

En la elaboración de este capítulo han participado:  
Raquel Vaquer-Sunyer y Mélanie Juza.

# Olas de calor marinas

1. Días totales de ola de calor marina
2. Intensidad media
3. Intensidad máxima

Las olas de calor marinas son eventos de calentamiento oceánico extremos.<sup>1</sup> Han aumentado en frecuencia, duración e intensidad en todo el mundo, con impactos nocivos para los ecosistemas costeros y las actividades humanas.<sup>2-6</sup> En el mar Mediterráneo, el rápido calentamiento superficial se ha asociado a un fuerte incremento en los días de olas de calor, particularmente en las dos últimas décadas.<sup>1, 5</sup>

Hobday y colaboradores<sup>1</sup> caracterizan los picos de calor como temperaturas superficiales del mar que superan un cierto umbral. Este umbral se calcula como el percentil 90 de la distribución de temperatura superficial marina local durante un período de referencia a largo plazo, es decir: cuando la temperatura supera el 90 % de las observaciones históricas de temperatura de ese período de referencia. Para que se considere una ola de calor marina deben sucederse un mínimo de 5 días consecutivos con picos de calor en el océano.

En la literatura científica existen diversas metodologías de detección de olas de calor marinas. Las más generalizadas y utilizadas son las definiciones estadísticas a partir de umbrales basados en percentiles como la de Hobday y colaboradores.<sup>1</sup> Algunos autores utilizan un período de referencia que se desplaza en el tiempo en lugar de un período de referencia fijo,<sup>7</sup> o bien emplean series temporales de temperaturas con la tendencia deducida.<sup>8</sup> Aquí optamos por usar el método más común, basado en utilizar un período de referencia fijo, tal y como hacen la mayoría de autores.<sup>1, 5, 9-11</sup>

En las cuatro últimas décadas se han detectado tendencias de calentamiento oceánico en el Mediterráneo occidental.<sup>5, 9, 10</sup> La temperatura media superficial anual del mar Balear ha aumentado en 1,6 °C en los últimos 42 años (entre 1982 y 2023).<sup>10, 12-14</sup>

La temperatura desempeña un papel esencial en el funcionamiento de los ecosistemas.<sup>6</sup> Algunas consecuencias del calentamiento global de las aguas del Mediterráneo incluyen la pérdida de biodiversidad, cambios en el funcionamiento de los ecosistemas y en los ciclos biogeoquímicos, y la proliferación de especies invasoras.<sup>15, 16</sup>

Las olas de calor marinas tienen múltiples consecuencias sobre los organismos marinos, e incluyen mortalidades masivas de organismos bentónicos —que viven fijos al sustrato— como corales, gorgonias o esponjas.<sup>16, 17</sup> También se han visto asociadas a eventos de floración masiva de la planta marina *Posidonia oceanica* y a pseudoviviparidad (donde la producción de plántulas reemplaza las estructuras reproductivas sexuales, produciendo clones de la planta materna).<sup>18-20</sup> Esta planta forma un hábitat prioritario, esencial para el funcionamiento de los ecosistemas costeros mediterráneos. A temperaturas superiores a 28 °C aumenta considerablemente su mortalidad.<sup>21</sup> Algunos estudios indican que podría extinguirse funcionalmente a mitad de este siglo en aguas poco profundas debido al aumento de temperatura y a la persistencia de las olas de calor.<sup>22, 23</sup> A consecuencia de ello, tanto esta planta como su hábitat y los servicios ecosistémicos que reporta podrían desaparecer, alterando el futuro de los ecosistemas costeros mediterráneos.<sup>21, 22</sup>

## ¿QUÉ ES?

Las olas de calor marinas son eventos de calentamiento oceánico extremos con un mínimo de 5 días consecutivos de picos de calor. Se definen como temperaturas del mar que superan el 90 % de las observaciones históricas de temperatura de un período de referencia a largo plazo.<sup>1</sup> Aquí empleamos como período de referencia el intervalo de años 1982-2015.<sup>5,9</sup>

## METODOLOGÍA

Los indicadores de olas de calor marinas han sido generados por el Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (ICTS SOCIB)<sup>5,9</sup> empleando datos de temperatura superficial del mar de satélites del Servicio Marino Copernicus<sup>27</sup> desde su registro (1982) y usando como período de referencia la climatología del año 1982 al 2015.

Se han calculado los siguientes indicadores anuales entre los años 1982 y 2023:

1. Número de días de olas de calor marinas,
2. intensidades medias, e
3. intensidades máximas

## RESULTADOS

Los dos últimos años (2022 y 2023), más de la mitad de los días han transcurrido en ola de calor marina. En 2023 hubo 214 días de ola de calor marina, mientras que en 2022 fueron 202 días en total. El número de días en ola de calor marina ha aumentado en 114 días en los últimos 42 años.

