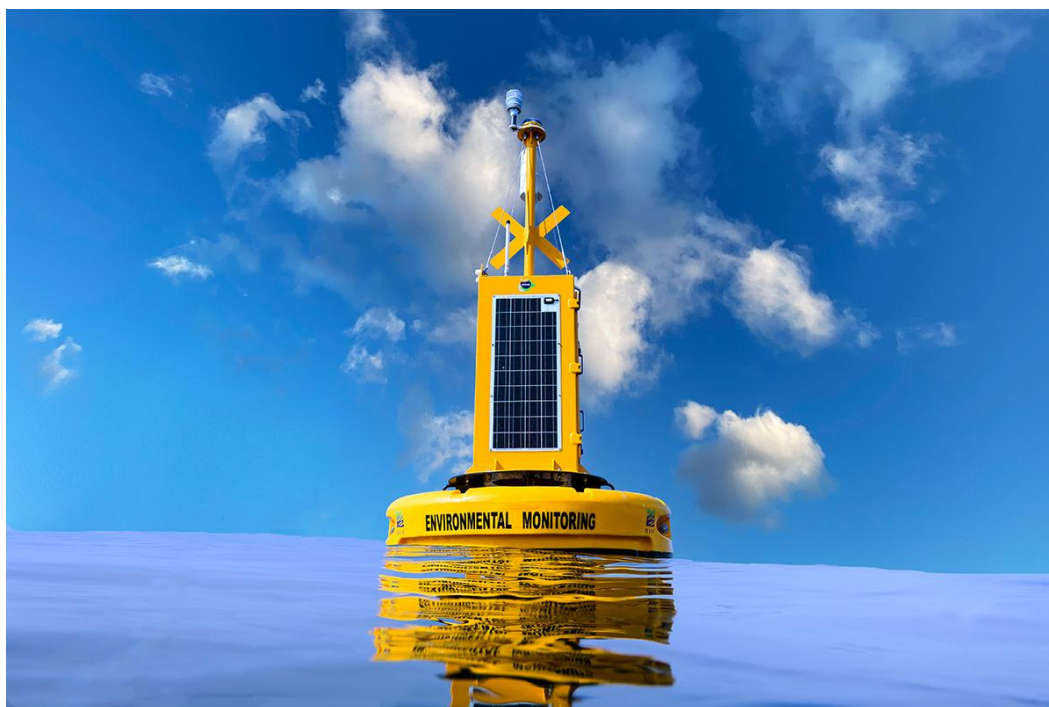




PROYECTO BELICH:
SEGUIMIENTO, ESTUDIO Y
MODELIZACIÓN DEL ESTADO DEL
MAR MENOR

Sistema de Monitorización Oceanográfica
Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC)



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Marco de Actuaciones
Prioritarias para Recuperar
el **Mar Menor**

Informe sobre episodios de olas de calor marinas en el Mar Menor (mayo–julio de 2025)

Autores:

Victor Orenes-Salazar¹, Pedro Martínez¹, Marijn Oosterbaan², Roberto González¹, Esperanza Moreno¹, Patricia Pérez¹, Antonio Ortolano¹, Ana Ramírez¹, Virginia Sandoval¹, Eugenio Fraile-Nuez², Juan M. Ruiz¹

¹ Grupo de Ecología de Angiospermas Marinas (GEAM). Departamento de Ecosistemas Bentónicos y Geociencias Marinas. Centro Oceanográfico de Murcia. IEO – CSIC.

² Grupo de Vulcanología Canaria Submarina y Oceanografía (VULCANA). Departamento de Oceanografía y Cambio Global. Centro Oceanográfico de Canarias. IEO-CSIC.

Citar como:

Orenes-Salazar, V., Martínez, P., Oosterbaan, M., González, R., Moreno, E., Pérez, P., Ortolano, A., Ramírez, A., Sandoval, V., Fraile-Nuez, E., & Ruiz, J. M. 2025. *Informe sobre episodios de olas de calor marinas en el Mar Menor (abril-julio 2025)*. Proyecto BELICH, Centros Oceanográficos de Murcia y Canarias, IEO-CSIC, 12 pp.

