

En la elaboración de este capítulo han participado Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Marta Marcos y Damià Gomis.

Nivel del mar

El calentamiento global está provocando un aumento del nivel del mar en todo el planeta, que globalmente se debe a la fusión del hielo de los glaciares y de los casquetes polares, y en menor medida, a la expansión térmica de los océanos. Esta subida del nivel del mar se ha acelerado en los últimos cuarenta años.¹ Se ha estimado que como mínimo el 45 % del incremento observado desde el inicio del siglo XX tiene un origen antropogénico.²

Las Islas son especialmente vulnerables a la subida del nivel del mar porque presentan una gran longitud de costa. Un estudio, que considera tanto la subida del nivel del mar como de las olas, predice que las playas de las Baleares retrocederán entre 7 y 50 metros a finales de siglo, en función de su configuración, hecho que equivaldrá a una reducción a la mitad de la superficie aérea de las playas.³ El retroceso de la línea de costa tiene consecuencias tanto ambientales como socioeconómicas. La población se concentra en la costa, y una subida del nivel del mar provocaría que las infraestructuras y las edificaciones costeras tuviesen una mayor exposición a fenómenos extremos e inundaciones. El impacto de la subida del nivel del mar se ha convertido en una preocupación creciente, sobre todo en zonas donde la economía depende del turismo de sol y playa y de otras actividades costeras.

METODOLOGÍA

Los datos *in situ* del nivel del mar provienen de los registros de mareógrafos. La mayoría de estos registros son transmitidos al Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar (PSMSL en sus siglas en inglés: <https://www.psmsl.org>). El PSMSL se encarga de recoger, publicar, analizar e interpretar los datos de la red global de mareógrafos. Los valores de referencia vertical de las series de nivel del mar que se presentan son diferentes para cada estación, y están definidos de forma que el nivel de referencia quede unos 7 m por debajo del valor medio del nivel del mar para cada estación.

Aquí se han seleccionado las medias anuales de la estación de Marsella, porque es la serie más larga (más de 100 años) del mar Mediterráneo occidental y se considera representativa de esta cuenca. En el gráfico de Marsella se han superpuesto las series de datos de los mareógrafos que Puertos del Estado tiene instalados en Palma (8 años) y Barcelona (25 años).

Los datos de las proyecciones futuras de la subida del nivel del mar proceden del trabajo elaborado por Kopp y colaboradores.⁴ En este trabajo se realizan proyecciones y agregaciones de los componentes individuales de subida del nivel del mar en un marco probabilístico, actualmente pionero en cuanto a proyecciones de esta variable. En concreto, en este estudio se consideran: las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida, los glaciares y el balance de masa superficial, la expansión térmica global y regional y los efectos dinámicos oceánicos, las reservas de agua continental, y también los cambios locales no climáticos del nivel del mar relativos a la costa, como los derivados de la compactación del sedimento y de movimientos tectónicos que provocan un descenso de la costa.⁴

Las proyecciones de subida del nivel del mar se han realizado para dos trayectorias de concentración representativas (RCP en sus siglas en inglés): un escenario de estabilización de concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico (RCP 4,5) y otro con emisiones de CO₂ elevadas (RCP 8,5), ambos definidos en el 5º informe del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés).³

¿QUÉ ES?

El nivel del mar se define aquí como la altura del mar en relación a la costa. Dado que esta altura varía a causa de los efectos del oleaje y las mareas, se toma como referencia el nivel medio. El nivel del mar se mide con mareógrafos, que son unas instalaciones que permiten medirlo respecto al punto de tierra donde se encuentran instalados, normalmente filtrando el efecto de las olas. Desde satélites puede medirse el nivel del mar absoluto (referido a una superficie imaginaria o elipsoide de referencia); en este caso, para referirlo a la costa también hay que medir los eventuales movimientos verticales.

