



Informe de seguimiento del estado ecológico del Mar Menor – 30 de septiembre de 2020

Angel Pérez-Ruzafa

Departamento de Ecología e Hidrología

Universidad de Murcia

Iniciado ya el otoño y habiendo superado el verano sin incidencias notables, el Mar Menor se encuentra en una situación caracterizada por la respuesta progresiva de recuperación del ecosistema, pero con todas las amenazas aún presentes, materializadas en su baja salinidad y en la entrada continuada de aguas con alto contenido en nutrientes desde la cuenca de drenaje y el elevado nivel freático.

Se cumple ahora un año desde septiembre de 2019, en la que se produjo un cambio drástico de las condiciones hidrográficas del Mar Menor y un proceso de anoxia generalizado, con afloramiento de aguas con sulfhídrico en la playa de Villananitos y mortandades masivas de organismos. En aquel momento, junto a la entrada masiva de agua dulce que provocó la estratificación de la columna de agua, tuvo lugar una entrada masiva de nutrientes que indujo una proliferación brusca de fitoplancton. La salinidad media de la laguna en el metro y medio superficial de la columna de agua se situó en 35, por debajo incluso de la del Mediterráneo (Figura 1). La concentración media de nitrato en la laguna alcanzó $24.96 \mu\text{mol /l}$ y la concentración media de Clorofila *a* llegó a $50.01 \mu\text{g/l}$ (Figura 5). Aunque los valores de nutrientes y clorofila recuperaron valores significativamente más bajos en apenas una semana, la laguna volvió a sufrir las fluctuaciones marcadas en sus parámetros propias de un ambiente desestabilizado y, desde entonces, la salinidad se ha mantenido excepcionalmente baja durante todo el año.

Cabe destacar que, tras cada pulso, la recuperación ha sido más notable y las fluctuaciones se han ido amortiguando, incluso a pesar de que las sucesivas danas, de menor intensidad, sufridas durante el otoño de 2019 y el invierno de 2020 han inducido los correspondientes picos de entrada de nutrientes. El último de cierta envergadura, en la última semana de marzo de 2020, elevó los nitratos hasta una concentración media de $59.0 \mu\text{mol /l}$. En apenas dos semanas los valores habían descendido a $13.36 \mu\text{mol /l}$, en mayo eran ya menores de $6.8 \mu\text{mol /l}$ y durante todo el verano se han mantenido por debajo de $0.8 \mu\text{mol /l}$ (Figura 5) y los valores de clorofila por debajo $2 \mu\text{g/l}$.

Por todo ello, merece subrayarse la respuesta positiva del ecosistema y su capacidad de autorregulación, pero insistiendo en que tras las sucesivas danas ocurridas desde septiembre de 2019 la situación de la laguna no ha vuelto a ser la de la recuperación franca que se produjo en 2018 y actualmente las amenazas por entrada de agua y nutrientes debido al elevado nivel freático son más graves que la que presentaba la laguna en el momento de su rotura manifiesta en junio de 2016.

Actualmente, la baja salinidad por la entrada de agua desde la cuenca es el principal factor de riesgo para el estado ecológico del Mar Menor, sumado a la elevada entrada de nutrientes

