



2024

Informe Mar Balear

AUTORS DIVERSOS

Editat per R. Vaquer-Sunyer, N. Barrientos i A. Gouraguine

Aquest document és una recopilació dels indicadors de l'Informe Mar Balear actualitzats amb data de 12 de setembre de 2024. S'anirà actualitzant periòdicament.

CITAR COM

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (ed.). Informe Mar Balear 2024.
<https://www.informemarbalear.org/ca/Informe-Mar-Balear-cat_2024.pdf.zip>.
<https://doi.org/10.62135/KATH4969>.



@David Arquimbau

Nivell de la mar

Temperatura de l'oceà

Temperatura de l'aire

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>).⁴ 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 occi-

dental i es considera representativa d'aquesta conca. Les dades de l'estació de Marsella dels anys 2022 i 2023 provenen de la Universitat de Hawaii (<https://uhslc.soest.hawaii.edu/datainfo>),⁵ perquè el PSMSL no les té actualitzades.

Al gràfic de Marsella s'ha superposat una reconstrucció de la mitjana del nivell de la mar calculada per a la Mediterrània occidental per Dangendorf i col·laboradors.¹

Les dades de les projeccions futures de la pujada del nivell de la mar provenen del sisè informe de l'IPCC.⁶⁻⁸ En aquest treball es fan projeccions i agregacions de les components individuals de pujada del nivell de la mar en un marc probabilístic, utilitzant models dinàmics per a les components oceàniques i atmosfèriques, i ara mateix és capdavanter quant a projeccions d'aquesta variable. En concret, s'hi consideren: la pèrdua de massa d'aigua de les capes de gel de Groenlàndia i l'Antàrtida (incloent-hi glaceres i balanç de massa superficial), les glaceres continentals, l'expansió tèrmica global i regional i els efectes dinàmics oceànics, les reserves d'aigua continental i els patrons geogràfics causats per la redistribució de massa sobre la superfície del planeta (és a dir, causats per canvis en el camp gravitatori i en la rotació com a resultat de la fusió dels gels).⁶⁻⁸

Les projeccions de pujada del nivell de la mar s'han fet per a dues trajectòries socioeconòmiques compartides (SSP en les seves sigles en anglès): un escenari d'estabilització de concentracions de diòxid de carboni (CO₂) atmosfèric (SSP2-4,5) i un altre amb emissions de CO₂ elevades (SSP5-8,5), ambdós definits al sisè informe del Grup Intergovernamental sobre Canvi Climàtic (IPCC en les seves sigles en anglès).⁶

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 provenen del Servei Permanent del Nivell Mitjà de la Mar (PSMSL en les seves sigles en anglès: <https://www.psmsl.org>).⁴ Les dades de l'estació de Marsella dels anys 2022 i 2023 provenen de la Universitat de Hawaii (<https://uhslc.soest.hawaii.edu/datainfo>).⁵ 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 sisè informe de l'IPCC.⁶⁻⁸

RESULTATS

La pujada del nivell de la mar a la Mediterrània occidental s'ha accelerat. Concretament, ha augmentat 1,33 mm/any els últims 139 anys (increment acumulat de 18,5 cm durant aquest període). Els darrers 43 anys l'augment ha estat de 2,84 mm/any, i els últims 30 de 2,88 mm/any, coherent amb una acceleració del ritme de pujada.

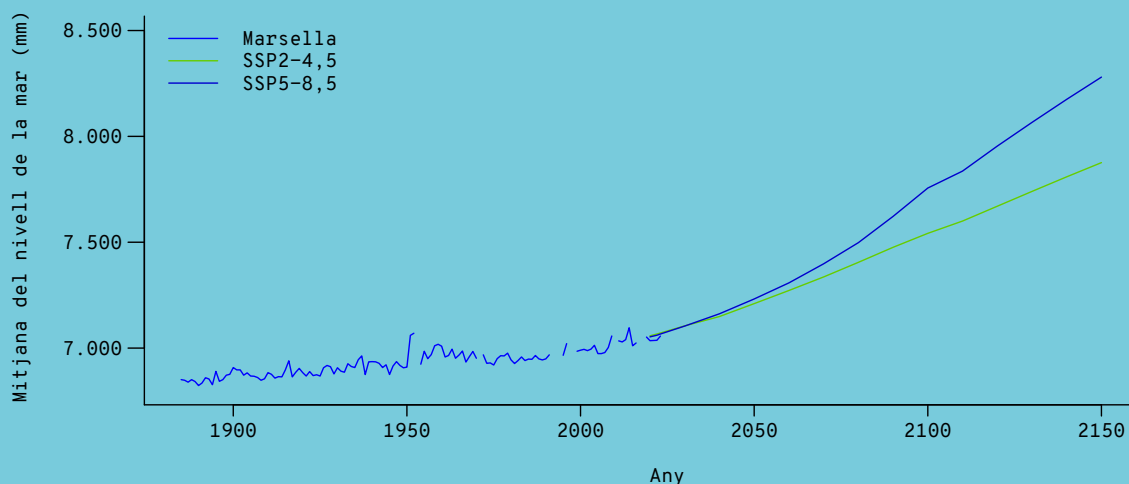
PER QUÈ?

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



Les projeccions per a dues trajectòries socioeconòmiques compartides mostren que el nivell de la mar podria haver augmentat entre 55,2 i 76,5 cm a final de segle i entre 88,6 i 129 cm al 2150. 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 2023 a la Mediterrània occidental (estació de Marsella) i projeccions futures fins a l'any 2150 segons el sisè informe de l'IPCC⁶⁻⁸ per a les trajectòries socioeconòmiques compartides SSP2-4,5 i SSP5-8,5. Font: PSMSL, Universitat de Hawaii i sisè informe de l'IPCC.⁴⁻⁸

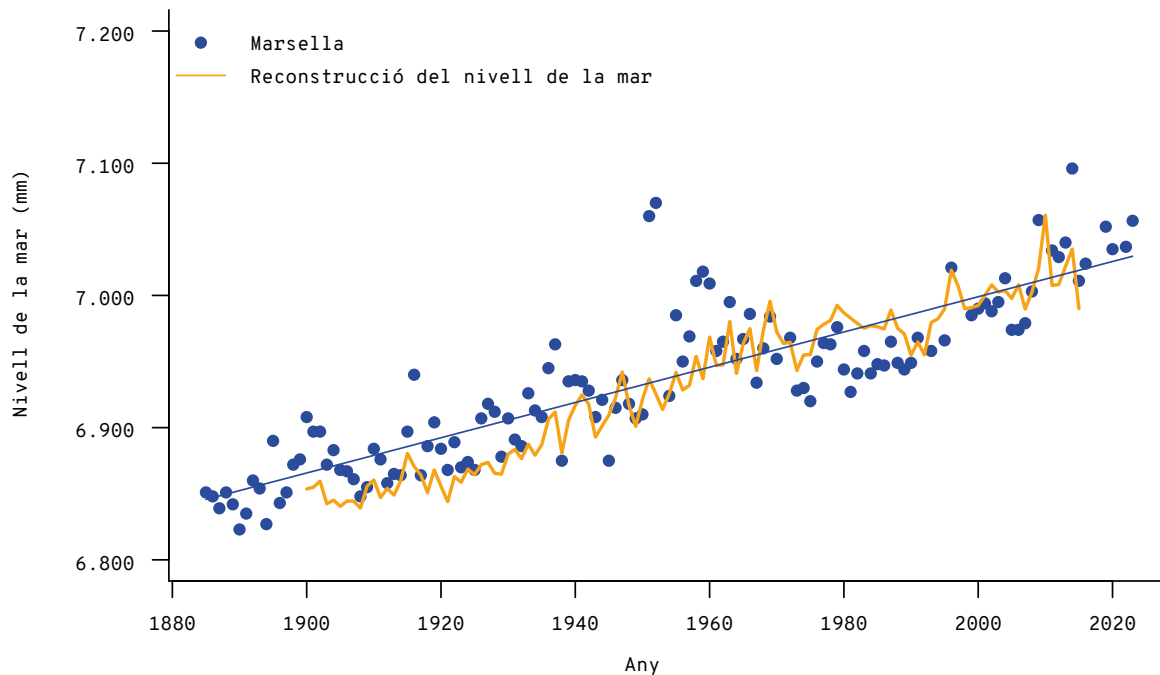


Figura 1. Mitjana anual del nivell de la mar a l'estació de Marsella. La línia blava mostra l'ajust d'una regressió lineal. Per al període entre 1885 i 2023, l'estació de Marsella ha mostrat un increment del nivell de la mar d' $1,33 \pm 0,07$ mm/any ($R^2 = 0,74$; $p < 0,0001$). La línia taronja mostra una reconstrucció de la mitjana del nivell de la mar de la Mediterrània occidental entre els anys 1900 i 2015 calculada per Dangendorf i col·laboradors.¹ Font: PSMSL i Universitat de Hawaii.^{4,5}

RESULTATS

A la Mediterrània occidental s'ha observat una pujada del nivell de la mar entre els anys 1885 i 2023 d' $1,33 \pm 0,07$ mm/any ($R^2 = 0,74$; $p < 0,0001$), basant-se principalment en les dades de l'estació de Marsella (figura 1). Això representa un augment de 18,5 cm en 139 anys.

Si avaluem la pujada del nivell de la mar a l'estació de Marsella per al període de temps comprès entre 1993 i 2023, és a dir, per als darrers 30 anys, aquesta pujada ha estat de $2,88 \pm 0,64$ mm/any ($R^2 = 0,46$; $p < 0,0001$), mentre que entre 1980 i 2023 ha estat de $2,84 \pm 0,28$ 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.

Les projeccions de pujada del nivell de la mar per a les trajectòries socioeconòmiques compartides SSP2-4,5 (d'estabilització de concentracions de CO_2) i SSP5-8,5 (amb emissions elevades) del sisè informe de l'IPCC⁶⁻⁸ mostren que el nivell de la mar Mediterrània podria augmentar entre 55,2 cm (amb

un canvi probable [percentils 17 i 83] d'entre 36,8 i 80,4 cm) i 76,6 (56,4-106,3) cm al llarg d'aquest segle; i fins a 88,6 (53,2-136,6) i 129 (85-191,2) cm fins al 2150 (figura 2).

CONCLUSIONS

- A la Mediterrània occidental (a l'estació de Marsella) el nivell de la mar ha augmentat a un ritme d' $1,33 \pm 0,07$ mm/any els darrers 139 anys; $2,84 \pm 0,28$ mm/any els darrers 43 anys, i $2,88 \pm 0,64$ mm/any els darrers 30 anys. Això mostra una acceleració del ritme de pujada.
- 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 55,2 i 76,5 cm, i d'aquí al 2150 podria augmentar entre 88,6 i 129 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.

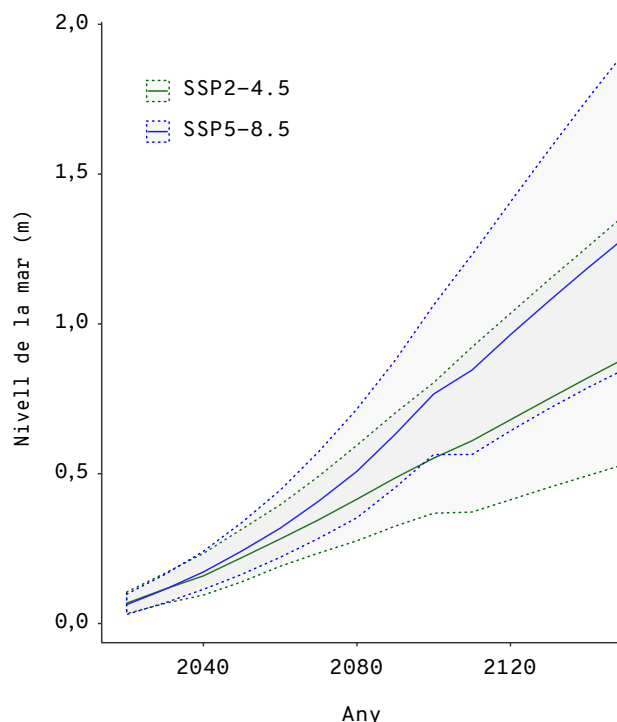


Figura 2. Projeccions de la pujada del nivell de la mar Mediterrània entre els anys 2010 i 2150 segons el sisè informe de l'IPCC⁶⁻⁸ per a les trajectòries socioeconòmiques compartides SSP2-4,5 i SSP5-8,5. Les línies discontinües mostren els intervals de confiança de canvi probable (percentils 17 i 83). FONT: Sisè informe de l'IPCC.⁶⁻⁸

REFERÈNCIES

- ¹ DANGENDORF, S. *et al.* (2019). «Persistent acceleration in global sea-level rise since the 1960s». *Nature Climate Change*, 9. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0531-8>.
- ² DANGENDORF, S. *et al.* (2015). «Detecting anthropogenic footprints in sea level rise». *Nature Communications*, 6. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.5194/nhess-17-1075-2017>.
- ⁴ SERVEI PERMANENT DEL NIVELL MITJÀ DE LA MAR (PSMSL). [en línia]. <<https://www.psmsl.org>>.
- ⁵ CENTRE DEL NIVELL DE LA MAR DE LA UNIVERSITAT DE HAWAII. [en línia]. <<https://uhslc.soest.hawaii.edu/datainfo/>>.
- ⁶ FOX-KEMPER, B. *et al.* (2021). «Ocean, Cryosphere and Sea Level Change». A: Masson-Delmotte, V. *et al.* (ed.). *IPCC 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.011>.
- ⁷ GARNER, G. G. *et al.* (2023) «Framework for Assessing Changes To Sea-level (FACTS)». *Geoscientific Model Development*. [prepublicació]. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-14>.
- ⁸ GARNER, G. G. *et al.* (2021). «IPCC AR6 Sea-Level Rise Projections». Versió 20210809. Consultat el 07/03/2022 [en línia]. <<https://podaac.jpl.nasa.gov/announcements/2021-08-09-Sea-level-projections-from-the-IPCC-6th-Assessment-Report>>.

CITAR COM

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Marcos, M.; Gomis, D. (2024). «Nivell de la mar». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (ed.). *Informe Mar Balear 2024*. <https://www.informemarbalear.org/ca/canvi-global/imb-nivell-mar-cat_2024.pdf>. <https://doi.org/10.62135/VSO7793>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Mélanie Juza, Manuel Vargas-Yáñez, Damià Gomis, Ananda Pascual, Bàrbara Barceló-Llull, Rosa Balbín, Gabriel Jordà i Marta Marcos.

Temperatura de la mar Balear

1. Temperatura en superfície

2. Temperatura en profunditat

La temperatura de l'oceà ha anat variant de manera natural al llarg de la història de la Terra, i després de la industrialització (segle XVIII) cal sumar a aquests canvis el factor antropogènic. És una de les variables crucials del complex sistema climàtic, ja que l'oceà contribueix a regular el clima de tot el planeta a través dels intercanvis de calor amb l'atmosfera i redistribuint-la mitjançant els corrents marins. De fet, l'oceà emmagatzema quantitats de calor molt superiors a les de l'atmosfera i representa la «memòria» del sistema climàtic, a causa de la gran escala temporal dels canvis oceànics. Per tant, l'anàlisi de les sèries temporals de temperatura oceànica constitueix un indicador climàtic fonamental.^{1, 2}

La mar Mediterrània és una regió especialment vulnerable a l'augment de la temperatura global planetària, en part a causa de la seva naturalesa semitancada, que li proporciona una inèrcia tèrmica més petita.³⁻⁵ D'altra banda, canvis regionals de la temperatura oceànica poden tenir repercussions globals, ja que la Mediterrània, a través de l'estret de Gibraltar, està connectada amb la Circulació Meridional de Retorn de l'Atlàntic Nord Nord (coneguda també com AMOC, per les sigles en anglès), el motor atlàntic de conducció de calor a la Terra.⁶ Per tota la conca Mediterrània s'ha observat que l'augment de la temperatura superficial de l'aigua (a partir d'ara descrita amb les sigles en anglès de Sea Surface Temperature, SST) està correlacionat amb l'augment de la temperatura superficial del planeta.⁷⁻⁹

Les quatre darreres dècades s'han detectat tendències d'escalfament oceànic a la conca occidental de la mar Mediterrània.^{2, 10-13} Dades satel·litàries disponibles des del 1982 permeten estimar tendències a l'alça de l'SST de l'ordre de $0,038 \pm 0,002$ °C/any entre 1982-2020² i de $0,039 \pm 0,002$ °C/any entre 1982-2023.¹⁴ El darrer informe del Centre d'Estudis Ambientals del Mediterrani ofereix una tendència

similar entre 1982-2023 de $0,037$ °C/any.¹⁵ Aquests increments són la segona tendència més gran registrada mai a les mars regionals d'Europa després de la mar Negra.⁵

La temperatura de les masses d'aigua situades a diferents profunditats també és un indicador de canvis al clima. Aquest seria el cas de l'aigua occidental intermèdia (en anglès, Western Intermediate Water, a partir d'ara WIW), que circula entorn dels 100-300 m de profunditat a la mar Balear i per a la qual també és important identificar els canvis estacionals, ja que la WIW es forma a l'hivern i/o la primavera. Igualment són de gran importància els canvis que es produeixen en les aigües intermèdies d'origen llevantí (en anglès, Levantine Intermediate Water, a partir d'ara LIW), situades entre els 300-600 m de profunditat, i en les aigües profundes per sota dels 600 m, a causa del gran volum que ocupen i, en conseqüència, de la gran quantitat de calor absorbida per aquestes masses d'aigua.

Més enllà del seu valor com a indicador climàtic, l'evolució de la temperatura marina, tant en superfície

QUÈ ÉS?

La temperatura de la mar és una variable oceano-gràfica de gran importància climàtica i ecosistèmica. Condiciona la supervivència, la distribució i el metabolisme d'espècies, els corrents oceànics, l'aportació de nutrients, el nivell de la mar i l'intercanvi de gasos amb l'atmosfera (que controla l'acidificació i l'oxigenació de les aigües). Addicionalment, l'anàlisi temporal de la temperatura oceànica representa un indicador climàtic, ja que l'oceà absorbeix i emmagatzema grans quantitats de calor.

METODOLOGIA

Les dades de temperatura superficial de la mar (SST) provenen de satèl·lits del Servei Marí Copernicus²⁷ des que n'hi ha registre (1982). Les dades són posteriorment processades i visibilitzades en mapes i gràfics a través de la pàgina web del Sistema d'Observació i Predicció Costanera de les Illes Balears (ICTS SOCIB)^{2, 14} que contribueixen a identificar tendències i anomalies d'SST que utilitzen com a referència la climatologia de l'any 1982 al 2015.

Per a la temperatura en profunditat, les dades provenen de mesures *in situ* fetes a través de campanyes oceanogràfiques on s'utilitzen dispositius CTD (de l'anglès Conductivity Temperature Depth), que mesuren simultàniament la temperatura, la salinitat i la profunditat. Els CTD proporcionen perfils verticals de tota la columna d'aigua: aigües superficials, aigües intermèdies (dels 150-200 m als 600 m) i aigües profundes (per sota dels 600 m).

RESULTATS

L'SST ha augmentat 1,6 °C en 42 anys, amb una tendència d'augment de 0,39 °C/dècada.

Des del 2005, les anomalies tèrmiques de l'SST són sempre positives i des del 2020 superen 1 °C. L'estiu del 2023 es varen observar anomalies de fins a + 2,2 °C.

En profunditat, com a mínim des del 1996, la mar Balear està experimentant augments de temperatura i de salinitat en tota la columna d'aigua:

PER QUÈ?

Conèixer i predir els canvis de la temperatura oceànica és crucial, ja que podrien repercutir en l'estat ecològic de la mar i en l'estructura socioeconòmica de les Illes Balears. La informació que aporten sèries temporals llargues de temperatura contribueix a definir estratègies d'adaptació i mitigació de riscos.

LOCALITZACIÓ

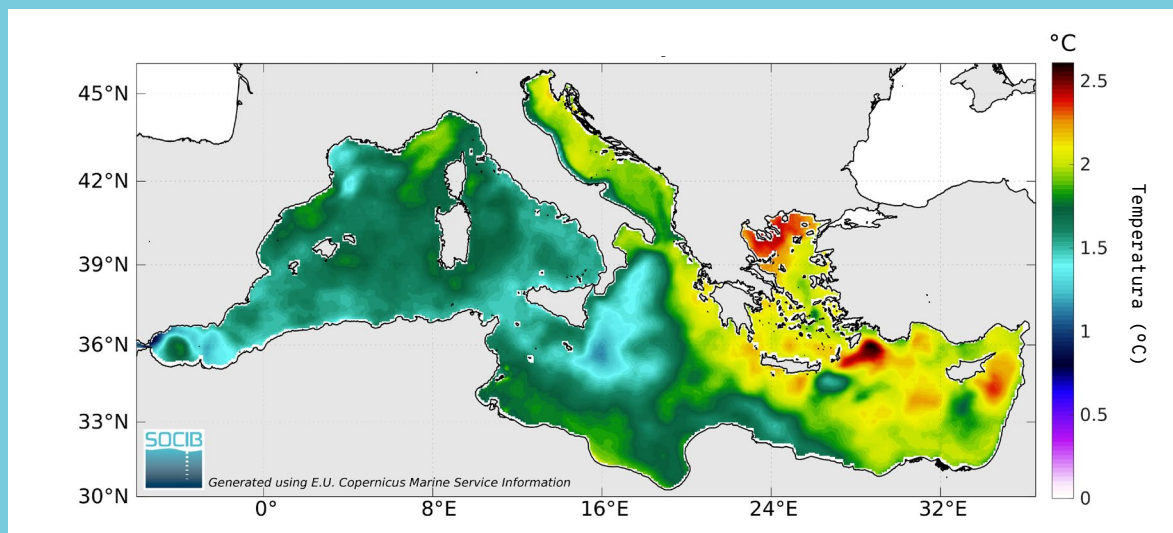


→ Des de l'any 1996:

- 0,14 °C/dècada a 100-300 m
- 0,1 °C/dècada a 300-600 m
- 0,08 °C/dècada a > 600 m

→ Des de l'any 1945:

- 0,022 °C/dècada a 0-150 m
- 0,023 °C/dècada a 150-600 m
- 0,029 °C/dècada a > 600 m



Mapa de la Mediterrània que mostra la tendència acumulativa de la temperatura superficial de la mar (significativa al 95 %) entre els anys 1982-2023 a partir de dades satel·litàries. FONT: ICTS SOCIB (https://apps.socib.es/subregmed-indicators/ocean_temperature.htm); Juza i Tintoré.^{2, 14}

com en profunditat, condiona molt significativament els ecosistemes marins. En particular:

- Determina la supervivència i la distribució de moltes espècies. La pèrdua de part de la distribució de certes espècies, com la fanerògama *Posidonia oceanica*,^{16, 17} o la variabilitat interanual dels hàbitats de reproducció d'altres en són només alguns exemples.¹⁸ D'altra banda, canvis regionals en la temperatura marina poden afavorir la introducció i l'adaptació d'espècies invasores.¹⁹
- Regula diferents processos metabòlics: un increment de la temperatura pot augmentar el metabolisme de certs organismes que presenten intervals de tolerància petits.²⁰
- Influeix en la dinàmica d'intercanvi de gasos amb l'atmosfera: l'absorció de CO₂ atmosfèric per part dels oceans depèn de la temperatura, i aquesta absorció, més enllà dels beneficis que comporta la retirada de CO₂ de l'atmosfera, també genera un descens del pH de l'aigua, causant acidificació oceànica.²¹
- Controla processos hidrodinàmics com la posició dels fronts oceànics, que al temps condicionen la productivitat i els cicles de nutrients²² (tot i que a la Mediterrània la salinitat controla principalment els fronts oceànics).
- Dirigeix els corrents oceànics (i per tant, la distribució de calor i altres paràmetres) i l'estratificació de la columna d'aigua a través dels canvis en la densitat.²³ Els canvis en l'estratificació afecten processos dinàmics verticals que són crucials, entre d'altres coses, per a l'aportació de nutrients des de les capes més profundes a la capa fòtica.
- Finalment, l'augment de la temperatura marina és un dels dos factors (junt amb la fusió de gels continentals causada per la temperatura atmosfèrica) responsables de l'augment del nivell de la mar, que al temps té un impacte important sobre els ecosistemes costaners (vegeu l'indicador «Nivell de la mar» de l'INFORME MAR BALEAR).²⁴ Així mateix, quan l'SST augmenta per sobre de la mitjana es poden desencadenar esdeveniments de calor extrema coneguts com onades de calor marines, que s'han intensificat en els darrers anys (vegeu els indicadors sobre «Onades de calor marines» de l'INFORME MAR BALEAR).²⁵

METODOLOGIA

Hi ha diferents fonts de dades de temperatura a la mar Balear. Les dades presentades s'han recollit de la manera que es detalla següent. Per a aquesta anàlisi, s'utilitza l'àrea geogràfica de la mar Balear definida pel doctor Enric Ballesteros.²⁶ Inclou la massa d'aigua sobre el promontori balear amb els límits següents: a l'oest, la part més profunda del canal d'Eivissa; al nord, la part més profunda del canal de València; i al

sud i a l'est, es delimita fins a la profunditat de 2.600 m. Les dades que es presenten s'han recollit com es detalla a continuació.

1. Temperatura en superfície (SST)

S'utilitzen dades satel·litàries des de l'any 1982 disponibles al Servei Marí Copernicus²⁷ en forma de sèries històriques de dades diàries amb una resolució espacial de l'ordre de 5 km i una precisió en els valors inferior a 0,1 °C, suficient per captar variacions en el cicle estacional a nivell de conca.

Aquestes dades es processen i visibilitzen mitjançant l'aplicació web Indicadors Subregionals de la Mar Mediterrània del Sistema d'Observació i Predicció Costanera de les Illes Balears (ICTS SOCIB).^{2, 14} Entre els productes es proporcionen mapes i gràfics de tendències d'SST que mostren mitjanes anuals i estacionals (hivern: gener, febrer, març; primavera: abril, maig, juny; estiu: juliol, agost, setembre; i tardor: octubre, novembre, desembre).

Adicionalment s'inclouen mapes i gràfics que comparen les anomalies d'SST (a partir d'ara, SSTA) en referència a la climatologia existent entre els anys 1982-2015. Es tria aquest rang d'anys per ser el període de temps més llarg possible, excloent els anys recents per poder comparar-los amb una referència independent.^{2, 15} S'indiquen les tendències de canvi d'SST i d'SSTA (significatives al 95 %) en °C/dècada des del 1982 fins al 2023.

2. Temperatura en profunditat

S'inclouen dades de temperatura en profunditat a partir de mesures *in situ* que deriven en sèries temporals locals disperses en l'espai i en el temps, però de gran resolució quant als valors proporcionats. Els mostratges *in situ* no solen capturar canvis de temperatura significatius en superfície a causa de la baixa freqüència del mostreig i l'alta variabilitat d'aquestes aigües, però sí que mostren informació valuosa de les masses d'aigua de profunditat i de la seva evolució.

Es presenten dades de temperatura en profunditat de campanyes oceanogràfiques que fan transsectes en les mateixes localitzacions mitjançant dispositius CTD (de l'anglès Conductivity Temperature Depth, pels paràmetres de conductivitat, temperatura i profunditat que mesuren) assemblats en una roseta (figura 1). També hi ha dades de mostreig de masses d'aigua mitjançant boies de deriva (programa Argo) o *gliders* que no s'inclouen en aquest indicador a causa de la variabilitat espacial en la recollida de dades. Els CTD proporcionen perfils verticals dels paràmetres des de la superfície fins a la profunditat desitjada.

Es consideren aigües intermèdies les situades entre els 150-200 m als 600 m, i aigües profundes les que hi ha per sota dels 600 m. A la mar Balear es pot fer una divisió en la capa intermèdia per separar l'aigua intermèdia occidental de la d'origen oriental o llewantina (WIW i LIW).



Figura 1. Dispositiu CTD utilitzat en campanyes oceanogràfiques per mesurar paràmetres de temperatura, salinitat i profunditat, entre d'altres variables. FONT: Miquel Gomila.

Concretament, es mostren diagrames de temperatura-salinitat (TS) elaborats amb les dades de temperatura potencial i de salinitat corresponents a 37 estacions oceanogràfiques que cobreixen els canals de la mar Balear, que l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO-CSIC) mostra amb periodicitat estacional des del 1996 com a part del projecte de monitorització nacional RADMED²⁸ (Sèries Temporals de Dades Oceanogràfiques a la Mediterrània). Les dades utilitzades s'estenen fins al 2019 (inclusivament) i mostren les principals masses d'aigua presents a la mar Balear, així com a la resta de la Mediterrània occidental.

S'inclouen anàlisis de les sèries temporals de temperatura en profunditat de tres masses d'aigua: aigua intermèdia occidental (WIW), aigua intermèdia oriental (LIW) i aigües profundes (en anglès, Deep Water, a partir d'ara DW).

Per obtenir un valor únic de la temperatura de WIW corresponent a cada campanya que pogués graficar-se com una sèrie temporal, es varen usar tres mètodes:

- Identificar, en cadascuna de les 37 estacions oceanogràfiques i per a cadascuna de les campanyes realitzades, aquelles aigües amb densitat potencial entre 28,8 i 29,05 kg/m³, atès que és el rang de densitat més freqüent per a la WIW (Vargas-Yáñez *et al.*).²⁹
- Buscar el mínim valor de temperatura dins les aigües en aquest rang de densitat i considerar aquest valor com a representatiu de la WIW. Aquesta operació es va fer per a cada estació oceanogràfica i per a cada campanya (vegeu Vargas-Yáñez *et al.*¹² per a una descripció detallada de la metodologia).

- Utilitzar un criteri geomètric per determinar quin percentatge de WIW correspon a cada parell de valors de T i S. Aquest mètode permet, a més a més, donar un interval d'error per a aquestes estimacions (vegeu Juza *et al.*³⁰ per als detalls d'aquest mètode).

Per calcular la sèrie temporal de la LIW es varen emprar dos mètodes diferents:

- En cada estació i per a cada campanya es va identificar el valor més alt de la salinitat, considerant-lo el valor de la LIW. Per obtenir un únic valor de temperatura corresponent a cada campanya oceanogràfica, es va fer la mitjana dels valors de totes les estacions i es va obtenir, a més a més, la desviació estàndard.
- Es va utilitzar el màxim de salinitat de les 37 estacions de cada campanya.

Per calcular la sèrie temporal de la DW, es varen considerar com aigües profundes aquelles amb una densitat superior als 29,11 kg/m³. Tanmateix, aquest valor de densitat no s'assolia a la majoria de les campanyes anteriors a l'any 2005, la qual cosa rebaixa considerablement la longitud de les sèries temporals i la possibilitat d'estimar tendències significatives. Per això, es va decidir fixar el llindar de densitat per considerar la presència d'aigües profundes en 29,1 kg/m³.

Entre les limitacions a l'hora de caracteritzar correctament l'evolució dels camps de temperatura cal destacar la gran variabilitat temporal (des de variacions diàries a decadal) i espacial (depèn de la posició dels corrents i els fronts oceànics, transferència de calor atmosfera-oceà) inherent a aquesta variable.³¹ Per tant, es necessita una gran quantitat de dades amb bona distribució en l'espai i amb continuïtat temporal. En particular, per poder observar tendències climàtiques significatives de temperatura és necessari comptar amb sèries llargues (> 30 anys com a mínim); per això és fonamental acompanyar qualsevol valor de tendències amb un càlcul estadístic de la seva significança.³¹

RESULTATS

1. Temperatura en superfície

La temperatura mitjana superficial anual de la mar Balear des del 1982 fins al 2023 oscil·la entre els 17,8 °C (l'any 1984) i els 20,5 °C (el 2023) (figura 2). Es registra també una tendència positiva en l'anomalia d'SST de 0,39 ± 0,02 °C/dècada, la qual cosa implica un increment d'1,6 °C en 42 anys.^{13, 15} Des del 2005, totes les anomalies de temperatura mitjana anuals a la conca balear (calculades en referència a la climatologia del 1982 fins al 2015) han estat positives, superant el valor d'1 °C des de l'any 2020.

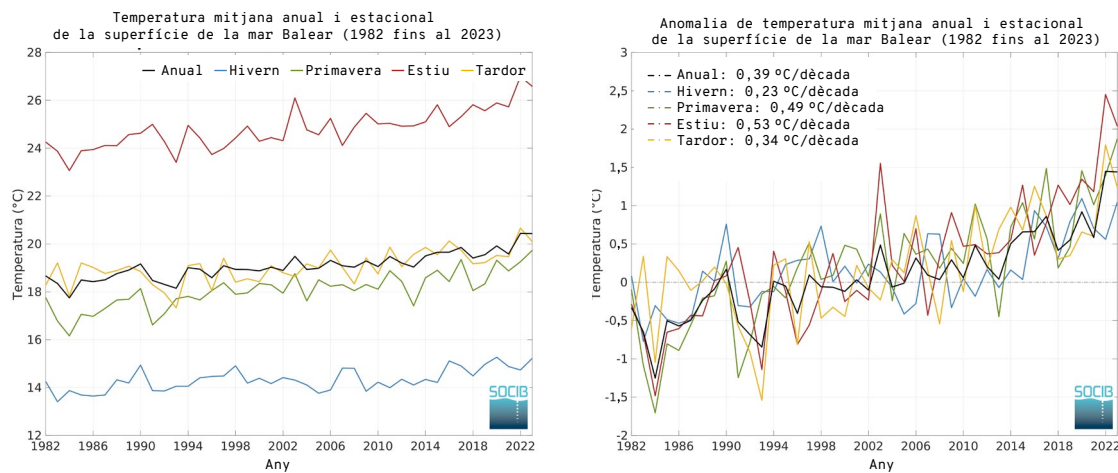


Figura 2. Temperatura mitjana anual (color negre) i estacional (resta de colors) de la superfície de la mar Balear des del 1982 fins al 2023. El gràfic de l'esquerra mostra els valors absoluts, mentre que el de la dreta mostra les anomalies respecte a la climatologia de referència 1982-2015. Al panell de la dreta es quantifiquen també les tendències d'augment en °C/dècada, tant anual com per a cada estació. FONT: SOCIB (https://apps.socib.es/subregmed-indicators/ocean_temperature.htm), Juza i Tintoré.^{2, 14}

El coneixement de les fluctuacions de les SST estacionals és molt important, perquè afecten els cicles biològics de molts organismes marins. Les tendències calculades per al període 1982-2023 (figura 2) mostren un augment superior de temperatura a la primavera (0,49 °C/dècada) i a l'estiu (0,53 °C/dècada) en comparació amb la de la tardor (0,34 °C/dècada) o l'hivern (0,23 °C/dècada).