METODOLOGÍA

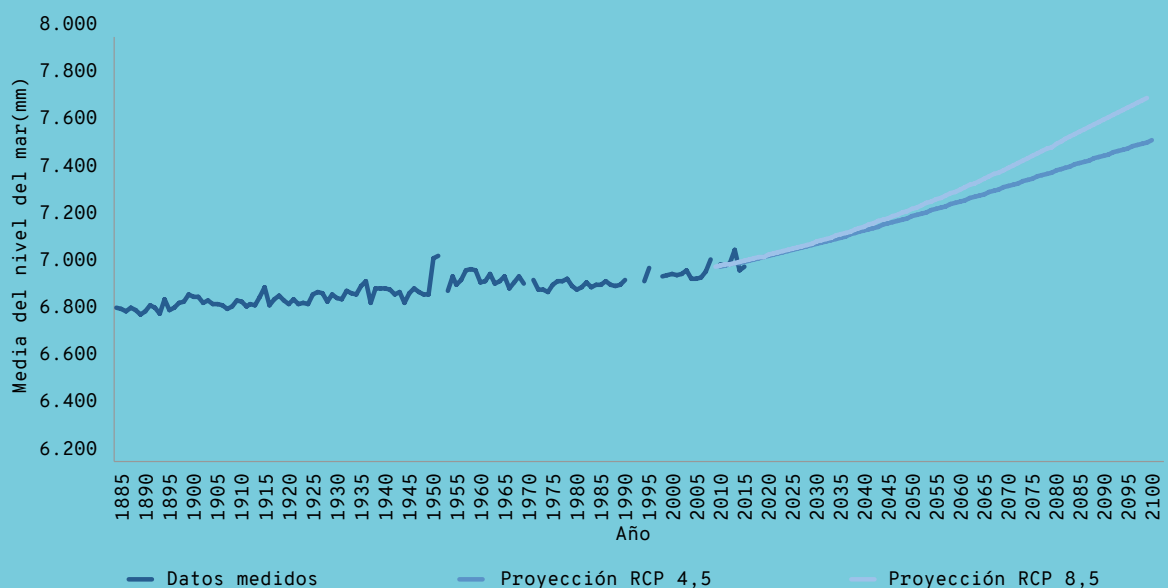
Los datos del nivel del mar de los mareógrafos usados aquí provienen del Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar (PSMSL en sus siglas en inglés: <https://www.psmsl.org>). Concretamente, se muestran las medias anuales de la estación de Marsella, que se considera representativa del Mediterráneo occidental.

Los datos de las proyecciones futuras de la subida del nivel del mar (siglo XXI) provienen del trabajo elaborado por Kopp *et al.* (2014).

RESULTADOS

La subida del nivel del mar en el Mediterráneo occidental se ha acelerado en los últimos años. Concretamente, ha aumentado 1,32 mm/año en los últimos 134 años (incremento acumulado de 17,7 cm durante este período). En los últimos 39 años el aumento ha sido de 3,00 mm/año y en los últimos 26 ha sido de 3,29 mm/año, coherente con una aceleración del ritmo de subida en los últimos años.

Las proyecciones para dos escenarios de emisiones de CO₂ muestran que el nivel del mar podría aumentar entre 57 y 75 cm a finales de siglo. Esto supondría un retroceso de las playas de las Baleares de entre 7 y 50 metros.



Media del nivel del mar (en milímetros) entre los años 1885 y 2019 en el Mediterráneo occidental (estación de Marsella) y proyecciones futuras hasta finales del siglo XXI para dos escenarios de emisiones. FUENTE: www.psmsl.org y Kopp *et al.* (2014).

¿POR QUÉ?

El calentamiento global provoca la subida del nivel del mar, tanto por la expansión térmica de los océanos como por la fusión de hielo de los glaciares y los casquetes polares. Localmente el nivel del mar también varía a causa de los cambios en la circulación oceánica, de la presión atmosférica y de los vientos, pero ninguna de estas tres causas puede hacer variar la media global. La subida del nivel del mar tiene consecuencias tanto ambientales como socioeconómicas. Una subida del nivel del mar y el consiguiente retroceso de la línea de costa pueden conducir a la reducción o a la desaparición de la superficie aérea de las playas y al incremento de las inundaciones causadas por tormentas marinas. En las Islas Baleares, donde la economía se basa en el turismo de sol y playa, una subida del nivel del mar puede tener consecuencias importantes. Se ha observado que este incremento del nivel del mar se ha acelerado en los últimos cuarenta años.

