

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Marta Marcos i Damià Gomis.

Nivell de la mar

L'escalfament global està produint un augment del nivell de la mar a tot el planeta, que globalment es deu a la fusió del gel de les glaceres i dels casquets polars, i en menor mesura, a l'expansió tèrmica dels oceans. Aquesta pujada del nivell de la mar s'ha accelerat els darrers quaranta anys.¹ S'ha estimat que com a mínim el 45 % de l'increment observat des de l'inici del segle xx té un origen antropogènic.²

Les Illes són especialment vulnerables a la pujada del nivell de la mar perquè tenen molta longitud de costa. Un estudi que té en compte tant la pujada del nivell de la mar com les ones, prediu que les platges de les Balears retrocediran entre 7 i 50 metres a final de segle, en funció de la seva configuració, fet que equivaldrà a una reducció a la meitat de la superfície aèria de les platges.³ El retrocés de la línia de costa té conseqüències tant ambientals com socioeconòmiques. La població es concentra a la costa, i una pujada del nivell de la mar abocaria les infraestructures i les edificacions costaneres a una major exposició a fenòmens extrems i a inundar-se. L'impacte de la pujada del nivell de la mar ha esdevingut una preocupació creixent, sobretot a zones on l'economia depèn del turisme de sol i platja i d'altres activitats a vorera de mar.

METODOLOGIA

Les dades *in situ* del nivell de la mar provenen dels registres dels mareògrafs. La majoria d'aquests registres són transmesos al Servei Permanent del Nivell Mitjà de la Mar (PSMSL en les seves sigles en anglès: <https://www.psmsl.org>). El PSMSL s'encarrega de recollir, publicar, analitzar i interpretar les dades de la xarxa global de mareògrafs. Els valors de referència vertical de les sèries de nivell de la mar que es presenten són diferents per a cada estació, i estan definits de manera que el nivell de

referència quedi uns 7 m per davall del valor mitjà del nivell de la mar per aquella estació.

Aquí s'han seleccionat les mitjanes anuals de l'estació de Marsella, perquè és la sèrie més llarga (més de 100 anys) de la mar Mediterrània occidental i es considera representativa d'aquesta conca. Al gràfic de Marsella s'han superposat les sèries de dades dels mareògrafs que Ports de l'Estat té instal·lats a Palma (8 anys) i Barcelona (25 anys).

Les dades de les projeccions futures de la pujada del nivell de la mar provenen del treball elaborat per Kopp i col·laboradors.⁴ En aquest treball es fan projeccions i agregacions dels components individuals de pujada del nivell de la mar en un marc probabilístic, i ara mateix és capdavanter quant a projeccions d'aquesta variable. En concret, s'hi consideren: les capes de gel de Groenlàndia i l'Antàrtida, les glaceres i el balanç de massa superficial, l'expansió tèrmica global i regional i els efectes dinàmics oceànics, les reserves d'aigua continental, i també els canvis locals no climàtics del nivell de la mar relatius a la costa, com els derivats de la compactació del sediment i de moviments tectònics que provoquen una baixada de la costa.⁴

Les projeccions de pujada del nivell de la mar s'han fet per a dues trajectòries de concentració representatives (RCP en les seves sigles en anglès): un escenari d'estabilització de concentracions de diòxid de carboni (CO₂) atmosfèric (RCP 4,5) i un

QUÈ ÉS?

El nivell de la mar es defineix aquí com l'altura de la mar amb relació a la costa. Com que aquesta altura varia a causa dels efectes de l'onatge i les marees, es pren com a referència el nivell mitjà. El nivell de la mar es mesura amb mareògrafs, que són unes instal·lacions que permeten mesurar-lo respecte del punt de terra on estan instal·lats, normalment filtrant l'efecte de les ones. Des de satèl·lits es pot mesurar el nivell de la mar absolut (referit a una superfície imaginària o el·lipsoide de referència); en aquest cas, per referir-lo a la costa també se n'han de mesurar els eventuais moviments verticals.