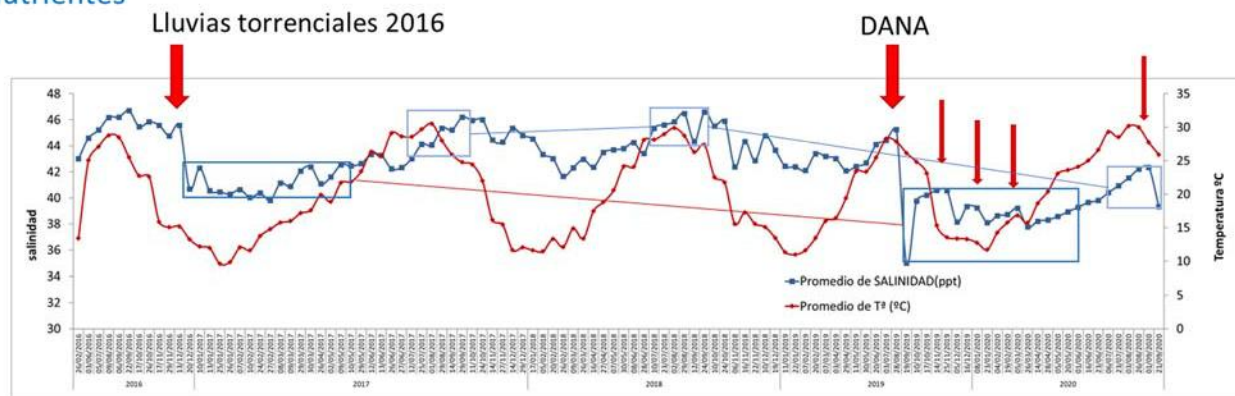


Figura 1. Evolución del ciclo anual de la salinidad y la temperatura desde 2016 hasta septiembre de 2020, un año después de la DANA de 2019.

La intensa recarga del acuífero sigue propiciando entradas muy importantes de aguas procedentes de la cuenca que afloran en el tramo bajo de las principales ramblas (Albujón, Miedo y Miranda, y área de Lo Poyo) y por las zonas de playa de la costa nororiental de la laguna. Esto se evidencia especialmente en el retardo que muestra la descarga de agua y la bajada de salinidad con respecto al momento en el que tienen lugar las lluvias y la entrada de aguas de escorrentía. Las últimas lluvias importantes tuvieron lugar la última semana de agosto de 2020 y sin embargo no se detectó la bajada de salinidad en la columna de agua hasta la segunda semana de septiembre (Figura 1) afectando a toda la ribera interna, pero siendo especialmente notable en la ribera norte (Figura 2f).

La dinámica general observada puede reafirmar probablemente el efecto de la reducción significativa de las descargas en el tramo bajo de la rambla del Albujón tras la puesta en marcha de la estación de bombeo, aunque esta sigue siendo una zona sensible para la entrada de nitratos y es donde se detectan las mayores concentraciones de clorofila cuando se incrementan las descargas, como en las últimas lluvias (Figura 7). Un análisis detallado requerirá de los datos periódicos de descargas desde la cuenca de drenaje por los distintos puntos de la costa y relacionarlos con la dinámica observada en las masas de agua lagunares.

Actualmente la temperatura media presenta valores normales para la época del año, oscilando entre 28,5 y 30,2 °C en las dos últimas semanas de agosto y con un ligero descenso tras las lluvias de finales de agosto, situándose actualmente en 25.9°C. Las temperaturas durante el verano han sido ligeramente superiores a las máximas alcanzadas en 2018 y semejantes a las de 2017 cuando se produjo una regresión importante de los parámetros de calidad del agua. El hecho de que este año no hayan tenido los mismos efectos generales puede estar relacionado con que en 2017 la proliferación fitoplanctónica tuvo lugar tras una subida brusca de casi 2 °C en apenas unos días, en

2020 las fluctuaciones han estado más amortiguadas y el ascenso de temperatura ha sido más gradual.

El descenso de salinidad en las capas superficiales ocurrido tras las últimas lluvias de agosto de 2020, ha vuelto a suponer una regresión en las posibilidades de recuperación y un incremento de los riesgos de estratificación en el caso de que se pueda producir una DANA intensa durante el otoño. La salinidad media había iniciado un aumento progresivo, situándose en 42,4, pero ha vuelto a descender bruscamente hasta 39,3, muy por debajo, por tanto, de los valores normales del Mar Menor en esta época, que deberían ser superiores a 45 (Figura 1). El hecho positivo de que no se ha observado estratificación ni durante la primavera ni el verano, se ve amenazado por los efectos de las entradas de agua desde el freático tras las lluvias, como puede observarse en la comparación de los mapas de superficie y fondo en la Figura 2f y 2g.