NOTA: Los datos presentados y su interpretación deben ponerse en el contexto de informes anteriores disponibles en la página web del proyecto (<https://belich.ieo.csic.es/publicaciones/>). Queda absolutamente prohibida la publicación de los datos contenidos en este informe sin el consentimiento previo de los autores y del IEO-CSIC.

Fuente de financiación:

Marco de Actuaciones Prioritarias para recuperar el Mar Menor (MAPMM). Sub-Actuaciones 8.1 y 8.3. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD). Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), NextGeneration EU.

Otras fuentes de financiación:

Proyecto THINKING AZUL. Plan Complementario de I+D+i de Ciencias Marinas. Fondos Europeos Next Generation.

Índice de Contenido

Resumen	4
Introducción.....	5
Vulnerabilidad térmica en cuerpos de agua pequeños y semiconfinados	5
Calor, eutrofización y colapso ecológico: riesgos acumulativos en el Mar Menor	5
Sistema de Monitorización Oceanográfica del Mar Menor	6
Temperatura	6
Cálculo de las olas de calor.....	6
Caracterización del episodio de ola de calor marina (mayo–julio 2025).....	8
Conclusión.....	10

Resumen

El grado de aislamiento, la profundidad y el tamaño de los cuerpos de agua son factores clave en su respuesta térmica frente a episodios extremos, como las olas de calor marinas. En sistemas pequeños, someros y semicerrados, como el Mar Menor, estas condiciones favorecen un calentamiento acelerado de la columna de agua y la acumulación de calor en superficie. Aunque este sistema lagunar ya presenta de forma natural un comportamiento térmico activo, en el año 2025 se ha observado un calentamiento inusualmente temprano y rápido, con implicaciones potencialmente para su equilibrio ecológico. Los datos que sustentan este análisis provienen del nuevo Sistema de Monitorización Oceanográfica del Mar Menor, en funcionamiento desde enero de 2025, que ha permitido registrar con alta resolución temporal un aumento sostenido de temperatura: el 24 de abril se superaron los 20 °C, el 30 de mayo ya se alcanzaron los 25 °C y el 30 de junio se registraron 30 °C, con una tasa media de incremento diario de 0,16 °C durante junio. Se han identificado dos olas de calor marinas consecutivas: la primera entre el 31 de mayo y el 10 de junio, y la segunda a partir del 17 de junio, en curso al menos hasta el 7 de julio. No obstante, el breve intervalo térmico entre ambos eventos no permitió una recuperación real del sistema, por lo que puede interpretarse como una única ola de calor acumulada de al menos 38 días. Este fenómeno prolongado de estrés térmico, en un ecosistema ya altamente vulnerable, tiene un alto potencial de provocar impactos ecológicos severos, incluyendo mortalidades masivas, floraciones nocivas, hipoxia y alteraciones en la biodiversidad. A este escenario se ha sumado, además, la anomalía térmica positiva registrada en el mar Mediterráneo, que durante este periodo ha alcanzado valores varios grados por encima de lo normal. Lejos de ejercer un efecto amortiguador, las aguas que han entrado al Mar Menor a través de los canales de El Estacio y Marchamalo han contribuido a sostener el calentamiento de la laguna, reforzando el carácter extremo del episodio. El caso del Mar Menor en 2025 subraya la creciente exposición de las lagunas costeras mediterráneas a los efectos del cambio climático y la necesidad urgente de reforzar los sistemas de observación y respuesta temprana.

Introducción

Vulnerabilidad térmica en cuerpos de agua pequeños y semiconfinados

El grado de aislamiento y el tamaño de los cuerpos de agua son factores determinantes en la respuesta térmica de los sistemas marinos frente a las olas de calor, especialmente en latitudes bajas y medias, donde la radiación solar es intensa y sostenida. En sistemas pequeños, poco profundos y semicerrados, la capacidad de renovación del agua es limitada y la mezcla vertical suele ser escasa, lo que favorece un rápido calentamiento de la columna de agua y la acumulación de calor en superficie. Este fenómeno se observa con especial intensidad en regiones como el Golfo Pérsico, una cuenca somera y casi cerrada, donde las temperaturas superficiales del mar pueden superar los 35 °C durante los veranos, con impactos severos sobre los ecosistemas coralinos.