LOCALIZACIÓN



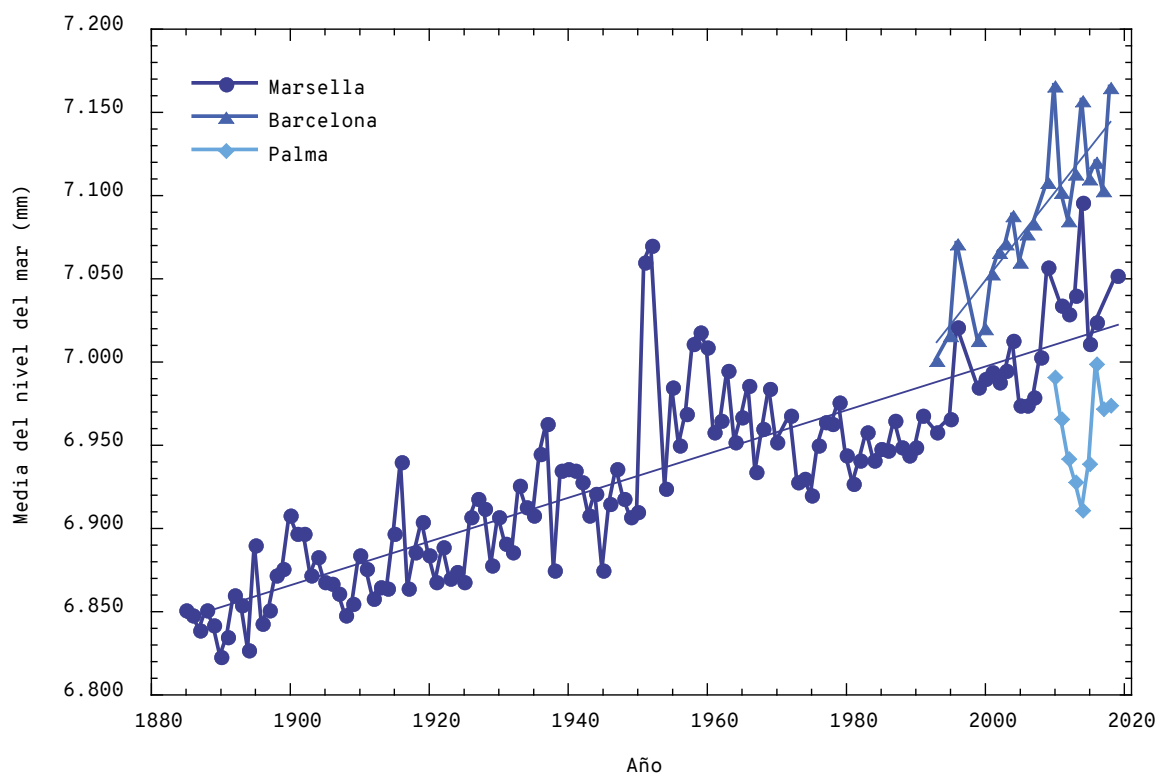


Figura 1. Medias anuales del nivel del mar para las estaciones de Marsella, Palma y Barcelona. Las líneas muestran el ajuste de una regresión lineal. Para el período entre 1885 y 2019, la estación de Marsella ha mostrado un aumento del nivel del mar de 1,32 mm/año ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$); mientras que la estación de Barcelona ha mostrado un incremento de 5,29 mm/año para el período comprendido entre 1993 y 2018 ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$). Para mejorar la visualización, se muestra la evolución del nivel del mar en las diferentes estaciones empleando un valor de referencia vertical distinto para cada una de ellas.

RESULTADOS

En el Mediterráneo occidental se ha observado una subida del nivel del mar entre los años 1885 y 2019 de 1,32 mm/año ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$), basándose en los datos de la estación de Marsella (Figura 1). Esto representa un aumento de 17,7 cm en 134 años.

Para la estación de Barcelona solo se dispone de datos a partir del año 1993. Durante el período comprendido entre 1993 y 2018, en Barcelona se ha observado una subida del nivel del mar de 5,29 mm/año ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$). Si evaluamos la subida del nivel del mar en la estación de Marsella para el mismo período de tiempo (entre 1993 y 2019), es decir, para los últimos 26 años, esta subida ha sido de 3,29 mm/año ($R^2 = 0,49$; $p < 0,0005$); mientras que entre los años 1980 y 2019 ha sido de 3,00 mm/año ($R^2 = 0,75$; $p < 0,0001$) (Figura 1). Estos datos son coherentes con una aceleración del ritmo de subida del nivel del mar en los últimos años.

