



INFORME:

INFORME DE RESULTADOS PARA EL ESTUDIO DE BLOOMS DE CIANOBACTERIAS: 2022-2024

TÍTULO DEL PROYECTO:

Seguimiento del estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias

ELABORADO POR: EUROFINS CAVENDISH

REVISADO POR: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURA, O.A.

Informe final 2022-2024

Foto de portada: Embalse de la Rambla de Algeciras



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURA, O.A.

Informe final 2022-2024

DATOS DE LA PUBLICACIÓN

Seguimiento del Estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias

Objeto del informe: INFORME DE RESULTADOS PARA EL ESTUDIO DE BLOOMS DE CIANOBACTERIAS: 2022-2024

Dirección y Confederación Hidrográfica del Segura

Coordinación de los trabajos: Avda. Acisclo Díaz 5A, 30005 Murcia



Empresa actuante: EUROFINS CAVENDISH



Ctra. Bailen-Motril, Parcela 102-B "Edificio de Cristal 2" Pol. Juncaril. C.P. 18210 PELIGROS (Granada)

Dirección y Coordinación del estudio: Silvia Gómez Rojas
Área de Calidad de Aguas

EQUIPO DE TRABAJO:

DELEGADO DEL CONSULTOR: Luis Archilla Castillo

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN: David Fernández Moreno

Fecha de edición: Abril 2024

Cita del informe: Confederación Hidrográfica del Segura. 2024. Seguimiento del Estado de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Segura para la detección de episodios de bloom de cianobacterias. Informe de resultados para el estudio de blooms de cianobacterias: 2022-2024.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETO DEL INFORME	6
2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS	6
3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD	13
4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN.....	13
4.1. EMBALSE DE ALFONSO XIII.....	22
4.2. EMBALSE DE ALGECIRAS.....	22
4.3. EMBALSE DE ANCHURICAS	22
4.4. EMBALSE DEL ARGOS.....	23
4.5. EMBALSE DE CAMARILLAS	23
4.6. EMBALSE DEL CENAJO	24
4.7. EMBALSE DE LA CIERVA.....	24
4.8. EMBALSE DE CREVILLENTE	24
4.9. EMBALSE DE LA FUENSANTA	24
4.10. EMBALSE DEL JUDÍO	25
4.11. AZUD DE OJÓS	25
4.12. EMBALSE DE LA PEDRERA	26
4.13. EMBALSE DE PUENTES	26
4.14. EMBALSE DE SANTOMERA	26
4.15. EMBALSE DEL TAIBILLA.....	26
4.16. EMBALSE DE TALAVE.....	27
4.17. EMBALSE DE VALDEINFIERNO	27
5. CONCLUSIONES	27
6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de los muestreos realizados.....	8
Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases.....	13
Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en los embalses muestreados	16

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa con los embalses de estudio según prioridad	7
Ilustración 2. Mapa de embalses según la fase máxima alcanzada	15

1. OBJETO DEL INFORME

Tal y como indica el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT), este informe final será entregado con la valoración de los resultados de cada embalse muestreado durante el periodo 2022-2024. En este informe se verá reflejado un resumen de las características ambientales, así como de la posible aparición o desarrollo de blooms de cianobacterias, las especies principales que en este caso exista, la posible toxicidad y, en definitiva, las particularidades que vendrán asociadas según el tipo de taxón dominante.

No será igual que el bloom esté provocado por determinadas especies consideradas frecuentemente tóxicas (*Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, etc.), según datos históricos y bibliográficos, que otros que pueden ser potencialmente tóxicos pero que no han sido descritos, al menos, en España hasta el momento.

Con este estudio final se pretende tener una idea de los grupos algales principales, así como de las características ambientales más destacables. A continuación, se comentarán los resultados de cada uno de los embalses muestreados durante los años 2022-2024.

2. PUNTOS DE CONTROL Y PARÁMETROS ANALIZADOS

En el periodo que ha durado el proyecto, desde marzo de 2022 a febrero de 2024 se describen un total de 17 embalses estudiados cada uno con diferente nivel de prioridad tal y como se muestra en el mapa de la figura 1. Por tanto, esta categorización de los embalses se ha tenido en cuenta para establecer las diferentes estrategias en la toma de muestras, añadiéndose por ejemplo más unidades en aquellas de prioridad máxima, que son las que más probabilidad tienen de desarrollar blooms de cianobacterias.

Se han analizado un total de 19 variables fisicoquímicas como: NH_4^+ , COD (Carbono orgánico disuelto), Clorofila-a, Cloruros, Conductividad, DBO_5 , DQO, Fósforo total (P_t), Nitratos (NO_3^-), Nitrógeno total (N_t), Nitritos (NO_2^-), Fosfatos (PO_4^{3-}), $\text{O}_2\%$, O_2 , pH, Sólidos en suspensión (SS), Sulfatos (SO_4^{2-}), Temperatura y profundidad del disco de Secchi.

Se muestra en la tabla 1 los puntos de control con la fecha, hora y coordenadas UTM. El tipo de muestreo ha sido mediante embarcación e integrada, ya que para detectar los Bloom de forma idónea se ha de tomar una muestra de la columna de agua para que el dato de abundancia sea lo más realista posible.