El mar Mediterráneo, aunque de mayor tamaño, también muestra una fuerte sensibilidad térmica debido a su semi-aislamiento respecto al océano Atlántico y al predominio de condiciones atmosféricas estables en verano; en él se han registrado múltiples eventos de calor extremo con consecuencias ecológicas documentadas, especialmente en sus regiones más cerradas como el mar Adriático o el mar de Alborán. Dentro del Mediterráneo, el Mar Menor representa un caso extremo: una laguna costera muy somera, de pequeña extensión y volumen, con una tasa de renovación muy baja y una elevada carga de nutrientes y otros contaminantes, que puede experimentar aumentos de temperatura rápidos e intensos, alcanzando valores superiores a 32 °C en los episodios más cálidos.

Calor, eutrofización y colapso ecológico: riesgos acumulativos en el Mar Menor

En una laguna costera semicerrada que atraviesa un proceso intenso y prolongado de eutrofización, una ola de calor marina puede intensificar y acelerar de forma crítica el deterioro del ecosistema. El aumento sostenido de la temperatura del agua reduce la concentración de oxígeno disuelto, aumentando el riesgo de condiciones de hipoxia o incluso anoxia, especialmente en el fondo y en situaciones de estratificación de la columna de agua (p.e. aportes masivos y repentinos de agua continental en episodios de lluvias torrenciales). Esto, a su vez, puede provocar mortalidades masivas de fauna bentónica y peces, alterando drásticamente la biodiversidad y las redes tróficas. La combinación de temperaturas elevadas y exceso de nutrientes también puede estimular floraciones algales nocivas (“blooms”), aumentando la turbidez del agua y reduciendo la penetración de luz, lo que compromete la supervivencia de praderas de fanerógamas marinas o macroalgas. Además, las especies de estos hábitats estructurales, esenciales para la biodiversidad, pueden colapsar ante el estrés térmico, la disminución de oxígeno y la competencia con especies oportunistas.

En este contexto, las especies termófilas e invasoras encuentran condiciones propicias para proliferar, desplazando a las comunidades nativas ya debilitadas. A ello se suma la proliferación de medusas, cuyo ciclo de vida puede beneficiarse tanto del calentamiento como de la abundancia de alimento (zooplancton) o la disminución de depredadores y competidores, generando blooms recurrentes que alteran la dinámica ecológica y afectan actividades humanas

como la pesca y el turismo. Estos procesos, combinados, pueden desencadenar una profunda simplificación ecológica del sistema y comprometer severamente su resiliencia y servicios a largo plazo.

Sistema de Monitorización Oceanográfica del Mar Menor

Temperatura

La obtención de datos de temperatura en el Mar Menor se ha realizado a partir de diversas fuentes complementarias que permiten un análisis espacial y temporal robusto. Desde 1982 hasta la actualidad, se ha utilizado la serie histórica satelital proporcionada por el producto Copernicus Mediterranean Sea – High Resolution L4 Sea Surface Temperature Reprocessed con una resolución espacial de 0,05°, según Nardelli et al. (2013) (disponible en <https://doi.org/10.48670/moi-00173>). Para calibrar estos datos satelitales, desde 2012 se ha contado con mediciones *in situ* obtenidas mediante el sensor HOBO Water Temp Pro v2, sumergido a 1,5 metros de profundidad, lo que ha permitido mantener una serie continua de temperatura superficial del mar.

Los datos más actuales que sustentan el presente análisis térmico proceden del nuevo Sistema de Monitorización Oceanográfica del Mar Menor, operativo desde enero de 2025 (**Figura 1**). Desde entonces y hasta la actualidad, los datos proceden de sensores de temperatura integrados en sondas multiparamétricas HydroCAT-EP V2 (Sea-Bird), instaladas en los cinco montes submarinos del sistema de monitorización, así como en tres boyas oceanográficas desplegadas en el marco del proyecto BELICH. En el presente análisis, solo se han considerado los datos de temperatura superficial para garantizar la comparabilidad con los datos satelitales y los sensores HOBO.