La intensidad media de las olas de calor marinas en 2023 fue de 2,03 °C más que la media del período

## ¿POR QUÉ?

La temperatura del agua tiene múltiples efectos sobre los organismos marinos, los hábitats y el funcionamiento de los ecosistemas. Algunas de las consecuencias del calentamiento global de las aguas del Mediterráneo incluyen la pérdida de biodiversidad, cambios en el funcionamiento de los ecosistemas y en los ciclos biogeoquímicos, y la proliferación de especies invasoras.<sup>15</sup>

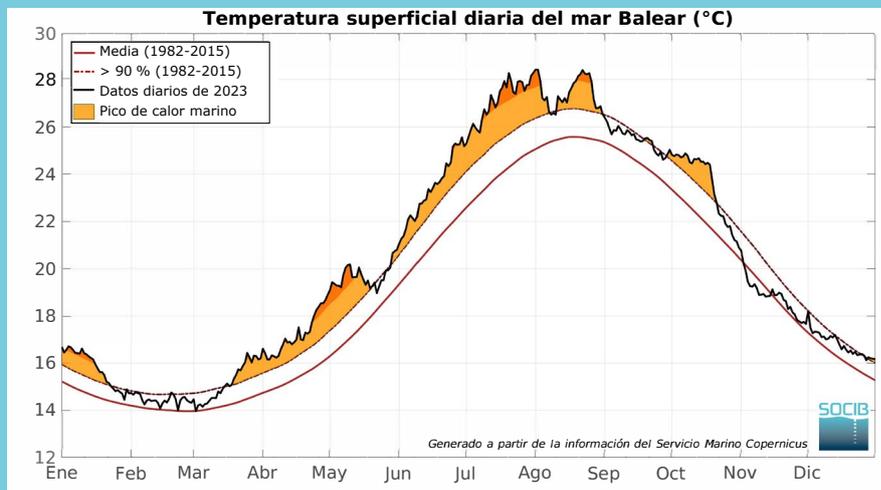
Debido a las olas de calor que sufre el Mediterráneo, especialmente en las dos últimas décadas, se han registrado eventos de mortalidad masiva de organismos bentónicos—que viven fijos al sustrato—como corales, gorgonias o esponjas.<sup>16, 17</sup>

## LOCALIZACIÓN



de referencia 1982-2015. Ha aumentado en 0,49 °C en los últimos 42 años.

La intensidad máxima de las olas de calor marinas en 2023 fue de 4,31 °C por encima de la media del período de referencia 1982-2015. Ha aumentado en 1,94 °C en los últimos 42 años.



Serie temporal diaria de la temperatura superficial del mar Balear en 2023. En color negro se muestra la temperatura superficial registrada a partir de observaciones de satélite y en tonos de color naranja se muestra la intensidad de las olas de calor marinas registradas. FUENTE: Generado por ICTS SOCIB <[https://apps.socib.es/subregmed-marine-heatwaves/daily\\_bulletin.htm](https://apps.socib.es/subregmed-marine-heatwaves/daily_bulletin.htm)><sup>5, 9</sup> a partir de datos del Servicio Marino Copernicus.<sup>27</sup>