L'SST mitjana de l'any 2023 varia entre els 20,8 °C al sector sud de la mar Balear i els 20 °C al sector nord (figura 3). Les anomalies tèrmiques (referides a la climatologia 1982-2015) són superiors a l'est i al nord-nord-oest de la mar Balear, assolint 1,6 °C l'any 2023.

Per estacions, el 2023 la temperatura mitjana d'hivern va oscil·lar entre els 14,25 °C al nord de Menorca i els 15,3 °C al sud de Formentera; per primavera, entre els 19,3 °C al nord-est de Menorca i els 20 °C del canal de Mallorca; a l'estiu, l'SST va variar entre els 26,5 °C del nord-est de Menorca i els 27,3 °C del canal de Mallorca; i per la tardor, va oscil·lar entre els 19,5 °C del nord del canal de Mallorca i els 20,8 °C del canal de Menorca. Les anomalies tèrmiques més grans de l'any 2023 es varen registrar a l'estiu amb valors de +2-2,2 °C (sempre respecte a la climatologia de 1982-2015), i es varen observar a l'est de Cabrera, al canal de Mallorca i al sud de Formentera (figura 3).

2. Temperatura en profunditat

Els valors de temperatura i de salinitat en profunditat per a les diferents masses d'aigua de la mar Balear es mostren primer en forma de diagrama TS (figura 4). Els valors de TS hivernals de les aigües atlàntiques (que circulen en els 100 metres més superficials de les aigües balears) corresponen a les temperatures més altes (> 13,5 °C) i als valors de salinitat més baixos (< 38,2) del diagrama TS. Aquestes aigües augmenten considerablement de temperatura a l'estiu, al temps que en disminueix la salinitat, a causa d'una influència més directa de les aigües atlàntiques.²⁹

Sota l'aigua atlàntica s'aprecia un mínim pronunciat de temperatura de < 13 °C, amb salinitats d'entre 38,0 i 38,3, que correspon a la WIW. Aquesta massa d'aigua es detecta als canals de la mar Balear a l'hivern si s'ha format en la plataforma continental de les Balears, o a la primavera i l'estiu si s'ha format en la plataforma continental de Catalunya o del golf de Lleó, i assoleix els canals balears fluint amb el corrent que discorre cap al sud al llarg de tota la plataforma continental catalana. Malgrat la baixa temperatura, la seva densitat no és massa elevada, a causa del caràcter continental de les aigües que contribueixen a la seva formació. En conseqüència, aquesta massa d'aigua se situa per sota de l'aigua atlàntica, a partir d'uns 150 m, però no s'enfonsa més enllà dels 300 m.

Per sota de la WIW hi ha la LIW. Aquesta massa d'aigua s'origina al sud de l'illa de Rodes, a la conca Mediterrània oriental, també a l'hivern, i és la massa d'aigua amb més salinitat de totes les que es poden trobar a la Mediterrània occidental. La seva posició dins del diagrama TS és evident pel seu màxim absolut de salinitat (figura 4). Aquest màxim de salinitat augmenta amb els anys com a conseqüència directa de l'acció humana, a causa principalment del represament dels grans rius que desemboquen a la mar Mediterrània i la mar Negra i a l'obertura del canal de Suez.

Finalment, per sota de la LIW circulen les aigües profundes (DW), que s'originen per la mescla de dues masses d'aigua. La primera d'elles és l'Aigua Profunda de la Mediterrània Occidental, formada a l'hivern davant del golf de Lleó, quan les tempestes són capaces de refredar i mesclar tota la columna d'aigua des de la superfície fins a més de 2.000 m de profunditat. La segona és l'Aigua Densa de la Mar Tirrena, que es forma en aquella mar.

Si exceptuem la WIW formada durant l'any 2010 (vegeu el color verd a la figura 4 i Vargas-Yáñez *et al.*),³² des del 1996 la tendència generalitzada per a totes les masses d'aigua és cap a un augment de la temperatura

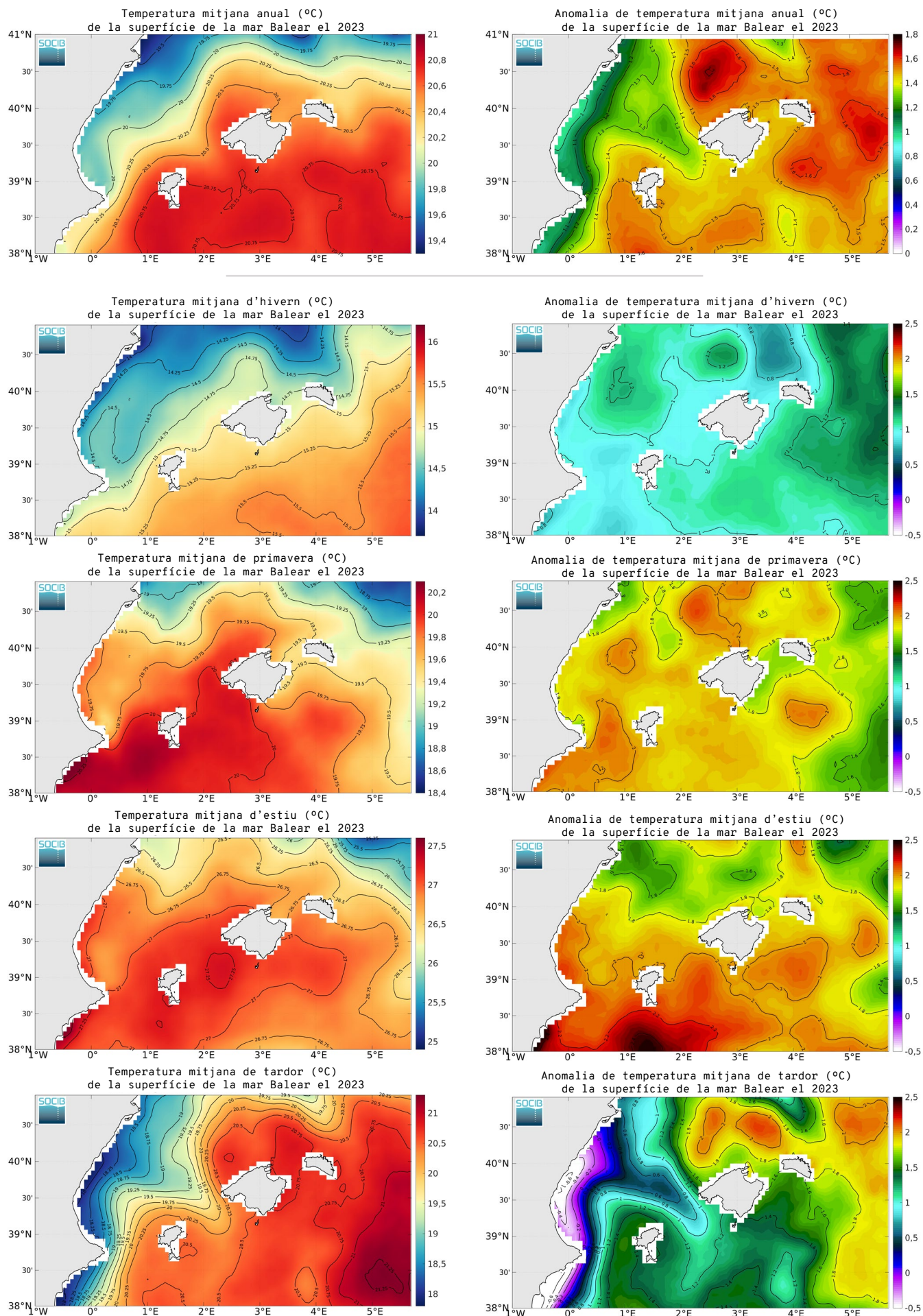


Figura 3. Mapes satel·litaris del 2023 amb la mitjana anual de la temperatura superficial i la mitjana de cada estació a la regió de la mar Balear. Els panells de l'esquerra mostren valors absoluts, mentre que els de la dreta mostren les anomalies respecte a la climatologia de referència 1982-2015. FONT: SOCIB (https://apps.socib.es/subregmed-indicators/ocean_temperature.htm), Juza i Tintoré.^{2, 14}

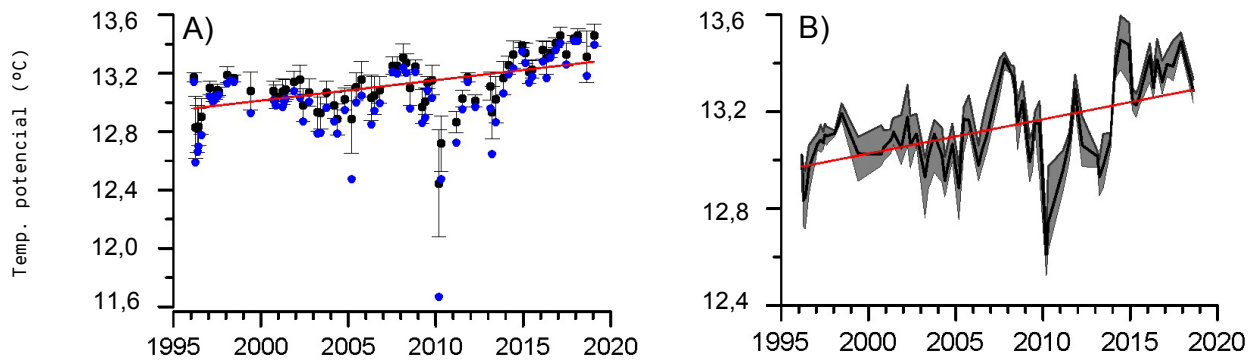


Figura 5. Evolució temporal de la temperatura de l'aigua intermèdia occidental (WIW) en 37 estacions RADMED dels canals de la mar Balear. A) Punt negre: primer mètode de càlcul que mostra el valor mitjà de les 37 estacions amb una desviació estàndard; punt blau: segon mètode de càlcul que indica el mínim de densitat de tots els valors corresponents a les 37 estacions. B) Tercer mètode de càlcul de les propietats de la WIW (mètode geomètric),³⁰ on la línia negra indica el percentil 50, mentre que l'ombregat gris mostra els percentils 17 i 83. En ambdues gràfiques la línia vermella mostra la tendència d'increment de temperatura. FONT: modificat de Vargas-Yáñez *et al.*¹²

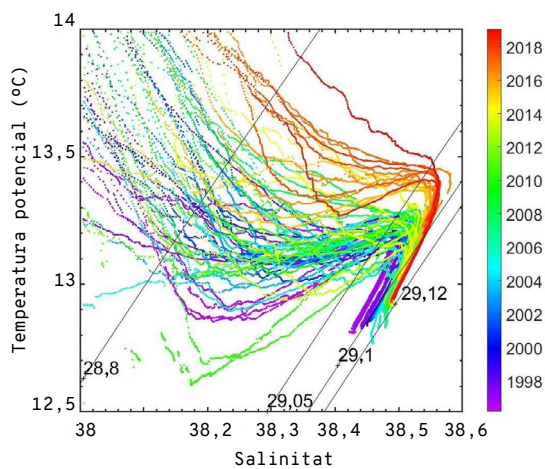


Figura 4. Diagrama de temperatura i salinitat (TS) que mostra l'evolució anual (del 1996 al 2019) de les masses d'aigua que circulen a la mar Balear. Cada una de les 71 campanyes oceanogràfiques es presenta com un únic perfil sobre el diagrama TS, obtingut a partir de la mitjana de totes les estacions de la campanya. El color del perfil denota l'any de la campanya. Les línies diagonals mostren els valors de densitat potencial (isopícnas) corresponents a cada parell de valor de TS. L'aigua atlàntica és la de més variabilitat perquè flueix en la superfície (< 100 m), i es trobaria sempre a l'esquerra de la isopícnia 28,80 kg/m³. L'aigua occidental intermèdia (WIW) es situaria entre les isopícnies 28,80 i 29,05 kg/m³. La isopícnia 29,05 kg/m³ indicaria el nucli de l'aigua oriental intermèdia (LIW), i les isopícnies 29,10 i 29,12 kg/m³, les aigües profundes (DW). FONT: modificat de Vargas-Yáñez *et al.*¹²

i de la salinitat. Així, per exemple, l'anàlisi de la sèrie temporal de la WIW mostra que durant el període d'estudi (1996-2019) la temperatura d'aquesta massa d'aigua va augmentar a un ritme d'entorn $0,14 \pm 0,06$ °C/dècada (interval de confiança del 95 %) com a mitjana dels tres mètodes d'estudi (figura 5).

També la LIW mostra un augment gradual estadísticament significatiu, en aquest cas de $0,10 \pm 0,02$ °C/dècada (interval de confiança del 95 %) com a mitjana dels dos mètodes d'estudi (figura 6).

En aigües profundes (figura 7), també es mostra un augment progressiu de la temperatura, tot i que en aquest cas sembla derivar d'un canvi brusc en

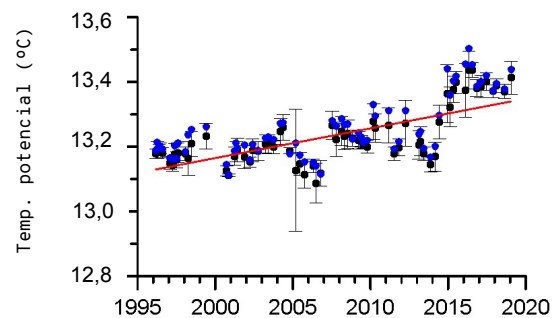


Figura 6. Evolució de la temperatura potencial de l'aigua llevantina occidental (LIW) als canals de la mar Balear. Punt negre: primer mètode de càlcul on es va fer la mitjana dels valors de les 37 estacions, obtenint a més la desviació estàndard. Punt blau: segon mètode de càlcul a partir del màxim valor de salinitat de totes les estacions de cada campanya. La línia vermella mostra la tendència d'increment de temperatura. FONT: modificat de Vargas-Yáñez *et al.*¹²

la densitat ocorregut a partir de l'hivern del 2005, quan una aigua profunda més càlida i també més salada i densa que la formada fins aquell moment va ocupar les capes més profundes de la Mediterrània occidental,²³ afectant també la mar Balear. Aquest canvi abrupte s'ha anomenat a la literatura científica Transició de la Mediterrània Occidental,²³ i sembla estar vinculat a un augment de la salinitat i de la temperatura de les aigües intermèdies que procedeixen de la Mediterrània oriental. La influència d'aquest episodi en les sèries temporals de les aigües profundes de la mar Balear ja s'havia posat de manifest a Vargas-Yáñez *et al.*²⁸ Les tendències d'augment de temperatura de $0,08 \pm 0,01$ °C/dècada s'han obtingut utilitzant el mètode 1 (figura 7A, punts blaus).

És important destacar un altre estudi de Barceló-Llull *et al.*³³ que mostra un augment de les temperatures màximes de les masses d'aigua de profunditats intermèdies al canal de Mallorca després de vuit anys de seguiment:

- Als 100 m de profunditat s'observen encara canvis estacionals, mentre que a 200 m el senyal estacional ja és molt petit.
- La tendència màxima de temperatura de

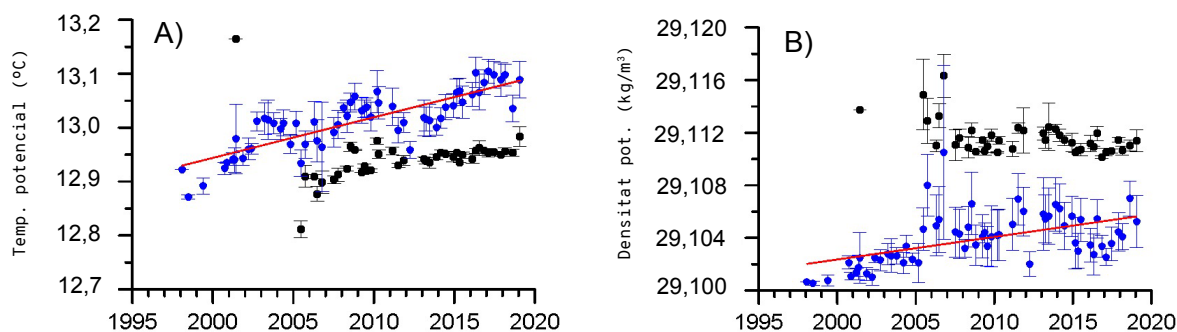


Figura 7. Evolució temporal de la temperatura (A) i la densitat (B) en aigües profundes. Punts negres: aigües amb densitat superior als 29,11 kg/m³ a partir del 2005 (mètode 1). Punts blaus: per prolongar el seguiment temporal anterior al 2005 es varen utilitzar màxims de densitat de 29,1 kg/m³ per considerar la presència d'aigües profundes (mètode 2). En ambdues gràfiques, la línia vermella mostra la tendència d'increment de temperatura. FONT: modificat de Vargas-Yáñez *et al.*¹²

0,19 °C/any s'assoleix entorn dels 100 m superiors. Entre els 100-300 m aquesta tendència disminueix a 0,077 °C/any, mentre que entre els 300-700 m és de 0,043 °C/any.

Per últim, un estudi del 2023 de Vargas-Yáñez *et al.*³⁴ ha compilat sèries temporals de diferents institucions (IEO —RADMED, MEDAR/MEDATLAS—, SOCIB i Ports de l'Estat) per al càlcul de tendències a llarg termini aplicant un ajustament lineal (taula 1). Es varen trobar augments de temperatura des de l'any 1900 a diferents profunditats de la mar Balear (0,018 °C/10 anys), essent més pronunciats a partir del 1945 (0,028 °C/10 anys).

Projeccions climàtiques per a la temperatura de la mar Balear

Els models climàtics mostren que l'SST continuarà augmentant considerablement durant el segle XXI, amb un increment d'entre + 1,2 °C i + 3,6 °C per al final de segle, en funció de les trajectòries socioeconòmiques compartides (*i. e.* els escenaris d'emissions de gasos d'efecte hivernacle).³³⁻³⁵ Un fet que, entre d'altres, magnificarà la intensitat i la durada de les onades de calor marines, independentment de l'escenari d'emissió.³⁷

Els models també projecten un augment considerable de la temperatura de la mar Balear en tota la columna d'aigua, més pronunciat entre els 0-150 m (0,81-3,71 °C) i entre els 150-600 m (0,82-2,97 °C).³⁸

CONCLUSIONS

- Estudis de les sèries de dades satel·litàries de la mar Balear mostren tendències d'augment de l'SST de l'ordre de 0,39 °C/dècada (anys 1982-2023), la qual cosa suposa un increment d'1,6 °C en 42 anys.
- Entre els anys 1982-2023 la temperatura mitjana superficial de la mar Balear va oscil·lar entre 17,8-20,5 °C. Hi ha una marcada variabilitat estacional en les tendències: per estiu i primavera són més grans (0,53 i 0,49 °C/dècada, respectivament) que per tardor o hivern (0,34 i 0,23 °C/dècada, respectivament).
- Les anomalies tèrmiques anuals d'SST es calculen respecte a la climatologia dels anys 1982-2015. Les anomalies d'SST són positives des del 2005 i superen el valor d'1 °C a partir de l'any 2020. L'any 2023 són més grans a l'est i el nord-nord-oest de la mar Balear, assolint 1,6 °C. A l'estiu es varen registrar les anomalies més grans de l'any, de fins a 2,2 °C al canal de Mallorca i al sud de Formentera.
- En profunditat, tendències de temperatura estimades des de l'any 1900 mostren augments en totes les profunditats de la mar Balear d'entre 0,007-0,018 °C/dècada; mentre que, si s'inclouen dades a partir de 1945, la tendència s'incrementa entre 0,022-0,029 °C/dècada. Des del 1996 s'observa una tendència generalitzada d'augment de temperatura i salinitat en totes les

Taula 1. Evolució de la temperatura a diverses profunditats des de l'any 1900. Els valors de temperatura s'han calculat a partir de les mitjanes dels intervals de confiança del 95 %. FONT: Vargas-Yáñez *et al.*³⁴

Tendències de temperatura de la mar Balear (°C/10 anys)		
Profunditat (m)	Entre 1900-2020	Entre 1945-2020
0-150	0,017	0,022
150-600	0,007	0,023
> 600	0,014	0,029
Total	0,018	0,028

masses d'aigua (WIW, LIW i DW). El càlcul de les sèries temporals mitjançant diferents metodologies fa pensar que aquests resultats són robustos i no depenen del processament de les dades:

- La tendència d'augment de la WIW (100-300 m) és de 0,14 °C/dècada.
- La tendència d'augment de la LIW (300-600 m) és de 0,1 °C/dècada.
- La tendència d'augment de la DW (> 600 m) és de 0,08 °C/dècada.

→ Per tant, totes les masses d'aigua, des d'aproximadament els 100 m de profunditat fins al fons de la mar Balear, han sofert un escalfament des de mitjan segle XX, essent més acusat en les últimes dècades.

→ Els models climàtics apunten que la temperatura de la mar augmentarà notablement durant el segle XXI en tota la columna de agua, especialment en els primers 150 metres.^{33, 34, 36}

→ És fonamental mantenir l'observació d'aquesta variable oceanogràfica per arribar a disposar de sèries de gran longitud temporal. Això permetria interpretar millor les dades de les tendències i afinar la variabilitat climàtica. Tot plegat hauria de redundar en una millora de la gestió de l'adaptació als possibles impactes.^{2, 38}

REFERÈNCIES

- ¹ VON SCHUCKMANN, K.; PALMER, M. D.; TRENBERTH, K. E. *et al.* (2016). «An imperative to monitor Earth's energy imbalance». *Nature Climate Change* 6 (2), 138-144. <https://doi.org/10.1038/nclimate2876>.
- ² 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, 1-20. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.610589>.
- ³ HOEGH-GULDBERG, O.; CAI, R.; POLOCZANSKA, E. *et al.* (2014). «The Ocean». A: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability Part B: Regional Aspects Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge; Nova York: Cambridge University Press.
- ⁴ BURROWS, M. T.; SCHOEMAN, D. S.; BUCKLEY, L. B. *et al.* (2011). «The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems». *Science*, 334(6056), 652-5. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2021.1946240>.
- ⁵ VON SCHUCKMANN, K.; LE TRAON, P-Y.; SMITH, N. *et al.* (2021). «Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 5». *Journal of Operational Oceanography*, 14(sup1), 1-185. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2021.1946240>.
- ⁶ VOLKOV, D. L.; BARINGER, M.; SMEED, D. *et al.* (2019). «Teleconnection between the Atlantic Meridional Overturning Circulation and Sea Level in the Mediterranean Sea». *Journal of Climate*, 32(3), 935-55. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0474.1>.
- ⁷ COMA, R.; RIBES, M.; SERRANO, E. *et al.* (2009). «Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(15), 6176-6181. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805801106>.
- ⁸ CONVERSI, A.; FONDA UMANI, S.; PELUSO, T. *et al.* (2010). «The Mediterranean Sea Regime Shift at the End of the 1980s, and Intriguing Parallelisms with Other European Basins». *PLoS ONE*, 5(5):e10633. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010633>.
- ⁹ CALVO, E. M.; SIMÓ, R.; COMA, R. *et al.* (2011). «Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea». *Climate Research*, 50(1), 1-29. <https://doi.org/10.3354/cr01040>.
- ¹⁰ VARGAS-YÁÑEZ, M.; ZUNINO, P.; BENALI, A. *et al.* (2010). «How much is the western Mediterranean really warming and salting?». *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C4). <https://doi.org/10.1029/2009JC005816>.
- ¹¹ VARGAS-YÁÑEZ, M.; MOYA, F.; GARCÍA-MARTÍNEZ, M. C. *et al.* (2010). «Climate change in the Western Mediterranean Sea 1900-2008». *Journal of Marine Systems*, 82(3), 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2010.04.013>.
- ¹² VARGAS-YÁÑEZ, M.; JUZA, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, M. C. *et al.* (2021). «Long-Term Changes in the Water Mass Properties in the Balearic Channels Over the Period 1996-2019». *Frontiers in Marine Science*, 8(March), 1-17. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.640535>.

- ¹³ 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>.
- ¹⁴ JUZA, M.; TINTORÉ, J. (2020). «Sub-regional Mediterranean Sea Indicators». Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB) [App web]. <<https://apps.socib.es/subregmed-indicators/>>.
- ¹⁵ MEDITERRANEAN CENTRE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES (2024). «Mediterranean Sea Surface Temperature report. Meteorology and Climatology Area». [en línia]. <<https://www.ceam.es/ceamet/SST/SST-trend.html>>.
- ¹⁶ MARBÀ, N.; DUARTE, C. (2010). «Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality». *Global Change Biology*, 16, 2366-75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02130.x>.
- ¹⁷ JORDÀ, G.; MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (2012). «Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming». *Nature Climate Change*, 2(11), 821-4. <https://doi.org/10.1038/nclimate1533>.
- ¹⁸ REGLERO, P.; CIANNELLI, L.; ALVAREZ-BERASTEGUI, D. *et al.* (2012). «Geographically and environmentally driven spawning distributions of tuna species in the western Mediterranean Sea». *Marine Ecology Progress Series*, 463, 273-84. <https://doi.org/10.3354/meps09800>.
- ¹⁹ ZENETOS, A.; GALANIDI, M. (2020). «Mediterranean non indigenous species at the start of the 2020s: recent changes». *Marine Biodiversity Records*, 13(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s41200-020-00191-4>.
- ²⁰ MARBÀ, N.; JORDÀ, G.; AGUSTÍ, S. *et al.* (2015). «Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota». *Frontiers in Marine Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00056>.
- ²¹ HILMI, N.; ALLEMAND, D.; CINAR, M. *et al.* (2014). «Exposure of mediterranean countries to ocean acidification». *Water*, 6(6), 719-44. <https://doi.org/10.3390/w6061719>.
- ²² LANDRY, M. R.; OHMAN, M. D.; GOERICKE, R. *et al.* (2012). «Pelagic community responses to a deep-water front in the California Current Ecosystem: overview of the A-Front Study». *Journal of Plankton Research*, 34(9), 739-48. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbs025>.
- ²³ LÓPEZ-JURADO, J.; GONZÁLEZ-POLA, C.; VELEZ-BELCHI, P. (2005). «Observation of an abrupt disruption of the long-term warming trend at the Balearic Sea, western Mediterranean Sea, in summer 2005». *Geophysical Research Letters*, 32. <https://doi.org/10.1029/2005GL024430>.
- ²⁴ VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARCOS, M.; GOMIS, D. (2024). «Nivell de la Mar». A: VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; GOURAGUINE, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024*. <https://doi.org/10.62135/VSO7793.e>.
- ²⁵ VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2024). «Onades de calor marines». A: VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; GOURAGUINE, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024*. <https://doi.org/10.62135/JFBC6211>.
- ²⁶ BALLESTEROS, E. (2022). «Assaig sobre una primera proposta d'àrees marines protegides a Balears». *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 65, 27-89.
- ²⁷ COPERNICUS MARINE SERVICE (CMEMS). [en línia]. <<https://resources.marine.copernicus.eu/products>>.
- ²⁸ VARGAS-YÁÑEZ, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, M. C.; MOYA, F. *et al.* (2017). «Updating temperature and salinity mean values and trends in the Western Mediterranean: The RADMED project». *Progress in Oceanography*, 157, 27-46. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.09.004>.
- ²⁹ VARGAS-YÁÑEZ, M.; JUZA, M.; BALBÍN, R. *et al.* (2020). «Climatological Hydrographic Properties and Water Mass Transports in the Balearic Channels From Repeated Observations Over 1996-2019». *Frontiers in Marine Science*, 7(September), 1-22. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.568602>.
- ³⁰ JUZA, M.; ESCUDIER, R.; VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2019). «Characterization of changes in Western Intermediate Water properties enabled by an innovative geometry-based detection approach». *Journal of Marine Systems*, 191, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.11.003>.
- ³¹ VARGAS-YÁÑEZ, M.; GARCÍA MARTÍNEZ, M. C.; MOYA RUIZ, F. *et al.* (2010). «Cambio climático en el mediterráneo español». Institut Espanyol d'Oceanografia, Ministeri d'Educació i Ciència (editor).

- ³² VARGAS-YÁÑEZ, M.; MALLARD, E.; MICHEL, R. *et al.* (2012). «The effect of interpolation methods in temperature and salinity trends in the Western Mediterranean». *Mediterranean Marine Science*, 13. <https://doi.org/10.12681/mms.28>.
- ³³ BARCELÓ-LLULL, B.; PASCUAL, A.; RUIZ, S. *et al.* (2019). «Temporal and Spatial Hydrodynamic Variability in the Mallorca Channel (Western Mediterranean Sea) From 8 Years of Underwater Glider Data». *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(4), 2769-86. <https://doi.org/10.1029/2018JC014636>.
- ³⁴ VARGAS-YÁÑEZ, M.; MOYA, F.; SERRA, M. *et al.* (2023). «Observations in the Spanish Mediterranean Waters: A Review and Update of Results of 30-Year Monitoring». *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(7), 1284. <https://doi.org/10.3390/jmse11071284>.
- ³⁵ JORDÀ, G.; GOMIS, D.; ÁLVAREZ-FANJUL, E.; SOMOT, S. (2012). «Atmospheric contribution to Mediterranean and nearby Atlantic sea level variability under different climate change scenarios». *Global and Planetary Change*, 80-81, 198-214. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.10.013>.
- ³⁶ ADLOFF, F.; SOMOT, S.; SEVAULT, F. *et al.* (2015). «Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios». *Climate Dynamics*, 45(9), 2775-802. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2507-3>.
- ³⁷ DARMARAKI, S.; SOMOT, S.; SEVAULT, F. *et al.* (2019). «Future evolution of Marine Heatwaves in the Mediterranean Sea». *Climate Dynamics*, 53(3), 1371-92. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04661-z>.
- ³⁸ SOTO-NAVARRO, J.; JORDÀ, G.; AMORES, A. *et al.* (2020). «Evolution of Mediterranean Sea water properties under climate change scenarios in the Med-CORDEX ensemble». *Climate Dynamics*, 54(3), 2135-65. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-05105-4>.
- ³⁹ PASCUAL, A.; MACÍAS, D. (2021). «Ocean Science Challenges for 2030». Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

CITAR COM

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 de la mar Balear». A: VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; GOURAGUINE, A. (EDS.). *Informe Mar Balear 2024* <https://www.informemarbalear.org/cat/canvi-global/imb-temperatura-aigua-cat_2024.pdf>. <http://doi.org/10.62135/IAJB7896>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Agustí Jansà.

Temperatura de l'aire

1. Sobre la mar

2. Sobre la terra

La regió mediterrània, i concretament la mar Balear, s'està escalfant més ràpidament que la mitjana global, però més lentament que el conjunt del continent europeu. Com succeeix amb la temperatura superficial de la mar, les sèries històriques de temperatura de l'aire mesurades per l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) als tres aeroports internacionals de les Illes (Palma, Maó i Eivissa) estan mostrant un important augment en les darreres dècades (figura 1).

Partint d'aquestes dades, l'escalfament mitjà de l'aire sobre la terra a les Illes Balears entre els anys 1979 i 2023 ha estat de 0,28 °C/dècada. L'escalfament planetari global, en el mateix període 1979-2023, ha estat de 0,18 °C/dècada, segons dades basades en la reanàlisi ERA5, obtingudes de Copernicus C3S/ECMWF¹ elaborades per Agustí Jansà. Així que l'escalfament mitjà als tres aeroports de les Balears (temperatura de l'aire sobre la terra) ha estat un 55 % superior a l'escalfament global.² Com a contrast, l'escalfament al conjunt del continent europeu ha estat de 0,42 °C/dècada, un 50 % més gran que l'escalfament de l'aire sobre la terra a les Illes Balears.

La temperatura de l'aire sobre la mar s'aproxima més a la temperatura superficial de l'aigua de la mar (a partir d'ara SST, sigles en anglès de Sea Surface

Temperature) que a la temperatura de l'aire sobre la terra, però les adveccions vives d'aire fred o d'aire càlid poden permetre diferències molt importants entre l'SST i la temperatura de l'aire a 3 m sobre la superfície de l'aigua marina.

La diferència de temperatura entre l'aire i la mar és un factor important de l'intercanvi de calor entre els dos medis; però no és l'únic, ja que el vent és el gran mecanisme refredador de la mar —per evaporació—, fins a convertir-se en un factor clau de la formació d'aigua profunda en el nord de les Balears.²

Les variacions en els fluxos de calor aire-mar —associats a diferències de temperatura aire-aigua, però també a l'evaporació per vent— poden tenir impactes d'escala global mitjançant canvis en la circulació atmosfèrica i oceànica.^{3,4}

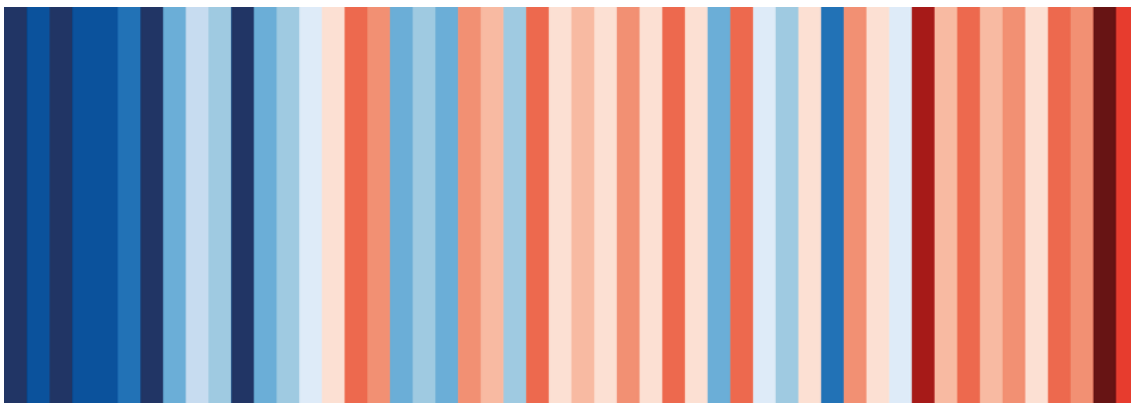


Figura 1. Gràfic de ratlles climàtiques (*climate stripes*) que visualitza les anomalies anuals de temperatura causades pel canvi global entre els anys 1974-2023. Les anomalies es calculen respecte de 1974-2023, i es basen en la mitjana dels valors de temperatura capturats als aeroports de Maó, Palma i Eivissa. S'observa una tendència a l'escalfament (colors vermells) amb el pas dels anys. Els extrems de l'anomalia són -1,24 i 1,46 °C. FONT DE DADES: AEMET. ELABORACIÓ: A. Jansà i D. Argüeso (UIB).

