



2021

Informe Mar Balear

AUTORS DIVERSOS

Editat per R. Vaquer-Sunyer i N. Barrientos

Àrees marines protegides (AMP)

Seguiment de peixos

Reserves marines

Despesa i inversió

Nombre d'inmersions

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

Seguiment de poblacions de peixos vulnerables a la pesca en àrees marines protegides

1. Riquesa específica (nre. d'espècies/250 m²)

2. Biomassa total (kg/250 m²)

El monitoratge de les espècies de peixos vulnerables a la pesca dins les àrees marines protegides (AMP) promou tres beneficis principals:

- Proporciona una millor comprensió de les reserves marines, sobre com s'han de dissenyar i els beneficis ecològics i socioeconòmics que aporten.
- Amplia el coneixement sobre l'ecosistema marí, ja que els seguiments dels peixos evidencien com els afecten les activitats pesqueres humanes.
- Ajuda a implementar la gestió de les AMP.

La pràctica de diferents modalitats de pesca —tant la pesca professional o la pesca recreativa (canya, volantí, fluixa/curri i pesca submarina) com la pesca furtiva i il·legal— suposa la pressió més gran per a les comunitats íctiques 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 possible resultat d'aquesta pressió podria ser 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. A més de la pesca, la proliferació d'algues, invertebrats i, en menor mesura, de peixos al·lòctons i eventualment invasors pot contribuir a la disminució de les poblacions autòctones de peixos.

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 en les diferents mesures de gestió.^{2,3} L'indicador de riquesa d'espècies vulnerables (nre. d'espècies/250 m²) mostra el nombre mitjà d'espècies observades i indica el grau d'incidència de la pesca en la comunitat íctica. La biomassa total d'espècies vulnerables (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^{4,5} han demostrat que la gestió pesquera en AMP produeix el denominat *efecte reserva*, pel qual es comença a observar una recuperació de les espècies explotades que és proporcional als anys sota gestió. No obstant això, a les AMP 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.

METODOLOGIA

Les zones d'estudi on es fa el seguiment ictiològic són AMP de tipus reserves marines d'interès pesquer exceptuant el Parc Natural de s'Albufera des Grau, a Menorca. 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

QUÈ ÉS?

La riquesa d'espècies vulnerables a la pesca ens 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 les àrees marines protegides (AMP).

METODOLOGIA

Des de l'any 2000, la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears en fa els 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), juntament amb l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO), a través de l'Estació de Recerca Jaume Ferrer de la Mola.

La riquesa específica es determina duent a 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 nou reserves marines d'interès pesquer (Badia de Palma, Migjorn de Mallorca, Illa del Toro, Illes Malgrats, Llevant de Mallorca, Freu de sa Dragonera, Nord de Menorca, Illa de l'Aire, Freus d'Eivissa i Formentera) i un parc natural (Parc Natural de s'Albufera des Grau). A cada AMP es fan seguiments en zones diferents: (i) reserva parcial (s'hi prohibeix la pesca d'arrossegament 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).

En aquesta fitxa es mostren dades de biomassa total i riquesa específica de les reserves marines d'interès pesquer de la reserva parcial que disposen de ≥ 10 anys de seguiment. Les dades s'han extret de diversos informes tècnics.¹⁻¹⁰

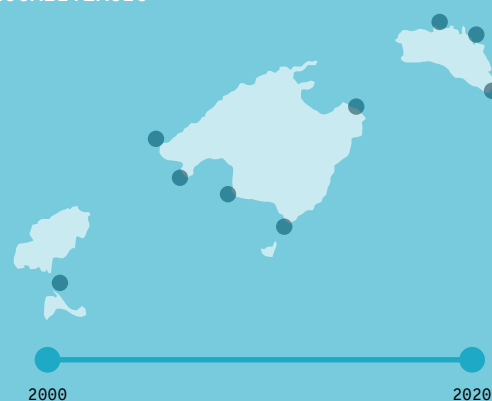
RESULTATS

- Els increments en biomassa més grans s'observen a l'Illa del Toro, tant en aigües superficials (+ 12,8 kg/250 m²) com en aigües profundes (+ 41,2 kg/250 m²).
- El valor de biomassa més gran s'obté en les aigües profundes de l'Illa del Toro, amb 48 kg/250 m².
- Els augments més grans en nombre d'espècies es mostren en aigües superficials dels Freus d'Eivissa i Formentera (+ 3,5 espècies/250 m²).
- A la zona de reserva integral dels Freus d'Eivissa i Formentera s'assoleix la riquesa específica més gran d'aigües superficials (~ 6 espècies/250 m²) de totes les AMP estudiades.

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 a cada AMP. Aquesta informació té una gran importància, ja que contribueix a cercar millores en la gestió de les AMP per tal d'obtenir uns resultats òptims de conservació i regeneració dels recursos pesquers.

LOCALITZACIÓ

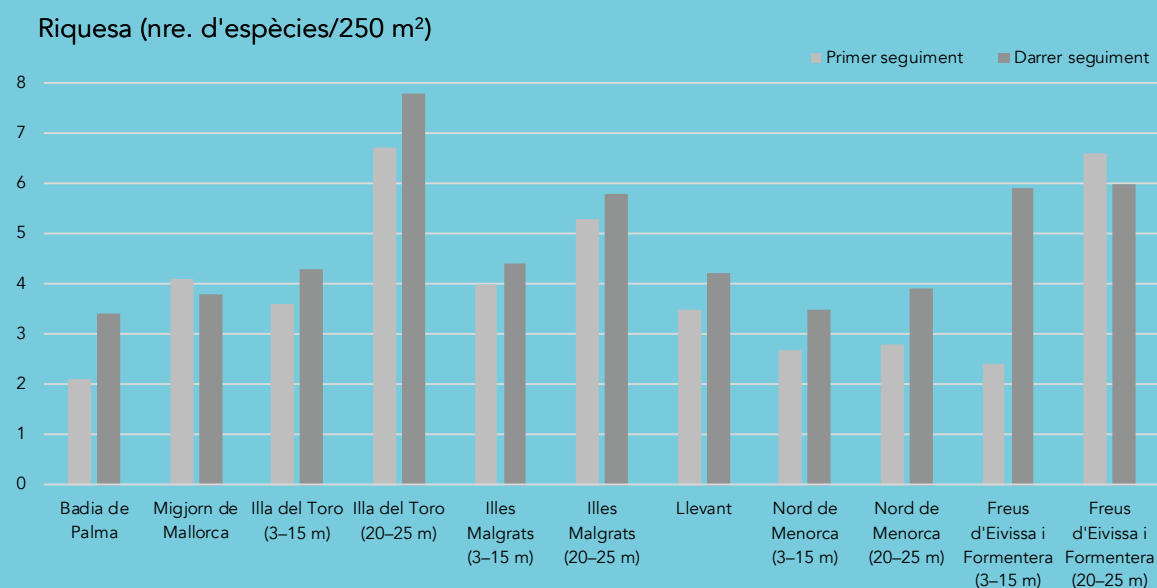
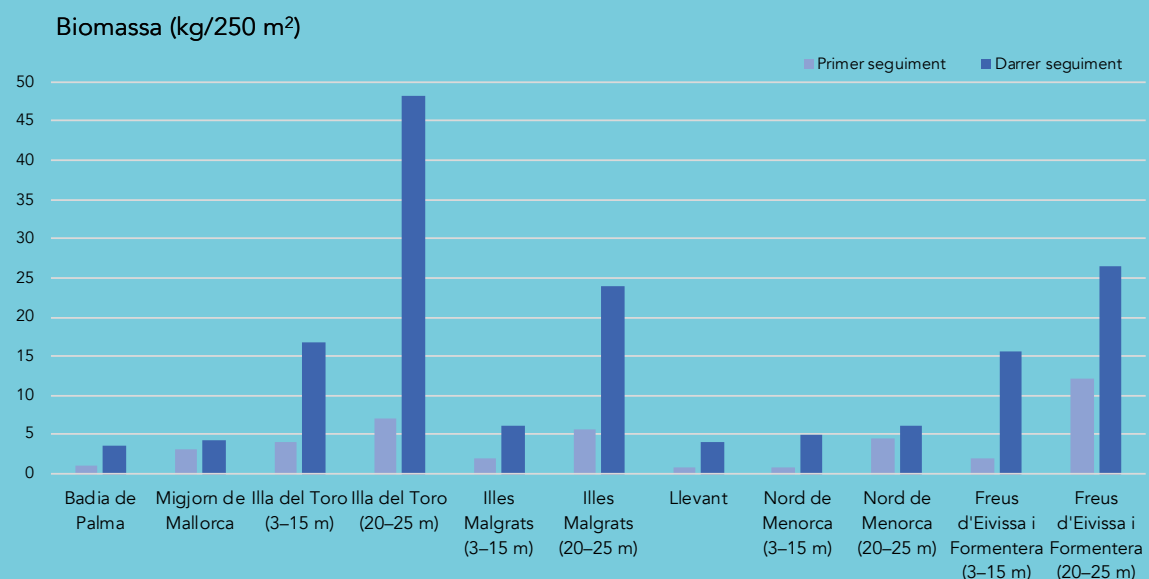


- Al Nord de Menorca i a Llevant les zones de reserva parcial mostren millors resultats que les zones de reserva integral.
- Les aigües profundes del Nord de Menorca mostren els valors més petits de riquesa i biomassa de les AMP amb estudis en profunditat.
- La Badia de Palma és l'AMP amb menys riquesa d'espècies, mentre que el Parc Natural de s'Albufera des Grau és la que presenta menys biomassa.

Per poder interpretar l'efecte reserva de cada zona, aquests resultats s'haurien de complementar amb informació sobre la intensitat pesquera i les característiques naturals intrínseques de cada àrea.

Dades resum de riquesa específica i biomassa total en reserves marines d'interès pesquer amb ≥ 10 anys de seguiment. Els valors que es mostren amb +/- es refereixen a l'increment/disminució entre el primer i l'últim any d'estudi. FONT: diversos informes tècnics.¹⁻¹⁰

| Illa | Àrea marina protegida | Seguiment temporal (> 10 anys) | Riquesa (nre. d'espècies/250 m ²) | | Biomassa total (kg/250 m ²) | |
|----------------------|--|--------------------------------|---|-----------------|---|-----------------|
| | | | Reserva integral | Reserva parcial | Reserva integral | Reserva parcial |
| Mallorca | Badia de Palma | 2000-2017 | 1,30 | 0,40 | 2,5 | 1,20 |
| | Migjorn de Mallorca | 2003-2017 | - 0,40 | 0,55 | 1,2 | 0,80 |
| | Illa del Toro (3-15 m) | 2005-2020 | | 0,7 | | 12,8 |
| | Illa del Toro (20-25 m) | 2005-2020 | | 1,1 | | 41,2 |
| | Illes Malgrats (3-15 m) | 2005-2020 | | 0,4 | | 4,2 |
| | Illes Malgrats (20-25 m) | 2005-2020 | | 0,5 | | 18,30 |
| | Llevant | 2008-2018 | 0,70 | 0,90 | 3,4 | 2,60 |
| Menorca | Nord de Menorca (3-15 m) | 2000-2019 | 0,80 | 1,1 | 4,2 | 7,00 |
| | Nord de Menorca (20-25 m) | 2006-2017 | 1,10 | 0,60 | 1,7 | 3,30 |
| Eivissa i Formentera | Freus d'Eivissa i Formentera (3-15 m) | 2000-2018 | 3,50 | 1,7 | 13,6 | 5,00 |
| | Freus d'Eivissa i Formentera (20-25 m) | 2007-2018 | - 0,60 | - 0,1 | 14,4 | 8,60 |



Biomassa total i riquesa específica de les reserves marines d'interès pesquer (zona de reserva parcial en aigües superficials de 3-15 m) de totes les Illes Balears amb més de 10 anys de seguiment. FONT: diversos informes tècnics.¹⁻¹⁰

REFERÈNCIES

- ¹ 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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ² 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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ³ MOREY, G. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ⁴ MOREY, G. *et al.* (2020). «Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ⁵ MOREY, G. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ⁶ 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». Tragsatec; Govern de les Illes Balears. Direcció General de Medi Rural i Marí. [Informe tècnic].
- ⁷ COLL, J. *et al.* (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].
- ⁸ MARSINYACH, E. *et al.* (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 Foundation; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- ⁹ 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].
- ¹⁰ COLL, J. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].

des Grau, l'única regulació sobre aquest tema és l'obligació de demanar una autorització específica per fer-hi pesca submarina.

Per determinar la riquesa específica es fan censos visuals mitjançant escafandre autònom, utilitzant un mostratge estàndard ni destructiu ni invasiu.⁶ Aquest mètode de censos visuals es basa en el mostratge de diferents variables al llarg d'un cert nombre de transectes (N) de 50 m de llarg x 5 m d'ample (250 m²). Els transectes 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 àrea són:

- Reserva integral (o *no-take zone*): zona on totes les activitats pesqueres estan prohibides.
- 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: àrea amb hàbitats equivalents als de la reserva però fora dels seus límits i que, per tant, permeten la comparació entre ambdues zones.

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 influeixen més 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 la mar Balear. Aquesta condició millora l'exactitud dels censos i redueix l'error en el mostratge, ja que no se censsen 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 causa de la protecció.

A la taula 1 es resumeixen les poblacions íctiques vulnerables a la pesca en AMP de les Balears que s'inclouen per calcular la riquesa i la biomassa de les espècies. Totes se censsen per determinar la riquesa d'espècies. No obstant això, quatre espècies (déntol, llobarro, cirviola i espet) 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 epipelàgic costaner (aigües superficials) o demersal (aigües profundes a prop del fons oceànic). Entre les espècies demersals n'hi ha de més residents i n'hi ha de més divagants, per això en varia l'espai vital. El seguiment ictiològic es produeix a l'estrat superficial (5-15 m), i en algunes reserves també a 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 extremes de Morey *et al.*⁸ i www.fishbase.com.⁹

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 epipelàgic (per exemple, *Seriola dumerili* o *Sphyræna viridensis*), o les de caràcter demersal amb amplis espais vitals (per exemple, *Dentex dentex*). L'error de mostratge es defineix com l'error estàndard ($s/n^{1/2}$) en què s és la desviació típica no esbiaixada. Un error més gran implica l'existència de variacions o oscil·lacions més grans en la riquesa o la biomassa d'espècies entre els transectes de cada zona.

Les dades de seguiment a les reserves marines d'interès pesquer s'obtenen de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears, a través de 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), juntament amb l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO) a través de l'Estació de Recerca Jaume Ferrer de la Mola (Direcció General d'Innovació i Investigació del Govern de les Illes Balears). Les dades s'han publicat en informes i en articles científics.^{4, 5, 7, 10-25}

RESULTATS

Seguiment ictiològic de cinc reserves marines de Mallorca

Reserva Marina de la Badia de Palma (1999)

El mostratge s'ha duit a terme en dues zones dins cada nivell de gestió ($N = 9$ a cada zona) que, amb la finalitat de simplificar, es reuneixen aquí en una única mostra de 18 transectes ($N = 18$).

RIQUESA ESPECÍFICA. La zona de reserva integral presenta un augment lent d'1,3 espècies/250 m², que ha passat de 2,1 a 3,4 espècies/250 m² en els 18 anys de seguiment (figura 1). La reserva parcial només augmenta en 0,4 espècies/250 m², mentre que la zona de control disminueix en 0,6 espècies/250 m². Els valors més grans de riquesa específica (> 3 espècies/250 m²) s'assoleixen l'any 2011 a totes les zones de la reserva (parcial i integral) i a la zona de control. El màxim nombre de 4,1 espècies/250 m² s'assoleix el 2011 a la zona de reserva parcial. D'altra banda, la riquesa d'espècies més petita s'obté l'any 2003, amb 1,8 espècies/250 m² a la zona de control.

Taula 1. Nomenclatura de les espècies de peixos vulnerables a la pesca considerades en els estudis de riquesa i biomassa.

| Català | Espanyol | Nom científic | Estudi de riquesa d'espècies | Estudi de biomassa d'espècies |
|------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| congre | congrío | <i>Conger conger</i> | ✓ | ✓ |
| déntol | dentón | <i>Dentex dentex</i> | ✓ | |
| llop | lubina | <i>Dicentrarchus labrax</i> | ✓ | |
| morruda | sargo picudo | <i>Diplodus puntazo</i> | ✓ | ✓ |
| sard o sarg | sargo | <i>Diplodus sargus</i> | ✓ | ✓ |
| variada | mojarra | <i>Diplodus vulgaris</i> | ✓ | ✓ |
| anfós llis | falso abadejo | <i>Epinephelus costae</i> | ✓ | ✓ |
| anfós | mero | <i>Epinephelus marginatus</i> | ✓ | ✓ |
| tord massot | tordo negro | <i>Labrus merula</i> | ✓ | ✓ |
| grivi o grívia | tordo verde | <i>Labrus viridis</i> | ✓ | ✓ |
| morena | morena | <i>Muraena helena</i> | ✓ | ✓ |
| anfós bord | gitano | <i>Mycteroperca rubra</i> | ✓ | ✓ |
| paguera o pagre | pargo | <i>Pagrus pagrus</i> | ✓ | ✓ |
| mòllera roquera | brótola de roca | <i>Phycis physis</i> | ✓ | ✓ |
| escorball | corvallo | <i>Sciaena umbra</i> | ✓ | ✓ |
| escórpora, rascassa o rascla | rascacio | <i>Scorpaena porcus</i> | ✓ | ✓ |
| cap-roig | cabracho | <i>Scorpaena scrofa</i> | ✓ | ✓ |
| cerviola, círvia o verderol | pez de limón | <i>Seriola dumerili</i> | ✓ | |
| orada | dorada | <i>Sparus aurata</i> | ✓ | ✓ |
| espet | espetón | <i>Sphyrna spp.</i> | ✓ | |
| càntera | chopa | <i>Spondylusoma cantharus</i> | ✓ | ✓ |

La poca variació temporal en riquesa d'espècies es pot deure al fet que l'hàbitat de la badia de Palma és de baixa complexitat (de fons arenós de poca profunditat) i hi sol haver menys diversitat d'espècies.

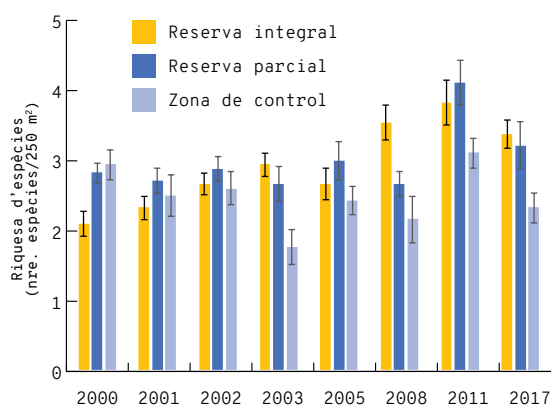


Figura 1. Riquesa d'espècies de la Reserva Marina de la Badia de Palma i de la zona de control els anys 2000-2003, 2005, 2008, 2011 i 2017. NOTA: la barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey et al.²⁴

BIOMASSA TOTAL. Els valors de biomassa que han augmentat més en els 18 anys de seguiment són els de la zona de reserva integral, que han passat de ~ 1 kg/250 m² l'any 2000 a 3,5 kg/250 m² l'any 2017 (figura 2). Van seguits dels valors de la zona de reserva parcial, que han augmentat aproximadament d'1 kg/250 m² a 2 kg/250 m² en 18 anys. En canvi, a la zona de control disminueixen de 0,8 a 0,5 kg/250 m² amb el pas dels anys (figura 2).