La combinación de estas fuentes ha posibilitado la realización de una intercalibración entre sensores, garantizando la consistencia y calidad de los datos. Además, la integración de datos satelitales con las series *in situ* ha ampliado el alcance temporal y espacial del estudio, permitiendo evaluar la evolución térmica del Mar Menor con alta resolución y fiabilidad.

Cálculo de las olas de calor

Se ha llevado a cabo un análisis de olas de calor marinas basado en la clasificación propuesta por Hobday et al. (2016), <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>. Una ola de calor marina se define como un periodo prolongado de temperaturas del agua significativamente superiores a las condiciones estacionales normales para una región determinada, en este caso, el Mar Menor. Para que un evento sea considerado ola de calor, la temperatura debe mantenerse por encima del percentil 90 (P90) de la distribución climatológica durante al menos cinco días consecutivos. La línea climatológica se ha establecido a partir de la serie temporal media de temperaturas superficiales del mar en un periodo de referencia de 30 años, comprendido entre 1982 y 2012.

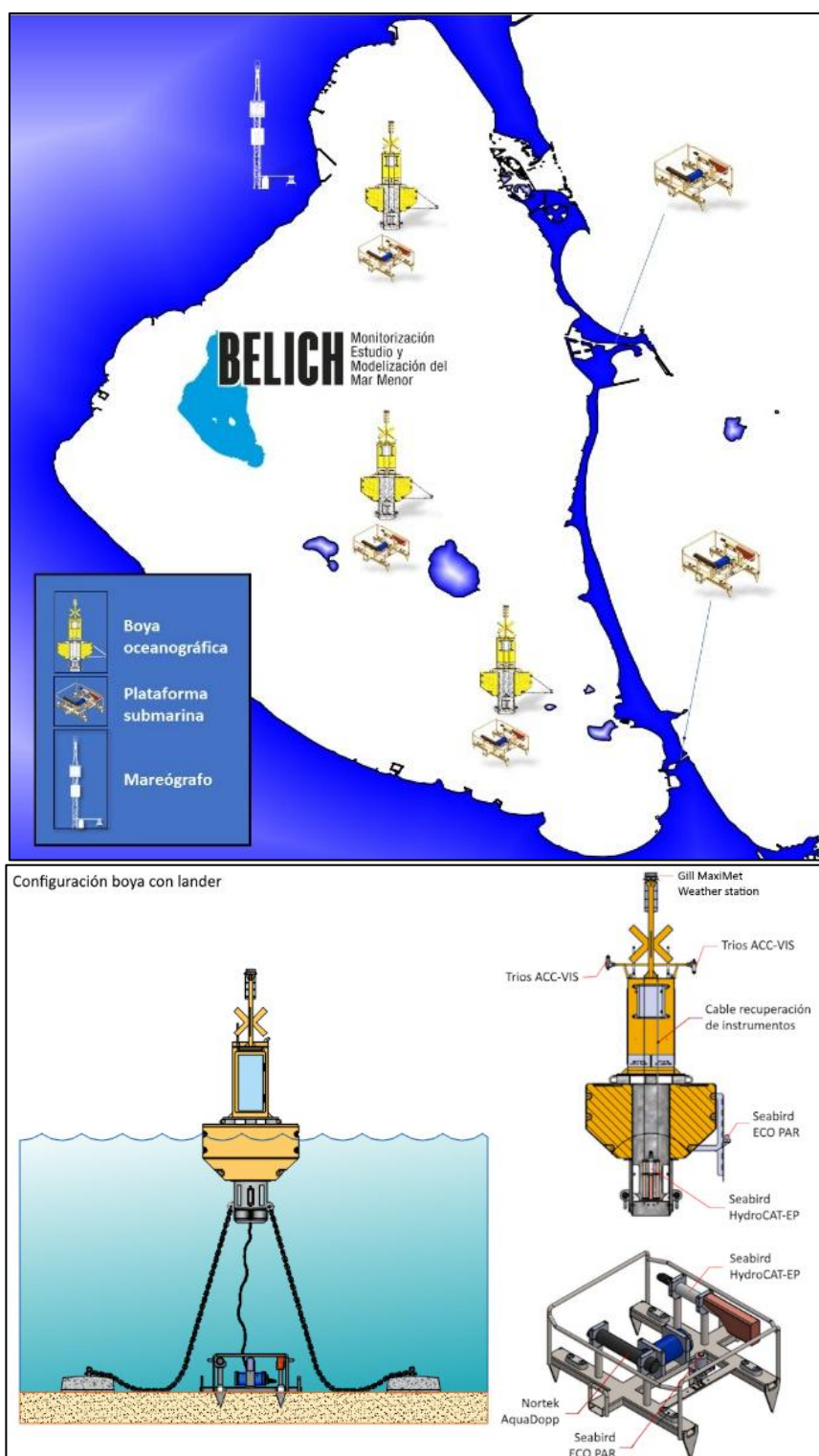


Figura 1. Localización y esquema de boya oceanográfica y lander de las estaciones de monitorización del nuevo Sistema de Monitorización Oceanográfica del Mar Menor, operativo desde enero de 2025