QUÈ ÉS?

És un indicador climàtic de canvi global en el que es reflecteix la interacció de temperatures aire-mar, ja que entre aquests dos medis es produeix un intercanvi de calor. També s'inclou la temperatura terrestre de les Illes Balears per tenir una comparativa dels canvis de temperatura entre mar, aire i terra.

METODOLOGIA

Les mesures de temperatura de l'aire es realitzen a través de sensors instal·lats en boies oceanogràfiques que floten en estacions fixes, a 3 m de la superfície de l'aigua (vegeu la imatge). La precisió de les temperatures recollides pels sensors és de 0,01 °C. Les dades han estat facilitades per Ports de l'Estat a partir de les dues boies següents:

- Boia de Maó (latitud 39,71°N, longitud 4,42°E): ancorada a 300 m de profunditat.
- Boia de sa Dragonera (latitud 39,56°N, longitud 2,10°E): ancorada a 141 m de profunditat.

Adicionalment es comparen temperatures de la boia de sa Dragonera —tant de l'aire com superficial de l'aigua (dades cedides per Ports de l'Estat)— amb temperatures mitjanes de l'aire sobre la terra dels tres aeroports internacionals de les Balears (Palma, Maó i Eivissa) procedents de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET).

RESULTATS

Les temperatures mitjanes mensuals de l'aire sobre la mar varien entre 7,7-28 °C a Maó i 10,5-29,2 °C a sa Dragonera. La boia de sa Dragonera recull temperatures més càlides que la de Maó, possiblement a causa d'una interacció més petita amb els vents freds de component nord (tramuntana), responsables de refredar la mar.

Les temperatures de l'estiu del 2022 varen ser extraordinàries tant a la terra com a l'aire sobre la mar, assolint màxims a l'agost de fins a 41 °C a l'aeroport d'Eivissa, de 33,3 °C a la boia de sa Dragonera i de 32,3 °C a la boia de Maó.

L'estiu del 2023 ha estat gairebé tan llarg i càlid com ho va ser l'extraordinari estiu del 2022. El màxim valor absolut de temperatura de l'aire sobre la mar va ser de 32,9 °C a la boia de sa Dragonera.

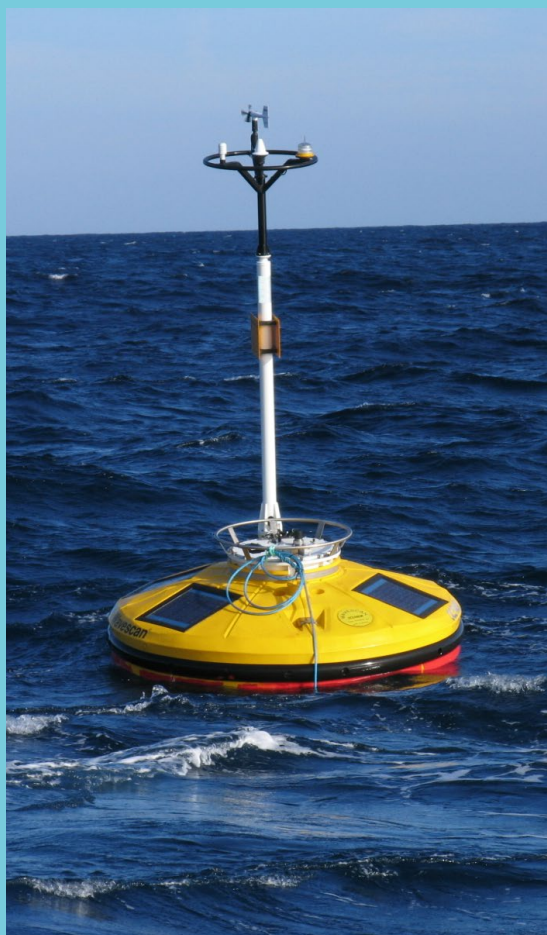
Al juliol del 2023 l'anomalia mitjana mensual de la temperatura de l'aire sobre la mar va superar totes les anomalies de l'any 2022.

Durant els mesos de juliol i agost dels anys 2022 i 2023 s'han assolit uns valors molt elevats d'anomalia mitjana mensual de temperatura de l'aire sobre la mar, que han superat els 3 °C; les anomalies de la temperatura de la mar s'han situat a prop dels 2 °C (any 2022) i d'1,5 °C (any 2023).

PER QUÈ?

Sèries històriques de temperatura de l'aire mesurades en estacions terrestres de les Illes Balears estan mostrant un augment en les darreres dècades. És necessari disposar d'un seguiment temporal de les variables climàtiques de temperatura i entendre millor la interacció entre mar, aire i terra. Això permetrà ampliar el coneixement dels mecanismes que regeixen el canvi global a les Balears.

LOCALITZACIÓ



Imatge d'una boia WaveScan de Ports de l'Estat utilitzada per al mesurament de variables oceanogràfiques i de temperatura de l'aire sobre la mar a 3 m sobre l'aigua. FONT: Ports de l'Estat.

Per tant, aquest paràmetre també s'utilitza com a indicador de canvi global, ja que pot afectar la biodiversitat i els hàbitats marins i, per tant, derivar en conseqüències socioeconòmiques negatives.

La cessió de calor i humitat de la mar a l'aire és un factor que, al temps, pot afavorir precipitacions intenses a la Mediterrània, tot i que no és l'únic i no es troben correlacions massa significatives entre precipitació intensa i anomalies tèrmiques de l'SST.

Per tant, hi ha una necessitat d'entendre millor els mecanismes de canvi de temperatura de l'aire sobre la mar i de disposar d'un seguiment de la temperatura de l'aire i l'SST que contribueixi a millorar el coneixement sobre el canvi global a les Balears.

METODOLOGIA

Les dades de la temperatura de l'aire sobre la mar es mesuren directament mitjançant sensors fixats a boies que floten en estacions fixes. Les mesures es fan a 3 m sobre la superfície de l'aigua. Les boies es fondegen lluny de la línia de costa per evitar possibles efectes locals.

Les dades de la temperatura de l'aire sobre la mar provenen de dues boies WaveScan gestionades per Ports de l'Estat i s'han descarregat de la seva pàgina web d'oceanografia:⁵

→ Boia de Maó (latitud 39,71° N, longitud 4,42° E): dades des de l'any 1993, ancorada a 300 m de profunditat.

→ Boia de sa Dragonera (latitud 39,56° N, longitud 2,10° E): dades des de l'any 2006, ancorada a 141 m de profunditat.

Cada boia genera internament valors mitjans que són transmesos en temps real via satèl·lit. Cada dada es calcula com a mesura instantània en períodes de 10 minuts. La col·lecta de dades es complementa amb un control de qualitat de tots els equips de mesura, que indica valors anòmals o de variabilitat. Les dades utilitzades a les gràfiques són únicament els valors acceptables, —i. e. els que compleixen un control de qualitat = 1, 2 i 3—. El sensor utilitzat és Seabird 37-SIP i la precisió de temperatura és de 0,01 °C.

Adicionalment es comparen dades de la boia de sa Dragonera —tant de temperatura de l'aire com de l'SST— amb dades de temperatura mitjana de l'aire sobre la terra, a les estacions terrestres dels aeroports de les Balears procedents de l'AEMET, recollides entre els anys 2009 i 2023. Aquestes dades han estat processades per convertir-les en mitjanes mensuals de temperatura, facilitant la interpretació de les tendències.

Finalment, es mostren en detall les temperatures dels darrers anys (desembre de 2021-març de 2024). Es comparen amb les temperatures mensuals mitjanes entre els anys 2009-2020 de la boia de sa

Dragonera (aire i mar) i les temperatures dels aeroports de les Illes (terrestres). Per tant, les temperatures del rang d'anys 2009-2020 són les emprades com a referència climàtica.

RESULTATS

La temperatura de l'aire sobre la mar Balear, obtinguda mitjançant boies, mostra cicles de variació anuals (figura 2). Les mitjanes mensuals oscil·len entre 10,5-29,2 °C a sa Dragonera (anys 2006-2023) i entre 7,7-28,03 °C a Maó (anys 1993-2023).

L'agost del 2022 es varen enregistrar els màxims de temperatura des que hi ha registre a ambdues boies: 33,26 °C a sa Dragonera i 32,24 °C a Maó. Les elevades temperatures de l'estiu del 2022 es varen considerar extraordinàries a la mar Balear, només igualables, fins aleshores, a les de l'estiu de l'any 2003 (Jansà, 2022).⁶ Val a dir que l'estiu de 2023 les temperatures de l'aire sobre l'aigua han tornat a ser molt altes, amb un màxim de 32,9 °C registrat a sa Dragonera. Quant als mínims, no s'obtenen valors mitjans mensuals inferiors a 10,5 °C a sa Dragonera; en canvi, a la boia de Maó s'enregistren en dues ocasions: 8,12 °C el gener del 2002 i 7,68 °C el febrer del 2012.

En general, la boia de sa Dragonera assoleix temperatures mitjanes mensuals d'1,1 °C més elevades que la de Maó. Això pot ser causat pel fet que Menorca queda dins l'àmbit geogràfic del vent de component nord (tramuntana), que és el màxim responsable de refredar la mar a la Mediterrània occidental.^{4, 7, 8} El refredament de la mar pot contribuir a refredar l'aire, tot i que, en el cas de la tramuntana, la pròpia advecció freda suposa un refredament directe de l'aire i sa Dragonera queda habitualment fora d'aquest àmbit.

Considerant tot el període 2006-2020, a la boia de sa Dragonera durant gairebé tot l'any s'observa que la temperatura mitjana de l'aire sobre la mar és més baixa que la temperatura de l'aigua, excepte els mesos d'abril i maig, quan ambdues temperatures s'igualen (figura 3). Per tant, la gran part de l'any la mar es troba en condicions de cedir calor a l'aire. Molt més difícil és que l'aire escalfi l'aigua.

Durant tot l'any, la temperatura mitjana de l'aire sobre la terra als aeroports de les Illes Balears és inferior a les SST i a la temperatura de l'aire sobre la mar a la boia de sa Dragonera. La diferència entre la temperatura de l'aire sobre la terra i l'SST assoleix els 4 °C els mesos d'hivern. Al contrari, la temperatura de l'aire sobre la mar arriba a igualar la temperatura sobre la terra entre els mesos de maig a agost.

El refredament nocturn de les Illes és la causa principal que les temperatures sobre la terra siguin més baixes que les temperatures de l'aire sobre la mar la gran part de l'any. L'escalfament diürn arriba a compensar el refredament nocturn durant els mesos de més radiació solar i nits més curtes, però no arriba a produir-se un canvi de signe. Vist d'una altra manera:

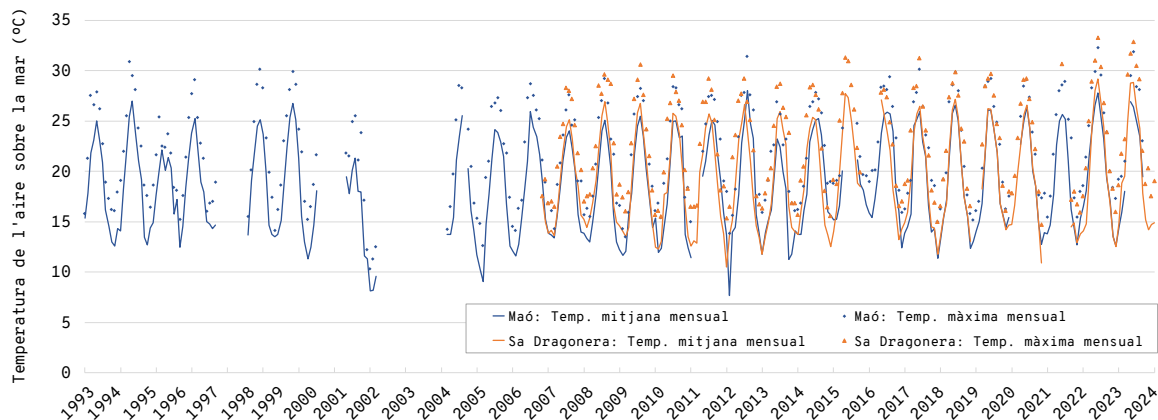


Figura 2. Seguiment històric de la temperatura de l'aire a 3 m sobre l'aigua registrada per les boies de Ports de l'Estat de Maó i de sa Dragonera. FONT: Ports de l'Estat.

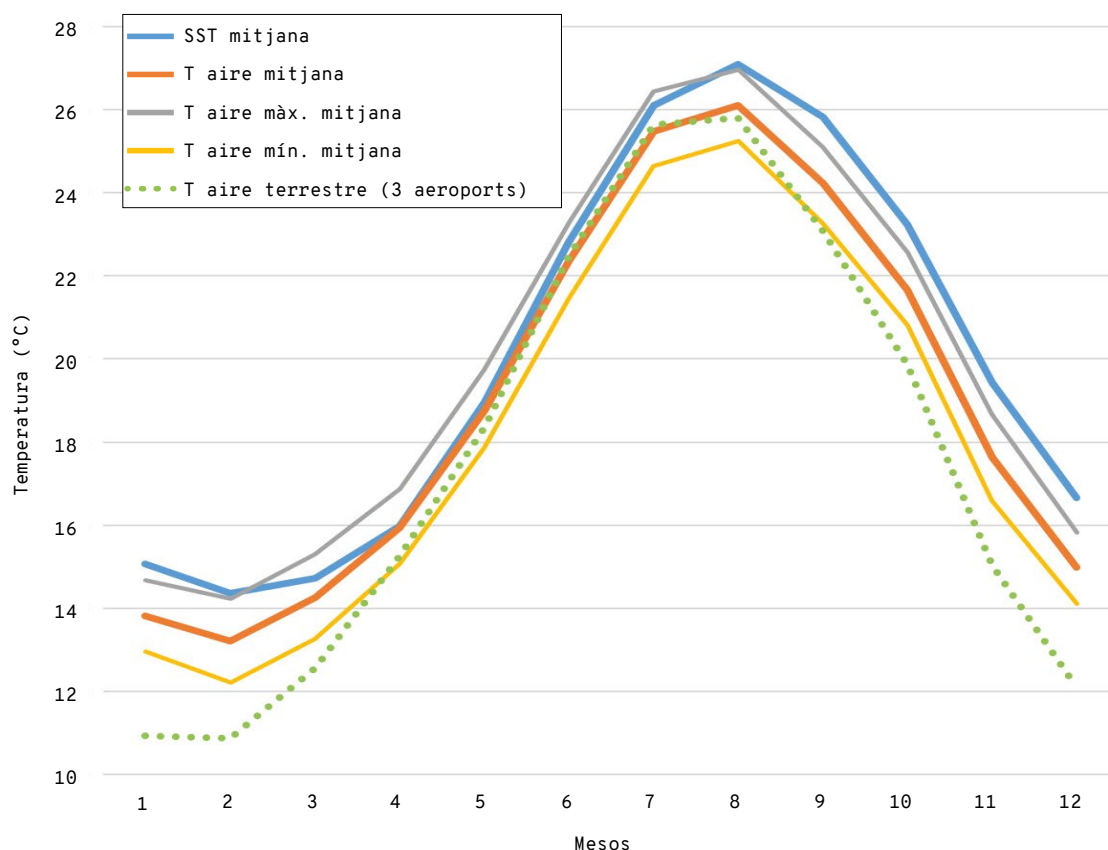


Figura 3. Temperatura mensual mitjana de l'aigua (SST, línia blava) i de l'aire (T aire, línia taronja) amb valors màxims (màx., línia gris) i mínims (mín., línia groga) de la boia de sa Dragonera entre els anys 2006-2020. La línia de punts fa referència a la mitjana de la temperatura de l'aire als tres aeroports de les Balears per al mateix període. FONT DE DADES: Ports de l'Estat, AEMET. ELABORACIÓ: Agustí Jansà.

L'oscil·lació mitjana diària de les temperatures de l'aire sobre la mar és de només 1,9 °C. L'oscil·lació mitjana diària al conjunt dels tres aeroports és de gairebé 9 °C (un valor que no és massa alt comparat amb les fortes oscil·lacions de l'interior del continent).⁸

L'escassa longitud de les sèries de temperatura de l'aire sobre la mar a les boies no permet induir directament les tendències associades al canvi climàtic, però no és molt aventurat suposar que aquestes tendències no estaran massa allunyades de les que es poden calcular amb les dades dels aeroports.

Anàlisi detallada dels darrers anys combinant dades de temperatura de la boia de sa Dragonera i dels tres aeroports de les Illes (2021-2024)

Els estius dels darrers dos anys han estat llargs i molt càlids, sobretot el del 2022 (figura 4), sols igualable a l'estiu de l'any 2003.⁶ Les anomalies d'SST, de temperatura de l'aire sobre la mar i de temperatura sobre la terra són totes positives (és a dir, més altes que la referència) la majoria de mesos, excepte desembre del 2021, gener, març i abril del 2022, i gener

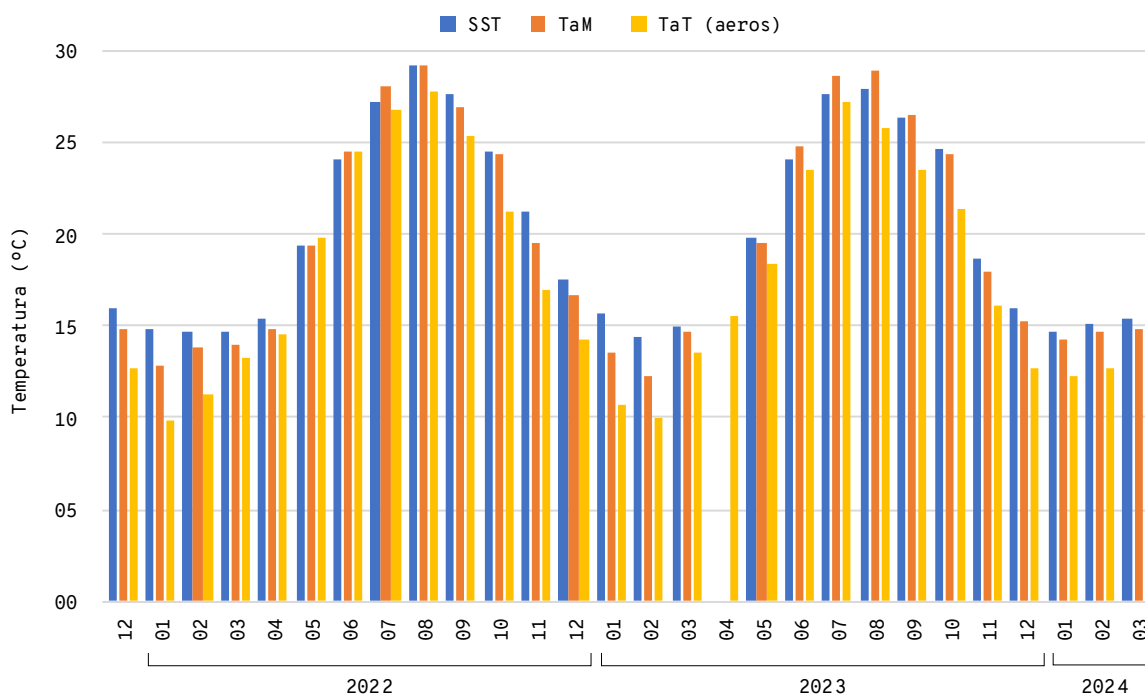


Figura 4. Mitjanes mensuals de la temperatura superficial de la mar (SST), la temperatura de l'aire sobre la mar (TaM) i la temperatura de l'aire sobre la terra (TaT) als tres aeroports de les Illes Balears (aeros) de desembre del 2021 a març del 2024. FONT DE DADES: SST i TaM, Ports de l'Estat (boia de sa Dragonera); TaT, AEMET.

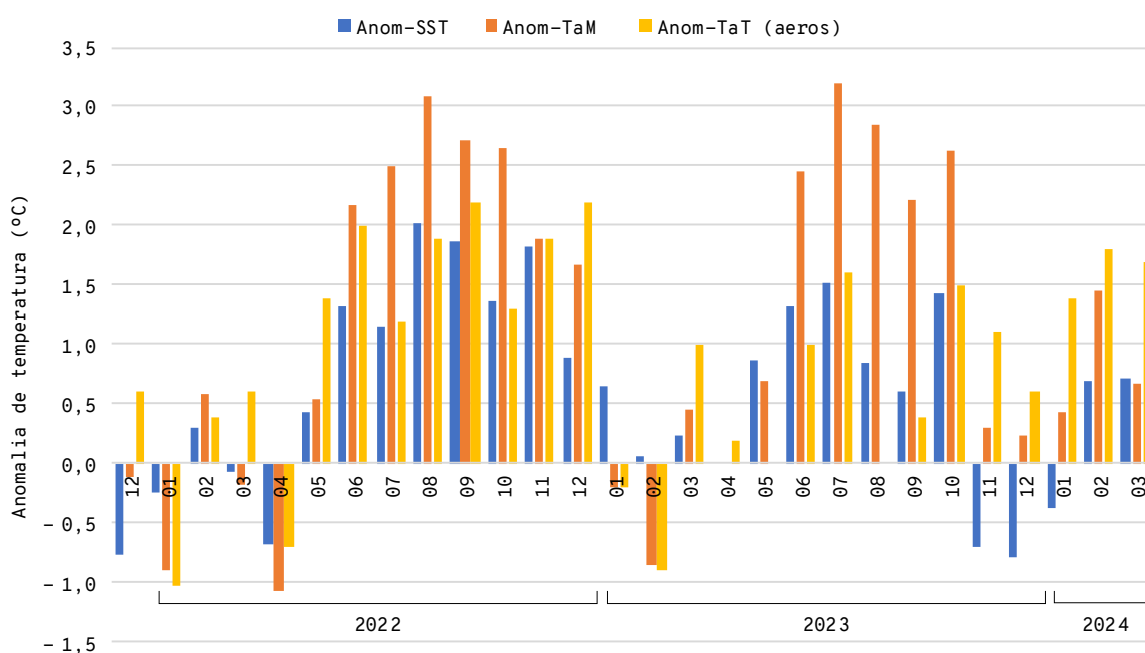


Figura 5. Anomalies de la temperatura superficial de la mar (SST) i de la temperatura de l'aire sobre la mar (TaM) a la boia de sa Dragonera i de la temperatura de l'aire sobre la terra (TaT) als tres aeroports de les Illes Balears (aeros), des de desembre del 2021 fins a març del 2024, calculades respecte de 2009-2020. FONT DE DADES: SST i TaM, Ports de l'Estat (boia de sa Dragonera); TaT, AEMET.

i febrer del 2023 (figura 5). El mesos de novembre i desembre del 2023 i el gener del 2024, l'anomalia d'SST és lleugerament negativa, mentre que les anomalies de temperatura de l'aire sobre la mar i sobre la terra són positives. En conjunt, les temperatures i les anomalies de l'estiu ampliat (maig a octubre) són totes positives i notablement altes. L'estiu del 2023 ha estat llarg i càlid, gairebé tant com ho havia estat l'extraordinari estiu del 2022. L'anomalia de la temperatura de l'aire sobre la mar de juliol del 2023 ha estat lleugerament més alta fins i tot que totes

les anomalies del 2022. Les anomalies positives més grans són, en general, les de la temperatura de l'aire sobre la mar. El juliol i l'agost del 2022 i del 2023 han superat els 3 °C, un valor que es considera molt elevat per a una anomalia mitjana mensual.

La figura 6 mostra els valors mitjans diaris de l'evolució de les anomalies (respecte de 2009-2020) de l'SST i la temperatura de l'aire sobre la mar a la boia de sa Dragonera. Es veu que hi ha un clar paral·lelisme entre unes i altres anomalies: la mar

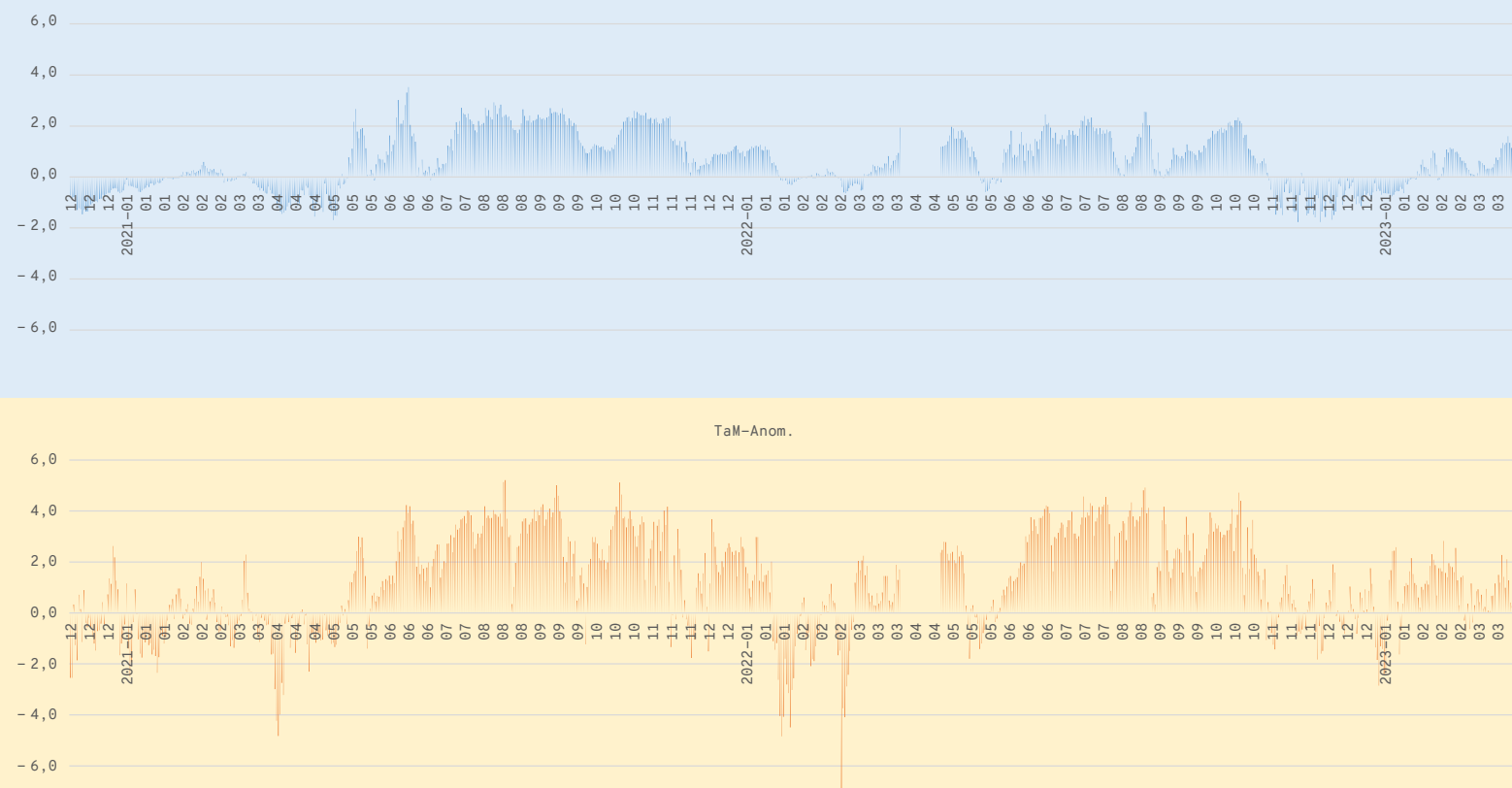


Figura 6. Anomalies diàries, respecte de 2009-2020, de la temperatura de l'aigua (SST) i la temperatura de l'aire sobre l'aigua (TaM) a la boia de sa Dragonera, entre desembre del 2021 i març del 2024. FONT DE DADES: Ports de l'Estat.

(SST) s'escalfa per sobre del que és normal quan ho fa l'aire sobre la mar, i es refreda per sobre del que és normal quan ho fa l'aire. L'amplitud de les anomalies és, no obstant, bastant més forta a l'aire que a l'aigua. Durant els dos darrers llargs i càlids estius (dels anys 2022 i 2023), les anomalies diàries d'SST són de l'ordre dels 2 °C, mentre que les de l'aire es troben entre els 3 i 4 °C. Quan hi ha una irrupció freda, la diferència és més gran: l'aigua es refreda poc o gens, mentre que l'aire es pot refredar molt. Un moment exemplar, en aquest sentit, és la irrupció freda del 27 de febrer del 2023: l'aigua gairebé no la va notar, mentre que l'aire presentava una anomalia de 7 °C.

CONCLUSIONS

- Les tendències observades d'augment de temperatura de l'aire sobre la terra entre 1979 i l'actualitat, calculades als aeroports de les Illes, són de 0,28 °C, molt més que la mitjana global sobre la terra, però molt menys que al continent europeu.
- Les temperatures mitjanes mensuals de l'aire sobre la mar a Maó (anys 1993-2023) oscil·len entre els 7,7-28,0 °C, i a sa Dragonera (anys 2006-2023) entre els 10,5-29,2 °C.
- No s'assoleixen temperatures mitjanes mensuals inferiors a 10,5 °C a la boia de sa Dra-

gonera, que en general registra temperatures mensuals mitjanes més càlides que la boia de Maó (~ 1 °C), possiblement per tenir menys influència del vent de tramuntana, de component nord. El mínim de temperatura de l'aire sobre la mar és de 7,7 °C, que es va assolir a la boia de Maó el febrer de l'any 2012.

- L'agost del 2022 va mostrar temperatures extremes, ja que es van assolir els màxims absoluts de temperatura de l'aire sobre la mar a les boies de Maó i sa Dragonera des que hi ha registres (1993 i 2006, respectivament). Els màxims són de 32,24 °C a Maó i de 33,26 °C a sa Dragonera, uns valors que, no obstant, queden enfora dels màxims absoluts de temperatura de l'aire sobre la terra mesurats als aeroports (~ 40 °C). S'ha de dir que l'estiu del 2023 s'han registrat màxims no massa allunyats del rècord del 2022: el màxim de temperatura de l'aire sobre la mar va assolir els 32,9 °C a sa Dragonera.
- Al juliol de l'any 2023 es varen superar totes les anomalies mitjanes mensuals de la temperatura de l'aire sobre la mar del 2022.
- Els estius del 2022 i del 2023 s'han superat els 3 °C d'anomalies mitjanes mensuals de temperatura de l'aire sobre la mar. Les anomalies mitjanes de la temperatura de la mar han estat d'entre 2 °C (any 2022) i 1,5 °C (any 2023).

REFERÈNCIES

- ¹ <https://climate.copernicus.eu>
- ² JANSÀ, A. (2022, 2023). «Estat del clima a les Illes Balears». [en línia]. <<http://lincc.uib.eu/inici-2/publicacions-recursos/publicacions-del-laboratori-interdisciplinari-sobre-canvi-climatic-2/estat-del-clima-a-les-illes-balears/>>.
- ³ XOPLAKI, E.; GONZÁLEZ-ROUCO, J. F.; LUTERBACHER, J.; WANNER, H. (2003). «Mediterranean summer air temperature variability and its connection to the large-scale atmospheric circulation and SSTs». *Climate Dynamics*, 20(7-8), 723-39.
- ⁴ LÓPEZ-JURADO, J. L.; TINTORÉ, J.; SALAT, J.; MIRALLES, L.; JANSÀ, A. (1982). «A simple model of a water column applied to the deep water formation in Northern Catalan Sea». *Annales Geophysicae*, 5B(2), 55-60.
- ⁵ PORTS DE L'ESTAT. [en línia]. <<https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>>.
- ⁶ JANSÀ, A. (2022). «Estat del clima a les Illes Balears. Estiu 2022». [en línia]. <<http://lincc.uib.eu/inici-2/publicacions-recursos/publicacions-del-laboratori-interdisciplinari-sobre-canvi-climatic-2/estat-del-clima-a-les-illes-balears/>>.
- ⁷ JANSÀ, A. (1987). «Distribution of the Mistral: A satellite observation». *Meteorology and Atmospheric Physics*, 36(1), 201-14.
- ⁸ JANSÀ, A. (2014). *El clima de les Illes Balears*. Palma: Lleonard Muntaner Editor.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; JANSÀ, A. (2024). «Temperatura de l'aire». A: VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; GOURAGUINE, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024* <https://www.informemarbalear.org/ca/canvi-global/imb-temperatura-aire-cat_2024.pdf>. <https://doi.org/10.62135/QIVZ3964>.

Espècies emblemàtiques



@Xavier Mas

Tortuga marina (*Caretta caretta*)

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Raquel Vaquer-Sunyer i Natalia Barrientos a partir de les dades cedides per les següents institucions: La Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural, el Consorci per a la Recuperació de la Fauna de les Illes Balears (COFIB), la Fundación Palma Aquarium, Marineland Mallorca i el Laboratori d'Investigacions Marines i Aqüicultura (LIMIA).