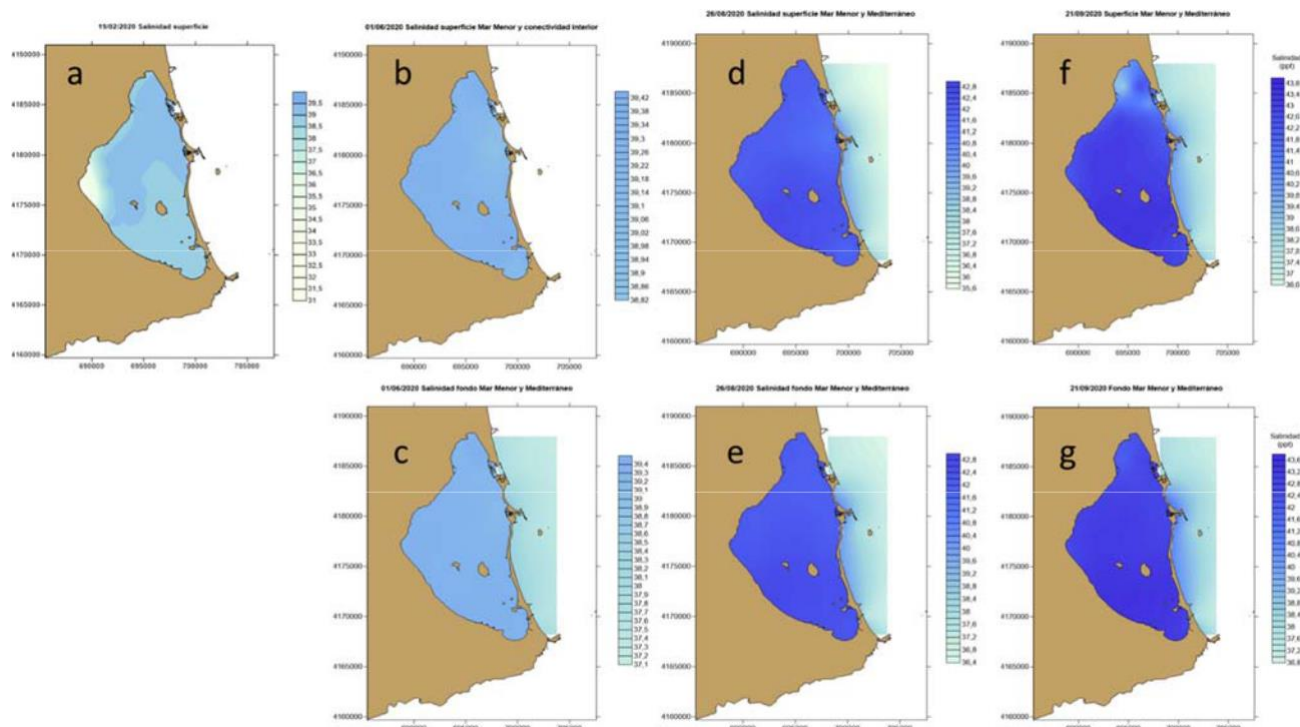


Figura 2. Distribución de los valores de salinidad en las aguas superficiales (arriba) y en el fondo (debajo) del Mar Menor en distintas fechas desde febrero de 2020 al 21 de septiembre de 2020.

La concentración de oxígeno no ha bajado en ningún momento a valores críticos y durante el verano los niveles en la capa por encima de 1,5 m de profundidad se han mantenido en saturación, con valores medios de 6,5 mg/l (Fig. 3) y la concentración absoluta de oxígeno en toda la columna de agua se ha mantenido en todas las estaciones de muestreo por encima de 4,8 mg/l (Fig. 4).

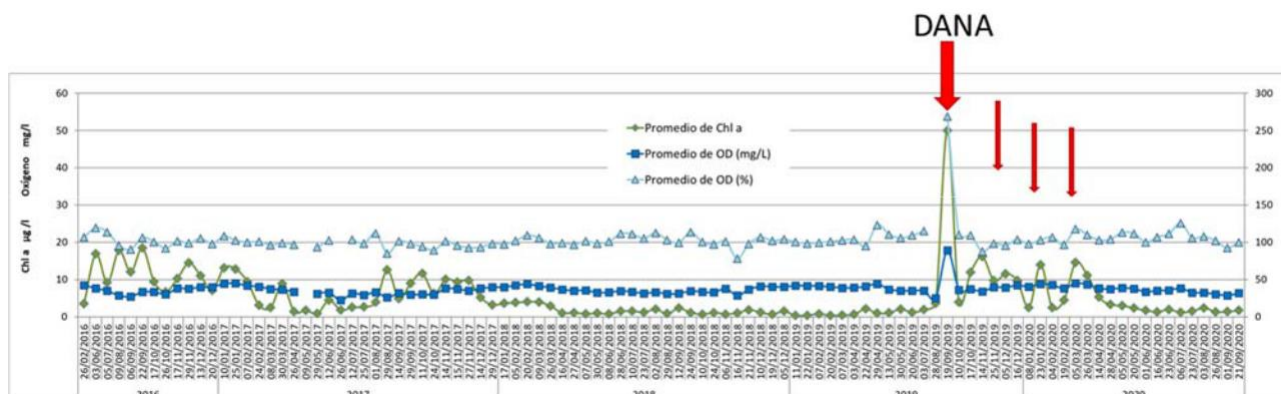


Figura 3. Evolución del ciclo anual de la concentración de oxígeno (expresada como % de saturación y en mg/l) y de clorofila a desde 2016 hasta el 21 de septiembre de 2020.