En función de la intensidad relativa de la temperatura diaria respecto al percentil climatológico 90, las olas de calor se clasifican en cuatro categorías: moderada (entre 1 y 2 veces el P90, categoría I), fuerte (entre 2 y 3 veces el P90, categoría II), severa (entre 3 y 4 veces el P90, categoría III) y extrema (más de 4 veces el P90, categoría IV).

Caracterización del episodio de ola de calor marina (mayo–julio 2025)

El Mar Menor, por su escasa profundidad, limitado volumen de agua y baja renovación, es una laguna costera que ya de por sí tiende a calentarse con rapidez durante la primavera. Esta característica natural hace que los aumentos térmicos estacionales sean habituales y que las temperaturas veraniegas alcancen valores elevados. Sin embargo, en 2025 este patrón se ha visto excesivamente intensificado, dando lugar a un calentamiento inusualmente rápido y adelantado, con implicaciones potencialmente graves para la ecología del sistema.

El 24 de abril se rompió el umbral de los 20 °C, un valor dentro de lo esperable para esa fecha. Sin embargo, fue a partir del 25 de mayo cuando se produjo un claro punto de inflexión: la temperatura comenzó a aumentar de forma muy acelerada, y en pocos días, para el 30 de mayo, el agua ya marcaba 25 °C. El ascenso continuó y culminó con un registro especialmente alarmante el 30 de junio, cuando se alcanzaron los 30 °C. Es decir, durante junio la temperatura del Mar Menor aumentó, en promedio, unos 0,16 °C cada día.

