	1	0,1024
03/04	-	-	-	-	1	0,0245	1	0,0274	-	-
04/05	3	0,1693	-	-	3	0,2637	1	0,0048	1	0,0034
05/06	4	0,8155	-	-	-	-	2	0,0870	-	-
06/07	-	-	-	-	1	0,0003	1	0,2828	-	-
07/08	-	-	-	-	2	0,0059	1	0,0340	1	0,7669
08/09	4	0,3058	-	-	-	-	3	0,2270	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	1	0,0043	1	0,0010
10/11	-	-	-	-	1	0,0011	1	0,0064	-	-
11/12	2	0,4156	-	-	-	-	-	-	2	17,1042
12/13	6	0,0706	-	-	1	0,0031	1	0,0003	-	-

Tabla 177. Métricas adicionales analizadas en el humedal de Salburua-Arkaute en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	22/03/2013	10/05/2013	11/07/2013	03/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,05	4,57	1,88	0,21	1,68	
Índice Willén	0,39	0,39	1,74	16,48	4,75	Eutrófico
IPL	14	92	48	84	74,67	Eutrófico
ITP	5	40	45	12	25,50	Bueno

Tabla 178. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	5,4	Muy bueno	48,3	Moderado	Bueno
02/03	61,8	Malo	46,5	Moderado	Deficiente
03/04	2	Muy bueno	19,8	Muy bueno	Muy bueno
04/05	14,5	Moderado	50,1	Deficiente	Moderado
05/06	166	Malo	46,8	Moderado	Deficiente
06/07	12,4	Moderado	50,8	Deficiente	Moderado
07/08	5,4	Muy bueno	37,4	Moderado	Bueno
08/09	19,6	Moderado	34,8	Moderado	Moderado
09/10	4	Muy bueno	27,25	Bueno	Bueno
10/11	2,5	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	4,6	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	10,6	Bueno	25,5	Bueno	Bueno

4.15.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido considerablemente, con respecto a los años anteriores tanto en todas las especies encontradas, como en las específicas del tipo 24 (figura 322). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 323).

Al elemento de calidad "Otra flora acuática" del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute le corresponde un estado "Moderado", como en los ciclos anteriores (tabla 179).

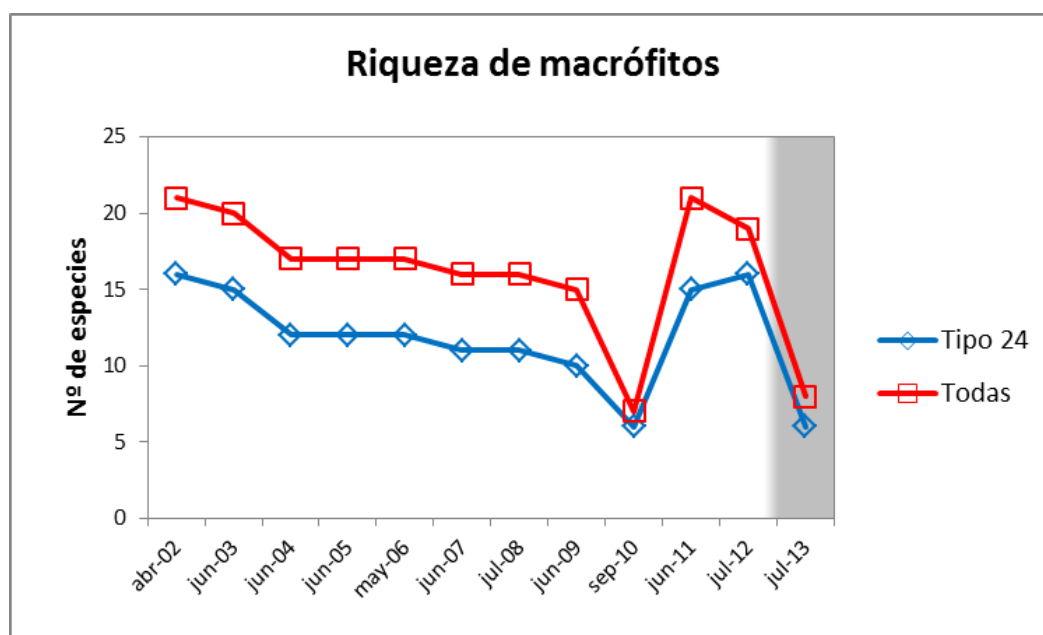


Figura 322. Evolución de la riqueza de macrófitos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

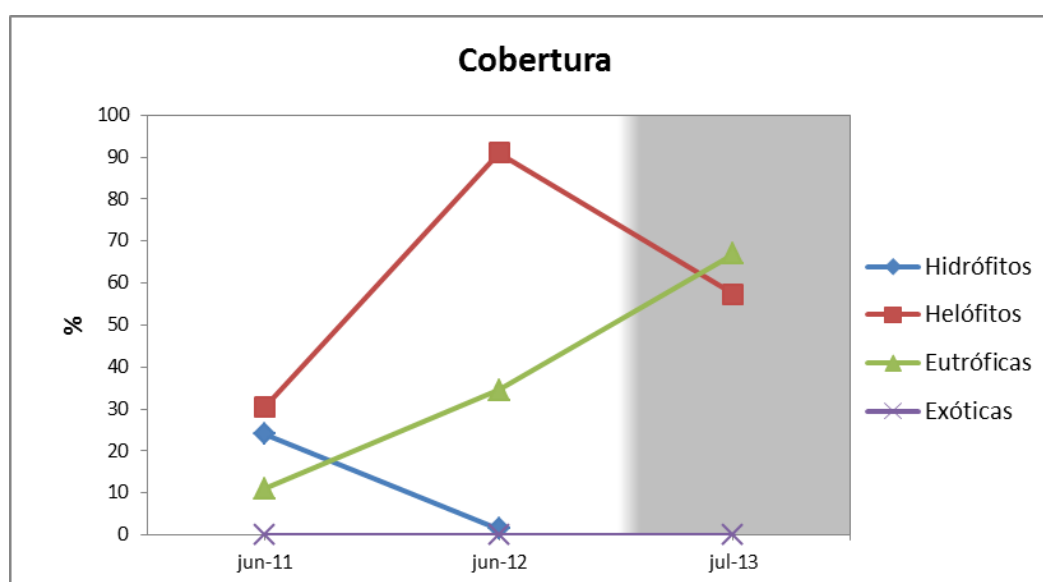


Figura 323. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2010/11 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 179. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	16	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
02/03	15	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
03/04	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
04/05	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
05/06	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
06/07	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
07/08	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
08/09	10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
09/10	6	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Moderado
10/11	22	24	30,5	11	0	Moderado
11/12	16	1,5	91	34,5	0	Moderado
12/13	6	0	57,3	67	0	Moderado

4.15.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 29 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 324). Los coleópteros y dípteros son los que mayor número de familias presentan, seguidos de heterópteros y crustáceos.

Se ha encontrado que la población de *Procambarus clarkii* es muy numerosa, por lo que la métrica especies introducidas de invertebrados presenta un estado de calidad C = “Deficiente/malo”. Esta situación es la misma desde el ciclo 2009/2010 donde la especie se convirtió en invasora estando presente desde el ciclo 2002/03.

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaut para el elemento de calidad “invertebrados bentónicos” es “Deficiente”, al igual que en los ciclos anteriores (tabla 180).

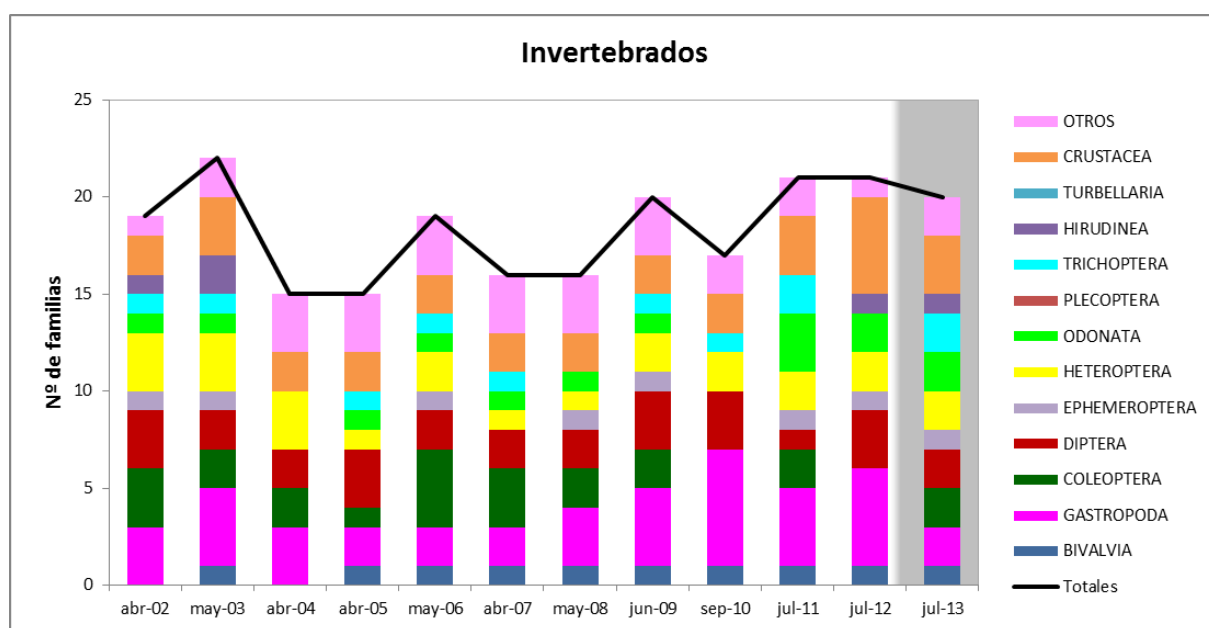


Figura 324. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaut desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 180. Resultados del elemento de calidad “invertebrados bentónicos” en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaut desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	19	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
02/03	22	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
03/04	15	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
04/05	15	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
05/06	19	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
06/07	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
07/08	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
08/09	20	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
09/10	17	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
10/11	21	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
11/12	21	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
12/13	20	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente

4.15.5 Fauna ictiológica

En el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute se realizó un esfuerzo de pesca eléctrica de 65 minutos, en los que se cubrió una longitud total de 98 m.

Los resultados obtenidos en el muestreo del ciclo 12/13 (tabla 181) muestran una tendencia al aumento de especies introducidas frente a las autóctonas. Lo más llamativo es la reducción drástica de la población de *Tinca tinca* y el no haber hallado ninguna de las especies, barbo y loina, cuyo origen está en los ecosistemas fluviales asociados, y que en el muestreo del ciclo anterior aparecieron con un único ejemplar cada una de ellas.

Por tanto se puede concluir que en este ciclo 12/13, el estado de calidad a aplicar el esquema de toma de decisiones, sería de: “Deficiente” (tabla 182).

Tabla 181. Resultados las diferentes métricas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2002/03 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (g)	Pm (g)	Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE
18-sep-03	<i>Achondrostoma arcasii</i>	47	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Esox lucius</i>	2	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Gambusia holbrooki</i>	500	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Lepomis gibbosus</i>	64	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Luciobarbus graellsii</i>	2	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	61	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	149	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado
19-sep-07	<i>Gambusia holbrooki</i>	25	2,61	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Lepomis gibbosus</i>	99	4,16	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	2	5,95	3	No evaluado	No evaluado
	<i>Tinca tinca</i>	3	26,1	321,3	No evaluado	No evaluado
12-sep-11	<i>Gambusia holbrooki</i>	315	15,4	109,0	125,6	393,8
	<i>Lepomis gibbosus</i>	394	3	0,3	2442,5	492,5
	<i>Luciobarbus graellsii</i>	1	5,5	4,9	2712,5	1,3
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	1	49,5	2170	7,8	1,3
	<i>Tinca tinca</i>	432	6,4	6,2	12521,9	540
	<i>Esox lucius</i>	4	45,4	872	4360,6	5
24-jun-12	<i>Gambusia holbrooki</i>	114	2	0	145	1425
	<i>Lepomis gibbosus</i>	78	4,4	5	4747,5	975
	<i>Luciobarbus graellsii</i>	1	53	2305	2881,3	1,3
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	1	11,8	29	36,8	1,3
	<i>Tinca tinca</i>	13	23,2	472	76710	162,5
	<i>Esox lucius</i>	2	16,2	26,6	50,2	1,9
11-jul-13	<i>Gambusia holbrooki</i>	10	2,9	0,28	11,4	9,5
	<i>Lepomis gibbosus</i>	33	8,7	9,4	292,9	31,2
	<i>Tinca tinca</i>	1	4,8	1,7	1,6	0,9

Tabla 182. Resultados del elemento de calidad “Fauna ictiológica” en el humedal de Salburua-Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
02/03	SI	4	3	SI	Ligero o nulo	Moderado
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
05/06	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
06/07	SI	2	2	NO	Moderado	Deficiente
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
09/10	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
10/11	SI	3	2	SI	Ligero o nulo	Moderado
11/12	SI	3	3	SI	Moderado	Deficiente
12/13	SI	1	3	NO	Moderado	Deficiente

4.15.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: profundidad de visión del disco de Secchi, conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 173). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico del humedal de Salburua-Arkaute durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha tenido un máximo de 0,8 m en marzo y un mínimo de 0,16 m en octubre. Estos valores son muy similares a los obtenidos en ciclos anteriores, donde el valor máximo no ha sobrepasado 1 m (figura 325). Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 24 en los que se encuadra encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute.

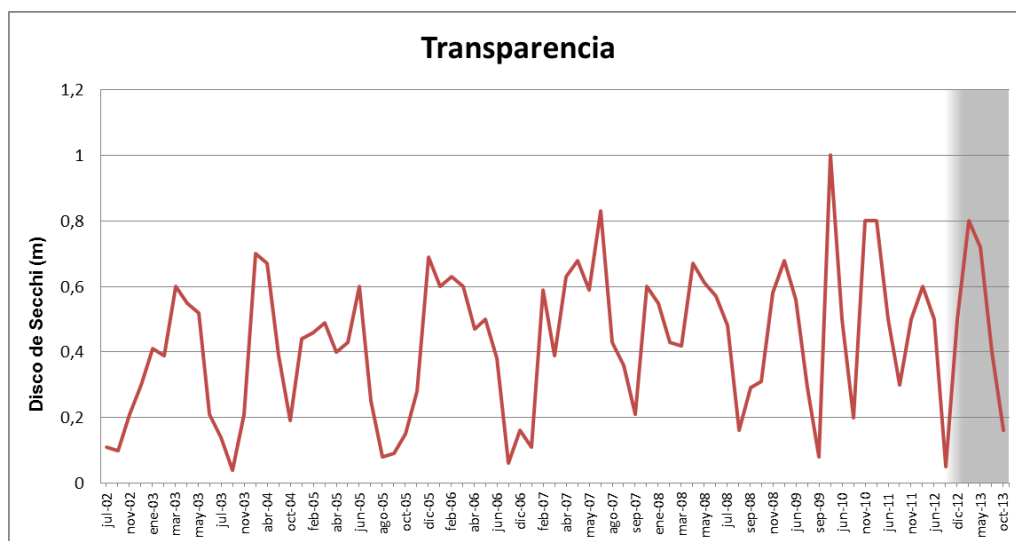


Figura 325. Evolución de la transparencia en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 326) refleja los valores medidos a nivel de superficie en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute, con valores desde 157 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (enero 2002) hasta 888 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (noviembre 2003). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 541 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que los ciclos anteriores (tabla 183).

En la figura 327 se representan los valores de pH, obtenidos a nivel de superficie. El valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en septiembre de 2010 con 6,5 y el máximo 9,98 medido en julio de 2004. El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute es de 6,9, que indica un estado de calidad “Moderado” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores, si bien el dato de estos ciclos corresponde al mes de junio (tabla 183).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 328) presentan un máximo en el mes de julio (24,6°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (7,71°C).

En el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute se ha observado un descenso acusado de la oxigenación del agua a partir de julio de 2013, con un mínimo de 3,6 mg/l y 44,9% de oxígeno disuelto en julio de 2013 (figuras 329 y 330).

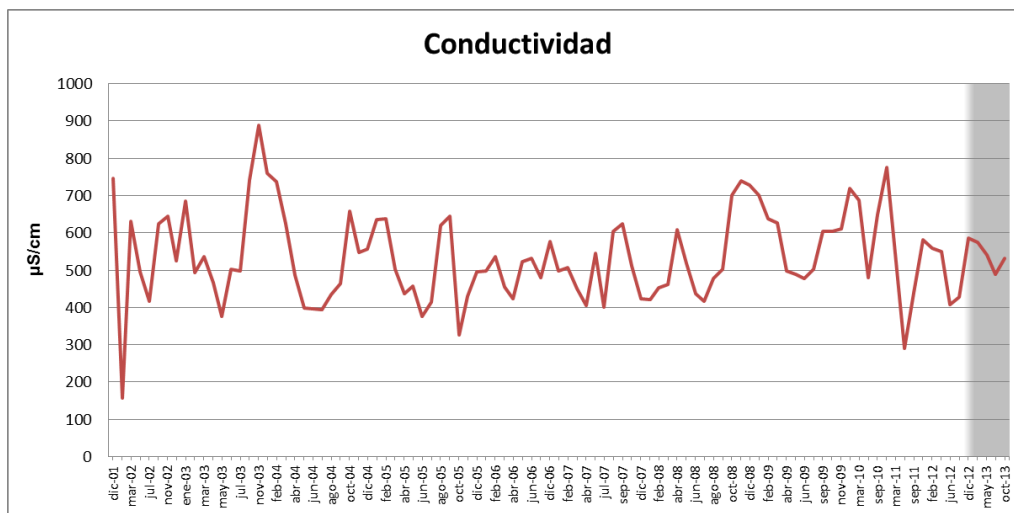


Figura 326. Evolución de la conductividad en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

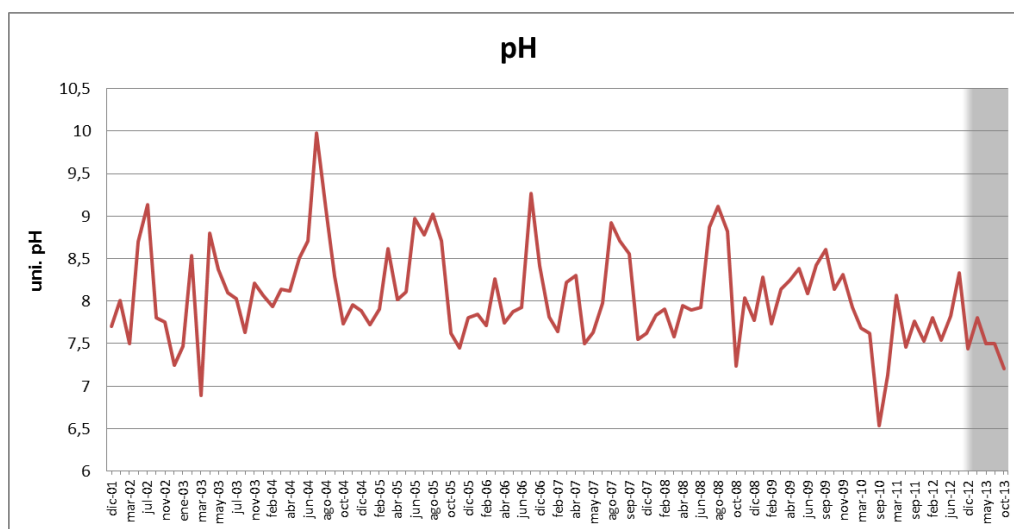


Figura 327. Evolución del pH en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

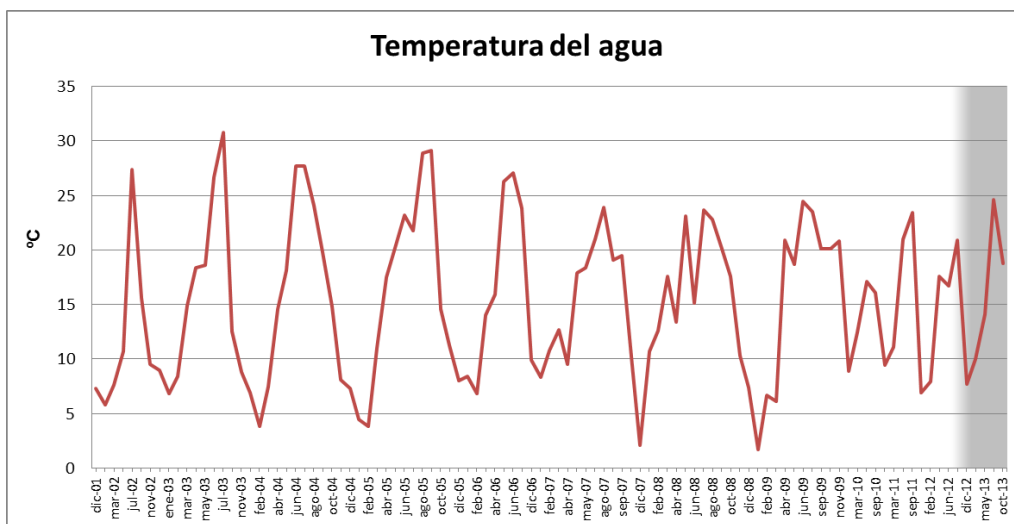


Figura 328. Evolución de la temperatura del agua en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

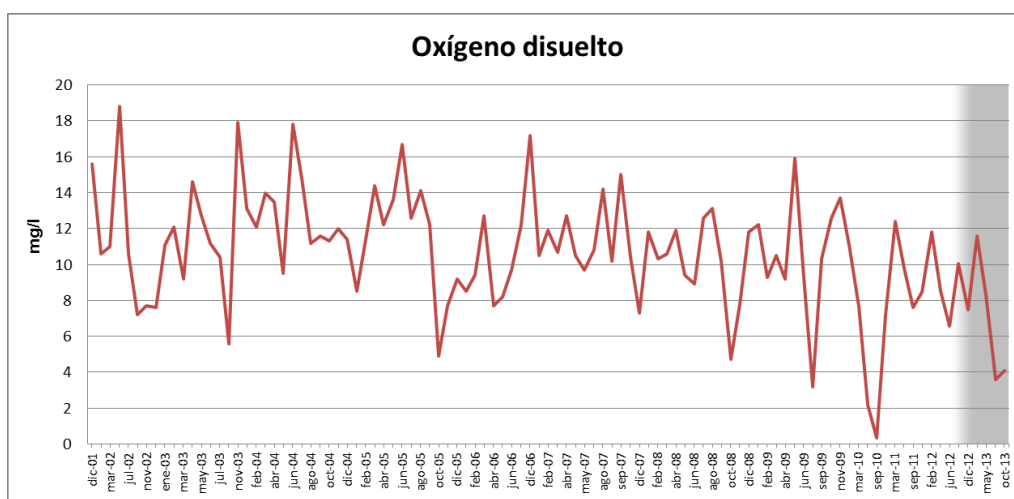


Figura 329. Evolución del oxígeno disuelto en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

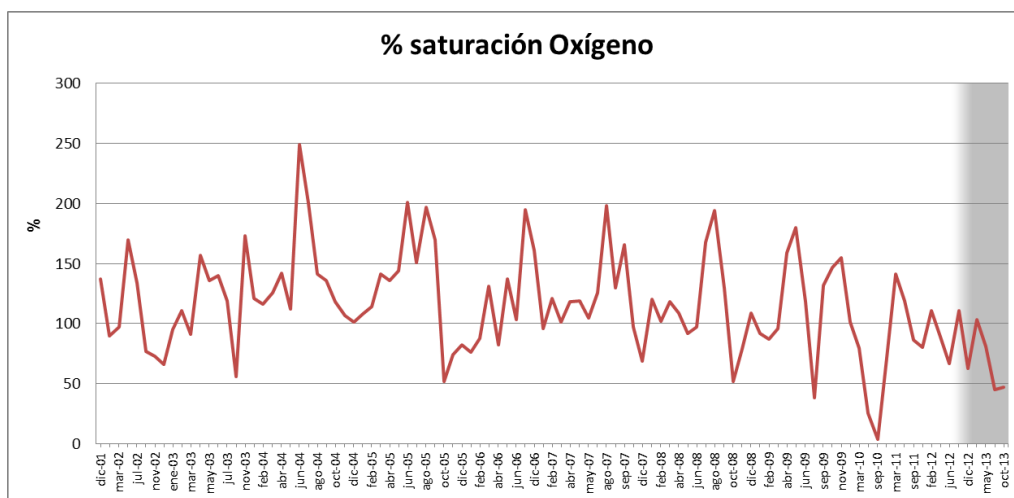


Figura 330. Evolución del % de saturación de oxígeno en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor del histórico, se obtuvo en diciembre de 2012 con 4,1 meq/l (figura 331). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 3,6 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en el humedal de Salburua-Arkaute en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en los ciclos anteriores (tabla 183).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute es de 90,5 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13 (figura 332) al igual que en el ciclo 2011/2012 (tabla 183).

Los ortofosfatos presentaron un máximo de 0,25 mg/l en septiembre de 2010 (figura 333).

En la figura 334 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 13,4 mg/l, obtenido en marzo de 2013.

Los nitritos han presentado como valor máximo los 0,36 mg/l medidos en diciembre de 2001 (figura 335).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 336) el máximo valor se obtuvo en noviembre de 2009 con 10,8 mg/l. El máximo valor para el ciclo 2012/13 fue el medido en marzo con 4,11 mg/l.

El amonio (figura 337) presentó como máximo valor los 1,9 mg/l en marzo de 2011.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, observándose un aumento en el muestreo de julio con 11,3 mg/l (figura 338).

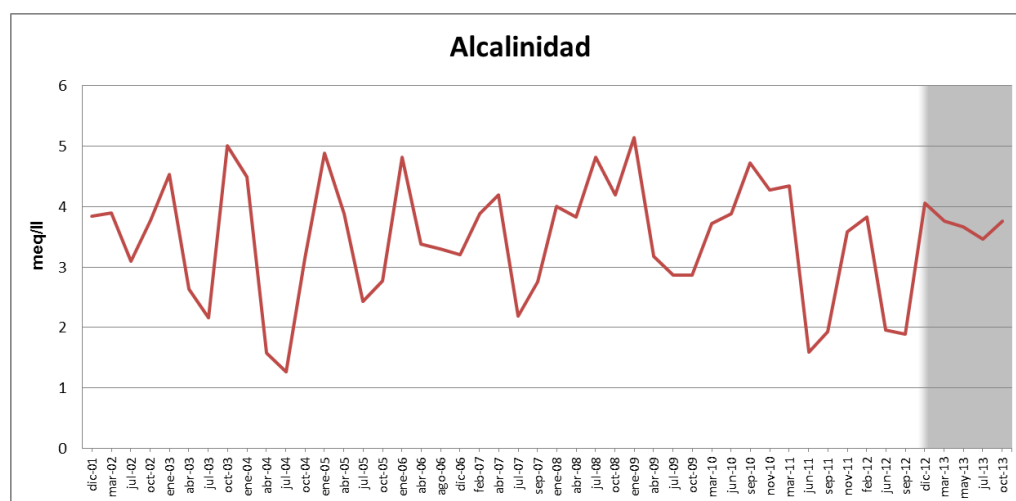


Figura 331. Evolución de la alcalinidad en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

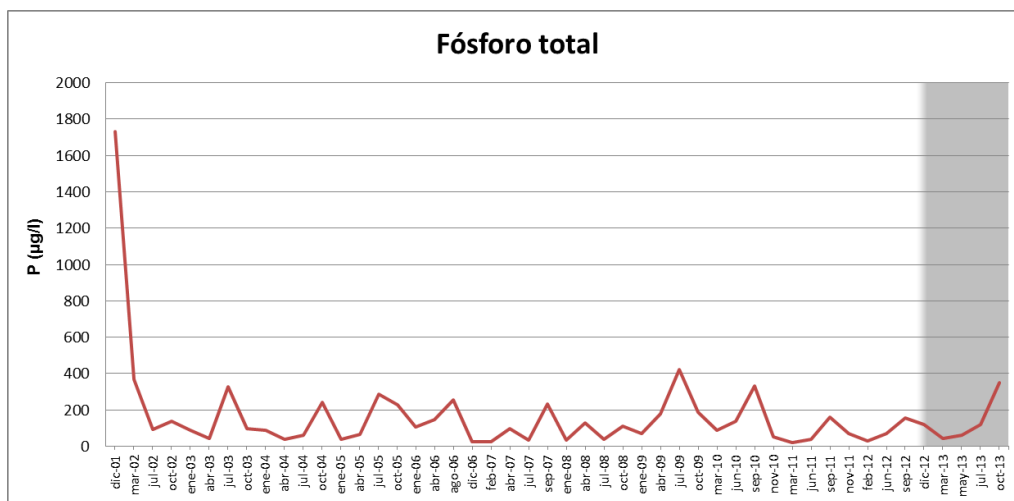


Figura 332. Evolución del fósforo total en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).