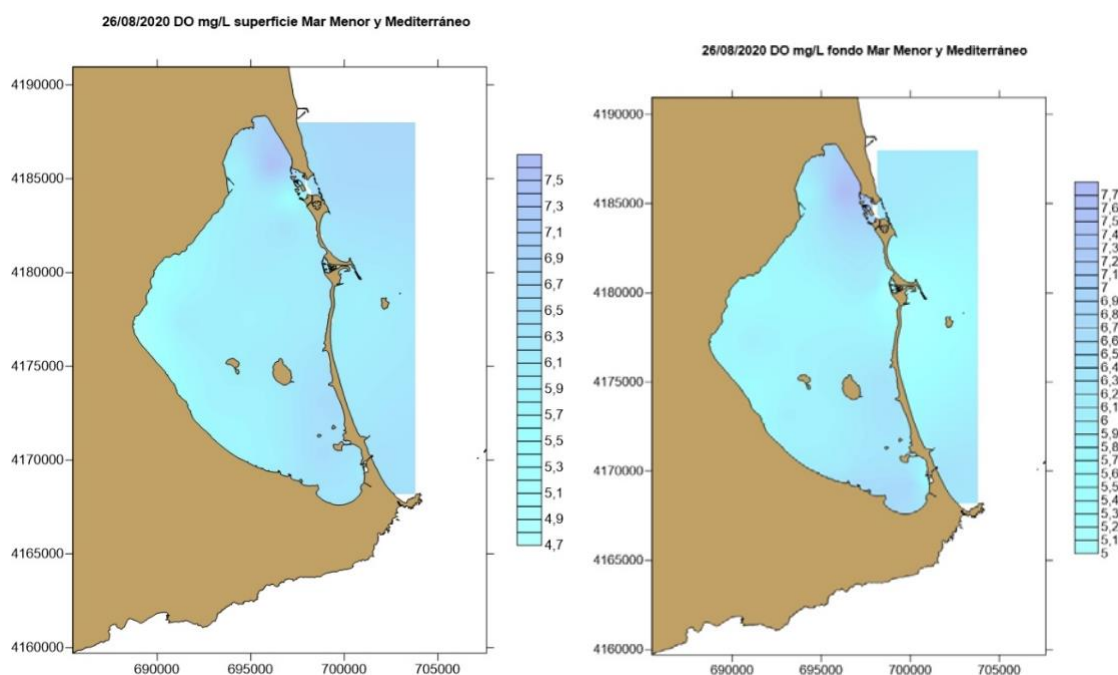


Figura 4. Distribución de los valores de concentración de oxígeno (mg/l) en las aguas superficiales (izquierda) y en el fondo (derecha) del Mar Menor el 26 de agosto de 2020.

Como se ha comentado, la concentración de nutrientes y clorofila *a* ha ido descendiendo progresivamente desde finales de marzo de 2020, cuando se alcanzaron valores medios para la laguna de 50 $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$, un máximo histórico, y valores de clorofila *a* de 14,6 $\mu\text{g/l}$. Sin embargo, el sistema respondió muy rápidamente y no solo se redujeron las concentraciones máximas, sino que

se amortiguaron también drásticamente las oscilaciones en la concentración de nutrientes y clorofila a , lo que como hemos venido indicando, es un buen indicio de que el sistema mantiene su capacidad de autorregulación.