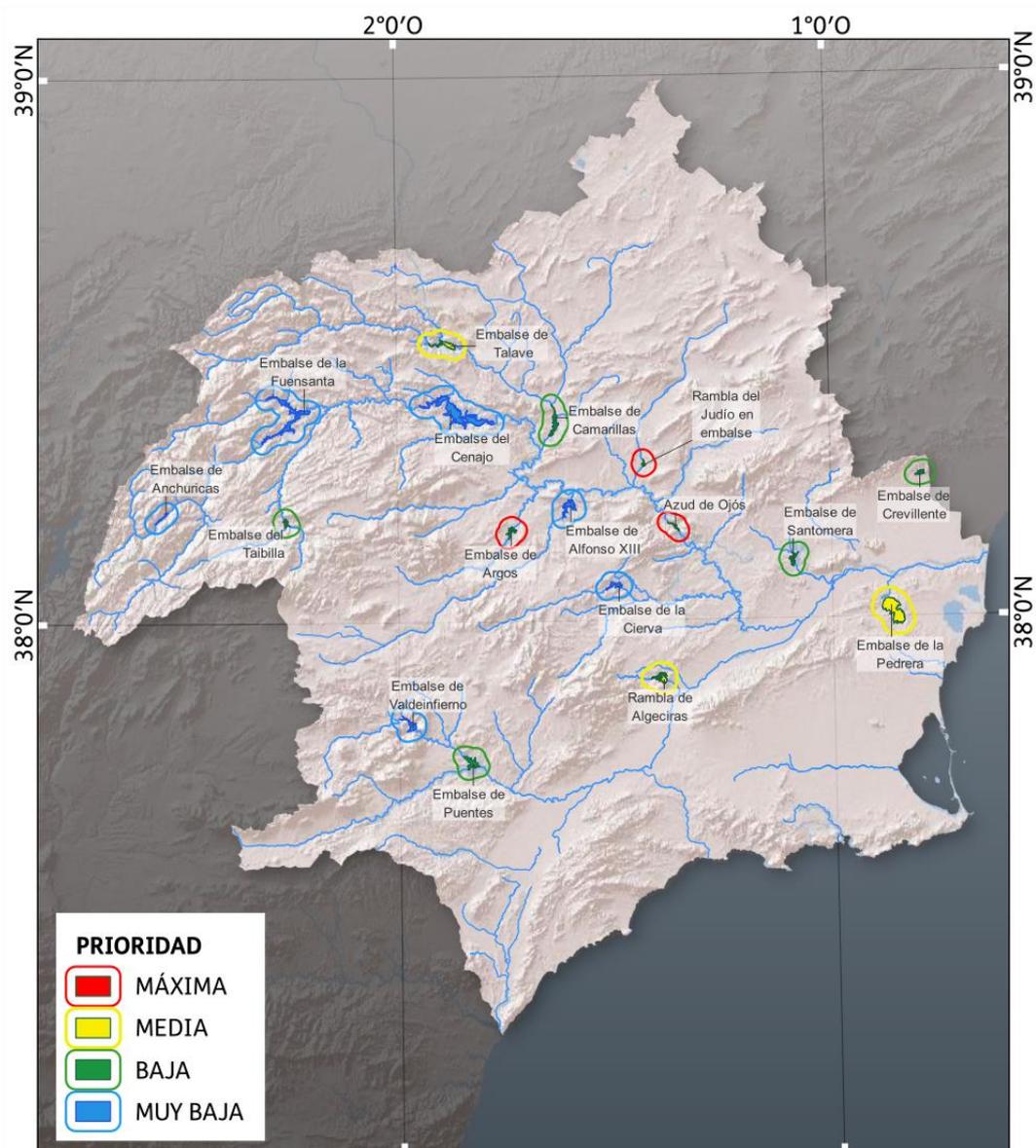


Figura 1. Mapa con los embalses de estudio según prioridad

Tabla 1. Tabla de los muestreos realizados

MUESTREOS REALIZADOS	FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
Embalse de Alfonso XIII (EAL1 UTM X/Y: 622568/4231439)	08/07/2022	13:50:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	06/09/2022	16:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/11/2022	12:30:00	Si	Si	Si	No	Si	El análisis de fitoplancton revela la inexistencia de bloom
	12/07/2023	14:25:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/09/2023	16:25:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
Rambla de Algeciras (EAG1 UTM X/Y: 641679/4194611)	08/06/2022	10:50:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	05/07/2022	09:50:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	03/08/2022	10:50:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/09/2022	13:25:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	14/06/2023	12:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	10/07/2023	10:05:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/08/2023	10:38:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
11/09/2023	10:35:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias	
Embalse de Anchuricas (EAN1 UTM X/Y: 540907/4228583)	06/07/2022	15:30:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	05/09/2022	15:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	10/07/2023	15:20:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	11/09/2023	15:35:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	06/06/2022	15:40:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	05/07/2022	13:40:00	Si	Si	Si	No	No	Se realizó Análisis molecular para la detección de genes relacionados con cianotoxinas
	02/08/2022	10:10:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	07/09/2022	09:15:00	Si	Si	Si	Si	No	Se detectó una elevada abundancia de microalgas, entre otros de cianobacterias, por lo que se midieron las microcistinas, el resultado fue negativo
Embalse del Argos (EAR1 UTM X/Y: 610690/4225512)	11/10/2022	12:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	24/11/2022	11:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/12/2022	12:15:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/06/2023	16:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	11/07/2023	13:20:00	Si	Si	Si	No	No	Se detectó una abundancia muy elevada de M.tenuissima, por lo que se decidió tomar otra muestra con microcistinas
	28/07/2023	11:30:00	Si	Si	Si	Si	No	Resultado negativo de microcistinas
	04/08/2023	10:45:00	Si	Si	Si	Si	No	Bloom de Merimopedia
	07/08/2023	17:08:00	Si	Si	Si	Si	No	Bloom de Merimopedia
16/08/2023	10:10:00	Si	Si	Si	Si	No	Bloom de Merimopedia	



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA, O.A.

Informe final 2022-2024

MUESTREOS REALIZADOS	FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
	31/08/2023	10:35:00	Si	Si	Si	Si	No	Fin bloom de Merismopedia (<100.000 cél/ml) y presencia de casi 10.000 cél/ml de Microcystis
	12/09/2023	12:15:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	19/10/2023	13:05:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	14/11/2023	13:05:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
Embalse de Camarillas (ECA1 UTM X/Y: 618142/4244593)	07/06/2022	11:35:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/07/2022	16:30:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	02/08/2022	07:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	06/09/2022	14:15:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/06/2023	17:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/07/2023	12:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/08/2023	11:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse del Cenajo (ECE1 UTM X/Y: 601933/4247798)	13/09/2023	13:50:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	07/07/2022	13:50:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	06/09/2022	11:45:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/07/2023	09:50:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse de la Cierva (ELC1 UTM X/Y: 632461/4213692)	13/09/2023	11:55:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	05/07/2022	12:10:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	07/09/2022	10:45:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/07/2023	14:35:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/09/2023	13:25:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
Embalse de Crevillente (ECR1 UTM X/Y: 693205/4236953)	07/06/2022	16:20:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/07/2022	08:50:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	02/08/2022	17:25:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/09/2022	09:20:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	14/06/2023	09:20:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/07/2023	08:35:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/08/2023	17:08:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse de la Fuensanta (EFU1 UTM X/Y: 569236/4249129)	14/09/2023	09:05:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	07/07/2022	09:20:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	06/09/2022	09:15:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	10/07/2023	17:50:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse del Judío (EJU1 UTM X/Y: 637119/4238178)	11/09/2023	17:20:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	03/02/2022	11:54:00	Si	Si	Si	Si	No	Abundancia de Aphanothece y Merismopedia superando las 100.000 cél/ml entre las dos
	06/06/2022	17:30:00	Si	Si	No	No	No	Coloración verde oscuro



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURO, O.A.

Informe final 2022-2024

MUESTREOS REALIZADOS	FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
	20/06/2022	11:35:00	Si	Si	Si	Si	Si	Ha disminuido la abundancia de Merimopedia aunque aún se encuentra por encima de las 50.000 cél/ml
	29/06/2022	11:25:00	Si	Si	Si	Si	Si	Fin de fase 5
	05/07/2022	15:30:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	02/08/2022	12:50:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	22/08/2022	10:30:00	Si	Si	Si	Si	No	No se detectó cianobacterias. El Bloom se debía a una proliferación de algas verdes
	06/09/2022	17:15:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	11/10/2022	10:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	27/10/2022	11:00:00	Si	Si	Si	No	No	Al realizar el estudio de la comunidad de fitoplancton se comprobó que no existía bloom de cianobacterias. La mayoría son algas verdes
	24/11/2022	10:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/12/2023	11:35:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	15/02/2023	11:45:00	Si	Si	Si	No	Si	Se comprobó que era una proliferación de algas verdes
	06/03/2023	14:45:00	Si	No	Si	No	No	Sin incidencias
	12/06/2023	13:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	11/07/2023	17:35:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/08/2023	12:26:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/09/2023	16:25:00	Si	Si	Si	Si	No	Análisis de microcistinas negativo
	29/09/2023	11:05:00	Si	Si	Si	Si	Si	Aviso del guarda, se comprobó que no existía bloom de cinaobacterias
	19/10/2023	12:10:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	30/10/2023	10:45:00	Si	Si	Si	Si	No	Presencia de Microcystis sin desarrollar bloom
	14/11/2023	12:10:00	Si	Si	Si	Si	No	Presencia de Microcystis sin desarrollar bloom
	21/12/2023	11:35:00	Si	Si	Si	Si	No	Presencia de Microcystis sin desarrollar bloom
	16/01/2024	11:54:00	Si	Si	Si	No	No	Presencia de Microcystis sin desarrollar bloom
	20/02/2024	11:54:00	Si	Si	Si	Si	No	Disminución prácticamente testimonial en la abundancia de Microcystis
Azud de Ojós (EOJ1 UTM X/Y: 644345/4225292)	06/06/2022	18:30:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	05/07/2022	16:35:00	Si	Si	Si	No	No	Se realizó Análisis molecular para la detección de genes relacionados con cianotoxinas
	02/08/2022	13:20:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURO, O.A.

Informe final 2022-2024

MUESTREOS REALIZADOS	FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
	06/09/2022	18:00:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	12/06/2023	18:05:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	11/07/2023	18:30:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	08/08/2023	13:35:00	Si	Si	Si	No	No	No hay incidencias
	12/09/2023	17:35:00	Si	Si	Si	Si	No	No hay incidencias
	19/10/2023	11:00:00	Si	Si	Si	Si	No	No hay incidencias
	14/11/2023	13:20:00	Si	Si	Si	Si	No	No hay incidencias
Embalse de La Pedrera (EPE1 UTM X/Y: 644345/4225292)	07/06/2022	14:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/07/2022	10:45:00	Si	Si	Si	No	No	Se realizó Análisis molecular para la detección de genes relacionados con cianotoxinas
	03/08/2022	08:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/09/2022	11:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/06/2023	17:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/07/2023	10:20:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	09/08/2023	09:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse de Puentes (EPU1 UTM X/Y: 603918/4177079)	14/09/2023	11:20:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	06/06/2022	10:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	06/07/2022	10:20:00	Si	Si	Si	No	No	Se realizó Análisis molecular para la detección de genes relacionados con cianotoxinas
	01/08/2022	10:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	05/09/2022	09:45:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/06/2023	09:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	10/07/2023	11:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse de Santomera (ESA1 UTM X/Y: 667452/4218240)	07/08/2023	12:25:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	11/09/2023	12:20:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	08/06/2022	09:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/07/2022	12:00:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	02/08/2022	15:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/09/2022	15:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	14/06/2023	11:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse del Taibilla (ETL1 UTM X/Y: 564730/4227337)	12/07/2023	17:20:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/08/2023	15:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/09/2023	18:05:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	06/06/2022	12:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	06/07/2022	13:20:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	01/08/2022	12:40:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURO, O.A.