Figura 333. Evolución de los ortofosfatos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

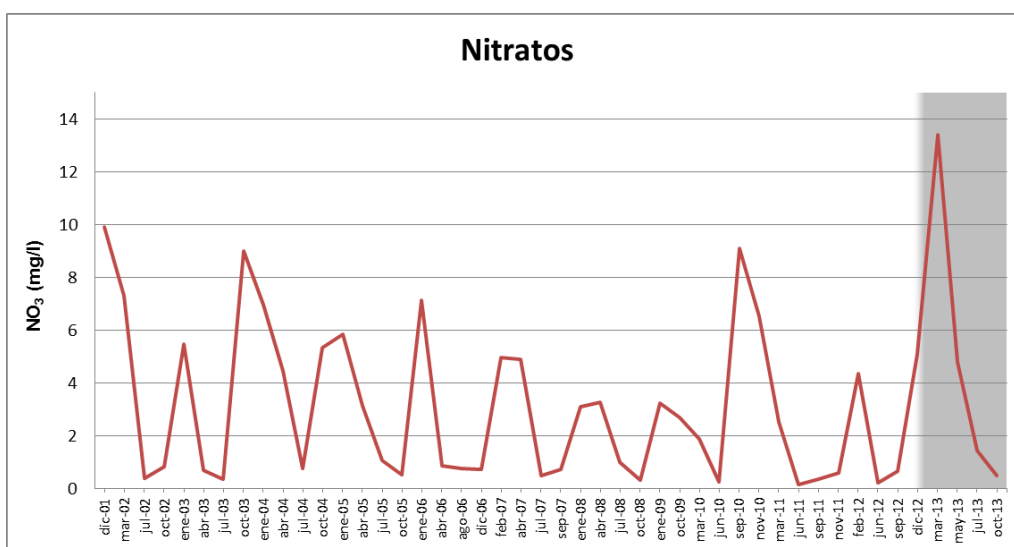


Figura 334. Evolución de los nitratos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

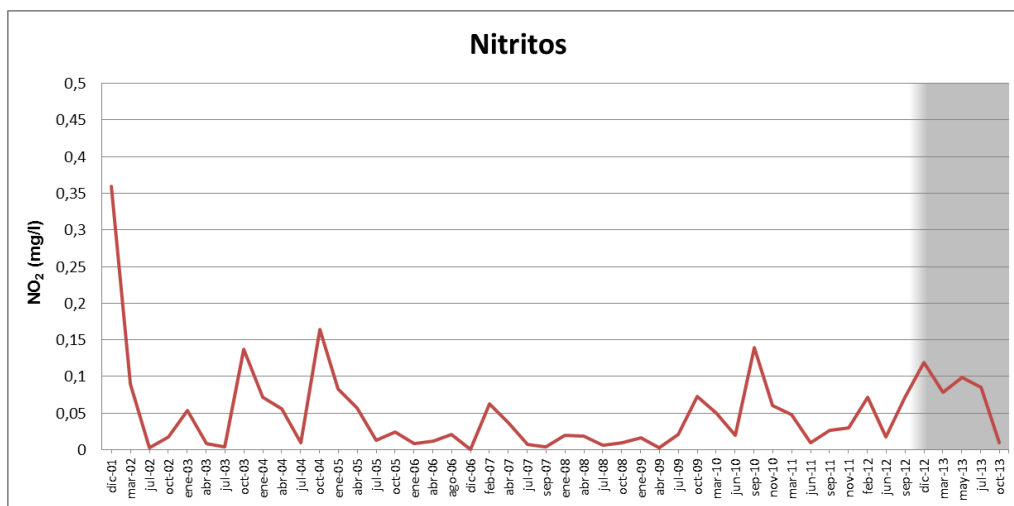


Figura 335. Evolución de los nitritos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

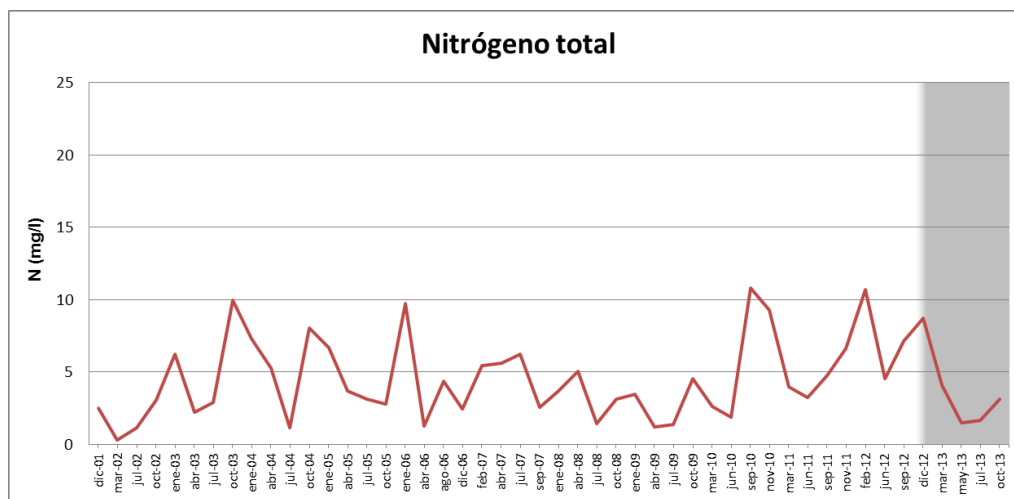


Figura 336. Evolución del nitrógeno total en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

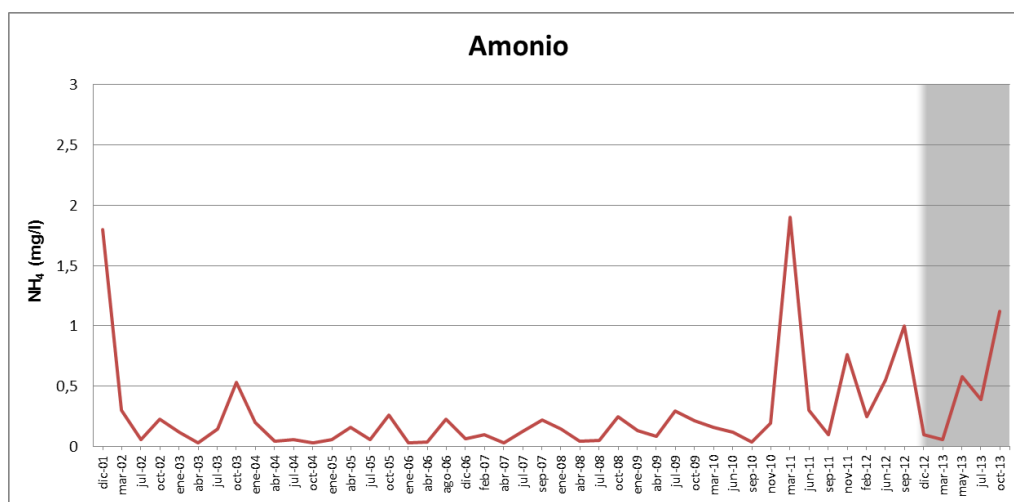


Figura 337. Evolución del amonio en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

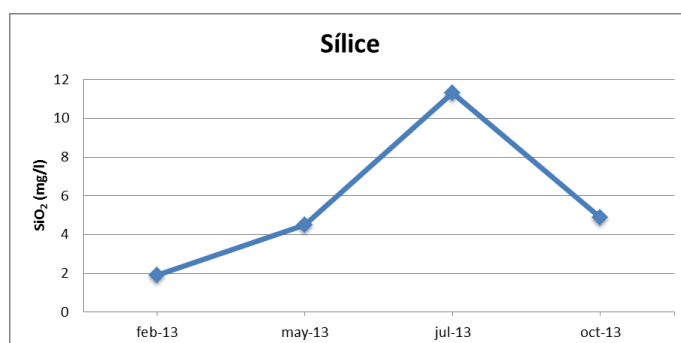


Figura 338. Evolución del sílice en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute en el ciclo 2012/13.

Tabla 183. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (μ S/cm)	Estado S	pH	Clase	ALCA (meq/l)	Clase	Estado A	PT (μ g/l)	Estado N
01/02	496	Muy bueno	9,1	$\geq$ Bueno	3,1	Muy bueno	Muy bueno	91	Moderado
02/03	377	Muy bueno	8,2	$\geq$ Bueno	2,4	Muy bueno	Muy bueno	186,5	Moderado
03/04	398	Muy bueno	9,2	$\geq$ Bueno	1,4	Muy bueno	Muy bueno	50,7	Bueno
04/05	457	Muy bueno	8,5	$\geq$ Bueno	3,2	Muy bueno	Muy bueno	176,1	Moderado
05/06	522	Muy bueno	7,9	$\geq$ Bueno	3,3	Muy bueno	Muy bueno	202,7	Moderado
06/07	545	Muy bueno	7,8	$\geq$ Bueno	3,2	Muy bueno	Muy bueno	66	Bueno
07/08	519	Muy bueno	8,4	$\geq$ Bueno	4,3	Muy bueno	Muy bueno	84,4	Moderado
08/09	489	Muy bueno	8,4	$\geq$ Bueno	3	Muy bueno	Muy bueno	299,5	Moderado
09/10	481	Muy bueno	7,6	$\geq$ Bueno	3,9	Muy bueno	Muy bueno	140	Moderado
10/11	290	Muy bueno	7,5	$\geq$ Bueno	1,6	Muy bueno	Muy bueno	40	Bueno
11/12	550	Muy bueno	7,7	$\geq$ Bueno	2	Muy bueno	Muy bueno	71,5	Moderado
12/13	541	Muy bueno	7,5	$\geq$ Bueno	3,6	Muy bueno	Muy bueno	90,5	Moderado

4.15.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de entrada (ARK-E4) se presentan en la tabla 188. El arroyo de entrada mantiene un buen estado excepto en el muestreo de octubre, donde el descenso de caudal determina un empeoramiento generalizado de la calidad del agua.

Tabla 184. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de entrada (ARK-E4) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	10/05/2013	11/07/2013	03/10/2013
Conductividad a 25 °C (μ S/cm)	522 Bueno	566 Bueno	602 Bueno	725 Moderado
Oxígeno (% de saturación)	138 Moderado	96,1 Muy bueno	92,7 Muy bueno	9,9 Moderado
pH	8,2 Muy bueno	7,7 Muy bueno	7,8 Muy bueno	7,1 Muy bueno
Amonio (mg/l)	0,02 Muy bueno	0,09 Muy bueno	0,05 Muy bueno	6,6 Moderado
Fosfatos (mg/l)	0,06 Muy bueno	0,08 Muy bueno	0,05 Muy bueno	1,35 Moderado
Fósforo total (mg/l)	0,033 Muy bueno	0,055 Muy bueno	0,035 Muy bueno	0,735 Moderado
Nitratos (mg/l)	14,8 Bueno	16,3 Bueno	15,7 Bueno	0,5 Muy bueno
Temperatura del agua (°C)	7,8	10,5	17,3	16,2
Oxígeno disuelto (mg/l)	13,2	10,2	8,4	0,91
Nitritos (mg/l)	0,016	0,095	0,204	0,033
Nitrógeno total (mg/l)	3,92	3,17	3,77	5,39
Sílice (mg/l)	4,6	5,4	9,1	7,6
Alcalinidad (mg/l)	236	225	229	244

4.15.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute ha oscilado de los 1,5 m medidos en septiembre de 2012 a los 0,01 m de octubre de 2004, encontrándose seca en octubre y noviembre de 2006 (figura 337).

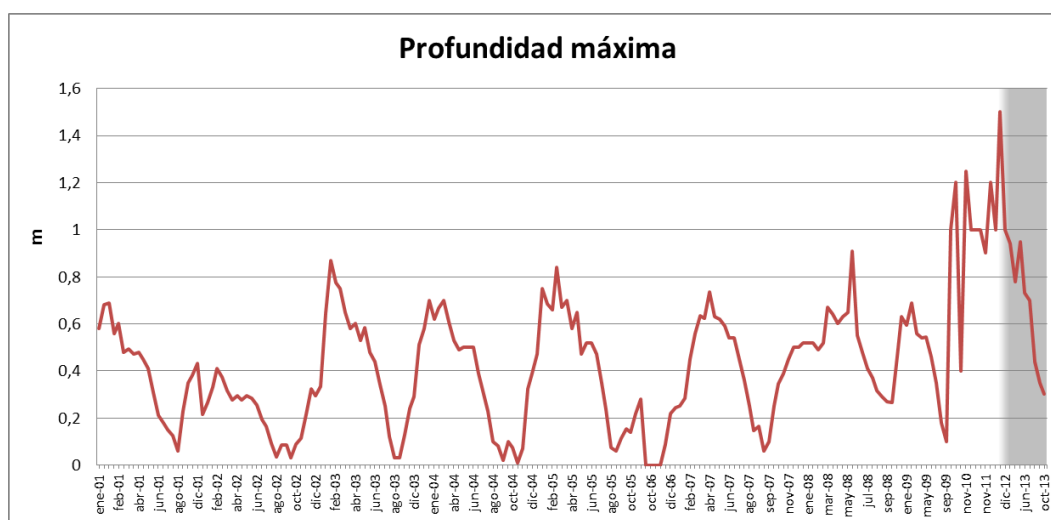


Figura 339. Variación de la profundidad máxima en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo SALBURUA-1 de la masa de agua subterránea: Vitoria. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

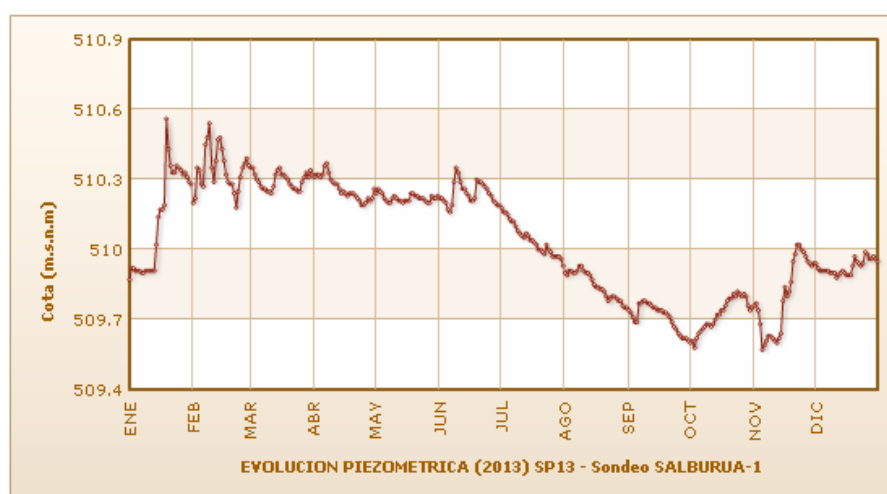


Figura 340. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo SALBURUA-1 para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Las explotaciones agrícolas afectan a más del 50% de la cuenca, los caudales asociados están regulados al menos parcialmente y existen aportes artificiales de aguas no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** Existen drenajes pero en este ciclo no se ha llevado a cabo un vaciado artificial de la balsa, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Existen drenajes, derivaciones de agua y aportes artificiales de aguas no naturales, aunque en este ciclo se ha respetado el régimen de fluctuación e hidroperiodo natural, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** Existe acumulación antrópica de sedimentos, canales de drenaje, muros de contención, y más del 50% de la superficie de la cuenca está ocupada por usos no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Se ha detectado acumulación antrópica de materiales, reforzamientos de la orilla, y reducción de la cobertura natural de la vegetación riparia, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.15.9 Estado ecológico

En la tabla 185 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute es Deficiente como en el resto de ciclos. Debido principalmente a los invertebrados y peces y al aporte de nutrientes.

Tabla 185. Valoración del estado ecológico del encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado biológico
01/02	Bueno	Muy bueno	Deficiente	-	Deficiente
02/03	Deficiente	Muy bueno	Deficiente	Moderado	Deficiente
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Deficiente	Moderado	Deficiente
04/05	Moderado	Muy bueno	Deficiente	Moderado	Deficiente
05/06	Deficiente	Muy bueno	Deficiente	Moderado	Deficiente
06/07	Moderado	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente
07/08	Bueno	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente
08/09	Moderado	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente
09/10	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente
10/11	Muy bueno	Moderado	Deficiente	Moderado	Deficiente
11/12	Muy bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente
12/13	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
02/03	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
03/04	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
04/05	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
05/06	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
06/07	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
07/08	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
08/09	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
09/10	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
10/11	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
11/12	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
12/13	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente

Respecto a ciclos anteriores ha habido un aumento de los nutrientes (tanto fósforo como nitratos). Durante las diferentes visitas se ha observado la presencia de venado y de una gran cantidad de aves acuáticas dentro del humedal, esto tiene un efecto de aporte de nutrientes además del pisado de los fondos. En el ciclo 2012-2013 no se han encontrado hidrófitos lo que puede ser un efecto directo de la presencia del cangrejo rojo (detectado en todas las visitas), de poblaciones de peces bentívoros, así como del pastoreo del venado y las aves acuáticas.

Las propuestas de mejora del estado ecológico del humedal coinciden con las realizadas en ciclos anteriores:

- Control de nutrientes en toda la cuenca tanto de origen agrícola como urbano.
- Control de la fauna introducida por medio de descastes de peces y erradicación de las poblaciones de cangrejo rojo, medidas que ya se están realizando.
- Quizás se deberían cercar zonas del humedal a las que no pudiera acceder el venado para evitar el pisoteo y así establecer puntos controlados en los que favorecer el crecimiento de la vegetación sumergida.

4.16 Encharcamiento de Salburua- Balsa de Betoño

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño se ubica en la cuenca hidrológica de Zadorra, subunidad hidrológica Zadorra, dentro del municipio de Vitoria-Gasteiz. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Humedales Salburua”.

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño está incluido en el tipo 24 de la clasificación del MAGRAMA “Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja-media”.

Tabla 186. Características y tipología del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
ES0911045	Encharcamientos de Salbura y Balsa de Betoño	Ebro	Natural	24: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja-media	Ritmo climático mediterráneo. Humedales de llanura aluvial

El encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño se sitúa en la masa de agua subterránea: Vitoria, cuya Unidad Hidrogeológica es: Vitoria.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del punto de toma de muestra en el humedal (BET-H):



Figura 341. Ubicación de los puntos de toma de muestras en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño (BET-H).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño (BET-H) son los siguientes:

Tabla 187. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	4,9	<7,8	7,8-10,9	11-19,8	19,9-38	>38
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	15	>9	>9	9-6	5-4	<4
Cobertura total de hidrófitos	80	>75	75-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,5	7-9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	<3000	3000-3150	3150-3600	>3600	>3600	>3600
Nutrientes PT		<30	30-70	>70	>70	>70
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.16.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño (BET-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto del lago durante la realización de los muestreos.



Figura 342. Encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño (BET-H) durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo BET-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 188. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en BET-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	22/03/2013	10/05/2013	11/07/2013	03/10/2013
Temperatura del aire (°C)	15,1	9,3	19,2	18,2
Disco de Secchi (m)	1,5	1,5	1,3	0,7
Profundidad máxima (m)	1,5	1,5	1,3	0,7

4.16.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del potencial ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de mayo y julio. En el caso de los datos históricos, se ha tomado el valor más aproximado: abril y junio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 343 observamos que el mayor número de especies identificado corresponden al grupo de las diatomeas y chlorophytas y cryptophytas.

En la figura 344 observamos un pico de productividad importante en otoño- invierno (septiembre y diciembre 2012) con un pico de clorofila de 27 µg/l. Durante la época primavera verano de 2013 se ha mantenido una productividad baja con dominancia de cryptophytas y chrysophyceas.

En la tabla 189 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 190 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

Teniendo en cuenta la clorofila-a el estado ecológico del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño para el elemento “fitoplancton” es “Muy bueno” en el ciclo 2012/13, lo que coincide con los dos últimos ciclos (tabla 191).

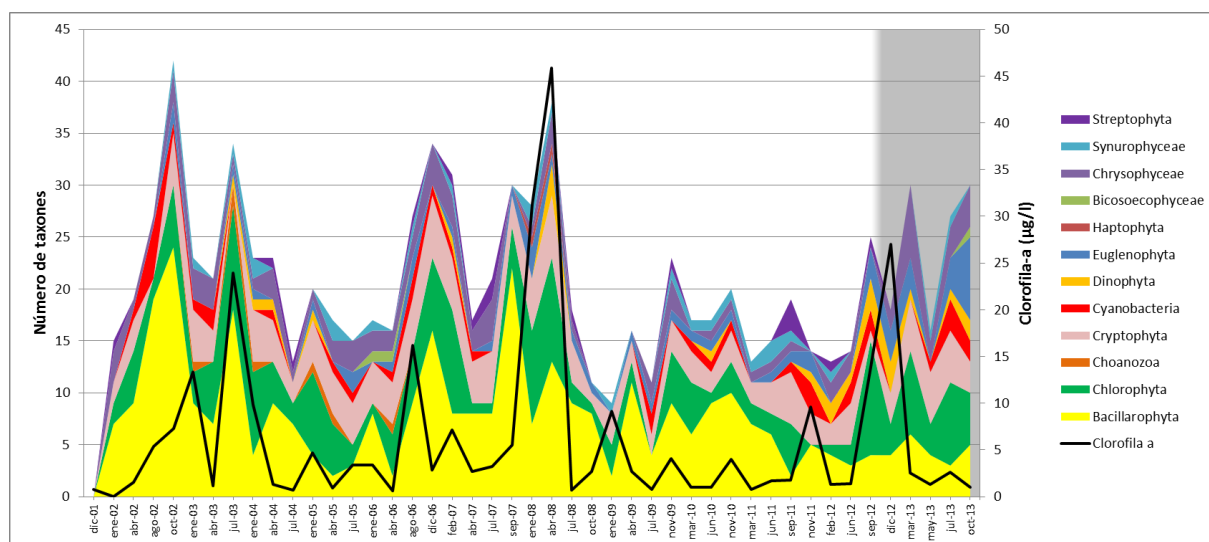


Figura 343. Evolución del número de especies de fitoplancton en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

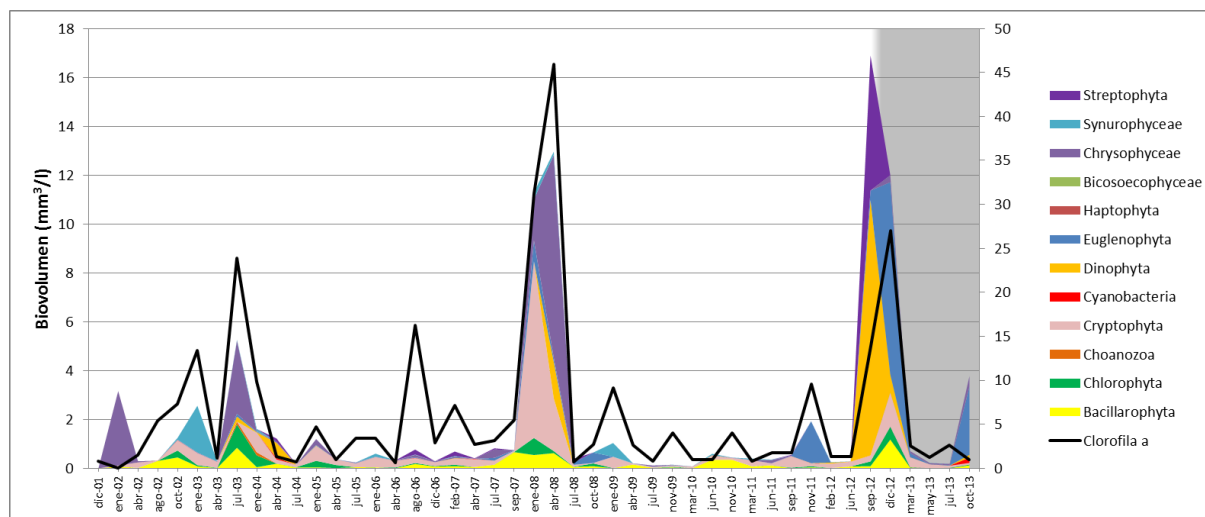


Figura 344. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 189. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Chrysophyceae; J: Synurophyceae; K: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	22	0,1586	6	0,0039	-	-	3	0,2219	5	0,0032	-	-
02/03	20	0,4248	14	0,4831	2	0,1101	3	0,2402	2	0,0018	1	0,2110
03/04	14	0,1124	6	0,0087	-	-	4	0,1307	1	0,0621	1	0,6205
04/05	8	0,0258	6	0,0629	1	0,0001	5	0,1917	2	0,0008	-	-
05/06	10	0,0911	8	0,0335	1	0,0004	7	0,2379	2	0,0077	-	-
06/07	13	0,1001	2	0,0021	-	-	6	0,2412	1	0,0164	-	-
07/08	18	0,3401	12	0,0447	-	-	8	1,1179	-	-	3	1,4938
08/09	12	0,0864	2	0,0014	-	-	2	0,0381	2	0,0010	-	-
09/10	9	0,3475	1	0,0037	-	-	3	0,1599	1	0,0016	1	0,0144
10/11	6	0,1179	2	0,0025	-	-	3	0,0784	-	-	-	-
11/12	3	0,0730	2	0,0029	-	-	4	0,1926	2	0,0028	1	0,0042
12/13	6	0,0025	10	0,0119	-	-	5	0,1206	3	0,0002	1	0,0010

Ciclo	G		H		I		J		K	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	1	0,0257	-	-	-	-
02/03	1	0,1156	-	-	3	1,5050	1	0,0264	-	-
03/04	-	-	-	-	4	0,0241	-	-	2	0,0687
04/05	2	0,0216	-	-	4	0,0087	2	0,0069	-	-
05/06	2	0,0126	-	-	3	0,0520	1	0,0143	1	0,2044
06/07	1	0,1120	-	-	4	0,1759	-	-	3	0,0324
07/08	2	0,1258	1	0,0125	3	4,1494	1	0,1281	1	0,1534
08/09	1	0,0082	-	-	2	0,0520	-	-	-	-
09/10	1	0,0124	-	-	1	0,0038	1	0,0489	-	-
10/11	1	0,0073	-	-	1	0,1329	2	0,0172	-	-
11/12	-	-	-	-	2	0,0029	2	0,0049	-	-
12/13	3	0,0112	-	-	3	0,0487	1	0,0045	-	-

Tabla 190. Métricas adicionales analizadas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	22/03/2013	10/05/2013	11/07/2013	03/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,44	0,19	0,49	0,73	0,46	
Índice Willén	0,71	0,22	0,18	3,78	1,22	Mesotrófico
IPL	21	32	32	51	38,33	Mesotrófico
ITP	21	22	18	12	18,25	Muy bueno

Tabla 191. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	3,5	Muy bueno	25,2	Bueno	Bueno
02/03	12,5	Moderado	31,6	Moderado	Moderado
03/04	1	Muy bueno	25,3	Bueno	Bueno
04/05	2,2	Muy bueno	22,8	Bueno	Bueno
05/06	8,4	Bueno	25,5	Bueno	Bueno
06/07	2,9	Muy bueno	20,4	Bueno	Bueno
07/08	23,3	Deficiente	36,3	Moderado	Moderado
08/09	1,7	Muy bueno	18,5	Muy bueno	Muy bueno
09/10	1	Muy bueno	17,8	Muy bueno	Muy bueno
10/11	1,7	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
11/12	1,4	Muy bueno	No evaluado	-	Muy bueno
12/13	1,9	Muy bueno	18,3	Muy bueno	Muy bueno

4.16.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido con respecto a los dos ciclos anteriores tanto en todas las especies encontradas, como en las específicas del tipo 24 (figura 345). El resto de métricas analizadas solo se han podido calcular desde el ciclo 2009/10, ya que los datos anteriores son de presencia y no de % de cobertura para cada especie de macrófito (figura 346).

Al elemento de calidad "Otra flora acuática" del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño le corresponde un estado "Moderado", a diferencia del ciclo 11/12 que fue Deficiente (tabla 192).