Aunque los valores medios para el Mar Menor eran ya inferiores a $1,5 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$, a primeros de julio de 2020 se detectaron valores de Nitrato de $22,58 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$ en las proximidades de la desembocadura de la rambla del Albuñón. Durante los meses de julio y agosto los niveles medios para el Mar Menor han sido inferiores a $1 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$, lo que puede considerarse un valor bajo. Sin embargo, las concentraciones más altas de Nitratos y Fosfato se han desplazado hacia el sur, situándose actualmente en la costa entre la marina del Carmolí y Lo Poyo. En esta zona, la concentración de nitrato alcanza $11,85 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$ y la de fosfato $0,43 \mu\text{mol PO}_4/\text{l}$. Ocasionalmente también se detectan entradas por la ribera nororiental. La reducción de las entradas directas por la rambla del Albuñón como consecuencia de la puesta en marcha de la estación de bombeo, no impide que siga habiendo entradas importantes de agua superficial y subsuperficial desde las inmediaciones de la rambla de Miranda hasta la llanura de Lo Poyo. La presencia de concentraciones significativas de fósforo indica una posible mezcla con aguas urbanas en momentos puntuales.

De acuerdo con la disponibilidad de nutrientes, los valores medios de Chl a se sitúan a final de agosto en $1,37 \mu\text{g/L}$ y en $1,7 \mu\text{g/L}$ a finales de septiembre a pesar de las lluvias. Estos valores pueden considerarse buenos, y han bajado hasta 2,3 en el área de influencia de la rambla del Albuñón, aunque el que llegaran a 8,1 en la zona entre la Marina del Carmolí y Lo Poyo a finales de julio, indica que las presiones siguen activas y más difusas (Figuras 5-7).

A pesar de su empeoramiento, con la vuelta de las entradas de agua, especialmente con la recarga del acuífero tras la Dana, aún muestra capacidad de regulación de los nutrientes y la clorofila

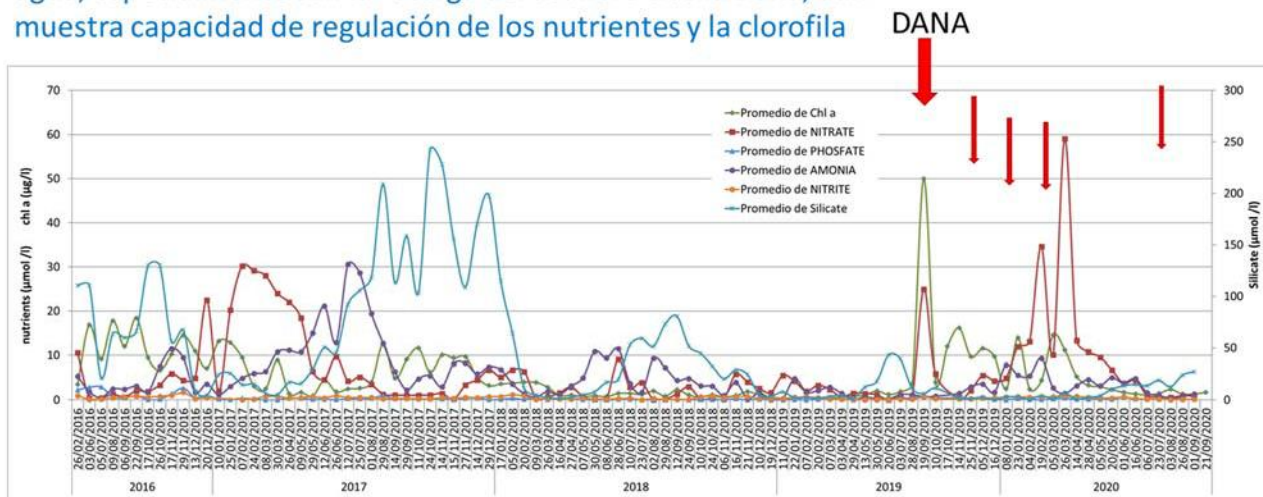


Figura 5. Evolución de los valores medios de la concentración en nutrientes y clorofila a en el Mar Menor en la red de estaciones de muestreo distribuidas en el interior de la laguna. Las flechas rojas indican eventos de lluvia intensa.