Informe final 2022-2024

MUESTREOS REALIZADOS	FECHA MUESTREO	HORA	FISICO-QUIMICA	FITOPLANCTON	CLOROFILA-A	MICROCISTINA	AVISO GUARDA	INFORMACIÓN ADICIONAL
Embalse de Talave (ETA1 UTM X/Y: 598886/4262629)	05/09/2022	12:00:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/06/2023	12:55:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	11/07/2023	11:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/08/2023	15:08:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/09/2023	10:25:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	07/06/2022	09:30:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	07/07/2022	11:10:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	01/08/2022	16:25:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	05/09/2022	16:15:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	12/06/2023	12:10:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
Embalse de Valdeinfierno (EVA1 UTM X/Y: 591113/4184828)	11/07/2023	08:35:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	08/08/2023	09:48:00	Si	Si	Si	No	No	Sin incidencias
	13/09/2023	09:45:00	Si	Si	Si	Si	No	Sin incidencias
	06/07/2022	11:40:00	Si	Si	Si	No	No	Análisis molecular
	05/09/2022	09:00:00	No	No	No	No	No	Embalse seco
10/07/2023	12:50:00	No	No	No	No	No	Embalse seco	
11/09/2023	14:10:00	No	No	No	No	No	Embalse seco	

3. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD

Para este trabajo se han establecido distintos rangos de calidad atendiendo a determinadas variables como, por ejemplo, la abundancia celular, el fósforo total o las microcistinas (Tabla 2), según los trabajos de Funari et al. 2017 y Pilotto et al 1997. Estas condiciones no se cumplen muchas veces al mismo tiempo. Sin embargo, siempre que se detecta de forma general una abundancia superior a las 100.000 cél/ml de un taxón de cianobacteria potencialmente tóxico se establecerá la fase 5 de alerta para proceder a un seguimiento más exhaustivo. Los valores de Clorofila-a son los indicados por la OMS (WHO 2013), donde establecen tres tipos de fases.

Tabla 2. Valores de referencia para establecer las distintas fases

Fases	Abundancia cél/ml	PT ($\mu\text{g/l}$)	DS (m)	Microcistinas ($\mu\text{g/l}$)	Chl-a* ($\mu\text{g/l}$)
1		<20	≥ 1	-	
2	<2.000	>20	≥ 1	-	
3	2000-20.000	>20	≥ 1	-	
4	≥ 20.000	>20	<1	<20	>10
5	>100.000	>20	<1	>20	50

En estos informes podría haber casos en los que a pesar de alcanzar las 100.000 cél/ml, no se tendrán concentraciones de clorofila-a correspondientes a la que se puede observar en la tabla 2. Esto le puede suceder también con el biovolumen celular. Es decir, células pequeñas, aunque sean en gran cantidad, pueden tener poca concentración de clorofila-a en sus células o escaso biovolumen, también por su pequeño tamaño. Es por esto, que no tendremos un patrón fijo entre las variables implicadas en el desarrollo de las cianobacterias. De ahí, la importancia de este seguimiento durante dos años. En algunos casos, aun alcanzándose las 100.000 cél/ml, no se ha activado ninguna fase de alerta ya que en determinados casos son de especies de cianobacterias que no desarrollan toxinas.

4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN

El número de muestreos realizados en cada uno de ellos ha sido variable dependido de sus circunstancias. Se estudiaba los resultados del programa de seguimiento de control de las masas de agua que tiene en marcha la Confederación Hidrográfica del Segura y, en los casos en los que tras los análisis biológicos resultaban una abundancia superior a las 100.000 cél/ml, se aumentaba la frecuencia de control en el embalse. Tal y como podemos observar en la figura 2, donde queda reflejado las fases máximas alcanzadas en cada uno de los embalses de este estudio, la fase 5 ha sido activada en Argos y Judío. En los casos en los que se producía algún aviso del personal de la

presa, se tomaba la muestra por la vía de urgencia. También se consideraba si el embalse estaba seco.

En algunos embalses (Tabla 3) han aparecido taxones de cianobacterias que, en principio, no deben implicar una mayor complicación, debido a su baja probabilidad en el desarrollo de toxinas, sobre todo, nos referimos a las especies de los géneros *Merismopedia* y *Aphanocapsa*, que han sido sin duda los más abundantes y frecuentes, en especial en los embalses de Argos y Judío. De hecho, han sido la especie principal en 70 ocasiones de diferentes embalses. Han aparecido también cianobacterias típicas de Bloom con desarrollo de toxinas, en especial del género *Microcystis*; sin embargo, como especie principal ha aparecido en 9 análisis. Otras especies de géneros potencialmente tóxicos como *Chrysothrix* o *Planktothrix* han sido muy poco abundantes y en ningún momento han desarrollado ningún tipo de Bloom.

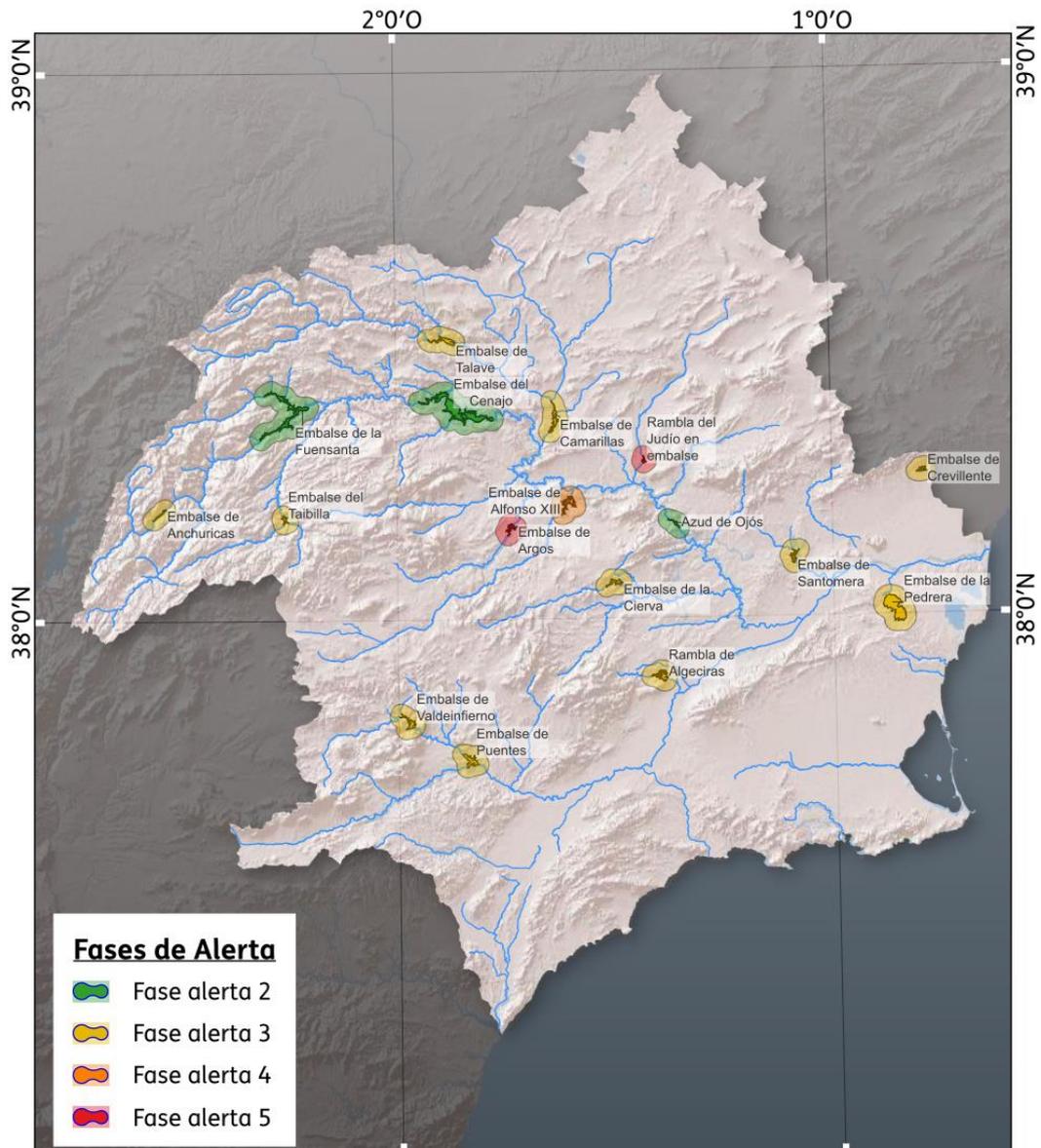


Figura 2. Mapa de embalses según la fase máxima alcanzada

Tabla 3. Valores de los principales parámetros obtenidos en los embalses muestreados