## Días totales de ola de calor marina en 2023

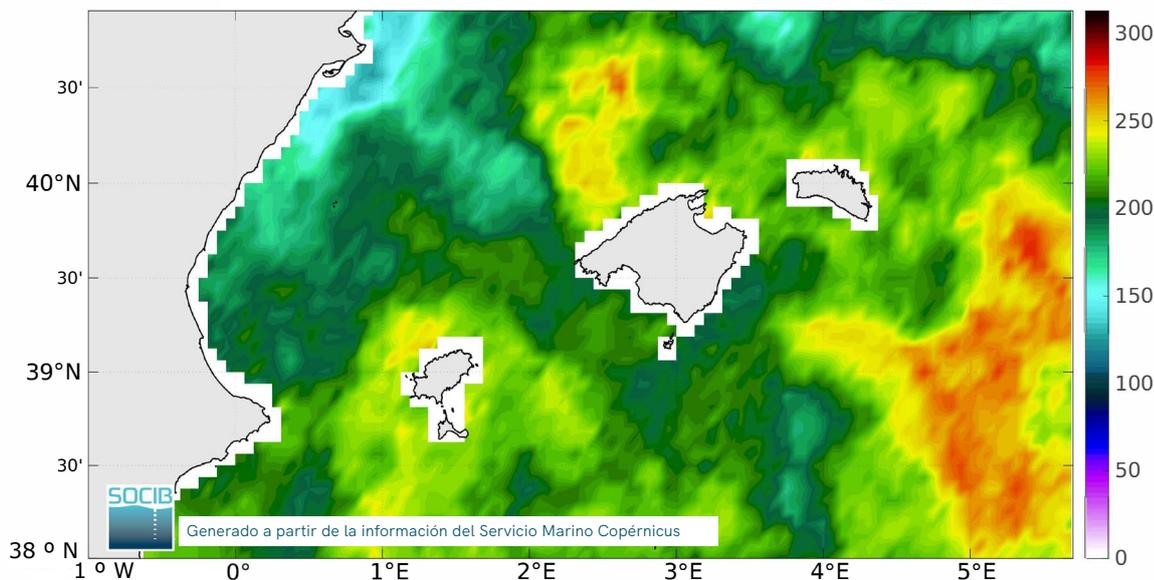


Figura 1. Días totales de ola de calor marina en el año 2023. FUENTE: Generado por el SOCIB<sup>9</sup> a partir de datos del Servicio Marino Copérnicus.<sup>27</sup>

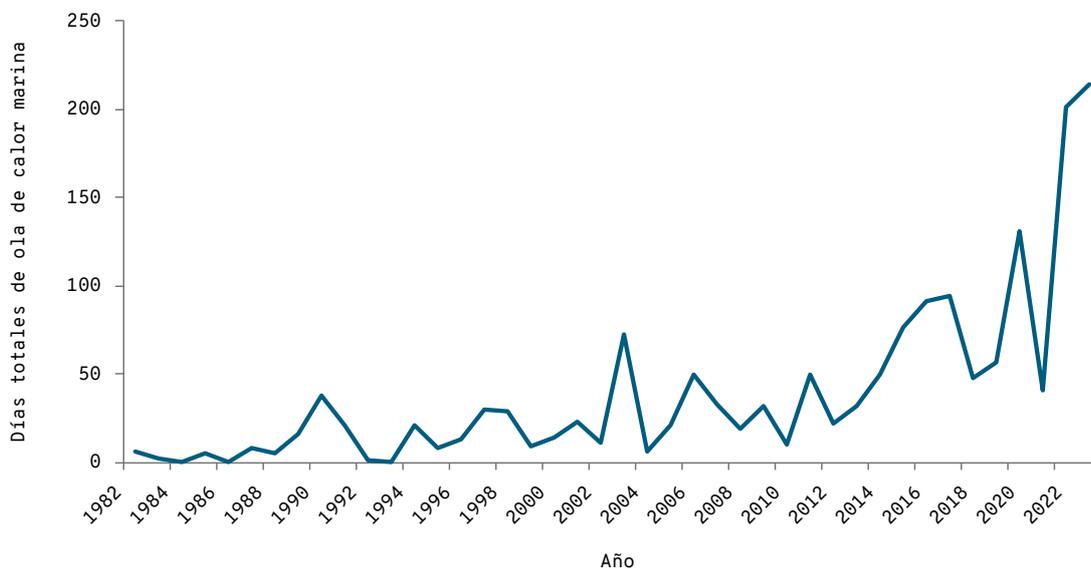


Figura 2. Evolución temporal de los días totales de ola de calor marina entre los años 1982 y 2023. FUENTE: Generado a partir de los datos del Servicio Marino Copérnicus<sup>27</sup> procesados por el SOCIB.<sup>9</sup>

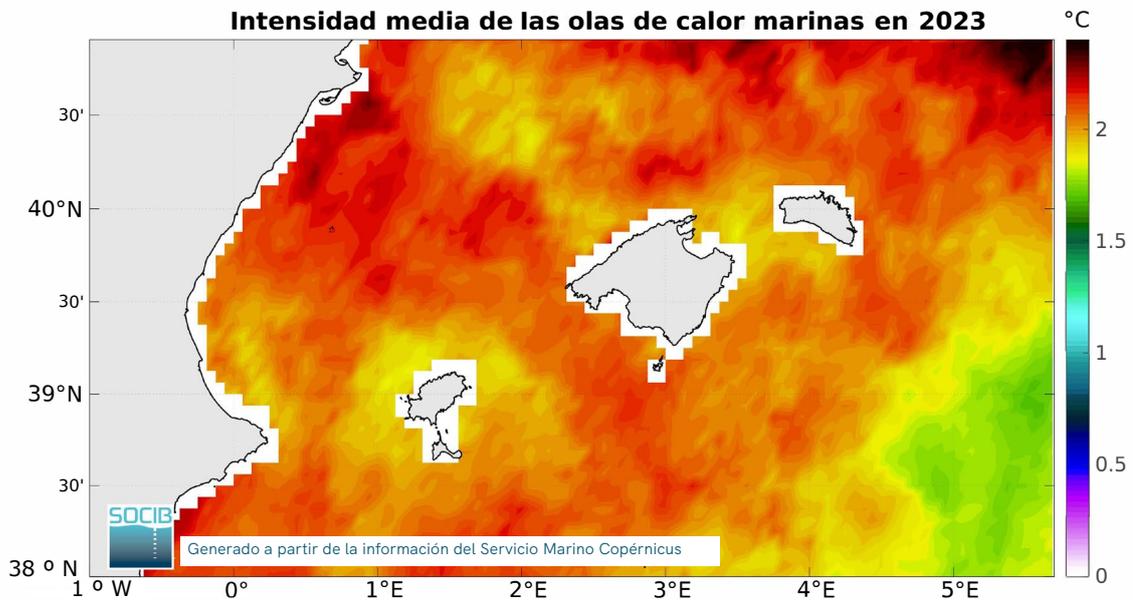
El calentamiento del mar también contribuye a la proliferación y el establecimiento de especies alóctonas de origen tropical y subtropical, produciendo lo que se conoce como «tropicalización del Mediterráneo».<sup>24,25</sup> De hecho, en las últimas décadas se ha constatado un aumento de las tasas de colonización de especies tropicales y subtropicales alóctonas de macrófitos marinos en el Mediterráneo, con una velocidad y unas tasas de expansión superiores a las de especies templadas o cosmopolitas, coincidiendo con el aumento de la temperatura oceánica y con la frecuencia de las olas de calor.<sup>26</sup>

