

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO DEL MAR MENOR

Centro Oceanográfico de Murcia. Instituto Español de
Oceanografía (IEO-CSIC)



Fotografía: Javier Murcia Requena.

Informe parcial de resultados del muestreo realizado en septiembre 2022

NOTA: Los datos empleados para elaborar este informe de progreso son provisionales y están sujetos a una posterior validación. Los datos presentados y su interpretación deben entenderse en el contexto de informes anteriores disponibles en la página web del IEO-CSIC (http://www.ieo.es/es_ES/web/ieo/mar-menor). Queda absolutamente prohibida la publicación de los datos contenidos en este informe sin el consentimiento previo de los autores y de IEO-CSIC.

Este informe debe citarse de la siguiente forma:

*IEO-CSIC. 2022. Informe parcial de resultados del muestreo realizado en septiembre de 2022.
Programa de seguimiento del estado del Mar Menor. Centro Oceanográfico de Murcia.
http://www.ieo.es/es_ES/web/ieo/mar-menor.*

El 29 de septiembre de 2022, el equipo científico-técnico del Centro Oceanográfico de Murcia (IEO-CSIC) responsable del seguimiento científico del ecosistema Mar Menor desde 2016 (proyecto DMMEM), realizó su última salida mensual para el muestreo y medición de una serie de variables oceanográficas y biológicas que caracterizan el estado de la columna de agua en relación al proceso de eutrofización de la laguna. En este informe preliminar solo se muestran los resultados obtenidos con las siguientes variables: salinidad, temperatura, clorofila a, irradiancia PAR, coeficiente de atenuación de la luz y oxígeno. Los detalles del muestreo y metodologías empleadas pueden consultarse en informes anteriores.

Clorofila a ($\mu\text{g/l}$)

Es una variable indicadora de la abundancia y dinámica de la comunidad fitoplanctónica en la columna de agua.

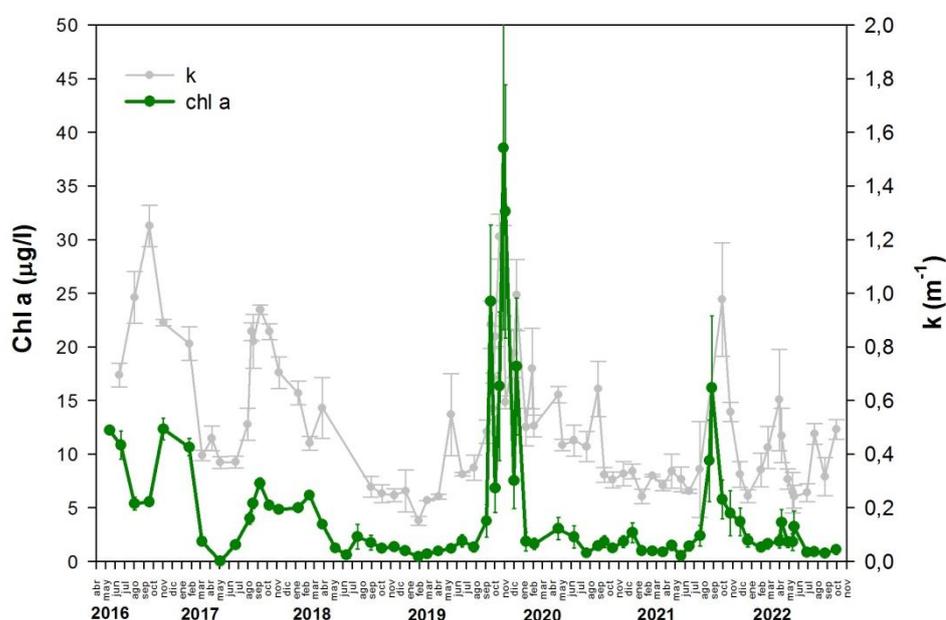


Figura 1. Evolución de la clorofila a y del coeficiente de extinción de la luz (turbidez; k, m^{-1}) en el Mar Menor desde abril de 2016.