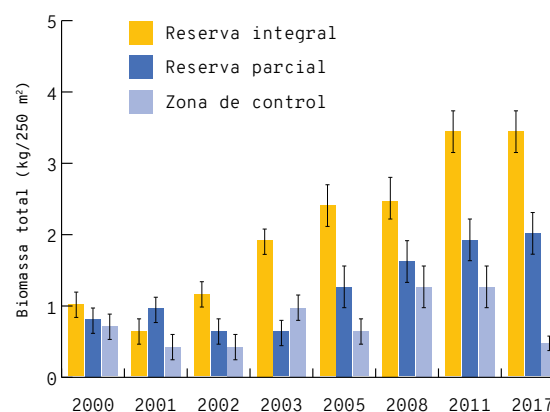


Figura 2. Biomassa total a la Reserva Marina de la Badia de Palma i a la zona de control els anys 2000-2003, 2005, 2008, 2011 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey et al.²⁴

Reserva Marina del Migjorn de Mallorca (2002)

En aquesta reserva es fa un nombre més gran de transsectes que en altres ($N = 54$) a causa de les seves grans dimensions. No hi ha dades de la reserva integral de l'any 2003, ja que encara no s'havia establert. El mostratge és més petit a la zona de reserva integral, amb $N = 18$ l'any 2010 i $N = 12$ l'any 2017. Per facilitar la descripció de les dades es divideix la reserva en dues zones: la costa de Lluçmajor (oest de la reserva) i la costa de Santanyi (est de la reserva). Es varen seleccionar zones de control amb hàbitats semblants a Andratx.

RIQUESA ESPECÍFICA. La riquesa específica varia entre 3 i 4,5 espècies/250 m² a totes les zones mostrejades durant els 17 anys de seguiment (figura 3). No s'observen gaires variacions entre zones, encara que la zona de reserva integral és la que mostra els valors més grans, de 4,5 espècies/250 m² l'any 2010, un valor que ha disminuït a 4,1 espècies/250 m² l'any 2017 (figura 3).

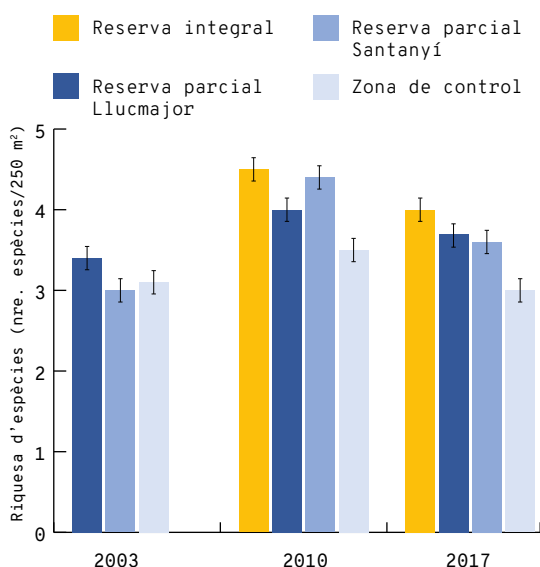


Figura 3. Riquesa d'espècies a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca i a la zona de control els anys 2003, 2010 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*⁴

BIOMASSA TOTAL. En els vuit anys de seguiment de la reserva integral, s'observa un increment en la biomassa d'1,17 kg/250 m² (de 3,15 a 4,32 kg/250 m²) (figura 4). L'any 2017, els resultats de la biomassa augmenten a totes les zones mostrejades. Els anys 2010 i 2017, la reserva parcial de la zona de Lluçmajor (oest de la reserva) mostra un valor de biomassa més petit (de ~ 1,1 a 1,9 kg/250 m²) que la zona de Santanyi (d'1,6 a 2,8 kg/250 m²) (figura 4). Aquesta diferència es podria deure a una pressió pesquera més gran a la zona de Lluçmajor exercida des de la badia de Palma i sa Ràpita, i al fet que està més arrecerada dels vents estiuencs de llevant respecte de la zona més exposada de Santanyi. La zona de control és la que mostra l'increment més gran de totes: 1,4 kg/250 m².

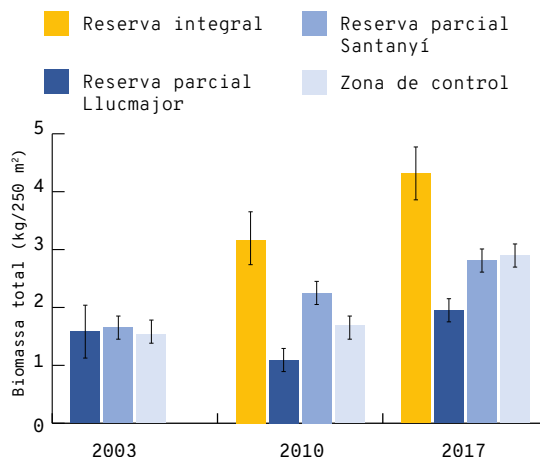


Figura 4. Biomassa total a la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca i a la zona de control els anys 2003, 2010 i 2017. NOTA: la barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*⁴

Reserves marines de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats (2004)

Es varen fer 27 transsectes, excepte l'any 2016, amb 9 transsectes a les zones de control (cala d'Egos i es Rajolí). La localització de les dues zones de control d'aigües profundes ha anat variant amb el temps: es Rajolí es va substituir per la Mola l'any 2018, mentre que sa Dragonera es va substituir pel cap Andritxol l'any 2016.

Aigües superficials (3-15 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. Aquest indicador mostra, des de l'any 2005 fins al 2020, un lleuger augment a la Reserva Marina de l'Illa del Toro (de 3,6 a 4,3 espècies/250 m²) i a la Reserva Marina de les Illes Malgrats (de 4 a 4,4 espècies/250 m²) (figura 5). La màxima riquesa s'assoleix a la de l'Illa del Toro l'any 2009, amb 5,3 espècies/250 m². Els anys posteriors, aquest valor s'ha mantingut estable entorn de les 5-4 espècies/250 m². Les zones de control són les que presenten un nombre més petit d'espècies, entre 3,2 i 2,5 espècies/250 m².

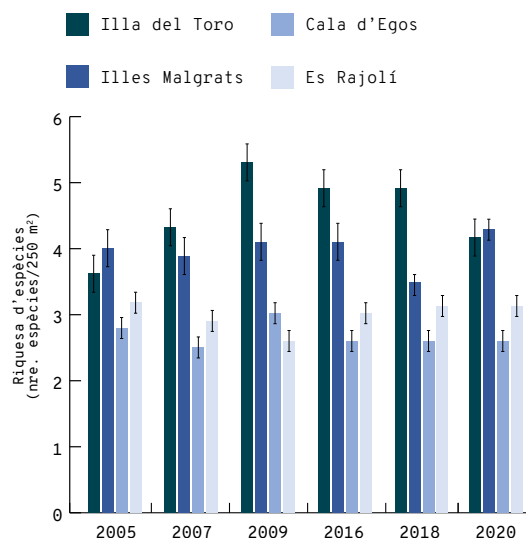


Figura 5. Riquesa d'espècies a les aigües superficials de la Reserva Marina de l'Illa del Toro i de les Illes Malgrats els anys 2005, 2010, 2017 i 2020. Les zones de control fora de la reserva són cala d'Egos (aigües interiors) i es Rajolí (aigües exteriors). La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey *et al.*^{25,17}

BIOMASSA TOTAL. La biomassa total mostra una tendència positiva en el temps, tant a la Reserva de l'Illa del Toro com a la de les Illes Malgrats (figura 6). L'increment més gran s'observa a l'Illa del Toro, on es quadruplica el valor de la biomassa i passa de 4 a 16,8 kg/250 m² entre 2005 i 2020. A les Illes Malgrats també hi ha una tendència creixent de biomassa que es triplica des de l'any 2005, passant d'1,9 kg/250m² a 5,1 kg/250 m² (figura 6). Les zones de control, tant interior (cala d'Egos) com exterior (es Rajolí) es mantenen a menys de 3,5 kg/250 m² (figura 6).

Les diferències entre les reserves de l'Illa del Toro i la de les Illes Malgrats poden ser degudes a l'hàbitat més favorable per a les poblacions íctiques que presenta la primera (pendents i profunditats més grans) respecte de la segona. Això deriva una presència més gran de grans depredadors de les espècies d'anfòs llis (cat) = *false abadejo* (es) = *Epinephelus costae*. Addicionalment, la normativa pesquera és més restrictiva a l'Illa del Toro, mentre que a les Illes Malgrats la pesca es permet durant més mesos i amb més aparells.

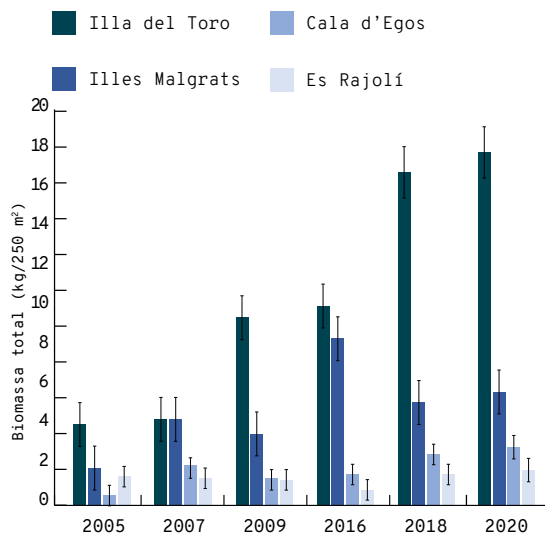


Figura 6. Biomassa total a les aigües superficials de la Reserva marina de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats els anys 2003, 2010, 2017 i 2020. Les zones de control, fora de la reserva, són cala d'Egos (aigües interiors) i es Rajolí (aigües exteriors). La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey *et al.*^{25,17}

Aigües profundes (20-25 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. En profunditat, la riquesa augmenta ~ 2 espècies/250 m², tot i que es manté més estable que en superfície tant a l'Illa del Toro com a les Illes Malgrats (figura 7). Excepte l'any 2009, l'Illa del Toro mostra una riquesa més gran que les Illes Malgrats, que l'any 2020 és de 7,8 espècies/250 m² i de 5,8 espècies/250 m², respectivament. La zona de control del cap Andritxol només l'any 2020 va superar el nombre d'espècies de les Illes Malgrats.

BIOMASSA TOTAL. La biomassa en profunditat mostra un increment considerable des del 2005 en ambdues reserves (figura 8). Aquest augment és de ~ 7 vegades a l'Illa del Toro i de ~ 4 vegades a les Illes Malgrats. Les zones de control sempre es mantenen en valors inferiors als de les reserves.

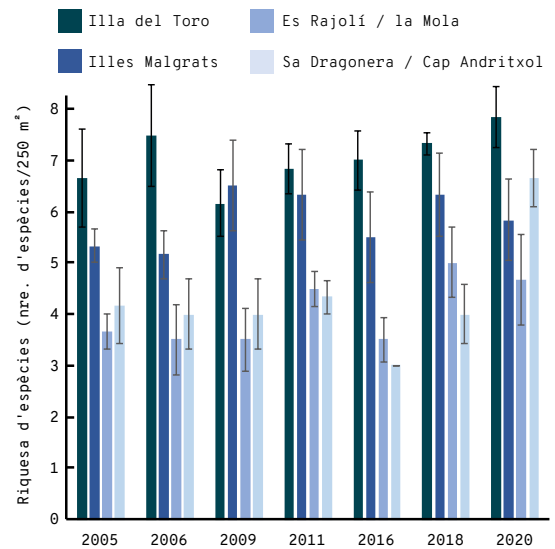


Figura 7. Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats entre els anys 2005-2020. La localització de les zones de control va canviar amb els anys: es Rajolí va passar a ser la Mola l'any 2018, mentre que sa Dragonera es va substituir pel cap Andritxol l'any 2016. FONT: Morey *et al.*⁷

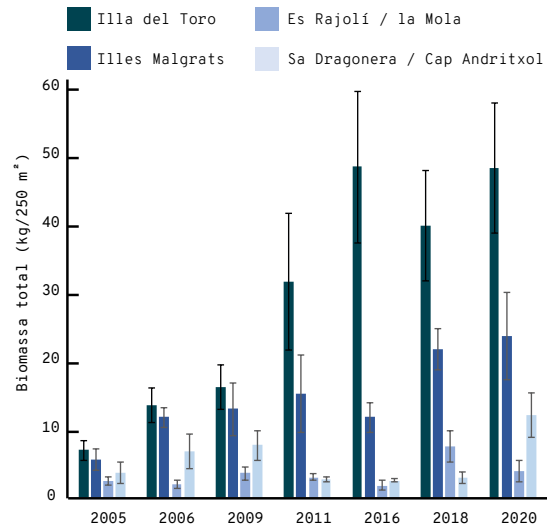


Figura 8. Biomassa total de peixos a les aigües profundes de la Reserva Marina de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats entre els anys 2005-2020. La localització de les zones de control va canviar amb els anys: es Rajolí va passar a ser la Mola l'any 2018, mentre que sa Dragonera es va substituir pel cap Andritxol l'any 2016. FONT: Morey *et al.*¹⁷

Reserva Marina del Llevant de Mallorca (2007)

El nombre de transectes mostrejats varia entre 10 i 18. De les zones del faralló d'Albarca (reserva parcial d'àmbit balear) i el faralló de Cala Gat (reserva parcial d'àmbit estatal) únicament hi ha dades dels anys 2016 i 2018.

RIQUESA ESPECÍFICA. L'any 2010 s'assoleixen els valors més petits de riquesa a totes les zones de la Reserva de Llevant (~ 3 espècies/250 m²) i a la zona de control (1,7-2,7 espècies/250 m²) (figura 9). L'any 2018 s'obtenen els valors més grans (entorn de 4,5 i 4 espècies/250 m²), i la zona de control oscil·la entre 3,5-3,3 espècies/250 m². El faralló d'Albarca passa de tenir uns valors semblants als de la zona de control l'any 2016, a augmentar en només dos anys a 5,8 espècies/250 m². El faralló de Cala Gat

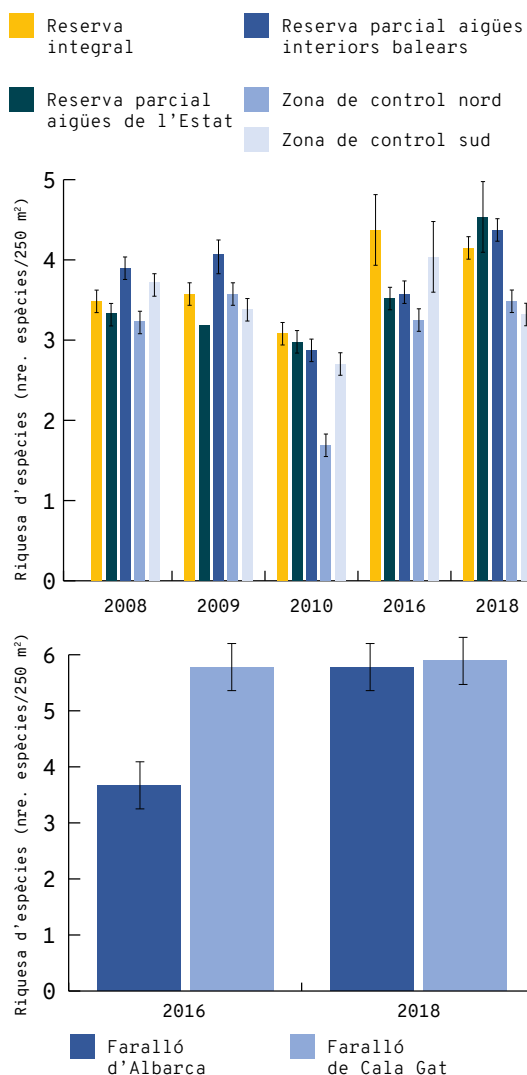


Figura 9. Riquesa d'espècies a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca durant els anys 2008-2010, 2016 i 2018, i al faralló d'Albarca i el faralló de Cala Gat els anys 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Morey *et al.*¹⁰

es manté en 5,8 espècies/250 m² (2016) i 5,9 espècies/250 m² (2018).

BIOMASSA TOTAL. Pel que fa a la biomassa, tant a les zones d'estudi dins la reserva parcial d'aigües interiors com a la d'aigües exteriors s'arriben a quadruplicar els valors des de l'any 2008 (figura 10). L'increment és de 0,9 kg/250 m² a 4 kg/250 m² en aigües interiors; de 3,5 a 5,6 kg/250 m² en aigües exteriors o de l'Estat, i d'1,1 a 4,5 kg/250 m² a la reserva integral. Cal destacar que la zona del faralló de Cala Gat (dins la Reserva Marina del Llevant) passa de 16,6 a 23,5 kg/250 m² en només dos anys. El faralló d'Albarca també augmenta d'1,9 a 6,7 kg/250 m² en 2 anys. En canvi, la biomassa de les zones de control es manté estable des de 2008 amb ~ 2 kg/250 m².

Reserva Marina de sa Dragonera (2016)

Es fa un seguiment de sis estacions d'aigües superficials: dues zones dins la reserva marina d'aigües interiors (cala Llebeig i cala en Lledó), dues zones en aigües exteriors (na Pòpia i s'Indi) —que suposen les aigües exteriors de la Reserva Marina de sa Dragonera—, i dues zones de control fora de la reserva (es Rajolí i el cap Andritxol).

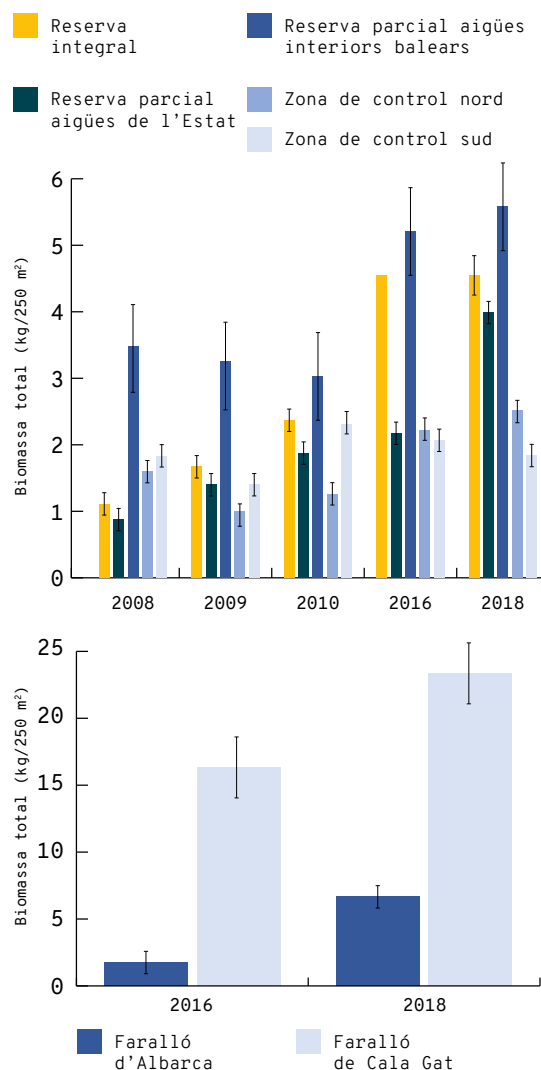


Figura 10. Biomassa total a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca els anys 2008-2010, 2016 i 2018, i al faralló d'Albarca i el faralló de Cala Gat els anys 2016 i 2018. FONT: Morey *et al.*¹⁰

ra, acabada de declarar—, i dues zones de control fora de la reserva (es Rajolí i cala d'Egos). El nombre de transectes a cada zona és de N = 9. En aigües profundes, les zones d'estudi són quatre: una zona dins la reserva (cap de Llebeig); una zona en aigües exteriors fora de la reserva (s'Indi) i dues zones de control fora de la reserva (es Rajolí i el cap Andritxol).