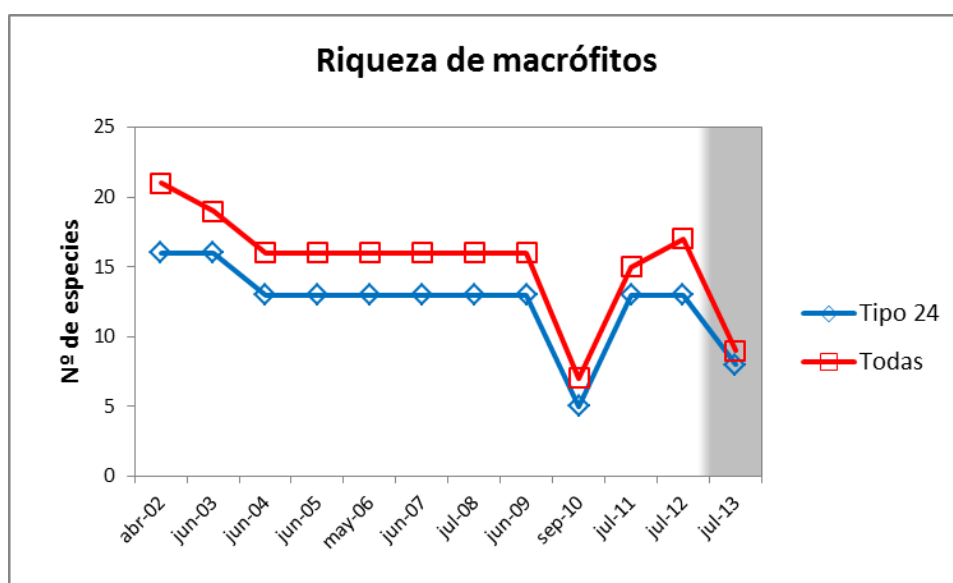


Figura 345. Evolución de la riqueza de macrófitos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

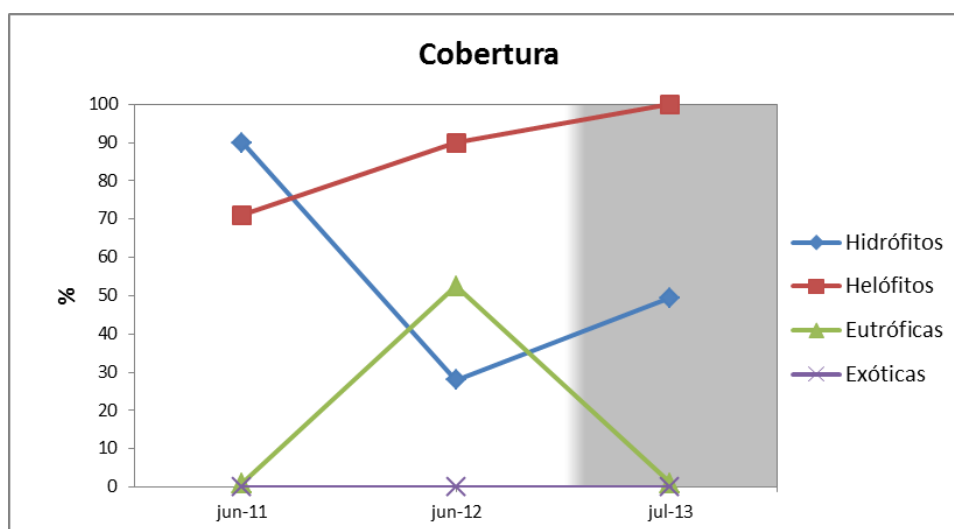


Figura 346. Evolución de la cobertura de hidrófilos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 192. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	16	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
02/03	16	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
03/04	13	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
04/05	13	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
05/06	13	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
06/07	13	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
07/08	13	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
08/09	13	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Muy bueno
09/10	5	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Deficiente
10/11	13	90	71	1	0	Bueno
11/12	13	28	90	52,5	0	Deficiente
12/13	8	49,5	100	1	0	Moderado

4.16.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 21 taxones de macroinvertebrados, prácticamente igual que en el ciclo anterior (figura 347). Los coleópteros y dípteros son los que mayor número de familias presentan, seguidos de heterópteros y crustáceos.

Se ha encontrado que la población de *Procambarus clarkii* es muy numerosa, por lo que la métrica especies introducidas de invertebrados presenta un estado de calidad C = "Deficiente/malo".

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Deficiente", al igual que en el ciclo anterior (tabla 193).

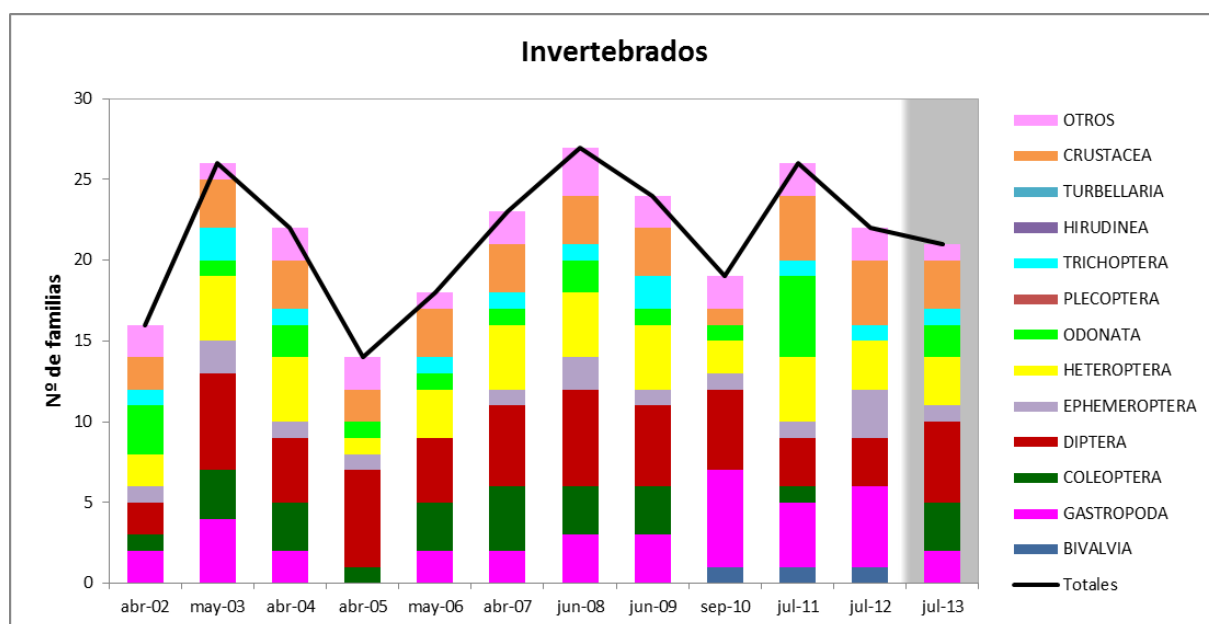


Figura 347. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 193. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	16	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
02/03	26	Bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado
03/04	22	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
04/05	14	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
05/06	18	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
06/07	23	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
07/08	27	Bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado
08/09	24	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
09/10	19	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
10/11	26	Bueno	C	Deficiente/Malo	Moderado
11/12	22	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente
12/13	21	Moderado	C	Deficiente/Malo	Deficiente

4.16.5 Fauna ictiológica

En el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño se realizó un esfuerzo de pesca eléctrica de 36 minutos, en los que se cubrió una longitud total de 51 m.

Los resultados obtenidos en el muestreo del ciclo 2012/13 (tabla 194) muestran una tendencia a la reducción de especies, solo se capturó *Lepomis gibbosus*.

Por tanto se puede concluir que en este ciclo 2012/13, el estado de calidad a aplicar el esquema de toma de decisiones, sería de: "Deficiente", al igual que en los dos ciclos anteriores (tabla 195).

Tabla 194. Resultados las diferentes métricas en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (cm)	Pm (g)	Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE
19-sep-07	<i>Gambusia holbrooki</i>	5	2,34	No evaluado	No evaluado	No evaluado
	<i>Lepomis gibbosus</i>	32	3,5	No evaluado	No evaluado	No evaluado
12-sep-11	<i>Esox lucius</i>	5	25,9	128,4	642	5
	<i>Gambusia holbrooki</i>	84	2,6	0,2	16,9	84
	<i>Lepomis gibbosus</i>	128	4,5	2,4	301,9	128
	<i>Tinca tinca</i>	10	5,8	2,2	22	10
24-sep-12	<i>Esox lucius</i>	11	30,8	313	3444,3	11
	<i>Gambusia holbrooki</i>	30	2,7	0	30	150
	<i>Lepomis gibbosus</i>	143	2,9	1	437	715
	<i>Tinca tinca</i>	8	9,7	15	604,5	40
11-jul-13	<i>Lepomis gibbosus</i>	8	7,8	11,8	0,35	29

Tabla 195. Resultados del elemento de calidad "Fauna ictiológica" en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
02/03	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
03/04	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
04/05	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
05/06	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	SI	0	2	NO	Moderado	Deficiente
07/08	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
08/09	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
09/10	NO	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Estable
10/11	SI	1	3	NO	Moderado	Deficiente
11/12	SI	1	3	NO	Moderado	Deficiente
12/13	SI	0	1	NO	Moderado	Deficiente

4.16.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: profundidad de visión del disco de Secchi, conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 187). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico del humedal de Salburua-Betoño durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha alcanzado un máximo de 1,5 m en marzo y mayo y un mínimo de 0,5 m en diciembre. Estos valores son muy similares a los obtenidos en ciclos anteriores, donde el valor máximo no ha sobrepasado 1,6 m (figura 348).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 24 en los que se encuadra el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño.

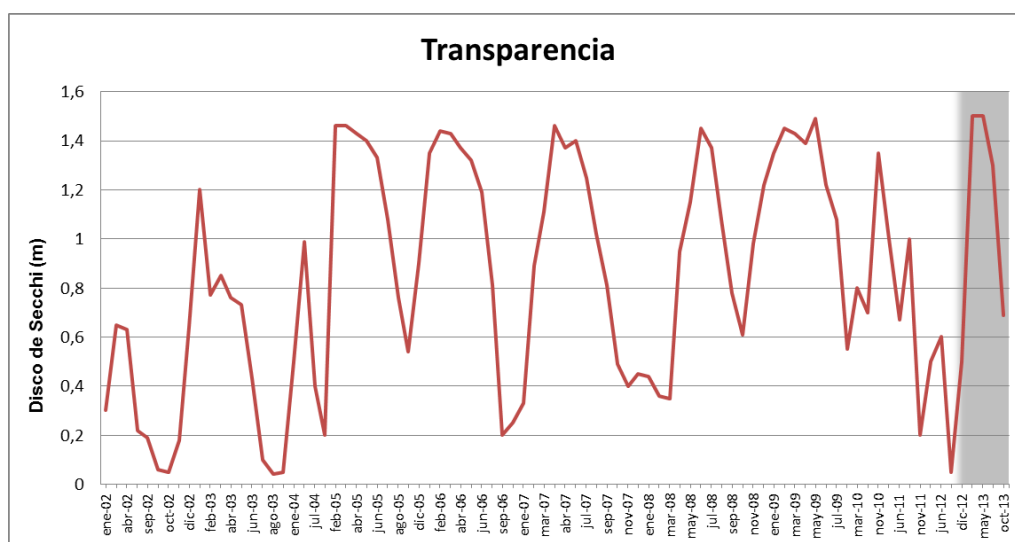


Figura 348. Evolución de la transparencia en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 349) refleja los valores medidos a nivel de superficie en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño, con valores desde 157 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (enero 2002) hasta 1077 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (noviembre 2010). El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que los ciclos anteriores (tabla 196).

En la figura 350 se representan los valores de pH, obtenidos a nivel de superficie. El valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en noviembre de 2010 con 7,1 y el máximo 9,3 medido en septiembre de 2012. El promedio del pH para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño es de 7,7, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13, como en ciclos anteriores (tabla 196).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 351) presentan un máximo en el mes de julio (24,7°C) y un mínimo en diciembre de 2012 (6,7°C).

En el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño se ha observado un descenso acusado de la oxigenación del agua a partir de julio de 2013, con un mínimo de 4,6 mg/l y 55,1% de oxígeno disuelto en julio de 2013 (figuras 352 y 353).



Figura 349. Evolución de la conductividad en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

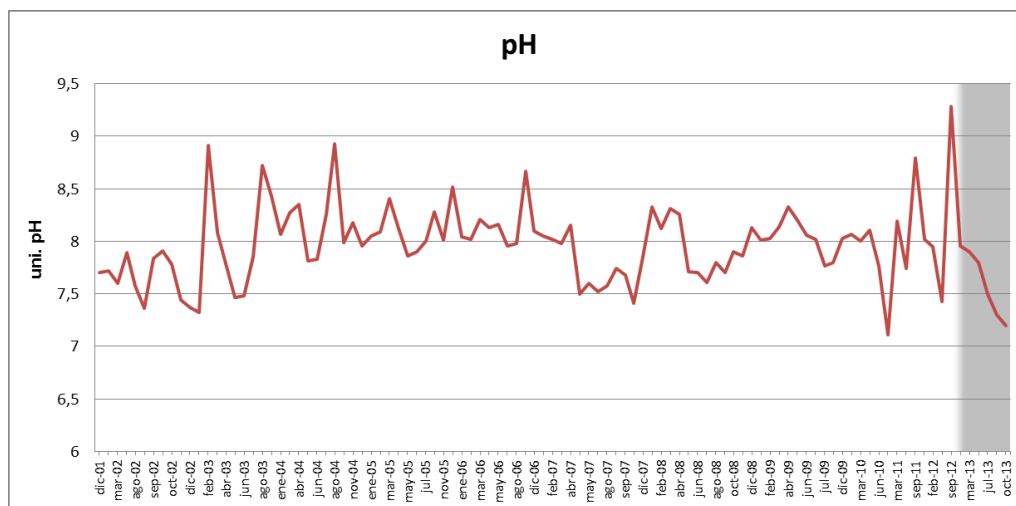


Figura 350. Evolución del pH en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

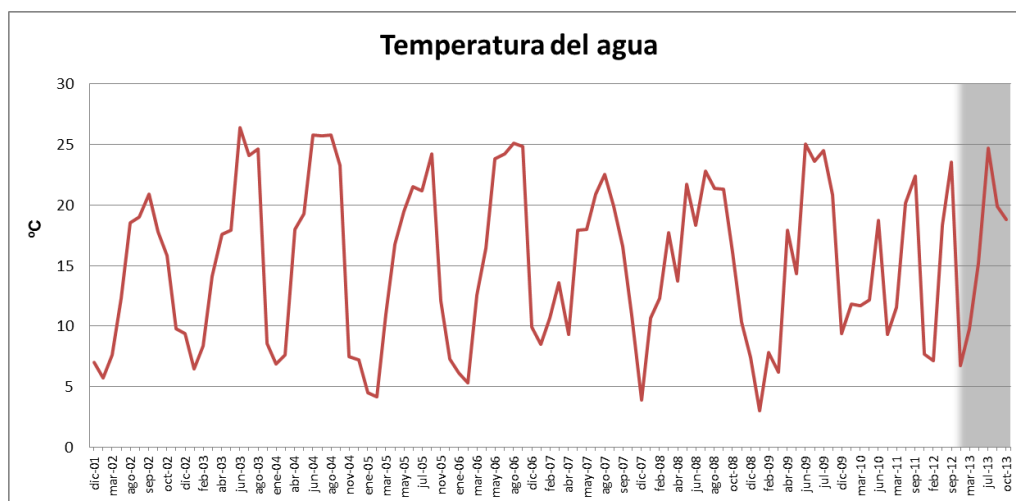


Figura 351. Evolución de la temperatura del agua en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

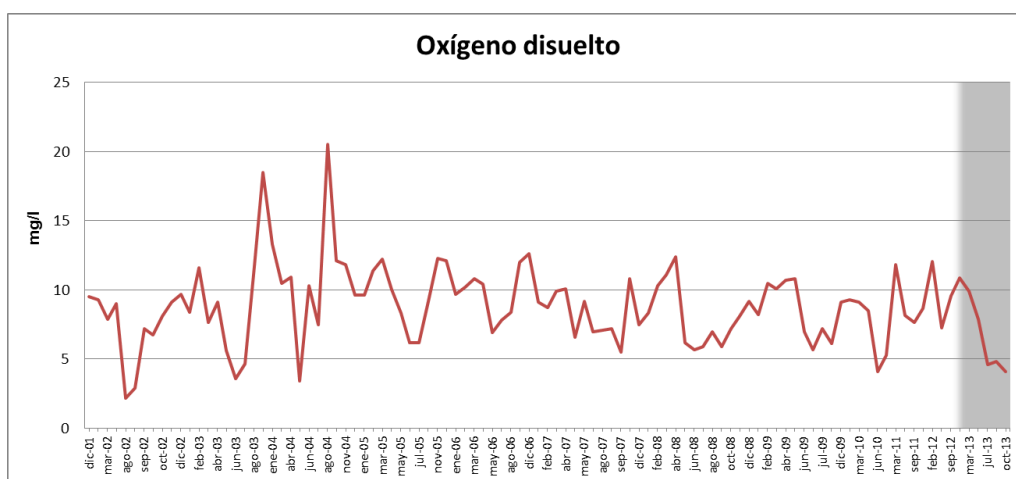


Figura 352. Evolución del oxígeno disuelto en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

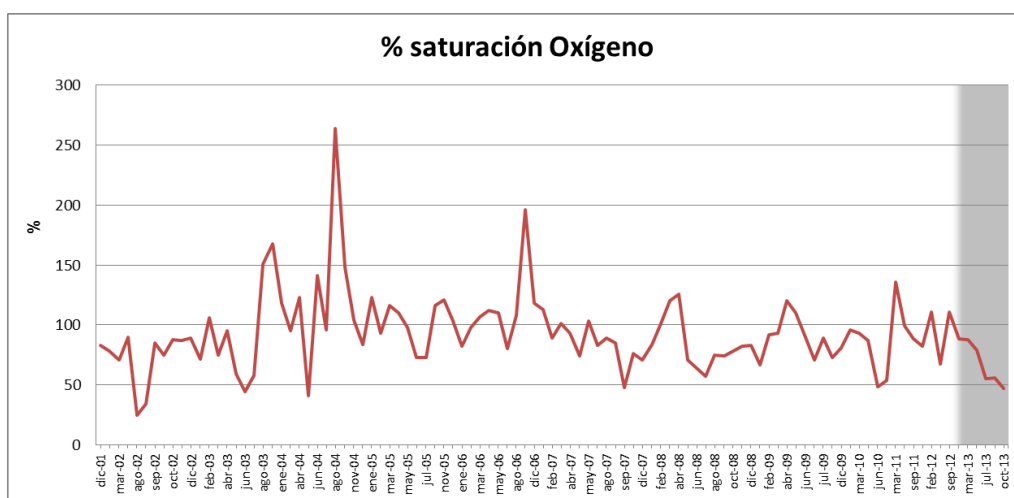


Figura 353. Evolución del % de saturación de oxígeno en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor del histórico, se obtuvo en abril de 2006 con 5,4 meq/l (figura 354). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 4,03 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en los ciclos anteriores (tabla 196).

El promedio de fósforo total para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño es de 94,5 µg/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13 (figura 355) lo que supone un descenso en la calidad con respecto a los dos últimos ciclos (tabla 196).

Los ortofosfatos se han mantenido por debajo de los 0,1 mg/l, con un máximo de 0,081 mg/l medido en junio de 2010 (figura 356).

En la figura 357 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 2,047 mg/l, obtenido en marzo de 2011. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,06 mg/l en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño (figura 358).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 359) se obtuvo un máximo de 7,9 mg/l en septiembre de 2012. Los valores obtenidos en el ciclo 2012/13 han sido inferiores a 1,5 mg/l.

El amonio (figura 360) presentó un máximo de 2,2 mg/l en marzo de 2011.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, con valores inferiores a los 4 mg/l (figura 361).

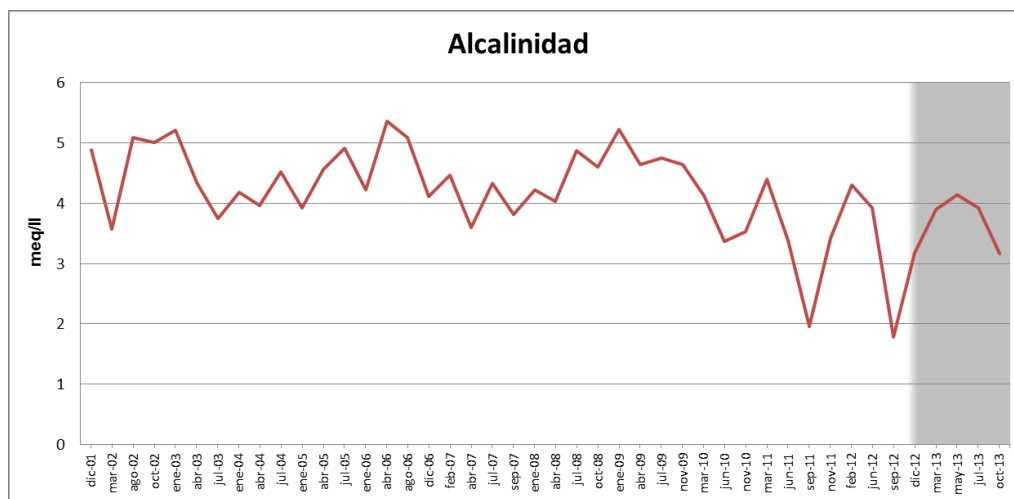


Figura 354. Evolución de la alcalinidad en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

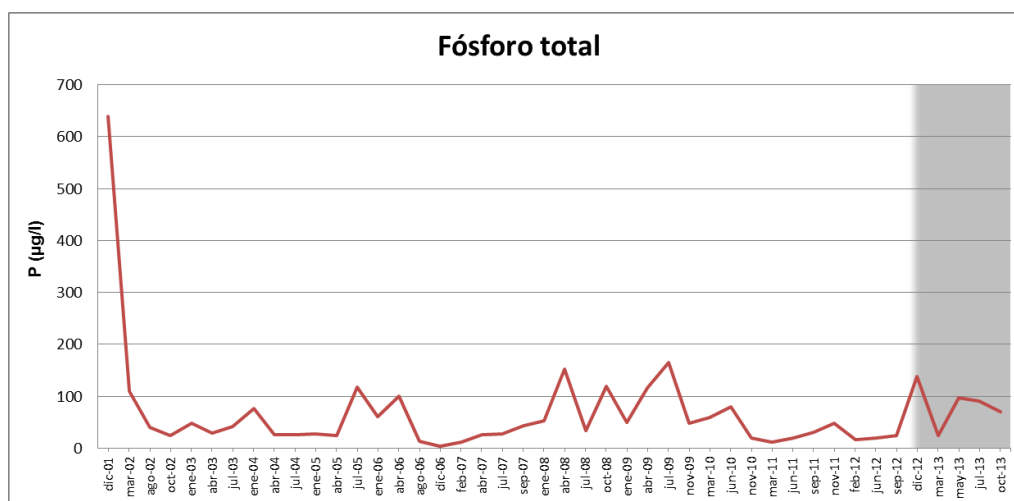


Figura 355. Evolución del fósforo total en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

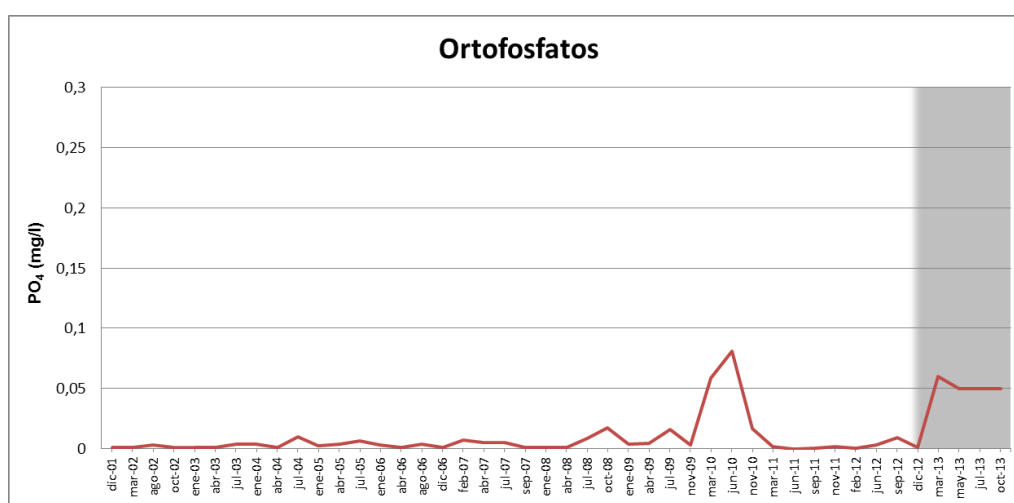


Figura 356. Evolución de los ortofosfatos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

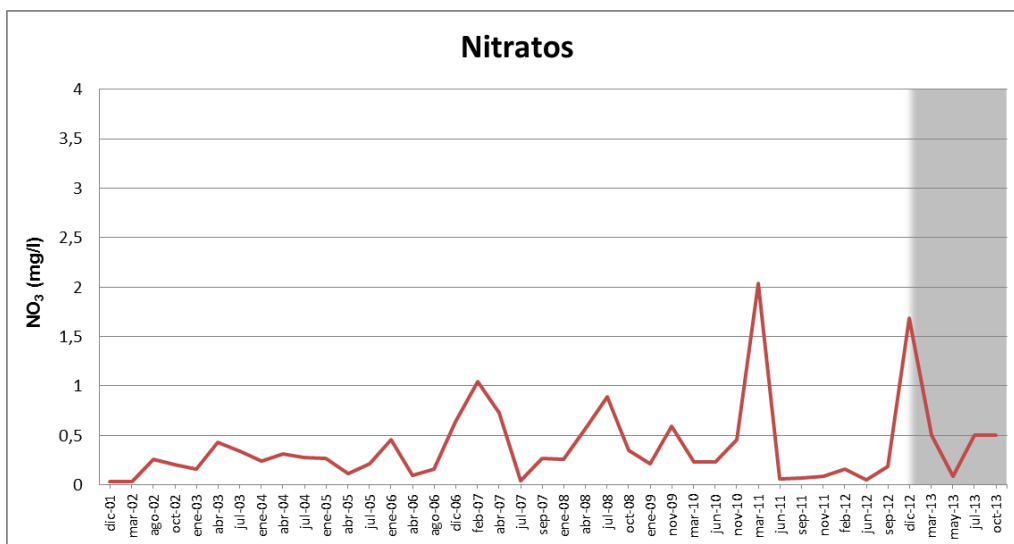


Figura 357. Evolución de los nitratos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

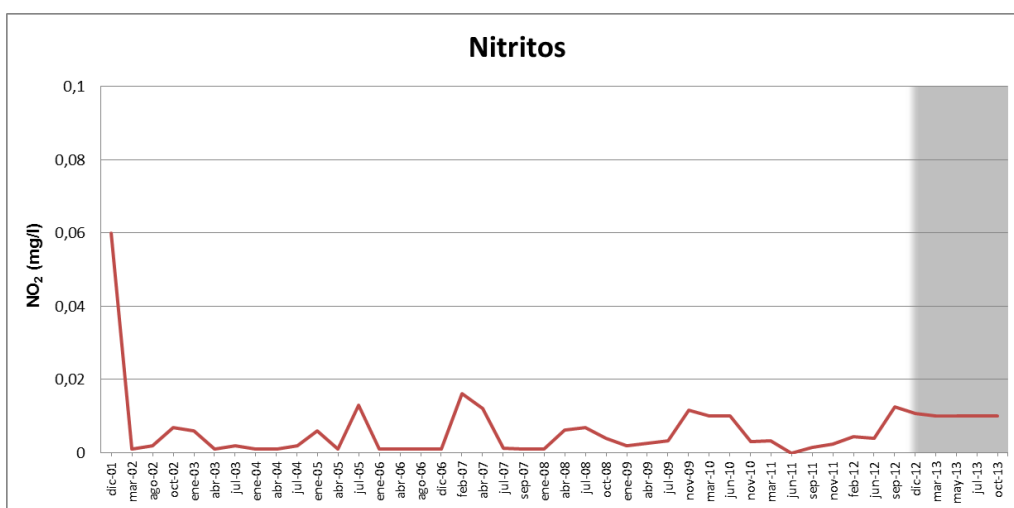


Figura 358. Evolución de los nitritos en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

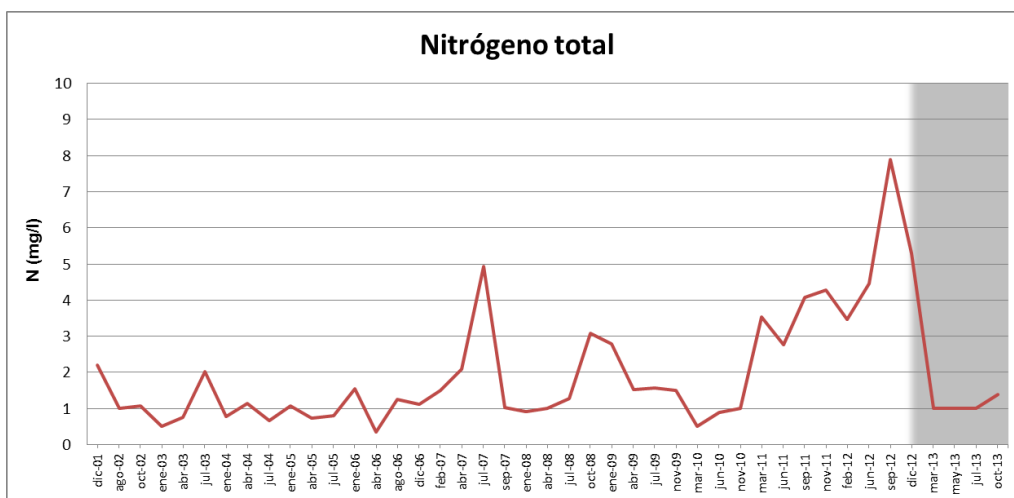


Figura 359. Evolución del nitrógeno total en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

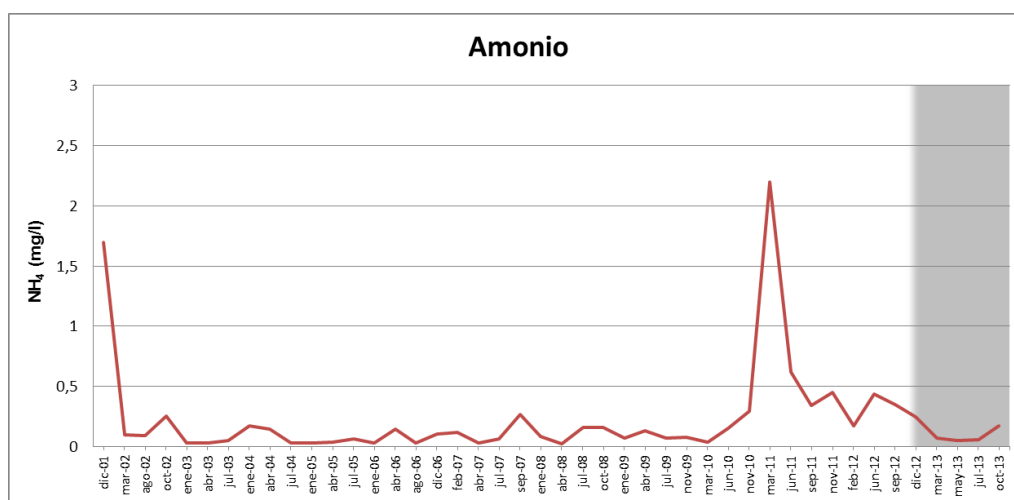


Figura 360. Evolución del amonio en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

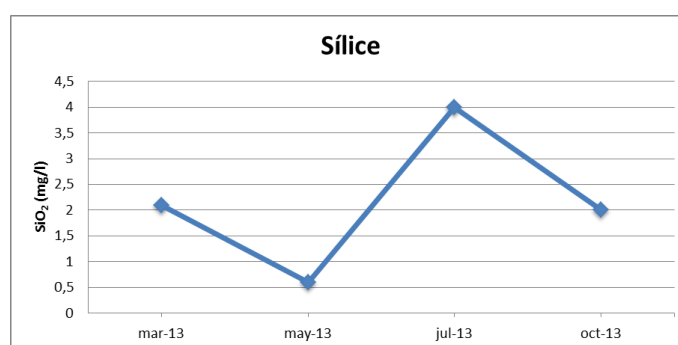


Figura 361. Evolución del sílice en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño en el ciclo 2012/13.