Debido a la gran sensibilidad de los organismos marinos al calentamiento, al incremento en la frecuencia, la duración y la intensidad de las olas de calor y a los cambios en los ecosistemas que conllevan, resulta crucial el seguimiento, la monitorización y la evaluación de su evolución a lo largo del tiempo.

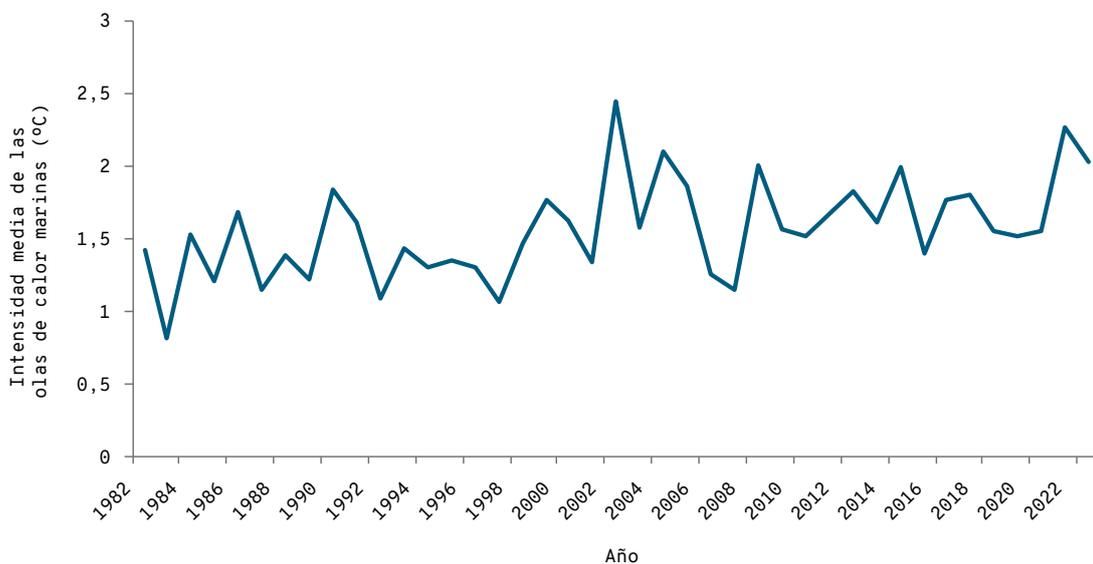
#### METODOLOGÍA

Se utilizan datos de temperaturas de superficie del mar de satélite del Servicio Marino Copérnicus<sup>27</sup> desde 1982, disponibles en una resolución espacial del orden de 5 km y con una precisión en los valores inferior a 0,1 °C. Estos datos han sido procesados por el Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (ICTS SOCIB)<sup>9</sup> y se visibilizan mediante la aplicación web de Olas de Calor Subregionales del Mar Mediterráneo del SOCIB.<sup>5,9</sup>

De acuerdo con la definición de Hobday y colaboradores,<sup>1</sup> las olas de calor marinas se identifican a escala diaria como las temperaturas superficiales del mar superiores al percentil 90 de la distribución local respecto al período de referencia 1982-2015 registradas durante 5 días consecutivos o más.<sup>5,10</sup> Si las olas de calor marinas sucesivas ocurren con



**Figura 3.** Intensidad media de las olas de calor marinas en el año 2023. FUENTE: Generado por el SOCIB<sup>9</sup> a partir de datos del Servicio Marino Copernicus.<sup>27</sup>