Aigües superficials (3-15 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. Entre els anys 2016 i 2020 s'observa un augment a la zona de reserva parcial de cala Llebeig de + 1,9 espècies/250 m² i cala en Lledó de + 1,1 espècies/250 m² l'any 2018 (figura 11). En aigües exteriors, na Pòpia i s'Indi es mantenen estables entorn de les 3,5 i 4 espècies, respectivament. La zona de control des Rajolí (amb 3,7 espècies) supera a na Pòpia l'any 2020.

BIOMASSA TOTAL. Només en quatre anys de seguiment es triplica la biomassa a la zona de cala Llebeig, que passa de 5,2 a 16,3 kg/250 m² (figura 12). La resta de zones amb protecció sempre es mantenen per sota de les zones amb reserva.

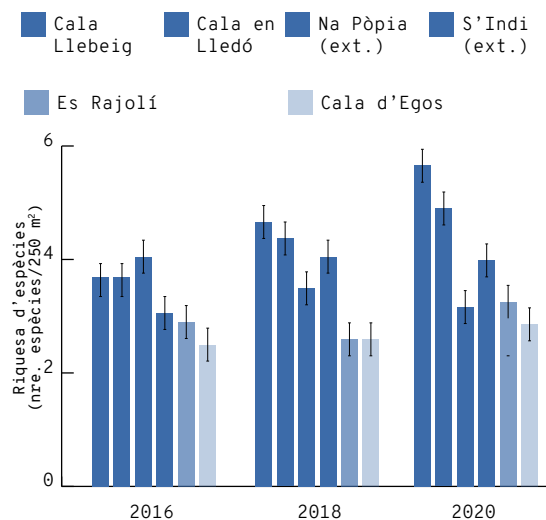


Figura 11. Riquesa d'espècies en aigües superficials de la Reserva Marina de sa Dragonera (blau fosc) i a les zones de control (blau clar). Ext.: aigües exteriors dins de la reserva a partir del mes de juliol del 2020. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*^{14,21}

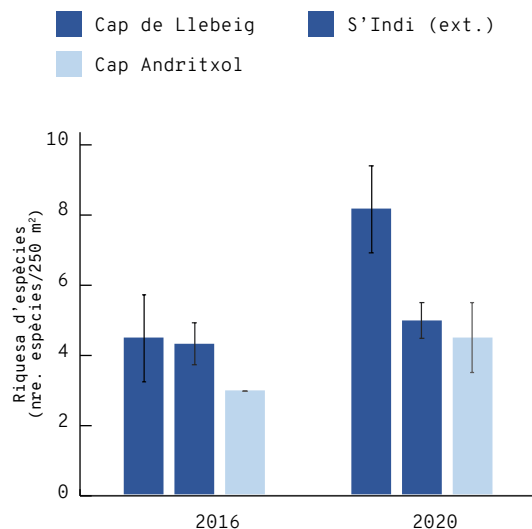


Figura 13. Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina de sa Dragonera. Zones dins de la reserva: blau fosc; zona de control: blau clar. S'Indi es trobava en aigües exteriors fora de la reserva fins al mes de juliol del 2020. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*^{14,21}

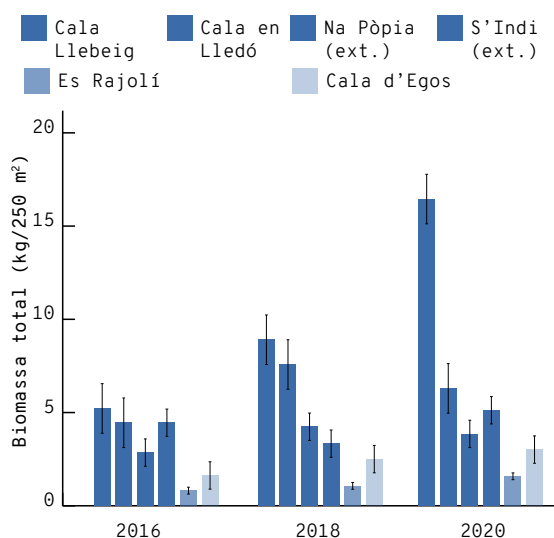


Figura 12. Biomassa total en aigües superficials a la Reserva Marina del Freu de sa Dragonera i a les zones de control (es Rajolí i Cala d'Egos) els anys 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*^{14,21}

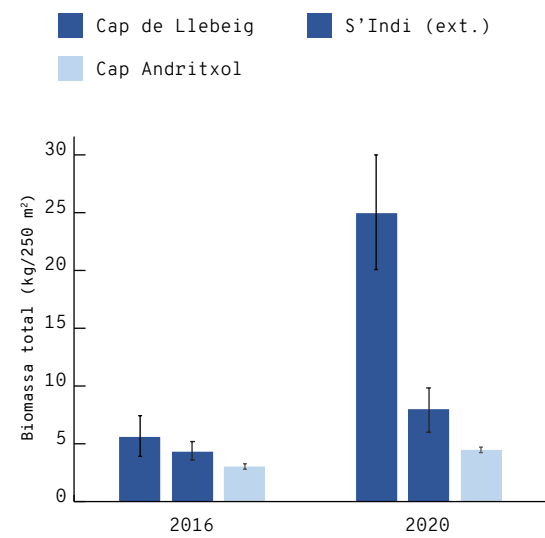


Figura 14. Biomassa total en aigües profundes de la Reserva Marina de sa Dragonera. Zones dins de la reserva: blau fosc; zona de control: blau clar. S'Indi es trobava en aigües exteriors fora de la reserva fins al mes de juliol del 2020. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*^{14,21}

Aigües profundes (20-25 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. La riquesa augmenta en aigües profundes del cap de Llebeig de 4,5 a 8,2 espècies/250 m² entre els anys 2016 i 2020 (figura 13). A S'Indi no s'observen canvis significatius i els valors fluctuen entre 4-5 espècies/250 m².

BIOMASSA TOTAL. En quatre anys, la biomassa de profunditat es multiplica per 4,4, passant de 5,7 a 25,3 kg/250 m² al cap de Llebeig (figura 14). A S'Indi també es produeix un augment i gairebé es dupliquen els valors, que passen de 4,4 a 8. La biomassa de les zones de control es manté per sota de la de les reserves.

Seguiment de tres AMP de Menorca

Reserva Marina del Nord de Menorca (1999)

Es tracta del seguiment en aigües superficials (3-15 m) dels anys 2000-2003, 2005, 2007, 2011, 2017 i 2019. En aigües profundes (20-25 m) hi ha seguiment els anys 2006, 2017 i 2019. El nombre de transectes (N) en aigües superficials per any és de 36, excepte el juny de 2000, en què N = 18 per mor de condicions meteorològiques adverses. En aigües profundes, N = 10, 11, 12, 23, 24.

Aigües superficials (3-15 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. Des de l'any 2000, s'observa un lleuger augment de 0,8 espècies/250 m² en les aigües superficials de la reserva integral (que passen de 2,7 a 3,5 espècies) (figura 15). D'altra

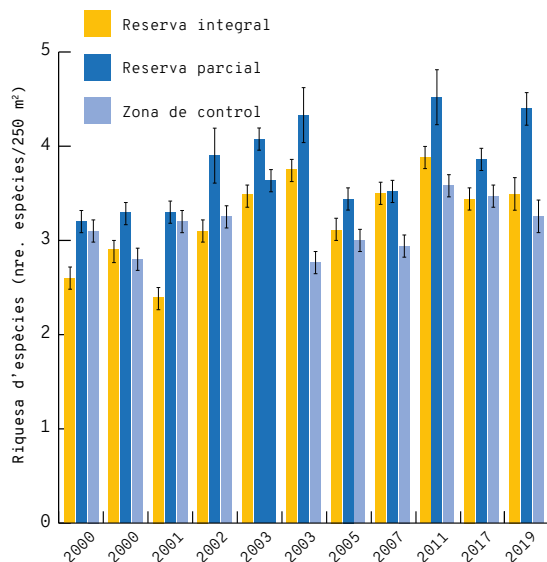


Figura 15. Riquesa d'espècies de les aigües superficials de la Reserva Marina del Nord de Menorca i de la zona de control els anys 2000–2003, 2005, 2007, 2011, 2017 i 2019. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*^{11,16}

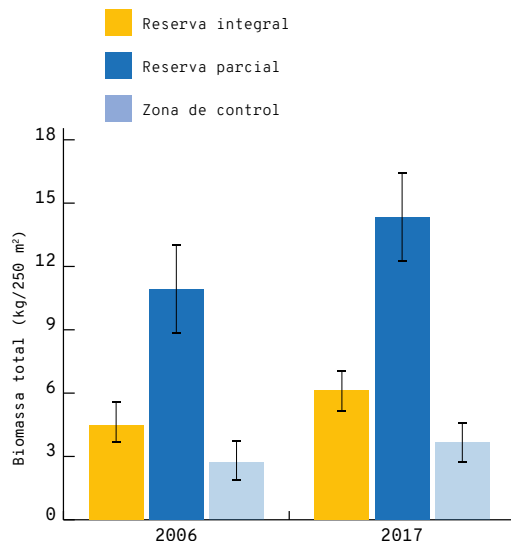


Figura 17. Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina del Nord de Menorca els anys 2006 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*¹¹

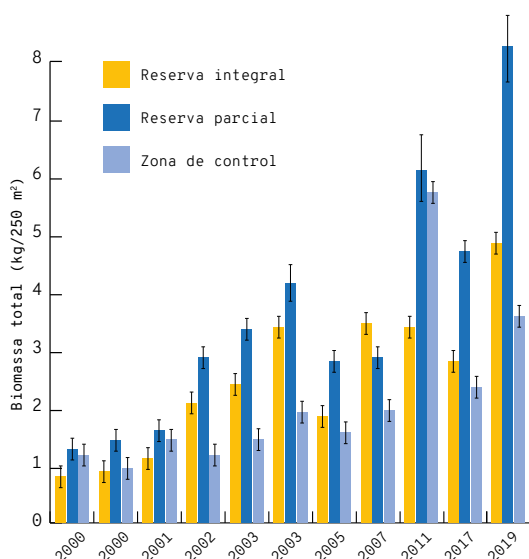


Figura 16. Biomassa total de les aigües superficials de la Reserva Marina del Nord de Menorca i de la zona de control els anys 2000–2003, 2005, 2007, 2011, 2017 i 2019. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*^{11,16}

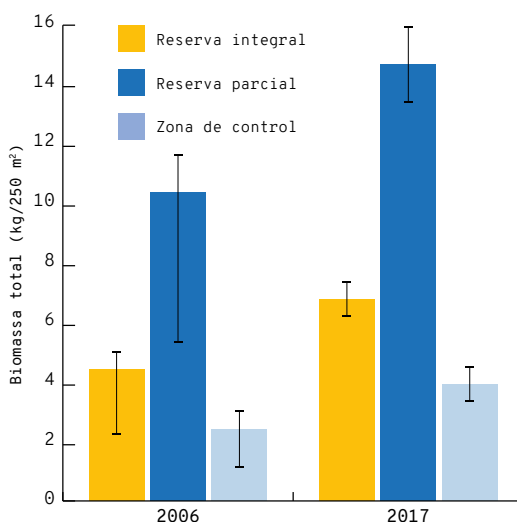


Figura 18. Biomassa total de les aigües profundes de la Reserva Marina del Nord de Menorca i la zona de control els anys 2006 i 2017. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*¹¹

banda, la reserva parcial ha augmentat amb 1,1 espècies/250 m². Excepte el 2007, la resta d'anys d'estudi la reserva parcial supera la riquesa específica de la reserva integral. La zona de control mostra oscil·lacions entre 2,5–3,5 espècies/250 m² i generalment és inferior a les zones amb reserva.

BIOMASSA TOTAL. Si es comparen els anys 2000 i 2019, la biomassa ha augmentat 4,2 kg/250 m² a la reserva integral i 7 kg/250 m² a la reserva parcial (figura 16). La biomassa de la reserva parcial sol ser més gran que la de la reserva integral, excepte l'any 2007. Especialment del 2017 al 2019 s'ha experimentat un salt en la biomassa superficial de la reserva parcial de + 3,5 kg/250 m², i de + 2,1 a la reserva integral. Les zones de control també incrementen, tot i que es mantenen per sota de les zones amb reserva.

Aigües profundes (20–25 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. El seguiment de les aigües profundes de 2006 a 2017 mostra un petit canvi en riquesa d'espècies, de 0,6 a la reserva parcial i d'1,1 a la reserva integral (figura 17). La zona de control és la que experimenta una millora més gran del nombre d'espècies, amb un augment d'1,6 espècies/250 m². Comparant les dades de riquesa d'espècies d'aigües superficials i profundes, ambdues mostren uns valors semblants, amb fluctuacions de 4–3 espècies/250 m². L'any 2017, a les aigües profundes s'observen 0,6 espècies/250 m² més que a les aigües superficials (figures 15 i 17).

BIOMASSA TOTAL. Els valors de biomassa en aigües profundes del nord de Menorca indiquen un augment lent a la reserva, d'1,1 a 1,4 kg/250 m² a la

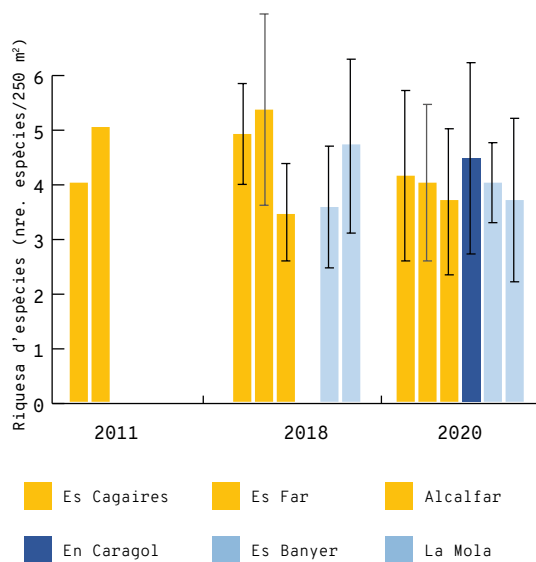


Figura 19. Riquesa d'espècies de la Reserva Marina de l'Illa de l'Aire (reserva integral: groc; reserva parcial: blau fosc; zona de control: blau clar). La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Marsinyach *et al.*,⁷ Cefalì *et al.*¹³

reserva parcial i de 4,5 a 6,2 kg/250 m² a la reserva integral durant 11 anys (figura 18). En aquest període, la zona de control augmenta amb 0,9 kg/250 m². L'any 2017, la biomassa d'aigües profundes és més gran que la d'aigües superficials a totes les zones, especialment a la reserva parcial, i passa de 4,8 a 14,3 kg/250 m² (figures 16 i 18).

Reserva Natural de l'Illa de l'Aire (2019)

Es presenten resultats de tres estacions en aigües de la reserva integral: es Cagaires, es Far i Alcalfar, i una estació en aigües de reserva parcial: en Caragol. Els resultats són dels anys 2011, 2018 i 2019. Les dades anteriors al 2019 daten d'abans de l'establiment de la reserva.

RIQUESA ESPECÍFICA. La riquesa d'espècies presenta fluctuacions a totes les zones de la reserva al voltant de les 4-5 espècies/250 m² (figura 19). L'any 2020, un estudi fet en aigües de la reserva integral va mostrar una riquesa de $4,9 \pm 0,4$ espècies/250 m², de $4,3 \pm 0,4$ a la reserva parcial i de $3,4 \pm 0,3$ a la zona de control (per tant, amb un lleuger augment a la reserva integral respecte de l'any 2019).¹⁵

BIOMASSA TOTAL. Les zones de reserva integral de l'Illa de l'Aire mostren variacions de 2-4,3 kg/250 m², mentre que la zona de reserva parcial mostra variacions de 4,3 kg/250 m² (figura 20). No es poden inferir canvis des del seu establiment com a reserva, que va ser l'any 2019. L'any 2020 es va fer un estudi que va detectar una biomassa total de $3,9 \pm 0,5$ kg/250 m² en aigües de la reserva integral, $3,9 \pm 0,9$ en la reserva parcial i $1,5 \pm 0,2$ en la zona de control (per tant, similars a les del 2019).¹⁵

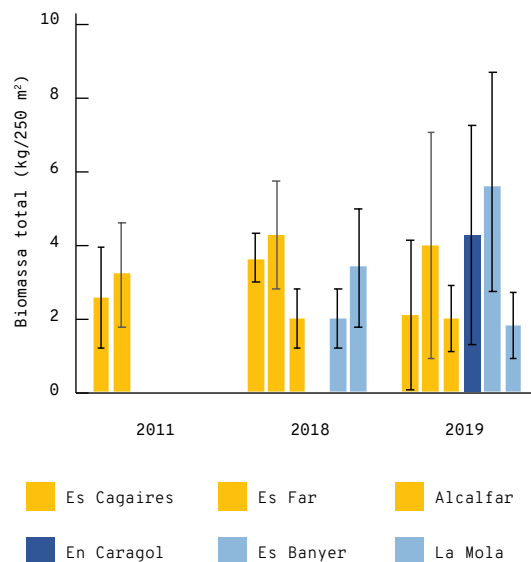


Figura 20. Biomassa de l'Illa de l'Aire. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Marsinyach *et al.*,⁷ Cefalì *et al.*¹³

Parc Natural de s'Albufera des Grau

Al Parc Natural de s'Albufera des Grau es fan seguiments els anys 2011, 2018 i 2019 en quatre estacions de mostratge en aigües superficials del parc (5-15 m): es Armaris, sa Galera, es Timons 10 i Colom; una en aigües profundes (~ 20 m): es Timons 20; i dues zones de control en aigües superficials, en Bombarda i es Freus.

RIQUESA ESPECÍFICA. A les zones de reserva els valors de riquesa específica no mostren augments des de l'any 2011, i el 2019 no superen les 4 espècies/250 m² (figura 21). La zona de reserva amb menys riquesa és l'estació profunda es Timons 20 l'any 2018 (2 espècies/250 m²). De vegades les zones de control presenten valors superiors a les zones amb reserva.