Tortuga marina (*Caretta caretta*)

1. Nombre de nius
2. Nombre d'ous
3. Èxit reproductor
4. Supervivència
5. Nombre d'exemplars retornats a la mar
6. Nombre d'encallaments
7. Nombre d'exemplars recuperats i alliberats després d'un encallament

La tortuga marina o tortuga babaua (*Caretta caretta*) és un rèptil marí de la família Cheloniidae. Té una mida mitjana, amb una closca que pot superar el metre de longitud (longitud màxima de closca de 120 cm) i els 200 kg de pes.^{1, 2} Té un cap gran amb un bec i un coll molt robusts. Presenta una coloració dorsal marró amb voreres roges o ataronjades, i el ventre és blanquinós amb tonalitats de color groc pàl·lid. Les cries presenten tonalitats de color gris fosc. Té un bec queratinitzat amb les vores llises. Les aletes davanteres i les extremitats posteriors, amb forma de timó, presenten dues formacions espinoses (pues o ungles). La closca té forma de cor aplanat, amb una amplada d'aproximadament el 76 % de la seva longitud. La closca dorsal té 5 parells de plaques laterals (figura 1) i 3 parells de plaques inframarginals sobre el plastró.

Els mascles adults poden arribar a tenir una mida lleugerament superior a la de les femelles. Una de les diferències entre els sexes (dimorfisme sexual) és que els mascles tenen una coa molt més llarga i robusta, que pot superar els 30 cm, mentre que la de les femelles normalment no surt de la closca. Aquestes diferències entre els sexes no apareixen fins a la maduresa sexual.

Els individus grans solen presentar una gran varietat d'organismes epibionts (que viuen damunt la tortuga) associats a la closca dorsal —algues, cucs de tub, balànids o crustacis sèssils—. Hi ha una espècie de cranc (*Planes minutus*) que viu associat a les tortugues babaues, entre la cloaca i la closca. Hi havia la

creença que aquest cranc s'alimentava de les femtes de la tortuga, però s'ha demostrat que té un paper netejador, en alimentar-se d'altres organismes epibionts (com per exemple, cirrípedes o amfípodes paràsits).³

Aquesta espècie es troba a les aigües de l'oceà Atlàntic, el Pacífic, l'Índic i la mar Mediterrània; en aquesta mar és la tortuga marina més abundant, amb una població estimada de 25.000 exemplars a la conca Algeriana (situada entre les Illes Balears, Múrcia, Còrsega i el nord d'Àfrica).^{4, 5} La majoria d'aquests individus són de procedència atlàntica i es diferencien genèticament de la població que es reproduïx a la conca Mediterrània oriental.⁶

QUÈ ÉS?

La tortuga marina o tortuga babaua (*Caretta caretta*) és un rèptil marí de la família Cheloniidae que té una mida mitjana —la closca pot superar el metre de longitud i pesar fins a 200 kg—. ^{1,2} Es troba a les aigües de l'Atlàntic, el Pacífic, l'Índic i la mar Mediterrània; en aquesta mar és la tortuga marina més abundant, amb una població estimada de 25.000 exemplars a la conca Algeriana (entre les Illes Balears, Múrcia, Còrsega i el nord d'Àfrica). ^{4,5} És l'única espècie de tortuga marina que nidifica predominantment fora de latituds tropicals, ^{7,8} tot i que també hi ha algunes àrees de nidificació importants als tròpics. ⁷

A les Illes Balears se'n poden observar principalment individus juvenils i subadults. ⁴ Es poden veure exemplars de tortuga tot l'any, però els encallaments són més abundants entre els mesos de juny i setembre. ^{4,9}

METODOLOGIA

S'han obtingut dades procedents del Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears per als següents indicadors:

- Nombre de nius de tortuga marina (*Caretta caretta*) a platges de les Illes Balears
- Nombre d'ous
- Èxit reproductor
- Supervivència
- Nombre d'exemplars alliberats al medi marí

L'èxit reproductor s'ha assumit igual a l'èxit d'eclosió, calculat segons el nombre de tortugues que varen néixer vives respecte del nombre d'ous que es varen pondre, expressat en tant per un. La supervivència s'ha estimat segons la supervivència de les cries de tortuga als centres on es van dur per fer el procés de cria en medi artificial controlat (conegut com *heads-tarting* en anglès). Aquest procés es fa per afavorir la supervivència de les tortugues, que presenten una elevada mortalitat el primer any de vida.

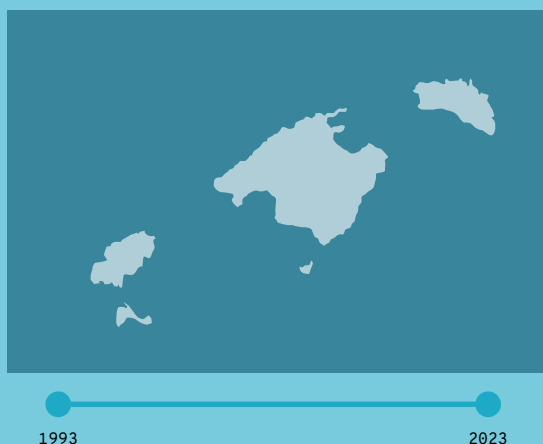
S'han obtingut dades d'encallaments de tortugues entre els anys 1993 i 2014 de Marineland Mallorca i entre 2014 i 2023 de la Fundació Palma Aquarium. Aquestes entitats, en col·laboració amb el Consorci per a la Recuperació de la Fauna de les Illes Balears (COFIB), s'han encarregat del rescat, la cura i l'alliberament posterior dels exemplars de tortuga encallats a les Balears durant aquests anys, sota l'autorització i la coordinació del Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears.

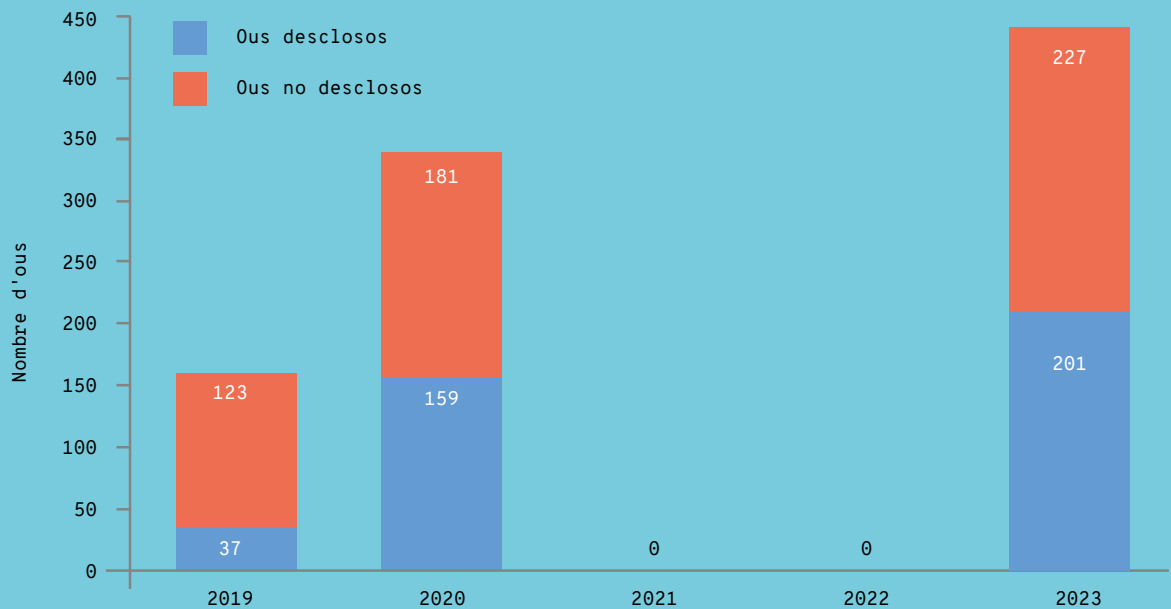
PER QUÈ?

Aquesta espècie està protegida per normativa estatal i internacional i està catalogada com a vulnerable per la International Union for the Conservation of Nature (IUCN).

Els anys 2019, 2020 i 2023 s'han localitzat nius de tortuga marina a les platges de les Balears.

LOCALITZACIÓ





Nombre total d'ous posats a les platges de les Balears entre els anys 2019 i 2023: en color blau, els ous que varen descloure's, i en color taronja, els no desclousos. FONT: Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears.

RESULTATS

- L'any 2019 es varen localitzar per primera vegada 2 nius de tortuga marina a platges de les Illes Balears, tots a Eivissa. L'any 2020 es varen localitzar 3 nius: 2 a Menorca i 1 a Eivissa. I l'any 2023 es varen localitzar 6 nius: 3 a Mallorca i 3 a Eivissa.
- L'any 2021 no es va localitzar cap niu a les platges de les Illes Balears, tot i registrar-se un intent de nidificació a la platja de Migjorn, a Formentera, que finalment no va acabar amb posta perquè un turista va forçar, per desconeixement, el retorn de la femella a la mar. L'any 2022 hi va haver un altre intent frustrat de nidificació a Formentera, en el qual la tortuga va desistir per no trobar les condicions idònies per fer el niu.
- Aquests nous nius poden provenir de tortugues perdudes o no-filopàtriques (que no tornen a fer el niu al lloc on varen néixer), o bé poden reflectir colonització des d'altres colònies de nidificació.
- El nombre d'ous que es varen pondre va ser de 160 l'any 2019; de 340 l'any 2020 (180 ous més que l'any anterior); i de 428 ous l'any 2023.
- L'èxit reproductor dels anys 2019, 2020 i 2023 va ser del 0,23, el 0,42 i el 0,47, respectivament. Per tant, l'any 2019 va descloure's el 23 % dels ous; l'any 2020 ho va fer el 42 %; i l'any 2023, el 47 %.
- De les tortugues nascudes l'any 2019, varen sobreviure el 94,6 % de les que es van dur a centres per a la cria en medi artificial controlat (35 tortugues); 33 d'aquestes tortugues es van retornar al medi marí, 9 de les quals amb una marca emissora per satèl·lit per conèixer-ne la posició i l'evolució.
- De les tortugues que varen néixer l'any 2020, un total de 93 es varen dur a centres per a la cria en medi artificial controlat (*headstarting*), de les quals en varen sobreviure 86, i 84 es van retornar al medi marí.
- De les 201 tortugues que varen néixer l'any 2023, un total de 144 es varen dur a centres per a la cria en medi artificial controlat (*headstarting*) i 52 es varen alliberar al medi en el moment del naixement.
- S'ha localitzat un total de 1.288 tortugues marines encallades entre els anys 1993 i 2023: 634 de vives i 654 de mortes. Els anys 2020 i 2023 es va trobar el nombre màxim de tortugues encallades (83 en cada cas): al 2020, 30 de mortes i 53 de vives, de les que en varen sobreviure 47; i al 2023, 46 de mortes i 37 de vives, de les que en varen sobreviure 33. La principal causa d'encallament entre els anys 2015 i 2023 ha estat l'emmarcament en plàstics o en arts de pesca fantasma.
- Un total de 173 tortugues s'han recuperat i retornat al medi entre els anys 2015 i 2023.



Figura 1. Esquema d'identificació de la tortuga babaua (*Caretta caretta*). FONT: Instagram @martaunderwater.

La tortuga marina comuna (*Caretta caretta*) és l'única espècie de tortuga marina que nidifica predominantment fora de latituds tropicals,^{7,8} tot i que també hi ha algunes àrees de nidificació importants dins els tròpics.⁷

A les Illes Balears es poden observar principalment individus juvenils i subadults.⁴ Es poden veure exemplars de tortuga marina durant tot l'any, però els encallaments són més abundants entre els mesos de juny i setembre.^{4,9} Les causes d'encallament són indicadors dels impactes que incideixen majoritàriament sobre l'espècie. Les captures accidentals en hams de palangre varen representar el 36 % de les causes d'encallament entre els anys 1993 i 2014.^{9, 10}

NORMATIVA

- Reial Decret 139/2011, de 4 de febrer, per al desenvolupament de la Llista d'espècies silvestres en règim de protecció especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades, i les seves modificacions:
- Ordre AAA/75/2012, de 12 de gener,
- Ordre AAA/1771/2015, de 31 d'agost, i
- Ordre AAA/1351/2016, de 29 de juliol.
- Conveni per a la protecció de la mar Mediterrània contra la contaminació (Conveni de Barcelona del 16 de febrer de 1976, modificat el 10 de juny de 1995) (Annex II).
- Decisió del Consell 82/72/CEE, de 3 de desembre de 1981, referent a la celebració del Conveni relatiu a la conservació de la vida silvestre i del medi natural d'Europa (Conveni de Berna) (Annex II).
- Directiva 92/43/CEE relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres (Directiva Hàbitats) (Annexos II i IV).
- Conveni sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestre (Conveni CITES, del 3 de març de 1973; Espanya s'hi va adherir el 16 de maig de 1986) (Annex I).
- Atlas i Llibre vermell dels amfibis i rèptils d'Espanya (2002).
- Espècies marines protegides de les Illes Balears (2015).

METODOLOGIA

Les dades s'han obtingut del Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears. S'han obtingut dades dels següents indicadors:

- Nombre de nius de tortuga marina (*Caretta caretta*) a platges de les Illes Balears
- Nombre d'ous
- Èxit reproductor
- Supervivència
- Nombre d'exemplars alliberats al medi marí

L'èxit reproductor s'ha calculat segons el nombre de tortugues que varen néixer (vives) respecte del nombre d'ous que es varen pondre, expressat en tant per un. S'ha calculat per a les diferents postes i per al total de cada illa.

La supervivència s'ha estimat segons la supervivència de les cries de tortuga als centres on es van dur per fer el procés de cria en medi artificial controlat (conegut com *headstarting* en anglès). Aquest procés es fa per afavorir la supervivència de les tortugues, que presenten una mortalitat elevada durant el primer any de vida. L'objectiu principal és donar avantatge als exemplars i retornar-los al medi natural amb una mida més gran, que els proporciona més probabilitats d'arribar a l'edat adulta i poder tornar a niar a les platges de les Balears.

Adicionalment, s'han obtingut dades d'encallaments de tortugues entre els anys 1993 i 2014 de Marineland Mallorca, i entre els anys 2014 i 2023 de la Fundació Palma Aquarium. Aquestes entitats, en col·laboració amb el Consorci per a la Recuperació de la Fauna de les Illes Balears (COFIB), s'han encarregat del rescat, la cura i l'alliberament posterior dels exemplars de tortuga encallats a les Balears durant aquests anys, sota l'autorització i la coordinació del Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears.

Des de juny de l'any 2022, l'assistència als encallaments de fauna marina de les Balears és a càrrec de la Fundació Palma Aquarium, dins del projecte «Conservació i protecció d'espècies marines amenaçades (tortugues marines, cetacis i taurons) a les Illes Balears» (amb l'acrònim OCEMIB); compta amb el suport de la Fundació Biodiversitat del Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic (MITECO) a través del Pla de Recuperação i Resiliència (PRTR), finançat pels fons de la Unió Europea NextGenerationEU.

Els objectius principals d'aquesta campanya d'assistència a encallaments de tortugues marines és

la recuperació d'exemplars, l'elaboració de registres anuals d'encallaments i el desenvolupament d'activitats d'educació ambiental, amb una xarxa d'informació que disposa d'un telèfon actiu les 24 hores del dia.

Atès que entre els anys 1993 i 1998 es donava prioritat als exemplars vius, per calcular el percentatge d'individus vius respecte dels morts trobats encallats a les costes de les Balears només es tenen en compte les dades del període 1998-2023.

RESULTATS

1. Nombre de nius

A final del segle XIX i principi del XX, hi havia constància de l'existència de nius de tortuga babaua de caràcter esporàdic a les Balears, però no se n'havien trobat més. Per primera vegada des de llavors, l'any 2019 es van localitzar nius de tortuga marina a platges de les Illes, concretament 2 nius a Eivissa: un a la platja d'en Bossa i l'altre a la platja des Cavallet.

El primer niu va ser localitzat a la platja d'en Bossa el dia 25 de juliol de 2019. Els ous es varen traslladar a la platja des Cavallet per evitar la inundació del niu, i perquè aquesta platja té condicions més òptimes de temperatura per a la incubació dels ous de tortuga. Uns dies després, el 29 de juliol, una altra tortuga va fer un segon niu a es Cavallet, que va ser traslladat a prop del primer niu translocat.

L'any 2020 es varen localitzar 3 nius: 1 a la platja de Punta Prima (Menorca), 1 a cala Nova (Santa Eulària des Riu, Eivissa) i, posteriorment, 1 a cala del Pilar (Menorca), aquest en el moment d'emergència dels nounats.

L'any 2021 no es va localitzar cap niu a les platges de les Illes Balears, però sí que es va registrar un intent de nidificació a la platja de Migjorn, a Formentera, el dia 10 de juliol del 2021. La femella va sortir de l'aigua i va començar el procés de preparació del niu, però finalment no va depositar els ous perquè un turista, per desconeixement, la va forçar a retornar a la mar.

L'any 2022 hi va haver un altre intent frustrat de nidificació a Formentera: el dia 20 de juny una tortuga va intentar niar a la platja de Migjorn en 6 llocs diferents, però va desistir per les condicions de la platja, amb una fondària d'arena insuficient per a la nidificació.

L'any 2023 es varen localitzar 6 nius a platges de les Balears: 5 de gestionats i un altre no detectat fins passada la seva emergència, quan a causa d'una tempesta es van trobar alguns ous ja desclosos a la platja. Adicionalment, es varen localitzar 3 intents frustrats de nidificació. El 7 de juny de 2023 es va localitzar el primer niu a Mallorca, a la platja de Can Pere Antoni, i un mes després, el 6 de juliol, se'n va

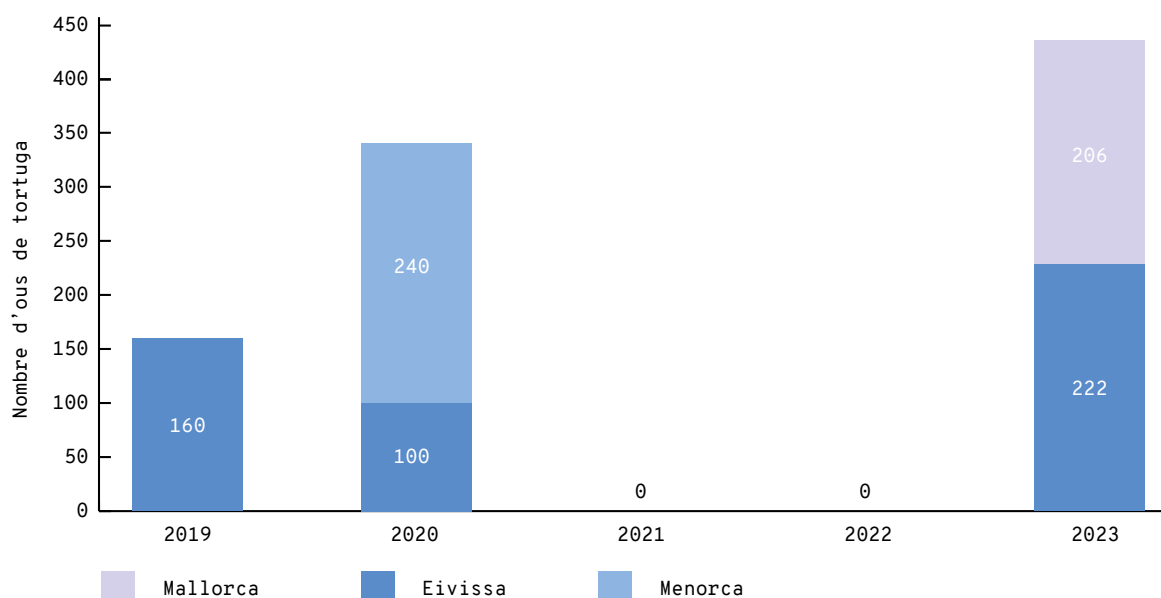


Figura 2. Nombre d'ous de tortuga marina (*Caretta caretta*) als nius de les Illes Balears. FONT: Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears.

trobar un altre a cala Millor. El mes de juliol es varen detectar 3 nius a platges d'Eivissa: a es Figuerà, a Santa Eulària des Riu i a ses Salines (taula 1). Adicionalment, es va trobar un niu no detectat en el moment de la posta a la platja de Can Pastilla (Mallorca). També es varen detectar 3 intents infructuosos de nidificació a Mallorca: 2 a cala Tuent, el 16 i el 31 de juliol, i 1 a cala Domingos, el 8 d'agost.

2. Nombre d'ous

Dels nius trobats l'any 2019, la tortuga que va fer el niu a la platja d'en Bossa va pondre un total de 58 ous, mentre que la que el va fer a la platja des Cavallet en va pondre 102 (figura 2).

Tots els ous es van incubar a la platja des Cavallet llevat dels darrers dies, quan es van traslladar a les instal·lacions del Consorci per a la Recuperació de la Fauna de les Illes Balears (COFIB) a Eivissa per l'amenaça d'una tempesta que posava en risc la viabilitat del niu.

L'any 2020 es varen pondre un total de 340 ous, 180 més que l'any anterior. D'aquests ous, 240 corresponen als nius de Menorca i 100 al niu d'Eivissa (figura 2).

L'any 2020 es varen translocar els ous del niu d'Eivissa: 78 es varen moure fins a la platja des Cavallet i 20 a una incubadora del COFIB, a Mallorca. També es varen moure els ous del niu de punta Prima, a Menorca, 90 dels quals es varen traslladar a cala Mesquida i la resta a les incubadores del COFIB de Menorca (25) i de Mallorca (17).

El niu de cala del Pilar era un niu natural que es va localitzar en el moment del naixement de les tortugues. S'hi van trobar 20 ous no viables i 88 ous desclosos. Entre els ous desclosos es va trobar una tortuga morta i 26 tortugues vives que es varen

traslladar per tal de criar-les en medi artificial controlat; pel que fa a les 61 tortugues restants, s'ha assumit que varen arribar fins a la mar.

L'any 2023 es va detectar un total de 428 ous: 222 a Eivissa i 206 a Mallorca. Dels 409 ous dels nius gestionats, 97 es varen traslladar a incubadores, mentre que els 312 restants es varen incubar a la platja de forma natural. La resta, 19 ous, corresponen al niu que es va detectar després de l'eclosió a la platja de Can Pastilla.

Aquests nous nius poden provenir de tortugues perdudes o no-filopàtriques (que no tornen a fer el niu al lloc on varen néixer), o bé poden reflectir un procés de colonització actiu de noves zones de nidificació.⁷ Hi havia constància de nidificacions ocasionals de tortugues marines fora del seu rang normal.¹¹ Una de les causes podria ser l'escalfament global, que podria causar la migració de femelles cap a àrees de temperatura més baixes. El sexe de les tortugues marines es determina per la temperatura d'incubació dels ous, i a temperatures més altes neix un percentatge més gran de femelles, mentre que a temperatures més baixes neixen més mascles, tot això dins el rang de tolerància tèrmica embriogènica de 25-35 °C.¹² D'aquesta manera, en un escenari d'escalfament les tortugues poden prevenir els efectes sobre la proporció de sexes, per exemple alterant la distribució dels nius.

Tanmateix, hem de tenir en compte que les tortugues marines mantenen un grau considerable de fidelitat al lloc on van néixer (filopàtria). D'altra banda, a causa de l'escalfament global s'espera que aquest fenomen es produeixi en una escala de temps llarga. Per tant, les diferents escales en què succeïrien aquests fenòmens podrien prevenir un canvi massiu de localització dels nius,¹³ i això podria explicar per què no se'n va trobar cap els anys 2021 i 2022. No es podrà confirmar l'origen de les tortugues que han fet els nius a les Balears fins que

es determini genèticament l'origen de les femelles que han vingut a pondre a les nostres platges (ja que les poblacions de l'est de la Mediterrània i les de l'Atlàntic són genèticament diferents).

3. Èxit reproductor

L'èxit reproductor dels diferents nius, aquí assumit igual al nombre de tortugues vives després de l'eclosió, ha variat entre el 0 —al niu d'Eivissa de la platja des Cavallet de l'any 2019—, i el 0,83 de cala Millor, a Mallorca, l'any 2023 (taula 1).

El segon niu amb una taxa més gran d'èxit reproductor va ser el de cala del Pilar, a Menorca, de l'any 2020, amb un 0,81. En realitat, es desconeix la supervivència de les 61 tortugues que varen descloure's en aquesta platja, però s'assumeix que van arribar vives a la mar.

El tercer niu amb un èxit reproductor més gran va ser el de la platja d'en Bossa de l'any 2019, amb un 0,64, de manera que el 64 % dels ous varen descloure's i les tortugues es van traslladar a diversos centres per fer el procés de cria en medi artificial controlat (programa de *headstarting*) per tal de retornar-les al medi natural un any després i afavorir-ne la supervivència (taula 1).

Això significa que l'any 2019 l'èxit reproductor dels 2 nius va ser del 0,23, és a dir: el 23 % dels ous que es varen pondre varen descloure's. L'any 2020 l'èxit reproductor va ser del 0,46, i l'any 2023 va ser del 0,47. Aquestes dades mostren un increment de l'èxit reproductor al llarg del temps.

4. Supervivència

Les 37 tortugues nascudes l'any 2019 varen ser traslladades a tres centres diferents per fer un procés de cria en medi artificial controlat (*headstarting*) per tal de retornar-les a la mar quan tenen un any i afavorir-ne la supervivència. D'aquestes 37 tortugues, 9 es van criar a les instal·lacions del Laboratori d'Investigacions Marines i Aquicultura (LIMIA) del Port d'Andratx, 9 a les de Palma Aquarium i les 19 restants es van traslladar a l'Oceanogràfic de València.

De les 37 tortugues traslladades al programa de *headstarting* en van sobreviure 35. Només 2 tortugues varen morir durant el primer any de vida als centres on van ser traslladades, la qual cosa suposa una supervivència del 94,6 % de les tortugues criades en medi artificial controlat.

De les 159 tortugues que varen néixer l'any 2020 en varen sobreviure 155, de les quals 93 es varen sotmetre a un procés de cria en medi artificial controlat (programa de *headstarting*); d'aquestes en varen sobreviure un total de 86, el que representa una supervivència del 91,56 %. Hi va haver diferències entre els diversos nius. Al niu de Punta Prima (sa Mesquida, Menorca), 50 de les 51 tortugues vives es varen dur al programa de *headstarting* i en varen sobreviure 47, que es varen alliberar a la mar; això suposa una taxa de supervivència del 96 %. Al niu de cala Nova (Eivissa), les 17 tortugues nascudes es varen dur al programa de *headstarting* i en varen sobreviure 16, el que representa una taxa de supervivència del 94,1 %.

Taula 1. Nius de tortuga trobats a les platges de les Balears entre els anys 2019 i 2023: data de posta, nombre d'ous a cada niu, nombre d'ous desclosos, nombre de tortugues que varen néixer i no varen morir, nombre de tortugues sotmeses a cria en medi artificial controlat (*headstarting*) i èxit reproductor en tant per un. FONT: Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears.

Data de posta	Illa	Niu	Nombre d'ous	Ous desclosos	Tortugues vives	Èxit reproductor	Cria en captivitat (<i>headstarting</i>)	Alliberades en néixer
25/07/2019	Eivissa	Platja d'en Bossa	58	37	37	0,64	37	
29/07/2019	Eivissa	Platja des Cavallet	102	0	0	0,00	0	
19/06/2020	Menorca	Punta Prima	132	54	51	0,30	50	
14/07/2020	Eivissa	Cala Nova	100	17	17	0,15	17	
05/09/2020	Menorca	Cala del Pilar	108	88	87	0,81	26	61
08/06/2023	Mallorca	Can Pere Antoni	106	23	23	0,22	23	0
08/07/2023	Mallorca	Cala Millor	81	67	67	0,83	46	19
10/07/2023	Eivissa	Es Figuerol	13	7	7	0,54	7	0
11/07/2023	Eivissa	Santa Eulària des Riu	92	30	30	0,33	22	7
19/07/2023	Eivissa	Ses Salines	117	69	69	0,59	46	21
19/10/2023	Mallorca	Can Pastilla	19	5	5	0,26	0	5

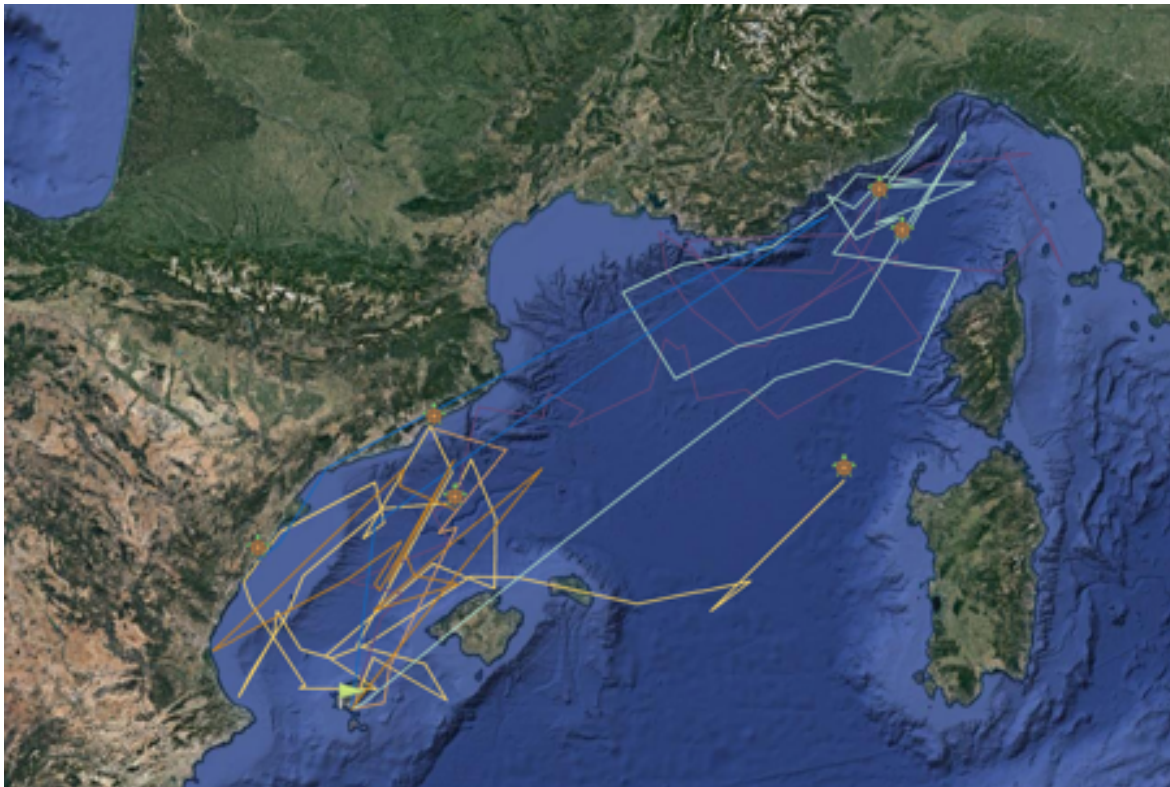


Figura 3. Mapa amb la posició de les 6 tortugues marcades amb emissors via satèl·lit.

FONT: <https://eucrante.org/proyectos/marcaje-satelital-tortuga-boba/illes-balears>.

El niu de cala del Pilar es va descobrir en el moment que naixien les tortugues: 61 varen anar directament a la mar i, per tant, es desconeix la seva taxa de supervivència. De les 26 que varen fer el programa de *headstarting* en varen sobreviure 22, que es varen alliberar al medi natural, amb una taxa de supervivència del 84,6 %.

De les 201 tortugues que varen néixer l'any 2023 en varen sobreviure 196. D'aquestes, 144 tortugues varen fer el programa de *headstarting* i 52 varen ser alliberades en el moment de néixer.

5. Nombre d'exemplars alliberats a la mar

De les 35 tortugues que varen sobreviure el primer any de vida als centres de cria en medi artificial controlat, 26 es varen retornar al medi marí l'any 2020, al lloc on s'havien incubat els ous, la platja des Cavallet (Eivissa).

De les 26 tortugues nascudes l'any 2019 que es varen alliberar a la mar el 2020, 6 es varen marcar amb un emissor via satèl·lit que permet conèixer-ne la posició, que es pot consultar a la pàgina web: <https://eucrante.org/proyectos/marcaje-satelital-tortuga-boba/illes-balears> (figura 3).

L'any 2022 es varen alliberar 7 tortugues més de les que havien nascut l'any 2019, 3 de les quals amb un emissor via satèl·lit.

De les 86 tortugues nascudes el 2020 que varen sobreviure el primer any de vida (d'un total de 93

que es varen sotmetre al programa de *headstarting*), 84 es varen alliberar al medi marí.

6. Nombre d'encallaments

De les campanyes d'assistència a encallaments de tortugues marines s'han obtingut dades del nombre d'exemplars trobats, tant vius com morts, entre els anys 1993 i 2023.

Entre els anys 1993 i 2023 s'han trobat més de 1.000 tortugues marines encallades —en concret, 1.288, 634 de vives i 654 de mortes—. Els anys que es varen trobar més tortugues marines encallades des que se'n té registre varen ser el 2020 i el 2023, quan es varen trobar 83 tortugues cada any; l'any 2020 se'n varen trobar 30 de mortes i 53 de vives, de les que en varen sobreviure 47; i el 2023 se'n varen trobar 46 de mortes i 37 de vives de les que en varen sobreviure 33 (figura 4).

Entre els anys 1998 i 2023, el percentatge de tortugues vives respecte del total ha variat entre el 21 % de l'any 2004 i el 65 % de l'any 1999. Cal tenir en compte que entre els anys 1993 i 1998 es donava prioritat als exemplars vius; per això, per tal de compatibilitzar els canvis entre els percentatges d'individus trobats vius i morts, aquesta dada s'ha calculat a partir de l'any 1998.