En lo que llevamos de 2022, esta variable ha mostrado un comportamiento bastante variable, alcanzando sus valores medios niveles de $5 \mu\text{g/l}$ en al menos en dos ocasiones (abril y mayo). Estos valores medios máximos se alcanzan siempre en la parte central y sur de la laguna, mientras que en la parte norte se han mantenido siempre por debajo de $2,9 \mu\text{g/l}$. En la cubeta sur la tendencia de esta variable fue claramente ascendente hasta mayo, con un incremento neto de 3,6 veces respecto a la media de enero de 2022, pero esta dinámica ascendente se truncó drásticamente en junio, donde se registran valores medios similares a los de enero ($0,74\text{-}0,88 \mu\text{g/l}$). A finales de septiembre se ha registrado un leve incremento en esta zona hasta valores medios entorno a $1,5 \mu\text{g/l}$.

En general, los valores medios observados son similares a los mismos meses en años anteriores en los que no se produjo *bloom* fitoplanctónico (p.e 2018 y 2020).

Turbidez (coeficiente de extinción de la luz: k , m^{-1})

La turbidez de la columna de agua (deducida a partir del coeficiente de extinción de la luz; Figura 1) también experimenta un notable aumento entre enero y abril de 2022, pero desciende a continuación hasta valores medios similares a otros periodos anteriores de aguas más transparentes. Este “pico” de turbidez alcanza valores medios más propio de aguas turbias ($0,5 m^{-1}$), muy similar en magnitud al registrado durante el bloom fitoplanctónico de verano de 2021, y se ha repetido en agosto y en septiembre. Este estado altamente fluctuante de la turbidez del agua puede responder a múltiples factores, no solo a las precipitaciones, y no se encuentra relacionado con la evolución de la clorofila. Esto indica que otros factores relacionados con las variaciones del material particulado, tanto orgánico como inorgánico, así como procesos de degradación de la materia orgánica, deben estar implicados.

Entender e interpretar este desacoplamiento entre la clorofila *a* y la turbidez de la columna de agua no es algo trivial, y es uno de los retos científicos pendientes de afrontar y resolver adecuadamente. Esto podría ser explicado, entre otros factores y procesos, por la dominancia de grupos del fitoplancton en los que la clorofila *a* no es el pigmento dominante, por la propia descomposición de la biomasa fitoplanctónica y de los macrófitos y/o por la proliferación de componentes microbianos y zooplanctónicos no fotosintéticos, lo que da una idea de la complejidad de los procesos implicados y de la interpretación de los indicadores empleados. Unos valores bajos de clorofila no implica que otros procesos alimentados por la eutrofización de la laguna están operando, por lo que hay que ser muy cauto a la hora de extrapolarlo al estado del ecosistema lagunar.

Coincidiendo con estos máximos de turbidez, se han registrado valores medios de irradiancia PAR en el fondo muy próximos a los niveles críticos para el crecimiento fotosintético de los macrófitos bentónicos. Este resultado contribuiría a explicar la ausencia de síntomas de recuperación de las praderas de la angiosperma marina *Cymodocea nodosa* en el Mar Menor, tras el colapso de las comunidades vegetales bentónicas en 2016. Los equipos del IEO-CSIC realizan un seguimiento de la dinámica de la distribución de estas praderas marinas en la albufera combinando métodos de buceo autónomo, video submarino arrastrado e imagen de satélite. Igualmente se realiza un seguimiento del estado y funcionalidad de las praderas someras supervivientes. Estas praderas someras muestran un elevado desarrollo vegetativo y una intensa reproducción sexual con gran producción de semillas. No obstante, se ha comprobado que estas praderas no son capaces, al menos por ahora, de colonizar las zonas más profundas de 3 m. La falta de luz puede ser un factor que explique esta incapacidad, pero se están investigando otros factores. La identificación de estos factores es fundamental previamente a cualquier actuación de restauración asistida mediante transplantes.