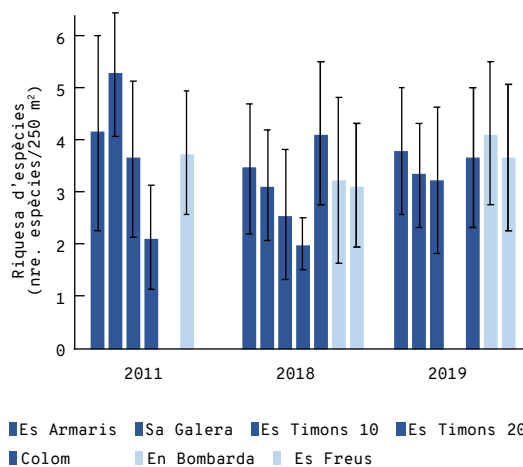


Figura 21. Riquesa d'espècies al Parc Natural de s'Albufera des Grau (blau fosc: àrees dins de la reserva; blau clar: zones de control). L'any 2019 no hi ha dades des Timons 20. FONT: Marsinyach *et al.*,⁷ Cefalì *et al.*¹³

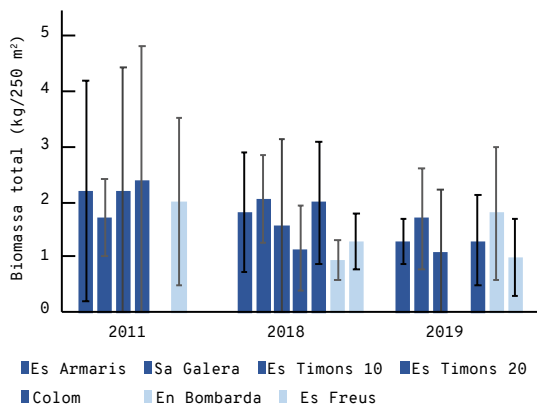


Figura 22. Biomassa total a la zona de reserva (blau fosc) i la zona de control (blau clar) del Parc Natural de s'Albufera des Grau. Sense dades de Colom l'any 2011 i des Timons 20 l'any 2019. FONT: Marsinyach *et al.*,⁷ Cefali *et al.*¹³

BIOMASSA TOTAL. L'any 2019, les zones amb reserva mostren una lleugera disminució de la biomassa respecte de l'any 2011 (figura 22). Les zones de reserva de menys biomassa són l'estació d'aigües profundes es Timons 20 l'any 2018 (1,2 kg/250 m²) i la zona de control en Bombarda el 2018 (0,9 kg/250 m²). Les zones de control mostren valors similars als de la reserva.

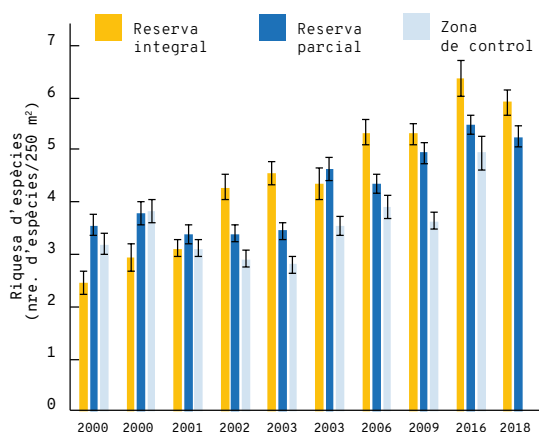


Figura 23. Riquesa d'espècies de les aigües superficials de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera dels anys 2000-2003, 2006, 2009, 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*¹⁹

Seguiment d'una reserva marina d'Eivissa i Formentera

Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera (1999)

Els anys de seguiment en aigües superficials són 2000 - 2003, 2006, 2009, 2016 i 2018. Per a l'any 2018 no hi ha dades de la zona de control, ja que llavors es va incloure dins la zona de protecció de la reserva. En aigües profundes s'ha efectuat un seguiment els anys 2007 i 2018. En aigües superficials la replicació és N = 36, i en aigües profundes, és N = 8-12.

Aigües superficials (3-15 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. De l'any 2000 al 2018 la riquesa específica de l'any 2000 al 2018 ha augmentat a les tres zones d'estudi (parcial, integral i zona de control) (figura 23). L'increment més gran de riquesa s'observa a la reserva integral, la zona que mostrava menys espècies l'any 2000, que passa de 2,5 a 5,9 espècies/250 m². La reserva parcial i la zona de control s'incrementen en 1,5 (de 3,6 a 5,2 espècies/250 m², i de 3,2 a 4,9 espècies/250 m², respectivament).

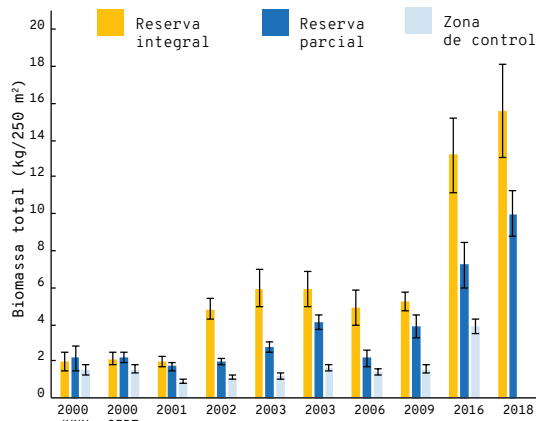


Figura 24. Biomassa total de les aigües superficials de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera dels anys 2000-2003, 2006, 2009, 2016 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*¹⁹

BIOMASSA TOTAL. La biomassa total mostra pocs canvis entre els anys 2000-2001 (< 2,2 kg/250 m²). L'any 2002 s'observa un augment a la zona de reserva integral, que arriba als 4,8 kg/250 m². L'increment més gran es mostra l'any 2016 i el 2018 a totes les zones, però sobretot a la reserva parcial i la reserva integral, on assoleix 10 i 15,6 kg/250 m² respectivament (figura 24). La zona de control és la de menys increment, fins a 3,9 kg/250 m² l'any 2016. No hi ha dades del 2018 perquè s'ha inclòs com a zona dins la reserva.

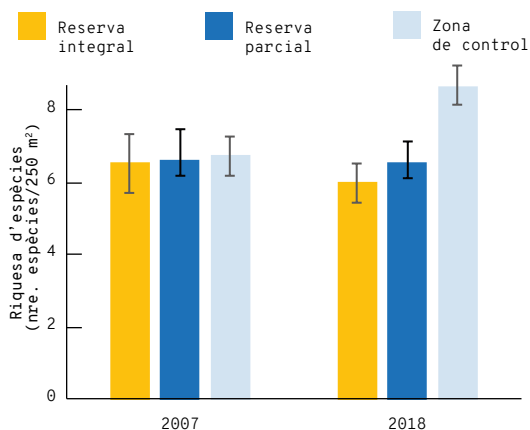


Figura 25. Riquesa d'espècies de les aigües profundes de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera els anys 2007 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*¹⁹

Aigües profundes (20-25 m)

RIQUESA ESPECÍFICA. La riquesa d'espècies entre 2007-2018 es mostra estable amb ~ 6,6 espècies/250 m² a la reserva parcial, mentre que disminueix de 6,5 a 6 espècies/250 m² a la reserva integral i augmenta 1,9 kg/250 m² a la zona de control (figura 25). En general, els valors de riquesa específica són més alts en aigües profundes que en aigües superficials (≥ 6 espècies/250 m²) (figures 23 i 25).

BIOMASSA TOTAL. A la reserva parcial augmenta la biomassa des de l'any 2007, de 9,8 a 18,4 kg/250 m² (figura 26). La zona de reserva integral és la que augmenta més, i passa de 12,1 a 26,5 kg/250 m². La zona de control duplica els valors, de 8,2 a 16,7 kg/250 m². Les aigües profundes mostren valors més alts que la zona superficial (> 16 kg/250 m²) (figures 24 i 26).

CONCLUSIONS

- La Badia de Palma és l'AMP que presenta menys riquesa d'espècies ($< 3,5$ espècies/250 m²) de totes les estudiades. La biomassa de la reserva integral s'ha incrementat 3,5 kg/250 m² en 18 anys de seguiment. Hi ha poca variació temporal en la diversitat d'espècies, que pot ser causada per les característiques del seu hàbitat, de fons arenosos de baixa profunditat.
- A la reserva de Migjorn s'observa un lleuger increment de biomassa, especialment a la reserva integral (que passa de 3,1 a 4,3 kg/250 m²). A la zona de reserva parcial hi ha diferències entre les zones de Lluçmajor i Santanyí; en aquesta última la biomassa és lleugerament superior, possiblement a causa d'un intensitat pesquera inferior i perquè està més exposada als vents estivals. La riquesa d'espècies mostra variacions temporals entorn de les 4 espècies/250 m².
- L'Illa del Toro multiplica per quatre la seva biomassa en aigües superficials (fins als 16,8 kg/250 m²). La biomassa de les aigües profundes de l'Illa del Toro és la més gran de totes les zones d'estudi, amb 48 kg/250 m². El nombre d'espècies mostra un lleu augment de 3,6 a 4,3 espècies/250 m² en aigües superficials i de 6,7 a 7,8 espècies/250 m² en aigües profundes.
- Les Illes Malgrats multipliquen la seva biomassa per tres en aigües superficials (assolint els 6,1 kg/250 m²), mentre que en aigües profundes la multipliquen per quatre (24 kg/250 m²). El nombre d'espècies no augmenta tant, i l'any 2020 és de 4,5 espècies/250 m² en aigües superficials i de 6 espècies/250 m² en aigües profundes.
- A la Reserva Marina de Llevant, les zones del faralló de Cala Gat i el faralló d'Albarca mostren l'any 2018 el nombre d'espècies més gran (~ 5,8 espècies/250 m²) i biomassa total (23,5 kg/250 m²) de tota la reserva. A les altres zones també s'observen

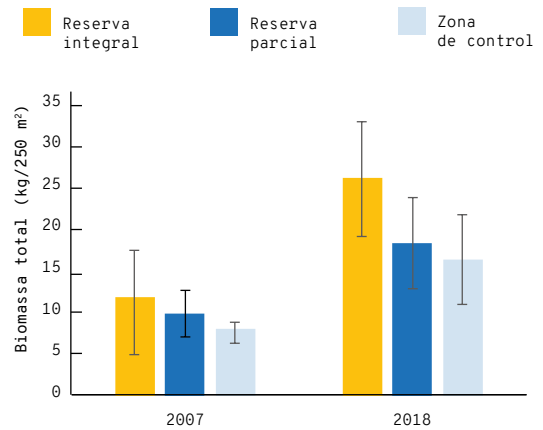


Figura 26. Biomassa total de les aigües profundes de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera els anys 2007 i 2018. La barra d'error mostra l'error estàndard de la mitjana. FONT: Coll *et al.*¹⁹

- augmentos en la riquesa, de ~ 1 espècie/250 m², i sobretot en la biomassa de la reserva integral, que passa d'1,1 a 4,5 kg/250 m². Malgrat això, la reserva integral té una unitat de biomassa més petita que altres zones de la reserva parcial.
- Entre els anys 2016-2020, sa Dragonera millora la seva riquesa i biomassa, especialment a la zona de reserva d'aigües superficials de cala Llebeig (5,7 espècies/250 m² i 16,3 kg/250 m²) i d'aigües profundes del cap de Llebeig (8,2 espècies/250 m² i 25,3 kg/250 m²). Això apunta a un possible *hotspot* de biomassa i diversitat en aquesta zona els propers anys.¹⁷
- En aigües superficials del Nord de Menorca, la biomassa i la riquesa són superiors a la reserva parcial (7 kg/250 m² i 4,3 espècies/250 m²) que a la reserva integral (4,2 kg/250 m² i 3,5 espècies/250 m²). En aigües profundes passa el mateix, i els indicadors són molt més baixos que a la resta d'AMP amb seguiment en profunditat (amb màxims a la reserva parcial de 14 kg/250 m² i 4,5 espècies/250 m²).
- L'Illa de l'Aire mostra al voltant de 4 espècies/250 m² i 4 kg/250 m², mentre que al Parc Natural de s'Albufera des Grau la riquesa no arriba a les 4 espècies/250 m² ni als 2 kg de biomassa, tot i haver gaudit de més anys de protecció. El Parc Natural de s'Albufera des Grau mostra els valors més petits de biomassa de totes les AMP estudiades. Aquestes diferències poden derivar-se de les diferents característiques del fons marí i pressió pesquera que experimenten, i podria ser que aquesta fos més gran a s'Albufera des Grau.
- Als Freus d'Eivissa i Formentera s'observen increments de riquesa i biomassa amb el pas dels anys com a reserva. A la reserva integral s'assoleixen 5,9 espècies/250 m² en aigües superficials, la qual cosa suposa la màxima riquesa específica d'aigües superficials de totes les AMP estudiades. La bio-

massa d'aigües profundes és la segona en nombre (26,5 kg/250 m²) després de l'Illa del Toro.

Per a les zones amb més seguiment temporal —i per tant, amb una base de dades més àmplia— es podrien extreure conclusions sobre l'efecte reserva. No obstant això, la manca d'informació sobre la intensitat pesquera i els arts de pesca que s'hi practiquen impedeix treure conclusions més robustes. A més, s'han de 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.¹⁹ No se sap quin és el potencial real de riquesa o biomassa de la mar Balear per poder determinar els valors de referència, ja que s'han de saber quins són els diferents factors ambientals per poder-los corregir i comparar entre zones.²⁶ Aquesta informació permetria implementar la gestió i planificació de les AMP de les Balears per obtenir millors resultats.

REFERÈNCIES

- ¹ BORRÀS, R. *et al.* (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*. Barcelona: 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. DOI: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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ⁵ COLL, J. *et al.* (2011). «The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean)». *Scientia Marina*, 76. DOI: 10.3989/scimar.03531.02H.
- ⁶ HARMELIN-VIVIEN, M. L. *et al.* (1985). «Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes». *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40, 467-539.
- ⁷ MARSINYACH, E. *et al.* (2018). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Observatori Socioambiental de Menorca; Centro Oceanográfico de Baleares (IEO); Menorca Preservation Fundation; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears. [Informe tècnic].
- ⁸ MOREY, G. *et al.* (2003). «Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean». *Fisheries Research*, 62, 89-96.
- ⁹ FishBase: A Global Information System on Fishes. [en línia]. <www.fishbase.org>.
- ¹⁰ MOREY, G. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹¹ COLL, J. *et al.* (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].
- ¹² COLL, J. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ¹³ CEFALÌ, M. E. *et al.* (2019). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'oceanografia (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears.

- ¹⁴ COLL, J. *et al.* (2020). «La Reserva Marina del Freu de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca». Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears; Tragsatec.
- ¹⁵ CEFALÍ, M. E. *et al.* (2020). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO); Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM); Menorca Preservation Fund; Consell Insular de Menorca; Govern de les Illes Balears.
- ¹⁶ 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].
- ¹⁷ MOREY, G. *et al.* (2020). «Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós». Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears; Tragsatec. 134 pàgines. [Informe tècnic].
- ¹⁸ COLL, J. *et al.* (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.
- ¹⁹ COLL, J. *et al.* (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.
- ²⁰ 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». Tragsatec; Govern de les Illes Balears. Direcció General de Medi Rural i Marí. [Informe tècnic].
- ²¹ COLL, J. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²² 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].
- ²³ 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». [en línia]. Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca. [Informe tècnic]. <<http://www.obsam.cat/documents/index.php>>.
- ²⁴ 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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁵ MOREY, G. *et al.* (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 i Medi Marí; Tragsatec. [Informe tècnic].
- ²⁶ GARCÍA-CHARTON, J. A. *et al.* (2004). «Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages». *Marine Biology*, 144, 161-182.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; MARSINYACH, E. (2021) «Seguiment de poblacions de peixos vulnerables a la pesca en AMP». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informe-marbalear.org/ca/amp/imb-amp-riquesa-biomassa-cat.pdf>>.

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

Reserves marines d'interès pesquer:

1. Àrea protegida
2. Àrea protegida com a reserva integral
3. Percentatge de mar protegida
4. Percentatge de litoral protegit

Les reserves marines d'interès pesquer són porcions del medi marí on la pesca industrial i semiindustrial (arrossegament, encerclament i palangre de superfície) estan prohibides, mentre que la pesca artesanal i la recreativa estan regulades. Algunes reserves marines inclouen superfícies totalment tancades a la pesca, que es denominen reserves integrals o *no-take zones*.

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 i Medi Marí (Servei de Recursos Marins).¹ Aquestes reserves són 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 protegit per reserves marines d'interès pesquer, es presenten dades amb referència a:

1. Mar Balear: definida com el contorn del promontori balear submergit fins a la isòbata de 1.000 m de profunditat. Ocupa una àrea total de 28.290 km².

2. Aigües litorals: estimades aproximadament en 5.000 km².

QUÈ ÉS?

Les reserves marines d'interès pesquer són figures de protecció pesquera en les quals es prohibeix la pesca d'arrossegament i es regulen les activitats de pesca artesanal o recreativa. Algunes reserves marines inclouen àrees de reserva integral, en les quals l'extracció de recursos pesquers està totalment prohibida. Es creen per regenerar els ecosistemes marins de les zones protegides amb un objectiu doble: (1) incrementar la productivitat dels recursos pesquers i (2) conservar els hàbitats i les espècies.

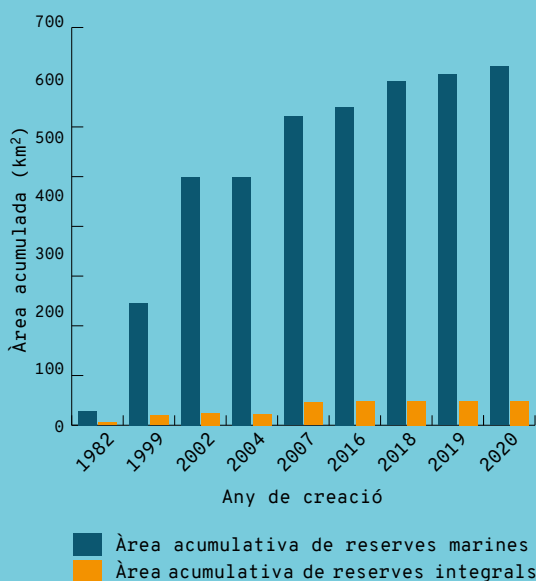
METODOLOGIA

Es compilen les dades de les reserves marines de la pàgina web de la Direcció General de Pesca i Medi Marí (https://www.caib.es/sites/reservesmarines/es/plano_de_situacion_y_zonificacion-852/). Es descriuen les dades en funció de l'àrea de la mar Balear delimitada per la isòbata de 1.000 m de profunditat (A = 28.290 km²).

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

RESULTATS

A les Balears, hi ha onze reserves marines d'interès pesquer: sis a Mallorca, dues a Menorca i tres a les Pitiüses. Des que es varen establir l'any 1982, les àrees de reserves marines han anat augmentant gradualment, i actualment sumen una àrea total de 618,3 km². Aquest increment no és de la mateixa magnitud a les zones de reserva integral, que només arriben als 43,5 km².

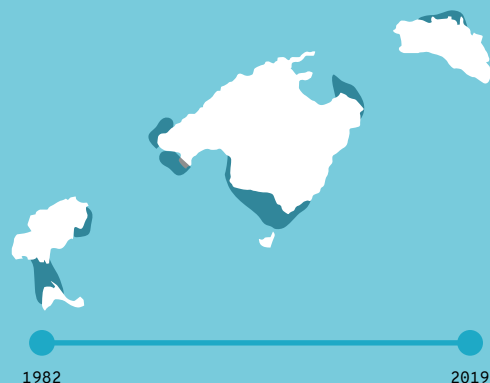


Evolució, des que es varen establir, de l'àrea de les reserves marines d'interès pesquer de les Balears i de l'àrea de reserva integral que inclouen. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

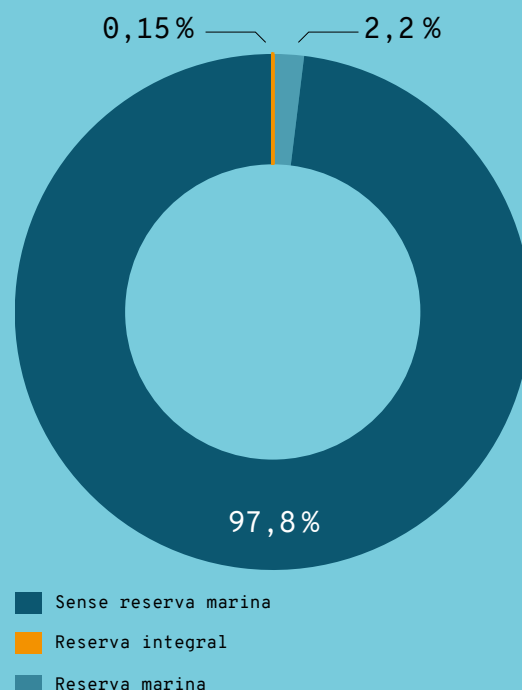
PER QUÈ?