NOMBRE DEL EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
Embalse de Alfonso XIII (EAL1)	08/07/2022	46.847,00	32.539,00	0,08	69,46	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	2,3	<0,05	2,10	4	MENSUAL
	06/09/2022	44.155,00	317,00	0,04	0,54	<i>Phormidium</i>	No	-	-	2,1	1,1	0,07	1,00	1	MENSUAL
	07/11/2022	1.678,75	292,81	0,1162	17,4	<i>Planktolyngbya sp.</i>	No	-	-	<2,0	0,90	<0,05	1	1	MENSUAL
	13/07/2023	19.901,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	2,3	1,7	<0,05	1,00	4	MENSUAL
	13/09/2023	42.609,00	0,00	0,00	0,00	-	-	<0.2	<0.05	3,1	0,7	<0,05	1,10		MENSUAL
Rambla de Algeciras (EAG1)	06/06/2022	6.308,75	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	2,6	1,0	<0,05	1,20	1	MENSUAL
	05/07/2022	10.588,00	3,06	0,05	28,85	<i>Merismopedia tenuissima</i>	No	-	-	<2,0	0,4	<0,05	1,30	3	MENSUAL
	03/08/2022	5.780,82	76,91	0,00	76,91	<i>Pseudanabaena</i>	No	-	-	2,6	1,0	<0,05	1,30	2	MENSUAL
	07/09/2022	4.090,00	1.022,00	0,05	17,43	<i>Planktothrix</i>	Si	-	-	<2,0	2,1	<0,05	1,00	1	MENSUAL
	14/06/2023	32.524,00	761,00	0,07	2,4	<i>Nostocales</i>	Si	-	-	<2,0	0,56	<0,05	0,9	1	MENSUAL
	11/07/2023	4.565,00	42,00	0,00	0,92	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	<2,0	0,45	<0,05	0,8	3	MENSUAL
	07/08/2023	1.906,1	350,8	0,0166	6,8	<i>Pseudanabaena</i>	SI	-	-	<2,0	<0,03	<0,05	1,0	1	MENSUAL
	11/09/2023	3.857,00	15,00	0,00	0,39	<i>Pseudanabaena</i>	Si	<0.2	<0.05	<2,0	0,3	<0,05	1,20	1	MENSUAL
Embalse de Anchuricas (EAN1)	05/07/2022	7.333,00	4.583,00	0,01	62,50	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	0,7	<0,05	3,50	3	MENSUAL
	05/09/2022	7.172,00	302,00	0,00	4,21	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	1,4	<0,05	3,80	1	MENSUAL
	11/07/2023	717,00	128,00	0,00	17,85	-	-	-	-	<2,0	0,64	<0,05	2,5	3	MENSUAL
	11/09/2023	4.684,00	419,00	0,01	8,93	<i>Aphanocapsa</i>	Si	<0.2	<0.05	2,9	<0,03	<0,05	3,00	1	MENSUAL
Embalse del Argos (EAR1)	06/06/2022	386.079,87	344.231,68	0,18	89,16	<i>Cyanogranis ferruginea</i>	No	-	-	7,8	3	<0,05	1,1	1	MENSUAL
	05/07/2022	62.441	20.739,00	0,03	33,21	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	4	2,5	<0,05	1,3	4	MENSUAL
	02/08/2022	434.686,48	294.330,19	0,9695	67,71	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	-	-	4,9	1,9	<0,05	0,8	5	MENSUAL
	07/09/2022	225.997,00	108.552,00	0,69	13,52	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	<1	<0,25	9,4	3,7	<0,05	0,5	5	QUINCENAL
	11/10/2022	9.139,57	6.346,22	0,0069	69,4	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	-	-	4	1,9	<0,05	2,5	3	MENSUAL
	24/11/2022	3.983,20	2.493,15	0,4155	62,5	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	Si	-	-	3	2,2	<0,05	1	3	MENSUAL
	12/12/2022	7.257,46	5.871,89	0,0078	80,9	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	SI	-	-	4,3	3	<0,05	1,8	3	MENSUAL

NOMBRE DEL EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
	13/06/2023	98.245,51	56.133,16	0,0561	44,43	Aphanothece	Si	-	-	7,1	2,2	<0,05	1,3	4	MENSUAL
	12/07/2023	565.310,00	510.360,00	0,46	90,28	Aphanocapsa holsatica	Si	-	-	8,8	2,8	<0,05	0,5	5	MENSUAL
	28/07/2023	682.091,80	532.527,95	0,43	78	Merismopedia tenuissima	Si	<0,20	<0,05	12	1,6	<0,05	0,8	5	SEMANAL
	04/08/2023	284.609,78	232.633,95	0,196	81,7	Merismopedia tenuissima	SI	<0,20	<0,05	12	0,97	<0,05	0,8	5	SEMANAL
	07/08/2023	302.026,85	229.925,21	0,3987	74,7	Merismopedia tenuissima	SI	<0,24	<0,05	9	1,4	<0,05	0,6	5	SEMANAL
	16/08/2023	115.693,51	52.304,44	0,3312	45,92	Merismopedia tenuissima	SI	<0,20	<0,05	6,3	1,4	<0,05	0,9	4	QUINCENAL
	31/08/2023	55.025,56	23.608,79	0,432	43	Microcystis flos-aquae	SI	<0,20	<0,05	3,8	1,1	<0,05	1,4	4	QUINCENAL
	12/09/2023	83.751	24.930	0,26	29,77	Merismopedia tenuissima	Si	<0.2	<0.05	7,1	0,9	<0,05	1	4	MENSUAL
	19/10/2023	59.903,83	44.252,05	0,0447	73,9	Cyanocatena planctonica	No	<0.2	<0.05	<2,0	1,2	<0,05	0,6	1	MENSUAL
	14/11/2023	5.020,92	4.114,52	0,0168	58,62	Aphanocapsa	Si	<0.2	<0.05	2,5	1,9	<0,05	1,7	3	MENSUAL
Embalse de Camarillas (ECA1)	07/06/2022	61.583,29	57.479,02	0,10	93,34	Aphanocapsa y Aphanothece	No	-	-	<2	2,7	<0,05	3,00	1	MENSUAL
	07/07/2022	72.855,00	13.373,00	0,02	18,36	Aphanocapsa	No	-	-	5,1	0,9	<0,05	1,70	3	MENSUAL
	02/08/2022	68.322,84	8.211,80	0,01	12,01	Aphanocapsa	No	-	-	4,9	0,5	<0,05	1,80	3	MENSUAL
	06/09/2022	6.544,00	1.166,00	0,00	16,97	Aphanocapsa	No	-	-	<2,0	1,6	<0,05	4,10	1	MENSUAL
	13/06/2023	14.301,9	10.420,00	0,9	72,8	Aphanocapsa	Si	-	-	<2,0	0,51	<0,05	5,0	3	MENSUAL
	13/07/2023	26.987,00	16.028,00	0,01	59,39	Aphanocapsa	Si	-	-	<2,0	0,73	<0,05	3,00	3	MENSUAL
	08/08/2023	22.793,77	5.064,52	0,0089	22,2	Aphanocapsa	Sí	-	-	< 2,0	0,42	<0,05	3,2	3	MENSUAL
	13/09/2023	5.140,00	116,00	0,00	2,27	Aphanocapsa	Si	<0.2	<0.05	<2,0	0,6	<0,05	3,50	1	MENSUAL
Embalse del Cenajo (ECE1)	07/07/2022	3.623,00	749,00	0,03	20,67	Aphanocapsa	No	-	-	<2,0	0,4	<0,05	3,20	2	MENSUAL
	06/09/2022	2.246,00	149,00	0,00	6,66	Aphanocapsa y Pseudanabaena biceps	No	-	-	<2,0	<0,3	<0,05	2,80	1	MENSUAL
	13/07/2023	5.710,00	168,00	0,02	2,95	Chrysochlorium minor	Si	-	-	<2,0	0,75	<0,05	5,00	2	MENSUAL
	13/09/2023	1.814,00	46,00	0,00	2,55	Phormidium	Si	<0.2	<0.05	<2,0	0,5	<0,05	3,00	1	MENSUAL
Embalse de la Cierva (ELC1)	05/07/2022	9.564,00	5.439,00	0,00	56,87	Aphanocapsa holsatica	No	-	-	<2,0	2,9	<0,05	2,00	3	MENSUAL
	07/09/2022	3.206,00	280,00	0,00	6,90	Aphanocapsa	No	-	-	<2,0	4,8	<0,05	1,50	1	MENSUAL
	12/07/2023	4.967,00	28,00	0,00	0,56	Chrysochlorium minor	Si	-	-	<2,0	3,0	<0,05	1,5	3	MENSUAL