Les causes d'encallament són indicatives dels impactes que incideixen sobre l'espècie, i inclouen: captures accidentals per hams de palangre, emmal·lament (en plàstics, restes de xarxes) i traumatismes, i altres de menys incidència com poden ser malalties com la pneumònia.^{9, 10} També s'ha des-

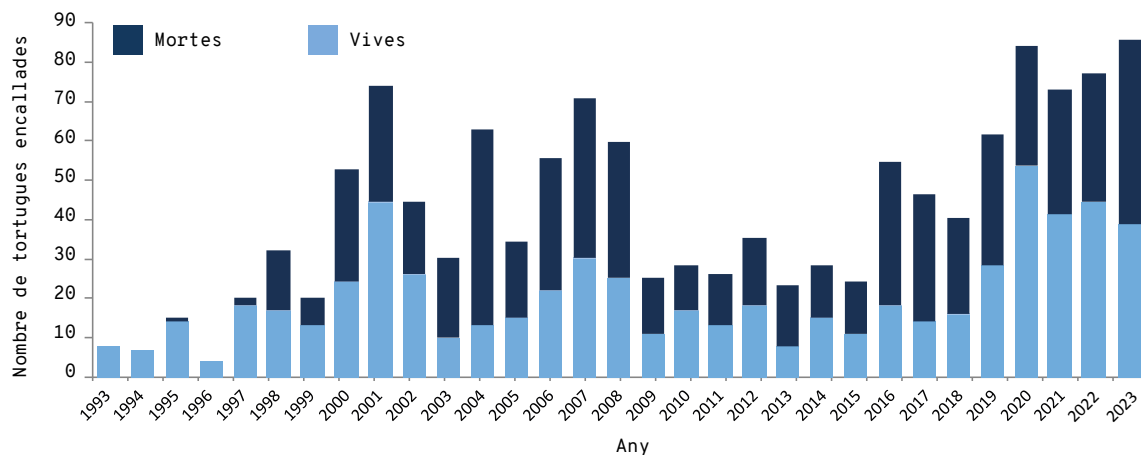


Figura 4. Nombre de tortugues marines encallades trobades a les costes de les Balears, vives (color blau clar) i mortes (color blau fosc) entre els anys 1993 i 2023. FONT: Palma Aquarium.

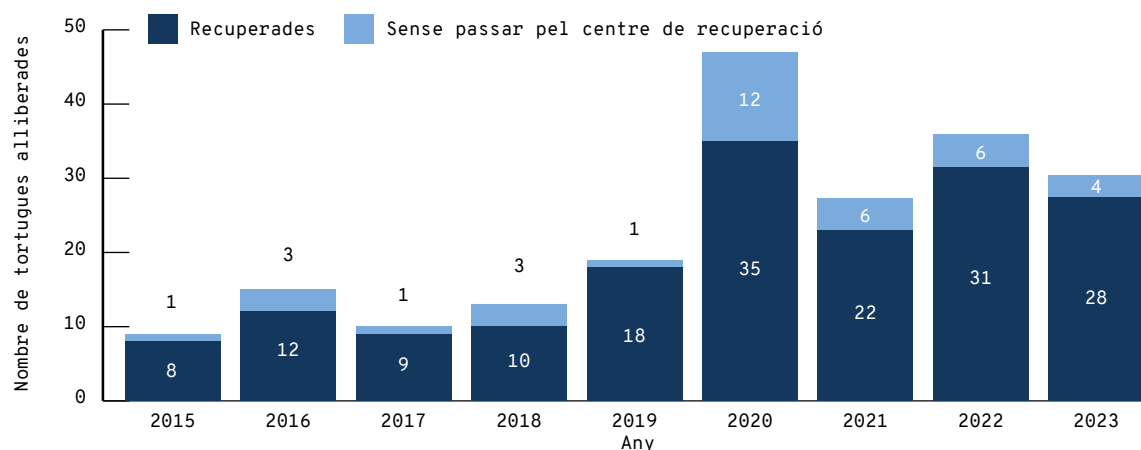


Figura 5. Nombre de tortugues marines alliberades després d'haver-se recuperat de processos d'encallament i nombre de tortugues alliberades per particulars sense passar pel centre de recuperació entre els anys 2015 i 2023. FONT: Palma Aquarium.

crit que el tresmall per llagosta causa la mort de centenars de tortugues marines a les Balears, i que la flota espanyola de palangre de la Mediterrània occidental va poder causar la mort d'unes 7.500 tortugues l'any 2000.¹⁴

Les principals causes d'encallament fins al 2014 es consideraven majoritàriament degudes a la incidència de la pesca, amb el 36 % de les tortugues trobades com a captures accidentals del palangre. En canvi, la causa principal entre els anys 2015 i 2023 ha estat l'emmallament, que ha causat més de la meitat (el 59,2 %) dels encallaments dels que es coneixia la causa (dades de Palma Aquarium). L'any 2020, aquesta xifra puja a més de tres quartes parts, amb el 79,3 % dels encallaments amb causa coneguda provocats per emmallaments. L'any 2023, el 60,9 % dels encallaments amb causa coneguda varen ser provocats per emmallaments.

7. Nombre d'exemplars recuperats i alliberats després d'un encallament

Entre els anys 2015 i 2023 s'ha alliberat un total de 173 tortugues marines després d'haver-les recollit encallades (figura 5). Addicionalment, 37 tortugues més han estat alliberades —sense passar pel centre de recuperació— per particulars que no han avisat l'112. L'any que s'han alliberat més tortugues ha estat el 2020, amb 35 exemplars retornats al medi marí.

CONCLUSIONS

- L'any 2019 es varen localitzar per primera vegada 2 nius de tortuga marina a platges de les Balears, tots a l'illa d'Eivissa. L'any 2020 es varen localitzar 3 nius: 2 a Menorca i 1 a Eivissa. Els anys 2021 i 2022 no se'n va trobar cap, només un intent de posta cadascun d'aquests anys a Formentera, que varen ser frustrats.
- L'any 2023 es va localitzar un total de 6 nius: 3 a Mallorca i 3 a Eivissa. Addicionalment es varen registrar 3 intents frustrats a 2 platges de Mallorca.
- L'any 2019 es varen pondre un total de 160 ous, mentre que l'any 2020 varen ser 340 (180 ous més que l'any anterior); el 2023 varen ser 428 ous, essent l'any que s'ha localitzat un nombre d'ous més gran.
- L'èxit reproductor de l'any 2019 va ser del 0,23, mentre que el de l'any 2020 va ser del 0,46 i el del 2023 del 0,47. Per tant, l'any 2019 va descloure's el 23 % dels ous, l'any 2020 ho va fer el 46 % i el 2023 el 47 % dels ous.
- L'any 2019, de les 37 tortugues que es varen dur a centres per a la cria en medi artificial controlat en van sobreviure 35 (el 94,6 %) i 33 es varen retornar al medi marí, 9 de les quals amb una marca emissora per satèl·lit per conèixer-ne la posició i l'evolució.
- L'any 2020, de les 93 tortugues que es varen dur a centres de cria en medi artificial controlat (programa de *headstarting*) en varen sobreviure 86, i se'n varen alliberar a la mar un total de 84.
- Entre els anys 1993 i 2023 s'han trobat 1.288 tortugues marines encallades, 634 de vives i 654 de mortes. Els anys que se'n varen trobar més (83) des que hi ha registre varen ser el 2020 i el 2023, amb 30 tortugues mortes i 53 de vives al 2020, i 46 de mortes i 36 de vives al 2023. La principal causa d'encallament entre els anys 2015 i 2023 ha estat l'emmellament en plàstics o arts de pesca fantasma.
- Entre els anys 2015 i 2023 s'han recuperat i retornat al medi marí 173 tortugues marines.

REFERÈNCIES

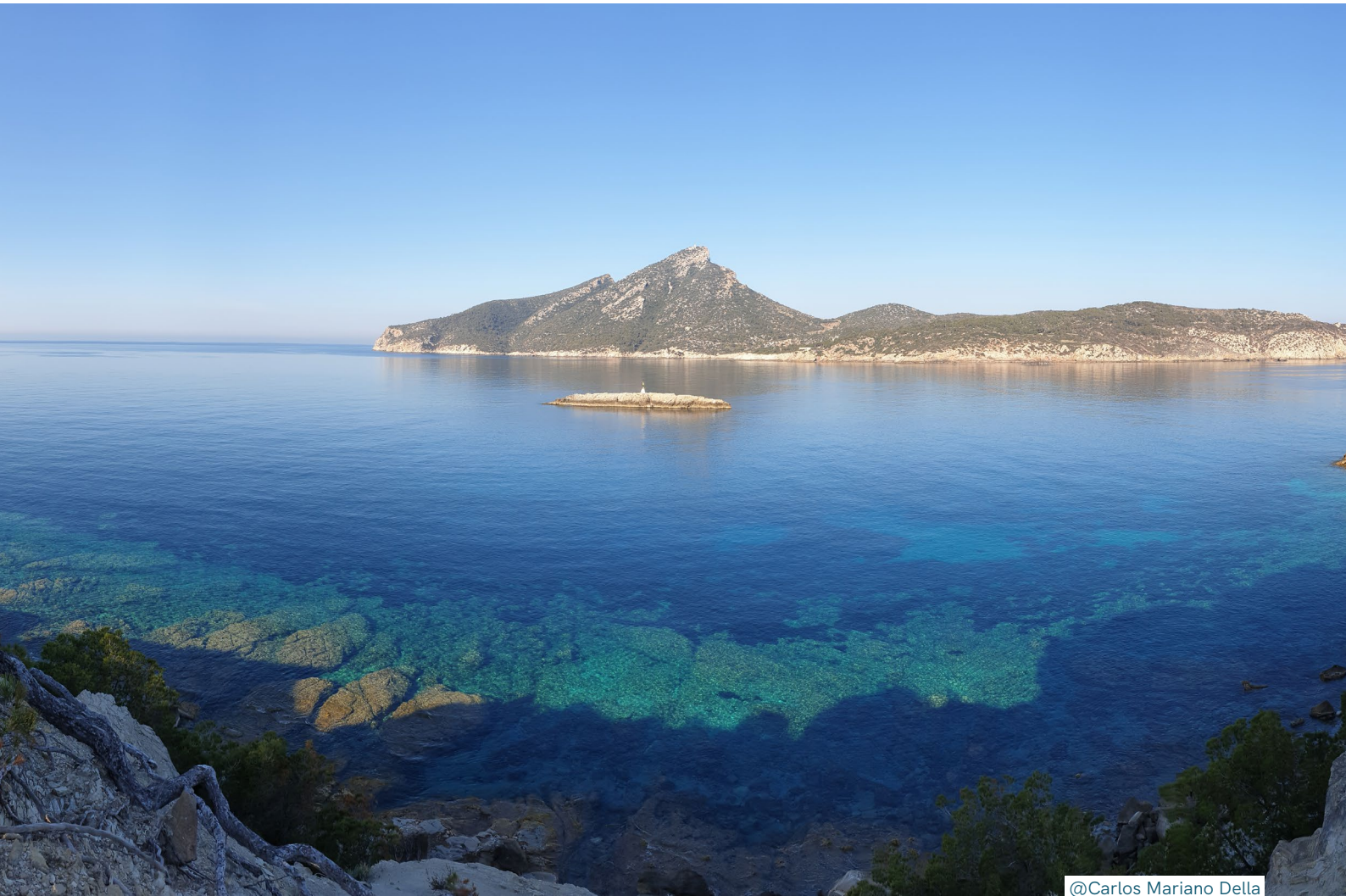
- ¹ MOREY, G. (2015). «Especies marines protegides de les Illes Balears». Palma: Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears.
- ² PLEGUEZUELOS, J. M.; MÁRQUEZ, R.; LIZANA, M. (2002). «Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España». Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- ³ DAVENPORT, J. (1994). «A cleaning association between the oceanic crab *Planes minutus* and the loggerhead sea turtle *Caretta caretta*». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74, 735-737. DOI:10.1017/s0025315400047780.
- ⁴ VIADA, C. (2005). «Libro rojo de los vertebrados de las Baleares». Palma: Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- ⁵ LIFE POSIDONIA (2005). «Acció F6. Seguiment de *Caretta caretta*». Fundació Bosch i Gimpera. <http://lifeposidonia.caib.es/user/Acciones/acc_f6_ct.htm>.
- ⁶ LAURENT, L. *et al.* (1993). «Genetic-studies of relationships between Mediterranean and Atlantic populations of loggerhead turtle *Caretta caretta* with a mitochondrial marker». *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie III-Sciences De La Vie-Life Sciences*, 316, 1233-1239.
- ⁷ TOMAS, J. *et al.* (2008). «Is the Spanish coast within the regular nesting range of the Mediterranean loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*)?». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88, 1509-1512. DOI:10.1017/s0025315408001768.
- ⁸ EHRHART, L. M.; BAGLEY, D. A.; REDFOOT, W. E. (2003). A: «Loggerhead sea turtles». Bolten A. B. & Witherington B. E. (eds.). Smithsonian Books.
- ⁹ FERNÁNDEZ, G.; PUJOL, F.; OLIVER, J. A. (2015). «Varamientos de tortugas marinas en las Islas Baleares». Fundación Marineland-Palmitos; Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears. [Inèdit].
- ¹⁰ FERNÁNDEZ, G.; PUJOL, F.; OLIVER, J. A. (2002). «Varamientos de tortugas marinas en las Islas Baleares». Fundación Marineland-Palmitos; Conselleria de Medi Ambient. [Inèdit].

- ¹¹ SOTO, J. M. R.; BEHEREGARAY, R. C. P.; DE P. REBELLO, R. A. R. (1997). «Range extension: nesting by *Dermochelys* and *Caretta* in southern Brazil». *Marine Turtle Newsletter*, 77, 6-7.
- ¹² ACKERMAN, R. A. (1997). «The Nest Environment and the Embryonic Development of Sea Turtles». A: Lutz, P. L. & Musick J. A. (ed.). *The biology of sea turtles*. CRC Press.
- ¹³ HAWKES, L. A. *et al.* (2007). «Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population». *Global Change Biology*, 13, 923-932. [DOI:10.1111/j.1365-2486.2007.01320.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01320.x).
- ¹⁴ CARRERAS, C.; CARDONA, L.; AGUILAR, A. (2004). «Incidental catch of the loggerhead turtle *Caretta caretta* off the Balearic Islands (western Mediterranean)». *Biological Conservation*, 117, 321-329. [DOI:10.1016/j.biocon.2003.12.010](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.12.010).

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N. (2024) «Tortuga marina». A: VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; GOURAGUINE, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024* <https://www.informemarbalear.org/ca/especies-emblematices/imb-tortuga-marina-cat_2024.pdf>. <https://doi.org/10.62135/OTCA5270>.

Espais Marins Protegits (EMP)



@Carlos Mariano Della

Seguiment de peixos en EMP

Reserves marines d'interés pesquer

Xarxa Natura 2000

Nombre d'immersions en EMP

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Adam Gouraguine, Natalia Barrientos i Raquel Vaquer-Sunyer a partir dels resultats cedits pels autors i les autores dels informes tècnics citats a l'apartat de referències i per les institucions següents: Centre Oceanogràfic de Balears (COB-IEO, CSIC), Direcció General de Pesca, Estació d'Investigació Jaume Ferrer (EIJF, COB-IEO, CSIC), Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) i Tragsatec.

Seguiment de peixos en espais marins protegits

1. Biomassa total (kg/250 m²)

2. Riquesa específica (nombre d'espècies/250 m²)

El monitoratge de les espècies de peixos vulnerables a la pesca dins els espais marins protegits (EMP) promou tres beneficis principals:

- Proporciona una millor comprensió del funcionament dels EMP i dels beneficis ecològics i socioeconòmics que aporten.
- Amplia el coneixement sobre els impactes a l'ecosistema marí, ja que els seguiments de peixos evidencien com la pesca i altres activitats humanes afecten les seves poblacions.
- Ajuda a avaluar i implementar la gestió dels EMP, per exemple, en el seu disseny i zonificació.

La pràctica de diferents modalitats de pesca —tant la professional (principalment tresmall i palangre), la recreativa en diverses modalitats (canya, volantí, fluixa/curri i pesca submarina) com la furtiva i il·legal— constitueix la pressió principal per a les comunitats de peixos de la zona litoral.¹

Aquesta pressió ha augmentat en les darreres dècades a causa d'un nombre creixent de pescadors recreatius que utilitzen tècniques cada vegada més sofisticades, com ara sondes GPS, posicionadors estàtics, programes de cartografia, etc. Un resultat d'aquesta pressió és la desestabilització de l'ecosistema marí a causa de la pèrdua dels exemplars de nivell tròfic superior d'algunes espècies (per exemple, depredadors apicals) i la disminució de la seva talla. Alhora, aquests canvis es converteixen en una pèrdua de la qualitat de les captures per part dels pescadors professionals. A més de la pesca, la proliferació d'algues, invertebrats i, en menor mesura, de peixos al·lòctons i eventualment invasors, poden contribuir a alterar els hàbitats marins.

Els indicadors de riquesa d'espècies i biomassa total són sensibles a l'explotació pesquera de les zones d'estudi, i és convenient usar-los perquè responen ràpidament als canvis de les diferents mesures de gestió.^{2,3} L'indicador de riquesa d'espècies vulnera-

bles a la pesca (nombre d'espècies/250 m²) mostra el nombre mitjà d'espècies observades i indica el grau d'incidència de la pesca en la comunitat de peixos. La biomassa total d'espècies vulnerables a la pesca (kg/250 m²) està molt correlacionada amb la talla i l'abundància de les espècies, i es relaciona, per tant, amb el nivell d'explotació pesquera.

Estudis fets en reserves marines de les Balears han demostrat que la gestió pesquera en EMP produeix el denominat «efecte reserva», pel qual es comença a observar una recuperació de les espècies explotades que és proporcional als anys sota gestió.^{4,5} No obstant això, als EMP de les Balears l'efecte reserva no ha estat sempre l'esperat.

La importància d'estudiar els indicadors de riquesa d'espècies i biomassa en poblacions de peixos vulnerables a la pesca rau en el fet que són:

- Espècies valorades en el mercat, principalment longeves i amb edats de maduresa sexual tardana.
- Elements clau de l'ecosistema.
- Indicadores del grau d'explotació pesquera.
- Indicadores per a l'avaluació de la gestió pesquera.

QUÈ ÉS?

La riquesa d'espècies vulnerables a la pesca indica el nombre mitjà d'espècies observades en 250 m², mentre que la biomassa total mostra el pes de les espècies en 250 m². Ambdós indicadors s'utilitzen per mostrar el grau d'incidència de la pesca en les poblacions de peixos i proporcionen coneixement sobre com funcionen els espais marins protegits (EMP).

METODOLOGIA

La riquesa específica i la biomassa es determinen duent en terme censos visuals al llarg de transectes de 50 m de llarg x 5 m d'ample (àrea = 250 m²). La zona d'estudi són deu reserves marines d'interès pesquer (Badia de Palma, Migjorn de Mallorca, Illa del Toro-Illes Malgrats, Llevant de Mallorca, sa Dragonera, Nord de Menorca, Illa de l'Aire, Freus d'Eivissa i Formentera, Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago i Punta de Sa Creu), un parc natural (Parc Natural de s'Albufera des Grau) i un parc nacional (Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera). A cada EMP es fan seguiments en zones diferents: (i) reserva parcial (s'hi prohibeixen la pesca d'arrossegament i la d'encerclament i s'hi regula la pesca artesanal/recreativa); (ii) zona de control (sense prohibicions pesqueres i amb hàbitats similars); i (iii) reserva integral (s'hi prohibeixen totes les activitats pesqueres).

Des de l'any 2000, la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears realitza els

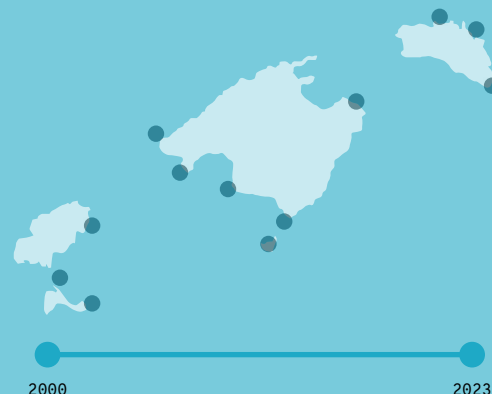
RESULTATS

- Excepte en el cas del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera, tots els EMP incrementen la biomassa amb el pas dels anys de protecció.
- En aigües superficials (5-15 m), en l'últim any de mostratge, la màxima biomassa s'obté a sa Dragonera al cap de Llebeig, amb 17,1 kg/250 m², mentre que la mínima es registra al Parc Natural de s'Albufera des Grau, amb 1,3 kg/250 m². D'altra banda, la màxima riquesa específica s'observa en la reserva parcial del faralló de Cala Gat (7 espècies/250 m²), mentre que la mínima s'obté a Badia de Palma (2,9 espècies/250 m²).

PER QUÈ?

Aquests indicadors reaccionen a les activitats d'explotació pesquera i, per tant, informen de l'estat de les comunitats de peixos vulnerables a la pesca en cada EMP. Aquesta informació té una gran importància, ja que contribueix a cercar millores en la gestió dels EMP per tal d'obtenir uns resultats òptims de conservació i regeneració dels recursos pesquers.

LOCALITZACIÓ



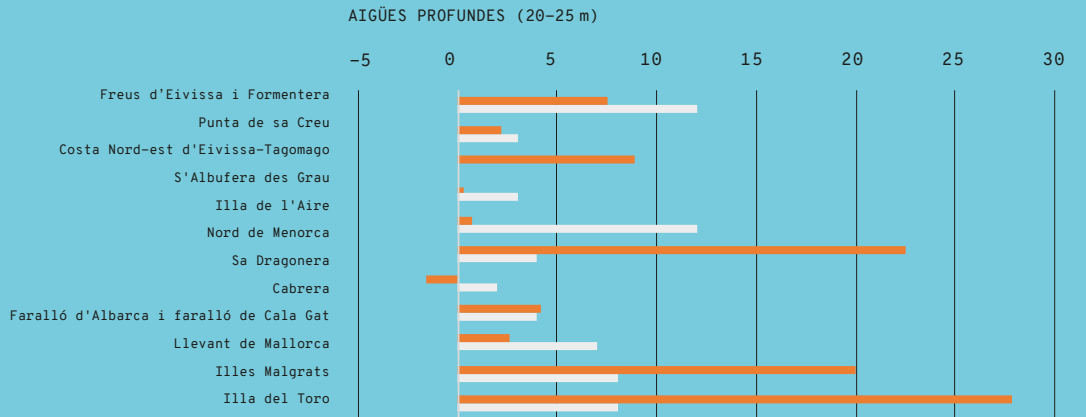
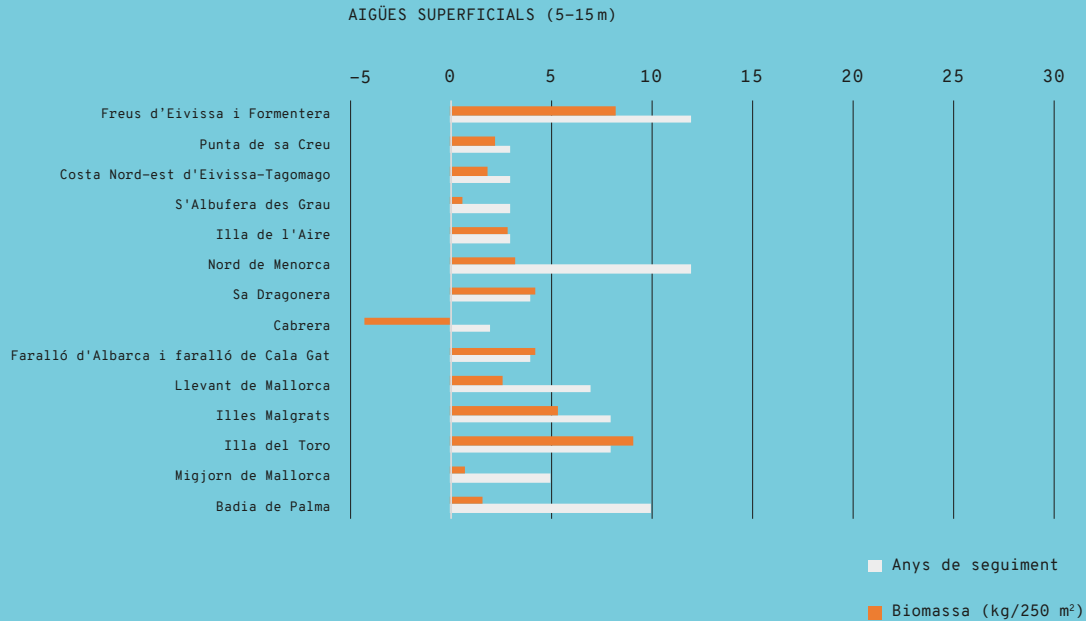
seguiments a través de l'empresa pública Tragsatec. A la Reserva Marina de l'Illa de l'Aire i el Parc Natural de s'Albufera des Grau, l'organisme encarregat dels seguiments és l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), junt amb l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO, CSIC), a través de l'Estació d'Investigació Jaume Ferrer de la Mola.

En aquesta fitxa es mostren dades de biomassa total i de riquesa específica de les reserves marines d'interès pesquer en les zones d'aigües superficials i profundes. Les dades s'han extret de diversos informes tècnics de les institucions següents: Centre Oceanogràfic de Balears (COB-IEO, CSIC), Direcció General de Pesca, Estació d'Investigació Jaume Ferrer (EIJF, COB-IEO, CSIC), Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) i Tragsatec.^{4, 7, 10-38}

- En aigües profundes (20-25 m), també s'ha obtingut la màxima biomassa a sa Dragonera, al cap de Llebeig, amb 41 kg/250 m², i la mínima a Illa de l'Aire, amb 4,1 kg/250 m². La màxima i mínima riquesa específica es registren en aigües exteriors de sa Dragonera, a s'Indi, amb 7,3 espècies/250 m², i en la reserva integral del Nord de Menorca, amb 3,3 espècies/250 m².

Canvis en la biomassa i la riquesa específica de peixos vulnerables a la pesca en espais marins protegits (EMP) entre el primer i l'últim any amb dades de seguiment. Els canvis es calculen comptabilitzant la mitjana de reserves integrals i parcials en cas que en disposin dels dos tipus. Si no s'especifica, les dades de la taula es refereixen a aigües superficials. FONT: informes tècnics procedents de les institucions COB-IEO, Direcció General de Pesca, EIJF, OBSAM i Tragsatec.^{4, 7, 10-38}

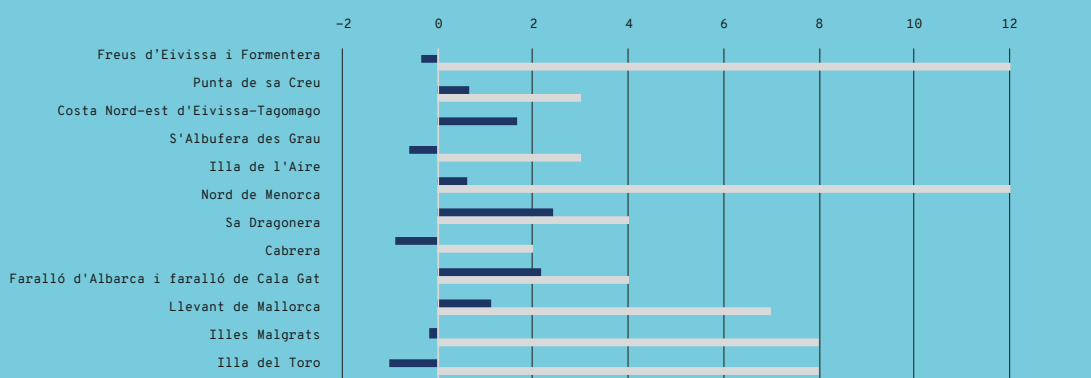
Tipus d'EMP	Nom de l'EMP	Anys d'establiment	Rang d'anys amb resultats de seguiment de peixos	Canvi de biomassa (kg/250 m²) des de l'establiment de l'EMP fins al darrer any	Canvi de riquesa específica (nre. espècies/250 m²) des de l'establiment de l'EMP fins al seu últim any
Reserva marina	Nord de Menorca	1999	12	3,2 (aigües superficials) 0,7 (aigües profundes)	1 (aigües superficials) 0,6 (aigües profundes)
Reserva marina	Freus d'Eivissa i Formentera	1999	12	8,3 (aigües superficials) 7,5 (aigües profundes)	2,2 (aigües superficials) -0,3 (aigües profundes)
Reserva marina	Badia de Palma	1982	10	1,6	0,4
Reserva marina	Illa del Toro	2004	8	9,1 (aigües superficials) 27,9 (aigües profundes)	1 (aigües superficials) -1 (aigües profundes)
	Illes Malgrats	2004	8	5,3 (aigües superficials) 20 (aigües profundes)	0,6 (aigües superficials) -0,2 (aigües profundes)
Reserva marina	Llevant de Mallorca	2007	7	2,7	1,1
Reserva marina	Migjorn de Mallorca	2002	5	0,8	1,1
Reserva marina	Llevant de Mallorca - faralló d'Albarca i faralló de Cala Gat	2007	4	4,2	2,2
Reserva marina	Sa Dragonera	2016	4	4,3 (aigües superficials) 22,5 (aigües profundes)	1 (aigües superficials) 2,4 (aigües profundes)
Reserva marina	Illa de l'Aire	2019	3	2,9 (aigües superficials) 0,3 (aigües profundes)	1,6 (aigües superficials) -0,6 (aigües profundes)
Parc natural	S'Albufera des Grau	1995	3	0,6	- 0,8
Reserva marina	Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago	2018	3	1,9 (aigües superficials) 8,9 (aigües profundes)	2,2 (aigües superficials) 1,7 (aigües profundes)
Reserva marina	Punta de sa Creu	2018	3	+ 2,2	0,7
Parc nacional	Cabrera	1991	2	-4,2 (aigües superficials) -1,6 (aigües profundes)	-0,9 (aigües superficials) -0,9 (aigües profundes)



AIGÜES SUPERFICIALS (5-15 m)



AIGÜES PROFUNDES (20-25 m)



METODOLOGIA

Les zones d'estudi on es fa el seguiment de peixos són EMP del tipus reserves marines d'interès pesquer, excepte el Parc Natural de s'Albufera des Grau i el Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera, que són espais naturals protegits. A les reserves marines d'interès pesquer es prenen mesures efectives de conservació dels recursos marins mitjançant la prohibició de la pesca d'arrossegament i la regulació de la pesca artesanal i recreativa. Al Parc Natural de S'Albufera des Grau, durant el període de dades existents de l'any 2011 al 2021, només es regulava la pesca submarina amb l'obligació de sol·licitar una autorització específica per realitzar-la i amb una reducció del nombre de dies de pesca a la setmana. Al Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera la pesca professional està regulada per la normativa específica del parc i no es permet la pesca recreativa en tota la seva extensió.

Per determinar la riquesa específica i la biomassa de peixos es fan censos visuals mitjançant escafandre autònom, utilitzant un mostratge estàndard sense caràcter destructiu ni invasiu i bàsicament efectiu sobre fons durs.⁶ Aquest mètode de censos visuals es basa en el mostratge de diferents variables al llarg d'un cert nombre de transsectes (N) de 50 m de llarg x 5 m d'ample (250 m²). Els transsectes es distribueixen equitativament entre la reserva integral (no n'hi ha a totes les reserves), la reserva parcial i les zones de control. Les característiques de cada tipus de reserva són les següents:

- **Reserva integral.** Zona on estan prohibides totes les activitats pesqueres.
- **Reserva parcial.** Zona general de la reserva marina on es prohibeix la pesca d'arrossegament i es regulen les activitats de pesca artesanal i recreativa.
- **Zona de control.** Àrees amb hàbitats equivalents a la reserva però fora dels seus límits i que, per tant, permeten conèixer l'efecte de la protecció a les zones de reserva.

En general, s'estudien hàbitats idonis per a la presència d'espècies de peixos vulnerables a la pesca. Els hàbitats que presenten una complexitat estructural més gran (rugositat), presència de blocs de roca i amb pendent, són els que més afavoreixen la biomassa i l'abundància d'espècies vulnerables a la pesca.⁷

Els censos es fan sobre espècies característiques dels fons rocosos que són vulnerables a la pesca professional, submarina i recreativa de superfície de la mar Balear, i es tracta per tant d'una llista oberta. Aquesta submostra de peixos litorals millora l'exactitud dels censos i redueix l'error en el mostratge, ja que no se censin totes les espècies de peixos de tota la comunitat íctica. Aquestes espècies també són bones indicadores de l'anomenat

«efecte reserva», un terme utilitzat en biologia que es refereix a l'augment del nombre d'individus i de la seva mida mitjana.

A la taula 1 s'indiquen les espècies de peixos vulnerables a la pesca als EMP de les Balears que s'utilitzen per calcular els indicadors de riquesa i biomassa. Totes s'inclouen en el càlcul de la riquesa específica. No obstant això, hi havia espècies que no s'inclouen en el càlcul de la biomassa a causa del seu comportament més erràtic o de desplaçament més gran.

L'hàbitat d'aquestes espècies d'estudi pot ser pelàgic costaner (sense relació directa amb el fons) o demersal (a prop del fons). Entre les espècies demersals n'hi ha de més residents i n'hi ha de més divagants, per això en varia l'espai vital. Els seguiments dels EMP es produeixen en l'estrat superficial (5-15 m) i en alguns també en l'estrat profund (20-25 m).

L'indicador de biomassa total es calcula a través de la suma dels pesos dels diferents individus que entren en el cens. El pes (W) té una relació específica amb la talla (L) que respon a la relació $W = aL^b$, en què *a* i *b* són constants fixes de cada espècie extretes de Morey *et al.*⁹ i www.fishbase.com.⁸

Amb l'objectiu de disminuir l'error de mostratge de l'indicador de biomassa i d'oferir una descripció realista, el tractament estadístic es fa sobre les espècies de caràcter més resident, i s'obvia del càlcul de biomassa les més mòbils, de caràcter pelàgic —per exemple, la cirviola (*Seriola dumerili*) i l'espèct (*Sphyræna* spp.)—, o les de caràcter demersal amb amplis espais vitals, com el dentol (*Dentex dentex*). L'error de mostratge es defineix com l'error estàndard de la mitjana ($s/n^{1/2}$) en què *s* és la desviació típica no esbiaixada. Un error més gran implica l'existència de variacions/oscil·lacions superiors en les dades de riquesa/biomassa d'espècies entre els transsectes de cada zona.

La Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears obté les dades de seguiment a les reserves marines d'interès pesquer; al Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera és la Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal la que gestiona els seguiments. En ambdós casos, els projectes són executats per l'empresa pública d'estudis tècnics Tragsatec, com a mitjà propi de l'administració. A la Reserva Marina de l'Illa de l'Aire i el Parc Natural de s'Albufera des Grau, l'organisme que ha fet el seguiment és l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), junt amb l'Institut Espanyol d'Oceanografia, a través de l'Estació d'Investigació Jaume Ferrer de la Mola. S'inclouen resultats de set reserves marines d'interès pesquer de Mallorca, dues de Menorca i tres de les Pitiüses, així com del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera i del Parc Natural de s'Albufera des Grau, que s'han publicat individualment en informes tècnics i articles científics.^{4, 7, 10-38}

Taula 1. Nomenclatura (segons www.fishbase.org) de les espècies de peixos vulnerables a la pesca considerades en els estudis de seguiment dels EMP de les Balears.

Nom científic	Català	Castellà	Estudi de riquesa d'espècies	Estudi de biomassa d'espècies
<i>Conger conger</i>	congre	congrío	x	x
<i>Dentex dentex</i>	déntol	dentón	x	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	llop	lubina	x	
<i>Diplodus cervinus</i>	sarg imperial	sargo breado	x	x
<i>Diplodus puntazzo</i>	morruda	sargo picudo	x	x
<i>Diplodus sargus</i>	sard o sarg	sargo	x	x
<i>Diplodus vulgaris</i>	variada	mojarra	x	x
<i>Epinephelus caninus</i>	xerna	cachorro	x	x
<i>Epinephelus costae</i>	anfós llis	falso abadejo	x	x
<i>Epinephelus marginatus</i>	anfós	mero	x	x
<i>Labrus merula</i>	tord massot	tordo negro	x	x
<i>Labrus viridis</i>	grivi o grívia	tordo verde	x	x
<i>Muraena helenae</i>	morena	morena	x	x
<i>Mycteroperca rubra</i>	anfós bord	gitano	x	x
<i>Pagrus pagrus</i>	pagre	pargo	x	x
<i>Phycis phycis</i>	mòllera roquera	brótola de roca	x	x
<i>Pomadasys incisus</i>	roncador	roncador	x	x
<i>Sciaena umbra</i>	escorball	corvallo	x	x
<i>Scorpaena notata</i>	captinyós	cabracho	x	x
<i>Scorpaena porcus</i>	escórpora, rascassa o rascla	rascacio	x	x
<i>Scorpaena scrofa</i>	cap-roig	cabracho	x	x
<i>Sparisoma cretense</i>	lloro verd	vieja	x	x
<i>Seriola dumerili</i>	cirviola, círvia o verderol	pez de limón	x	
<i>Sparus aurata</i>	orada	dorada	x	x
<i>Sphyraena spp.</i>	espet	espetón	x	x
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	càntera	chopa	x	x

RESULTATS

1. Biomassa total (kg/250 m²)

Es mostra la biomassa total en estrat superficial entre 5-15 m (figura 1) i en estrat profund entre 20-25 m (figura 2). En l'estrat superficial, la biomassa mostra un increment amb el pas dels anys de protecció a la majoria dels EMP. A sa Dragonera, Illes Malgrats, Llevant de Mallorca, Costa Nord-est d'Eivissa-Ta-gomago i Illa de l'Aire l'increment és continu. Illa del Toro, Migjorn de Mallorca, Badia de Palma, Nord de Menorca, Punta de sa Creu i Freus d'Eivissa i Formentera han experimentat una lleugera disminució en biomassa el darrer any de mostratge. Els espais naturals

protegits amb decreixement en la biomassa són s'Albufera des Grau i Cabrera.

La biomassa total en l'estrat profund (figura 2) també mostra increments amb el pas dels anys a la majoria dels EMP. L'increment és continu a sa Dragonera, Illes Malgrats i Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago. A l'Illa del Toro i Freus d'Eivissa i Formentera s'ha observat una lleugera disminució el darrer any de mostratge. A Cabrera i Nord de Menorca no s'han observat canvis de biomassa en profunditat des del principi del monitoratge.

Badia de Palma. Registra un increment d'1 a 3,2 kg/250 m² en la reserva integral i de 0,9 kg/250m



Figura 1. Biomassa total en superfície (5-15 m) de tots els espais marins protegits amb seguiment de peixos.

FONT: Badia de Palma i Migjorn de Mallorca;^{17, 27} Illa del Toro, Illes Malgrats;^{15, 38} Llevant de Mallorca;^{18, 20, 25} sa Dragonera;^{30, 35} Nord de Menorca;^{24, 29, 31, 37}

Illà de l'Aire;^{7, 12, 36, 39} s'Albufera des Grau;^{7, 12, 36, 39} Freus d'Eivissa i Formentera;^{19, 26, 33} Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago;^{21, 32} Punta de sa Creu^{21, 32} i Cabrera.^{22, 32}

a 1,9 kg/250 m² en la reserva parcial durant els vint-i-dos anys des del seu establiment. Aquesta reserva presenta, en general, una biomassa inferior a la resta d'AMP. Això pot ser causat per les característiques de l'hàbitat rocós i la major extensió de fons arenosos a poca profunditat, que solen albergar menys biomassa i diversitat d'espècies.

Migjorn de Mallorca. També mostra valors inferiors de biomassa en comparació amb altres EMP, possiblement a causa d'una activitat pesquera superior. Tot i així, l'any 2023 la biomassa de la reserva integral augmenta en 0,6 kg/250 m² (passa de 3,1 a 3,7 kg/250 m²), i la de la reserva parcial gairebé es duplica en ambdues zones: a Santanyí passa d'1,6 a 2,3 kg/250 m² i a Lluçmajor d'1,6 a 2,9 kg/250 m².

Illa del Toro. Triplica el valor de la biomassa, que passa de 4 a 13,1 kg/250 m² entre els anys 2005 i 2022. Illes Malgrats, tot i tenir menys biomassa que Illa del Toro, gairebé la quadruplica, i passa d'1,9 kg/250 m² a 7,2 kg/250 m². Les diferències en la quantitat de biomassa entre ambdues reserves poden ser causades pel fet que Illa del Toro presenta un hàbitat més favorable per a les poblacions de peixos (pendents i profunditats més grans). Això deriva en la presència d'un nombre superior d'espècies i individus d'espècies amb un elevat nivell tròfic —anfós llis (cat) = *false abade* (es) = *Epinephelus costae*; anfós (cat) = *mero* (es) = *Epinephelus marginatus*; o escorball (cat) = *corvallo* (es) = *Sciaenidae umbra*, entre d'altres—. Addicionalment, la normativa pesquera és més restrictiva a Illa del Toro que a Illes Malgrats, on la pesca es permet durant més mesos i amb més aparells. En profunditat, la biomassa mostra un increment considerable des de l'any 2005 a Illa del Toro i Illes Malgrats: de ~ 6 vegades i de ~ 5 vegades, respectivament.

Llevant de Mallorca. El 2008 presentava una biomassa al voltant d'1 kg/250 m² a la reserva integral i a la parcial d'aigües interiors. El 2022 aquests valors es tripliquen a la reserva integral i es multipliquen per 5 a la reserva parcial d'aigües interiors. La reserva parcial d'aigües exteriors es quadruplica des del 2008. Addicionalment, es mostren dues zones de reserva parcial per separat: (i) el faralló d'Albarca (en aigües interiors i subjecte a normativa autonòmica), que augmenta la seva biomassa d'1,9 a 10,1 kg/250 m² entre els anys 2016 i 2022 i que, per tant, mostra una recuperació x 5 després de la prohibició de la pesca submarina l'any 2016; i (ii) el faralló de Cala Gat (d'àmbit estatal), que mostra estabilitat sense canvis significatius en la seva biomassa: de 16,6 a 16,9 kg/250 m².

Sa Dragonera. Entre 2016-2022, en aigües superficials interiors, la biomassa en la zona de reserva parcial del cap de Llebeig es triplica, i passa de 5,2 a 17,1 kg/250 m², mentre que a cala en Lledó s'incrementa en 0,6 kg/250 m². En aigües superficials exteriors, la biomassa de Na Popi també mostra un gran increment, i passa de 2,9 a 7,7 kg/250 m², mentre que s'Indi es manté estable.

La biomassa de profunditat (figura 2) es multiplica per 7 en sis anys al cap de Llebeig, que passa de 5,7 a 41 kg/250 m². A s'Indi també es produeix un augment i es tripliquen els valors, que passen de 4,4 a 14,1 kg/250 m².

Nord de Menorca. Des de l'any 2000, la biomassa augmenta 2,6 kg/250 m² en la reserva integral i 3,9 kg/250 m² en la reserva parcial. En general, la biomassa de la reserva parcial sol ser superior que la de la reserva integral, i el 2023 és de 5,2 i de 3,4 kg/250 m², respectivament. Aquestes diferències poden ser causades per una diferència d'hàbitats, ja que la reserva parcial presenta més rugositat, més exposició a corrents i més pendent cap a aigües profundes que la reserva integral. En aigües profundes de la reserva integral s'observa un increment d'1,6 kg/250 m² des de l'any 2006. En la reserva parcial no es detecten grans canvis en la biomassa amb el pas dels anys de protecció, ja que el 2023 s'observen valors pròxims als inicials del 2006, al voltant d'11 kg/250 m².

Illa de l'Aire. Després de tres anys de protecció, presenta uns valors de biomassa en la zona superficial superiors a la reserva integral en comparació amb la reserva parcial —6,4 kg/250 m² i 4,1 kg/250 m², respectivament—. En ambdues zones la biomassa es va duplicar des de la seva creació com a reserva l'any 2019. Els valors de biomassa de l'àrea profunda presenten un lleu augment en ambdues zones en dos anys de protecció (2020-2022), i passen de 3,8 a 4,1 kg/250 m² en la reserva integral i de 2,3 a 2,8 kg/250 m² en la reserva parcial.

S'Albufera des Grau. Presenta la menor biomassa de tots els EMP: 1,32 kg/250 m² l'any 2019 i una reducció de 0,6 kg/250 m² des del 2011. Aquest fet pot atribuir-se a les poques mesures de gestió destinades a la regulació pesquera que s'aplicaven en aquest EMP en el període d'estudi.

Freus d'Eivissa i Formentera. Des de l'any 2000, els valors de biomassa en superfície en les zones de reserva augmenten considerablement —6 vegades en la reserva integral, de 2 kg/250 m² a 12 kg/250 m², i 4 vegades en la reserva parcial, de 2,2 kg/250 m² a 8,8 kg/250 m²—. En profunditat, entre els anys 2018-2021 baixen els valors en ambdós tipus de reserva, que assoleixen 27,2 kg/250 m² en la integral i 17,1 kg/250 m² en la parcial.

Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago. Després de la gran caiguda en el primer any de protecció, la biomassa en superfície es recupera en ambdós tipus de reserva. Tant en la integral com en la parcial, l'any 2023 la biomassa supera els valors inicials del 2020 per 1,3 kg/250 m² i 2,5 kg/250 m² respectivament. En aigües profundes, la biomassa de la reserva integral es duplica i passa de 7,9 kg/250 m² a 16,8 kg/250 m².

Punta de sa Creu. Incrementa la biomassa en la zona de reserva de 3,8 a 6 kg/250 m² des del seu inici el 2020 fins al 2023.

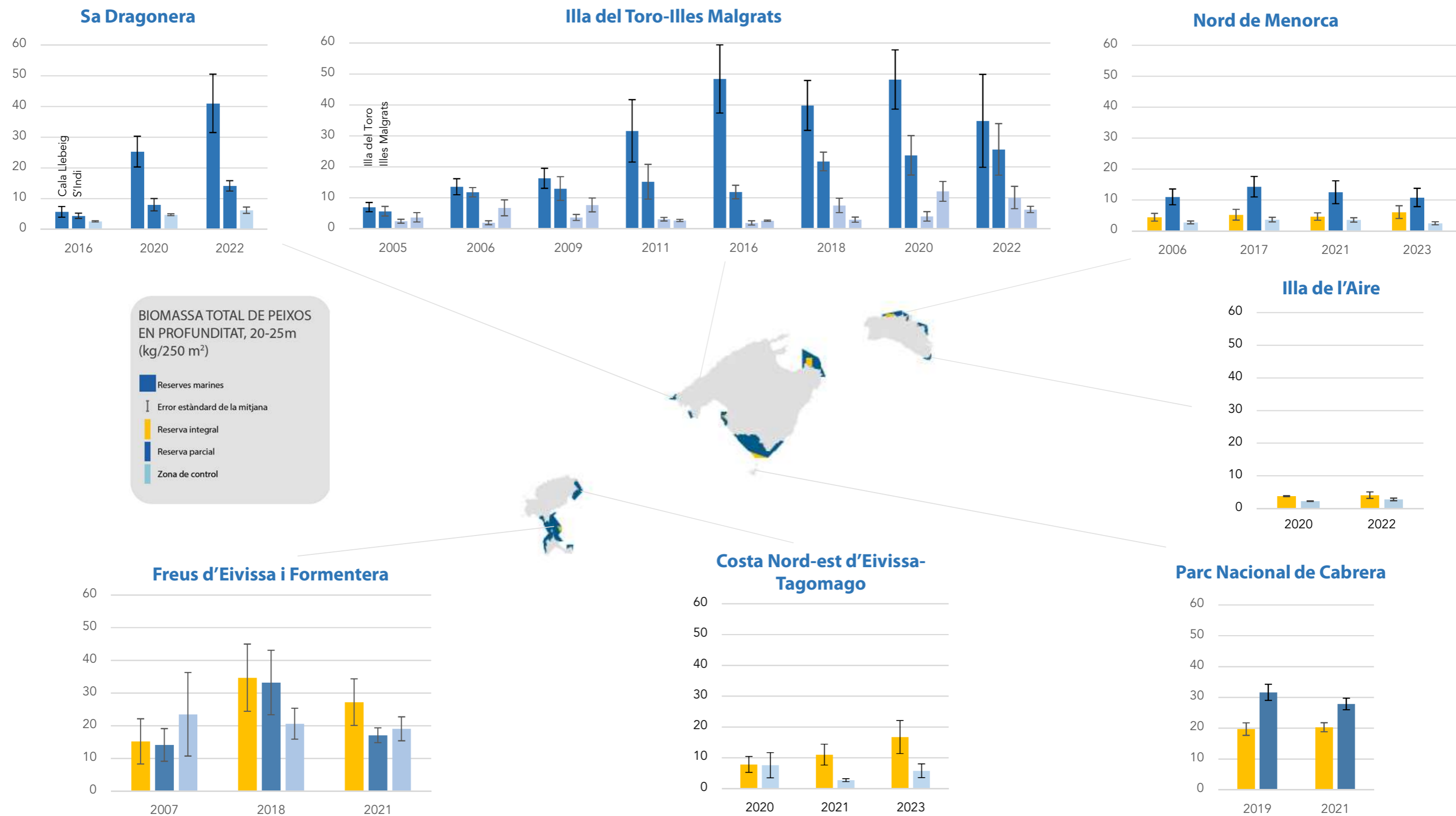


Figura 2. Biomassa total en profunditat (20-25 m) de tots els espais marins protegits amb seguiment de peixos.

FONT: Illa del Toro, Illes Malgrats;^{15, 38} sa Dragonera;^{30, 35} Nord de Menorca;^{24, 29, 31, 37} Freus d'Eivissa i Formentera;^{19, 26, 33} Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago^{21, 32} i Cabrera.^{22, 23}

Cabrera. L'any 2019 mostra uns valors alts de biomassa en les zones d'ús moderat, ~ 20 kg/250 m², que disminueixen en 5 kg/250 m² l'any 2021. Aquesta disminució també es registra en la zona de reserva integral, que passa de 17,6 a 13,9 kg/250 m². En profunditat no s'observen canvis significatius en els dos anys d'estudi (2019 i 2021), amb valors al voltant de 30 kg/250 m² en la reserva parcial i d'uns 20 kg/250 m² en la reserva integral.

2. Riquesa específica (nombre d'espècies/250 m²)

En general, l'indicador de riquesa específica canvia menys que el de biomassa total amb el pas dels anys de protecció (figures 3 i 4). Tot i així, es mostren augments > 1 espècie en les aigües superficials de sa Dragonera, Llevant de Mallorca, Nord de Menorca, Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago i Freus d'Eivissa i Formentera; i també en les aigües profundes de sa Dragonera, Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago i Nord de Menorca.

Badia de Palma. Entre els anys 2000 i 2022 es registra un increment < 1 espècie/250 m² tant en la reserva parcial com en la integral. Els valors del 2022 són de 3 espècies/250 m², el mínim de tots els EMP en aigües poc profundes. La baixa riquesa d'espècies pot ser causada pel fet que l'hàbitat rocós de la reserva integral és de baixa complexitat i sol haver-hi menys diversitat d'espècies, i també a l'efecte de la pesca submarina en la reserva parcial.

Migjorn de Mallorca. Varia entre 3 i 4,5 espècies/250 m² en totes les zones durant els anys de seguiment. En les reserves parcials s'observa un augment de 3,4 a 4 espècies/250 m² a Lluçmajor i de 3 a 4,2 espècies/250 m² a Santanyí. En la reserva integral la riquesa es manté.

Illa del Toro. Si es comparen els anys 2005 i 2022, en superfície la riquesa augmenta de 3,6 a 4,6 espècies/250 m², mentre que la de les Illes Malgrats augmenta de 4 a 4,6 espècies/250 m². En profunditat, la riquesa d'Illa del Toro disminueix de 6,67 a 5,67 espècies/250 m², mentre que a Illes Malgrats es manté en 5,2 espècies/250 m².

Llevant de Mallorca. El 2022, junt amb Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago, obté els valors més grans de totes les zones de reserva (al voltant de 4,6-4,8 espècies/250 m²). El faralló d'Albarca augmenta en 3,2 espècies/250 m² en sis anys (de 3,6 a 6,8 espècies), mentre que el faralló de Cala Gat ho fa en 1,2 espècies/250 m² (de 5,8 a 7 espècies/250 m²).

Sa Dragonera. Entre els anys 2016-2022, en aigües superficials interiors la riquesa en la zona de reserva parcial del cap de Llebeig augmenta en 1,7 espècies/250 m² (assolint 5,4 espècies/250 m²), mentre que a la cala en Lledó s'incrementa en 0,9 espècies/250 m² (4,7 espècies/250 m²). En aigües superficials exteriors, Na Popi es manté estable, al voltant de 4 espècies/250 m², mentre que s'Indi augmenta en gairebé 2 espècies i passa de 3,1 a 4,8 espècies/250

m². En profunditat, a s'Indi es produeix un increment de 3 espècies/250 m², assolint 7,3 espècies/250 m², el màxim nombre d'espècies en aigües profundes de tots els EMP.

Nord de Menorca. Tant en aigües superficials com en profunditat, la reserva parcial supera la riquesa específica de la reserva integral—4,3 vs. 3,5 i 4,6 vs. 3,3 espècies/250 m², respectivament—. En profunditat, la reserva integral assoleix la mínima riquesa registrada de tots els EMP (3,3 espècies/250 m²).

Illa de l'Aire. L'any 2022, a l'estrat superficial la reserva integral va mostrar una riquesa de 4,3 espècies/250 m² i de 3,7 espècies/250 m² a la reserva parcial i de 4,4 espècies/250 m² a l'estrat profund de la reserva integral. Aquests valors representen una disminució en riquesa comparats amb l'any anterior de mostratge, de 0,62 espècies/250 m² en la reserva integral, de 0,60 espècies/250 m² en la reserva parcial de l'estrat superficial i de 0,6 espècies/250 m² en la reserva integral de l'estrat profund.

S'Albufera des Grau. Des del 2011 fins al 2019, el parc natural disminueix en 0,8 espècies/250 m² i mostra una xifra baixa: 3,4 espècies/250 m².

Freus d'Eivissa i Formentera. Ha augmentat el nombre d'espècies: de 2,4 a 5,4 espècies/250 m² en la reserva integral i de 3,7 a 4,9 espècies/250 m² en la reserva parcial. En profunditat, els valors oscil·len entre 6 i 6,9 espècies/250 m² en la reserva integral i entre 5,7 i 6,7 espècies/250 m² en la reserva parcial.

Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago. La riquesa augmenta en totes les zones, tant en aigües superficials com en profunditat. En aigües superficials de la reserva integral augmenta de 4,7 a 6,9 espècies/250 m², mentre que en les de la reserva parcial passa de 3,9 a 6,3 espècies/250 m². En profunditat, la riquesa de la reserva integral augmenta de 5,1 a 6,8 espècies/250 m².

Punta de sa Creu. No experimenta grans canvis entre el primer (2020) i l'últim any de mostratge (2023), i es manté al voltant de 4,5 espècies/250 m².

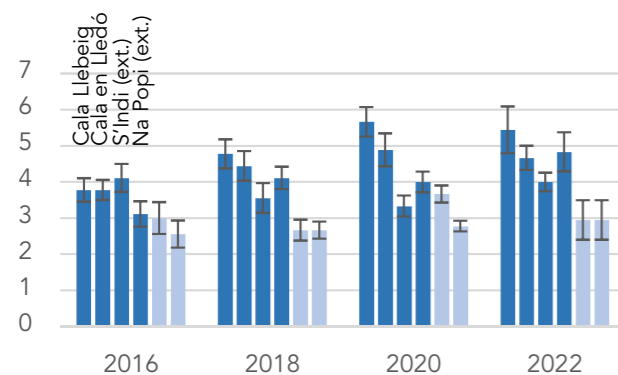
Cabrera. Disminueix la seva riquesa en la zona de reserva tant en superfície com en profunditat, i passa de 6 a 5,2 espècies/250 m² i de 5,9 a 4,7 espècies/250 m², respectivament, de manera que és menor en profunditat. La riquesa en profunditat és inferior en la zona de reserva en comparació amb la zona d'ús moderat.

CONCLUSIONS

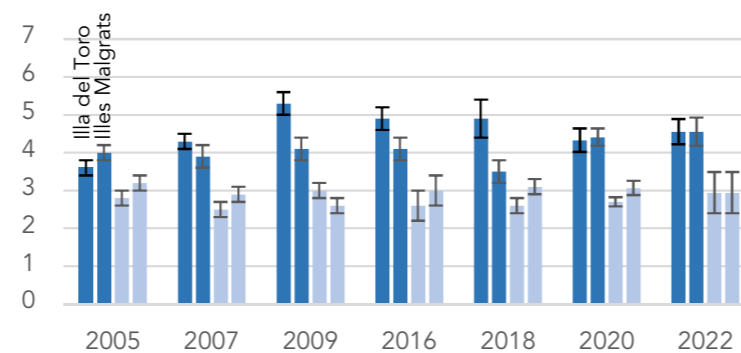
Els informes sobre el seguiment de peixos en EMP mostren que les reserves que han incrementat la biomassa de peixos en > 5 kg/250 m² des del seu establiment fins al darrer mostratge són les següents:

1. Illa del Toro (aigües profundes): 27,9 kg/250 m² en 17 anys.

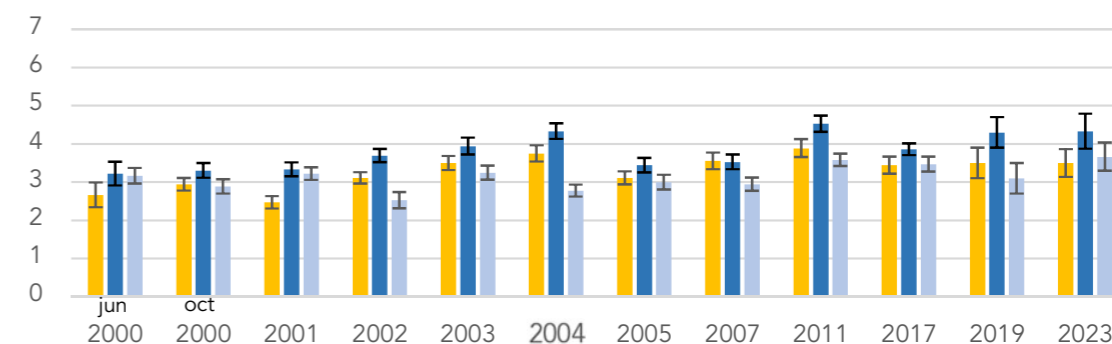
Sa Dragonera



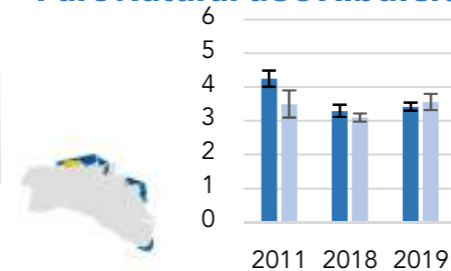
Illa del Toro-Illes Malgrats



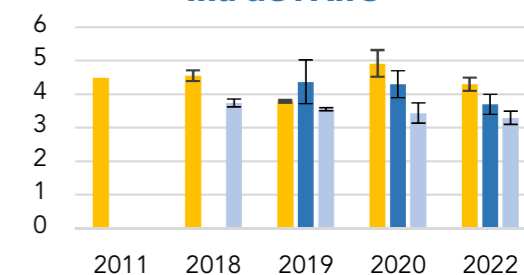
Nord de Menorca



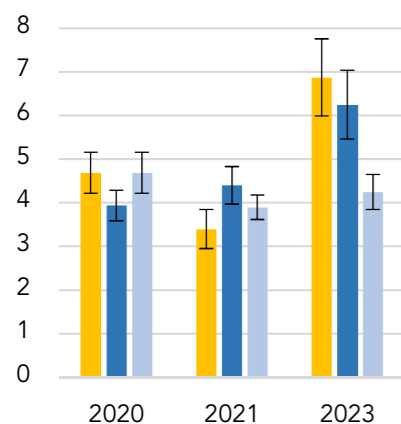
Parc Natural de s'Albufera des Grau



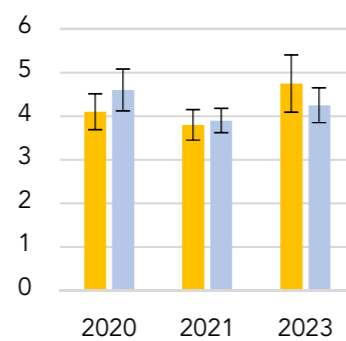
Illa de l'Aire



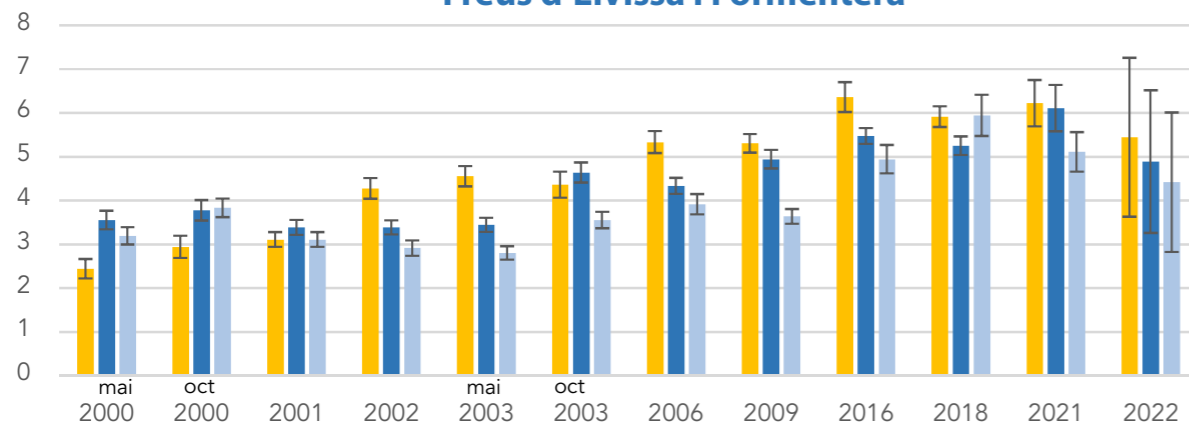
Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago



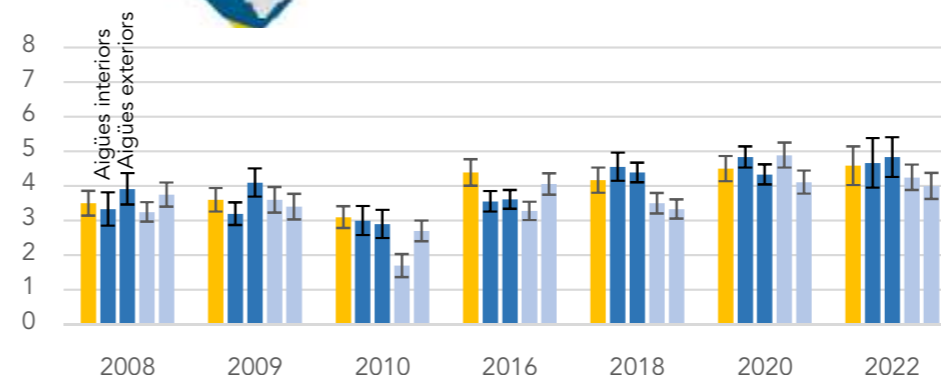
Punta de Sa Creu



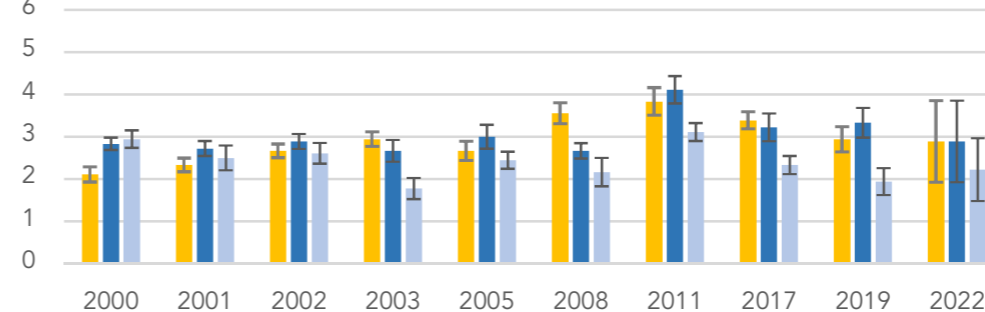
Freus d'Eivissa i Formentera



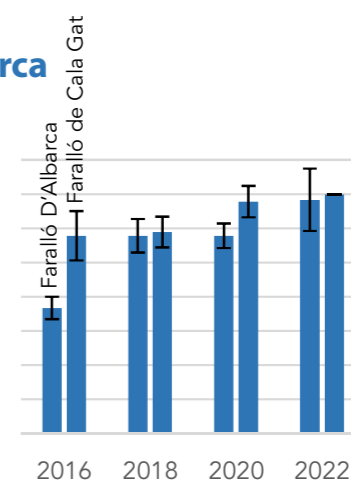
Llevant de Mallorca



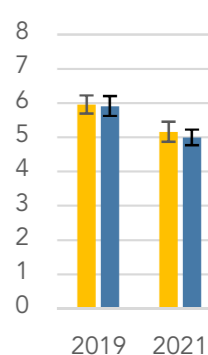
Badia de Palma



Faralló de Cala Gat



Parc Nacional de Cabrera



Migjorn de Mallorca

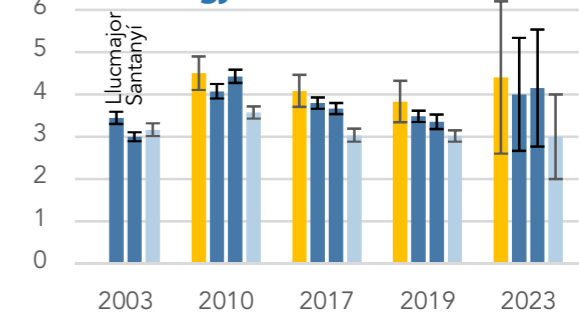


Figura 3. Riquesa específica en superfície (5-15 m) de tots els espais marins protegits amb seguiment de peixos.

FONT: Badia de Palma;^{14, 16, 28} Migjorn de Mallorca;^{17, 27} Illa del Toro, Illes Malgrats;^{15, 38} Llevant de Mallorca;^{18, 20, 25} Sa Dragonera;^{30, 35} Nord de Menorca;^{24, 29, 31, 37} Illa de l'Aire;^{7, 12, 36, 39} s'Albufera des Grau;^{7, 12, 36, 39} Freus d'Eivissa i Formentera;^{19, 26, 33} Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago;^{21, 32} Punta de sa Creu^{21, 32} i Cabrera.^{22, 23}



Figura 4. Riquesa específica en profunditat (20-25 m) de tots els espais marins protegits amb seguiment de peixos.

FONT: Illa del Toro-Illes Malgrats;^{15, 38} Sa Dragonera;^{30, 35} Nord de Menorca;^{24, 29, 31, 37} Freus d'Eivissa i Formentera;^{19, 26, 33} Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago^{21, 32} i Cabrera.^{22, 23}

2. Sa Dragonera (aigües profundes): 22,5 kg/250 m² en 6 anys.
3. Illes Malgrats (aigües profundes): 20 kg/250 m² en 17 anys.
4. Illa del Toro (aigües superficials): 9,1 kg/250 m² en 17 anys.
5. Freus d'Eivissa i Formentera (aigües superficials): 8,3 kg/250 m² en 22 anys.
6. Freus d'Eivissa i Formentera (aigües profundes): 7,5 kg/250 m² en 14 anys.
7. Illes Malgrats (aigües superficials): 5,3 kg/250 m² en 17 anys.