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

LOCALITZACIÓ



El 2,2 % de la mar Balear està protegit mitjançant reserves marines d'interès pesquer, i dins aquestes, el 0,15 % està totalment tancat a la pesca (reserva integral).



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

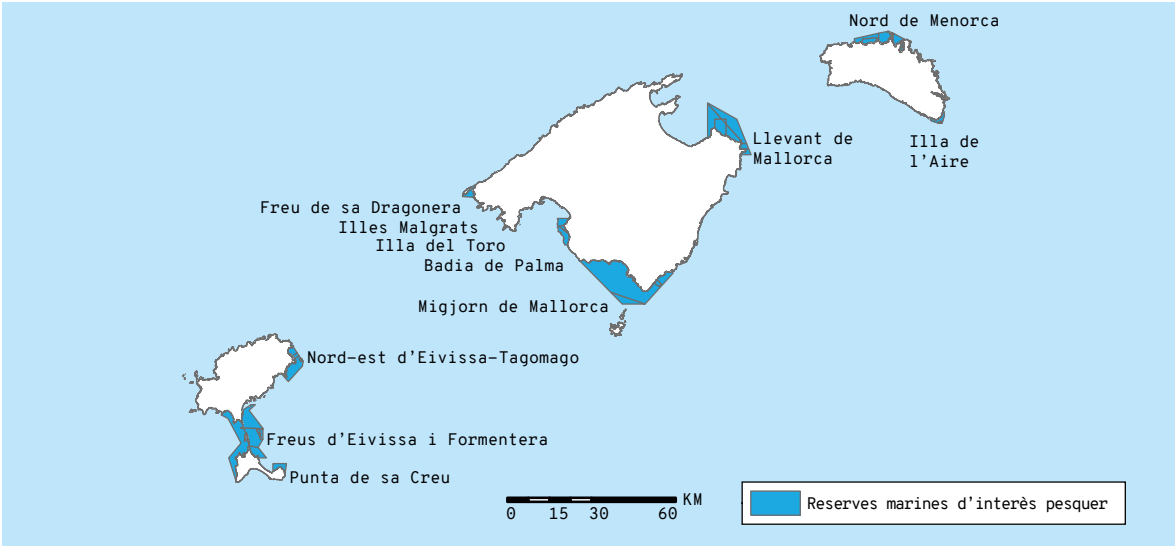


Figura 1. Mapa de les Illes Balears amb la localització de les onze reserves marines (blau). FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

RESULTATS

A les Balears, hi ha onze reserves marines d’interès pesquer (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), Illa del Toro (2004), Illes Malgrats (2004), Llevant de Mallorca (2007), Freu de sa Dragonera (2016), Punta de sa Creu (2018), Nord-est d’Eivissa-Tagomago (2018) i Illa de l’Aire (2019), i la recentment aprovada ampliació de la reserva de sa Dragonera (2020) —que inclou el Freu de sa Dragonera de 2016.

Taula 1. Descripció i any de creació de les diferents reserves marines de les Balears. Àrea de mar Balear considerada: 28.290 km². FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

| Nom de la reserva | Any | Àrea total (km²) | Àrea reserva integral (km²) |
|------------------------------|------|------------------|-----------------------------|
| 1 Badia de Palma | 1982 | 23,94 | 2 |
| 2 Menorca | 1999 | 50,85 | 11,11 |
| 3 Freus Eivissa i Formentera | 1999 | 136,17 | 4,27 |
| 4 Migjorn de Mallorca | 2002 | 223,23 | 2,93 |
| 5 Illa del Toro | 2004 | 1,5 | - |
| 6 Illes Malgrats | 2004 | 0,89 | - |
| 7 Llevant de Mallorca | 2007 | 112,86 | 20,05 |
| * Freu sa Dragonera | 2016 | 9,12 | - |
| 8 Punta de sa Creu | 2018 | 10,59 | - |
| 9 Nord-est Eivissa-Tagomago | 2018 | 37,38 | 2,28 |
| 10 Illa de l'Aire | 2019 | 7,19 | - |
| 11 Ampliació sa Dragonera | 2020 | 4,57 | 0,82 |
| TOTAL | | 618,29 | 43,46 |
| % de mar Balear | | 2,19 | 0,15 |

Evolució de l'àrea

Des de l’any 1982, les reserves marines d’interès pesquer han acumulat una superfície total de 618,3 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 acumulativa de 43,5 km² l’any 2020. L’àrea de les reserves integrals suposa només un 7 % de l’àrea de reserva marina d’interès pesquer total.

Percentatge de mar balear protegida

El percentatge de mar Balear protegida per reserves marines d’interès pesquer és del 2,19 %, mentre que les zones de reserva integral en suposen el 0,15 % (taula 1).

Percentatge de litoral balear protegit

S’estima que el percentatge de litoral protegit per reserves marines és del 12,36 %, mentre que el de les zones de reserva integral és del 0,87 %.

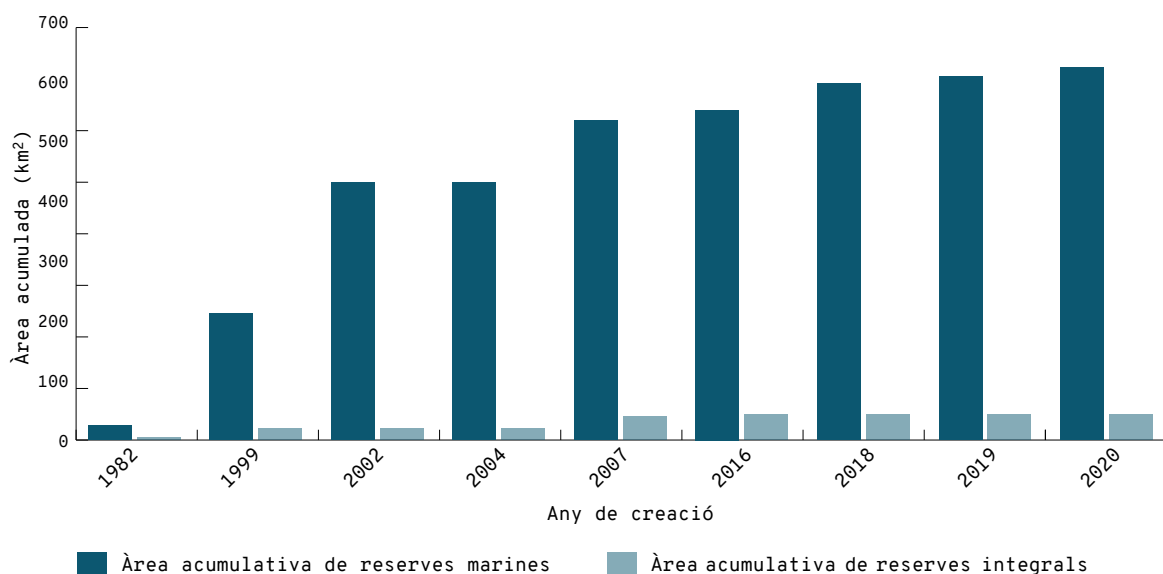


Figura 2. Gràfic de barres que indica l'evolució en superfície acumulativa de les reserves marines d'interès pesquer de les Balears (blau fosc) i les seves àrees de reserva integral (blau clar). FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

CONCLUSIONS

- A les Balears, hi ha 11 reserves marines d'interès pesquer: sis a Mallorca, dues a Menorca i tres a Eivissa i Formentera.
- Les reserves marines d'interès pesquer de les Balears han augmentat en les darreres quatre dècades, fins a un total de 618 km².
- L'increment de l'àrea de les reserves integrals (*no-take zones*) ha passat de 2 km² a 43,5 km² en 40 anys.
- Les reserves integrals representen un 7 % de la zona total de reserva marina d'interès pesquer.
- El 2,19 % de la mar Balear està protegit per reserves marines, i el 0,15 %, per reserves integrals. Per tant, el 0,15 % de la mar Balear està totalment tancat a la pesca.
- Respecte dels 5.000 km d'aigües litorals, les reserves marines en protegeixen el 12,36 %, mentre que la reserva integral en representa el 0,87 %.

REFERÈNCIES

¹ LES RESERVES MARINES A LES ILLES BALEARS [EN LÍNIA] Palma: Govern de les Illes Balears. Direcció General de Pesca i Medi Marí. Servei de Recursos Marins. http://www.caib.es/sites/reservesmarines/ca/las_reservas_marinas_en_las_islas_balears-850/.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R. (2021). «Reserves marines d'interès pesquer». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/amp/imb-amp-reserves-marines-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Antoni Font-Gelabert.

Despesa i inversió en àrees marines protegides

Les àrees marines protegides (AMP) s'utilitzen globalment com a eines per preservar i regenerar el capital natural dels oceans. Un factor fonamental per millorar la gestió i el funcionament d'aquestes àrees recau en el finançament. Per tant, s'ha de conèixer la informació sobre la quantitat econòmica que es destina a la conservació del medi marí de les Illes Balears per avaluar-ne la relació cost-benefici. Aquest tipus d'estudi financer d'AMP representa el primer d'Europa, i té com a objectiu final que es pugui utilitzar per implementar la gestió de cada AMP i millorar-ne l'estat.

METODOLOGIA

La informació presentada en aquests resultats prové d'un estudi intern encarregat per la Fundació Marilles elaborat per la consultoria ambiental Pandion l'any 2018 (<https://marilles.org/storage/media/2019/12/300/estudi-de-despesa-amp.pdf>).¹ La recopilació de dades per a aquest estudi va consistir en dos mesos de treball de camp basat en entrevistes, reunions amb els gestors, consultes bibliogràfiques, cerques per Internet, cartes de petició d'informació adreçades als directius de les diferents institucions, premsa, etc.

Per elaborar l'estudi es va contactar amb un mínim de 95 persones de les entitats següents:

- Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears (incloent-hi els departaments dependents).
- Organismes del Govern d'Espanya (Secretaria General de Pesca Marítima [SGPM] i Organisme Autònom Parcs Nacionals [OAPN]).
- Consells insulars de Menorca, Eivissa i Formentera.
- Municipis.
- Organismes d'investigació.
- ONG i fundacions (Oceana, Tursiops, GENGOB, GOB Menorca, Societat Espanyola d'Ornitologia [SEO]).

Les limitacions dels resultats de l'estudi sorgeixen d'una problemàtica general quant al coneixement històric de les despeses de finançament en AMP. Això es deu, en part, a la poca cultura de recopilació de dades dels organismes públics d'Espanya. Com a conseqüència, s'originen buits d'informació i falta de consistència en el tipus de dades recollides. Un altre impediment en la recollida de dades deriva de l'ampli espectre d'organismes gestors de les AMP, la qual cosa impedeix disposar d'un recompte exacte de la despesa anual i sense distincions entre la despesa d'àmbit terrestre o marí.

No obstant això, s'han aconseguit estudiar sis àrees principals de despesa i inversió:

- **i) Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera (PNMTAC).** Es recullen dades molt fiables de la xifra total del pressupost anual entre els anys 1991 i 2008 mitjançant l'anàlisi de còpies en paper de les memòries de 1991-1992 i 1994-1998; documentació de treball de la direcció del parc; acords de la comissió de cogestió que es va formar a partir del 2003 per preparar la transferència del parc, i actes del patronat proporcionades pels directius.
- **ii) Reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent.** A les AMP no es disposa d'una comptabilitat metòdica sobre quina és la part de la despesa en cadascuna, i encara menys d'una sèrie temporal al llarg dels anys. Aquestes dues reserves naturals representen les úniques anàlisis

QUÈ ÉS?

La creació d'àrees marines protegides (AMP) promou la regeneració dels recursos marins que contenen, que són coneguts com el capital natural dels oceans. Un indicador clau per al bon funcionament de les AMP és saber quin finançament s'atorga a activitats relacionades amb el medi marí.

METODOLOGIA

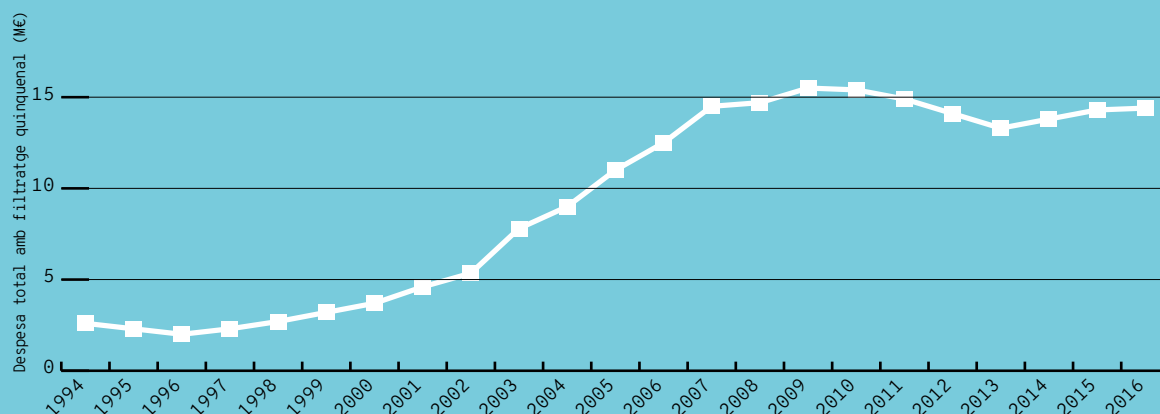
La informació prové d'un estudi encarregat per la Fundació Marilles a la consultoria ambiental Pandion (<https://marilles.org/storage/media/2019/12/300/estudi-de-despesa-amp.pdf>), ja que no hi havia cap indicador fiable d'aquesta índole. En aquest informe es compila informació de diferents organismes (Govern de les Illes Balears, Govern d'Espanya, consells insulars, municipis, centres d'investigació i ONG) durant 32 anys.

Es fa un filtratge quinquennal de les dades per reduir el soroll produït per la variabilitat anual. Aquest mètode consisteix a obtenir un valor per a cada any sumant-hi els dos anys anteriors i els dos anys posteriors, i calculant la mitjana dels cinc anys. Per tant, el darrer any que s'adjudica amb aquest mètode és el 2016, ja que a partir del 2019 hi ha menys informació.

Les principals limitacions d'aquest indicador rau en la laboriosa obtenció d'informació. No hi ha dades amb un gran nivell de detall, amb criteris de recollida homogenis, i no se solen retenir sèries temporals llargues. Per tant, és necessari implantar millores que facilitin la recopilació de dades quant a aquest indicador en el futur.

RESULTATS

La despesa quinquennal analitzada augmenta gradualment des del 1997 fins al 2007. Posteriorment, la despesa és màxima entre els anys 2007 i 2011: 14,6 i 15,5 milions d'euros (M€) respectivament. Els anys 2012 i 2013 minva fins als 13,3 M€, i torna a augmentar lleugerament entre el 2014 i el 2016, en què assoleix els 14,5 M€.

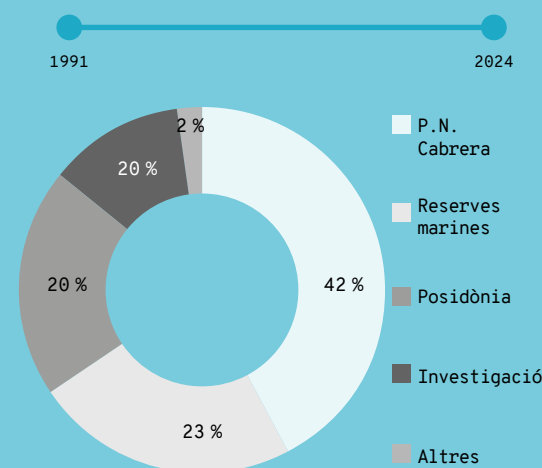


Mitjana quinquennal de la despesa total en conservació del medi marí durant els anys 1994-2016. FONT: Font-Gelabert (2018).

PER QUÈ?

Permet conèixer l'evolució temporal de la despesa que s'inverteix en AMP de les Balears i com es distribueix aquesta inversió per tipus d'activitat, ens financer i tipus d'AMP. Aquesta resposta suposa una eina fonamental per millorar la gestió en la conservació del medi marí de les Illes Balears.

LOCALITZACIÓ



Percentatge de la despesa en conservació marina total analitzat entre els anys 1992 i 2024 dividit per categories. FONT: Font-Gelabert (2018).

De l'import de despesa total analitzat entre els anys 1992-2024 (més de 55 M€), el Parc Nacional Marítimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera representa la figura que destina més doblers a la conservació marina (42,4 %), seguit de les reserves marines d'interès pesquer (23,4 %), la posidònia (camps de boies i Servei de Vigilància, 20 %), la recerca (12,3 %) i altres (1,9 %).

detallades de despesa en AMP de les Balears. Es presenten dades dels anys 2016 i 2017, estimades sobre el percentatge de despesa (en inversió i personal) en actuacions i programes relacionats amb el medi marí d'aquestes reserves.

- **iii) Reserves marines d'interès pesquer: vigilància i seguiment de peixos.** Les reserves marines d'interès pesquer es varen començar a crear l'any 1999. Actualment hi ha 11 reserves marines d'aquest tipus. A dins, es duen a terme dos serveis principals de gestió:

- **Vigilància.** El servei de vigilància es va posar en marxa l'any 2002 per iniciativa de la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears, coincidint amb el projecte LIFE Posidonia. A partir del 2007, any en què es va declarar la Reserva Marina d'Interès Pesquer del Llevant de Mallorca, es va constituir un equip de vigilància dependent de la SGPM del Govern central per cobrir les aigües exteriors de competència estatal.

L'equip de vigilància (contractació de treballadors i adquisició i manteniment d'embarcacions i dispositius necessaris) és gestionat per l'empresa pública Serveis de Millora Agrària i Pesquera (SEMILLA). Aquesta entitat disposa d'informació exacta de despesa per als anys 2017 i 2018, i també de la quantitat pressupostada per als pròxims anys, fins al 2023, amb els fons de l'impost de turisme sostenible (ITS). Addicionalment, els responsables de pesca dels consells insulars d'Eivissa i de Formentera varen proporcionar informació parcial de la seva despesa per a la creació d'aquesta AMP. No es tenen dades sobre quina part va ser finançada per l'Instrument Financer d'Orientació Pesquera (IFOP) o per Low Impact Fishers of Europe.

- **Seguiment de peixos.** El seguiment continuat de les poblacions de peixos es du a terme des de l'any 2000 per part del mateix equip científic de Tragsatec. S'analitzen factors en espècies de peixos vulnerables a la pesca com ara la biomassa, la riquesa específica o la talla mitjana, que són paràmetres que responen ràpidament a l'establiment de la reserva. Es disposa d'una despesa homogènia al llarg del temps. El servei funciona a tres reserves diferents cada any, que es van alternant. Marquen l'excepció els anys 2012-2015, ja que llavors es va suprimir el programa de seguiment a totes les reserves marines a conseqüència de la crisi econòmica. L'IFOP va cobrir una part de la despesa entre els anys 2001-2011; del 2012 al 2015, aquest seguiment no es va finançar, i del 2016 al 2020 es paga amb fons de l'ITS.