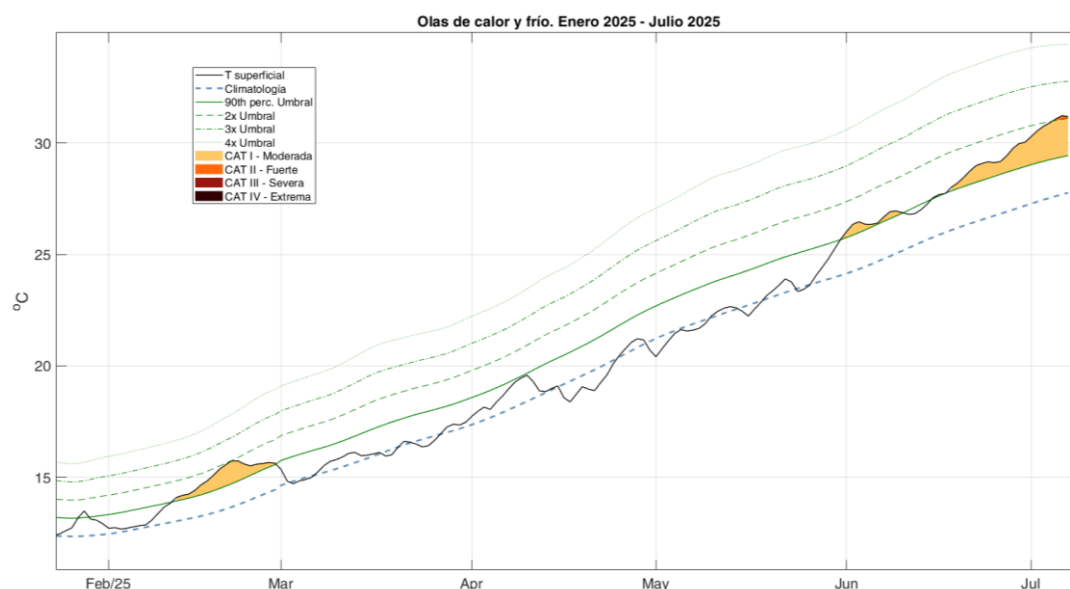


Figura 2. Análisis de olas de calor marinas en el Mar Menor durante la primavera e inicios de verano de 2025. Se identificaron dos olas de calor marinas consecutivas, separadas por un breve intervalo sin recuperación térmica real.

El análisis de las temperaturas del Mar Menor en el contexto de olas de calor marinas revela un patrón térmico preocupante en lo que va de verano de 2025. El Mar Menor ha experimentado en lo que va de verano de 2025 un episodio térmico excepcional según la definición de olas de calor marinas propuesta por Hobday et al. (2016). Bajo este marco, se han detectado dos olas de calor marinas bien definidas, aunque separadas por un breve intervalo: la primera se extendió del 31 de mayo al 10 de junio, con una duración de once días; la segunda comenzó el 17 de junio y, hasta el 7 de julio, ha acumulado ya 21 días consecutivos, sin señales claras de finalización (Figura 2 y 3).

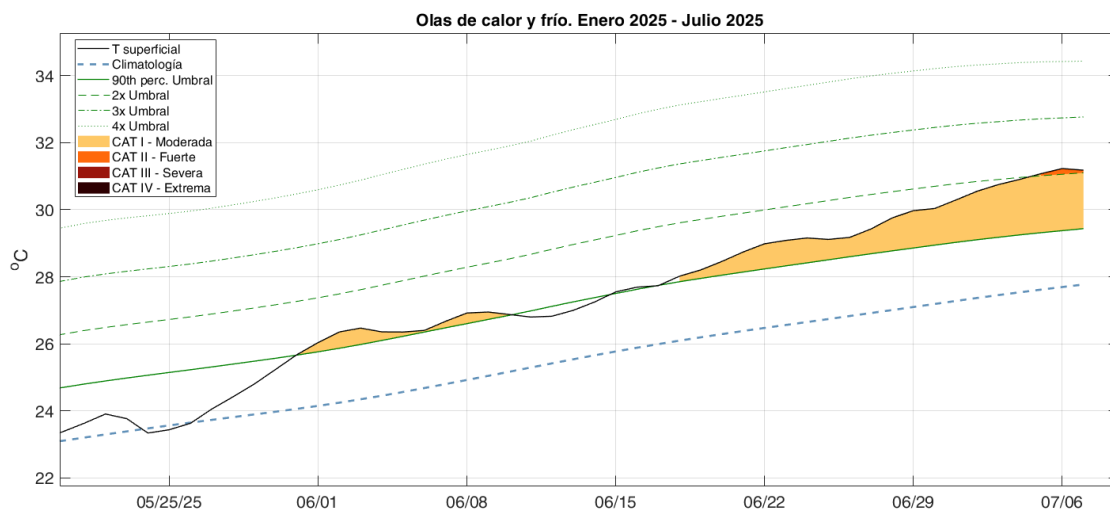


Figura 3. Análisis de olas de calor marinas en el Mar Menor durante la primavera e inicios de verano de 2025. A partir del 25 de mayo, la temperatura del Mar Menor se disparó, pasando de 25 °C el 30 de mayo a 30 °C el 30 de junio, con un incremento medio de 0,16 °C diarios.