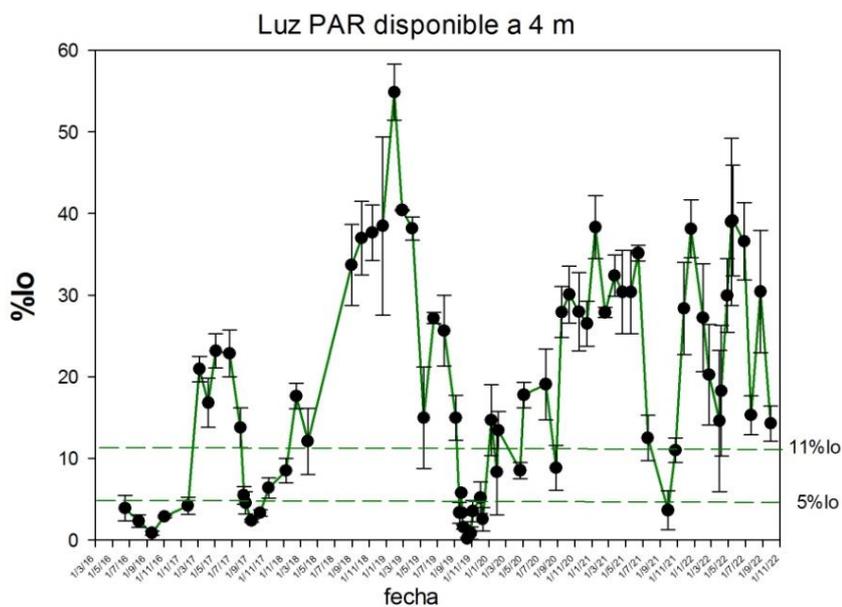


Figura 2. Evolución del porcentaje de radiación PAR que atraviesa la superficie del agua y que alcanza la profundidad de 4 metros. Los niveles de 11% y 5% son críticos para el crecimiento fotosintético de la vegetación bentónica.

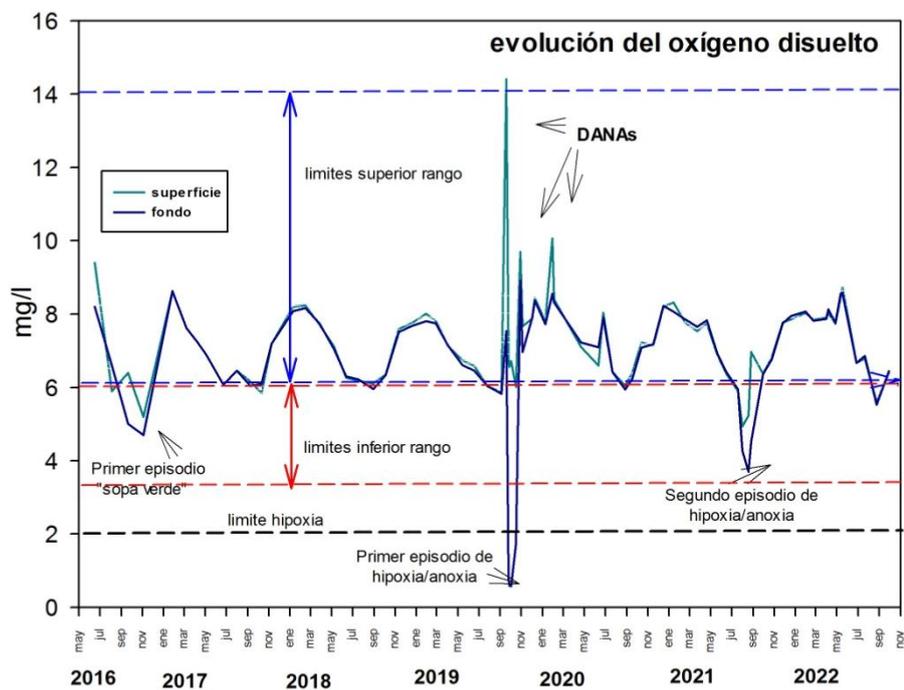


Figura 3. Evolución de la concentración de oxígeno disuelto en las capas superficial y profunda del Mar Menor desde abril de 2016.