NOMBRE DEL EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
Embalse de Crevillente (ECR1)	12/09/2023	1.648,00	0,00	0,00	0,00	-	-	<0.2	<0.05	<2,0	1,2	<0,05	2,00	1	MENSUAL
	07/06/2022	8.251,59	1.643,14	0,02	19,91	<i>Aphanocapsa y Microcystis</i>	Sí	-	-	2,2	1,0	<0,05	1,50	1	MENSUAL
	08/07/2022	18.103,00	6.135,00	0,01	33,89	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	0,8	<0,05	1,60	3	MENSUAL
	02/08/2022	9.074,22	6.143,73	0,01	67,70	<i>Aphanocapsa y Aphanothece</i>	No	-	-	<2,0	0,2	<0,05	2,00	3	MENSUAL
	08/09/2022	3.512,00	1.890,00	0,02	17,43	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	2,0	<0,05	1,40	1	MENSUAL
	14/06/2023	3.392,7	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	4,1	0,89	<0,05	1,4	1	MENSUAL
	13/07/2023	538,00	23,00	0,00	4,18	<i>Phormidium</i>	Si	-	-	<2,0	0,9	<0,05	1,5	3	MENSUAL
	08/08/2023	18.838,76	17.228,97	0,03	91,4	<i>Aphanocapsa</i>	SI	-	-	< 2,0	0,54	<0,05	1,5	3	MENSUAL
	14/09/2023	3.271,00	701,00	0,00	21,42	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	<0.2	<0.05	<2,0	0,5	<0,05	1,50	1	MENSUAL
Embalse de la Fuensanta (EFU1)	07/07/2022	3.266,00	25,00	0,00	0,76	<i>Chrysoosporum minor</i>	No	-	-	<2,0	0,4	<0,05	4,50	2	MENSUAL
	06/09/2022	4.836,00	416,00	0,00	5,74	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	0,7	<0,05	3,20	1	MENSUAL
	11/07/2023	4.323,00	205,00	0,02	4,75	<i>Chrysoosporum minor</i>	Si	-	-	<2,0	0,3	<0,05	3,00	2	MENSUAL
	11/09/2023	3.563,00	105,00	0,01	2,96	<i>Chrysoosporum minor</i>	Si	<0.2	<0.05	<2,0	<0,3	<0,05	2,00	1	MENSUAL
Embalse del Judío (EJU1)	03/02/2022	176.803,00	140.976,00	0,37	79,74	<i>Aphanothece minutissima</i>	Posible	<0,2	0,18	21	30	<0,05	0,25	5	PUNTUAL
	06/06/2022	410.153,87	378.622,52	0,29	92,31	<i>Merismopedia tenuissima</i>	SI	-	-	3,3	28	<0,05	0,60	5	SEMANAL
	20/06/2022	71.434,93	69.097,99	0,05	96,73	<i>Merismopedia tenuissima</i>	SI	<0,2	<0,25	<2,0	34	6,8	1,50	4	SEMANAL
	29/06/2022	7.109	5.933	0,01	64,69	<i>Merismopedia tenuissima</i>	SI	<0,25	<0,25	<2,0	36	0,14	0,90	3	QUINCENAL
	05/07/2022	1.803	572	0	31,73	<i>Merismopedia tenuissima</i>	Si	-	-	<2,0	30	<0,05	1,50	1	MENSUAL
	02/08/2022	8.353,07	0	0	0	-	-	-	-	<2,0	36	<0,05	0,80	1	MENSUAL
	22/08/2022	36.142	10.766,95	0,0182	29,7	<i>Aphanocapsa</i>	Si	<1	<0,25	<2,0	47	<0,05	0,50	3	MENSUAL
	06/09/2022	249.270	139.111	0,34	35,19	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	3,1	22	<0,05	0,70	5	MENSUAL
	11/10/2022	87.109,00	47.317,41	0,0151	54,3	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	NO	-	-	3,2	35	<0,05	1,00	4	MENSUAL
	27/10/2022	60.495,22	48.942,04	0,0293	80,9	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	NO	-	-	5,8	40	<0,05	1,30	4	MENSUAL
24/11/2022	40.865,60	19.491,53	1,2	29,5	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	NO	-	-	6,6	30	<0,05	1,10	3	MENSUAL	

NOMBRE DEL EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
	12/12/2022	19.857,07	5.870,85	0,0164	62,47	<i>Merismopedia tenuissima</i>	NO	-	-	5,2	36	<0,05	2,20	3	MENSUAL
	15/02/2023	36.671	23.386	0,0261	63,7	<i>Merismopedia sp.</i>	Si	-	-	9,5	32	<0,05	1,50	4	MENSUAL
	06/03/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6	38	<0,05	2,90		
	12/06/2023	4.513	1.120	0	25	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	<2,0	44	<0,05	2,40	2	MENSUAL
	12/07/2023	473,00	75,00	0,00	15,78	<i>Pseudanabaena biceps</i>	Si	-	-	<2,0	32	<0,05	1,00	1	MENSUAL
	08/08/2023	2.950	606	0,39	21	<i>Aphanocapsa</i>	SI	-	-	< 2,0	30	<0,05	1,00	1	MENSUAL
	12/09/2023	68.660,00	2.409,00	0,07	3,51	<i>Microcystis</i>	Si	<0.2	<0.05	4,0	31	<0,05	0,60	3	MENSUAL
	29/09/2023	58.308	6.637	0	11	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	Si	<0.2	<0.05	7,8	26	<0,05	1,00	3	MENSUAL
	19/10/2023	44.248,38	9.225,23	0,67	20,80	<i>Microcystis flos-aquae</i>	Si	0,50	0,18	<2,0	29	<0,05	0,80	3	QUINCENAL
	30/10/2023	13.661	9.606	1	70	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Si	0,40	0,18	2,9	38	<0,05	2,50	3	QUINCENAL
	14/11/2023	1.707,67	365	0,13	0,00	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	Si	1,90	0,60	7,0	35	<0,05	1,90	1	MENSUAL
	21/12/2023	10.996,77	10.286	0,66	95	<i>Microcystis</i>	Si	<0.2	<0.05	<2,0	31	<0,05	1,30	3	MENSUAL
	16/01/2024	6.136,00	3.725,00	0,24	60,70	<i>Microcystis cf.aeruginosa</i>	Si	-	-	<2,0	30	<0,05	2,66	3	MENSUAL
	20/02/2024	772,15	15,94	0,00	2,00	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Si	0,20	<0,05	<2,0	31	<0,05	1,60	1	MENSUAL
Azud de Ojós (EOJ1)	06/06/2022	55,49	31,32	0,00	56,44	Oscillatoriales	SI	-	-	<2,0	1,2	<0,05	0,5	2	MENSUAL
	05/07/2022	364,00	28,00	0,01	7,76	Oscillatoria	Si	-	-	<2,0	1,1	0,05	0,5	2	MENSUAL
	02/08/2022	486,60	23,73	0,0009	4,87	Oscillatoria	Si	-	-	<2,0	0,75	<0,05	<0,5	2	MENSUAL
	07/09/2022	625,00	149,00	0,02	15,73	Phormidium	No	-	-	<2,0	0,71	<0,05	0,5	2	MENSUAL
	12/06/2023	200,38	0,00	0,00	0	-	-	-	-	<2,0	ND	<0,05	0,7	1	MENSUAL
	11/07/2023	151,00	82	0,08	54,17	Oscillatoria	Si	-	-	<2,0	0,78	<0,05	0,5	2	MENSUAL
	08/08/2023	219,16	91,32	0,0007	41,6	Planktolyngbya	SI	-	-	< 2,0	0,57	<0,05	0,5	2	MENSUAL
	12/09/2023	472,00	237	0,01	50,14	Phormidium	Si	<0.2	<0.05	4,3	0,93	<0,05	<0,5	2	MENSUAL
	19/10/2023	597,35	284,47	0,0022	47,6	Planktolyngbya sp.	No	<0.2	<0.05	<2,0	0,65	<0,05	0,6	2	MENSUAL