METODOLOGIA

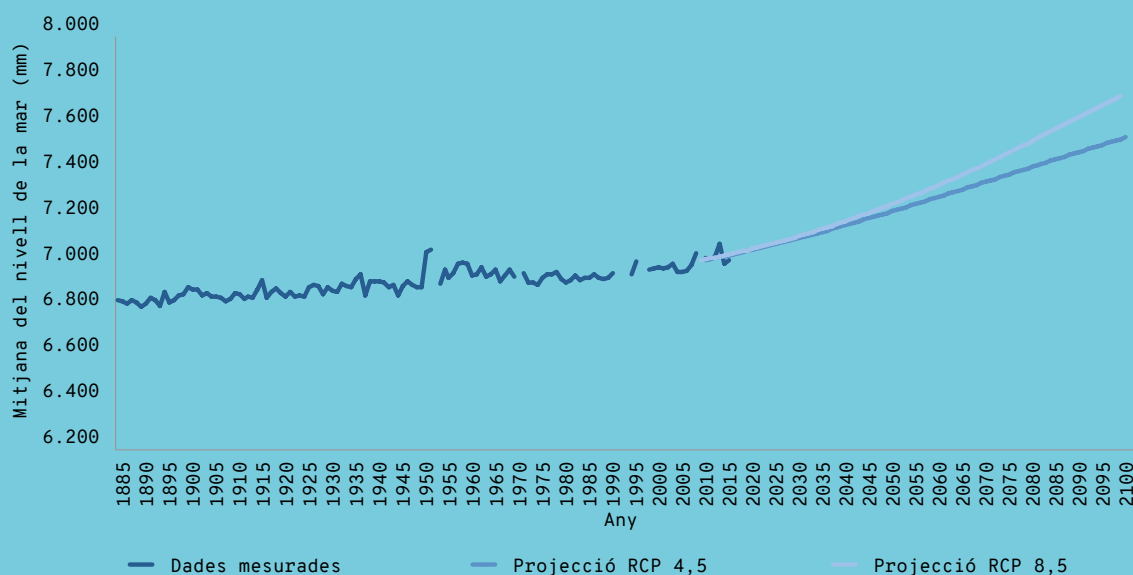
Les dades del nivell de la mar dels mareògrafs emprats aquí provenen del Servei Permanent del Nivell Mitjà de la Mar (PSMSL en les seves sigles en anglès: <https://www.psmsl.org>). Concretament, es mostren les mitjanes anuals de l'estació de Marsella, que es considera representativa de la Mediterrània occidental.

Les dades de les projeccions futures de la pujada del nivell de la mar (segle XXI) provenen del treball elaborat per Kopp *et al.* (2014).

RESULTATS

La pujada del nivell de la mar a la Mediterrània occidental s'ha accelerat els darrers anys. Concretament, ha augmentat 1,32 mm/any els darrers 134 anys (increment acumulat de 17,7 cm durant aquest període). Els darrers 39 anys l'augment ha estat de 2,98 mm/any i els últims 26 de 3,29 mm/any, coherent amb una acceleració del ritme de pujada en els darrers anys.

Les projeccions per a dos escenaris d'emissions de CO₂ mostren que el nivell de la mar podria haver augmentat entre 57 i 75 cm a final de segle. Això suposaria un retrocés de les platges de les Balears d'entre 7 i 50 metres.



Mitjana del nivell de la mar (en mil·límetres) entre els anys 1885 i 2019 a la Mediterrània occidental (estació de Marsella) i projeccions futures fins a final del segle XXI per a dos escenaris d'emissions. FONT: www.psmsl.org i Kopp *et al.* (2014).

PER QUÈ?

L'escalfament global fa pujar el nivell de la mar, tant per l'expansió tèrmica dels oceans com per la fusió de gel de les glaceres i els casquets polars. Localment el nivell del mar també varia a causa dels canvis en la circulació oceànica, de la pressió atmosfèrica i dels vents, però cap d'aquestes tres causes en pot fer variar la mitjana global. La pujada del nivell de la mar té conseqüències tant ambientals com socioeconòmiques. Una pujada del nivell de la mar i el consegüent retrocés de la línia de costa poden conduir a la reducció o a la desaparició de la superfície aèria de les platges i a l'increment de les inundacions causades per tempestes marines. A les Illes Balears, on l'economia es basa en el turisme de sol i platja, una pujada del nivell de la mar pot tenir conseqüències importants. S'ha vist que aquest increment del nivell de la mar s'ha accelerat els darrers quaranta anys.