Aunque formalmente puedan considerarse dos eventos distintos debido a los seis días intermedios sin superar el umbral estadístico, lo cierto es que ese breve periodo de relajación térmica se produjo en un contexto de temperaturas igualmente elevadas, muy cercanas al umbral crítico, lo que impidió una recuperación real de las condiciones ambientales. Si se interpretan ambos episodios como parte de un único proceso continuo de estrés térmico —algo perfectamente plausible desde el punto de vista ecológico—, el resultado sería una ola de calor marina acumulada de al menos 38 días, desde el 31 de mayo hasta el 7 de julio de 2025. Este tipo de eventos prolongados tiene un enorme potencial de impacto sobre la biota del Mar Menor, especialmente en un sistema tan frágil, poco profundo y con limitada renovación hídrica. Las consecuencias de este estrés térmico persistente pueden ir desde efectos subletales y letales en especies sensibles hasta la proliferación de floraciones nocivas de determinadas especies de microalgas. Si estos efectos se tornan intensos y generalizados podrían dar lugar a disminución del oxígeno disuelto, alteraciones en las comunidades bentónicas y mortalidades masivas. En este sentido, más allá del análisis técnico de los umbrales, lo más relevante es reconocer que el ecosistema ha estado sometido a una presión térmica continua durante más de un mes, una

situación que refuerza la urgencia de adoptar medidas de seguimiento y respuesta ante la creciente frecuencia e intensidad de estos fenómenos en el contexto del cambio climático.

A este escenario se suma otro factor clave: las condiciones térmicas del propio mar Mediterráneo, que durante este periodo ha registrado temperaturas anormalmente elevadas, varios grados por encima de los valores medios para estas fechas. Lejos de ejercer un efecto atenuante, el Mediterráneo ha dejado de funcionar como regulador térmico o "tamponador" frente a los excesos térmicos en la laguna. Así lo demuestran los datos recogidos en los canales de El Estacio y Marchamalo, por los que entra agua marina al Mar Menor (**Figura 4**). En lugar de aportar masas de agua más frías que pudieran amortiguar los picos térmicos de la laguna, las entradas desde el Mediterráneo han contribuido a sostener e incluso reforzar el calentamiento interno del sistema. Esta pérdida del papel tamponador del Mediterráneo, unida a la alta insolación estacional y a la intensidad de las olas de calor atmosféricas registradas en superficie, ha configurado un entorno térmico extremo y persistente que supera ampliamente los umbrales considerados normales para esta época del año.