NOMBRE DEL EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
Embalse de La Pedrera (EPE1)	14/11/2023	304,77	137,14	0,0085	45	Oscillatoria	Si	<0.2	<0.05	<2,0	0,72	<0,05	0,7	2	MENSUAL
	07/06/2022	15.386,31	13.799,38	0,03	89,69	Aphanocapsa	Si	-	-	<2,0	0,71	<0,05	2,3	3	MENSUAL
	08/07/2022	21.672,00	13.750,00	0,03	63,44	Merismopedia tenuissima	Si	-	-	<2,0	0,42	<0,05	1,2	3	MENSUAL
	03/08/2022	21.774,26	4.298,24	0,0029	19,7	Merismopedia tenuissima	Si	-	-	<2,0	0,64	<0,05	1,2	2	MENSUAL
	08/09/2022	7.903,00	78,00	0,00	0,41	Microcystis	Si	-	-	<2,0	1,3	<0,05	1,2	1	MENSUAL
	13/06/2023	4.135,19	2.213,4	0,0014	53,2	Merismopedia tenuissima	Si	-	-	<2,0	<0,3	<0,05	1,0	2	MENSUAL
	13/07/2023	7.351,00	2.491,00	0,00	33,88	Merismopedia tenuissima	Si	-	-	<2,0	0,35	<0,05	1,5	2	MENSUAL
	09/08/2023	3.871,95	1.095,84	0,0014	28,3	Aphanocapsa	Sí	-	-	<2,0	0,32	<0,05	1,8	2	MENSUAL
	14/09/2023	4.085,00	595,00	0,00	14,57	Merismopedia tenuissima	Si	<0.2	<0.05	<2,0	<0,3	<0,05	1,10	1	MENSUAL
Embalse de Puentes (EPU1)	06/06/2022	18.015,73	2.519,26	0,00	13,98	Aphanocapsa	Si	-	-	3,8	1,4	<0,05	1,6	1	MENSUAL
	06/07/2022	18.962,00	348,00	0,05	1,83	Synechococcus	No	-	-	6,2	1,1	<0,05	1,5	1	MENSUAL
	01/08/2022	8.961,67	1.071,65	0,02	11,9	Aphanocapsa	Si	-	-	2,5	0,57	<0,05	1,0	3	MENSUAL
	05/09/2022	15.091,00	2.011,00	0,00	12,35	Cyanogranis	No	-	-	3,9	1,7	<0,05	2,8	1	MENSUAL
	13/06/2023	44.142,21	5.748,26	0,003	13,00	Cyanogranis ferruginea	No	-	-	7,2	<0,3	<0,05	1,2	3	MENSUAL
	11/07/2023	10.706,00	1.982,00	0,00	18,51	Cyanogranis ferruginea	No	-	-	25,0	0,3	<0,05	1,2	1	MENSUAL
	07/08/2023	3.230,82	2.036,89	0,0032	63,00	Aphanocapsa	Sí	-	-	3,9	< 0,30	<0,05	3,0	3	MENSUAL
	11/09/2023	3.992,00	0,00	0,00	0,00	-	-	<0.2	<0.05	9,5	<0,3	<0,05	1,60	1	MENSUAL
Embalse de Santomera (ESA1)	08/06/2022	29.346,66	2.402,96	0,00	8,19	Aphanocapsa	No	-	-	6,0	2,6	<0,05	0,90	1	MENSUAL
	08/07/2022	33.178,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	6,6	2,0	<0,05	1,10	2	MENSUAL
	02/08/2022	32.267,46	1.064,14	0,07	3,29	Nostocales	No	-	-	7,0	1,0	<0,05	0,70	3	MENSUAL
	07/09/2022	80.453,00	12.234,00	0,35	5,64	Pseudanabaena	No	-	-	7,6	2,5	<0,05	0,60	1	MENSUAL
	14/06/2023	457,6	423,67	0,0004	92,50	Chroococcales	No	-	-	<2,0	2,2	<0,05	0,9	2	MENSUAL
	13/07/2023	18.501,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	2,9	2,1	<0,05	1,0	2	MENSUAL
	08/08/2023	4.892,49	911,30	0,0395	18,6	Sphaerospermopsis aphanizomenoides	Sí	-	-	24,0	0,59	<0,05	0,7	2	MENSUAL
	13/09/2023	7.602,00	0,00	0,00	0,00	-	-	<0.2	<0.05	6,0	0,9	<0,05	0,80	1	MENSUAL

NOMBRE DEL EMBALSE	FECHA DE MUESTREO	ABUND. TOTAL (cél/ml)	ABUND. CIANO (cél/ml)	BIOVOLUMEN CIANOFICEAS (mm3/l)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	TAXÓN PRINCIPAL CIANOBACTERIA	TAXÓN POTENCIALMENTE TÓXICO ESPAÑA	MICROCISTINAS TOTAL (µg/l)	MICROCISTINA-LR (µg/l)	CLOROFILA A (µg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)	DS (m)	SITUACIÓN	MUESTREO
Embalse del Taibilla (ETA1)	08/06/2022	14.065,81	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	<2	2,3	<0,05	4,00	1	MENSUAL
	05/07/2022	19.427,00	8.610,00	0,01	44,32	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	2,2	0,8	<0,05	1,80	3	MENSUAL
	01/08/2022	7.190,79	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	2,2	0,5	<0,05	2,00	1	MENSUAL
	05/09/2022	11.095,00	2.090,00	0,00	18,84	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	2,8	1,4	<0,05	2,40	1	MENSUAL
	13/06/2023	3.035,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	<2,0	0,51	<0,05	3,8	1	MENSUAL
	12/07/2023	12.923,00	6.267,00	0,00	48,49	<i>Aphanocapsa</i>	Sí	-	-	<2,0	0,79	<0,05	2,2	3	MENSUAL
	07/08/2023	2.988,35	742,58	0,0005	24,8	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	Sí	-	-	3,2	0,58	<0,05	2,0	1	MENSUAL
	12/09/2023	1.115,00	7,00	0,00	0,66	-	-	<0.2	<0.05	<2,0	0,4	<0,05	3,20	1	MENSUAL
Embalse de Talave (ETL1)	08/06/2022	17.266,57	2.879,54	0,03	16,68	<i>Aphanothece</i>	No	-	-	<2	0,5	<0,05	2,10	1	MENSUAL
	07/07/2022	11.289,00	7.193,00	0,01	63,72	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	0,3	<0,05	3,50	3	MENSUAL
	01/08/2022	9.701,56	8.505,58	0,02	87,67	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	9,6	0,7	<0,05	2,80	3	MENSUAL
	05/09/2022	9.866,00	3.435,00	0,00	26,00	<i>Aphanocapsa</i>	No	-	-	<2,0	1,5	<0,05	3,00	1	MENSUAL
	13/06/2023	1.234,21	882,22	0,00014	71,4	<i>Aphanocapsa</i>	Sí	-	-	<2,0	0,35	<0,05	5,00	1	MENSUAL
	12/07/2023	8.684,00	4.476,00	0,00	51,54	<i>Aphanocapsa</i>	Si	-	-	<2,0	0,36	<0,05	3,5	3	MENSUAL
	08/08/2023	3.115,27	2.553,58	0,0111	82,00	<i>Aphanocapsa</i>	Sí	-	-	< 2,0	0,49	<0,05	3,4	1	MENSUAL
	13/09/2023	1.322,00	0,00	0,00	0,00	-	-	<0.2	<0.05	<2,0	0,4	<0,05	3,20	1	MENSUAL
Embalse de Valdeinfierno (EVA1)	06/07/2022	102.694,00	8.058,00	0,11	7,85	<i>Pseudanabaena</i>	No	-	-	26,0	2,4	0,07	0,35	3	MENSUAL
	05/09/2022		SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO
	10/07/2023		SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO
	11/09/2023		SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO

4.1. Embalse de Alfonso XIII

En este embalse se aprecia valores constantes y similares en todos los muestreos, la especie dominante se debe a la presencia del alga verde *Binuclearia lauterbornii*. En cuanto a las cianobacterias, tan solo se ha detectado la presencia de tres taxones (*Aphanocapsa*, *Phormidium* y *Pseudanabaena*) con abundancias muy escasas, que no suponen ningún riesgo de toxicidad en España, según Cirés (2011). En general en estos dos años no se ha superado las 50.000 cél/ml y, como se comenta más arriba, sobre todo se debe a las clorofíceas.