- **iv) Impactes del sector nàutic en les praderies de *Posidonia oceanica*.** L'any 2012, el Parc Natural

de ses Salines d'Eivissa i Formentera va iniciar un programa d'informació als navegants per reduir l'impacte de les embarcacions recreatives quan ancoraren damunt praderies de posidònia. El 2017 es va establir a totes les illes, especialment als llocs d'importància comunitària (LIC). Les seves actuacions principals són informar, assessorar i comprovar l'ancoratge, i en cas que estiguin ancorades indegudament damunt posidònia, moure l'embarcació a una zona adequada.

- **Camps de boies ecològiques per a l'ancoratge a LIC.** La creació de camps de boies es va iniciar l'any 1992 al PNMTAC a través de la prohibició de l'ancoratge lliure que danyava les praderies de posidònia. Com a solució es va proposar utilitzar sistemes d'amarratge alternatius, que originen un impacte inferior en el fons marí. El projecte LIFE Posidonia 2000 va equipar una sèrie de camps de boies a zones LIC que s'han mantingut ininterrompudament a excepció de l'any 2011, a causa d'un canvi de govern que no va arribar a temps d'aprovar-ne l'expedient.

Durant els anys 2005-2012, el Govern de les Illes Balears ha pagat la despesa de manteniment i operació dels camps d'ancoratge a través de diferents fórmules. A partir del 2013 es fa una adjudicació de gestió a la consultoria ambiental CBBA, que cobreix les despeses d'operació i paga un cànon al Govern de les Illes Balears amb el que cobra als usuaris de les boies, que són els que financen aquest servei. Lamentablement, no es disposa de dades econòmiques de l'explotació de l'adjudicatari, per la qual cosa no es pot deduir la contribució dels usuaris del sector nàutic a la conservació del medi marí.

- **Ajudes per a l'ancoratge a LIC.** L'any 2012 es va iniciar un programa informatiu per reduir l'impacte dels ancoratges damunt posidònia al Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera. A les Pitiüses es va adjudicar l'ajuda a la consultoria ambiental Ecologia entre els anys 2012-2016.

Posteriorment, a causa de la publicació del Decret 25/2018, de 27 de juliol, sobre la conservació de la *Posidonia oceanica* a les Illes Balears, l'any 2017 es va posar en marxa el Servei de Vigilància de Posidònia per part de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. Es va adjudicar l'ajuda d'un any (2017) i de 4 anys (2018-2021) a la consultoria ambiental CBBA per a totes les illes.

- **v) Investigació per part de diversos organismes i institucions**

- **Organisme Autònom Parcs Nacionals (OAPN).** Les dades de projectes d'investiga-

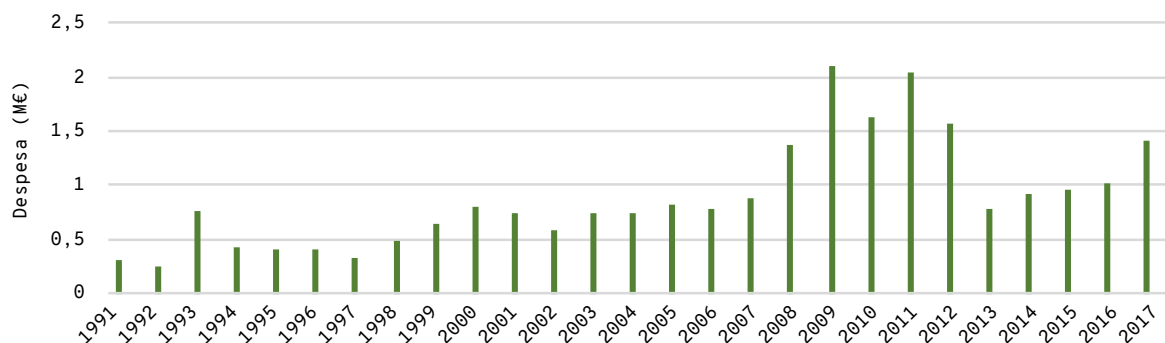


Figura 1. Despesa en milions d'euros en inversió marina al Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera entre els anys 1991 i 2017. FONT: Pandion-Marilles.¹

ció a Cabrera facilitats per l'OAPN cobreixen projectes concedits entre els anys 2002 i 2014. Després d'uns anys sense finançament del programa (2015-2018), hi ha expectatives que el 2019 es pugui reprendre aquesta línia.

- **Oceana.** Entre els anys 2006-2014 es varen fer sis campanyes científiques amb l'embarcació *Ranger* i un vehicle de control remot (ROV, *Remote Operated Vehicle*), amb un total de 124 dies treballats en aigües d'AMP de les Balears, amb l'objectiu principal de la conservació marina. Addicionalment, des del 2006 Oceana fa un seguiment dels problemes pesquers i la conservació de recursos a les Balears, però no ha pogut quantificar la despesa associada a aquestes activitats.

- **Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB) – Consell Superior de Recerques Científiques (CSIC).** Es reporten dades dels projectes efectuats al CEAB-CSIC durant 21 anys (1996-2017). Els projectes fan referència principalment a l'inventari de comunitats marines i a la valoració d'espais marins per generar AMP noves.

- **Centre Oceanogràfic de les Balears – Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO).** Al seu web hi ha la descripció de 78 projectes diferents duits a terme des del 2007, de vegades sense informació sobre la despesa. Els projectes es fan en AMP (Cabrera, Canal de Menorca, Reserva Marina de Llevant i Nord de Menorca). Diversos projectes no s'han pogut incloure per falta d'informació.

- **Societat Espanyola d'Ornitologia (SEO).** Es fan sis projectes a les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent, la Reserva de la Biosfera de Menorca i la Xarxa Natura 2000 marina.

- **Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) – CSIC.** Dos investigadors de l'IMEDEA han reportat un total d'onze projectes. S'ha rebut informació d'altres projectes per

part del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera (nou projectes), que inclouen centres del CSIC de les Balears i de la Península. En premsa, s'ha recopilat informació sobre el projecte Antroposi, finançat pel Consell Insular de Formentera, i sobre les quantitats recollides mitjançant micro-mecenatge amb el projecte Save Posidonia (www.saveposidoniaproject.org). Dels arxius del projecte LIFE Posidonia dels anys 2002-2005 es recullen quatre accions.

→ **vi) Impost de turisme sostenible (ITS).** L'ITS és una eina que podria contribuir a millorar la gestió de les AMP omplint els buits que hi ha pel que fa a recursos. La informació sobre els projectes que finança l'ITS des del 2016 es resumeix a la pàgina web <https://www.caib.es/sites/impostturisme/ca/inici>. Per saber si un projecte fa referència a la conservació del medi marí, hem hagut de contactar amb nombrosos administradors de l'ITS. No hi ha informació classificada sobre les quantitats rebudes anualment, i els càlculs dels fons recaptats anualment es fan sobre la base d'estimacions mitjançant les actes de la comissió de seguiment, que no són les quantitats que sumen els projectes que es concedeixen.

RESULTATS

i) Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera (PNMTAC).

Des del 1991, any en què es va establir, el PNMTAC ha estat dotat amb una gran aportació econòmica (47,7 M€) fins al 2017. Mitjançant l'anàlisi detallada de les memòries i de les consultes dels gestors actuals i anteriors del PNMTAC, es considera que un mínim del 50 % d'aquesta quantitat es destina a la conservació del medi marí. S'ha de considerar que, encara que també es destinin pressupostos a la part terrestre, els programes de vigilància marina i manteniment de camps de boies, més altres acti-

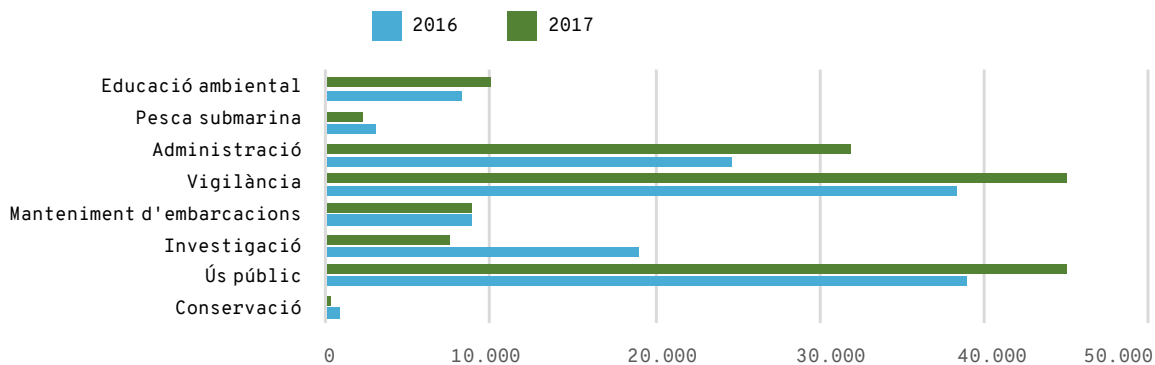


Figura 2. Despesa en euros dels diferents programes relacionats amb el medi marí de les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent els anys 2016 i 2017. FONT: Pandion-Marilles.¹

vitats marines, tenen un cost elevat.

Per tant, si el 50 % de la despesa total (47,7 M€) es destina al medi marí, la despesa en programes i personal marí des del 1991 fins al 2017 és de 23,85 M€ (figura 1). La mitjana de despesa anual des del 1991 és d'1,77 M€. Això suposa el 42 % de la suma del total de la despesa feta a les Balears.

ii) Reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent.

Les despeses dels diferents programes entre els anys 2016 i 2017 mostren un increment en vigilància de 6.800 €; en administració, de 7.133,3 €, i en l'ús públic, de 6.115,1 €. Tot això a canvi d'una disminució en investigació d'11.502 € (figura 2). Els programes de vigilància, ús públic i administració són en els que es va invertir més l'any 2017 (> 30.000 €). La despesa total l'any 2016 va ser de 141.628,6 €, i el 2017, de 150.345,2 €.

El percentatge total de la despesa invertida en medi marí en aquestes AMP és del 76,1 % l'any 2016 i del 88,51 % l'any 2017. Aquests percentatges elevats deriven del fet que aquestes AMP són predominantment marines, amb només alguns programes terrestres de seguiment de fauna i flora.

iii) Reserves marines d'interès pesquer

• **Vigilància.** La quantitat aproximada de la despesa entre 2002 i 2016 és de 250.000 € anuals per part de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears (figura 3). L'any 2007, a causa de la creació de la Reserva Marina del Llevant de Mallorca —que inclou aigües interiors i exteriors—, es va ampliar la gestió de vigilància a organismes estatals (SGPM). Les dades aproximades de despesa invertida per part del Govern central són de 350.000 € anuals. Es desconeix si es rep finançament europeu.

• **Seguiment de peixos en reserves marines d'interès pesquer.** Les estimacions de la despesa en seguiment de peixos entre 2001 i 2011 són de 105.000 € anuals (figura 4). Entre 2016 i 2020, les aproximacions oscil·len entre 123.942,2 € i 102.833,3 €.

iv) Impactes del sector nàutic en les praderies de *Posidonia oceanica*

• **Camps de boies ecològiques per a l'ancoratge a LIC.** La despesa del període 2005-2012 en manteniment i operació dels ancoratges de baix impacte s'ha gesti-

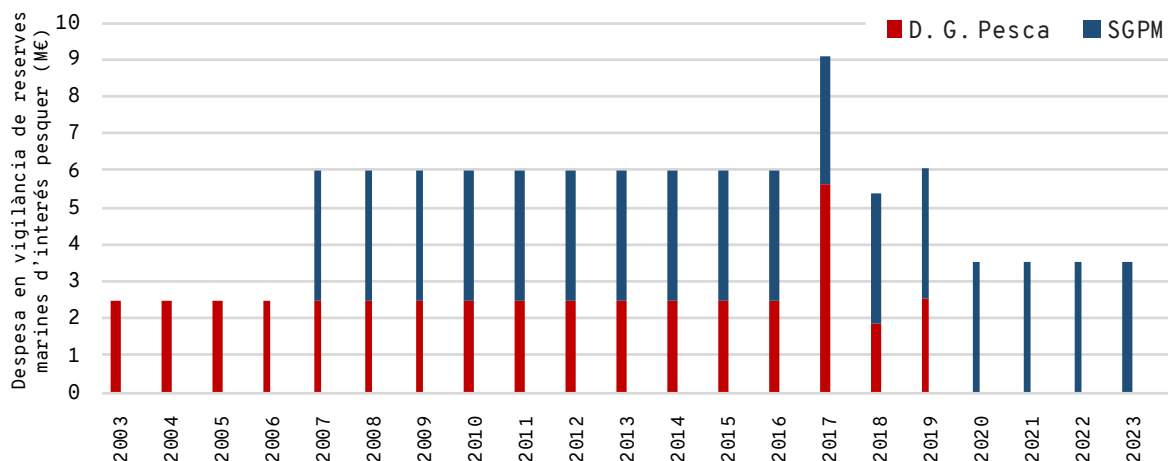


Figura 3. Despesa aproximada en vigilància a les reserves marines d'interès pesquer per part de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears (vermell) i la Secretaria General de Pesca Marítima (SGPM) del Govern central (blau) durant el període 2003-2023. FONT: Pandion-Marilles.¹

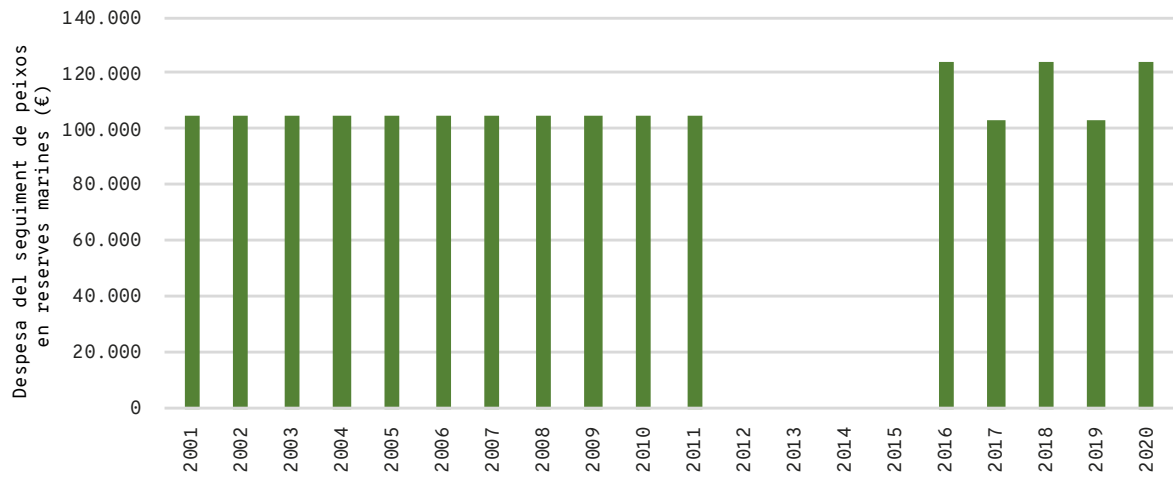


Figura 4. Estimacions i projeccions de la despesa en el programa de seguiment de peixos en reserves marines d'interès pesquer entre els anys 2001-2020. FONT: Pandion-Marilles.¹

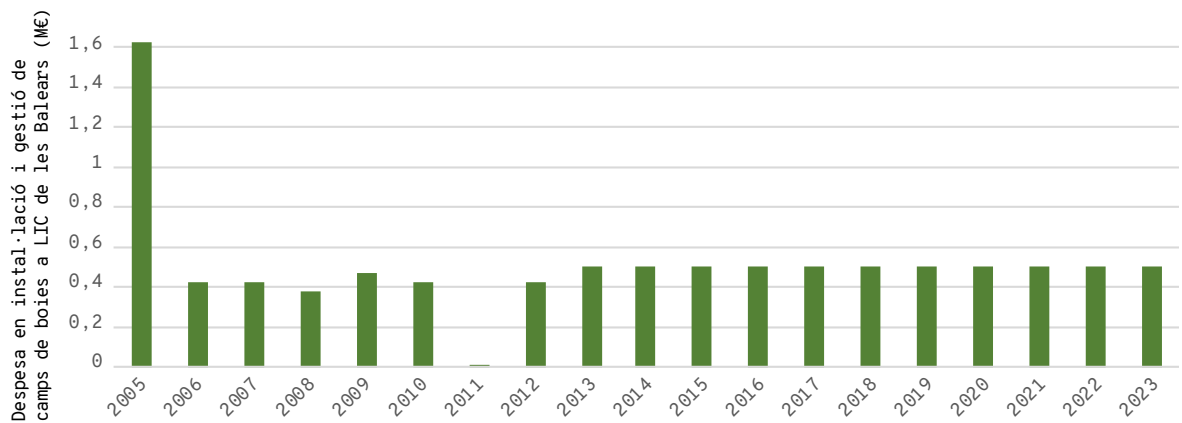


Figura 5. Despesa per operar i mantenir els camps de boies a LIC de les Balears entre els anys 2005-2023. FONT: Pandion-Marilles.¹

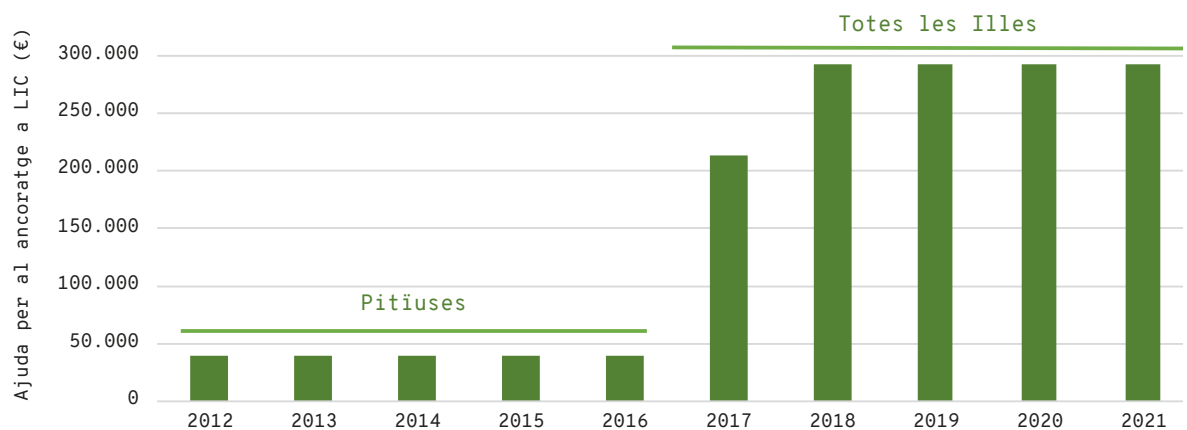


Figura 6. Ajuda per a l'ancoratge a LIC a les Pitiüses (2012-2016) i a totes les Balears (2017-2021). FONT: Pandion-Marilles.¹

onat a través del Govern de les Illes Balears, i el seu valor ha fluctuat d'1.622.478 € (l'any 2005, any en què es varen establir) a 12.000 € (2011 va ser un any gairebé sense finançament) (figura 5). Per als anys 2006-2007 i 2011-2012 es presenten estimacions del BOIB, ja que no se n'han trobat dades publicades.