**Figura 4.** Evolución a lo largo del tiempo de la intensidad media de las olas de calor marinas entre los años 1982 y 2023. FUENTE: Generado a partir de los datos del Servicio Marino Copernicus<sup>27</sup> procesados por el SOCIB.<sup>9</sup>

menos de 2 días de diferencia se consideran la misma ola de calor.<sup>15</sup>

Para cada año se calculan las métricas sobre olas de calor marinas. En este estudio, presentamos resultados en el mar Balear sobre:

1. Días totales,
2. intensidad media, e
3. intensidad máxima

### Días totales de ola de calor marina

En 2023 hubo un total de 214 días con ola de calor marina en el mar Balear. Esto representa un 58,6 % de los días del año sufriendo olas de calor marinas (Figura 1). En 2022 fueron 202 días, mientras que en 2021 fueron 41. Los años con

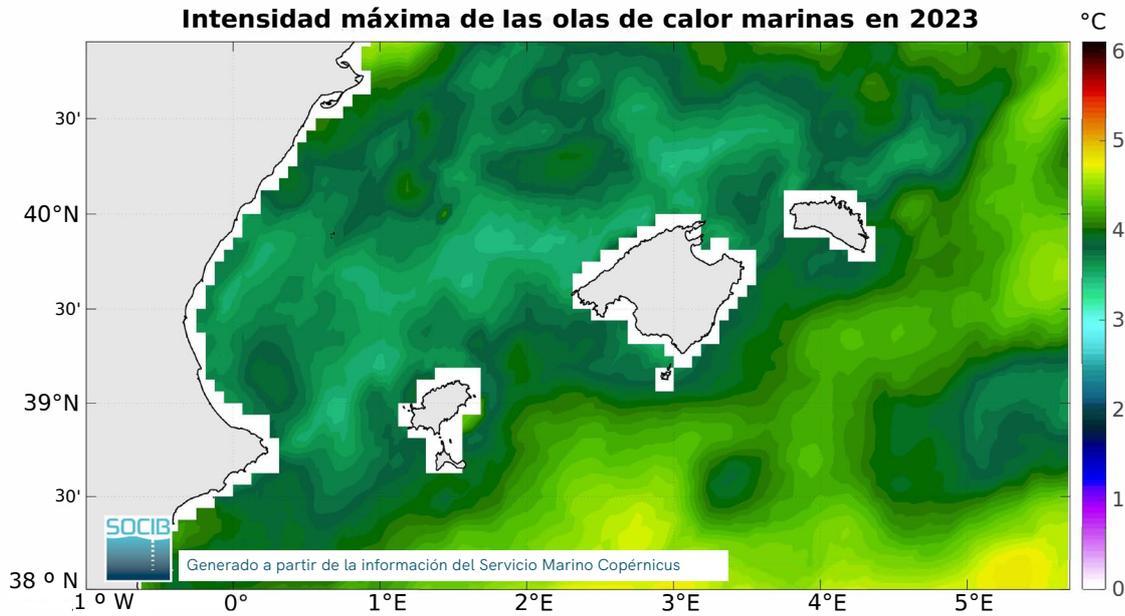
un menor número de días de ola de calor marina fueron 1984, 1986 y 1993.

El número de días con ola de calor marina ha ido aumentando paulatinamente a lo largo del tiempo a un ritmo de 2,7 días/año, con un incremento entre los años 1982 y 2023 de 114 días (Figura 2).