El valor de clorofila-a ha variado debido al mayor desarrollo de clorofíceas (de <2 µg/l en julio de 2022 a 3,1 µg/l en septiembre 2023) aun así no es un valor elevado. El nitrógeno total muestra una disminución de la concentración coincidiendo con los valores de clorofilas mayores, quizá provocado por el consumo de este nutriente por las algas.

4.2. Embalse de Algeciras

Tal y como se puede observar en la tabla 3, donde tenemos la abundancia total de la comunidad de fitoplancton y la de cianobacterias, se han identificado 5 taxones pertenecientes a los géneros: *Aphanocapsa*, *Planktothrix*, *Merismopedia*, *Pseudanabaena* y otras Nostocales. Como especies de cianobacterias principales en este embalse, nunca han superado las 2.000 cél/ml, por lo que en ningún momento han supuesto un problema en este aspecto.

La evolución de la abundancia celular, a lo largo de los muestreos realizados, muestra unos valores más o menos constantes, sin alcanzar cifras muy elevadas. Solo en junio del 2023, se superó las 30.000 cél/ml, debido a las diatomeas del género *Cyclotella*.

El valor de clorofila-a ha sido por debajo del límite de cuantificación en muchos casos y el resto de los parámetros indicadores de los Bloom no han mostrado valores destacados.

4.3. Embalse de Anchuricas

Este embalse se caracteriza por tener una baja concentración de nutrientes, como el fósforo total (consultar tabla 3) y una turbidez muy baja, por lo que tiene máximos en la profundidad del disco de Secchi de 3,8 m, de ahí la transparencia de sus aguas. No es uno de los embalses donde se suelen identificar taxones de cianofíceas con una abundancia celular excesiva (según Informe histórico) y mucho menos aquellas con un carácter tóxico ampliamente citado. En este embalse se observa que el taxón de cianobacteria dominante en los cuatro muestreos realizados es el género *Aphanocapsa*, el dominante durante el periodo de estudio. Cuando las aguas del embalse se encuentran sin movimiento, es decir, no existe oleaje por el viento, esta especie puede tener una ventaja competitiva

frente a otros grupos algales, debido a la formación de vacuolas de gas que les permite flotar y así evitar la sedimentación al fondo que provocaría la imposibilidad de realizar la fotosíntesis. Además, en general las cianobacterias suelen verse favorecidas también en episodios con altas temperaturas.

Las especies del género *Aphanocapsa*, es una cianofícea con gran cantidad de células, colonial, por lo que es fácil alcanzar un gran número en el recuento, pues suelen ser colonias de 50 células. No se ha descrito en aguas de la península toxicidad alguna, aunque parece ser que potencialmente podría desarrollarlas.

4.4. Embalse del Argos

Por el historial de datos de este embalse, se le asignó como prioritario en cuanto a los muestreos a realizar y la vigilancia a llevar a cabo.

En este periodo de estudio 2022-2024, se ha alcanzado, en siete ocasiones una abundancia celular de cianobacterias superior a las 100.000 cél/ml, sobre todo en los meses de verano entre junio y septiembre tanto del 2022 como del 2023. La especie de cianobacterias más frecuente en estos Bloom ha sido *Merismopedia tenuissima*. La abundancia relativa en este embalse de cianobacterias es muy elevada en relación con otros grupos algales (como se puede ver en la tabla 3); de hecho, en 14 de los 17 muestreos realizados, las cianobacterias tienen un porcentaje superior al 30% respecto al total y fueron identificadas en todos los muestreos.

Este embalse también se ha caracterizado por la presencia de especie *Binuclearia lauterbornii*. Esta especie en particular no desarrolla toxina alguna, aunque sí pueden crecer hasta desarrollar Bloom en determinadas condiciones ambientales.

La concentración de Pt es muy baja (<0,05 mg/l), la profundidad del DS se ha mantenido con una media de 1 m y la temperatura del agua en verano (>20°C). Estas condiciones son muy favorables para el desarrollo de cianobacterias, sin embargo, no han sido en ningún caso las comúnmente conocidas por su toxicidad del género *Microcystis*.

4.5. Embalse de Camarillas

En el embalse de Camarillas aparece siempre el género *Aphanocapsa* en todos los muestreos realizados. Es un taxón considerado por el Ministerio (Cirés 2011) como poco probable de desarrollar toxinas en aguas españolas. En solo una ocasión la abundancia celular total de cianobacterias casi alcanza las 60.000 cél/ml en el muestreo de junio de 2022 y después se mantienen los valores más bajos sin alcanzar nunca la formación de Bloom.

Los máximos de concentración de clorofila-a (5,1 y 4,9 µg/l en julio y agosto a <2 µg/l en septiembre de 2022) se deben sobre todo a otros grupos algales, por lo que la biomasa correspondiente a las cianobacterias es poco significativa.

4.6. Embalse del Cenajo

Como observamos en la tabla 3, la abundancia total máxima es solo de 5.710 cél/ml y la correspondiente a las cianofíceas es de 749 cél/ml. La cianofícea del género *Aphanocapsa* es la dominante en este embalse, pero con valores muy bajos.

En cuanto a los parámetros indicadores que se han analizado, se puede apreciar que todos ellos se encuentran en concentraciones por debajo o próximo al límite de cuantificación, lo que indica su carácter oligotrófico y la escasa producción primaria.

4.7. Embalse de la Cierva

El embalse de la Cierva se caracteriza por su bajo desarrollo algal con máximos en abundancia que no superan las 10.000 cél/ml. El género *Aphanocapsa* es la más característica en este periodo de dos años de estudio para este embalse, aunque ha habido un análisis correspondiente con septiembre de 2023 en el que no se han identificado ninguna cianobacteria, por lo que este embalse no suele presentar problemas con este grupo algal.

4.8. Embalse de Crevillente

En este embalse se han contabilizado casi 19.000 cél/ml de cianobacterias en el mes de agosto de 2023 donde el género *Aphanocapsa* ha sido el principal taxón. Ha sido el género dominante en este embalse (consultar tabla 3), sin llegar a presentar problemas de Bloom. Es un taxón considerado por el Ministerio (Cirés 2011) como poco probable de desarrollar toxinas en aguas españolas. Existen otras especies de menor abundancia como los del género *Microcystis* pero que no ha desarrollado una población elevada.

Se destaca la baja concentración de clorofila-a, así como del fósforo total que se encuentran en casi todos los muestreos por debajo del nivel de cuantificación.

4.9. Embalse de la Fuensanta

La presencia de cianofíceas en este embalse es muy baja, siempre por debajo de las 500 cél/ml (como puede verse en la tabla 3).

La cianobacteria dominante ha sido *Chrysochloris* que puede llegar a desarrollar toxinas, pero como se puede observar no alcanza una población importante.

4.10. Embalse del Judío

El embalse del Judío ha estado dominado en la mayoría de las ocasiones por un alga verde llamada *Binuclearia lauterbornii*, que forma cadenas cortas de 2 a 4 células, y se han detectado abundancias superiores a las 100.000 cél/ml (consultar tabla 3). Este embalse es el que más muestreos ha tenido, debido al carácter variable en la coloración de sus aguas, que puede llevar a indicar el desarrollo de un Bloom de cianobacterias. Como se ha comprobado, no siempre ha sido así, si no que se ha debido a algas verdes.