A partir del 2013 i fins al 2023, una empresa adjudicatària passa a cobrir les despeses d'operació amb una despesa estable de 501.621,3 €. Aquest valor s'infereix únicament d'una xifra extreta d'un expedient d'adjudicació, en el qual es descriu que el valor de contractació per a quatre anys és de 2.006.485 €.

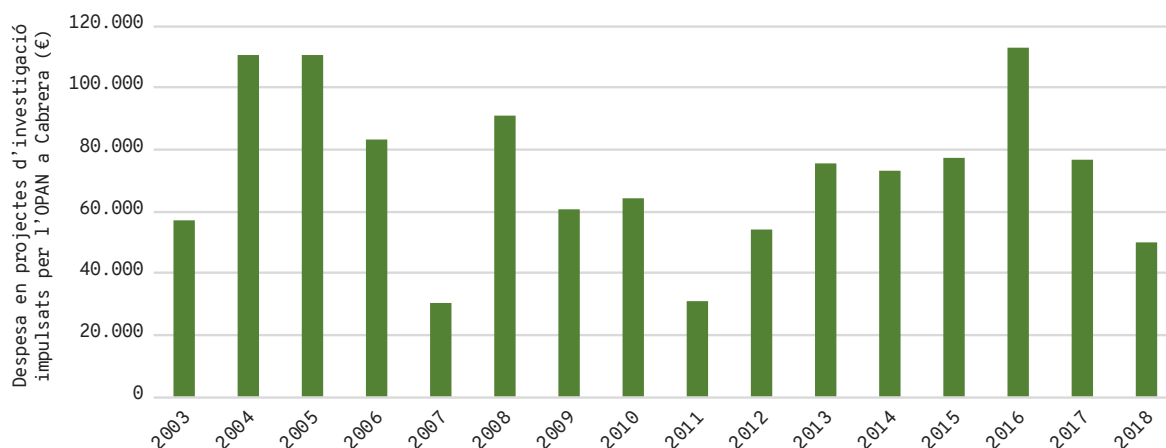


Figura 7. Despesa destinada a projectes d'investigació per part de l'Organisme Autònom de Parcs Nacionals a Cabrera entre 2003 i 2018. FONT: Pandion-Marilles.¹

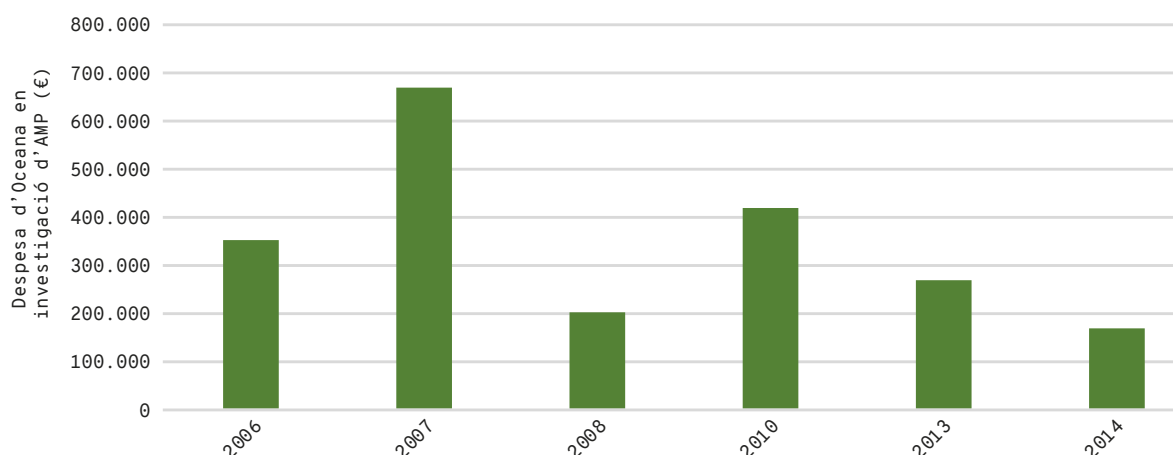


Figura 8. Despesa en investigació per part d'Oceana en aigües d'AMP de les Balears els anys 2006-2008, 2010 i 2013-2014. FONT: Pandion-Marilles.¹

• **Ajudes per a l'ancoratge a LIC.** Aquest programa es va iniciar a les Pitiüses, on entre els anys 2012 i 2016 es va atorgar un valor anual aproximat de 40.000 € a l'empresa adjudicatària Ecologia (figura 6). L'any 2017 es va expandir aquest servei a totes les illes i se'n va adjudicar la gestió a la consultoria ambiental CBBA, que s'allargarà en els pròxims anys (fins al 2021). L'any 2017 s'hi varen destinar 213.500 €, i per al període 2018-2023 s'han pressupostat 292.190 € anuals.

v) Investigació: OAPN, Oceana, CEAB-CSIC de Blanes, IEQ, SEU, CSIC

• **OAPN.** Les dades fluctuen, amb uns mínims de despesa els anys 2007 i 2011 (~ 30.000 €) i uns màxims els anys 2004, 2005 i 2016 (~ 110.000 €) (figura 7).

• **Oceana.** Per a les sis campanyes científiques duïtes a terme els anys 2006-2008, 2010 i 2013-2014 (124 dies) en AMP de les Balears, s'estima un cost operatiu mensual de 500.000 €, que es tradueix en una despesa mitjana anual per any de campanya

de 344.444,4 € (figura 8). El 42 % de l'esforç es va efectuar en aigües de Cabrera (52 dies, 862.500 €), mentre que la resta es va dur a terme a Binidali, el cap Blanc, el cap de sa Creu, sa Conillera, sa Dragonera, Formentera, Maó, muntanyes submarines de Mallorca i Menorca, ses Bledes i altres punts de la costa de les Balears.

• **CEAB-CSIC de Blanes.** Entre 1996 i 2017, els projectes duits a terme sumen un total de 910.138,2 € (figura 9). S'observa una gran variabilitat anual, amb un màxim l'any 2004 de devers 127.000 €.

• **COB-IEO.** La informació recollida sobre els projectes del COB-IEO entre els anys 2007-2021 suma un total d'1.433.787,1 € (figura 10). Dels 78 projectes analitzats, la major part es duen a terme en AMP. Cal destacar que no s'ha pogut incloure informació de tots els projectes que es duen a terme.

• **SEO.** Els sis projectes que es financen (a les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent, la Reserva de la Biosfera de Menorca i la Xarxa Natura 2000 marina de les Balears) sumen 65.500 € (figura 11).

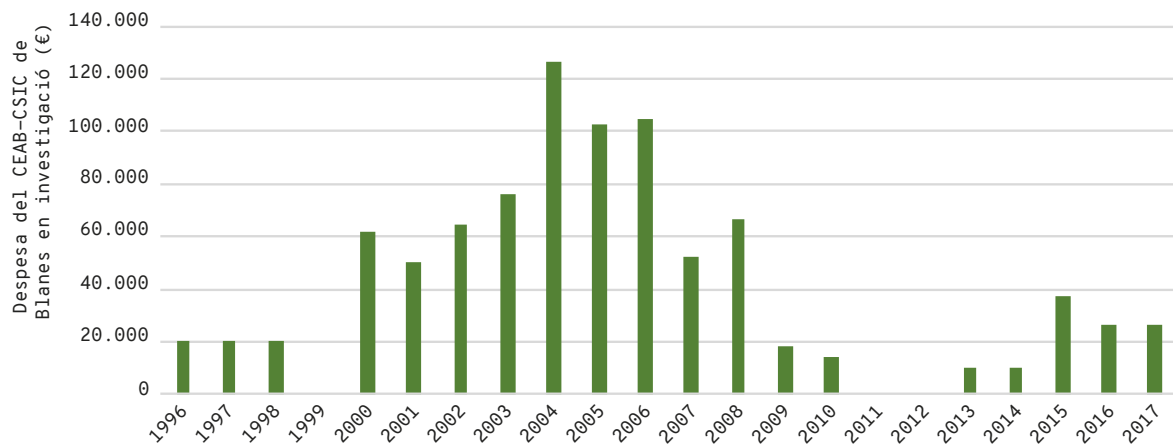


Figura 9. Despesa en projectes de seguiment ecosistèmic i estudi de zones idònies com a àrees marines protegides per part del CEAB-CSIC entre els anys 1996-2017. FONT: Pandion-Marilles.¹

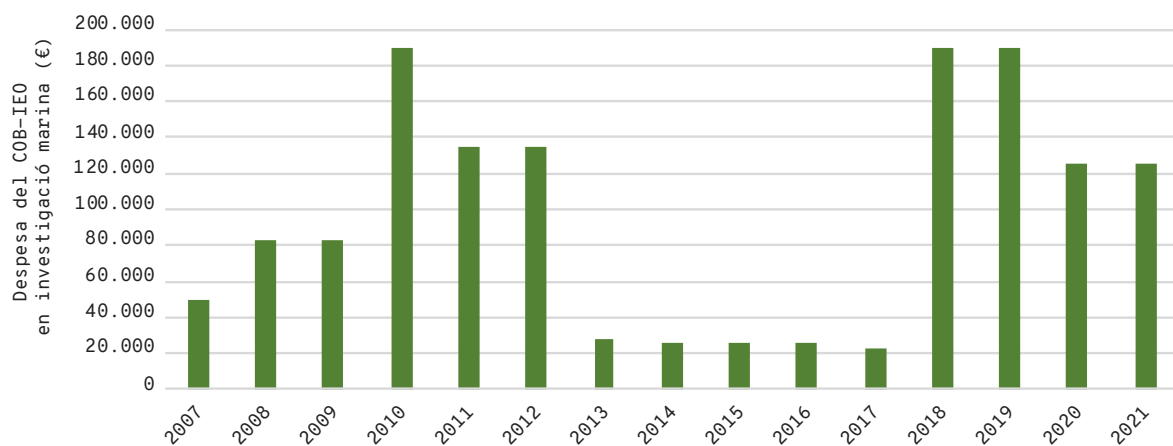


Figura 10. Despesa en alguns projectes d'investigació marina del COB-IEO entre els anys 2007-2021. FONT: Pandion-Marilles.¹

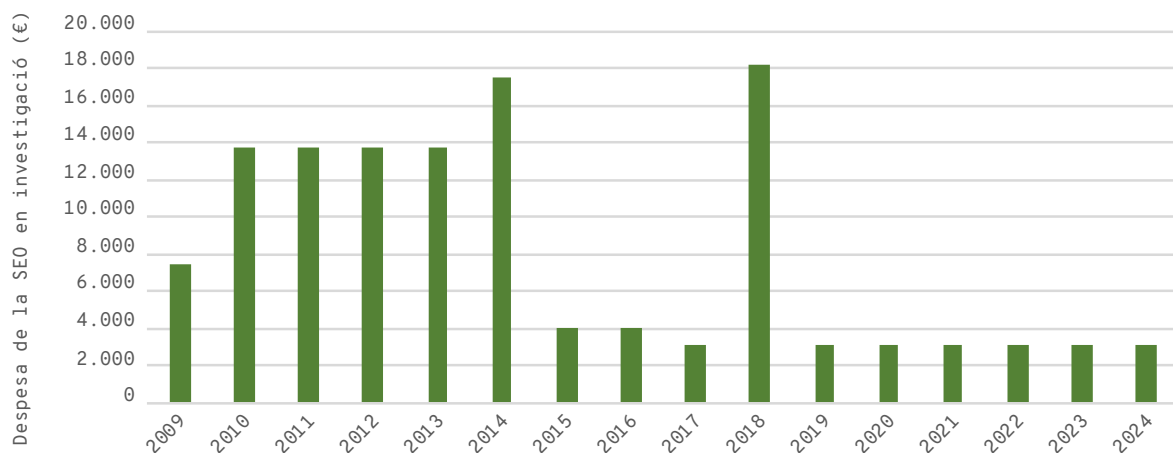


Figura 11. Despesa en euros dels projectes d'investigació duits a terme per la SEO entre els anys 2009-2024. FONT: Pandion-Marilles.¹

• **IMEDEA-CSIC.** Entre els onze projectes analitzats entre els anys 2002-2019, s'assoleix la xifra d'1.051.530,6 € (figura 12). Nou projectes posats en marxa al PNMTAC sumen 523.455,84 €, encara que inclouen diferents centres del CSIC de les Balears i de la Península. Altres projectes trobats a la premsa (Antroposi, finançat a través de micro-mecenatge pel projecte Save Posidonia del Consell Insular de Formentera) i a l'arxiu del projecte LIFE Posidonia de 2002-2005 sumen 496.190,9 €.

vi) Impost de turisme sostenible en AMP

Entre els anys 2016 i 2018, la quantitat total de l'ITS destinada a projectes relacionats amb la conservació marina és de 163,5 M€. El 50 % de l'ITS es dedica a activitats relacionades amb el medi ambient. D'aquesta quantitat, únicament un 2,6 % de l'import total finançat per l'ITS fa referència a projectes de conservació marina (figura 13).

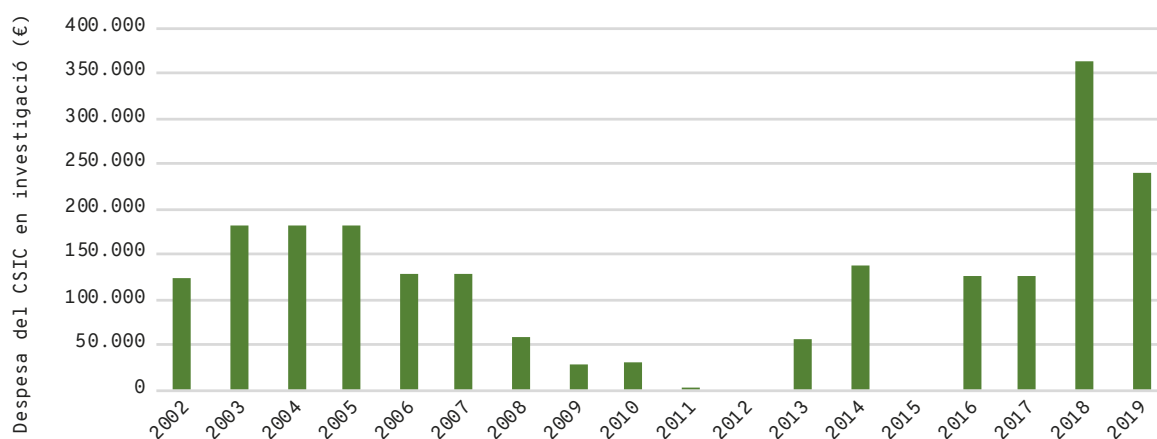


Figura 12. Despesa en euros en projectes de conservació marina entre els anys 2002-2019 per part del CSIC. FONT: Pandion-Marilles.¹

CONCLUSIONS

- Des de l'any 1992 s'han destinat un total de 56,3 M€ a projectes de conservació marina; d'aquesta quantitat, 28,9 M€ corresponen al període 2008-2017, la qual cosa, per tant, dona una mitjana de 2,9 M€ de despesa anual.
- Des de l'any 1991, Cabrera destina la meitat de la seva aportació econòmica a la conservació del medi marí, fet que suposa una mitjana de despesa anual d'1,8 M€.
- Les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent són les úniques AMP que s'han pogut analitzar detalladament. Durant els anys 2016 i 2017, la despesa anual dirigida a l'àmbit marí va ser de 146.000 € anuals.
- En reserves marines d'interès pesquer, la vigilància suposa una despesa anual de 350.000 €, mentre que el seguiment de peixos en aquestes zones sol ser de 105.000 € anuals.
- Als camps de boies d'ancoratge situats a LIC s'estima una despesa de devers 500.000 € anuals.
- L'ajuda a l'ancoratge del Servei de Vigilància de la Posidònia origina una despesa de gairebé 300.000 € anuals.
- Els centres d'investigació de les Illes mostren una metodologia poc robusta quant als projectes de recerca marina que fan exclusivament en AMP. Tots els projectes analitzats de centres d'investigació i ONG sumen un total de ~ 7 M€. Convendria fer una recollida de dades més acurada per millorar així la qualitat d'aquesta informació.
- L'ITS fa una petita contribució a la posada en marxa de projectes de conservació marina: un 2,6 % del total i un 5,2 % dels projectes relacionats amb el medi ambient.

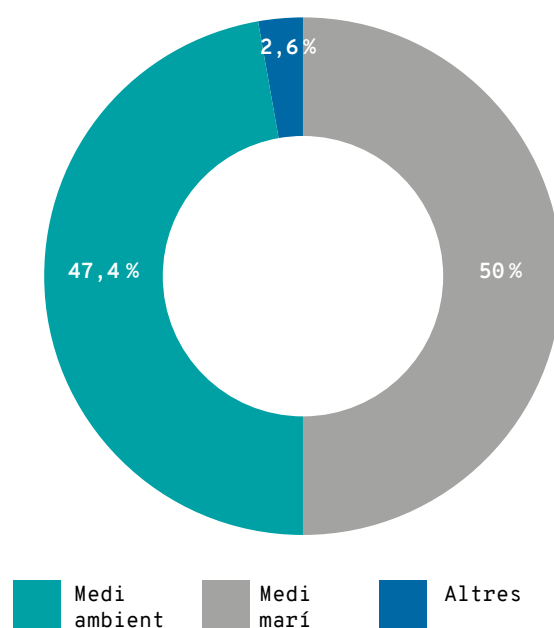


Figura 13. Percentatge de la despesa de l'impost de turisme sostenible entre 2016 i 2018 destinat a medi ambient, medi marí i altres projectes.
FONT: Pandion-Marilles.¹

REFERÈNCIES

¹ FONT-GELABERT, A. (2018). «Estudi de despesa en Àrees Marines Protegides a les Illes Balears» [informe inèdit per a la Fundació Marilles]. <https://marilles.org/storage/media/2019/12/300/estudi-de-despesa-amp.pdf>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; FONT-GELABERT, A. (2020) «Despesa i inversió en àrees marines protegides». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalea.com/ca/amp/imb-gasto-inversion-amp-cat.pdf>>

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

Nombre d'immersions de busseig recreatiu en reserves marines

A les Illes Balears hi ha onze reserves marines d'interès pesquer: Nord de Menorca, Freus d'Eivissa i Formentera, Punta de sa Creu de Formentera, Badia de Palma, Illa del Toro, Illes Malgrats, Migjorn de Mallorca, Llevant de Mallorca, Nord-est d'Eivissa-Tagomago, Illa de l'Aire de Menorca i sa Dragonera. Sumen un àrea total de 458,9 km² de mar Balear protegida com a reserva marina.

Les reserves marines estan a càrrec de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació (Govern de les Illes Balears) i foren creades amb l'objectiu principal de regenerar els recursos pesquers.¹ Però, independentment del seu interès econòmic, també tenen efectes positius en la conservació d'hàbitats i espècies vulnerables.

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

D'una banda, el busseig esportiu en reserves marines genera efectes positius en el medi marí. Així, durant les immersions en zones protegides els bussejadors solen experimentar una satisfacció més gran que evidencia la importància de conservar el medi marí. A més, la pràctica de fotografia submarina mostra la bellesa del món marí a la societat, despertant consciència social a través de les imatges. Les immersions i 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 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 pràctica del busseig ha demostrat cert nivell de dany en zones altament bussejades.³ Un estudi de comportament de 175 bussejadors en una zona protegida de la Mediterrània occidental mostra que el 96,7 % té contacte 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 de comportament i 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 dels punts 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—, podria fixar un màxim d'autoritzacions per aconseguir els objectius de regeneració de cada reserva.