Tabla 196. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Estado N
01/02	704	Muy bueno	7,7	$\geq$ Bueno	4,3	Muy bueno	Muy bueno	75	Moderado
02/03	488	Muy bueno	7,7	$\geq$ Bueno	4,04	Muy bueno	Muy bueno	36	Bueno
03/04	495	Muy bueno	8	$\geq$ Bueno	4,2	Muy bueno	Muy bueno	26,4	Muy bueno
04/05	404	Muy bueno	7,9	$\geq$ Bueno	4,7	Muy bueno	Muy bueno	71,4	Moderado
05/06	441	Muy bueno	8,1	$\geq$ Bueno	5,2	Muy bueno	Muy bueno	57,2	Bueno
06/07	440	Muy bueno	7,6	$\geq$ Bueno	3,96	Muy bueno	Muy bueno	27,1	Muy bueno
07/08	540	Muy bueno	7,7	$\geq$ Bueno	4,5	Muy bueno	Muy bueno	93,3	Moderado
08/09	501	Muy bueno	8,1	$\geq$ Bueno	4,7	Muy bueno	Muy bueno	140,1	Moderado
09/10	425	Muy bueno	7,8	$\geq$ Bueno	3,4	Muy bueno	Muy bueno	80	Moderado
10/11	403	Muy bueno	7,7	$\geq$ Bueno	3,4	Muy bueno	Muy bueno	20	Muy bueno
11/12	525	Muy bueno	7,4	$\geq$ Bueno	3,9	Muy bueno	Muy bueno	20	Muy bueno
12/13	510	Muy bueno	7,7	$\geq$ Bueno	4,03	Muy bueno	Muy bueno	91	Moderado

4.16.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño ha oscilado de los 1,5 m medidos en marzo de 2013 a los 0,01 m de enero de 2007, encontrándose seca en varias ocasiones en los años 2006, 2007 y 2008 (figura 362).

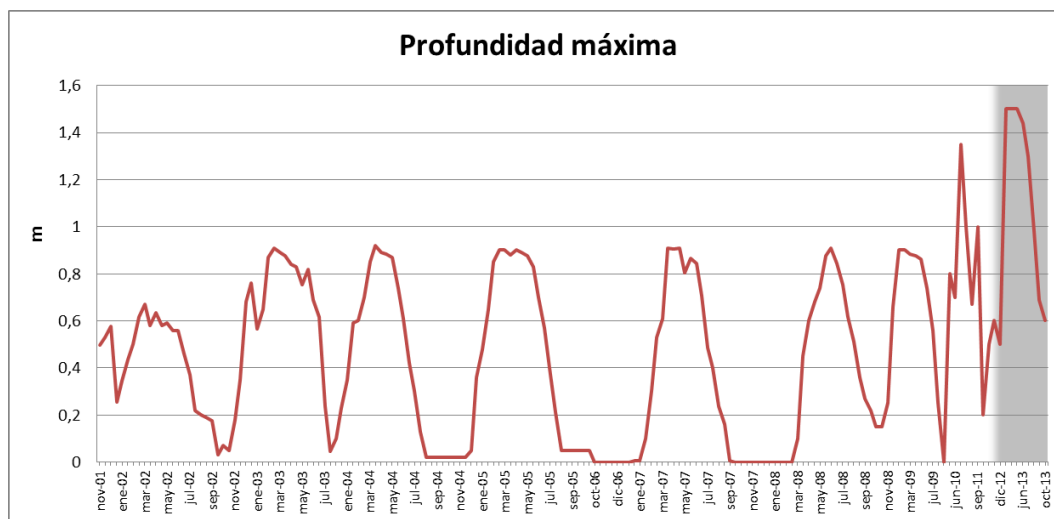


Figura 362. Variación de la profundidad máxima en el encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo SALBURUA-1 de la masa de agua subterránea: Vitoria. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

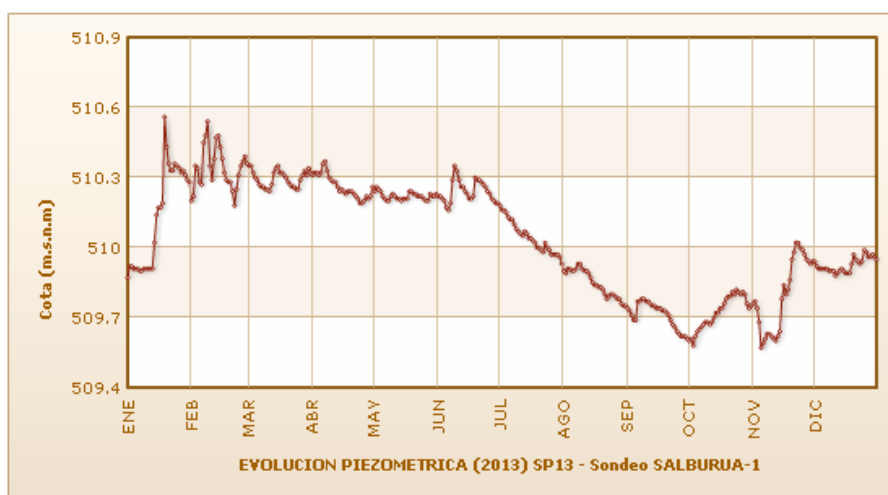


Figura 363. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo SALBURUA-1 para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** Las explotaciones agrícolas afectan a más del 50% de la cuenca, los caudales asociados están regulados al menos parcialmente y existen aportes artificiales de aguas no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** Existen drenajes pero en este ciclo no se ha llevado a cabo ninguna alteración, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.
- **Alteraciones del hidroperiodo y régimen de fluctuación.** Existen drenajes, derivaciones de agua y aportes artificiales de aguas no naturales, aunque en este ciclo se ha respetado el régimen de fluctuación e hidroperiodo natural, por lo que el estado de calidad se considera “Muy bueno”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** Existe acumulación antrópica de sedimentos, dragados, ahondamiento de la cubeta, canales de drenaje, muros de contención, y más del 50% de la superficie de la cuenca está ocupada por usos no naturales, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** Se ha detectado acumulación antrópica de materiales, reforzamientos de la orilla, y reducción de la cobertura natural de la vegetación riparia, por lo que el estado se considera “Bueno o inferior”.

4.16.8 Estado ecológico

En la tabla 197 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño es Deficiente, como en la mayoría de ciclos anteriores.

Tabla 197. Valoración del estado ecológico del encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado biológico
01/02	Bueno	Muy bueno	Deficiente	-	Deficiente
02/03	Moderado	Muy bueno	Moderado	-	Moderado
03/04	Bueno	Muy bueno	Deficiente	-	Deficiente
04/05	Bueno	Muy bueno	Malo	-	Malo
05/06	Bueno	Muy bueno	Deficiente	-	Deficiente
06/07	Bueno	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente
07/08	Moderado	Muy bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente
09/10	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
10/11	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente
11/12	Muy bueno	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
12/13	Muy bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
06/07	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
07/08	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
08/09	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
09/10	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
10/11	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
11/12	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
02/03	Moderado	Bueno	≤Bueno	Moderado
03/04	Deficiente	Muy bueno	≤Bueno	Deficiente
04/05	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
05/06	Deficiente	Bueno	≤Bueno	Deficiente
06/07	Deficiente	Muy bueno	≤Bueno	Deficiente
07/08	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
08/09	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
09/10	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente
10/11	Deficiente	Muy bueno	≤Bueno	Deficiente
11/12	Deficiente	Muy bueno	≤Bueno	Deficiente
12/13	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	Deficiente

El estado ecológico de este humedal es Deficiente debido principalmente a la concentración de nutrientes a la presencia especies alóctonas tanto de peces como de invertebrados.

Las recomendaciones para mejorar el estado ecológico de este humedal coinciden con las realizadas en ciclos anteriores:

- Se deben establecer mecanismos de control de los aportes de nutrientes, tanto procedentes de sistemas agrícolas como de aguas residuales urbanas,
- Control de la fauna introducida por medio de descastes de peces y erradicación de las poblaciones de cangrejo rojo, medidas que ya se están realizando.

4.17 Humedal de Bolue

El humedal de Bolue se ubica en la cuenca hidrológica de Larrainazubi subunidad hidrológica Ibaizabal, dentro del municipio de Getxo. Se encuadra en una zona de ritmo climático mediterráneo y pertenece al sitio Ramsar “Humedales Salburua”.

El humedal de Bolue no está definido como masa de agua y no tiene definida su tipología. Por sus características podría asimilarse a la tipología 24 del MAGRAMA: “Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja o media”.

Tabla 198. Características y tipología del humedal de Bolue.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
Sin definir	Sin definir	Cantábrico Oriental	Natural	24: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja o media	Ritmo climático atlántico. Humedales de llanura aluvial

El humedal de Bolue se sitúa en la masa de agua subterránea: Getxo-Bergara.

El humedal de Bolue tiene asociado un arroyo de entrada (BOL-E) y uno de salida (BOL-S) que también han sido objeto de estudio durante el ciclo 2012-2013.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en el humedal (BOL-H) y en el arroyo de entrada (BOL-E) y en el de salida (BOL-S):



Figura 364. Ubicación de los puntos de toma de muestras en el humedal de Bolue (BOL-H), en el arroyo de entrada (BOL-E) y en el de salida (BOL-S).

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en humedal de Bolue (BOL-H) son los siguientes:

Tabla 199. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en el humedal de Bolue.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Chla	4,9	<7,8	7,8-10,9	11-19,8	19,9-38	>38
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macrófitos						
Riqueza específica macrófitos	15	>9	>9	9-6	5-4	<4
Cobertura total de hidrófitos	80	>75	75-50	49-25	24-1	0
Cobertura total de helófitos	100	>90	90-75	74-30	29-10	<10
Cobertura especies eutróficas	0	<1	1-10	11-50	51-70	>70
Cobertura especies exóticas	0	0	1-5	6-25	26-50	>50
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
Acidificación pH		7-9,5	7-9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5	≤7 o ≥9,5
Acidificación Alcalinidad	>1	0,75-1	0,75-0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Salinidad Conductividad	<3000	3000-3150	3150-3600	>3600	>3600	>3600
Nutrientes PT		<30	30-70	>70	>70	>70
Régimen hidrológico						
Régimen de llenado	0	0	1	1	1	1
Régimen de vaciado	0	0	1	1	1	1
Hidroperiodo y régimen fluctuación	0	0	1	1	1	1
Régimen de estratificación	0	0	1	1	1	1
Condiciones morfológicas						
Estado y estructura de la cubeta	0	0	1	1	1	1
Estado y estructura zona ribereña	0	0	1	1	1	1

4.17.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en el humedal de Bolue (BOL-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto del humedal durante la realización de los muestreos.



Figura 365. Humedal de Bolue (BOL-H) durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo BOL-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 200. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en BOL-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	21/02/2013	13/05/2013	09/07/2013	07/10/2013
Temperatura del aire (°C)	9,4	12,5	23,1	18,1
Disco de Secchi (m)	0,47	0,9	0,73	0,47
Profundidad máxima (m)	0,8	0,9	0,73	0,81

Durante 2013 se realizaron los cuatro muestreos en el arroyo de entrada (BOL-E) y en el arroyo de salida (BOL-S). El aspecto del punto de toma de muestras en BOL-E se presenta en la figura 363 y en BOL-S en la figura 364.



Figura 366. Arroyo de entrada del humedal de Bolue durante los muestreos de 2013.



Figura 367. Arroyo de salida del humedal de Bolue durante los muestreos de 2013.

Los datos obtenidos “in situ” se presentan en la tabla 201 para el arroyo de entrada (BOL-E) y en la tabla 202 para el arroyo de salida (BOL-S).

Tabla 201. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en BOL-E en el año 2013.

Parámetro (unidad)	21/02/2013	13/05/2013	15/07/2013	07/10/2013
Anchura (m)	4	1,8	1,8	1,5
Profundidad (m)	0,35	0,28	0,45	0,4
Velocidad (m/s)	0,25	0,45	0,13	0,28
Caudal (m ³ /s)	0,49	0,23	0,11	0,17

Tabla 202. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en BOL-S en el año 2013.

Parámetro (unidad)	21/02/2013	13/05/2013	15/07/2013	07/10/2013
Anchura (m)	4,2	4,2	4,2	4
Profundidad (m)	0,35	0,35	0,35	0,34
Velocidad (m/s)	0,3	0,29	0,3	0,17
Caudal (m ³ /s)	0,44	0,43	0,44	0,23

4.17.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en el humedal de Bolue son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del potencial ecológico se ha promediado, siempre que ha sido posible, las campañas de mayo y julio. En el caso de los datos históricos, se ha tomado el valor más aproximado: abril y junio.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 368 cabe destacar la disminución del número de especies de diatomeas y el aumento de especies de euglenophytas.

En la figura 369 observamos que el humedal tienen una productividad alta sobre todo en verano – otoño. El grupo dominante ha sido el de las euglenophytas seguidas por cryptophytas.

En la tabla 203 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 204 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

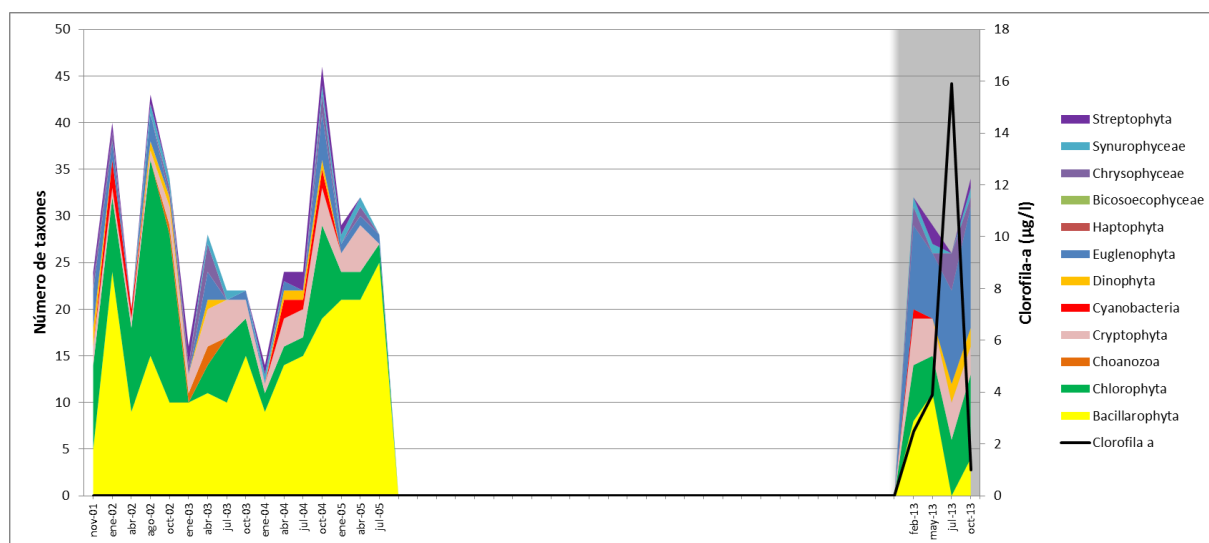


Figura 368. Evolución del número de especies de fitoplancton en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

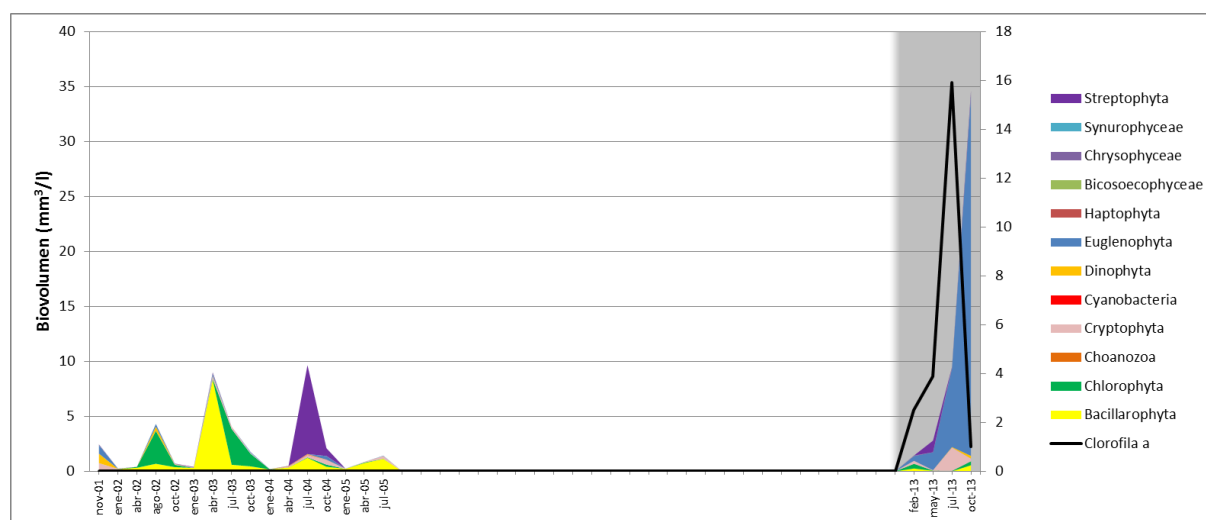


Figura 369. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 203. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en el humedal de Bolue entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Chrysophyceae; J: Synurophyceae; K: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	20	0,5034	26	1,5358	-	-	2	0,0110	1	0,0014	1	0,3629
02/03	14	4,4508	8	1,6726	2	0,0605	5	0,1950	-	-	1	0,0346
03/04	21	0,7849	4	0,0286	-	-	5	0,1410	2	0,0296	2	0,0356
04/05	30	0,9373	4	0,0391	-	-	5	0,1483	1	0,0014	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	11	0,0257	8	0,0241	-	-	5	1,0840	-	-	2	0,0244

Ciclo	G		H		I		J		K	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	3	0,2425	-	-	-	-	-	-	1	0,0008
02/03	3	0,1861	-	-	3	0,1437	1	0,0158	-	-
03/04	1	0,0176	-	-	-	-	2	0,0796	3	4,0459
04/05	2	0,0301	-	-	1	0,0014	0	0,0000	-	-
05/06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	12	4,3873	-	-	4	0,0605	1	0,0006	2	0,5280

Tabla 204. Métricas adicionales analizadas en el humedal de Bolue en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	21/02/2013	13/05/2013	09/07/2013	07/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,28	0,78	1,38	0,63	0,77	Eutrófico
Índice Willén	1,46	2,79	9,48	34,60	12,08	
IPL	71	83	89	80	84	Mesotrófico
ITP	15	37	39	16	26,75	Bueno

Tabla 205. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase	ITP	Clase	Estado
01/02	No evaluado	-	57,3	Deficiente	Deficiente
02/03	No evaluado	-	34	Moderado	Moderado
03/04	No evaluado	-	17,9	Muy bueno	Muy bueno
04/05	No evaluado	-	23,1	Bueno	Bueno
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	-
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	-
09/10	No evaluado	-	No evaluado	-	-
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	9,9	Bueno	26,6	Bueno	Bueno

4.17.3 Otra flora acuática

En el ciclo hidrológico 2012/13 la riqueza específica de macrófitos ha descendido, especialmente en los helófitos, con respecto a los años en los que se tiene información (figura 370).

En la figura 371 se observa que la cobertura de hidrófitos y helófitos es muy abundante, así como la de especies eutróficas debido a la proliferación de algas clorofíceas.

Al elemento de calidad "Otra flora acuática" del humedal de Bolue le corresponde un estado "Moderado" (tabla 206).

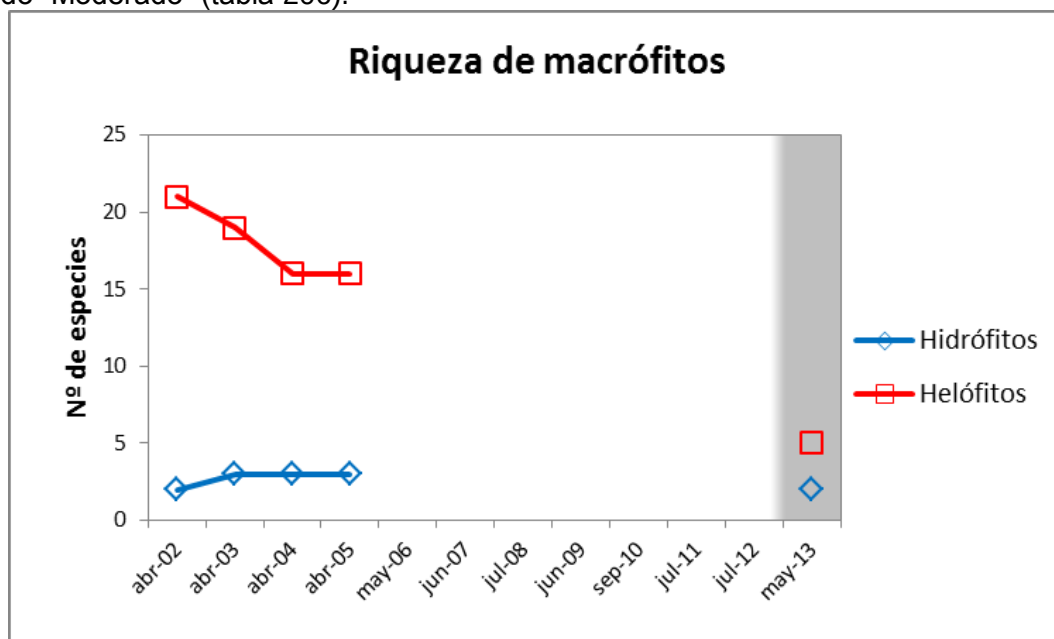


Figura 370. Evolución de la riqueza de macrófitos en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

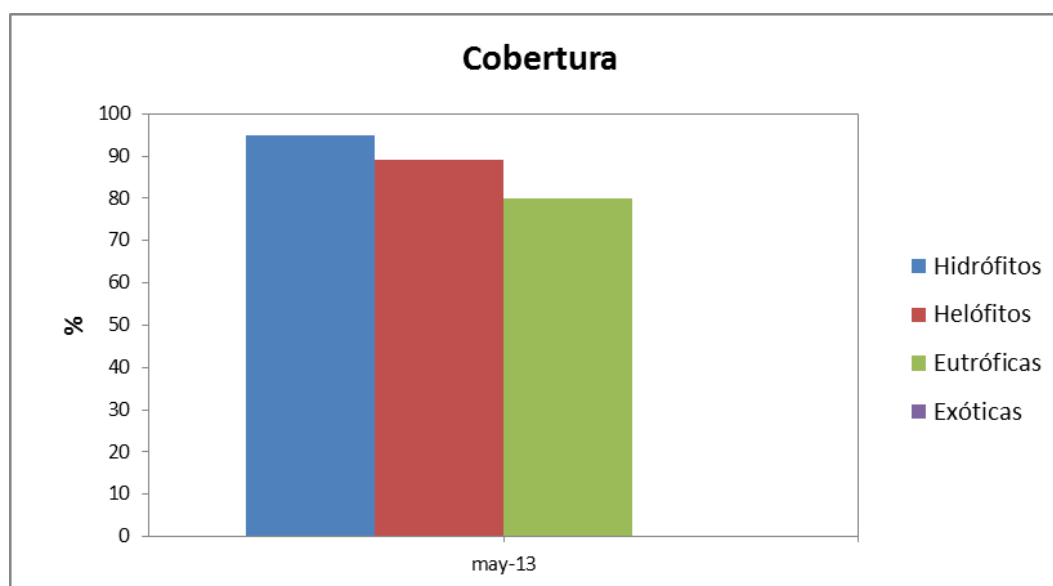


Figura 371. Cobertura de hidrófitos, helófitos, especies eutróficas y especies exóticas en el humedal de Bolue en el año 2013.

Tabla 206. Resultados del elemento de calidad "Otra flora acuática" en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Rma	%CobHi	%CobHe	%CobEu	%CobEx	Estado
01/02	11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
02/03	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
03/04	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
04/05	12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	Bueno
05/06	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
07/08	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
08/09	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
09/10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
10/11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
11/12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
12/13	7	95	89	80	0	Moderado

4.17.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 10 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 372). Los crustáceos son los que mayor número de familias presentan, seguidos de heterópteros y gasterópodos.

Se ha encontrado algunos ejemplares de *Procambarus clarkii*. La métrica de especies introducidas de invertebrados puede considerarse que sigue presentando un estado de calidad C = "Deficiente/malo".

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad del humedal de Bolue para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es "Malo", al igual que en ciclos anteriores (tabla 207).

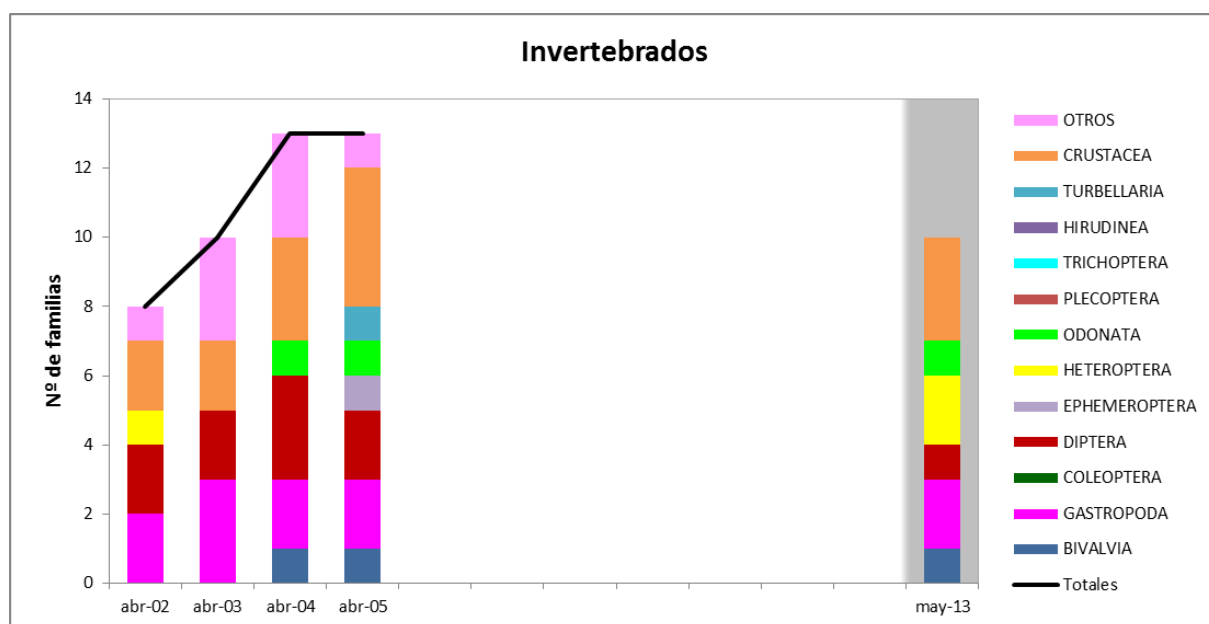


Figura 372. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 207. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	8	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
02/03	10	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
03/04	13	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
04/05	13	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	-
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	-
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	-
09/10	No evaluado	-	No evaluado	-	-
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	10	Malo	C	Deficiente/Malo	Malo

4.17.5 Fauna ictiológica

En el humedal de Bolue se realizó un esfuerzo de pesca eléctrica de 29,2 minutos, en los que se cubrió una longitud total de 63 m.