D'altra banda, aquests són els EMP que han incrementat la riquesa en > 2 espècies/250 m² des del seu establiment fins al darrer mostratge:

1. Llevant de Mallorca (aigües superficials): 2,7 espècies/250 m² en 14 anys.
2. Sa Dragonera (aigües profundes): 2,4 espècies/250 m² en 6 anys.
3. Freus d'Eivissa i Formentera (aigües superficials): 2,2 espècies/250 m² en 22 anys.

En aigües superficials (5-15 m):

- La màxima biomassa s'obté a sa Dragonera al cap de Llebeig, amb 17,1 kg/250 m². No obstant això, és important destacar que les dades del cap de Llebeig provenen d'un sol lloc, mentre que en la majoria de les altres zones els valors són mitjanes de dos o més indrets. La mínima biomassa es registra al Parc Natural de s'Albufera des Grau, amb 1,3 kg/250 m². Aquest mínim es podria derivar de les característiques del fons marí, d'una possible pressió pesquera més gran i del fet que aquest EMP és un parc natural que compta amb regulacions pesqueres menys estrictes que les reserves marines. El mínim de biomassa d'una reserva marina és d'1,9 kg/250 m² i es registra a Badia de Palma (reserva parcial).

- La màxima riquesa específica es detecta en les reserves parcials del faralló de Cala Gat (7 espè-

cies/250 m²) i del faralló d'Albarca (6,8 espècies/250 m²), en l'EMP del Llevant de Mallorca. La mínima riquesa s'observa a Badia de Palma (2,9 espècies/250 m²).

En aigües profundes (20-25 m):

- La màxima biomassa d'aigües profundes també s'obté a sa Dragonera, al cap de Llebeig, amb 41 kg/250 m², mentre que la mínima s'assoleix a Illa de l'Aire, amb 4,1 kg/250 m².

- La màxima riquesa s'obté en aigües exteriors de sa Dragonera, a s'Indi, amb 7,3 espècies/250 m². D'altra banda, la mínima riquesa es detecta en la reserva integral del Nord de Menorca, amb 3,3 espècies/250 m².

Per tant, hi ha diferències significatives en els canvis temporals de riquesa i de biomassa en els EMP estudiats. Per a les zones amb més seguiment temporal —per tant, amb una base de dades més gran— es podrien extreure conclusions sobre l'efecte reserva. Tanmateix, la falta d'informació sobre la intensitat pesquera i les arts de pesca que es practiquen impedeixen obtenir conclusions més robustes. A més, cal considerar els condicionants naturals intrínsecs de cada zona d'estudi on es fa el seguiment de peixos, ja que la capacitat de càrrega de les diferents zones no és la mateixa i no es podran obtenir els mateixos resultats sota un mateix nivell de protecció.¹⁰ Aquest potencial es va estimar l'any 2013, però els mateixos autors¹⁰ admeten que s'han produït canvis biològics i oceanogràfics que s'han d'integrar en els models, i abastar una variació espacial de mostratge més gran per tal que aquests models siguin aplicables. Per això, és necessari conèixer els distints factors ambientals de cada estació de mostratge per corregir els resultats de biomassa i riquesa i establir una comparació entre zones. El conjunt de tota aquesta informació permetria implementar la gestió i la planificació dels EMP de les Balears per obtenir millors resultats.

REFERÈNCIES

- ¹ Borrás Tejedor, R.; Cardona Pons, F.; Fortuny Llambias, X.; Masinyach Perarnau, E. (2009). Monitoreig de la biodiversitat marina, de l'ús i de la freqüentació antròpica a les aigües interiors de l'illa de l'Aire. Institut Menorquí d'Estudis. [Informe tècnic].
- ² Garcia-Rubies, A. (1997). Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània occidental: efecte de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral].
- ³ Nicholson, M. D.; Jennings, S. (2004). Testing candidate indicators to support ecosystem-based management: the power of monitoring surveys to detect temporal trends in fish community metrics. *ICES Journal of Marine Science*, 61, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2003.09.004>.
- ⁴ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O. (2017). Avaluació dels efectes de la protecció a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca sobre els peixos costaners de roca i sobre la captura associada a la pesquera de sípia (*Sepia officinalis*, Linnaeus, 1758). Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca; Tragsatec. [Informe tècnic].

- ⁵ Coll, J.; Garcia-Rubies, A.; Morey, G.; Grau, A. M. (2012). The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 76, 809–826. <https://doi.org/10.3989/scimar.03531.02H>.
- ⁶ Harmelin-Vivien, M.; Harmelin, J. G.; Chauvet, C.; Duval, C.; Galzin, R.; Lejeune, P.; Barnabé, G.; Blane, F.; Chevalier, R.; Duclere, J.; Lasserre, G. (1985). Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes. *Revue d'Ecologie La Terre et la Vie*, 40, 467–539.
- ⁷ Marsinyach, E.; Cefali, M. E.; Movilla, J.; Bagur, M.; Bolado, N.; García, O.; Sales, M. (2018). Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca. Observatori Socioambiental de Menorca; Centre Oceanogràfic de Balears (IEO); Menorca Preservation Fundation; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- ⁸ FishBase: A Global Information System on Fishes. [pàgina web]. www.fishbase.org.
- ⁹ Morey, G.; Moranta, J.; Massutí, E.; Grau, A.; Linde, M.; Riera, F.; Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62, 89–96. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00250-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00250-3).
- ¹⁰ Coll, J.; Garcia-Rubies, A.; Morey, G.; Reñones, O.; Álvarez-Berastegui, D.; Navarro, O.; Grau, A. M. (2013). Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70, 578–590. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst025>.
- ¹¹ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O. (2011). Avaluació dels recursos íctics litorals de la Reserva Marina del Nord de Menorca. Resultats del període 2000-2011. Direcció General de Pesca. Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹² Marsinyach, E.; Quintana, R. (2011). Seguiment biològic de l'Illa de l'Aire, 2011: Censos d'espècies vulnerables a la pesca. Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca. Agència Reserva de Biosfera. [Informe tècnic].
- ¹³ Quintana, R.; Marsinyach, E.; Pons, C. (2010). Campanya de seguiment del medi marí de Menorca: seguiment biològic dels herbassars de Posidonia oceanica; Avaluació i seguiment de les espècies vulnerables a la pesca en fons de roca. Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca. [Informe tècnic].
- ¹⁴ Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O. (2017). La Reserva Marina de la Badia de Palma: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹⁵ Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O.; Verger, F. (2018). Les reserves marines de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹⁶ Grane-Feliu, X.; Coll, J.; Navarro, O. (2019). La Reserva Marina de la Badia de Palma. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹⁷ Morey, G.; Coll, J.; Verger, F.; Navarro, O. (2019). La Reserva Marina del Migjorn de Mallorca. Seguiment de les espècies de peixos vulnerables sobre substrat rocós. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹⁸ Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O.; Pozo, M. (2020). La reserva marina del Llevant de Mallorca. Seguimiento de las especies ícticas vulnerables sobre substrato rocoso. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹⁹ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O. (2020). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2020. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁰ Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O.; Verger, F. (2018). La reserva marina del Llevant de Mallorca: Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables de substrat rocós en el període 2008-2018. Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca; Tragsatec. [Informe tècnic].

- ²¹ Garcia Charlton, J. A.; Casado, I. A. C.; Orenes Salazar, V.; Ortolano Muñoz, A.; Pereñíguez López, J. M.; Pozo Fernández, M. A.; Alarcón Trujillo, M. (2021). Censos de peces vulnerables en las reservas marinas de la costa nordeste de Ibiza-Tagomago (Ibiza) y de la Punta de Sa Creu (Formentera). Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²² Coll, J. (2020). Seguiment de les comunitats marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears. Cens de poblacions de peixos (P. N. Cabrera). Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²³ Coll, J. (2021). Seguiment de les comunitats marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears. Cens de poblacions de peixos (P. N. Cabrera). Resum previ sobre les activitats desenvolupades i resultats preliminars. Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁴ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O.; Arpa, M. (2021). La Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2021. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁵ Morey, G.; Coll, J.; Arpa, M.; Navarro, O. (2022). La Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Rajada: seguimiento de las especies ícticas vulnerables sobre sustrato rocoso. Seguimiento de las especies ícticas vulnerables sobre sustrato rocoso en el periodo 2008-2022. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁶ Arpa, M.; Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O. (2022). La Reserva Marina dels Freus D'Eivissa i Formentera: Seguiment de les espècies íctiques d'interès pesquer sobre substrat rocós en el període 2000-2022. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁷ Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O. (2021). La Reserva Marina Del Migjorn De Mallorca: Seguiment de les espècies de peixos vulnerables sobre substrat rocós. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁸ Arpa, M.; Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O. (2022). La Reserva Marina de la Badia de Palma: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁹ Morey, G.; Palmer, J.; Navarro, O.; Arpa, M. (2023). La Reserva Marina del Nord de Menorca: Seguimiento de las poblaciones de peces de sustrato rocoso en el periodo 2000-2023. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³⁰ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O. (2022). La Reserva Marina de Sa Dragonera: Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³¹ Coll, J.; Morey, G.; Verger, F.; Navarro, O. (2017). La Reserva Marina del Nord de Menorca: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017. Govern de les Illes Balears. Servei de Millora Agrària i Pesquera; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³² Coll, J.; Navarro, O.; Arpa, M.; Morey, G.; Palmer, J. (2023). La Reserva Marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago (RMNEET): Seguiment de les poblacions de peixos d'interès pesquer sobre hàbitats rocosos. Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³³ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O.; Mucientes, G. (2018). La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018. Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³⁴ Cefali, M. E.; Marsinyach, E.; Movilla, J.; Bagur, M.; Bolado, I.; Blanco-Magadan, A.; Reñones, O. (2019). Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca. Centre Oceanogràfic de Balears (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- ³⁵ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O.; Verger, F. (2018). La Reserva Marina del Freu de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca. Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca; Tragsatec. [Informe tècnic].

- ³⁶ Cefalì, M. E.; Reñones, O.; Marsinyach, E.; Bagur, M.; Movilla, J.; Bolado, I. (2020). Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondos rocoso en aguas costeras de Menorca. Centre Oceanogràfic de Balears (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- ³⁷ Coll, J.; Morey, G.; Navarro, O. (2019). Reserva Marina del Nord de Menorca. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2019. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Serveis de Millora Agrària i Pesquera; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³⁸ Morey, G.; Coll, J.; Navarro, O.; Verger, F.; Pozo, M. (2020). Les Reserves Marines de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats Illes Malgrats: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Direcció General de Pesca. Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³⁹ Movilla, J.; Marsinyech, E.; Cefalì, M. E.; Bagur, M.; Alejo Molina, S.; Moranta, J.; Reñones, O. (2022). Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en la reserva marina de la Isla del Aire. Centre Oceanogràfic de Balears (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].

CITAR COM

Gouraguine, A.; Barrientos, N.; Vaquer-Sunyer, R. (2024). Seguiment de peixos en espais marins protegits. A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024*
<https://www.informemarbalear.org/ca/emp/imb-riquesa-biomassa-cat_2024.pdf>.
<https://doi.org/10.62135/VQOE1679>.

Aquest capítol ha estat elaborat per:

Adam Gouraguine, Natalia Barrientos i Raquel Vaquer-Sunyer a partir de les dades de la Direcció General de Pesca.

Reserves marines d'interès pesquer

1. Àrea protegida
2. Àrea protegida com a reserva integral
3. Percentatge de mar protegida
4. Percentatge d'aigües interiors protegides

Les reserves marines d'interès pesquer són porcions del medi marí on estan prohibides la pesca industrial i semiindustrial (arrossegament, encerclament i palangre de superfície), mentre que la pesca artesanal i la recreativa estan regulades. Algunes reserves marines inclouen superfícies totalment tancades a la pesca i on no es permet el submarinisme recreatiu amb escafandre autònom, denominades reserves integrals o *no-take zones*. Altres reserves inclouen zones especials de busseig on les immersions tenen límits establerts.

Globalment, aquestes figures de gestió pesquera es converteixen en eines per regenerar els ecosistemes marins, amb l'objectiu doble d'incrementar la productivitat dels recursos pesquers i conservar els hàbitats i les espècies marines.

METODOLOGIA

Per al càlcul de l'evolució de l'àrea s'ha extret informació sobre les reserves marines de les Illes Balears de la pàgina web de la Direcció General de Pesca (Servei de Recursos Marins).¹ Aquestes reserves estan gestionades pel Govern de les Illes Balears —les zones d'aigües interiors— i pel Govern d'Espanya —les zones d'aigües exteriors—.

Per posar en perspectiva el percentatge (%) de mar i litoral balear protegits per reserves marines d'interès pesquer, es presenten dades amb referència a:

1. Mar Balear. Tot i que encara no hi ha un consens científic ni administratiu, segons l'estudi d'establiment de noves reserves marines «Assaig sobre una primera

proposta d'àrees marines protegides a Balears», publicat l'any 2022, la mar Balear té una àrea de 72.552 km²,² que es fa servir per a fins comparatius.

2. Aigües interiors/autòniques. Les que queden dins del traçat de línies de base rectes entre zones geogràfiques de cada illa (Reial Decret 2510/1997) i ocupen una àrea d'aproximadament 2.663 km².

RESULTATS

Amb data de maig del 2024, hi ha 12 reserves marines d'interès pesquer a les Balears, 4 de les quals no compten amb reserves integrals (taula 1, figura 1). Per ordre d'any d'establiment, són les següents:

→ Badia de Palma (1982).

→ Nord de Menorca (1999).

→ Freus d'Eivissa i Formentera (1999).

→ Migjorn de Mallorca (2002).

QUÈ ÉS?

Les reserves marines d'interès pesquer són figures de protecció pesquera mitjançant les quals es prohibeix la pesca d'arrossegament i es regulen les activitats de pesca artesanal o recreativa. Algunes reserves marines inclouen àrees de protecció especial (conegudes com reserves integrals), on l'extracció de recursos pesquers està totalment prohibida. Es creen per regenerar els ecosistemes marins de les zones protegides amb un objectiu doble: incrementar la productivitat dels recursos pesquers i conservar els hàbitats i les espècies.

METODOLOGIA

Es compilen les dades de les reserves marines de la pàgina web de la Direcció General de Pesca (https://www.caib.es/sites/reservasmarines/ca/las_reservas_marinas_en_las_islas_balears-850/).¹

Es descriuen les dades en funció de l'estudi de Ballesteros (2022),² en el qual s'estima que la mar Balear té una àrea de 72.552 km².

Aquestes reserves estan gestionades pel Govern de les Illes Balears (aigües interiors) i pel Govern d'Espanya (aigües exteriors).

RESULTATS

Actualment, hi ha 12 reserves marines d'interès pesquer a les Balears: 5 a Mallorca, 2 a Menorca i 5 a les Pitiüses.

Des que es varen establir a l'any 1982, les àrees de reserves marines han anat augmentant gradualment, i avui sumen una àrea total de 674,2 km². Aquest increment no és de la mateixa



Evolució, des que es varen establir, de l'àrea de les reserves marines d'interès pesquer de les Balears i de l'àrea de reserva integral que inclouen. FONT: Direcció General de Pesca.

PER QUÈ?

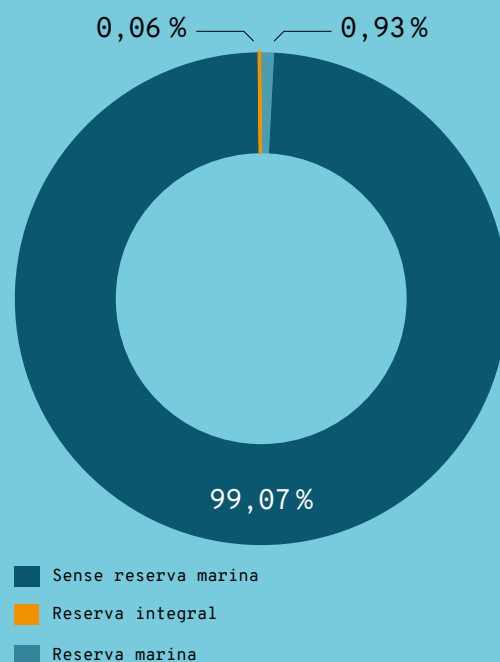
Aquest indicador s'utilitza com a mesura de resposta per millorar la gestió pel que fa a la regeneració dels recursos pesquers i la conservació dels ecosistemes marins.

LOCALITZACIÓ



magnitud en les zones de reserva integral, que només arriben als 44,13 km².

Un 0,93 % de la mar Balear està protegit mitjançant reserves marines d'interès pesquer, dins les quals un 0,06 % està totalment tancat a la pesca (reserva integral).



Percentatge de mar Balear protegit per reserves marines d'interès pesquer. FONT: Direcció General de Pesca.

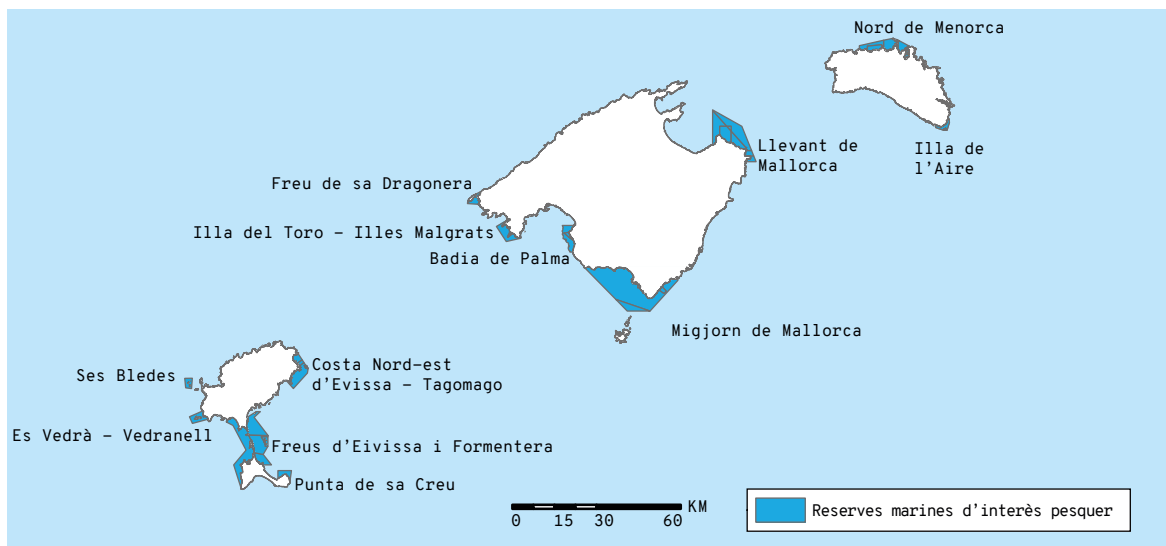


Figura 1. Mapa de les Illes Balears amb la localització de les 12 reserves marines d'interès pesquer (en color blau). FONT: Direcció General de Pesca.

- Illa del Toro (2004) i Illes Malgrats (2004), que el setembre de l'any 2022 varen ser unificades.
- Llevant de Mallorca (2007).
- Freu de sa Dragonera (2016), que l'any 2020 va ser ampliada amb la creació de la reserva de sa Dragonera.
- Punta de sa Creu (2018).
- Costa Nord-est d'Eivissa-Tagomago (2018).
- Illa de l'Aire (2019).
- Es Vedrà-Vedranell (2023).
- Ses Bledes (2023).

Evolució de l'àrea

Des de l'any 1982, les reserves marines d'interès pesquer han acumulat una superfície total de 674,2 km² (taula 1, figura 2). Els increments més grans es produeixen els anys 1999, 2002 i 2007, com a resultat d'agregar les reserves marines de més superfície de les Balears: Freus d'Eivissa i Formentera, Migjorn de Mallorca i Llevant de Mallorca, respectivament.

La superfície tancada a la pesca que formen les reserves integrals o *no-take zones* no augmenta significativament amb el temps (taula 1, figura 2). Aquest tipus de reserva més restrictiva assoleix una àrea acumulada de 44,13 km² l'any 2024. L'àrea de les reserves integrals suposa el 6,55 % de l'àrea total de reserva marina d'interès pesquer.

Percentatge de mar Balear protegida

Segons l'àrea de la mar Balear actualitzada l'any 2022, el percentatge de mar protegida per reserves marines d'interès pesquer és del 0,93 %, mentre que el de les zones de reserva integral és del 0,06 %.

Percentatge d'aigües interiors balears protegides

Tenint en compte la superfície d'aigües interiors balears delimitada pel Reial Decret 2510/1977, s'estima que el percentatge d'aquestes aigües protegides per reserves marines d'interès pesquer és del 25,32 %, mentre que les zones de reserva integral és de l'1,66 %.

CONCLUSIONS

- Amb data de maig de 2024, a les Balears hi ha 12 reserves marines d'interès pesquer: 5 a Mallorca, 2 a Menorca i 5 a Eivissa i Formentera.
- De les 12 reserves marines, 4 no compten amb reserves integrals (Illa del Toro i Illes Malgrats, Freu de sa Dragonera, Punta de sa Creu i Illa de l'Aire).
- Les reserves marines d'interès pesquer de les Balears han augmentat en les darreres quatre dècades fins a un total de 674,2 km².
- L'increment de l'àrea de les reserves integrals (*no-take zones*) ha passat de 2,43 km² a 44,13 km² en 42 anys.
- Les reserves integrals representen aproximadament el 7 % de la zona total de reserva marina d'interès pesquer.
- El 0,93 % de la mar Balear està protegit per reserves marines i el 0,06 % per reserves integrals. Per tant, el 0,06 % de la mar Balear està totalment tancat a la pesca.
- Respecte dels 2.663 km² d'aigües interiors, les reserves marines en protegeixen el 25,32 %, mentre que les reserves integrals en representen l'1,66 %.

Taula 1. Descripció de les diferents reserves marines de les Balears i el seu any de creació. Àrea de mar Balear considerada: 75.552 km². FONT: Direcció General de Pesca.

#	Nom de la reserva marina d'interès pesquer	Any	Àrea total (km²)	Àrea de reserva integral (km²)	Zona especial de busseig (km²)	Zona de veda de pesca recreativa (km²)
1	Badia de Palma	1982	23,79	2,43		
2	Nord de Menorca	1999	50,86	11,11		12,5
3	Freus d'Eivissa i Formentera	1999	153,53	4,42		28,9
4	Migjorn de Mallorca	2002	223,23	3,04		16,72
*	Illa del Toro	2004	1,36	-		
*	Illes Malgrats	2004	0,85	-		
5	Llevant de Mallorca	2007	113,03	20,03		
*	Freu de sa Dragonera	2016	9,12	-		
6	Punta de sa Creu	2018	9,86	-		
7	Costa nord-est d'Eivissa-Tagomago	2018	39,66	2,28		
8	Illa de l'Aire	2019	7,19	-	4,54	
*9	Ampliació sa Dragonera	2020	4,57	0,82		
*10	Unificació Toro-Malgrats	2022	27,31	-	2,21 (1,36 Toro; 0,85 Malgrats)	
11	Es Vedrà-Vedranell	2023	5,36	-		
12	Ses Bledes	2023	4,48	-		
TOTAL (km²)			674,20	44,13		
% de mar Balear			0,93	0,06		

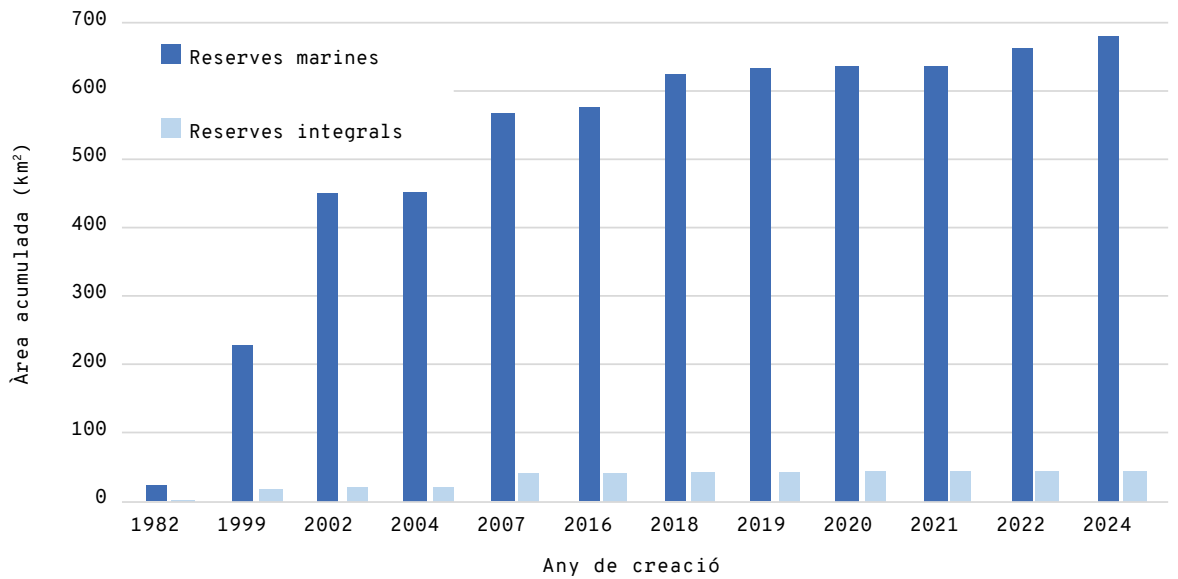


Figura 2. Evolució en superfície acumulativa de les reserves marines d'interès pesquer de les Balears (de color blau fosc) i les seves àrees de reserva integral (de color blau clar). FONT: Direcció General de Pesca.

REFERÈNCIES

- ¹ Servei de recursos Marins. Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. https://www.caib.es/sites/reservesmarines/es/las_reservas_marinas_en_las_illes_balears-850/.
- ² Ballesteros, E. (2022). Assaig sobre una primera proposta d'àrees marines protegides a Balears. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 27-89.

CITAR COM

Gouraguine, A.; Barrientos, N.; Vaquer-Sunyer, R. (2024). Reservas marinas de interés pesquero. En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N., Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024*. <https://informemarbalear.org/cat/amp/imb-amp-reserves-marines-cat_2024.pdf>. <https://doi.org/10.62135/SYCM6258>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Adam Gouraguine, Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Alícia Florit-García, Neus

Matamalas-Rodríguez, Ricardo Borràs i Francisco Sobrado.

Xarxa Natura 2000

1. Superfície marina (de competència autonòmica i estatal)

2. Percentatge de superfície amb plans de gestió aprovats (autonòmics i estatals)

La Xarxa Natura 2000 és el principal instrument per a la conservació de la naturalesa de la Unió Europea. Forma la xarxa d'espais protegits més gran del món, una xarxa ecològica creada l'any 1992 a través de la Directiva 92/43/CEE (o Directiva Hàbitats). La protecció d'aquests espais té per objecte garantir la supervivència a llarg termini de les espècies i dels hàbitats europeus més valuosos i amenaçats, tenint en compte les exigències econòmiques, socials i culturals de cada territori.

Aquesta xarxa de zones protegides integra diferents figures de protecció —tant en territori marí com terrestre— denominades:

- Llocs d'Importància Comunitària (LIC), que quan compten amb un pla de gestió aprovat passen a designar-se Zones d'Especial Conservació (ZEC).
- Zones d'Especial Protecció per a les Aus (ZEPA), designades a l'empara de la Directiva 2009/147/CE (o Directiva Aus).

Els espais marins de la Xarxa Natura 2000 poden ser de competència estatal¹ o autonòmica.² Per tal que un espai marí pugui ser de competència autonòmica ha de tenir reconeguda la seva continuïtat ecològica.

Per garantir la conservació a llarg termini dels hàbitats i de les espècies d'interès comunitari que formen part de la Xarxa Natura 2000 és necessari disposar de plans o instruments de gestió adequats, específics dels llocs o integrats en altres plans de desenvolupament que incloguin, entre d'altres, els objectius de conservació del lloc i les mesures apropiades per mantenir els espais en un estat de conservació favorable. La Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural és l'organisme encarregat d'elaborar aquests plans de gestió, seguint les «Directrius de Conserva-

ció de la Xarxa Natura 2000 a Espanya» i tenint en compte les exigències ecològiques de cada espai.³ Els plans de gestió estatal són aprovats pel Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, mentres que els de gestió autonòmica s'aproven mitjançant decret del Govern de les Illes Balears.

NORMATIVA

Les directives Hàbitats i Aus han estat transposades a l'ordenament jurídic estatal a través de la Llei 42/2007, de 13 de desembre, del Patrimoni Natural i de la Biodiversitat, que constitueix el marc bàsic de la Xarxa Natura 2000 a Espanya. La norma autonòmica que regula aquests espais protegits és la Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO).

- Directiva 92/43/CEE del Consell, de 21 de maig de 1992, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres (Directiva Hàbitats).
- Directiva 2009/147/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 30 de novembre, relativa a la conservació de les aus silvestres, la qual inclou també els llocs per a la protecció dels seus hàbitats (Directiva Aus).

QUÈ ÉS?

És el principal instrument per a la conservació de la naturalesa de la Unió Europea. Forma la xarxa d'espais protegits més gran del món, creada l'any 1992 per la Directiva Hàbitats. Inclou diferents figures de protecció, terrestres i/o marines, conegudes com:

- Llocs d'Importància Comunitària (LIC), que passen a denominar-se Zones d'Especial Conservació (ZEC) quan s'aproven els seus plans de gestió.
- Zones d'Especial Protecció per a les Aus (ZEPA), dictades sota la Directiva Aus.

A la mar Balear hi ha zones Xarxa Natura 2000 de competència estatal i de competència autonòmica.

METODOLOGIA

Les dades de la superfície i dels plans de gestió de les zones Xarxa Natura 2000 de competència autonòmica han estat proporcionades per la Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears. Les dades de les zones de competència estatal s'han consultat a través de les pàgines web del Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic i de Natura 2000 Network Viewer (<https://natura2000.eea.europa.eu>).

RESULTATS

Hi ha 41 espais marins protegits Xarxa Natura 2000 de competència autonòmica que sumen un total de 105.779,32 ha.

Hi ha 11 espais marins protegits Xarxa Natura 2000 de competència estatal que sumen un total de 1.173.304,24 ha.

PER QUÈ?

L'objectiu d'aquestes zones és garantir la protecció a espècies i hàbitats amenaçats, considerant també les exigències culturals i socioeconòmiques de cada territori. Per dur a terme aquesta protecció és necessari disposar de plans de gestió aprovats, adaptats a cada zona, que serveixin de guia per mantenir o assolir un estat de conservació favorable a llarg termini.

LOCALITZACIÓ

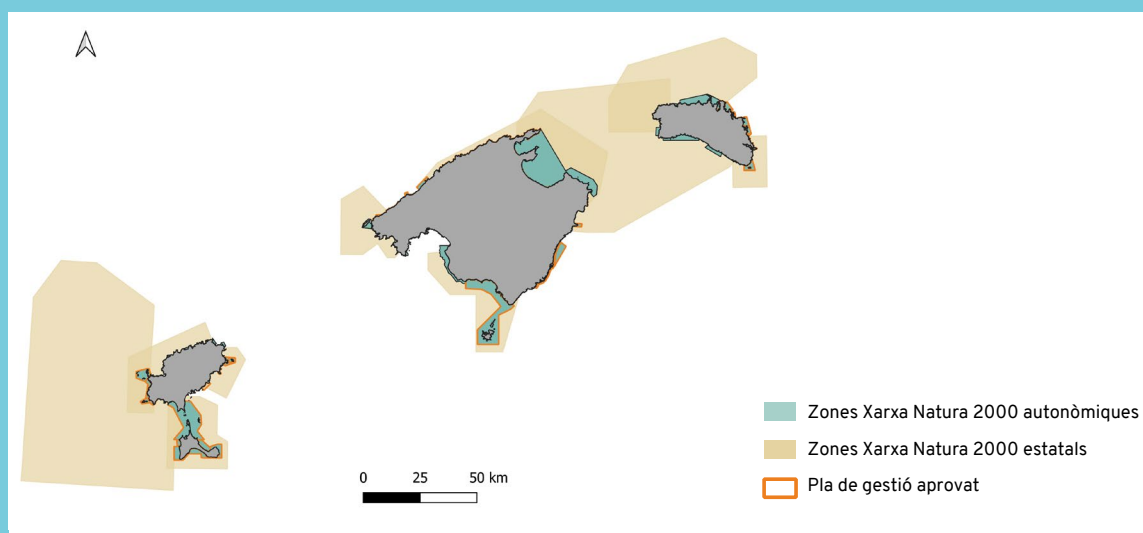


1992

2023

En total, la Xarxa Natura 2000 suma 1.279.083,56 ha a la mar Balear. La superfície de competència estatal és 11 vegades més gran que l'autonòmica.

Els plans de gestió aprovats de zones de competència estatal cobreixen únicament un 0,05 % de tota la superfície marina protegida, mentre que els plans de gestió aprovats de zones de competència autonòmica sumen un 51,7 % de la superfície protegida.



Mapa de les Illes Balears que mostra els espais marins Xarxa Natura 2000 de competència estatal (color groc) i autonòmica (color verd). El contorn de color taronja indica les zones amb pla de gestió aprovat.

- Llei 42/2007, de 13 de desembre, del Patrimoni Natural i de la Biodiversitat, que constitueix el marc bàsic de la Xarxa Natura 2000 a Espanya.
- Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO).

METODOLOGIA

S'inclouen les dades de zones Natura 2000 d'àmbit marí tant de competència autonòmica (proporcionats per la Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears)² com de competència estatal (dades consultades en línia des de les pàgines del Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic¹ i Natura 2000 Network Viewer).⁴

Moltes zones Xarxa Natura 2000 són, al temps, LIC/ZEC i ZEPA, per la qual cosa es mostren els resultats de la superfície marina amb cavalcaments.

A les zones Xarxa Natura 2000 autonòmiques, la Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal (Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears) és l'entitat encarregada d'elaborar

i tramitar els plans de gestió de cada espai; el Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic s'encarrega de les zones de competència estatal.