LOCALITZACIÓ



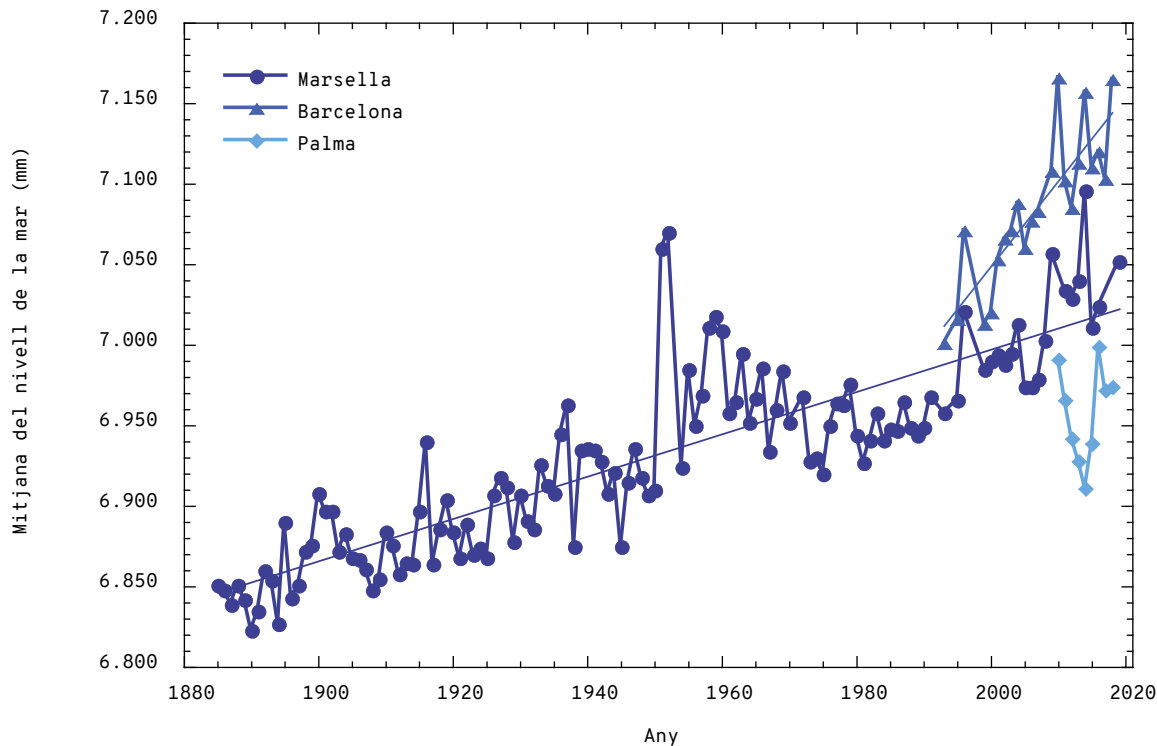


Figura 1. Mitjanes anuals del nivell de la mar a les estacions de Marsella, Palma i Barcelona. Les línies mostren l'ajust d'una regressió lineal. Per al període entre 1885 i 2019, l'estació de Marsella ha mostrat un increment del nivell de la mar d'1,32 mm/any ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$); mentre que l'estació de Barcelona ha mostrat un increment de 5,29 mm/any per al període comprès entre 1993 i 2018 ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$). Per millorar la visualització es mostra l'evolució del nivell de la mar en les diferents estacions emprant un valor de referència vertical diferent per a cadascuna.

altre amb emissions de CO_2 elevades (RCP 8,5), ambdós definits en el 5è informe del Grup Intergovernamental sobre Canvi Climàtic (IPCC en les seves sigles en anglès).³

RESULTATS

A la Mediterrània occidental s'ha observat una pujada del nivell de la mar entre els anys 1885 i 2019 d'1,32 mm/any ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$), basant-se principalment en les dades de l'estació de Marsella (figura 1). Això representa un augment de 17,7 cm en 134 anys.