Los resultados obtenidos en el muestreo del ciclo 12/13 (tabla 211) muestran la presencia de *Parachondrostoma miegii* y la ausencia de *Gasterosteus aculeatus* y *Carassius auratus*.

Tabla 208. Resultados las diferentes métricas en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (g)	Pm (g)	Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE
23-jul-02	<i>Anguilla anguilla</i>	3	33,2	267,4	No evaluado	No evaluado
	<i>Carassius auratus</i>	25	6,5	7,9	No evaluado	No evaluado
	<i>Gambusia holbrooki</i>	35	4,2	1,2	No evaluado	No evaluado
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2	4,3	0,9	No evaluado	No evaluado
09-jul-13	<i>Anguilla anguilla</i>	2	38,9	112	1088,4	9,7
	<i>Gambusia holbrooki</i>	7	4,1	1,3	34,4	25,9
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	16	9	8,4	459,8	55,1

Tabla 209. Resultados del elemento de calidad "Fauna ictiológica" en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	SI	2	2	No evaluado	No evaluado	Deficiente
02/03	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
03/04	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
04/05	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
05/06	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
06/07	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
07/08	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
08/09	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
09/10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
10/11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
11/12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
12/13	SI	2	1	SI	Moderado	Moderado

4.17.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en el humedal de Bolue ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: profundidad de visión del disco de Secchi, conductividad, pH, alcalinidad y fósforo total, han sido utilizados para la evaluación del estado ecológico, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase de calidad (tabla 199). El resto de parámetros analizados: temperatura, oxígeno disuelto, potencial Redox, turbidez, nitratos, nitritos, nitrógeno total, ortofosfatos y sílice, si bien no tienen valores que nos indiquen una clase de calidad determinada, nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico del humedal de Bolue durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha tenido un máximo de 0,9 m en mayo y un mínimo de 0,47 m en febrero y octubre. Estos valores son ligeramente superiores a los obtenidos en ciclos anteriores, donde el valor máximo no ha sobrepasado 0,5 m (figura 373).

Esta métrica no se evalúa para los humedales del tipo 24 a los que se ha asimilado el humedal de Bolue.

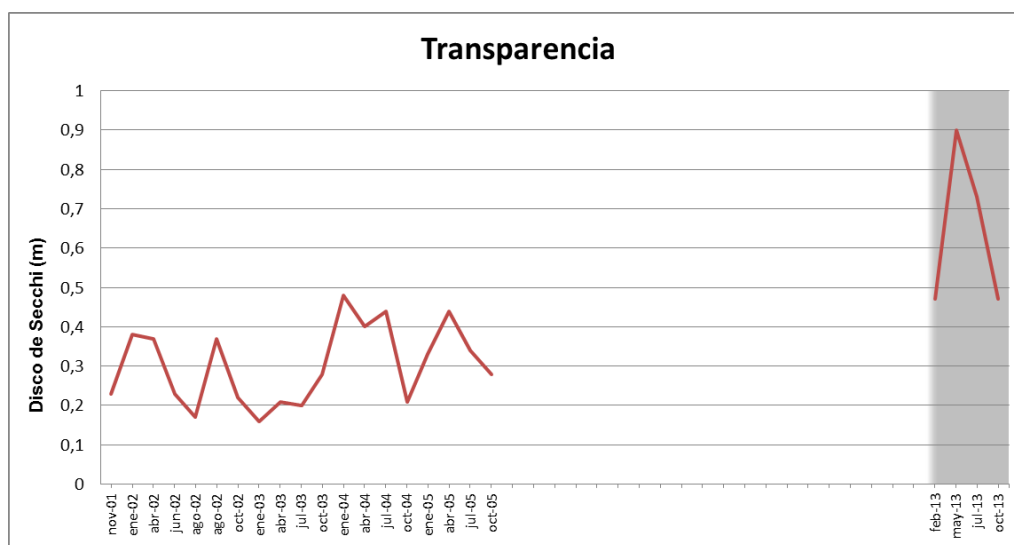


Figura 373. Evolución de la transparencia en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 374) refleja los valores medidos a nivel de superficie en el humedal de Bolue, con un valor máximo medido en febrero de 2013 de 1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un valor mínimo de 124,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en enero de 2002. El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo) ha sido de 621 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13, al igual que los ciclos anteriores (tabla 210).

En la figura 375 se representan los valores de pH, obtenidos a nivel de superficie. El valor mínimo medido hasta el momento se obtuvo en octubre de 2013 con 7 y el máximo 8,7 medido en junio de 2002. El valor para el periodo de evaluación de la métrica (mayo y julio) ha sido de 8,1, que indica un estado de calidad “Bueno o superior” para el ciclo 2012/13, al igual que los ciclos anteriores (tabla 210).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 376) presentan un máximo en el mes de julio (24,4°C) y un mínimo en febrero (12,8°C).

En el humedal de Bolue se ha observado una sobresaturación de oxígeno en el agua (figuras 377 y 378).



Figura 374. Evolución de la conductividad en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

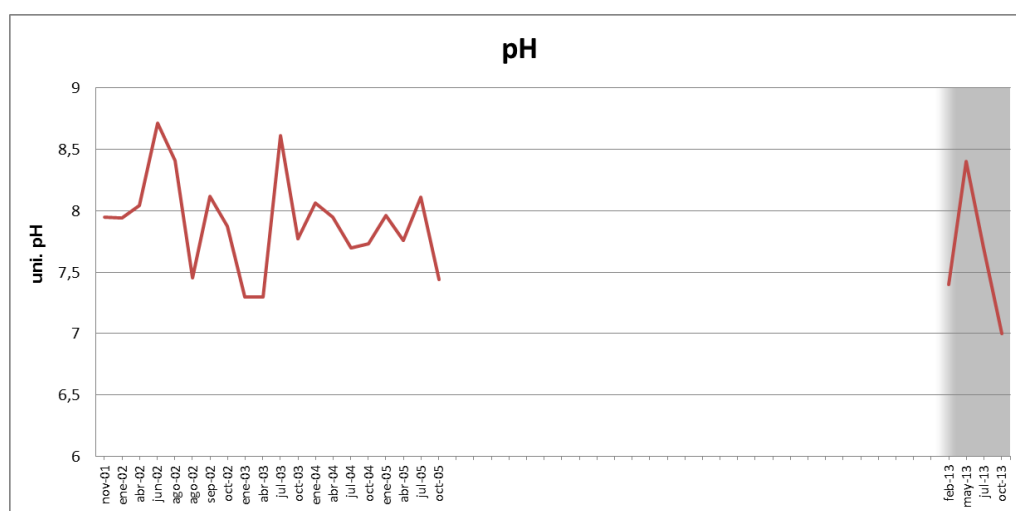


Figura 375. Evolución del pH en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

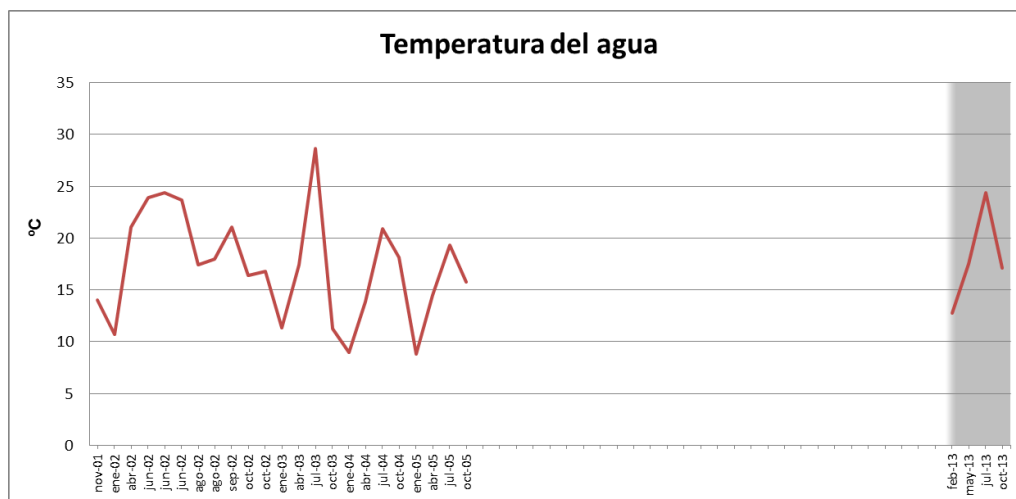


Figura 376. Evolución de la temperatura del agua en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).



Figura 377. Evolución del oxígeno disuelto en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

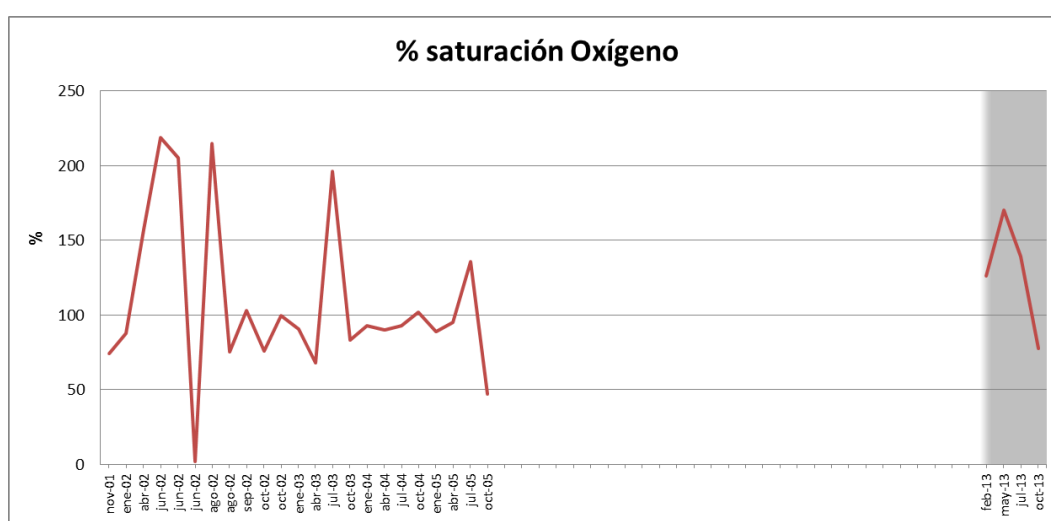


Figura 378. Evolución del % de saturación de oxígeno en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad, el máximo valor del histórico, se obtuvo en enero de 2005 con 4,8 meq/l (figura 379). Durante el ciclo 2012/13 el valor osciló entre 2,4 y 3,9 meq/l. El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 3,16 meq/l, que indica un estado de calidad “Muy bueno” para el ciclo 2012/13. Teniendo en cuenta estas dos métricas: pH y alcalinidad, el estado de calidad basado en el indicador estado de acidificación en el humedal de Bolue en el ciclo 2012/2013 es “Muy bueno” como en los ciclos anteriores (tabla 210).

El fósforo total obtuvo su mayor valor en agosto de 2002 con 388,2 µg/l y el mínimo en enero de 2005 con 27,1 µg/l. Durante el ciclo 2012/13 el valor del fósforo total osciló entre los 55 µg/l en febrero y los 230 µg/l medidos en octubre (figura 380). El promedio para las épocas de evaluación de la métrica (mayo y julio) es de 137,5 meq/l, que indica un estado de calidad “Moderado o inferior” para el ciclo 2012/13.

Los ortofosfatos se han mantenido por debajo de los 0,15 mg/l, con un máximo de 0,132 mg/l medido en octubre de 2013 (figura 381).

En la figura 382 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 2,11 mg/l, obtenido en enero de 2004. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,06 mg/l en humedal de Bolue (figura 383).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 384) se obtuvo un máximo de 4,6 mg/l en enero de 2002. Los valores obtenidos en el ciclo 2012/13 han sido inferiores a 2,2 mg/l.

El amonio (figura 385) ha presentado siempre valores inferiores a los 0,3 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, con un valor máximo de 8,1 mg/l medido en febrero (figura 386).



Figura 379. Evolución de la alcalinidad en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

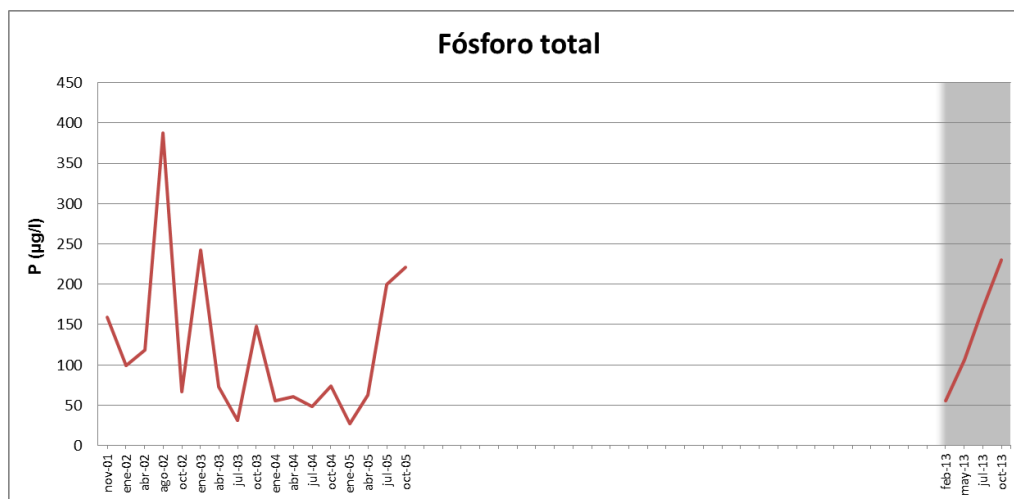


Figura 380. Evolución del fósforo total en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

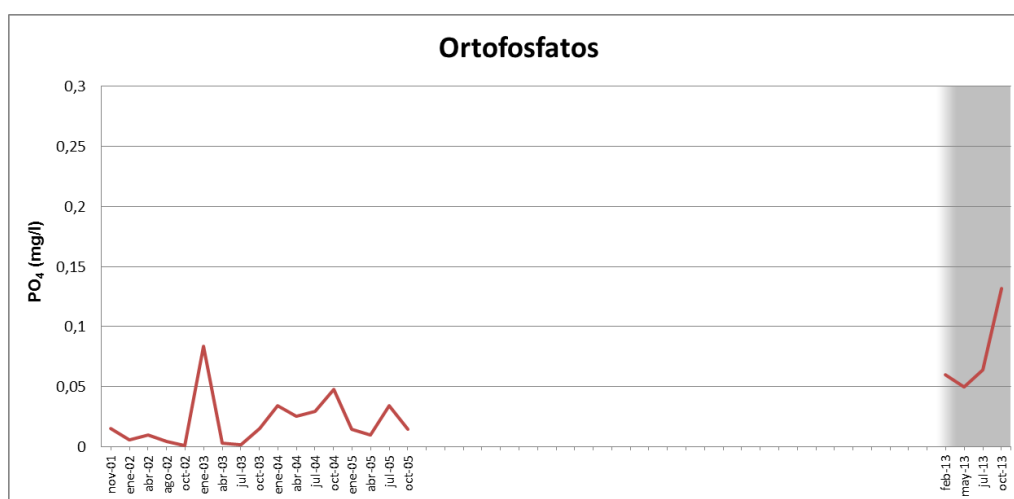


Figura 381. Evolución de los ortofosfatos en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

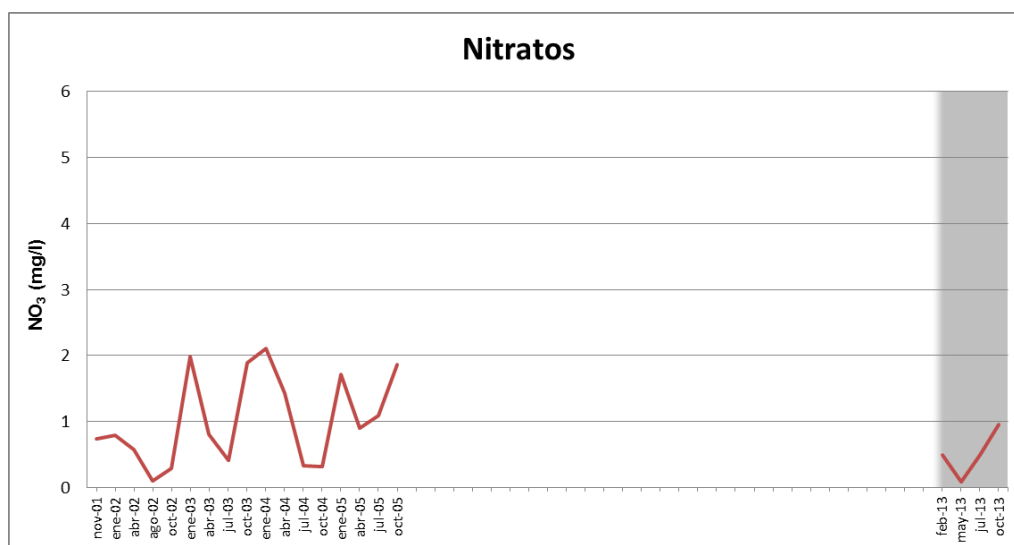


Figura 382. Evolución de los nitratos en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

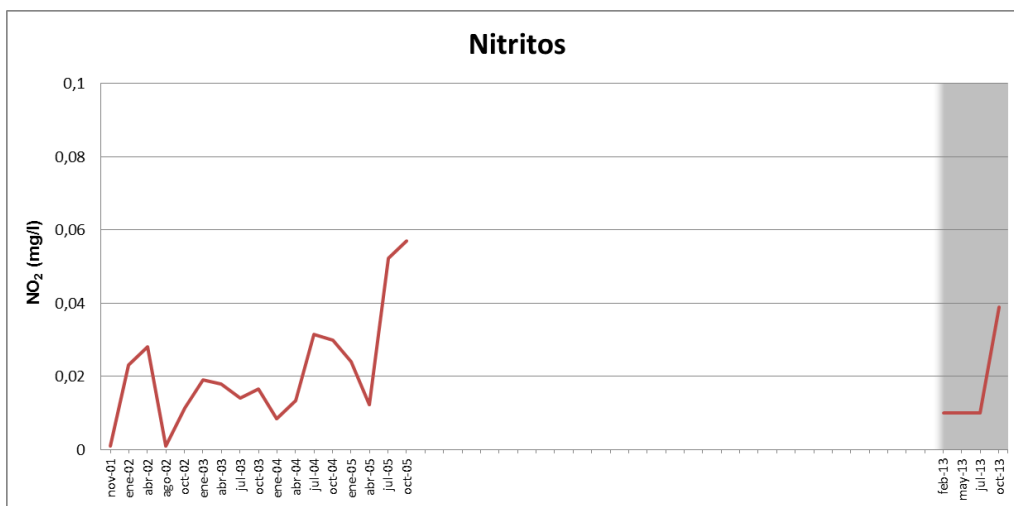


Figura 383. Evolución de los nitritos en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

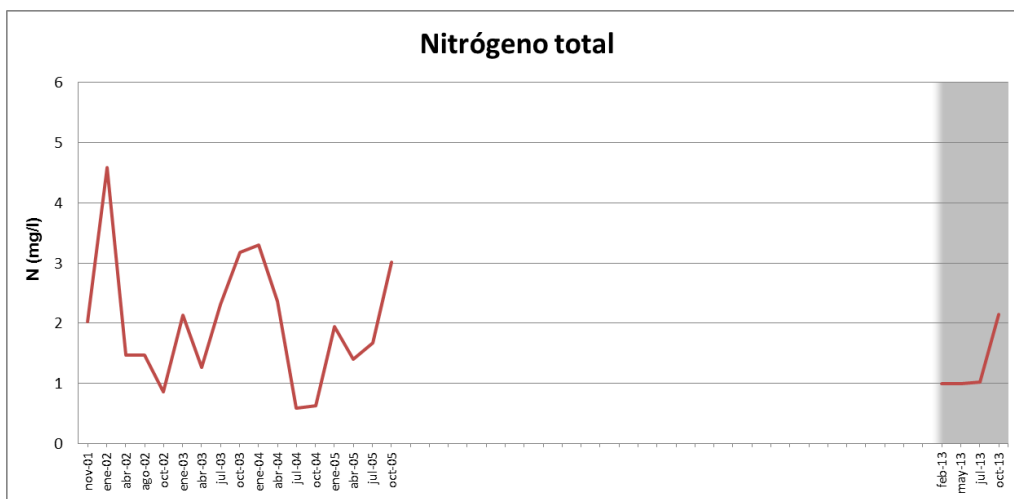


Figura 384. Evolución del nitrógeno total en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

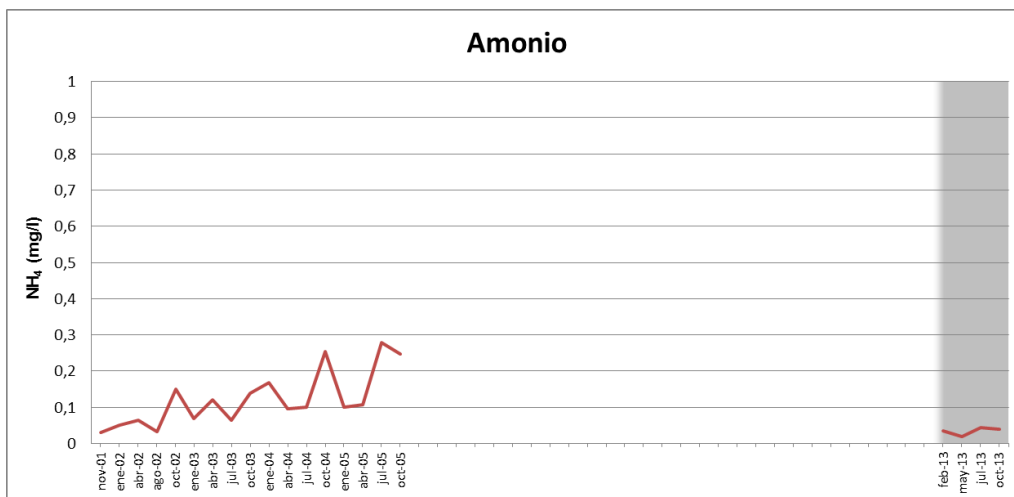


Figura 385. Evolución del amonio en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

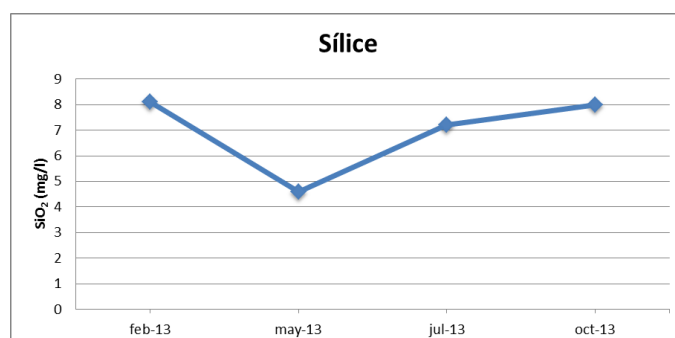


Figura 386. Evolución del sílice en el humedal de Bolue en el ciclo 2012/13.

Tabla 210. Resultados de los elementos de calidad: Salinidad (S), Acidificación (A) y Nutrientes (N) en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. (CON: Conductividad; ALCA: Alcalinidad; PT: Fósforo Total).

Ciclo	CON (µS/cm)	Estado S	pH	Clase pH	ALCA (meq/l)	Clase ALCA	Estado A	PT (µg/l)	Estado N
01/02	612	Muy bueno	8,4	≥Bueno	2,5	Muy bueno	Muy bueno	253,4	Moderado
02/03	477	Muy bueno	8	≥Bueno	3,7	Muy bueno	Muy bueno	52,1	Bueno
03/04	566	Muy bueno	7,8	≥Bueno	4	Muy bueno	Muy bueno	54,1	Bueno
04/05	376	Muy bueno	7,9	≥Bueno	4,1	Muy bueno	Muy bueno	130,9	Moderado
05/06	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
06/07	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
07/08	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
08/09	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
09/10	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-	No evaluado	-
12/13	621	Muy bueno	8,1	≥Bueno	3,2	Muy bueno	Muy bueno	137,5	Moderado

4.17.7 Parámetros fisicoquímicos analizados en los arroyos asociados

Los resultados obtenidos en el arroyo de entrada (BOL-E) se presentan en la tabla 214 y los del arroyo de salida (BOL-S) en la tabla 215. El arroyo de entrada mantiene un buen estado excepto en el muestreo de octubre, donde el descenso de caudal determina un empeoramiento generalizado de la calidad del agua.

Tabla 211. Resultados fisicoquímicos obtenidos en el arroyo de entrada (BOL-E) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	21/02/2013	13/05/2013	09/07/2013	07/10/2013
Conductividad a 25 °C (µS/cm)	581 Muy bueno	561 Muy bueno	569 Muy bueno	512 Muy bueno
Oxígeno (% de saturación)	92,1 Muy bueno	92,6 Muy bueno	89,8 Muy bueno	77,7 Bueno
pH	8 Muy bueno	7,8 Muy bueno	8 Muy bueno	7 Muy bueno
Amonio (mg/l)	0,066 Muy bueno	0,022 Muy bueno	0,02 Muy bueno	0,06 Muy bueno
Fosfatos (mg/l)	0,06 Muy bueno	0,05 Muy bueno	0,05 Muy bueno	0,05 Muy bueno
Fósforo total (mg/l)	0,029 Muy bueno	0,063 Muy bueno	0,101 Muy bueno	0,078 Muy bueno
Nitratos (mg/l)	6,21 Muy bueno	8,19 Muy bueno	5,75 Muy bueno	6,07 Muy bueno
Temperatura del agua (°C)	10,4	11,4	16,2	14
Oxígeno disuelto (mg/l)	10,3	10,1	8,8	8
Nitritos (mg/l)	0,016	0,026	0,026	0,016
Nitrógeno total (mg/l)	1,6	1	1,41	2,8
Sílice (mg/l)	9,6	9,5	13,1	9,4
Alcalinidad (mg/l)	215	216	249	191

Tabla 212. Resultados físicoquímicos obtenidos en el arroyo de salida (BOL-S) para el ciclo 2012/13.

Parámetro (unidad)	21/02/2013	13/05/2013	09/07/2013	07/10/2013
Conductividad a 25 °C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	590	587	572	533
Oxígeno (% de saturación)	93,5	91,4	69,8	73,9
pH	8	7,7	7,9	7
Amonio (mg/l)	0,13	0,028	0,063	0,072
Fosfatos (mg/l)	0,11	0,05	0,05	0,05
Fósforo total (mg/l)	0,114	0,102	0,098	0,078
Nitratos (mg/l)	5,96	6,52	6,12	4,53
Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$)	10,9	11,9	17	14,3
Oxígeno disuelto (mg/l)	10,3	9,7	7	7,6
Nitritos (mg/l)	0,026	0,01	0,046	0,026
Nitrógeno total (mg/l)	1,71	1,24	1,54	2,05
Sílice (mg/l)	10	9,3	13	9,6
Alcalinidad (mg/l)	215	220	212	192

4.17.8 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima del humedal de Bolue ha oscilado de los 0,9 m medidos en mayo de 2013 a los 0,37 m de abril de 2002 (figura 384).



Figura 387. Variación de la profundidad máxima en el humedal de Bolue desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Metxika-2 de la masa de agua subterránea: Getxo-Bergara. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

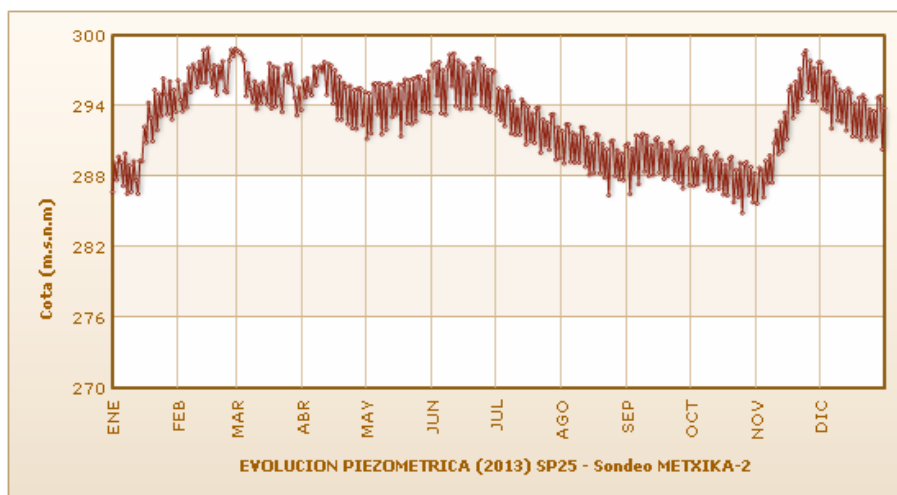


Figura 388. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Metxika-2 para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Alteraciones del régimen de llenado.** La canalización del Gobelas y la modificación de su llanura de inundación produce alteraciones en el régimen de llenado.
- **Alteraciones del régimen de vaciado.** La canalización del Gobelas y la modificación de su llanura de inundación produce alteraciones en el régimen de llenado.
- **Alteraciones del hidropериодо y régimen de fluctuación.** El tiempo de residencia de las aguas se ve alterado por la detracción de los caudales que debieran ser aportados por el Gobelas, y por la pérdida de influencia intermareal.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Alteraciones del estado y estructura de la cubeta.** El uso agrícola e industrial de la cuenca de drenaje afecta a más del 50% de su superficie.
- **Alteraciones del estado y estructura de la zona ribereña.** La cercanía de elementos urbanísticos e infraestructuras viarias determinan el carácter periurbano de este humedal.