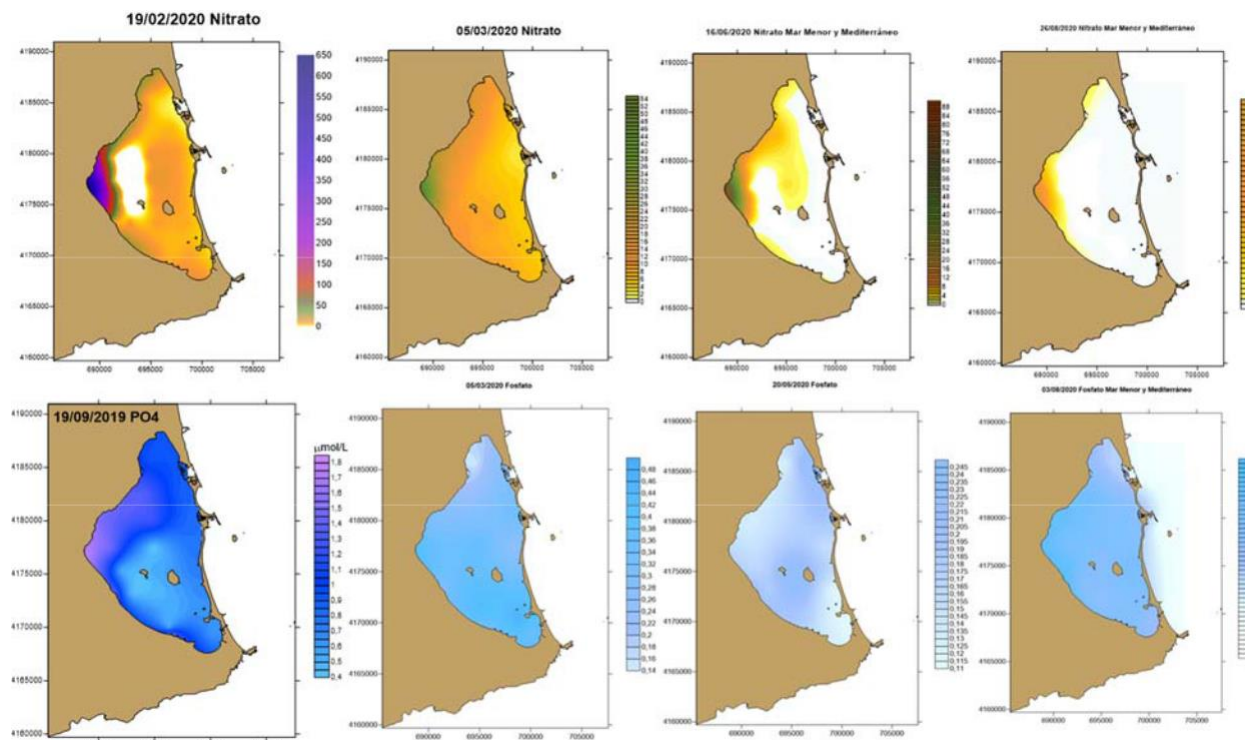


Figura 6. Arriba: Distribución espacial de los valores de concentración de Nitrato ($\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$) en las aguas superficiales (izquierda) y en de Fosfato ($\mu\text{mol PO}_4/\text{l}$)(derecha) en el Mar Menor desde finales de invierno hasta finales de agosto de 2020.

La progresiva reducción y la baja concentración actual de clorofila a en la columna de agua (Figura 7) se traduce en una recuperación de la transparencia en condiciones de relativa calma. Si durante el invierno de 2020, el Mar Menor perdió la transparencia que había alcanzado durante la recuperación de 2018 y se aproximaron a los peores de la serie histórica, desde abril de 2020 se inició una recuperación semejante a la que se observó en 2018 y, por el momento se mantiene, con una visibilidad media que se situó en 4,69 m a final de verano y ha alcanzado los 5 m a final de septiembre (Fig. 8). Sin embargo, las zonas someras aún contienen abundantes partículas finas de sedimento, como consecuencia de los arrastres de las lluvias torrenciales, lo que hace que el oleaje resuspenda dichos materiales con facilidad en las zonas expuestas.