Las especies de cianobacterias han sido representadas sobre todo por *Merismopedia*, apareciendo en especial los primeros meses de la época estival en el 2022. Posiblemente la elevada concentración de nitrógeno en sus distintas formas químicas favorece la proliferación de estas algas. Hay que mencionar que ninguno de los taxones de cianobacterias dominantes detectados en este embalse es considerado potencialmente tóxico en España según el Ministerio (Cirés, 2011); sin embargo, se han tomado muestras con mayor periodicidad cuando se ha detectado un posible Bloom e incluso se han medido microcistinas. De los 11 análisis que se han realizado, han dado positivo en 4 ocasiones, aunque no de forma importante.

Es necesario seguir con el control de este embalse, porque, aunque no se hayan desarrollado Bloom de cianobacterias de las especies comúnmente tóxicas como aquellos del género *Microcystis*, sí se ha detectado su presencia en especial en los últimos meses del año 2023. Por lo que existe un potencial real de que pueda suceder la proliferación de este grupo.

4.11. Azud de Ojós

En este embalse la abundancia total de cianobacterias es muy baja, pues no alcanza en ninguna ocasión las 300 cél/ml (consultar tabla 3). Además, las especies más características en todo el periodo 2022-2024, pertenecen a géneros filamentosos normalmente bentónicos, es decir que provienen del sedimento como aquellas del género *Phormidium*. De hecho, se forman masas flotantes en ocasiones debido al desprendimiento de los tapetes que se desprenden desde el fondo a la superficie.

En este embalse los parámetros como la clorofila-a, el nitrógeno total y el fósforo total no son muy elevados.

4.12. Embalse de la Pedrera

El taxón que predomina en este embalse de media es el alga verde *Binuclearia latuerbornii*, que representa más del 30% de la abundancia total al menos en 4 de los 8 muestreos. Las especies de los géneros *Aphanocapsa* y *Merismopedia* han sido las más abundantes representando en algunos muestreos más del 60% de la abundancia total. No se ha detectado ningún Bloom de ninguna de estas especies comentadas; existe la presencia de algunos taxones con potencial tóxico (*Microcystis*), no obstante, la abundancia es muy reducida.

4.13. Embalse de Puentes

En el embalse de Puentes la cianofícea *Cyanogranis* es la más representativa sobre todo en al menos 3 de los 8 análisis que se han realizado. Destacamos que no es una especie potencialmente tóxica (Cirés, 2011). En ninguno de los muestreos realizados se han detectado elevadas abundancias de fitoplancton y cianobacterias, por lo que la producción primaria en este embalse es baja, como pueden observarse en los valores de la clorofila-a.

El taxón que predomina en muchos de los inventarios es el alga verde *Binuclearia latuerbornii*, caracterizada por su preferencia a las altas temperaturas.

4.14. Embalse de Santomera

Las cianobacterias más destacadas, son los géneros *Pseudanabaena* y *Aphanocapsa*, con abundancias que superan, en ambos taxones, las 12.000 y 2.000 cél/ml respectivamente. Ninguna de ellas ha mostrado toxicidad potencial en España (Cirés, 2011), por lo que no se propone un seguimiento especial para el embalse. Las clorofíceas, como la especie *Oocystis lacustris*, ha sido una especie muy presente en este estudio. Según Becker et al.2010, esta especie aparece en ambientes mediterráneos durante el periodo del verano con temperaturas más intensas y con una baja concentración de nutrientes, tal y como se puede observar en la tabla 3.

4.15. Embalse del Taibilla

En el embalse de Taibilla se ha identificado sobre todo como taxón principal de cianofícea, al género *Aphanocapsa* (como puede verse en la tabla 3). De hecho, ha aparecido como especie dominante en 4 de los ocho muestreos entre 2.000 y algo más de 8.000 cél/ml. La clorofícea *Binuclearia latuerbornii* ha sido una de las más destacables en este embalse durante el periodo de estudio. Se puede concluir que en este embalse no se desarrollan poblaciones de cianobacterias importantes como para establecer de momento un seguimiento más exhaustivo como el que se ha tenido en estos dos años.

4.16. Embalse de Talave

El embalse de Talave tiene como taxones dominantes a la clorofícea *Binuclearia lauterbornii* y a la cianofícea *Aphanocapsa* con máximos de 8.500 cél/ml. De hecho, este último ha sido el dominante en casi todos los análisis, sin que se llegue a desarrollar ningún Bloom.

Los parámetros fisicoquímicos considerados como indicadores de blooms como Nt y Pt, no han mostrado valores elevados (Tabla 3).

4.17. Embalse de Valdeinfierno

Este embalse ha estado seco en 3 de los cuatro muestreos. En el único donde sí pudo analizarse en julio de 2022, se destaca la presencia de cianobacterias del género *Pseudanbaena*, normalmente asociados al bentos y no tanto a la columna de agua.

5. CONCLUSIONES

Los embalses del Argos y del Judío han mostrado ser los que más probabilidades tienen de desarrollar cianobacterias tóxicas.

Los otros embalses a tener en cuenta son, sobre todo, Azud de Ojós, La Pedrera y Puentes, aunque en menor medida que los anteriores.

Las especies de los géneros *Aphanocapsa* y *Merimopedia* han sido las absolutas dominantes en los embalses de este estudio. No son los taxones de este grupo que presentan mayor toxicidad ni en cantidad ni en frecuencia; de hecho, no se conoce mucho acerca del desarrollo de toxinas de estas especies. Aun así, es recomendable su seguimiento para descartar cualquier excreción de estas sustancias al medio y, sobre todo, las causas que las puede generar, pues aún se desconoce el motivo exacto.

Destaca en los embalses de este estudio, la presencia de la especie termófila *Binuclearia lauterbornii*, coincidiendo con dos de los años más calurosos desde que existen registros a nivel global; su crecimiento se ha visto favorecido, al ser una de las más abundantes y frecuentes.

6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Aktan, Y. and Aykulu, G. 2003. "A Study on the Occurrence of Merismopedia Meyen (Cyanobacteria) Populations on the Littoral Sediments of İzmit Bay (Turkey)," Turkish Journal of Botany: Vol. 27: No. 4, Article 4. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol27/iss4/4>
- Becker V, Caputo L, Ordóñez J, Marcé R, Armengol J, Crossetti LO, Huszar VL. Driving factors of the phytoplankton functional groups in a deep Mediterranean reservoir. Water Res. 2010 Jun;44(11):3345-54.
- Cirés , S. y Quesada del Corral, A., 2011. Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas. S.I.: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. ISBN 9788449110726.
- Funari E, Manganeli M, Buratti FM, Testai E. 2017. Cyanobacteria blooms in water: Italian guidelines to assess and manage the risk associated to bathing and recreational activities. Sci Total Environ.
- Keliri, E., Paraskeva, C., Sofokleous, A. et al. 2021. Occurrence of a single-species cyanobacterial bloom in a lake in Cyprus: monitoring and treatment with hydrogen peroxide-releasing granules. Environ Sci Eur 33, 31. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00471-5>.
- Nöges, P. & Viirret, M. 2001. Environmental conditions and the development of Planktonema lauterbornii Schmidle in phytoplankton of Karhijärvi, a lake in SW Finland. Boreal Env. Res. 6: 181–190. ISSN 1239-6095
- Pilotto, L.S., Douglas, R.M., Burch, M.D., Cameron, S., Beers, M., Rouch, G.J., Robinson, P., Kirk, M., Cowie, C.T., Hardiman, S., Moore, C., Attewell, R.G., 1997. Health effects of exposure to cyanobacteria (blue-green algae) during recreational water-related activities. Aust. N. Z. J. Public Health 21, 562–566.
- Mulvenna, V., Orr, P.T., 2012. Australia: Guidelines, legislation and management frameworks. In: Chorus, I. (Ed.), Current approaches to Cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries. Federal Environment Agency (Umweltbundesamt). Dessau-Roßlau, Germany:pp. 21–28
- WHO (World Health Organization), 2003. Guidelines for Safe Recreational Water Environments—Volume 1: Coastal and Fresh Waters. World Health Organization, Geneva.