4.17.9 Estado ecológico

En la tabla 213 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El estado de calidad obtenido ha sido Malo, al igual que en los ciclos anteriores (tabla 213).

El aumento de las euglenofíceas nos indica que el sistema es rico en materia orgánica sobre todo en verano-otoño, lo que coincide con la época en la que toda la vegetación acuática está en proceso de degradación. Además la presencia de chlorophytas filamentosas cubriendo gran parte la laguna nos indica que estamos frente a un sistema eutrófico con concentraciones de fósforo altas.

Las comunidades de invertebrados bentónicos indican que el humedal se encuentra en un estado ecológico Malo, ya que hay un número bajo de familias y además se han encontrado algunas especies alóctonas tanto de invertebrados como de peces.

Las actuaciones realizadas en el humedal de Bolúe y su entorno, con dragado del río Gobelas a su paso por el humedal y del arroyo de Larrañazubi, durante el año 2010-2011, han tratado de recuperar la hidrodinámica natural del humedal. En el ciclo 2012-2013 la capacidad de retención de la laguna ha sido mayor, con niveles de agua por encima de los 0,5m.

Las medidas para la recuperación del estado ecológico de este humedal tienen que ir encaminadas en:

- La disminución de la entrada de nutrientes en el humedal, por medio del control en la cuenca vertiente.
- Control de las especies introducidas tanto de invertebrados como de peces.

Tabla 213. Valoración del estado ecológico del humedal de Bolue, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13. (F: Fitoplancton, M: Macrófitos, I: Invertebrados, P: Peces; S: Salinidad, A: Acidificación, N: Nutrientes).

Ciclo	Elementos Biológicos				
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Peces	Estado biológico
01/02	Deficiente	Bueno	Malo	Deficiente	Malo
02/03	Moderado	Bueno	Malo	-	Malo
03/04	Muy bueno	Bueno	Malo	-	Malo
04/05	Bueno	Bueno	Malo	-	Malo
05/06	-	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-
12/13	Bueno	Moderado	Malo	Moderado	Malo

Ciclo	Elementos fisicoquímicos			
	Salinidad	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
02/03	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
03/04	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno
04/05	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado
05/06	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-
12/13	Muy bueno	Muy bueno	Moderado	≤Moderado

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
02/03	Malo	Bueno	≤Bueno	Malo
03/04	Malo	Bueno	≤Bueno	Malo
04/05	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo
05/06	-	-	-	-
06/07	-	-	-	-
07/08	-	-	-	-
08/09	-	-	-	-
09/10	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-
12/13	Malo	≤Moderado	≤Bueno	Malo

4.18 Humedal de Gimileo

El humedal de Gimileo se ubica en la cuenca hidrológica de Ebro, subunidad hidrológica Ebro, dentro del municipio de Labastida.

Este humedal se sitúa dentro de los sistemas artificiales de ritmo climático mediterráneo, y se trata de una laguna derivada de extracción de grava en la zona perifluvial.

El humedal de Gimileo no tiene definida su tipología y dada sus características de gravera artificial, no se puede asimilar a ninguno de los tipos descritos por el MAGRAMA.

Tabla 214. Características y tipología del humedal de Gimileo.

MSPF_EM_CD	Nombre de la masa	Demarcación	Naturaleza	Tipo IPH	Tipo CAPV
Sin definir	Sin definir	Ebro	Artificial	Sin definir	Ritmo climático mediterráneo. Graveras perifluviales

El humedal de Gimileo se sitúa en la masa de agua subterránea: Laguardia.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos de toma de muestra en el humedal (GIM-H):



Figura 389. Ubicación de los puntos de toma de muestras en el humedal de Gimileo (GIM-H).

Dado que no se ha asimilado este humedal a ninguno de los descritos por el MAGRAMA, y dada su naturaleza de humedal artificial o fuertemente modificado, se ha definido un potencial ecológico que correspondería a un sistema aislado de la dinámica de caudales del río (según se recomienda en Gobierno Vasco, 2004b) y con un nivel de fluctuación acorde con el nivel freático fluvial.

Las condiciones de referencia y los límites entre clases para los diferentes indicadores analizados en el humedal de Gimileo (GIM-H) son los siguientes:

Tabla 215. Condiciones de referencia y límites entre clases de calidad para los diferentes indicadores utilizados en el humedal de Gimileo.

Métrica	Condiciones de referencia	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Fitoplancton						
Máximo Chla		<20	20-30	30-50	50-75	>75
ITP		<20	20-30	30-50	50-75	>75
Macroinvertebrados bentónicos						
Nº taxa macroinvertebrados		>30	26-30	21-25	15-20	<15
Especies introducidas		A	A	B	C	C
Peces						
Comunidad	Según esquema de toma de decisión					
Fisicoquímicos						
pH		7-8,5	7-8,5	6-7 o 8,5-9,5	<6 o >9,5	<6 o >9,5
PT		<30	30-50	50-100	100-150	>150
NT		<750	750-1000	1000-1500	1500-2000	>2000

4.18.1 Muestreos realizados

A lo largo de 2013 se realizaron 4 muestreos en el humedal de Gimileo (GIM-H). En la figura siguiente se presenta el aspecto del humedal durante la realización de los muestreos.



Figura 390. Humedal de Gimileo (GIM-H) durante los muestreos del año 2013.

Los datos obtenidos “in situ” en el punto de muestreo GIM-H se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 216. Resultados de los parámetros medidos “in situ” en GIM-H en el año 2013.

Parámetro (unidad)	20/02/2013	11/05/2013	08/07/2013	02/10/2013
Temperatura del aire (°C)	10,1	12,1	24,3	21,4
Disco de Secchi (m)	0,5	0,46	0,4	0,51
Profundidad máxima (m)	2,5	1,6	1,43	1,15

4.18.2 Fitoplancton y clorofila-a

Las muestras tomadas en el humedal de Gimileo son puntuales, al igual que la mayoría de los datos históricos.

- Para el cálculo del potencial ecológico se ha considerado el máximo valor de clorofila-a obtenido durante el ciclo.
- Los grupos algales representados son a nivel de filo, excepto las Heterocontofitas que se han representado a nivel de clase.

En la figura 391 observamos que el número de especies en la época de verano ha sido muy alto, un total 50 especies identificadas. El mayor número de especies ha correspondido al grupo de las chlorophytas (21 especies) seguido del grupo de las euglenophytas.

En la figura 392 observamos el aumento de la biomasa algal en verano con dominancia de euglenophytas, dynophytas, chlorophytas y en menor medida de diatomeas.

En la tabla 217 se detalla el número de taxones y el biovolumen por grupo de fitoplancton identificado. En la tabla 218 se presentan los resultados obtenidos de las métricas adicionales analizadas: IGA, índice de Willén y los valores del índice trófico planctónico de Barbe y el modificado utilizado por la CAPV.

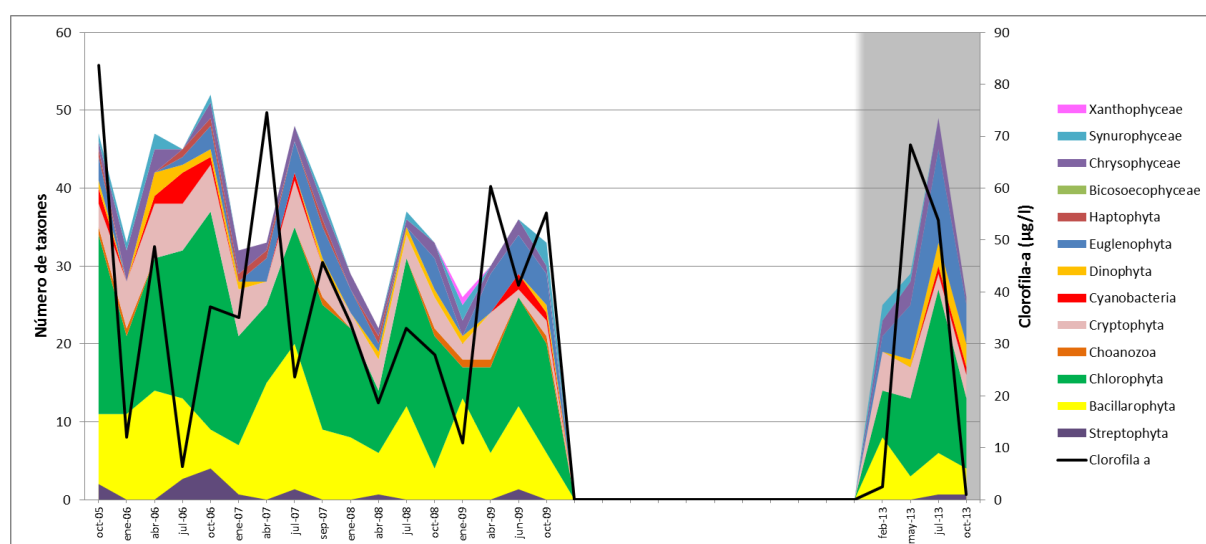


Figura 391. Evolución del número de especies de fitoplancton en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

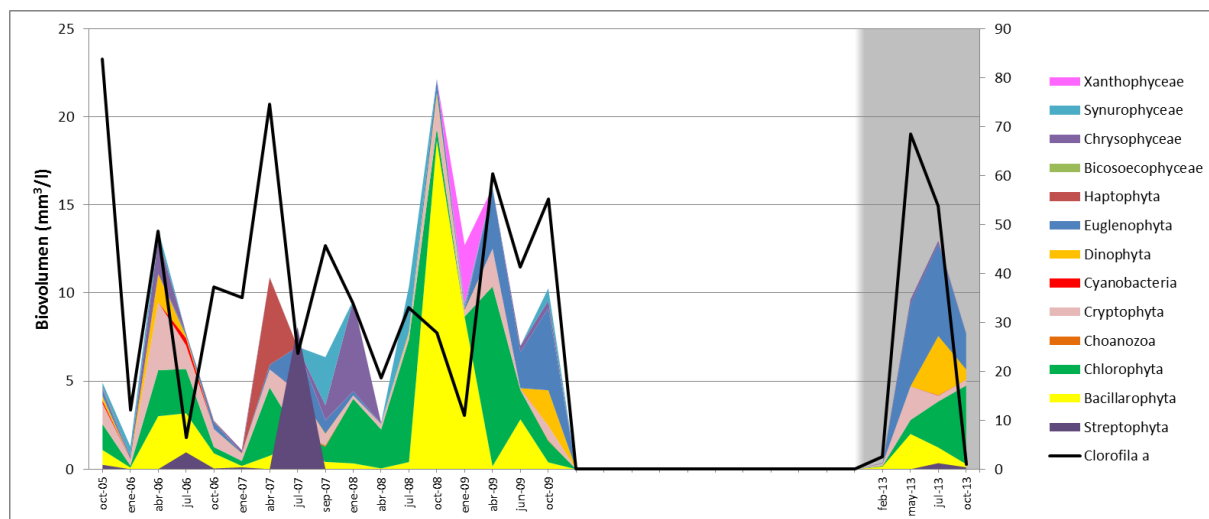


Figura 392. Evolución del biovolumen del fitoplancton (áreas) y de la clorofila-a en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 217. Número de especies de fitoplancton (N) y biovolumen (Biov) por grupo obtenidos en el humedal de Gimileo entre los ciclos 2006/06 y 2012/13. (A: Bacillariophyta; B: Chlorophyta; C: Choanozoa; D: Cryptophyta; E: Cyanobacteria; F: Dinophyta; G: Euglenophyta; H: Haptophyta; I: Chrysophyceae; J: Synurophyceae; K: Streptophyta).

Ciclo	A		B		C		D		E		F	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06	18	3,0887	28	2,5636	-	-	7	2,5979	4	0,2081	3	0,8615
06/07	26	1,1319	22	2,2006	-	-	6	1,6944	1	0,0252	-	-
07/08	16	0,2236	22	4,5931	-	-	6	0,2972	-	-	2	0,0632
08/09	16	1,4986	21	5,9257	1	0,0203	6	1,1085	2	0,0223	-	-
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	8	1,6188	25	1,6933	-	-	4	1,1226	1	0,0088	4	1,6898

Ciclo	G		H		I		J		K	
	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov	N	Biov
01/02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/06	1	0,1581	1	0,0060	3	2,0475	2	0,4788	4	3,4457
06/07	6	1,3932	1	4,9463	3	0,0102	-	-	2	29,0660
07/08	1	0,0236	1	0,0077	2	0,0218	1	2,5824	1	0,0010
08/09	8	2,7437	-	-	3	0,1878	-	-	2	0,0150
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/13	14	4,9362	-	-	5	0,2189	1	0,0078	1	0,6120

Tabla 218. Métricas adicionales analizadas en el humedal de Gimileo en el ciclo 2012/2013.

Métricas adicionales	20/02/2013	11/05/2013	08/07/2013	02/10/2013	Promedio anual	Estado
IGA	0,07	0,18	0,14	0,18	0,14	
Índice Willén	0,35	9,63	14,18	8,08	8,06	Eutrófico
IPL	12	20	39	42	33,67	Mesotrófico
ITP	8	61	55	17	35,25	Moderado

Tabla 219. Resultados del elemento de calidad "Fitoplancton" en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Clorofila-a	Clase Clorofila-a	ITP	Clase ITP	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	No evaluado	-	No evaluado	-	-
05/06	83,7	Malo	48	Moderado	Deficiente
06/07	74,5	Deficiente	53,3	Deficiente	Deficiente
07/08	45,7	Moderado	55,3	Deficiente	Moderado
08/09	60,3	Deficiente	50	Deficiente	Deficiente
09/10	No evaluado	-	No evaluado	-	-
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	68,4	Deficiente	35,3	Moderado	Moderado

4.18.3 Otra flora acuática

Este indicador no es evaluable en este humedal, ya que presenta más del 80% de la zona litoral a evaluar con pendiente superior a 30° y sustrato rocoso, por lo que se trata de una zona no colonizable por los macrófitos.

4.18.4 Invertebrados bentónicos

En este ciclo se han identificado un total de 14 taxones de macroinvertebrados, lo que supone un ligero descenso con respecto a los ciclos anteriores (figura 394). Los crustáceos son los que mayor número de familias presentan, seguidos de heterópteros y gasterópodos.

Se ha encontrado algunos ejemplares de *Procambarus clarkii*. La métrica de especies introducidas de invertebrados presenta un estado de calidad C = "Deficiente/malo".

Teniendo en cuenta las dos métricas analizadas: nº de taxones de invertebrados y especies introducidas, el estado de calidad del humedal de Gimileo para el elemento de calidad "invertebrados bentónicos" es Deficiente, al igual que en los ciclos anteriores (tabla 220).

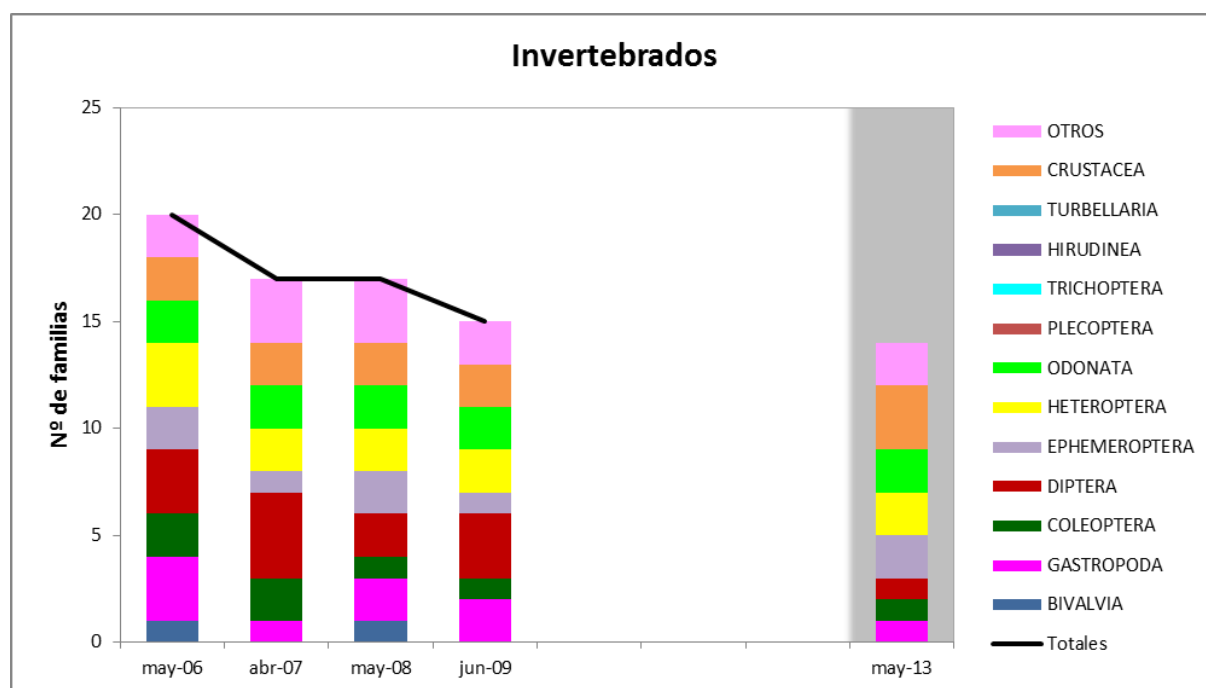


Figura 394. Evolución del número de familias por grupos taxonómicos de invertebrados bentónicos presentes en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Tabla 220. Resultados del elemento de calidad "invertebrados bentónicos" en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Nº taxa	Clase Nº taxa	Especies introducidas	Clase Especies introducidas	Estado
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	No evaluado	-	No evaluado	-	-
05/06	20	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
06/07	17	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
07/08	17	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
08/09	15	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente
09/10	No evaluado	-	No evaluado	-	-
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	14	Deficiente	C	Deficiente/Malo	Deficiente

4.18.5 Fauna ictiológica

En el humedal de Gimileo se realizó un esfuerzo de pesca eléctrica de 50 minutos, en los que se cubrió una longitud total de 89 m.

Los resultados obtenidos en el muestreo del ciclo 12/13 (tabla 225) muestran la presencia de 5 especies en el ciclo 2012/13. Las diferencias con respecto al muestreo realizado en el ciclo 2005/06 son: la presencia de una población abundante de *Alburnus alburnus* y la ausencia de *Gobio lozanoi*. También se ha observado un aumento de *Lepomis gibbosus*.

Tabla 222. Resultados las diferentes métricas en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13. (N: nº individuos; Lm: longitud media; Pm: Peso medio, BPUE: Biomasa por unidad de esfuerzo; CPUE: capturas por unidad de esfuerzo).

Fecha	Especie	N	Lm (g)	Pm (g)	Pesca eléctrica	
					BPUE	CPUE
12-jul-06	<i>Cyprinus carpio</i>	5	36,2	1141,4	No evaluado	No evaluado
	<i>Gobio lozanoi</i>	1	3,6	0,7	No evaluado	No evaluado
	<i>Lepomis gibbosus</i>	29	6,26	7,6	No evaluado	No evaluado
	<i>Luciobarbus graellsii</i>	1	24,1	177,8	No evaluado	No evaluado
	<i>Micropterus salmoides</i>	1	8,4	9,6	No evaluado	No evaluado
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	3	9,23	10,8	No evaluado	No evaluado
08-jul-13	<i>Alburnus alburnus</i>	38	7,7	3,3	41,2	51,4
	<i>Lepomis gibbosus</i>	48	7,3	9,3	601,1	65
	<i>Luciobarbus graellsii</i>	3	38,2	725,3	2945,7	4,1
	<i>Micropterus salmoides</i>	1	31,5	405	548,3	1,4
	<i>Parachondrostoma miegii</i>	1	23,5	107	144,8	1,4

Tabla 223. Resultados del elemento de calidad "Fauna ictiológica" en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	Muestreos	Autóctonas	Alóctonas	D-B nativas	Riesgo ecosistema	Estado
01/02	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
02/03	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
03/04	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
04/05	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
05/06	SI	3	3	NO	Moderado	Deficiente
06/07	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
07/08	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
08/09	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
09/10	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
10/11	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
11/12	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	No evaluado	-
12/13	SI	2	3	NO	Moderado	Deficiente

4.18.6 Indicadores fisicoquímicos

El conjunto de parámetros evaluados en el humedal de Gimileo ha permitido conocer el estado del humedal en lo relativo a la temperatura, oxigenación, transparencia, salinidad, acidificación y nutrientes. Algunos de estos parámetros: pH, fósforo total y nitrógeno total, han sido utilizados para la evaluación del potencial ecológico, calculando el valor medio para el ciclo, ya que presentan condiciones de referencia y fronteras de cambio de clase

de calidad (tabla 215). El resto de parámetros analizados nos han ayudado a interpretar el estado fisicoquímico del humedal de Gimileo durante el ciclo de estudio 2012/13.

Transparencia

La profundidad media de visión del disco de Secchi para el ciclo hidrológico 2012/13 ha oscilado entre los 0,4 y 0,51 m (figura 393).

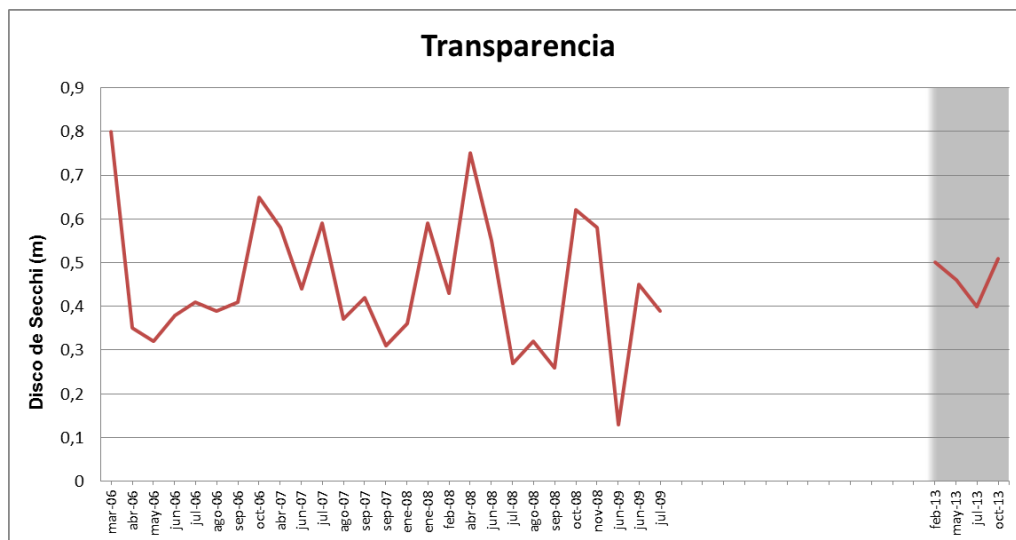


Figura 395. Evolución de la transparencia en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos in situ

La gráfica de conductividad (figura 394) refleja los valores medidos a nivel de superficie en el humedal de Gimileo, con un valor máximo medido en septiembre de 2008 de 865 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un valor mínimo de 363 $\mu\text{S}/\text{cm}$ medido en abril de 2008.

En la figura 395 se representan los valores de pH, con un mínimo de 7 medido en octubre de 2013 y un máximo de 8,7 medido en junio de 2002. El valor medio para la ciclo 2012/13 ha sido de 7,8 lo que indica un estado de calidad “Bueno o superior”, al igual que los ciclos anteriores (tabla 224).

Los valores obtenidos en la temperatura del agua (figura 396) presentan un máximo en el mes de julio (23,9°C) y un mínimo en febrero (9,4°C).

En el humedal de Gimileo se ha observado una buena oxigenación del agua (figuras 397 y 398).

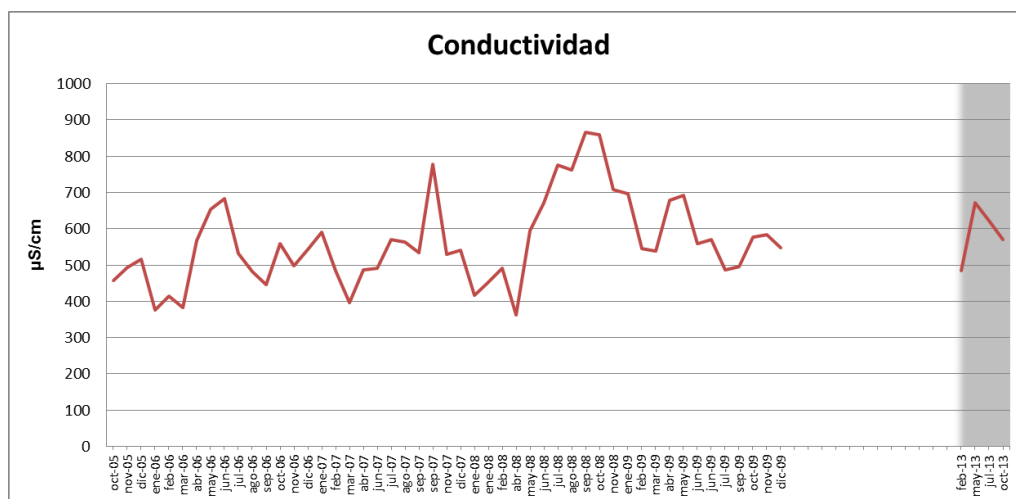


Figura 396. Evolución de la conductividad en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

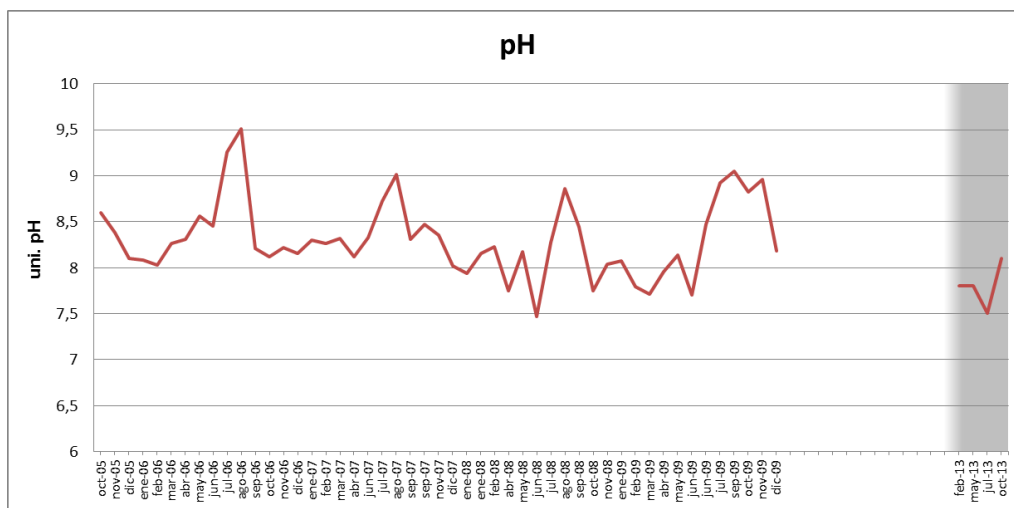


Figura 397. Evolución del pH en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

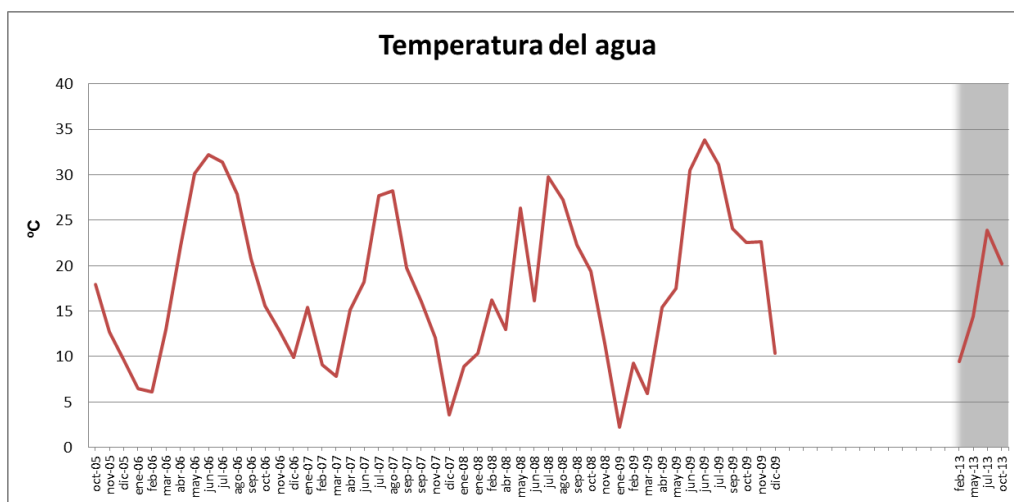


Figura 398. Evolución de la temperatura del agua en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

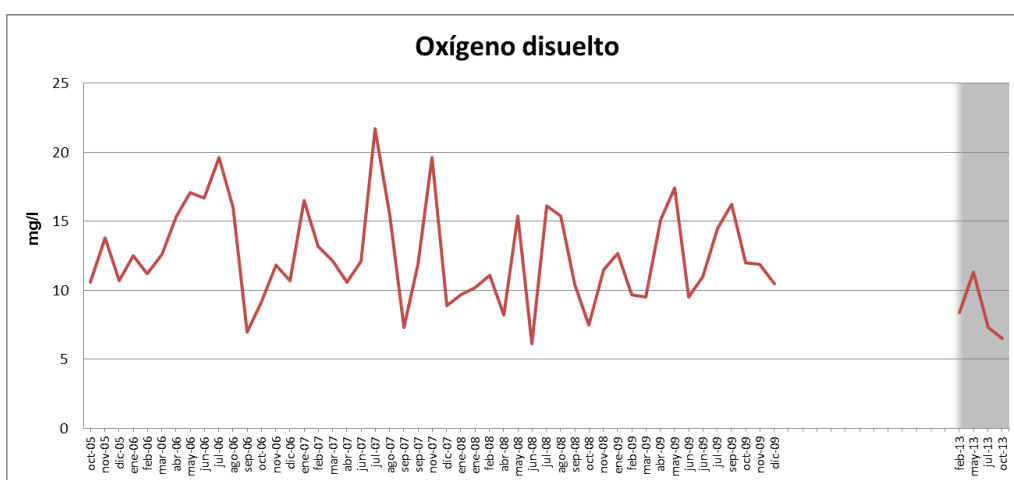


Figura 399. Evolución del oxígeno disuelto en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

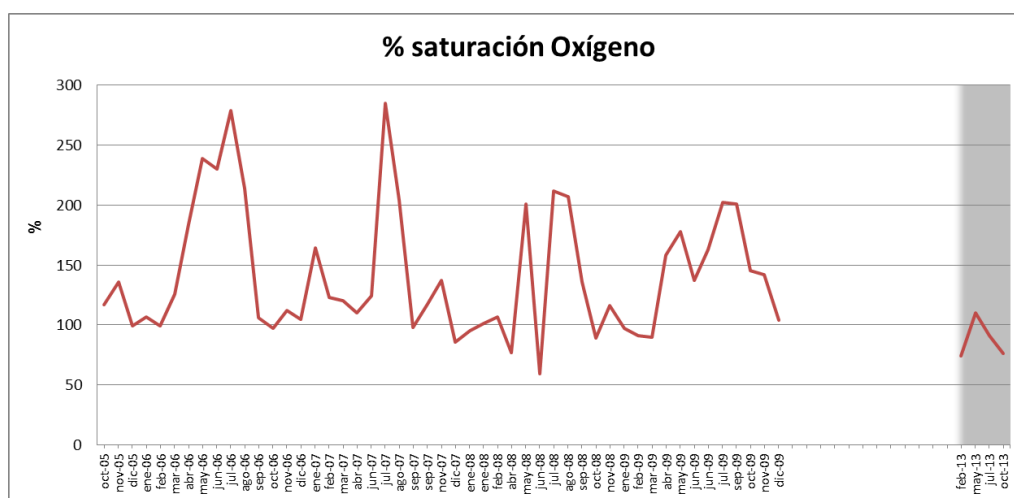


Figura 400. Evolución del % de saturación de oxígeno en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Resultados obtenidos de los parámetros medidos en el laboratorio

Según se observa en el gráfico de evolución de la alcalinidad durante el ciclo 2012/13 el valor osciló entre 0,4 y 3,94 meq/l (figura 4001).