Per a l'estació de Barcelona només es disposa de dades a partir de l'any 1993. Durant el període comprès entre 1993 i 2018, a Barcelona s'ha observat una pujada del nivell de la mar de 5,29 mm/any ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$). Si avaluem la pujada del nivell de la mar a l'estació de Marsella per al mateix període de temps (entre 1993 i 2019), és a dir, per als darrers 26 anys, aquesta pujada ha estat de 3,29 mm/any ($R^2 = 0,49$; $p < 0,0005$); mentre que entre els anys 1980 i 2019 ha estat de 2,98 mm/any ($R^2 = 0,75$; $p < 0,0001$) (figura 1). Aquestes dades són coherents amb una acceleració del ritme de pujada del nivell de la mar en els darrers anys.

L'estació de Palma només disposa de dades a partir de l'any 2010 i fins al 2018. Es tracta d'un nombre de dades massa petit per poder extreure'n

conclusions. De fet, no es veu cap tendència clara del nivell de la mar en aquests nou anys a causa de la variabilitat interanual.

Les projeccions de pujada del nivell de la mar per als escenaris RCP 4,5 (d'estabilització de concentracions de CO_2) i RCP 8,5 (amb emissions elevades) de Kopp i col·laboradors⁴ mostren que el nivell de la mar Mediterrània podria augmentar entre $57,0 \pm 23,7$ cm i $75,3 \pm 28,4$ cm al llarg d'aquest segle (figura 2).

CONCLUSIONS

- A la Mediterrània occidental (a l'estació de Marsella) el nivell de la mar ha augmentat a un ritme d'1,32 mm/any els darrers 134 anys; 2,98 mm/any els darrers 39 anys i 3,29 mm/any els darrers 26 anys. Això mostra una acceleració del ritme de pujada.
- A l'estació de Barcelona, l'augment del nivell de la mar ha estat de 5,29 mm/any els darrers 25 anys.
- Les projeccions per a dos escenaris diferents d'emissions mostren que d'aquí a final de segle el nivell de la mar podria augmentar entre 57 i 75 cm.
- Les platges de les Balears podrien retrocedir entre 7 i 50 metres, cosa que equivaldria a una reducció a la meitat de la seva superfície aèria.

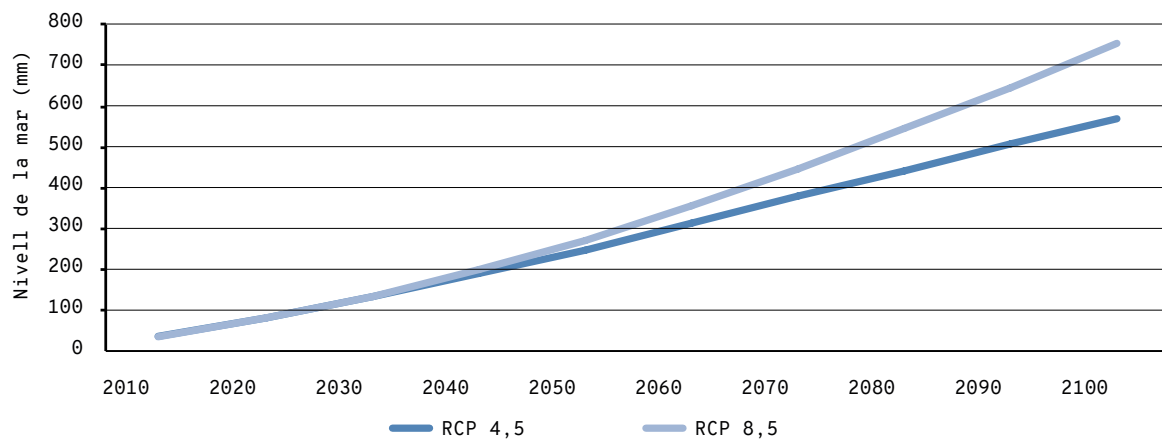


Figura 2. Projeccions de la pujada del nivell de la mar Mediterrània entre els anys 2010 i 2100 per als escenaris d'emissions RCP 4,5 i RCP 8,5 de l'IPCC. FONT: Kopp *et al.*⁴

REFERÈNCIES

- 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 COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARCOS, M.; GOMIS, D. (2021). «Nivell de la mar». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/canvi-global/imb-canvi-global-nivell-mar-cat.pdf>>.