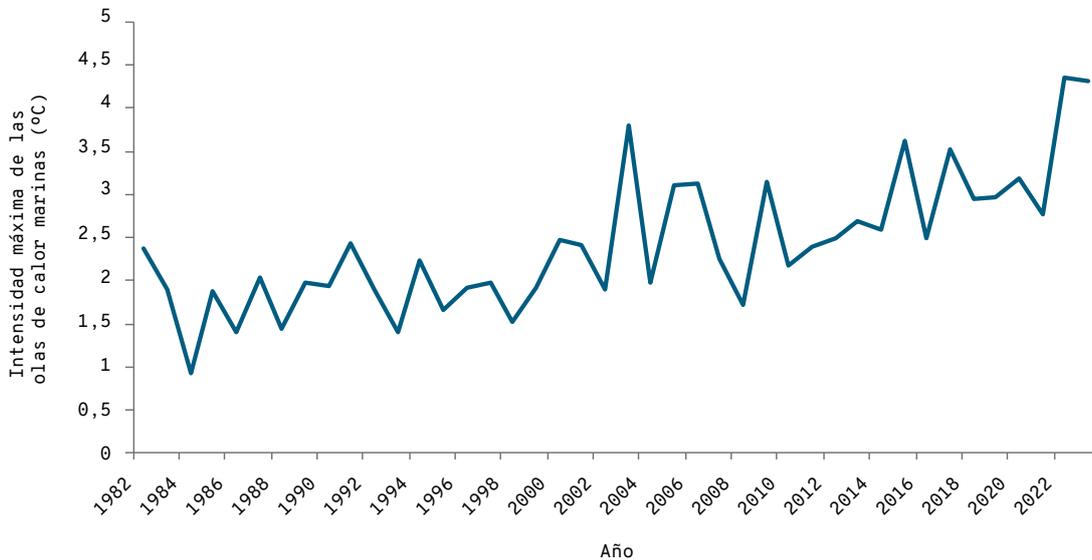
### Intensidad media

La intensidad media de las olas de calor marinas en el año 2023 fue de 2,03 °C por encima del período de referencia 1982-2015, solo superada en los años 2003, 2022 y 2005, que fue de 2,44, 2,27 y 2,1 °C, respectivamente (figuras 3 y 4).

La tendencia del incremento de la intensidad media a lo largo del período 1982-2023 fue de 0,49 °C, lo que representa un incremento de 0,01 °C al año (Figura 4).



**Figura 5.** Intensidad máxima de las olas de calor marinas en el año 2023. FUENTE: Generado por el SOCIB<sup>9</sup> a partir de datos del Servicio Marino Copérnicus.<sup>27</sup>



**Figura 6.** Evolución a lo largo del tiempo de la intensidad máxima de las olas de calor marinas entre los años 1982 y 2023. FUENTE: Generado a partir de los datos del Servicio Marino Copérnicus<sup>27</sup> procesados por el SOCIB.<sup>9</sup>

## Intensidad máxima

La intensidad máxima de las olas de calor marinas en el año 2023 fue de 4,31 °C por encima de la media del período de referencia 1982-2015, solo superada en el año 2022, cuando fue de 4,36 °C (figuras 5 y 6).

La intensidad máxima ha superado los 3,5 °C de la media del período de referencia durante cinco años: 2022, 2023, 2003, 2015 y 2017, y fue de 4,36, 4,31, 3,79, 3,63 y 3,53 °C, respectivamente.

La intensidad máxima ha aumentado a lo largo del tiempo a un ritmo de 0,05 °C/año, lo que supone un incremento de 1,94 °C en los últimos 42 años (período 1982-2023).

## CONCLUSIONES

- Los dos últimos años —2022 y 2023—, más de la mitad de los días han transcurrido en ola de calor marina en el mar Balear. En concreto, en 2023 se registraron 214 días de ola de calor marina, mientras que en 2022 fueron 202. De hecho, el número de días en ola de calor marina ha aumentado a lo largo del tiempo a un ritmo de 2,7 días al año.
- La intensidad media de las olas de calor marinas en 2023 fue de 2,03 °C más que la media del período de referencia 1982-2015. La intensidad media ha aumentado a un ritmo de 0,01 °C al año en el período 1982-2023.

→ La intensidad máxima de las olas de calor marinas en 2023 fue de 4,31 °C por encima de la media del período de referencia 1982-2015. Ha ido aumentando a lo largo del tiempo a un ritmo de 0,05 °C/año.

→ Las olas de calor marinas tienen múltiples efectos sobre los organismos marinos, los hábitats

y el funcionamiento de los ecosistemas. Se han observado eventos de mortalidades masivas de corales, gorgonias y esponjas debido al efecto de las olas de calor. También se han asociado a eventos de floración masiva de *Posidonia oceanica* y pseudoviviparidad.

---

## REFERENCIAS

<sup>1</sup> Hobday, A. J.; Alexander, L. V.; Perkins, S. E.; Smale, D. A.; Straub, S. C.; Oliver, E. C. J.; Benthuisen, J. A.; Burrows, M. T.; Donat, M. G.; Feng, M.; Holbrook, N. J.; Moore, P. J.; Scannell, H. A.; Sen Gupta, A.; Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, 141, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>.

<sup>2</sup> Frölicher, T. L.; Fischer, E. M.; Gruber, N. (2018). Marine heatwaves under global warming. *Nature*, 560, 360-364. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0383-9>.

<sup>3</sup> Oliver, E. C. J.; Donat, M. G.; Burrows, M. T.; Moore, P. J.; Smale, D. A.; Alexander, L. V.; Benthuisen, J. A.; Feng, M.; Sen Gupta, A.; Hobday, A. J.; Holbrook, N. J.; Perkins-Kirkpatrick, S. E.; Scannell, H. A.; Straub, S. C.; Wernberg, T. (2018). Longer and more frequent marine heatwaves over the past century. *Nature Communications* 9, 1324. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03732-9>.