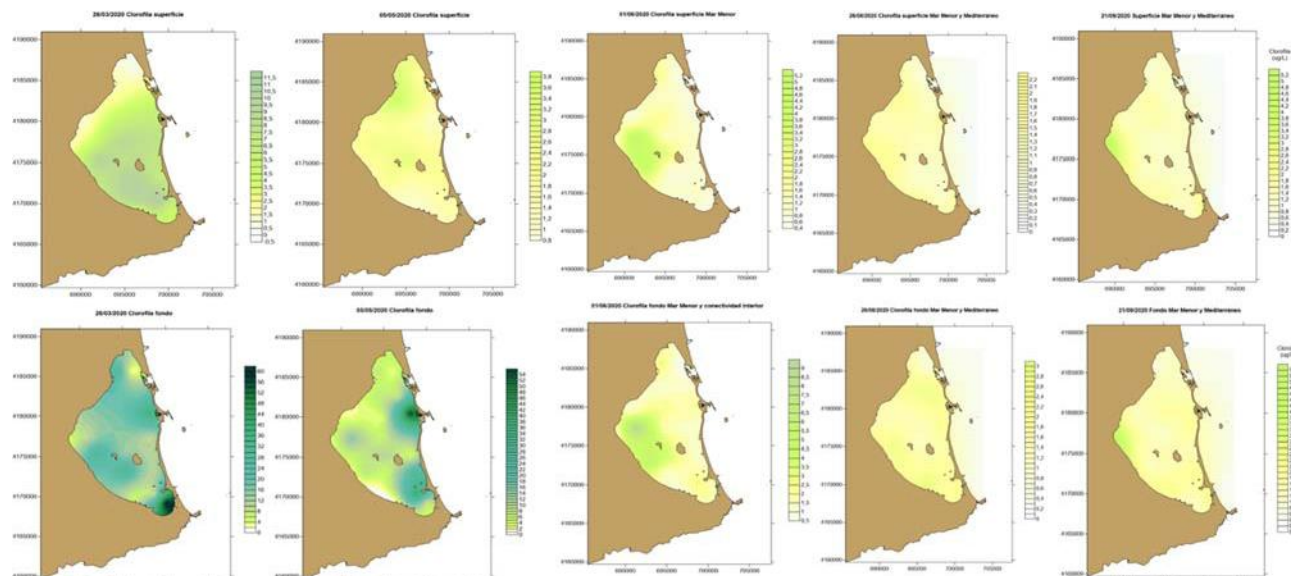


Figura 7. Distribución de los valores de concentración de clorofila *a* ($\mu\text{g/l}$) en las aguas superficiales (arriba) y en el fondo (abajo) del Mar Menor desde finales de invierno hasta finales de agosto de 2020.

Y a pesar de las entradas masivas de agua y nutrientes, sorprendentemente aún muestra su capacidad de amortiguar las presiones, rehaciéndose después de cada evento de proliferación de fitoplancton o de entrada de materiales en suspensión

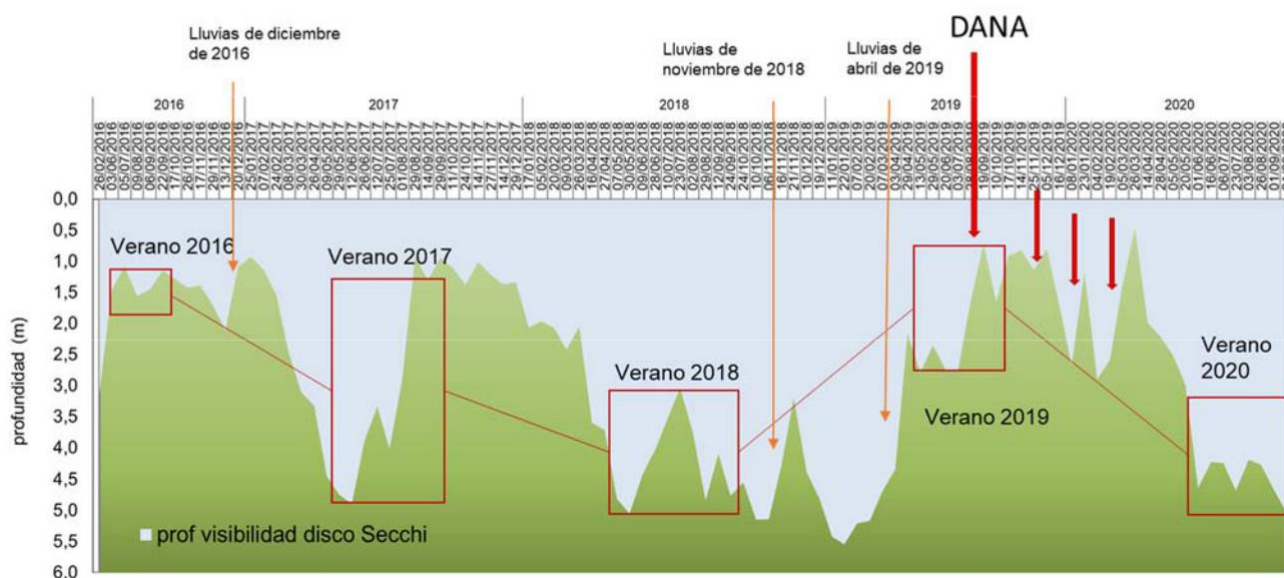


Figura 8. Evolución temporal de la profundidad media de visibilidad del disco de Secchi, calculada en las zonas con más de 5 m de profundidad.