Durante el ciclo 2012/13 el valor del fósforo total osciló entre los 63 µg/l en febrero y los 818 µg/l medidos en julio (figura 402). El valor medio para el ciclo 2012/13 ha sido de 301,3 µg/l lo que indica un estado de calidad “Malo”, al igual que los ciclos anteriores (tabla 224).

Los ortofosfatos se han mantenido por debajo de los 0,17 mg/l, con un máximo de 0,162 mg/l medido en octubre de 2013 (figura 403).

En la figura 404 se observa que el máximo valor de nitratos de la serie histórica es de 5,7 mg/l, obtenido en febrero de 2013. El resto de valores se han situado siempre por debajo de los 2 mg/l.

Los nitritos han presentado valores muy bajos, inferiores a 0,05 mg/l en humedal de Gimileo (figura 405).

Por lo que respecta al nitrógeno total (figura 406) se obtuvo un máximo de 5219 µg/l en octubre de 2013. El valor medio para el ciclo 2012/13 ha sido de 2282,5 µg/l lo que indica un estado de calidad “Malo”, al igual que los ciclos anteriores (tabla 224).

El amonio (figura 407) ha presentado un valor máximo de 0,88 mg/l medido en enero de 2007. Los valores del ciclo 2012/13 se han situado por debajo de los 0,5 mg/l.

Los datos de sílice han sido medidos únicamente en el año 2013, con un valor máximo de 16,5 mg/l medido en octubre (figura 408).

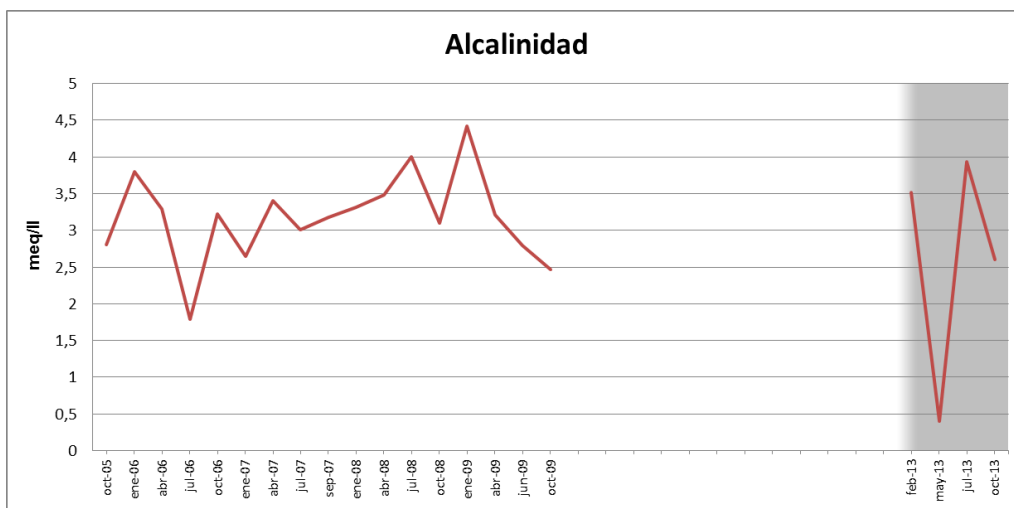


Figura 401. Evolución de la alcalinidad en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

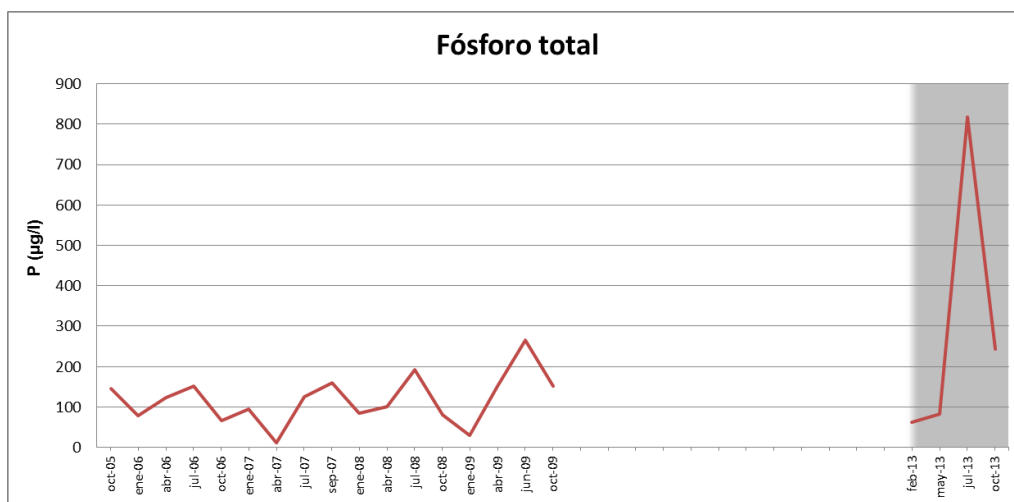


Figura 402. Evolución del fósforo total en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

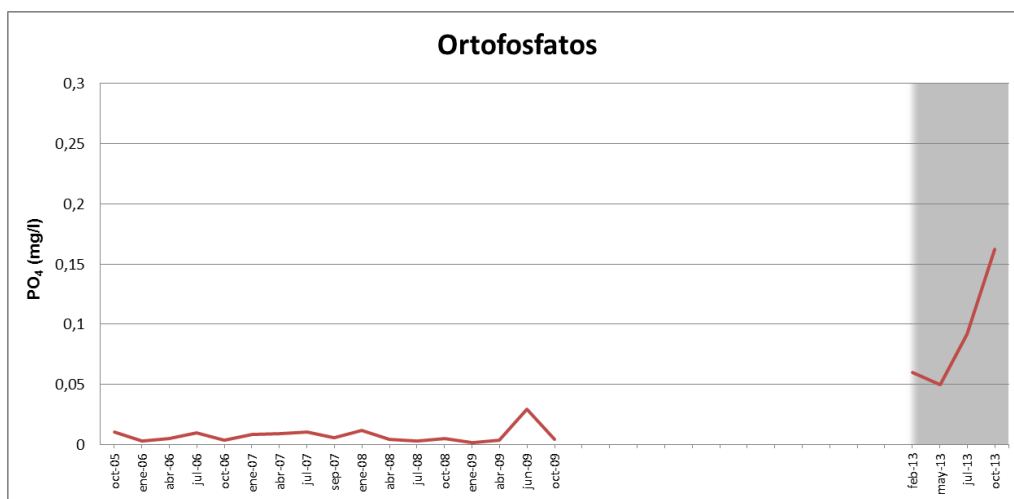


Figura 403. Evolución de los ortofosfatos en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

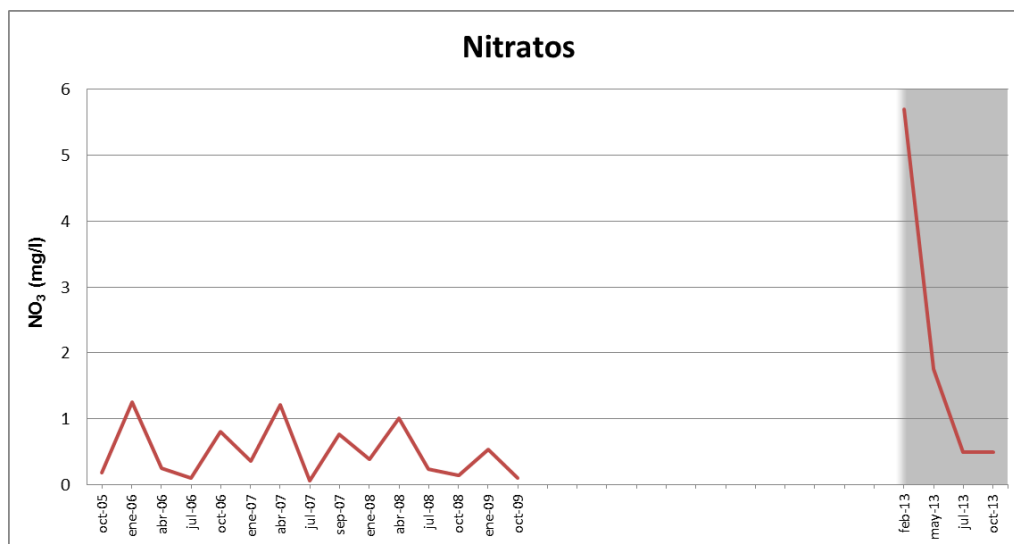


Figura 404. Evolución de los nitratos en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

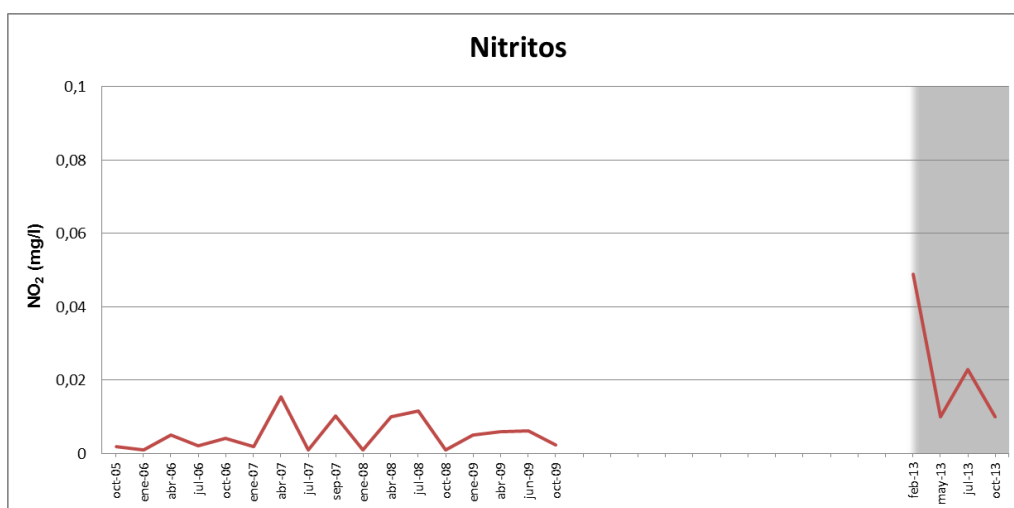


Figura 405. Evolución de los nitritos en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

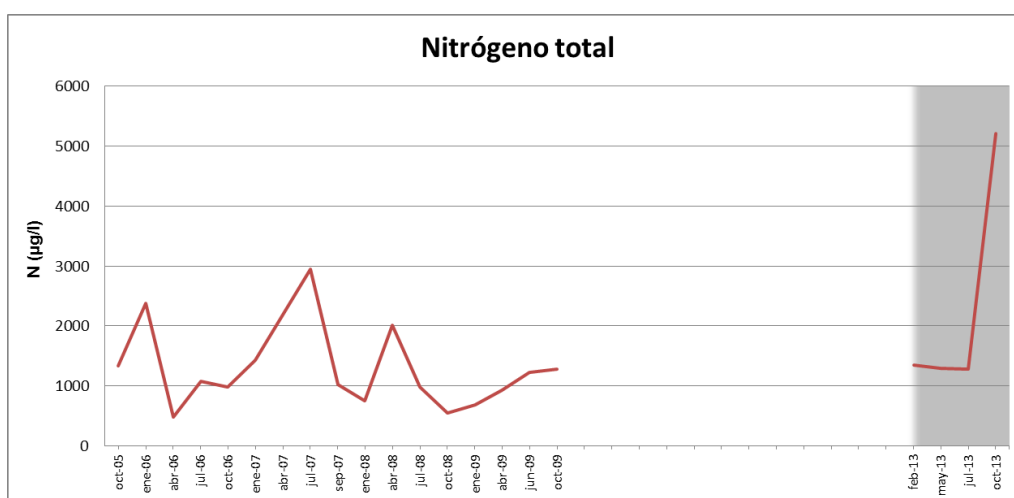


Figura 406. Evolución del nitrógeno total en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

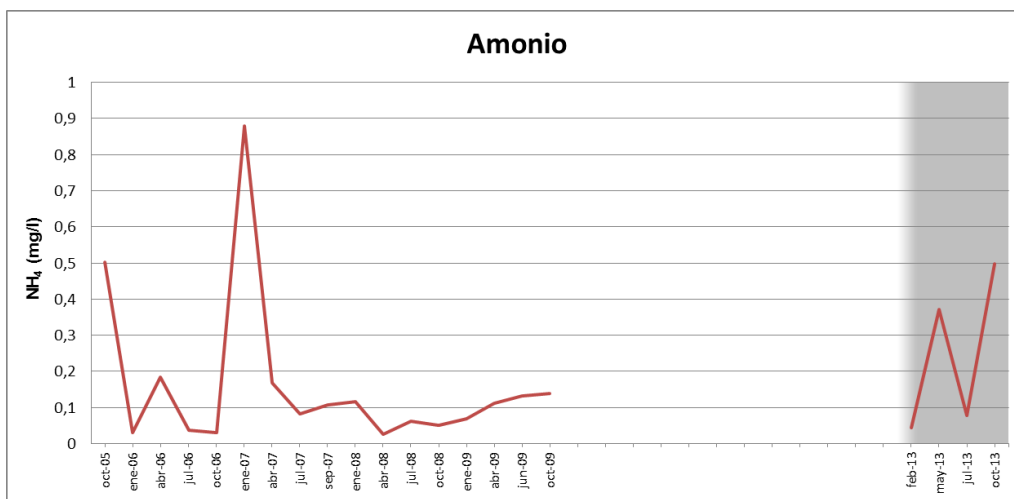


Figura 407. Evolución del amonio en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

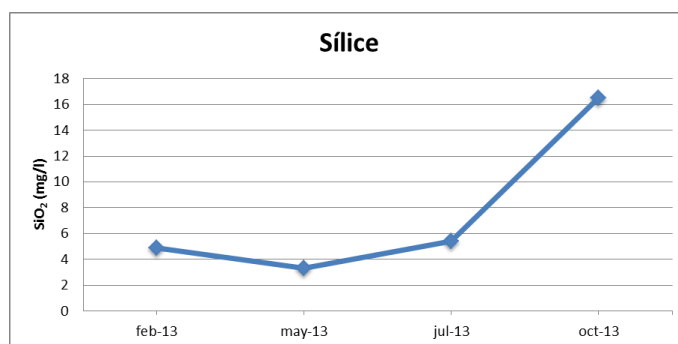


Figura 408. Evolución del sílice en el humedal de Gimileo en el ciclo 2012/13.

Tabla 224. Resultados de los elementos de calidad: pH, fósforo total (PT) y nitrógeno total (NT) en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13.

Ciclo	pH	Estado A	PT (µg/l)	Clase PT	NT (µg/l)	Clase NT	Estado N
01/02	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-
02/03	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-
03/04	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-
04/05	8,4	≥Bueno	146,2	Deficiente	1334,1	Moderado	Deficiente
05/06	8,4	≥Bueno	103,9	Deficiente	1230,8	Moderado	Deficiente
06/07	8,4	≥Bueno	97,5	Moderado	1897,9	Deficiente	Deficiente
07/08	8,1	≥Bueno	114,3	Deficiente	1075,8	Moderado	Deficiente
08/09	7,9	≥Bueno	149,6	Deficiente	1030	Moderado	Deficiente
09/10	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-
10/11	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-
11/12	No evaluado	-	No evaluado	-	No evaluado	-	-
12/13	7,8	≥Bueno	301,3	Malo	2282,5	Malo	Malo

4.18.7 Indicadores hidromorfológicos

La profundidad máxima del humedal de Gimileo ha oscilado de los 4,55 m medidos en abril de 2007 a los 1,15 m de octubre de 2013 (figura 407).

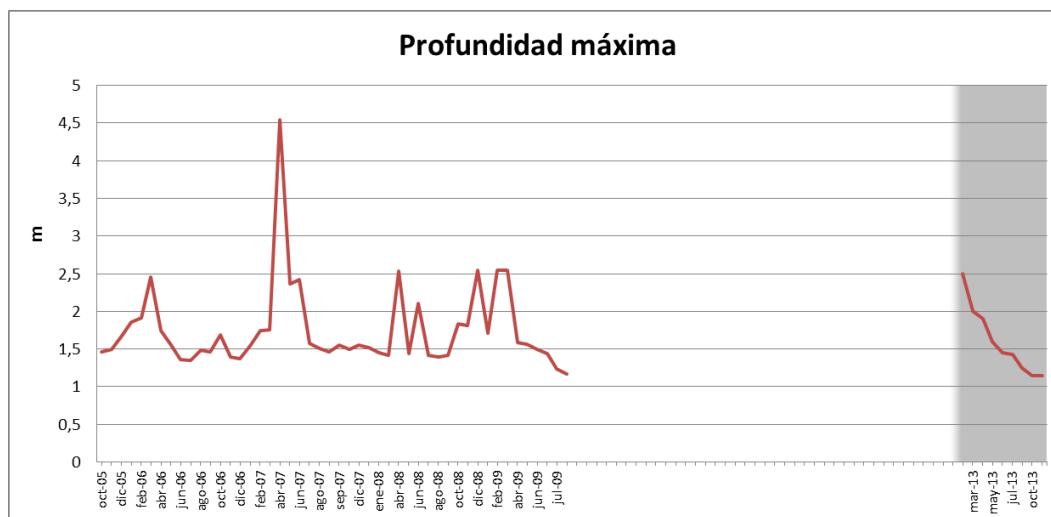


Figura 409. Variación de la profundidad máxima en el humedal de Gimileo desde el ciclo 2005/06 hasta el ciclo 2012/13 (gris).

Se ha consultado, en la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>), los datos correspondientes al punto de control: Sondeo Carralagroño (CHE 90-46-1) de la masa de agua subterránea: Laguardia. La siguiente gráfica corresponde a los datos piezométricos obtenidos en el año 2013:

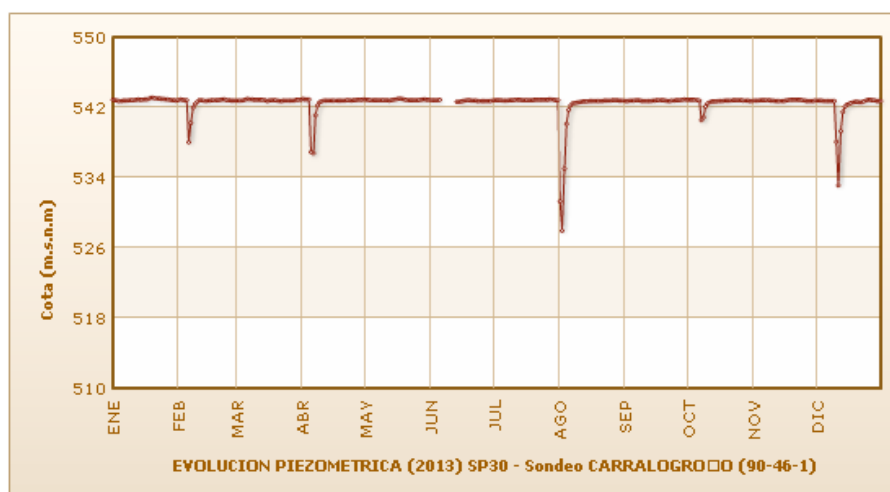


Figura 410. Evolución piezométrica en el punto de control Sondeo Carralagroño (90-46-1) para el año 2013.

El análisis de los distintos componentes del régimen hidrológico es el siguiente:

- **Cantidad y dinámica del caudal.** La laguna de Gimileo está conectada a nivel hidrológico con el río Ebro. Se trata de un sistema abierto con una importante tasa de renovación, de régimen permanente y muy fluctuante, y ligado a las avenidas o estiajes del río. Este sistema debería de estar desconectado del río, y no recibir los intercambios de caudal con el mismo. Por tanto el estado de calidad de la laguna de Gimileo sigue siendo “Bueno o inferior”.

- **Tiempo de residencia.** Debido a la conexión física del humedal con el río, éste se encuentra sujeto a grandes fluctuaciones en el nivel de las aguas. Por lo tanto el estado continúa siendo “Bueno o inferior”.
- **Conexión con aguas subterráneas.** No existe alteración puesto que la conexión del humedal con el río Ebro se establece directamente por el acuífero fluvial. En consecuencia el potencial ecológico es “Máximo”.

El análisis de las condiciones morfológicas es el siguiente:

- **Variación de la profundidad.** Las causas que determinan la entrada de sedimentos son de origen antrópico y determinan las variaciones en la profundidad, por lo que el estado es “Bueno o inferior”.
- **Estructura de la zona ribereña.** La zona riparia mantiene una estructura acorde con la potencialidad del sistema por lo que su potencial ecológico es “Máximo”.

4.18.8 Potencial ecológico

En la tabla 225 se presentan los resultados obtenidos de cada uno de los elementos de calidad analizados desde el ciclo 2001/02 hasta el ciclo 2012/13. El potencial ecológico obtenido ha sido Malo, al igual que en los ciclos anteriores.

Los niveles de fósforo y nitratos alcanzados durante este ciclo han sido los más altos registrados en el humedal, indicando que el sistema es eutrófico lo que se traduce en una elevada densidad algal. Además la presencia de especies alóctonas tanto de invertebrados como de peces hace que el humedal se encuentre en un estado ecológico Deficiente.

Las recomendaciones y propuestas de actuación para mejorar el potencial ecológico de este humedal son:

- Limitar la entrada de nutrientes y de sedimentos al humedal. Principalmente la derivada de las actividades agrícolas muy importantes en toda la zona.
- Control y erradicación de las poblaciones alóctonas tanto de cangrejo rojo como de las especies de peces presentes.
- Dada la naturaleza artificial del humedal y que la potencialidad actual de la cubeta para albergar macrófitos es prácticamente nula, una de las recomendaciones sería situar en diferentes puntos del humedal sustratos artificiales donde pudieran crecer los macrófitos lo que favorecería la transparencia, la eliminación de nutrientes y favorecería la fijación del sedimento. Dado que actualmente la concentración de nutrientes es muy alta primero se debería actuar en la reducción de la entrada de los nutrientes para que esta medida fuera efectiva.

Tabla 225. Valoración del potencial ecológico del humedal de Gimileo, por elemento de calidad entre los ciclos 2001/02 y 2012/13.

Ciclo	Elementos Biológicos			
	Fitoplancton	Macrófitos	Invertebrados	Estado biológico
01/02	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-
04/05	-	-	-	-
05/06	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Malo
06/07	Deficiente	Deficiente	-	Deficiente
07/08	Moderado	Deficiente	-	Deficiente
08/09	Deficiente	Deficiente	-	Deficiente
09/10	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-
12/13	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente

Ciclo	Elementos fisicoquímicos		
	Acidificación	Nutrientes	Estado Condiciones Físico químicas
01/02	-	-	-
02/03	-	-	-
03/04	-	-	-
04/05	≥Bueno	Deficiente	Deficiente
05/06	≥Bueno	Deficiente	Deficiente
06/07	≥Bueno	Deficiente	Deficiente
07/08	≥Bueno	Deficiente	Deficiente
08/09	≥Bueno	Deficiente	Deficiente
09/10	-	-	-
10/11	-	-	-
11/12	-	-	-
12/13	≥Bueno	Malo	Deficiente

Ciclo	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado Ecológico
01/02	-	-	-	-
02/03	-	-	-	-
03/04	-	-	-	-
04/05	-	Deficiente	≤Bueno	Deficiente
05/06	Malo	Deficiente	≤Bueno	Deficiente
06/07	Deficiente	Deficiente	≤Bueno	Deficiente
07/08	Deficiente	Deficiente	≤Bueno	Deficiente
08/09	Deficiente	Deficiente	≤Bueno	Deficiente
09/10	-	-	-	-
10/11	-	-	-	-
11/12	-	-	-	-
12/13	Deficiente	Deficiente	≤Bueno	Deficiente

5 DISCUSIÓN

El presente trabajo se ha centrado en el estudio de las métricas que la Directiva 2000/60/CE establece para determinar el estado/potencial ecológico de las masas de agua, en este caso de la categoría lagos.

Durante el ciclo hidrológico 2012/2013 se han estudiado 17 humedales del País Vasco y se ha establecido su estado/potencial ecológico.

En la tabla siguiente vemos el resultado final de la evaluación.

Tabla 226. Valoración final y por grupo de elementos del estado/ potencial ecológico de los humedales interiores del País Vasco en el ciclo 2012/13.

Código	Humedal	Estado biológico	Estado Condiciones Físico químicas	Estado Condiciones Hidromorfológicas	Estado /potencial Ecológico
ARR-L	Lago de Arreo	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	DEFICIENTE
ARB-L	Laguna de Arbieto	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	MODERADO
LAM-L	Laguna de Lamiogin	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	MODERADO
OLA-H	Laguna de Olandina	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	DEFICIENTE
BIK-H	Laguna de Bikuña	Bueno	≤Moderado	≤Bueno	MODERADO
MOR-H	Charca de Monreal	Moderado	≤Moderado	Muy bueno	MODERADO
PPA-H	Laguna del Prao de la Paul	Malo	≤Moderado	≤Bueno	MALO
LAC-H	Laguna de Lacorzana	Deficiente	Bueno	≤Bueno	DEFICIENTE
NAV-H	Laguna de Navaridas	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	DEFICIENTE
CAL-H	Laguna de Carralagroño	Bueno	Bueno	≤Bueno	BUENO
CAV-H	Laguna de Carravalseca	Bueno	Muy bueno	≤Bueno	BUENO
MUS-H	Laguna de Musco	Moderado	≤Moderado	≤Bueno	MODERADO
SAL-B4	Salinas de Añana	Moderado	Bueno	-	MODERADO
ARK-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	DEFICIENTE
BET-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño	Deficiente	≤Moderado	≤Bueno	DEFICIENTE
BOL-H	Humedal de Bolue	Malo	≤Moderado	≤Bueno	MALO
GIM-H	Humedal de Gimileo	Deficiente	Deficiente	≤Bueno	DEFICIENTE

En el ciclo 2012/2013 solo dos humedales alcanzaron el buen estado ecológico. La mayoría de humedales presentó un estado entre Moderado y Deficiente; y dos humedales presentaron un estado Malo (tabla 226).