Oxígeno disuelto (mg/l)

Los valores de oxígeno se han mantenido altos y normales en las tres zonas de muestreo (8,5-8,9 mg/l), experimentando una disminución generalizada en junio (27/06/2022) hasta valores medios de 6,66 mg/l en las capas superficiales y 6,67 mg/l en las capas más profundas. En agosto se alcanzaron valores medios mínimos entre 5,4 y 5,8 mg/l. Estos son valores normales para el Mar Menor en verano, aunque algo más bajos de lo habitual de acuerdo con la serie temporal (Figura 3), probablemente por las elevadas temperaturas alcanzadas este año (ver figura 4). Otros factores pueden contribuir, como las fluctuaciones del material orgánico particulado (datos no mostrados en este informe). Esta variable no muestra diferencias entre las capas superficiales y profundas lo que indica ausencia de estratificación de la columna de agua. No se han apreciado síntomas de déficit de oxígeno críticos para el ecosistema lagunar (hipoxia, anoxia).

Salinidad y temperatura

Como se aprecia en la serie temporal de la salinidad en las capas someras y profundas del Mar Menor (Figura 4), en ningún momento de 2022 se ha observado ningún tipo de estratificación termohalina, a pesar de las fuertes y prolongadas lluvias del mes de marzo y en septiembre.

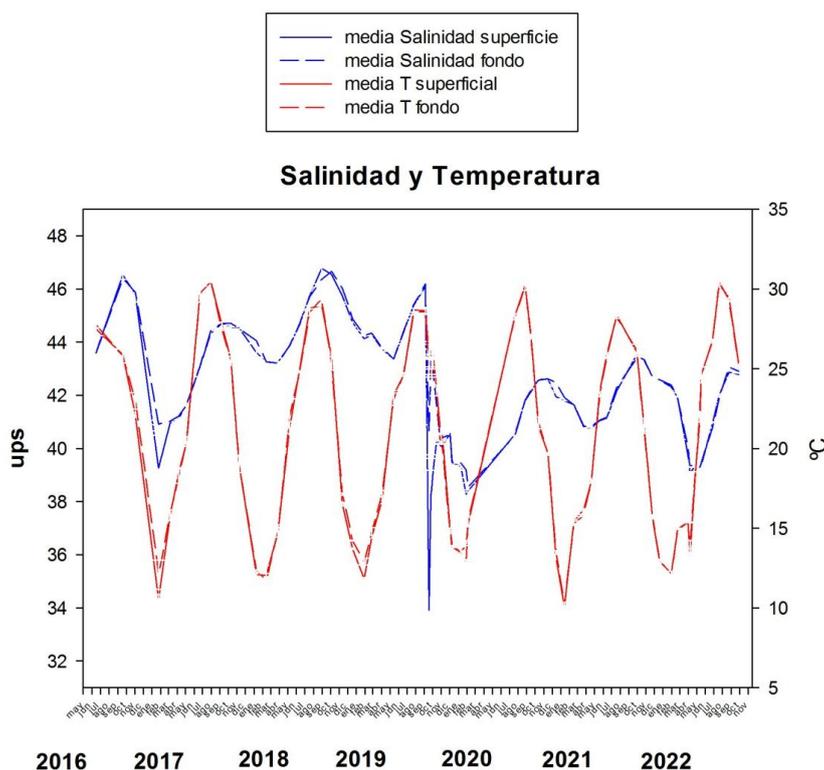


Figura 4. Variación temporal de los valores medios totales de la salinidad y la temperatura en el Mar Menor.

La salinidad es una variable que ha experimentado importantes fluctuaciones en la laguna, principalmente relacionadas con episodios de aportes masivos de agua continental, tanto superficial como subterránea. Estos eventos causan un descenso de la salinidad hasta

valores inferiores a 40 y, en ausencia de otro evento sucesivo, se recupera lentamente en los siguientes años. Como se aprecia en la gráfica de la figura 4, la variable alcanzó valores normales a los dos años siguientes al evento de lluvias torrenciales. Actualmente se encuentra en proceso de recuperación tras el fuerte impacto de la DANA de 2019 y las fuertes precipitaciones abundantes y excepcionales lluvias del mes de marzo de 2022 han ralentizado dicho proceso. No obstante, los valores medios de salinidad actuales medidos en las diferentes zonas de muestreo (42,7-42,8) están ya en la parte inferior del rango de valores medios considerados normales en el Mar Menor (42-47).