Moltes zones de la Xarxa Natura 2000 són alhora LIC/ZEC i ZEPA, fet que provoca cavalcaments tant entre les zones autonòmiques i estatals com entre les zones estatals. Per mostrar els resultats de la superfície marina de la Xarxa Natura 2000 sense cavalcaments, es van delimitar totes les àrees cavalcades. Després de calcular la superfície de cavalcament entre dues o més zones, la superfície calculada es va restar de la zona corresponent amb la superfície total més gran dins de cada àrea cavalcada. D'aquesta manera, només es va tenir en compte una única superfície per a cada àrea, evitant la duplicació causada pels cavalcaments.

Cal tenir en compte que en l'elaboració d'aquest document no s'han tingut en consideració els plans de gestió dels LIC aprovats l'any 2007. L'aprovació d'aquests plans de gestió no va comportar la declaració dels LIC com a ZEC. A més a més, pel fet d'aprovar-se sense tenir reconeguda la continuïtat ecològica, va quedar anul·lada la part d'aquests plans que afectava les aigües exteriors, mantenint-se vigent la normativa en aigües interiors. Aquests plans de gestió varen permetre declarar diverses zones d'ancoratge prohibit i d'altres d'ancoratge regulat,

Taula 1. Zones Xarxa Natura 2000 de la mar Balear de competència autonòmica. FONT: Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal (Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural).

Codi	Figura	Xarxa Natura 2000 marina	Superfície (ha)	Pla de gestió (PG)	Any d'aprovació
ES5310103	LIC	Àrea marina del Cap de Cala Figuera	129,03	Costa Sud de Mallorca	En tramitació
ES5310097	LIC	Àrea marina de la Costa de Llevant	1.998,88	Costa de Llevant de Mallorca	2023
ES5310109	LIC	Àrea marina de cala Saona	450,98	Formentera	2020
ES5310111	LIC	Àrea marina de la platja de Migjorn	2.046,02	Formentera	2020
ES5310110	LIC	Àrea marina de la platja de Tramuntana	1.421,62	Formentera	2020
ES5310106	LIC	Àrea marina de ses Margalides	99,67	Nord d'Eivissa	En tramitació
ES5310107	LIC	Àrea marina de Tagomago	744,01	Illots del Llevant d'Eivissa	2022
ES5310035	LIC	Àrea marina del Nord de Menorca	5.095,95	Costa nord de Menorca	En tramitació
ES0000240	LIC, ZEPA	Àrea marina del Sud de Ciutadella	2.239,12	Costa sud de Menorca	En tramitació
ES5310073	LIC	Àrea marina de Punta Prima-Illa de l'Aire	1.321,21	Illa d l'Aire	2022
ES5310075	LIC	Arenal de Son Saura	345,75	Costa sud de Menorca	En tramitació
ES0000083	LIC, ZEPA	Arxipèlag de Cabrera	19.221,09	Arxipèlag de Cabrera	2015
ES5310005	LIC	Badies de Pollença i Alcúdia	30.750,43	Badies nord de Mallorca	En tramitació
ES5310069	LIC	Cala d'Algaiarens	140,67	Costa nord de Menorca	En tramitació
ES5310071	LIC	Cala en Brut	39,19	Costa est de Menorca	2021
ES5310094	LIC	Cala Figuera	66,80	Serra de Tramuntana	2015
ES5310072	LIC	Caleta de Binillautí	158,31	Costa est de Menorca	2021

Codi	Figura	Xarxa Natura 2000 marina	Superfície (ha)	Pla de gestió (PG)	Any d'aprovació
ES5310025	LIC, ZEPA	Cap de Barbaria	1.771,22	Formentera	2020
ES5310128	LIC	Cap Enderrocat i Cap Blanc	3.402,58	Costa sud de Mallorca	En tramitació
ES5310068	LIC	Cap Negre	554,07	Costa sud de Menorca	En tramitació
ES5310104	LIC	Costa de l'Oest d'Eivissa	1.276,38	Costa oest d'Eivissa	2022
ES5310030	LIC	Costa de Llevant	1.838,67	Costa de Llevant de Mallorca	2023
ES0000233	LIC, ZEPA	D'Addaia a s'Albufera	1.010,39	Costa est de Menorca	2021
ES5310074	LIC	De cala Llucalari a Cales Coves	1.065,42	Costa sud de Menorca	En tramitació
ES5310105	LIC	Es Amunts d'Eivissa	156,31	Nord d'Eivissa	En tramitació
ES5310077	LIC	Es Rajolí	110,83	Serra de Tramuntana	2015
ES0000078	LIC, ZEPA	Es Vedrà-es Vedranell	556,56	Costa oest d'Eivissa	2022
ES5310023	LIC, ZEPA	Illots de Ponent d'Eivissa	2.385,19	Costa oest d'Eivissa	2022
ES0000242	LIC, ZEPA	Illots de Santa Eulària, Rodona i es Canar	63,22	Illots del llevant d'Eivissa	2022
ES5310024	LIC, ZEPA	La Mola	1.104,44	Formentera	2020
ES0000227	LIC, ZEPA	Muntanyes d'Artà	5.627,63	Muntanyes d'Artà	En tramitació
ES5310112	LIC	Nord de Sant Joan	483,35	Nord d'Eivissa	En tramitació
ES5310081	LIC	Port des Canonge	165,00	Serra de Tramuntana	2015
ES5310099	LIC	Portocolom	75,95	Costa de Llevant de Mallorca	2023
ES5310096	LIC	Punta de n'Amer	327,07	Costa de Llevant de Mallorca	2023
ES5310070	LIC	Punta Redona-Arenal d'en Castell	970,76	Costa est de Menorca	2021
ES0000234	LIC, ZEPA	S'Albufera des Grau	672,13	Costa est de Menorca	2021
ES5310082	LIC	S'Estaca-Punta de Deià	782,76	Serra de Tramuntana	2015
ES0000221	LIC, ZEPA	Sa Dragonera	996,70	Dragonera	En tramitació
ES0000084	LIC, ZEPA	Ses Salines d'Eivissa i Formentera	13.619,49	Salines d'Eivissa i Formentera	2015
ES0000082	LIC, ZEPA	Tagomago	494,48	Illots del llevant d'Eivissa	2022

TOTAL (ha): 105.779,32

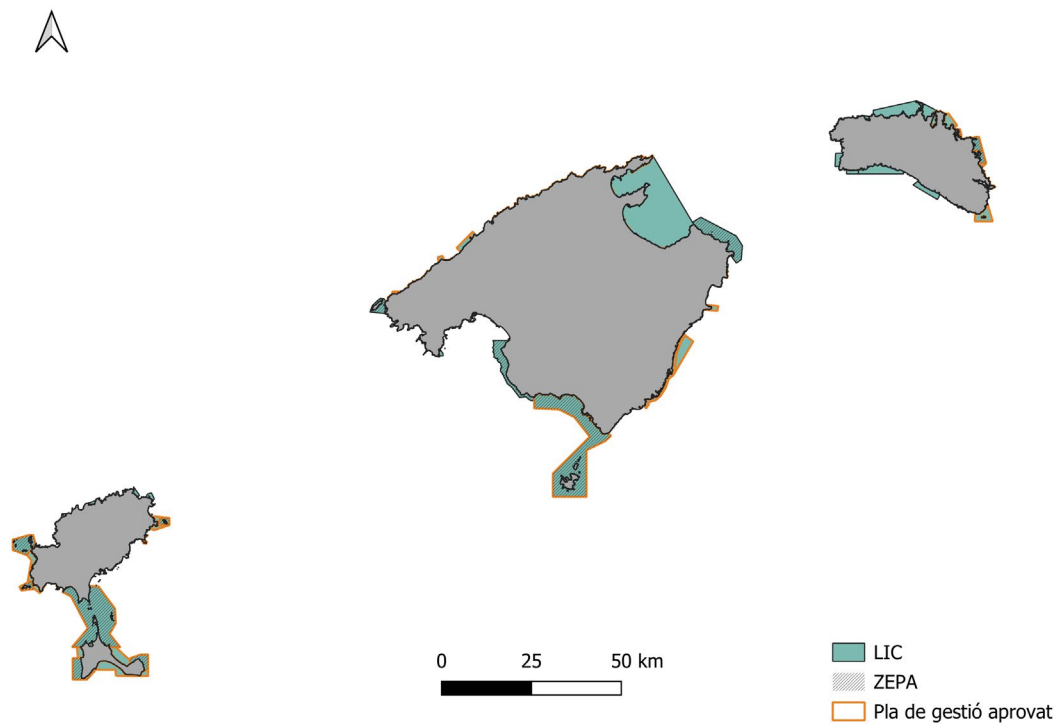


Figura 1. Mapa de les Illes Balears que mostra els espais marins Xarxa Natura 2000 de competència autonòmica (Llocs d'Importància Comunitària [LIC] i Zones d'Especial Protecció per a les Aus [ZEPA]). El contorn taronja mostra les zones amb pla de gestió aprovat, mentre que la resta es troba en tràmit d'aprovació. FONT: Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal (Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural).²

de manera que, en certa manera, han contribuït a millorar l'estat de conservació d'aquests LIC.

RESULTATS

1. Superfície marina (de competència autonòmica i estatal)

Els espais Natura 2000 de competència autonòmica sumen 41 zones marines declarades Llocs

d'Importància Comunitària (LIC) l'any 2006, distribuïdes majoritàriament al litoral balear (figura 1, taula 1). Aquestes zones tenen una superfície total de 105.779,32 ha.

Els espais Natura 2000 de competència estatal són 11 i sumen una superfície d' 1.173.304,24 (taula 2, figura 2).

La superfície protegida Xarxa Natura 2000 de competència estatal és 11 vegades més gran que la de les zones de competència autonòmica.

Taula 2. Zones Xarxa Natura 2000 de la mar Balear de competència estatal. FONT: www.natura2000.eea.europa.eu

Codi	Figura	Xarxa Natura 2000 marina	Superfície (ha)	Any de declaració LIC	Any de declaració ZEC
ES5310108	ZEC	Àrea marina del Cap Martinet	553,05	2006	2016
ESZZ16002	LIC	Canal de Menorca	229.204,48	2014	
ES0000515	ZEPA	Espai marí de Formentera i del sud d'Eivissa	46.419,57	2014	
ES0000516	ZEPA	Espai marí del ponent i el nord d'Eivissa	47.162,02	2014	
ES0000517	ZEPA	Espai marí del llevant d'Eivissa	18.813,30	2014	
ES0000518	ZEPA	Espai marí del sud de Mallorca i Cabrera	39.986,61	2014	
ES0000519	ZEPA	Espai marí del ponent de Mallorca	46.928,77	2014	
ES0000520	ZEPA	Espai marí del nord de Mallorca	98.374,60	2014	
ES0000521	ZEPA	Espai marí del nord i l'oest de Menorca	161.341,41	2014	
ES0000522	ZEPA	Espai marí del sud-est de Menorca	23.558,08	2014	
ESZZ16012	LIC	Canal d'Eivissa	505.710,37	2023	

TOTAL (ha): 1.218.052,26

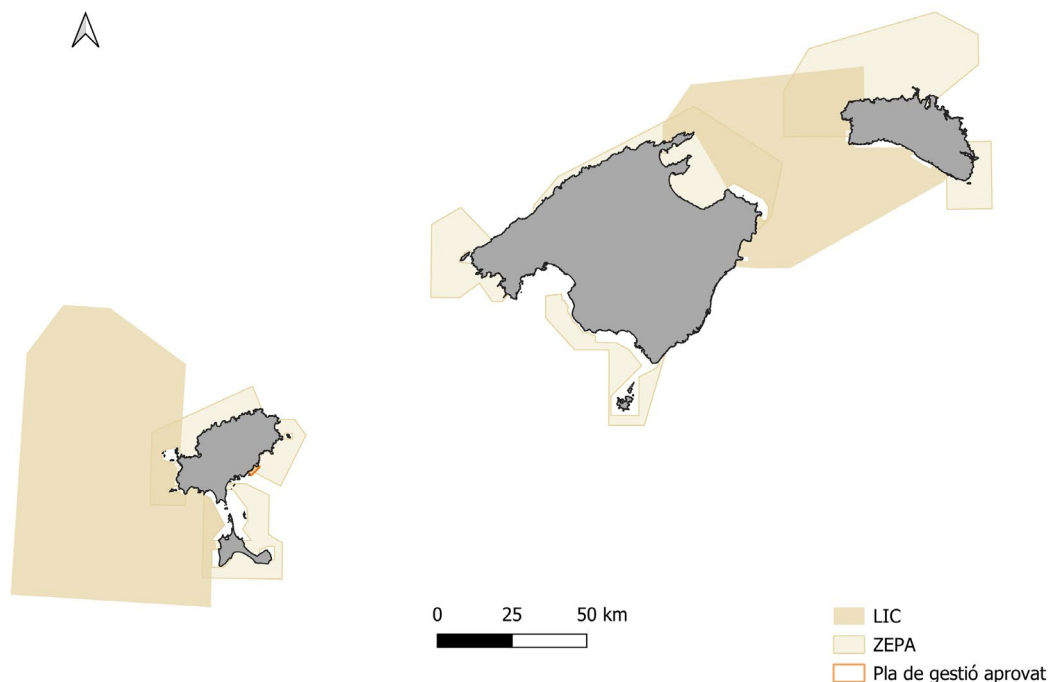


Figura 2. Mapa de les Illes Balears que mostra els espais marins Xarxa Natura 2000 de competència estatal (Llocs d'Importància Comunitària [LIC] i Zones d'Especial Protecció per a les Aus [ZEPA]). El contorn taronja al sud-est d'Eivissa mostra l'única zona amb pla de gestió aprovat. FONT: MITERD;¹ Natura 2000 Network Viewer.⁴

2. Percentatge de superfície amb plans de gestió aprovats (autonòmics i estatals)

A la mar Balear hi ha 41 zones Xarxa Natura 2000 amb àmbit marí de competència autonòmica, agrupades en 16 plans de gestió; d'aquestes, 27 zones formen part de 9 plans de gestió aprovats i 14 zones estan incloses en 7 plans de gestió que es troben en tramitació (taula 1, figura 3).

L'any 2015 es van aprovar 3 plans de gestió que varen permetre designar com a ZEC 6 espais amb

una superfície total de 33.965,88 ha. L'any 2020 es va aprovar un pla de gestió que va suposar la designació com a ZEC de 5 espais més, amb una superfície total de 6.794,11 ha. El 2021, es van designar com a ZEC 5 espais que sumen un total de 2.850,08 ha, amb plans de gestió aprovats. El 2022 es varen aprovar 7 plans de gestió amb una superfície total de 6.841,05 ha. Per últim, el 2023 es designaren com a ZEC 4 espais addicionals amb una superfície total de 4.240,57 ha. Tot això suposa que el 51,7 % de la superfície marina de competència autonòmica (54.692 ha) disposa d'un pla de gestió (figures 3 i 4).

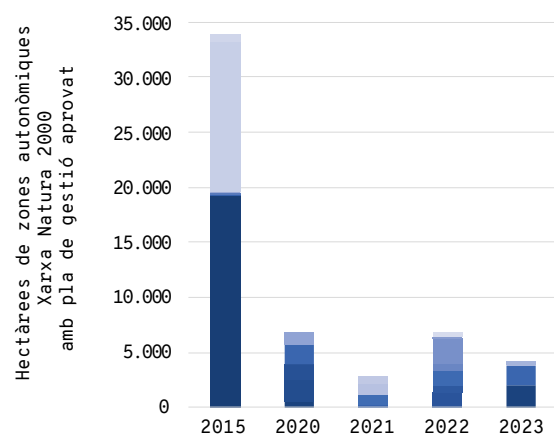


Figura 3. Superfície en hectàrees de les zones marines Xarxa Natura 2000 de competència autonòmica amb els anys d'aprovació dels seus plans de gestió. Els diferents colors corresponen a les distintes zones aprovades. FONT: Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal (Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural).²

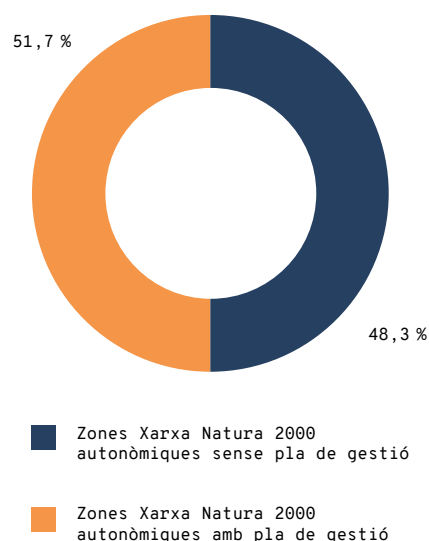


Figura 4. Percentatge de superfície de zones Xarxa Natura 2000 autonòmiques amb (taronja) i sense (blau) pla de gestió. FONT: Direcció General de Medi Natural i Gestió Forestal (Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural).

Pel que fa a les zones Xarxa Natura 2000 estatals, només 1 de les 11 (ZEC Àrea marina del Cap Mar-tinet, 553,26 ha) disposa de pla de gestió, aprovat l'any 2016 (taula 2).

Atès que tota la superfície de competència estatal suma 1.173.304,24 ha, un 99,9 % de la superfície protegida no disposa de plans de gestió aprovats.

CONCLUSIONS

- Els espais Xarxa Natura 2000 de la mar Balear sumen 1.467.768,6 ha amb cavalcaments.
- L'any 2023, els espais marins protegits Xarxa Natura 2000 de competència autonòmica són 41 i sumen 105.779,32 ha; els espais marins de competència estatal són 11 i sumen 1.173.304,24 ha.

- La superfície de zones Xarxa Natura 2000 de competència estatal és 11 vegades més gran que la de competència autonòmica.
- Per garantir una conservació favorable dels hàbitats i de les espècies de les zones Xarxa Natura 2000 es necessiten plans de gestió aprovats i adaptats a cada una d'elles.
- Un 48 % de la superfície protegida de totes les zones de competència autonòmica no disposa de plans de gestió aprovats, mentre que a les zones de competència estatal aquesta xifra arriba al 99,9 %.
- Mallorca i Menorca són les illes amb menys superfície Xarxa Natura 2000 amb plans de gestió autonòmics aprovats.

REFERÈNCIES

¹ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024). Espacios de la Red Natura 2000 de ámbito marino competencia del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [en línia]. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/biodiversidad-marina/espacios-marinos-protegidos/red-natura-2000-ambito-marino/espacios-red-natura-competencia-ministerio.aspx>.

² Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural (2024). Natura 2000. [en línia]. <http://xarxanatura.caib.es>.

³ Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2011). Directrices de conservación de la Red Natura 2000 en España. [en línia]. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/doc_n2000_directrices_conserv_tcm30-197198.pdf.

⁴ The Natura 2000 Viewer. [en línia]. <https://natura2000.eea.europa.eu>.

CITAR COM

Gouraguine, A.; Barrientos, N.; Vaquer-Sunyer, R.; Florit-García, A.; Borràs, R; Matamalas-Rodríguez, N.; Sobrado, F. (2024). Xarxa Natura 2000. A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024* <https://www.informemarbalear.org/ca/emp/imb-xarxa-natura-2000-cat_2024.pdf>. <https://doi.org/10.62135/KTRW9941>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Adam Gouraguine, Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i la Direcció General de Pesca.

Nombre d'immersions de busseig recreatiu en reserves marines

A les Illes Balears hi ha 12 reserves marines d'interès pesquer (amb data de juliol del 2024): Nord de Menorca, Freus d'Eivissa i Formentera, Punta de sa Creu de Formentera, Badia de Palma, Illa del Toro i Illes Malgrats, Migjorn de Mallorca, Llevant de Mallorca, Nord-est d'Eivissa-Tagomago, Illa de l'Aire, sa Dragonera, es Vedrà-Vedranell i ses Bledes.

Les reserves marines declarades en aigües interiors estan gestionades per la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural del Govern de les Illes Balears i es varen crear amb l'objectiu principal de regenerar els recursos pesquers.¹ Però, independentment dels efectes positius en la conservació d'hàbitats i espècies vulnerables, també són d'interès per a altres sectors econòmics.

La pràctica del busseig recreatiu amb escafandre autònom en aquestes zones protegides s'ha convertit en un atractiu local i turístic, i és una activitat que va guanyant popularitat en tots els oceans del món.

El busseig esportiu en reserves marines genera efectes positius en el medi marí, perquè durant les immersions en aquestes zones protegides els bussejadors solen experimentar una satisfacció i conscienciació més gran que evidencia la importància de conservar-les. A més, la pràctica de la fotografia submarina mostra la bellesa de la mar a la societat, despertant consciència social a través de les imatges. Les immersions i les fotografies també poden utilitzar-se per aportar dades de ciència ciutadana, de vegades usades per fer treballs científics (figura 1).² Addicionalment, el busseig suposa una font

d'ingressos i crea llocs de feina a través dels centres de busseig, contribuint a expandir una economia lligada a la mar —l'anomenada economia blava—.

D'altra banda, tot i que es consideri com una activitat amb baix impacte, la mala praxis del busseig ha demostrat cert nivell de dany en zones altament bussejades.³ Un estudi sobre el comportament de 175 bussejadors en una zona protegida de la Mediterrània occidental mostra que el 96,7 % manté fricció amb el substrat, essent el contacte de les aletes el tipus més freqüent.⁴ Exemples d'altres efectes dels bussejadors en l'entorn marí són l'alteració del comportament i de l'alimentació de peixos, i canvis en el substrat i la sedimentació.⁵ Addicionalment, zones freqüentades per bussejadors poden presentar danys mecànics en espècies dures d'invertebrats bentònics.^{3,6}

Una regulació adequada de les activitats d'immersió facilita que la pràctica del busseig sigui compatible amb els objectius de protecció dels recursos pesquers i els seus hàbitats, per la qual cosa l'òrgan gestor —a través d'estudis de seguiment de les reserves marines— pot fixar un màxim d'autoritzacions i altres tipus de mesures per aconseguir els objectius de regeneració de cada reserva.

QUÈ ÉS?

Nombre d'immersions recreatives amb escafandre autònom fetes en les reserves marines d'interès pesquer de la mar Balear. Aquestes reserves són un tipus d'espai marí protegit amb l'objectiu de regenerar els recursos pesquers al temps que es conserven els seus hàbitats i recursos biològics.

METODOLOGIA

La Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears té un registre de les autoritzacions de busseig individual i col·lectiu en les reserves marines d'interès pesquer. Aquestes autoritzacions s'utilitzen com a nombre d'immersions.

RESULTATS

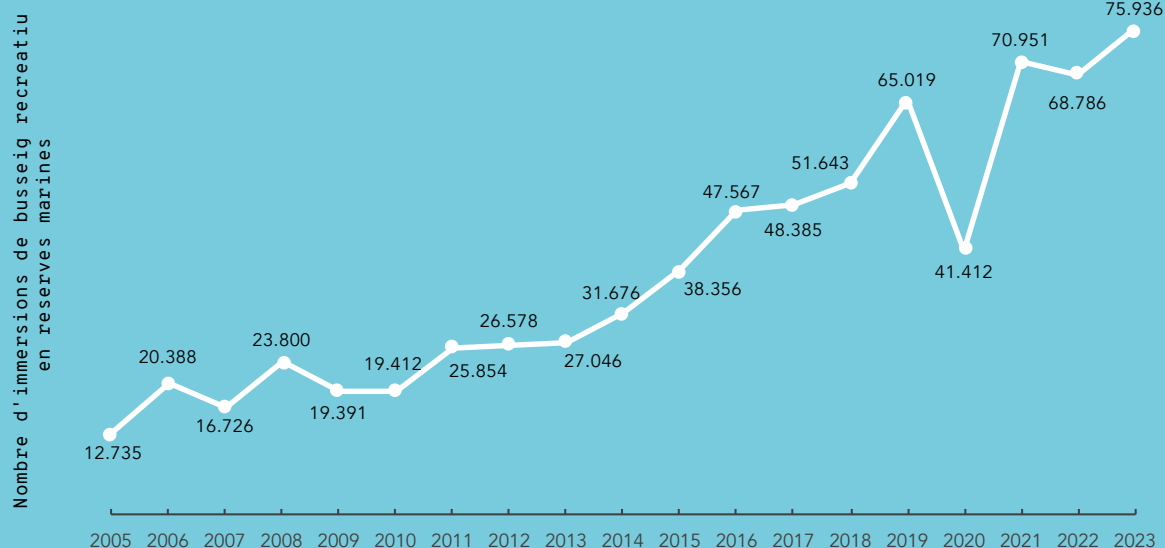
Des de l'any 2005, el nombre d'immersions en reserves marines d'interès pesquer ha passat de 12.735 a 75.936.

La causa de l'augment que s'observa des del 2015 és la incorporació de noves reserves marines en les que ja es realitzava un nombre elevat d'immersions. En comparació amb l'any 2019 —any pre pandèmia—, l'any 2020 es varen fer 23.607 immersions menys, mentre que l'any 2023 se'n varen registrar 10.917 més.

PER QUÈ?

Conèixer el nombre d'immersions aporta informació per gestionar les reserves marines i assolir els objectius de regeneració de manera sostenible. Addicionalment, també és un indicador sobre els beneficis econòmics que poden derivar-se d'aquesta activitat i sobre l'interès social de locals i residents per fer immersions en aigües protegides.

LOCALITZACIÓ



Evolució del nombre d'immersions de busseig recreatiu en reserves marines d'interès pesquer des de l'any 2005 fins al 2023. FONT: Direcció General de Pesca.



Figura 1. Bussejador fent una immersió. FONT: Joaquim Garrabou (Observadores del Mar).

NORMATIVA

- Decret 14/2014, de 14 de març, pel qual s'estableixen els principis generals en matèria de busseig recreatiu a la comunitat autònoma de les Illes Balears.
- Llei 6/2013, de 7 de novembre, de pesca marítima, marisqueig i aquicultura a les Illes Balears.
- Decret 41/2015, de 22 de maig, pel qual es regulen les activitats d'extracció de flora o fauna marina i les activitats subaquàtiques a les reserves marines de les aigües interiors del litoral de les Illes Balears.
- Decret 35/2017, de 7 de juliol, pel qual es modifica el Decret 14/2014, de 14 de març, pel qual s'estableixen els principis generals en matèria de busseig recreatiu a la comunitat autònoma de les Illes Balears.
- Normativa pròpia de cada reserva marina (https://www.caib.es/sites/reservesmarines/es/las_reservas_marinas_en_las_islas_balears-850/).

METODOLOGIA

Per practicar busseig recreatiu en les reserves marines d'interès pesquer s'ha de sol·licitar una autorització específica individual o col·lectiva —de clubs i centres de busseig—, a través de la pàgina web: <http://www.caib.es/sites/recursosmarins/ca/buceo-deportivo-53063/>.

Per tant, el seguiment del nombre d'immersions en les reserves marines d'interès pesquer es comptabilitza mitjançant les autoritzacions que expedeix la Direcció General de Pesca i a través de les declaracions dels centres/clubs de busseig recreatiu que, de manera periòdica —com estableix la normativa—, comuniquen a l'administració les dades bàsiques de les immersions realitzades. Juntament amb l'autorització s'han d'abonar unes taxes.

Cal considerar que, a més de les reserves d'interès pesquer, hi ha altres espais marins protegits a la mar Balear que requereixen autoritzacions per al busseig.

Finalment, s'estandarditza el nombre d'immersions dividint-lo pels km² de reserva marina en els quals és permès realitzar immersions per cada any (figura 2).

Taula 1. Àrea de reserva marina en la que es poden realitzar immersions de busseig recreatiu a la mar Balear entre els anys 2004-2023. FONT: Direcció General de Pesca.

ANY	2004	2007	2016	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Àrea acumulada de reserva marina en la que es permet el busseig recreatiu (km ²)	432,8	525,6	534,2	582	589,1	593	593	620,2	630,1

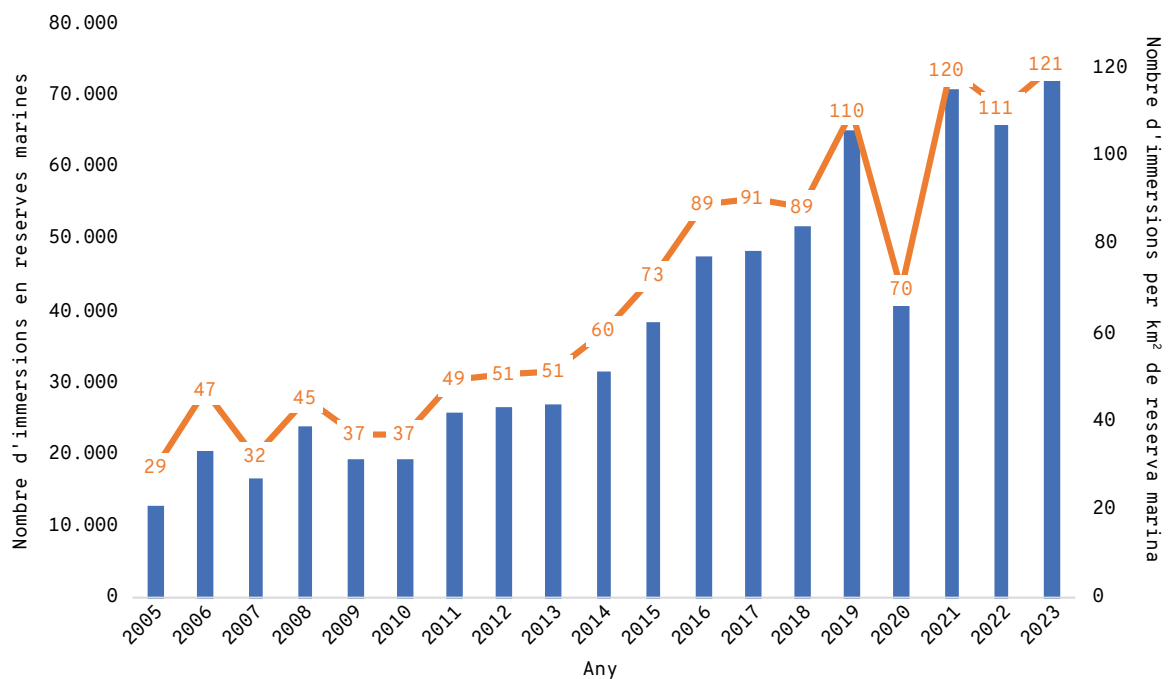


Figura 2. En blau es mostra l'evolució del nombre d'immersions de busseig recreatiu en reserves marines d'interès pesquer des de l'any 2005 i fins al 2023. En taronja, els mateixos valors dividits pels km² totals de reserva marina protegida en els quals es permet el busseig recreatiu. FONT: Direcció General de Pesca.

RESULTATS

El nombre d'immersions fetes en reserves marines d'interès pesquer augmenta progressivament des de l'any 2005, amb un total de 75.936 immersions el 2023 (figura 2).

El nombre d'immersions estandarditzades per km² de reserva on es permet el busseig mostra una tendència similar: l'any 2023 s'assoleix el màxim de 121 immersions per km² de reserva marina protegida vs. les 29 immersions/km² del 2005.

El salt en el nombre d'immersions a partir de l'any 2016 fins al 2019 s'explica perquè s'han incorporat dues reserves (Illa de l'Aire i Nord-est d'Eivissa-Tagomago) on ja es registrava molta activitat. D'altra banda, el 2020 s'observa una disminució de més de 23.000 immersions en comparació amb l'any 2019, producte de les restriccions sanitàries derivades de la covid.

En general, s'estima que menys del 5 % de totes les immersions prové d'autoritzacions individuals, mentre que més del 95 % procedeix sobretot d'autoritzacions col·lectives a través de centres de busseig i, una ínfima part (~ 1-2 %), de clubs de busseig.

CONCLUSIONS

- El nombre d'immersions de busseig recreatiu pot ser utilitzat com una eina de gestió en reserves marines juntament amb altres indicadors de l'estat de la reserva.
- El nombre d'immersions en reserves marines d'interès pesquer ha augmentat de 12.735 a 75.936 durant els 19 anys de registre de dades.
- El nombre d'immersions en reserves marines per km² de reserva marina protegida s'ha quadruplicat: ha passat de 29 immersions/km² l'any 2005 a 121 immersions/km² el 2023.
- Les immersions es realitzen principalment a través de centres de busseig, ja que menys del 5 % procedeixen d'autoritzacions individuals.

REFERÈNCIES

- ¹ Coll, J.; Garcia-Rubies, A.; Morey, G.; Grau, A. M. (2012). The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 76, 809–826. <https://doi.org/10.3989/scimar.03531.02H>.
- ² Observadores del Mar. [pàgina web]. www.observadoresdelmar.es.
- ³ Milazzo, M.; Chemello, R.; Badalamenti, F.; Camarda, R.; Riggio, S. (2002). The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean sea? *Marine ecology*, 23, 280–290. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2002.tb00026.x>.
- ⁴ Luna, B.; Pérez, C. V.; Sánchez-Lizaso, J. L. (2009). Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean Marine Protected Area. *ICES Journal of Marine Science*, 66, 517–523. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp020>.
- ⁵ Di Franco, A.; Graziano, M.; Franzitta, G.; Fellingine, S.; Chemello, R.; Milazzo, M. (2011). Do small marinas drive habitat specific impacts? A case study from Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 926–933. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.02.053>.
- ⁶ Betti, F.; Bavestrello, G.; Fravega, L.; Bo, M.; Coppari, M.; Enrichetti, F.; Cappanera, V.; Venturini, S.; Cattaneo-Vietti, R. (2019). On the effects of recreational SCUBA diving on fragile benthic species: The Portofino MPA (NW Mediterranean Sea) case study. *Ocean & Coastal Management*, 182, 104926. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104926>.

CITAR COM

Gouraguine, A.; Barrientos, N.; Vaquer-Sunyer, R.; Direcció General de Pesca (2024). Nombre d'immersions de busseig recreatiu en reserves marines. A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N; Gouraguine, A. (eds.). *Informe Mar Balear 2024* <https://www.informemarbalear.org/ca/amp/imb-nombre-inmersions-cat_2024.pdf>. <https://doi.org/10.62135/BYKP7304>.