Conclusiones

Aunque la complejidad del Mar Menor sigue permitiéndole una capacidad de autorregulación muy elevada, manteniendo en niveles bajos, tanto la concentración de nutrientes como de clorofila *a*, es importante tener presente que el ecosistema sigue bajo una presión extrema por la entrada continua de aguas hipohalinas con altas concentraciones de nutrientes. Esto, a pesar de que van recuperándose progresivamente, mantiene aún valores de salinidad relativamente bajos para el Mar Menor y, en conjunto, hacen que los riesgos de sufrir una crisis distrófica sigan siendo relativamente altos si se dan condiciones de alta temperatura, periodo de calmas y/o entrada masiva de aguas dulces.

Debemos insistir en que la clara recuperación de la integridad ecológica del ecosistema del Mar Menor tras la reducción de las entradas de agua y nutrientes desde la cuenca de drenaje entre los años 2017 y 2018, su deterioro nuevamente tras el regreso de las entradas indiscriminadas de agua hipohalina desde la cuenca de drenaje, y su actual respuesta autorreguladora tras la activación de la estación de bombeo junto a la rambla del Albujién, deben interpretarse como una demostración de la importancia de consolidar estructuralmente la capacidad de gestión del agua. Como se decía en el informe anterior, se confirma que, de momento, las leves tendencias a la estratificación y reducción de la concentración de oxígeno en las capas profundas, mostradas eventualmente durante la primavera y tras las entradas masivas de agua dulce, se han disipado en buena medida, pero no pueden descartarse si se dieran condiciones adversas sinérgicas.

Insistimos, por tanto, en la importancia y la urgencia de un plan de gestión de las aguas en la cuenca y de regulación no solo de vertidos, sino también de los niveles del freático. Se mantiene que se deberían consensuar las medidas con los especialistas en hidrogeología, y valorar la necesidad de reducir el nivel freático al menos entre 1,5 y 2 metros. Esto es especialmente importante teniendo en cuenta que en los próximos años se espera un aumento de la frecuencia de las lluvias torrenciales que recargan el acuífero en las zonas más altas, presionando las bajas, y aumenta la escorrentía superficial donde el subsuelo está ya saturado y no retiene ya agua nueva. Estas entradas son de múltiples orígenes y, muy probablemente, forzadas por un nivel freático muy elevado, ya que se detectan concentraciones relativamente altas tanto de nitratos como de fosfatos, con posible mezcla de aguas de origen agrícola y urbano, y como se muestra en este informe, las zonas de mayor influencia se desplazan en función de las actuaciones de gestión del agua.

Las medidas recomendadas siguen siendo, por tanto, mantener una vigilancia extrema en los posibles vertidos, descargar el freático y establecer una red de infraestructuras que permitan la gestión y tratamiento de las aguas que se utilizan y se generan en la cuenca de drenaje con el fin de reducir al máximo las entradas regulares y los riesgos de vertidos incontrolados y maximizar su reutilización. Todo esto, al margen de otras medidas conducentes a una agricultura sostenible a medio y largo plazo, incluyendo las propias estrategias de diversificación de secano y regadío, la implantación de setos, prácticas conducentes a minimizar el uso y la movilidad de nutrientes y las escorrentías superficiales y



la erosión y transporte de sedimentos, la recuperación de zonas naturales y, en general, las previstas en el plan de vertido cero.

Pero se debe insistir, como en los informes previos, en que, si bien, el ecosistema del Mar Menor da pruebas de que mantiene buena parte de sus capacidades homeostáticas, también es un hecho que las presiones, aunque algo reducidas tras la puesta en funcionamiento de la estación de bombeo de los Alcázares, aún se mantienen muy altas y no pueden descartarse eventos extremos en condiciones de altas temperaturas, periodos largos de calmas o entradas torrenciales de aguas desde la cuenca en eventos de lluvias intensas. Como se ha incidido en anteriores informes, este tipo de eventos, con el calentamiento generalizado de la superficie del mar, pueden extenderse durante todo el otoño y hasta principios de invierno en nuestra región.