Los valores de temperatura tampoco indican la existencia de algún proceso de estratificación de la columna de agua, ni siquiera en los eventos extremos de precipitaciones ocurridos en marzo y en septiembre de 2022. En el mes de julio se alcanzaron temperaturas medias extremas de 30,8-30,9°C, respecto a las temperaturas medias habituales de este mes (28-29°C). No obstante estas temperaturas extremas en este mismo mes han sido previamente observadas en otros años de la serie temporal, como 2016 y 2017. Esta situación no es excepcional. En la última década, tanto en el Mar Menor como en Mediterráneo, de acuerdo con la clara tendencia de calentamiento demostrada mediante el análisis de series de temperatura a largo plazo realizados en informes anteriores.

Comentarios generales

La dinámica de la laguna observada en los primeros meses de primavera mostraba indicios de un posible bloom fitoplanctónico (y potencial evento de hipoxia), en caso de que dicha dinámica progresiva continuase a la tasa observada. Sin embargo, como ya ha ocurrido en años anteriores (p.e. 2018 y 2020), en junio de 2022 dicha dinámica se vio frenada y ralentizada bruscamente alejándose aparentemente de un nuevo episodio disruptivo. Desde entonces, hasta finales de septiembre, los niveles de clorofila se han mantenido bajos, aunque la turbidez del agua ha sido fluctuante y causante de eventos puntuales de limitación de luz en el fondo de la laguna. Por otro lado, incluso en los momentos de máximo desarrollo fitoplanctónico y entradas masivas de agua continental, los datos descartan que durante estos meses haya tenido lugar algún tipo de estratificación de la columna de agua y déficit de oxígeno en la laguna.

Aunque sea tentador interpretar este periodo como una “mejora” de las condiciones ambientales de la albufera y su ecosistema, en realidad lo que refleja es la inestabilidad e impredecibilidad de un sistema profundamente alterado como el Mar Menor, así como la extremada complejidad de los mecanismos reguladores del ecosistema y el enorme desconocimiento científico sobre estos mecanismos. Si bien desde junio la clorofila de la columna de agua indica valores bajos propios de aguas transparentes, otras variables como la turbidez han mostrado un comportamiento más variable alcanzando valores más propios de aguas turbias. Esto sugiere la existencia de mecanismos relacionados con el proceso de eutrofización (exceso de nutrientes en la laguna) capaces de controlar el desarrollo fitoplanctónico. La actividad de las comunidades microbianas, el desarrollo de enormes biomasas de algas filamentosas (“ovas”), la elevada capacidad de asimilación de nutrientes de las macroalgas (*Caulerpa prolifera*), o el zooplancton pueden ser componentes clave de estos mecanismos, pero su papel y su importancia real requiere

estudios más detallados y comprensibles. Todos estos elementos y sus mecanismos de interacción pueden contribuir a la retirada de nutrientes del medio, incluso en situaciones de aportes masivos, como los ocurridos debido a las intensas precipitaciones de invierno-primavera y otoño de 2022. Pero cuando estos mecanismos no actúen, o lo hagan en condiciones de menor intensidad y eficacia, los nutrientes que entran en la laguna de forma continua y masiva podrán estar de nuevo disponibles para el fitoplancton y desencadenar eventos extremos de hipoxia, tal y como pudimos comprobar en verano de 2021.

Por otro lado, las condiciones ambientales parecen no ser todavía propicias para la recuperación de hábitats y especies cuyas poblaciones quedaron profundamente alteradas y mermadas tras el colapso experimentado en 2016. Las praderas de *Cymodocea nodosa* son un claro ejemplo de ello, de acuerdo con los datos obtenidos con el equipo del IEO-CSIC que redacta este informe. Por esta misma razón no son viables en este momento actuaciones basadas en el transplante de estas especies. El seguimiento continuado de ésta y otras especies clave (p.e. Nacra, caballito de mar, signátidos, etc.) es fundamental ya que un cambio de tendencia en su estado y extensión constituiría un claro síntoma de recuperación a escala ecosistémica. Por el contrario, los diagnósticos basados sólo en el estado de la columna de agua no pueden ser extrapolados al estado del ecosistema lagunar.