<sup>4</sup> Smale, D. A.; Wernberg, T.; Oliver, E. C. J.; Thomsen, M.; Harvey, B. P.; Straub, S. C.; Burrows, M. T.; Alexander, L. V.; Benthuisen, J. A.; Donat, M. G.; Feng, M.; Hobday, A. J.; Holbrook, N. J.; Perkins-Kirkpatrick, S. E.; Scannell, H. A.; Sen Gupta, A.; Payne, B. L.; Moore, P. J. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9, 306-312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>.

<sup>5</sup> Juza, M.; Fernández-Mora, À.; Tintoré, J. (2022). Sub-regional marine heat waves in the Mediterranean Sea from observations: long-term surface changes, sub-surface and coastal responses. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.785771>.

<sup>6</sup> Smith, K. E.; Burrows, M. T.; Hobday, A. J.; Sen Gupta, A.; Moore, P. J.; Thomsen, M.; Wernberg, T.; Smale, D. A. (2021). Socioeconomic impacts of marine heatwaves: global issues and opportunities. *Science*, 374. <https://doi.org/10.1126/science.abj3593>.

<sup>7</sup> Rosselló, P.; Pascual, A.; Combes, V. (2023). Assessing marine heat waves in the Mediterranean sea: a comparison of fixed and moving baseline methods. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1168368>.

<sup>8</sup> Martínez, J.; Leonelli, F. E.; García-Ladona, E.; Garrabou, J.; Kersting, D. K.; Bensoussan, N.; Pisano, A. (2023). Evolution of marine heatwaves in warming seas: the Mediterranean Sea case study. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1193164>.

<sup>9</sup> Juza, M.; Tintoré, J. (2021). Sub-regional Mediterranean marine heat waves: from event detection to climate change indices. [web app]. Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB). <https://apps.socib.es/subregmed-marine-heatwaves/>.

<sup>10</sup> Juza, M.; Tintoré, J. (2021). Multivariate sub-regional ocean indicators in the Mediterranean Sea: from event detection to climate change estimations. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.610589>.

<sup>11</sup> Dayan, H.; McAdam, R.; Juza, M.; Masina, S.; Speich, S. (2023). Marine heat waves in the Mediterranean Sea: an assessment from the surface to the subsurface to meet national needs. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1045138>.

<sup>12</sup> Mediterranean Centre for Environmental Studies. (2024). Mediterranean Sea surface temperature report. Meteorology and climatology area». [en línea]. <<https://www.ceam.es/news/mediterranean-sst-report-2/>>.

<sup>13</sup> Barrientos, N.; Vaquer-Sunyer, R.; Juza, M.; Vargas-Yáñez, M.; Gomis, D.; Pascual, A.; Barceló-Llull, B.; Balbín, R.; Jordà, G.; Marcos, M. (2024). Temperatura del mar Balear. En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear*. <https://doi.org/10.62135/LDBJ9344>.

<sup>14</sup> Juza, M.; Tintoré, J. (2020). Sub-regional Mediterranean Sea indicators». Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB) [web app]. <<https://apps.socib.es/subregmed-indicators/>>.

<sup>15</sup> Torres, C.; Jordà, G.; de Vilchez, P.; Vaquer-Sunyer, R.; Rita, J.; Canals, V.; Cladera, A.; Escalona, J. M.; Miranda, M. Á. (2021). Climate change and their impacts in the Balearic Islands: a guide for policy design in Mediterranean regions. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01810-1>.

<sup>16</sup> Garrabou, J.; Gómez-Gras, D.; Medrano, A.; Cerrano, C.; Ponti, M.; Schlegel, R.; Bensoussan, N.; Turicchia, E.; Sini, M.; Gerovasileiou, V.; Teixido, N.; Mirasole, A.; Tamburello, L.; Cebrian, E.; Rilov, G.; Ledoux, J.; Souissi, J. Ben; Khamassi, F.; Ghanem, R.; Benabdi, M.; Grimes, S.; Ocaña, O.; Bazairi, H.; Hereu, B.; Linares, C.; Kersting, D. K.; la Rovira, G.; Ortega, J.; Casals, D.; Pagès-Escolà, M.; Margarit, N.; Capdevila, P.; Verdura, J.; Ramos, A.; Izquierdo, A.; Barbera, C.; Rubio-Portillo, E.; Anton, I.; López-Sendino, P.; Díaz, D.; Vázquez-Luis, M.; Duarte, C.; Marbà, N.; Aspillaga, E.; Espinosa, F.; Grech, D.; Guala, I.; Azzurro, E.; Farina, S.; Cristina Gambi, M.; Chimienti, G.; Montefalcone, M.; Azzola, A.; Mantas, T. P.; Frascchetti, S.; Ceccherelli, G.; Kipson, S.; Bakran-Petricioli, T.; Petricioli, D.; Jimenez, C.; Katsanevakis, S.; Kizilkaya, I. T.; Kizilkaya, Z.; Sartoretto, S.; Elodie, R.; Ruitton, S.; Comeau, S.; Gattuso, J.; Harmelin, J. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology*, 28, 5708–5725. <https://doi.org/10.1111/gcb.16301>.