En cuanto a los elementos biológicos evaluados (figura 411), el elemento fitoplancton alcanzó en la mayoría de los humedales un estado bueno o muy bueno, solo dos humedales presentaron una calidad inferior a buena para este elemento. En cuanto al elemento macrófitos, solo en tres humedales se alcanzó un buen estado. En el caso de los invertebrados, seis humedales alcanzaron una calidad para este elemento de buena o superior, mientras que dos humedales presentaron una calidad mala. En el caso de los peces la mitad de los humedales en los que se evaluó este elemento presentó una buena o muy buena calidad. En global los elementos biológicos han presentado un estado de calidad por debajo de bueno en 14 de los 17 humedales, es decir el 82% de los humedales estudiados.

En cuanto a los elementos de calidad fisicoquímicos (figura 412), el elemento que más ha influido en el estado final ha sido el de nutrientes, 11 humedales han presentado una calidad para este elemento inferior a buena. Mientras que los elementos de salinidad y acidificación en su mayoría han mantenido una calidad muy buena. En el caso del elemento de transparencia, solo existen valores frontera para tres humedales, y para cada uno de ellos se ha obtenido una calidad. En global los elementos de calidad fisicoquímicos han presentado un estado de calidad por debajo de bueno en 13 humedales, es decir el 76% de los humedales estudiados.

En el caso de los elementos de calidad hidromorfológicos (figura 413), la gran mayoría de humedales (13 de 16) ha presentado una calidad inferior a buena.

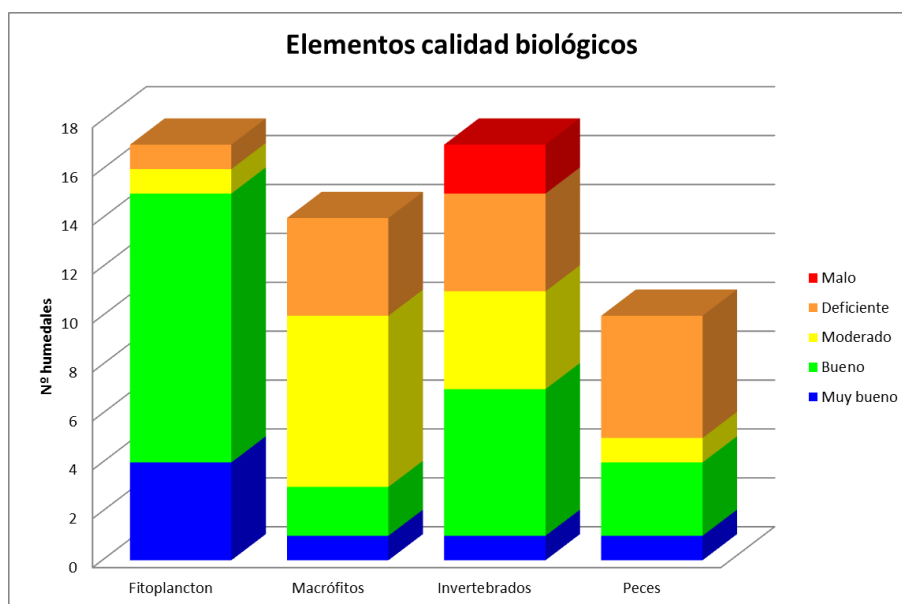


Figura 411. Número de humedales en la red en los diferentes estados de calidad para los diferentes elementos de calidad biológica en el ciclo 2012/2013.

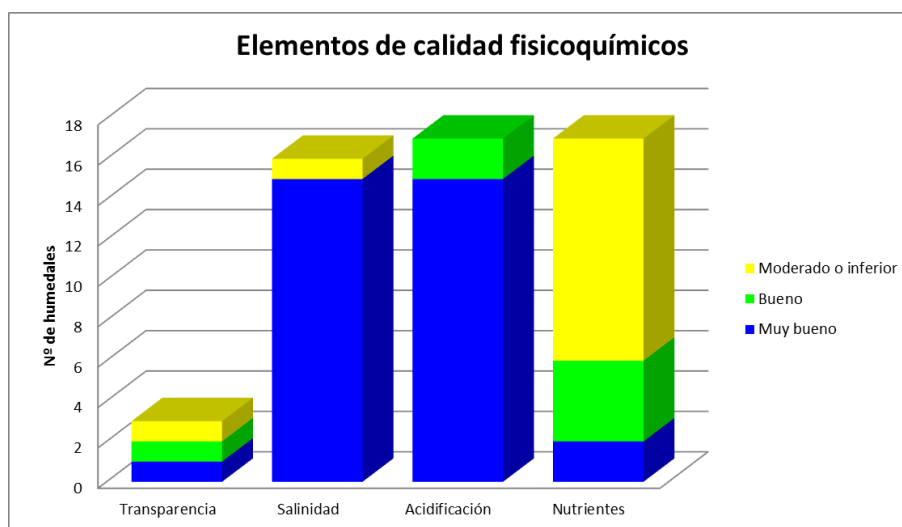


Figura 412. Número de humedales en la red en los diferentes estados de calidad para los diferentes elementos de calidad fisicoquímicos en el ciclo 2012/2013.

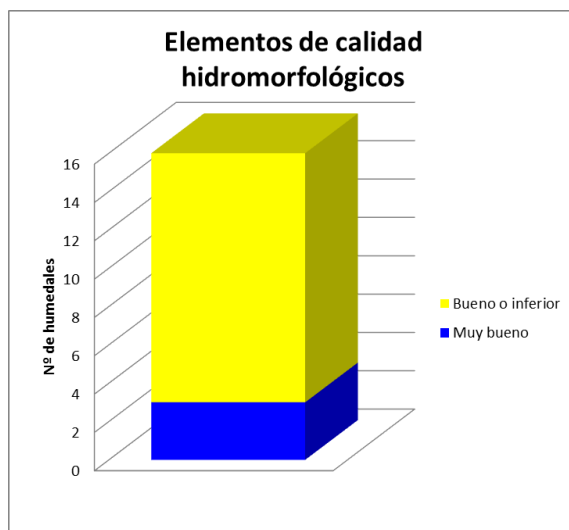


Figura 413. Número de humedales en la red en los diferentes estados de calidad para los elementos de calidad hidromorfológicos en el ciclo 2012/2013.

En la evaluación final para el ciclo 2012/2013, solo el 12% de los humedales interiores del País Vasco han alcanzado los objetivos medioambientales (figura 415).

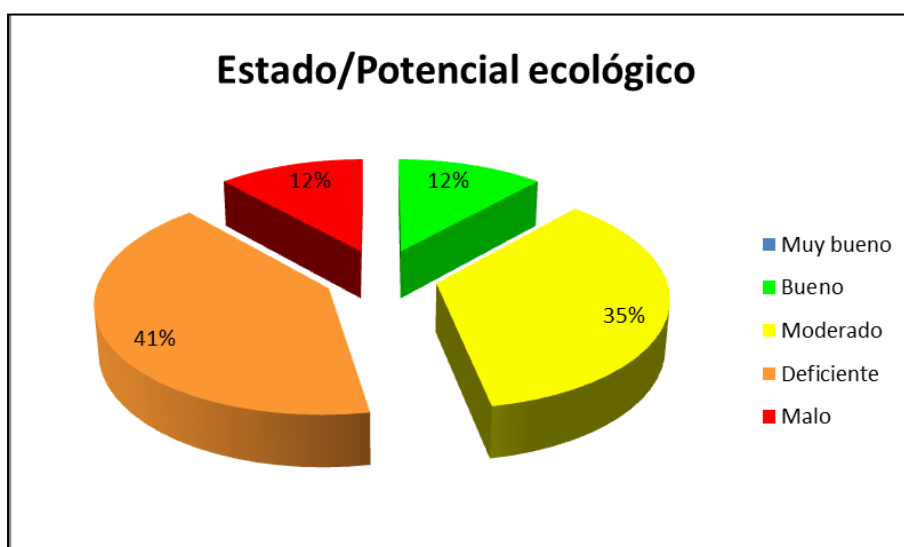


Figura 415. Porcentaje de humedales en la Red en los diferentes estados de calidad para los elementos de calidad hidromorfológicos en el ciclo 2012/2013.

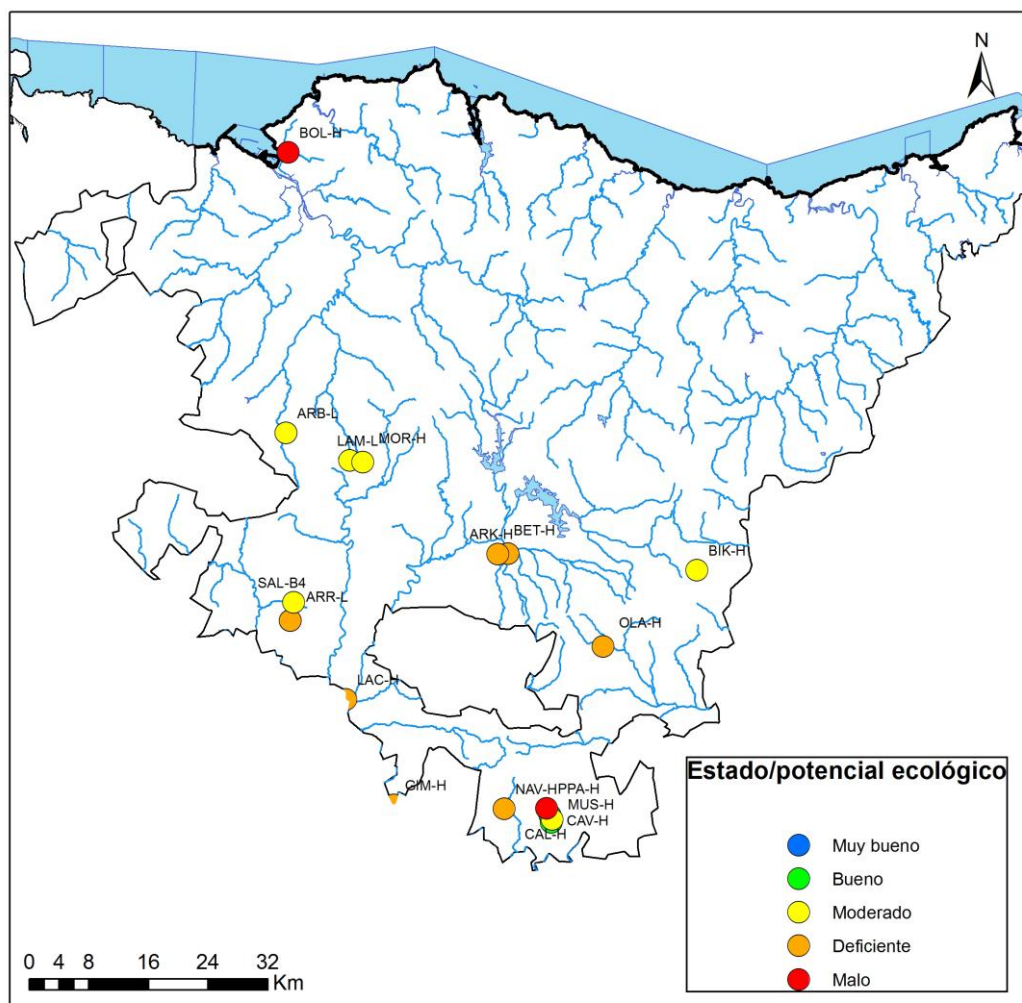


Figura 416. Estado o potencial ecológico de los humedales interiores del País Vasco.

La evolución del estado o potencial ecológico de los humedales desde la puesta en marcha del programa de seguimiento se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 227. Evolución del estado o potencial ecológico de los principales humedales interiores del País Vasco entre los ciclos 2001/2002 y 2012/2013. (MB: Muy bueno; BU: bueno; MO: Moderado; DE: Deficiente; MA: Malo)

Código	Humedal	Estado/Potencial Ecológico											
		01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13
ARR-L	Lago de Arreo	MO	DE	MO	MO	MO	MO	MO	MO	DE	DE	DE	DE
ARB-L	Laguna de Arbieto	MO	DE	MO	MO	MO	MO	MO	MO	MO	MO	MO	MO
LAM-L	Laguna de Lamiogin	MO	MO	BU	MO	MO	MO	BU	BU	MO	BU	BU	MO
OLA-H	Laguna de Olandina	DE	DE	DE	MO	MO	MO	DE	DE	DE	DE	DE	DE
BIK-H	Laguna de Bikuña	DE	MO	MO	MO	MO	BU	MO	MO	MO	BU	BU	MO
MOR-H	Charca de Monreal	DE	BU	MO	MO	MO	BU	MO	MO	MO	BU	BU	MO
PPA-H	Laguna del Prao de la Paul	MA	MA	MA	MA	DE	DE	MA	MA	DE	MA	DE	MA
LAC-H	Laguna de Lacorzana	DE	DE	BU	MO	-	MO	MO	DE	DE	MO	MO	DE
NAV-H	Laguna de Navaridas	DE	MO	MO	MO	MO	MO	BU	MO	MO	MO	MO	DE
CAL-H	Laguna de Carralagroño	BU	MO	BU	MO	MO	DE	MO	BU	MO	MA	MO	BU
CAV-H	Laguna de Carravalseca	MO	DE	MO	DE	MO	DE	MO	MO	DE	MA	MA	BU
MUS-H	Laguna de Musco	-	BU	MO	BU	BU	MO	BU	MO	MO	MO	MO	MO
SAL-B4	Salinas de Añana	-	-	-	-	-	-	-	-	MO	MO	MO	MO
ARK-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Arkaute	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE
BET-H	Encharcamiento de Salburua-Balsa de Betoño	DE	MO	DE	MA	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE
BOL-H	Humedal de Bolue	MA	MA	MA	MA	-	-	-	-	-	-	-	MA
GIM-H	Humedal de Gimileo	-	-	-	DE	DE	DE	DE	DE	-	-	-	DE

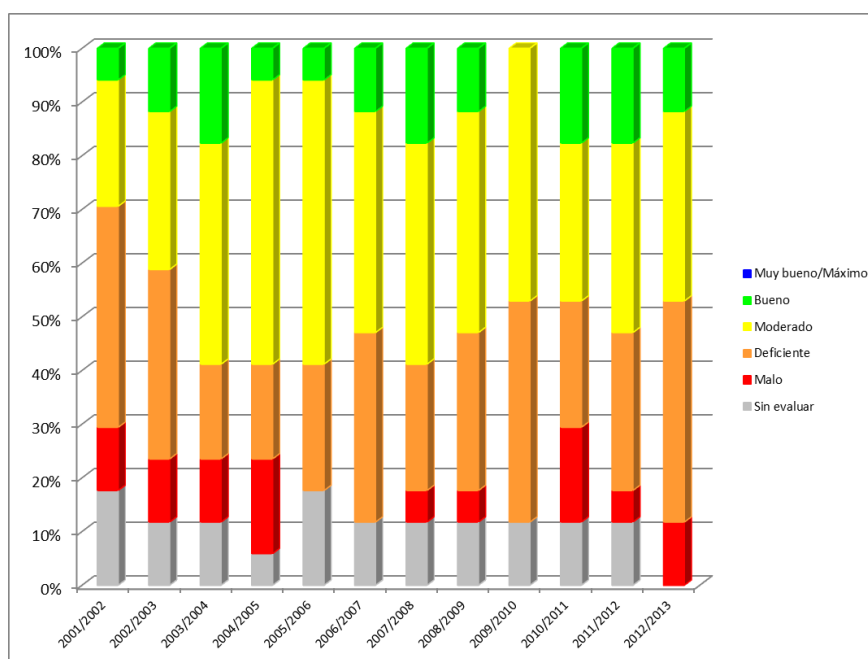


Figura 471. Proporciones de humedales de la Red en los diferentes estados de calidad (ciclos 2001/2002 a 2012/2013).

Respecto al ciclo anterior dos humedales han cambiado de estado mejorando la categoría mientras otros seis han empeorado el estado.

En el caso de los humedales de Carralagroño y Carravalseca, como ya hemos comentado anteriormente, las abundantes precipitaciones durante el ciclo hidrológico del presente estudio han provocado el aumento y mantenimiento de la lámina de agua, lo que ha permitido el crecimiento de las plantas acuáticas y obtener mejor calidad que en años anteriores. En la siguiente figura se presentan las precipitaciones acumuladas para los últimos tres ciclos y podemos observar como efectivamente el año 2013 ha sido mucho más lluvioso.

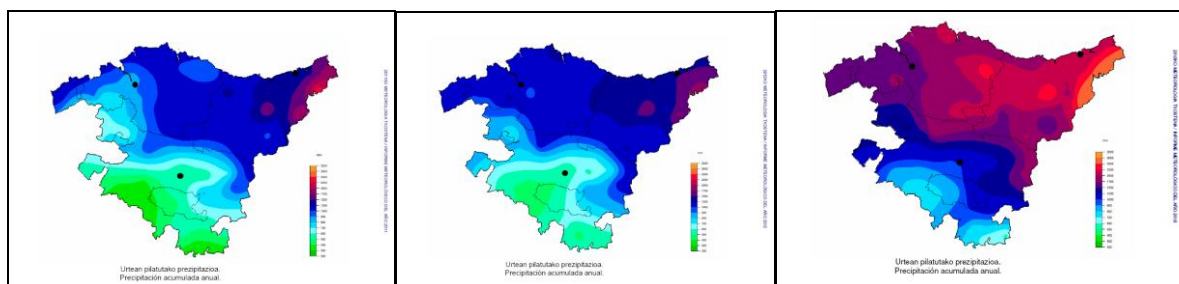


Figura 418. Precipitación acumulada en el territorio de la Comunidad Autónoma Vasca. Extraído de los informes meteorológicos de los años 2011, 2012 y 2013 respectivamente.

El caso de los humedales que han empeorado de estado tenemos los siguientes casos:

- La laguna de Bikuña, la Charca de Monreal y la laguna de Lamiogín han cambiado su estado de bueno, alcanzado en los dos ciclos anteriores, ha moderado en el presente ciclo. En las tres lagunas se ha detectado un aumento de los niveles de nutrientes, principalmente de fósforo, respecto a ciclos anteriores. En ninguna de ellas se ha detectado un aumento de la presión agrícola o ganadera en las cuencas vertientes que puedan explicar el aumento de nutrientes. Una posible causa dicho aumento podría deberse a las abundantes precipitaciones registradas en este ciclo, lo que probablemente ha provocado mayor escorrentía que en ciclos anteriores, arrastrando mayor cantidad de sedimentos y con ellos nutrientes. En estos tres casos parece lógico pensar que se puede volver a alcanzar el buen estado ecológico con un ligero control de los nutrientes que se vierten a las cuencas. Son tres humedales que se encuentran rodeados por bosques con poca alteración antrópica.
- La Laguna de Lacorzana y la laguna de Navaridas, cambian su estado de moderado a deficiente. En ambas lagunas el estado ha venido marcado por el elemento de calidad macrófitos, y además se ha encontrado una menor riqueza de especies de helófitos que en ciclos anteriores.
- La Balsa de Prao de la Paul ha cambiado de estado de deficiente a malo en este ciclo. Este humedal a lo largo de toda la serie histórica está oscilando entre estos dos estados de calidad. En el presente ciclo el elemento que ha determinado la mala calidad han sido los invertebrados.

En base a la evolución histórica que se presenta en la tabla 227, podríamos diferenciar varios grupos de humedales:

➤ **Humedales con un predominio de estado o potencial ecológico entre malo y deficiente.**

En este grupo encontraríamos al humedal de Salburua (tanto Balsa de Arkaute como a la Balsa de Betoño), al humedal de Gimileo, a la Balsa de Prao de la Paul, y al Humedal de Bolue. Todos ellos son humedales con un contenido en fósforo alto. Según la hipótesis de bioestabilidad para lagos someros (Scheffer *et al.*, 1993) a niveles intermedios de nutrientes (0,1 mg/l de fósforo) se puede producir alternativamente uno de los dos estados de equilibrio: estado de transparencia, con dominancia de plantas sumergidas y aguas claras; o estado de turbidez, con ausencia de plantas sumergidas, dominancia del fitoplancton y aguas turbias. Si analizamos los humedales de este grupo todos presentan unos niveles de fósforo medio de entre 0,09 y 0,3 mg/l. Los humedales que presentaron dominancia del fitoplancton y ausencia de plantas han sido la Balsa de Arkaute, el humedal de Gimileo y la Balsa de Prao de la Paul. Mientras que el humedal de Bolue y la Balsa de Betoño se encontraron dominados por macrófitos y aguas más transparentes.

Las medidas a adoptar en estos humedales, para que se produzca un cambio hacia un mejor estado ecológico, es sin duda el control de los nutrientes. La ausencia de plantas hace más difícil la recuperación dado que el fósforo que se hubiera acumulado en los

sedimentos está constantemente siendo resuspendido, mientras que la presencia de plantas reduce la resuspensión y además capta nutrientes del agua.

➤ **Humedales con predominio de estado o potencial ecológico entre deficiente y moderado.**

Los humedales que englobaríamos en este grupo son: el lago Arreo y la laguna de Olandina. El principal problema detectado en estas lagunas es el de la presión agrícola en las cuencas vertientes. Los niveles de fósforo no son tan elevados como en los humedales del grupo anterior (excepto en Olandina) pero determinan que el estado ecológico no se pueda considerar bueno. La laguna de Olandina ha empeorado en los últimos ciclos debido al aumento de nutrientes. En el caso del lago Arreo la presencia de especies alóctonas y la ausencia de macrófitos son los responsables del empeoramiento de la calidad de esta laguna.

Las medidas a adoptar en estos humedales son el control de nutrientes de la cuenca vertiente y en el caso de la laguna de Arreo el control de las poblaciones de invertebrados y peces alóctonos.

➤ **Humedales con predominio de estado o potencial ecológico entre moderado y bueno.**

Los humedales que englobaríamos en este grupo son: laguna de Arbieto, la laguna de Lamiogin, la laguna de Lacorzana, la laguna de Navaridas, la laguna de Musco, la laguna de Bikuña, la laguna de Carralagroño, la laguna de Carravalseca, la Charca de Monreal y las Salinas de Añana. Estos humedales se encuentran entre los estados moderado y bueno aunque en algún ciclo puedan haber alcanzado el estado deficiente (incluso malo).

La problemática principal de estos humedales no es una elevada carga de nutrientes, aunque en las lagunas permanentes (Arbieto, Lamiogin y Monreal) y alguna temporal como Bikuña, si se ha observado un ligero aumento de nutrientes en el último ciclo que ha determinado el estado ecológico moderado, junto con la disminución de la riqueza y la cobertura de macrófitos (excepto en Arbieto donde no se evalúa esta métrica).

En los humedales temporales el principal factor que ha determinado el estado moderado o deficiente ha sido la baja riqueza de especies de macrófitos o la baja cobertura, excepto para los humedales de Carralagroño y Carravalseca que alcanzaron el Buen estado ecológico en este ciclo de forma excepcional.

En muchos de los humedales temporales las alteraciones hidromorfológicas han afectado el anillo de vegetación perilagunar, o incluso la cubeta lo que ha determinado una mala calidad del elemento macrófitos en muchas de ellas.

Las actuaciones que se deben adoptar para mejorar el estado de estos humedales deben ir encaminadas en la recuperación de la hidromorfología de las lagunas para recuperar la vegetación de ribera, sin dejar de lado el control de los nutrientes de las cuencas vertientes ya que la mayoría de estos humedales se encuentran rodeados de cultivos y pueden ejercer una presión considerable.

Como conclusiones finales podemos indicar como principal factor de presión sobre los humedales interiores del País Vasco la presión agrícola en las cuencas vertientes de las lagunas, incluso la presión urbanística en el caso de las balsas del Humedal de Salburúa.

La recuperación de los humedales en muchos casos va a depender del control de nutrientes en las cuencas así como la rehabilitación de la vegetación perilagunar para evitar la influencia directa de los cultivos colindantes a las lagunas como ocurre actualmente en muchos humedales. El control biológico de la fauna alóctona también es importante aunque es de difícil solución ya que ni los descates ni la desecación de los humedales que se han practicado en algunos humedales han conseguido erradicar el problema.

6 REFERENCIAS

- Agencia Catalana de l'Aigua. 2003. *Desenvolupament d'un index integral de qualitat ecológica i regionalització ambiental dels sistemes lacustres de Catalunya*. Centre d'estudis Avançats de Blanes (CSIC).
- Agencia Vasca del Agua. 2008. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2006/07)*. Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Agencia Vasca del Agua. 2009. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2007/08)*. Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Agencia Vasca del Agua. 2010. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2008/09)*. Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Agencia Vasca del Agua. 2011. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2009/10)*. Ecohydros, S.L.
- Agencia Vasca del Agua. 2012. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2010/11)*. Ecohydros, S.L.
- Agencia Vasca del Agua. 2013. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2011/12)*. Ecohydros, S.L.
- APHA-AWWA-WEF, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Ed.21.
- Barbe, J., Lafont, M., Mallet, L., Mouthon, J., Philippe, M. y Vey, V. 2003. *Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d'eau. Analyse critique des indices de qualité des lacs et propositions d'indices de fonctionnement de l'écosystème lacustre*. Cemagref. Agence de l'Eau.
- Boletín Oficial del Estado. 2006. *Orden MAM/3207/2006, de 25 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MMA-EECC-1/06, determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de aguas*. BOE 250: 36326-36440.
- Boletín Oficial del Estado. 2008. *Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica*. BOE 2008/229: 38472-38582.
- Boletín Oficial del Estado. 2012. *Resolución de 16 de noviembre de 2012, de la Dirección General de Calidad y Evaluación ambiental y Medio Natural, por la que se incluyen en el inventario español de zonas húmedas 30 humedales de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. BOE 311: 87937-87967.
- Boletín Oficial del Estado. 2013. *Real Decreto 399/2013, de 7 de junio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental*. BOE 137: 34495-43500.
- CEDEX. 2010a. *Selección de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría "Lagos" basadas en el elemento de calidad "Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton", en aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.

- CEDEX. 2010b. *Selección de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría "Lagos" basadas en el elemento de calidad "Composición y abundancia de otro tipo de flora acuática", en aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.
- CEDEX. 2010c. *Establecimiento de condiciones de referencia y valores frontera entre clases de estado ecológico en masas de agua de la categoría lago para los elementos de calidad "Composición, abundancia y biomasa de fitoplancton" y "Composición y abundancia de otro tipo de flora acuática", en aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.
- CEDEX. 2010d. *Establecimiento de condiciones hidromorfológicas y fisicoquímicas específicas de cada tipo ecológico en masas de agua de la categoría Lagos en aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 2000. *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000 por la que se establece el marco común de actuación en el ámbito de la política de aguas*. DOCE nº L327: 1-73, de 22 de diciembre de 2000. Bruselas.
- Gobierno Vasco. 2004. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Gobierno Vasco. 2005. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2004/05)*. Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Gobierno Vasco. 2006. *Red de seguimiento de la calidad ecológica de los humedales interiores de la Comunidad Autónoma del País Vasco (ciclo hidrológico 2005/06)*. Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Hillebrand, H., Dürselen, L-D., Kirschtel, D., Pollingher, U. y Zohary, Z. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycol.*, 35: 403-424.
- Informe Meteorológico año 2011. Informe Meteorológico año 2012. Informe meteorológico año 2013. Departamento de Seguridad. Gobierno Vasco (www.euskalmet.euskadi.net).
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 2011. *Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses: M-LE-FP-2011*.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012. *Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos*. Código: ML-L-I-2012.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2013a. *Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses*. Código: M-LE-FP-2013.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2013b. *Protocolo de análisis y cálculo de métricas de fitoplancton en lagos y embalses*. Código: MFIT-2013.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2013c. *Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (Macrófitos) en lagos*. Código: M-L-OFM-2013.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2013d. *Protocolo de laboratorio y cálculo de métricas de otro tipo de flora acuática (Macrófitos) en lagos*. Código: OFALAM-2013.

- Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA (<http://www.telur.es/rebas/>).
- Rott, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 43: 34-62.
- Scheffer, M., H. Hosper, M. L. Meuer, B. Moss and E. Jeppesen. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends Ecol. Evol.*, 8: 275-279.
- Sun, J. y Lin, D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 25 (11): 1331-1346.
- UNE-EN 14011. 2003. *Calidad del agua. Muestreo de peces con electricidad*.
- UNE-EN 14757. 2006. *Calidad del agua. Muestreo de peces mediante redes de agalla con diferente luz de malla*.
- Willén, E. 2000. Phytoplankton water quality assessment –an indicator concept. In: *Hydrological and limological aspects of lake monitoring*. Heinonen, P., Ziglio, G. & Van der Beken, A. (eds). Wiley & Sons. LTD.