La estación de Palma solo dispone de datos a partir del año 2010 y hasta el 2018. Se trata de un número de datos demasiado pequeño para poder extraer conclusiones. De hecho, no se observa ninguna tendencia clara del nivel del mar en estos nueve años a causa de la variabilidad interanual.

Las proyecciones de subida del nivel del mar para los escenarios RCP 4,5 (de estabilización de concentraciones de CO_2) y RCP 8,5 (con emisiones elevadas) de Kopp y colaboradores⁴ muestran que el nivel del mar Mediterráneo podría aumentar entre $57,0 \pm 23,7$ cm y $75,3 \pm 28,4$ cm a lo largo de este siglo (Figura 2).

CONCLUSIONES

- En el Mediterráneo occidental (en la estación de Marsella) el nivel del mar ha aumentado a un ritmo de 1,32 mm/año en los últimos 134 años; 3,00 mm/año en los últimos 39 años y 3,29 mm/año en los últimos 26 años. Esto muestra una aceleración del ritmo de subida.
- En la estación de Barcelona, el aumento del nivel del mar ha sido de 5,29 mm/año en los últimos 25 años.
- Las proyecciones para dos escenarios diferentes de emisiones muestran que a finales de siglo el nivel del mar podría aumentar entre 57 y 75 cm.
- Las playas de las Baleares podrían retroceder entre 7 y 50 metros, lo que equivaldría a una reducción a la mitad de su superficie aérea.

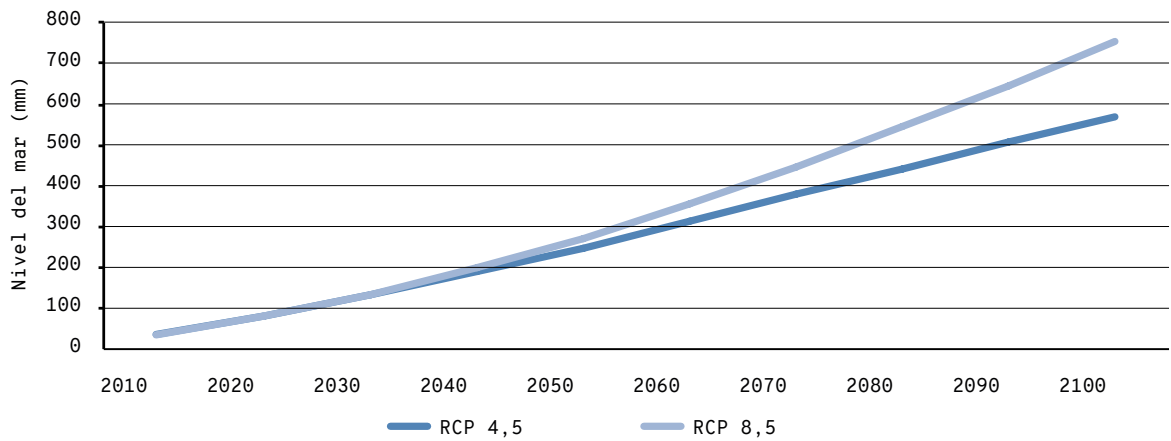


Figura 2. Proyecciones de la subida del nivel del mar Mediterráneo entre los años 2010 y 2100 para los escenarios de emisiones RCP 4,5 y RCP 8,5 del IPCC. FUENTE: Kopp *et al.*⁴

REFERENCIAS

- ¹ DANGENDORF, S. *et al.* (2019). «Persistent acceleration in global sea-level rise since the 1960s». *Nature Climate Change*, 9. DOI: 10.1038/s41558-019-0531-8.
- ² DANGENDORF, S. *et al.* (2015). «Detecting anthropogenic footprints in sea level rise». *Nature Communications*, 6. DOI: 10.1038/ncomms8849.
- ³ ENRÍQUEZ, A. R. *et al.* (2017). «Changes in beach shoreline due to sea level rise and waves under climate change scenarios: application to the Balearic Islands (western Mediterranean)». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, 1075-1089. DOI: 10.5194/nhess-17-1075-2017.
- ⁴ KOPP, R. E. *et al.* (2014). «Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites». *Earth's Future*, 2, 383-406. DOI: 10.1002/2014ef000239.

CITAR COMO

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Marcos, M.; Gomis, D. (2021). «Nivel del mar». En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/es/cambio-global/imb-canvi-global-nivell-mar-esp.pdf>>.