<sup>17</sup> Garrabou, J.; Gómez-Gras, D.; Ledoux, J.-B.; Linares, C.; Bensoussan, N.; López-Sendino, P.; Bazairi, H.; Espinosa, F.; Ramdani, M.; Grimes, S.; Benabdi, M.; Souissi, J. Ben; Soufi, E.; Khamassi, F.; Ghanem, R.; Ocaña, O.; Ramos-Esplà, A.; Izquierdo, A.; Anton, I.; Rubio-Portillo, E.; Barbera, C.; Cebrian, E.; Marbà, N.; Hendriks, I. E.; Duarte, C. M.; Deudero, S.; Díaz, D.; Vázquez-Luis, M.; Alvarez, E.; Hereu, B.; Kersting, D. K.; Gori, A.; Viladrich, N.; Sartoretto, S.; Pairaud, I.; Ruitton, S.; Pergent, G.; Pergent-Martini, C.; Rouanet, E.; Teixidó, N.; Gattuso, J.-P.; Frascchetti, S.; Rivetti, I.; Azzurro, E.; Cerrano, C.; Ponti, M.; Turicchia, E.; Bavestrello, G.; Cattaneo-Vietti, R.; Bo, M.; Bertolino, M.; Montefalcone, M.; Chimienti, G.; Grech, D.; Rilov, G.; Toney Kizilkaya, I.; Kizilkaya, Z.; Eda Topçu, N.; Gerovasileiou, V.; Sini, M.; Bakran-Petricioli, T.; Kipson, S.; Harmelin, J. G. (2019). Collaborative database to track mass mortality events in the Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00707>.

<sup>18</sup> Diaz-Almela, E.; Marbà, N.; Duarte, C. M. (2007). Consequences of Mediterranean warming events in sea-grass (*Posidonia oceanica*) flowering records. *Global Change Biology*, 13, 224–235. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01260.x>.

<sup>19</sup> Marín-Guirao, L.; Entrambasaguas, L.; Ruiz, J. M.; Procaccini, G. (2019). Heat-stress induced flowering can be a potential adaptive response to ocean warming for the iconic seagrass *Posidonia oceanica*. *Molecular Ecology*, 28, 2486–2501. <https://doi.org/10.1111/mec.15089>.

<sup>20</sup> Tomas, F.; Hernan, G.; Mañez-Crespo, J.; Arona, A.; Meléndez, D. H.; Reynés, X.; Delgado, J.; Procaccini, G.; Ballesteros, E. (2024). Mass flowering and unprecedented extended pseudovivipary in seagrass (*Posidonia oceanica*) after a marine heat wave. *Marine Pollution Bulletin*, 203, 116394. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116394>.

<sup>21</sup> Marbà, N.; Duarte, C. M. (2010). Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. *Global Change Biology*, 16, 2366–2375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02130.x>.

<sup>22</sup> Jordà, G.; Marbà, N.; Duarte, C. M. (2012). Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming. *Nature Climate Change*, 2, 821–824. <https://doi.org/10.1038/nclimate1533>.

<sup>23</sup> Guerrero-Meseguer, L.; Marín, A.; Sanz-Lázaro, C. (2017). Future heat waves due to climate change threaten the survival of *Posidonia oceanica* seedlings. *Environmental Pollution*, 230, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.039>.

<sup>24</sup> Bianchi, C. N.; Morri, C. (2003). Global Sea warming and “tropicalization” of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography*, 24. <https://doi.org/10.21426/B6110129>.

<sup>25</sup> Santana-Garçon, J.; Bennett, S.; Marbà, N.; Vergés, A.; Arthur, R.; Alcoverro, T. (2023). Tropicalization shifts herbivore pressure from seagrass to rocky reef communities. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.1744>.

<sup>26</sup> Wesselmann, M.; Hendriks, I. E.; Johnson, M.; Jordà, G.; Mineur, F.; Marbà, N. (2024). Increasing spread rates of tropical non-native macrophytes in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology*, 30. <https://doi.org/10.1111/gcb.17249>.

<sup>27</sup> Copernicus Marine Service. [en línea]. <<https://marine.copernicus.eu/>>.

---

#### CITAR COMO

Vaquer-Sunyer, R.; Juza, M. (2024). Olas de calor marinas. En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024*. <[https://informemarbalear.org/es/cambio-global/imb-olas-calor-marinas-esp\\_2024.pdf](https://informemarbalear.org/es/cambio-global/imb-olas-calor-marinas-esp_2024.pdf)>. <https://doi.org/10.62135/JFBC6211>.