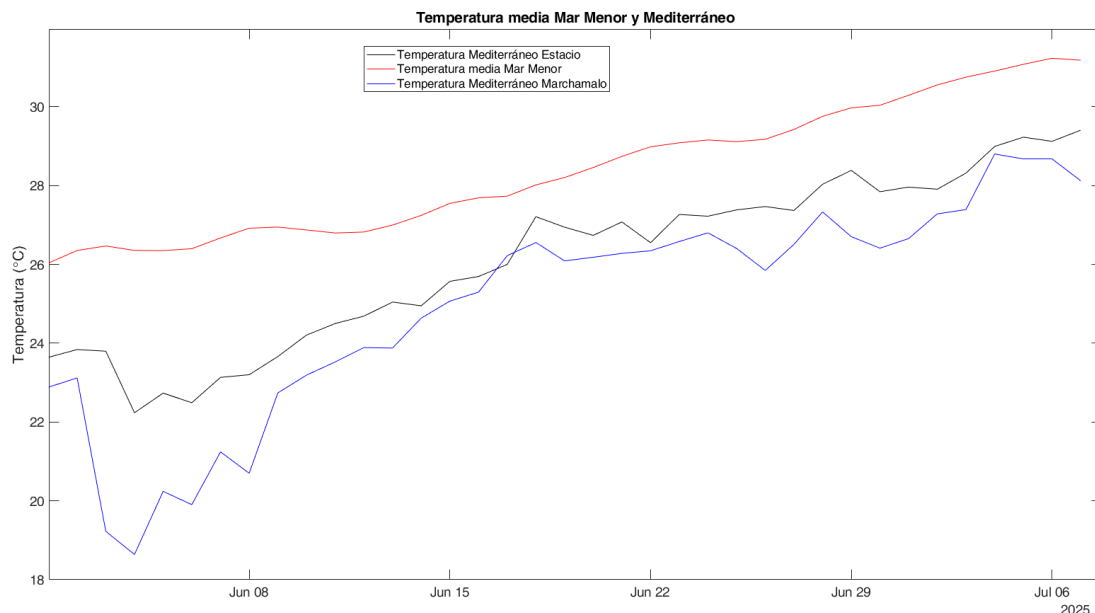


Figura 4. Evolución de la temperatura media diaria del Mar Menor comparada con los valores mínimos diarios de temperatura registrados en las estaciones de Estacio y Marchamalo, como referencia de agua Mediterránea.

Conclusión

El Mar Menor experimenta actualmente una nueva ola de calor marina. Alimentada no solo por las elevadas temperaturas atmosféricas sino también por las elevadas temperaturas que también están alcanzando las aguas del Mediterráneo adyacente, expuestas al mismo proceso de calentamiento. Puesto que el evento no ha finalizado, no podemos definir de forma definitiva

su intensidad, pero por sus características actuales se prevé que vaya a ser uno de los más severos de la serie histórica, lo cual se ajusta perfectamente a las predicciones ya realizadas por nuestro equipo en informes anteriores en base a la tendencia de aumento acelerado tanto de la temperatura media anual como de la duración e intensidad de las OCM en las últimas cinco décadas (**Figura 5**; <https://belich.ieo.csic.es/publicaciones/>). Esta tendencia es preocupante desde el punto de vista del estado ecológico del Mar Menor ya que, en sistemas lagunares altamente eutrofizados como es el caso del Mar Menor, el calentamiento progresivo implica un riesgo cada vez mayor de sobrepasar los límites de tolerancia y supervivencia de las especies marinas (tanto animales como vegetales). Igualmente puede favorecer la proliferación de otras especies nocivas, así como de episodios colaterales de hipoxia y otros procesos biogeoquímicos, con consecuencias adversas para el ecosistema.

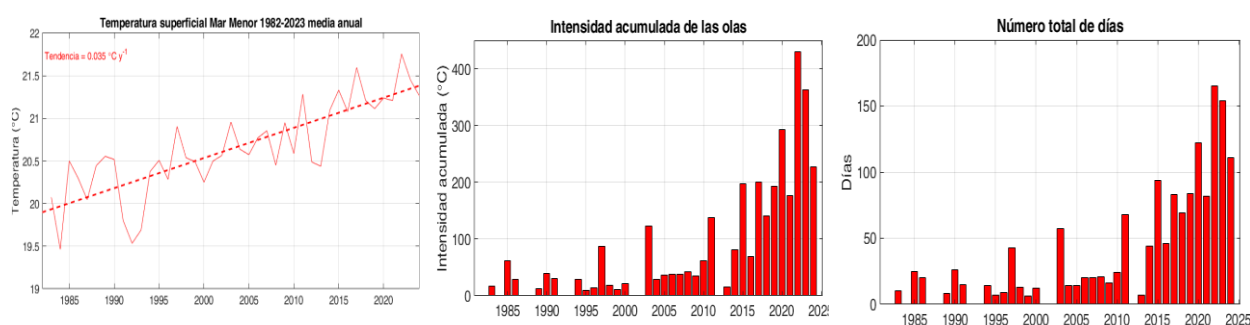


Figura 5. Serie temporal de la temperatura superficial media anual desde 1982, obtenida a partir de datos satelitales intercalibrados con sensores in situ del IEO-CSIC (grafico superior). Estadísticas de olas de calor marinas en el Mar Menor desde 1982. Para más detalle consultar en: <http://belich.ieo.csic.es/wp-content/uploads/2025/06/Informe-de-resultados-del-programa-de-seguimiento-del-Mar-Menor-abril-2025.pdf>