QUÈ ÉS?

Nombre d'immersions recreatives amb escafandre autònom fetes en les onze reserves marines d'interès pesquer de la mar Balear. Aquestes reserves són un tipus d'àrea marina protegida 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 i Medi Marí —de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació—, té un registre de les autoritzacions de busseig individual i col·lectiu en les reserves marines d'interès pesquer. En properes versions de l'INFORME MAR BALEAR s'intentarà afegir les immersions d'altres àrees marines protegides que requereixin autorització.

RESULTATS

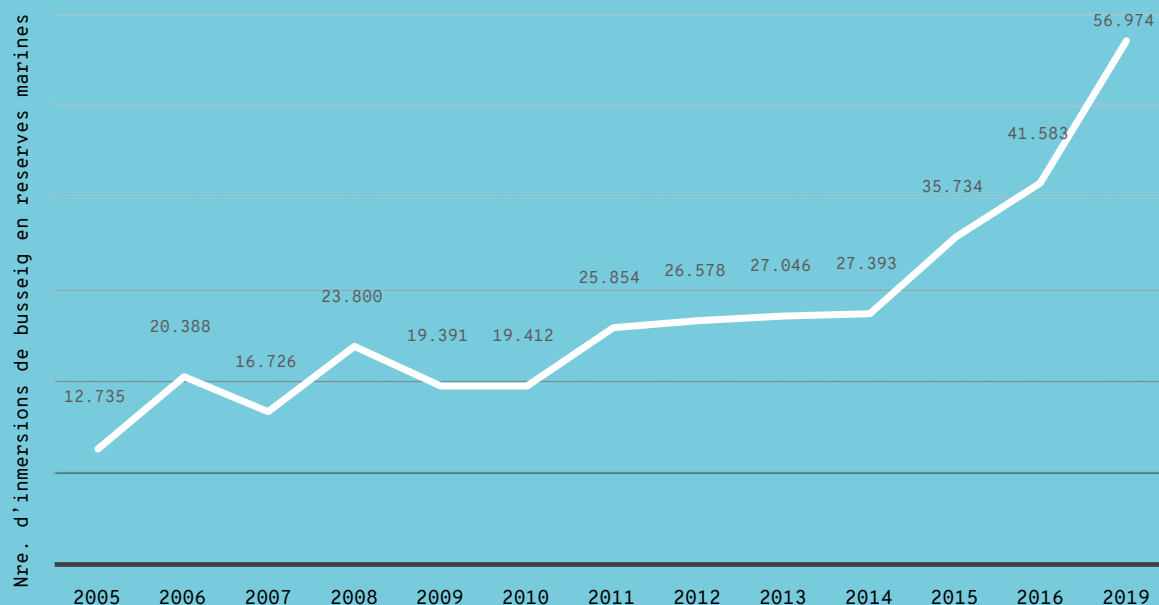
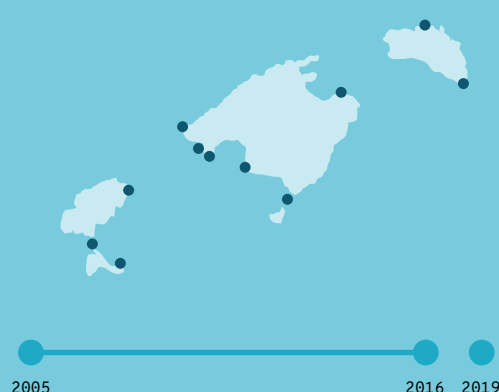
Des de l'any 2005, el nombre d'immersions s'ha multiplicat per 4,5, passant de 12.735 a 56.974.

La causa de l'augment que s'observa des de l'any 2015 és la incorporació de dues reserves (Illa de l'Aire i Nord-est d'Eivissa-Tagomago).

PER QUÈ?

Conèixer el nombre d'immersions aporta informació per gestionar les reserves marines i assolir els objectius de regeneració de manera sostenible. Adicionalment, també suposa un indicador sobre l'interès social de locals i residents per fer immersions en aigües protegides.

LOCALITZACIÓ



Evolució del nombre d'immersions de busseig recreatiu en àrees marines protegides des de l'any 2005.
 NOTA: sense dades dels anys 2017 i 2018. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.



Figura 1. Bussejador fent una immersió. FONT: Joaquim Garrabou (Observadors 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 aqüicultura 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.

METODOLOGIA

Per practicar busseig recreatiu en 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 web: http://www.caib.es/sites/recursosmarins/ca/buceo_deportivo-53063/.

Per tant, el seguiment del nombre d'immersions en reserves marines d'interès pesquer es comptabilitza mitjançant les autoritzacions que arriben a la Direcció General de Pesca i Medi Marí. Juntament amb l'autorització s'han d'abonar taxes diàries o anuals.

S'estandarditza el nombre d'immersions dividint-lo pels km² de reserva marina per cada any (taula 1).

Cal considerar que, a part de les reserves marines, també hi ha altres figures de protecció marina a la mar Balear que requereixen autoritzacions per al busseig. Es treballarà per poder ampliar aquestes dades en totes les àrees marines protegides de les Balears.

RESULTATS

El nombre d'immersions fetes en reserves marines d'interès pesquer augmenta progressivament des de l'any 2005 (figura 2). El nombre d'immersions estandarditzades per km² de reserva mostra una tendència similar.

El salt en nombre d'immersions a partir de l'any 2016 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.

Taula 1. Àrea de reserva marina acumulada a la mar Balear entre els anys 2004-2020. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

| ANY | 2004 | 2007 | 2016 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Àrea de reserva marina acumulada (km ²) | 436,6 | 549,4 | 558,6 | 606,5 | 613,7 | 618,3 |

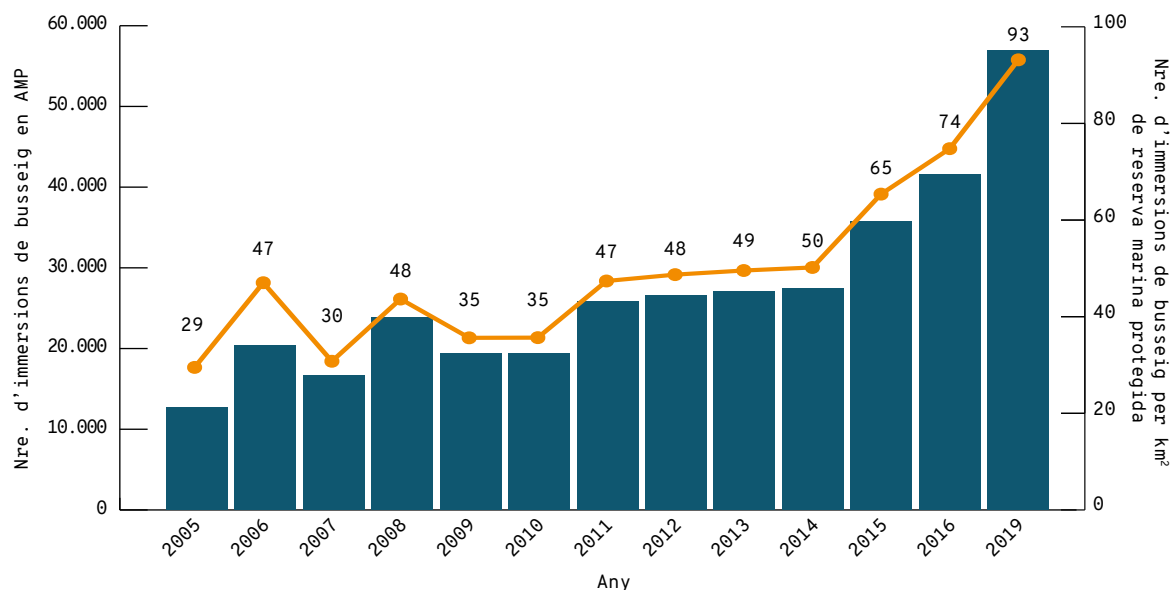


Figura 2. En blau es mostra l'evolució del nombre d'immersions de busseig recreatiu en àrees marines protegides des de l'any 2005. En taronja, els mateixos valors dividits pels km² totals de reserva marina protegida. NOTA: sense dades dels anys 2017 i 2018. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

CONCLUSIONS

El nombre d'immersions de busseig recreatiu pot ser utilitzat com a una eina de gestió en reserves marines juntament amb altres indicadors d'estat de la reserva.

El nombre d'immersions en reserves marines s'ha multiplicat per 4,5 durant els 13 anys de registre de dades.

El nombre d'immersions en reserves marines per km² de reserva marina protegida mostra un increment de 29 immersions/km² l'any 2005 a 93 immersions/km² l'any 2019.

REFERÈNCIES

- ¹ COLL, J. *et al.* (2012). «The carrying capacity and the effects of protection level in three marine protected areas in the Balearic Islands (NW Mediterranean)». *Sciencia Marina*. 76(4). DOI: 10.3989/scimar.03531.02H.
- ² OBSERVADORES DEL MAR. www.observadoresdelmar.es.
- ³ MILAZZO, M. *et al.* (2002). «The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean sea?». *Marine Ecology*, 23(s1), 280-290. DOI: 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(3), 517-23. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp020>.
- ⁵ DI FRANCO, A. *et al.* (2011). «Do small marinas drive habitat specific impacts? A case study from Mediterranean Sea». *Marine Pollution Bulletin*, 62, 926-933. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.02.053.
- ⁶ BETTI, F. *et al.* (2019). «On the effects of recreational SCUBA diving on fragile benthic species: The Portofino MPA (NW Mediterranean Sea) case study». *Ocean & Coast Management*. 182:104926. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104926.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R. (2021). «Nombre d'immersions de busseig recreatiu en reserves marines». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/amp/imb-beneficis-inmersions-cat.pdf>>.

Beneficis

Economia blava

Captures de pesca professional

Aqüicultura marina

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Fundació IMPULSA Balears.

Mesura de l'economia blava

1. Valor afegit brut
2. Nombre d'empreses
3. Nombre de treballadors

La mar Balear és la base fonamental de la prosperitat econòmica de les Illes Balears a causa del gran nombre de beneficis econòmics i socials que els proporciona. L'economia blava es defineix com un entorn productiu emergent que engloba una gran amplitud d'activitats interdependents que mantenen una marcada vinculació amb el medi marí.¹⁻³ L'estratègia de l'economia blava a llarg termini, reconeguda en l'àmbit europeu, procura crear i reforçar oportunitats productives vinculades amb la mar, en les quals tots els actors implicats haurien d'integrar la sostenibilitat ambiental com a palanca de valor.^{1, 3} Per tant, l'objectiu principal de l'economia blava rau en la creació d'un balanç entre la salut de la mar i la productivitat de les activitats econòmiques que s'hi desenvolupen.

Des d'un enfocament integrat, l'economia blava requereix, d'acord amb les disposicions europees vigents:¹

- Existència de bases de coneixement productiu.
- Habilitats i infraestructures de caràcter compartit.
- Necessitats associades a la planificació espacial i la seguretat marítima.
- Protecció ambiental.
- Generació de noves dades entorn de l'ús dels recursos marins.

Resulta d'una importància vital dur a terme estudis sobre les anàlisis productives de la mar Balear per millorar la gestió i la presa de decisions. Especialment a les Illes, les vinculacions amb activitats relacionades amb la mar fan referència a:^{1, 4}

- 1) L'explotació de recursos marins
 - Recursos marins vius: activitats de pesca, aquicultura i processament/comercialització d'aliments de productes de la mar.
 - Minerals i energia: extracció de recursos del fons marí, com petroli, gas, arena i minerals.

- 2) Navegació i transport
 - Tasques portuàries: activitats dels serveis del transport marítim, mercaderies i obres hidràuliques.
 - Construcció i reparació d'embarcacions: construcció, reparació i manteniment de naus. Manufactura d'equip tèxtil, mecànic i esportiu.
 - Transport marítim: transport de passatgers/mercaderies. Lloguer de navegació i prestació de serveis auxiliars.
- 3) Oci i turisme de costa
 - Allotjament: establiments turístics.
 - Resta d'activitats: transport de passatgers, restauració i comerç de béns culturals i entreteniment.

NORMATIVA

- Llei 41/2010, de 29 de desembre, de protecció del medi marí.
- Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, que estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües (Directiva marc de l'aigua).

QUÈ ÉS?

Es defineix com a economia blava el conjunt d'activitats productives en les quals conflueixen béns i serveis relacionats amb la mar. Inclou un ampli rang d'activitats relacionades amb el turisme de costa, l'activitat pesquera i l'aqüicultura, la navegació i el transport, i la producció energètica i l'extracció minera. Idealment, l'economia blava s'ha de mesurar des de la sostenibilitat, considerant el balanç a llarg termini dels oceans.

METODOLOGIA

L'any 2019 la Fundació Impulsa Balears va publicar un estudi en què es mesuraven tres indicadors principals (valor afegit brut [VAB], nombre d'empreses i nombre de treballadors) agafant com a referència la delimitació econòmica europea vigent.

Les dades sobre el nombre d'empreses i treballadors es varen extreure dels registres oficials de teixit empresarial i treball de l'any 2018. Les dades sobre el VAB provenen de la Fundació Impulsa Balears per a l'any 2017. Les activitats d'estudi inclouen:

- Recursos marins (recursos vius i recursos minerals i energia).
- Navegació i transport (tasques portuàries, construcció i reparació d'embarcacions i transport marítim).
- Oci i turisme de costa (allotjament i resta d'activitats relacionades).

PER QUÈ?

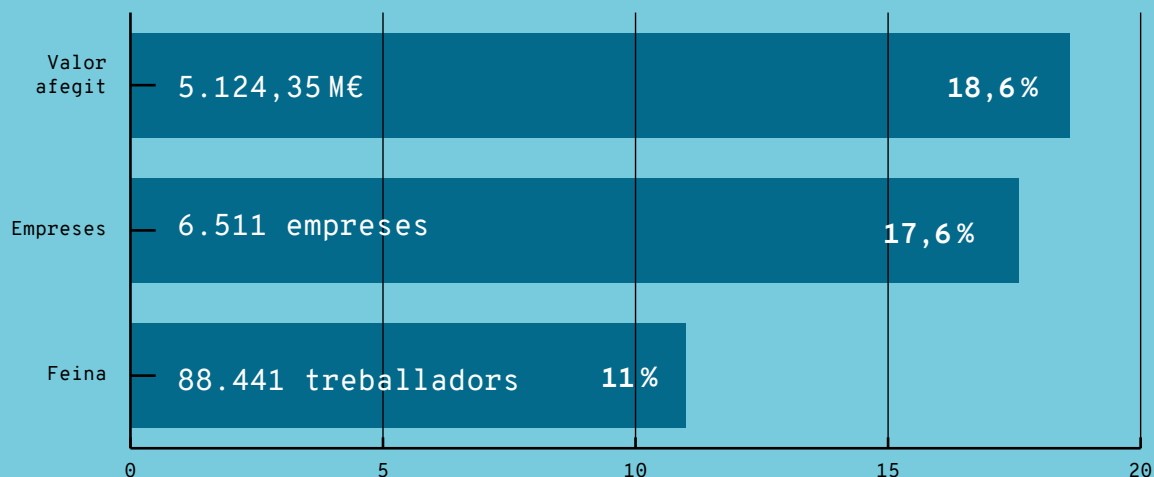
La mar Balear té un gran pes en l'economia de les Illes a causa del gran nombre de beneficis econòmics que aporta a la societat balear. L'economia blava fomenta la inversió i la innovació i millora la gestió dels recursos marins. Per tant, és d'una importància vital fer una anàlisi detallada de les activitats econòmiques que es duen a terme en relació amb la mar i la costa balears.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Les activitats relacionades amb l'economia blava de les Balears donen com a resultat un VAB de 5.124,4 M€ (18,6 %). Això suposa que 1/5 part del VAB de les Balears depèn econòmicament de la mar.
- Un total de 6.511 empreses relacionades amb la mar Balear (17,6 % del total de les Balears) donen ocupació a 88.441 treballadors (11 % del total).
- Les Illes Balears tenen més representació econòmica en l'economia blava que l'àmbit nacional i europeu. S'han d'estendre les anàlisis a totes les activitats i recursos relacionats amb la mar per ampliar la informació socioeconòmica i implementar mesures de gestió sostenible.



| Categoria | Sector | % economia blava | VAB (M€) | Nre. d'empreses | Nre. de treballadors |
|-----------------------|--|------------------|----------|-----------------|----------------------|
| Recursos marins | Recursos marins vius | 1,8 % | 92,56 | 290 | 2.071 |
| | Recursos minerals i energia | 0,6 % | 31,40 | 32 | 248 |
| Navegació i transport | Tasques portuàries | 1,6 % | 84,38 | 70 | 964 |
| | Construcció i reparació d'embarcacions | 3,2 % | 162,75 | 428 | 3.403 |
| | Transport marítim | 2,2 % | 111,54 | 544 | 2.160 |
| Oci i turisme | Turisme de costa · Allotjament | 69,4 % | 3.555,25 | 2.008 | 52.983 |
| | Turisme de costa · Resta d'activitats | 21,8 % | 1.117,98 | 3.293 | 27.111 |
| | | TOTAL | 5.124,35 | 6.511 | 88.441 |

Taula 1. Composició i característiques de les activitats vinculades a l'economia blava a les Balears. El percentatge d'economia blava s'ha calculat a partir del valor afegit brut (VAB). FONT: Fundació Impulsa Balears.^{1, 4}

- Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).
- Comunicació de la Comissió Europea: «Creixement blau. Oportunitats per a un creixement marí i marítim sostenible». COM(13/09/2012) 494 final.
- Comunicació de la Comissió Europea: «Innovació en economia blava. Reconeixement del potencial de les nostres mars i oceans per a l'ocupació i el creixement». COM(13/05/2014) 254/2.
- Comunicació de la Comissió Europea: «Iniciativa de desenvolupament sostenible de l'economia blava a la Mediterrània occidental». COM(2017) 183 final.
- Objectius de desenvolupament sostenible de l'Agenda 2030 de les Nacions Unides.

METODOLOGIA

Les dades provenen dels recursos elaborats per la Fundació Impulsa Balears, fruit de l'actuació sobre economia blava i competitivitat duita a terme l'any 2019 amb el suport de la Fundació Marilles en qualitat d'actor impulsor.^{1, 4} Per a més informació, els resultats principals es poden consultar en aquest enllaç: <http://impulsabalears.org/index.php/ca/recursos/i-publicacions/i-producció/número-3.1>

Per abordar la presència, l'empremta territorial i el rendiment del teixit blau balear s'ha pres com a referència la delimitació econòmica d'ús vigent en l'àmbit europeu.³ A partir d'aquesta delimitació s'ha procedit, d'una banda, a l'exploració estadística dels registres oficials disponibles en matèria de treball i teixit empresarial i, de l'altra, al tractament de la informació que la Fundació Impulsa Balears disposa en matèria de valor afegit sectorial i gestió econòmicofinancera de l'empresa balear.

La compilació de dades sobre economia blava a les Balears s'ha elaborat d'acord amb la darrera informació disponible en matèria de treball i teixit empresarial (que correspon a l'exercici 2018), i la referent a valor afegit brut i gestió econòmicofinancera, d'acord amb la de l'exercici 2017.

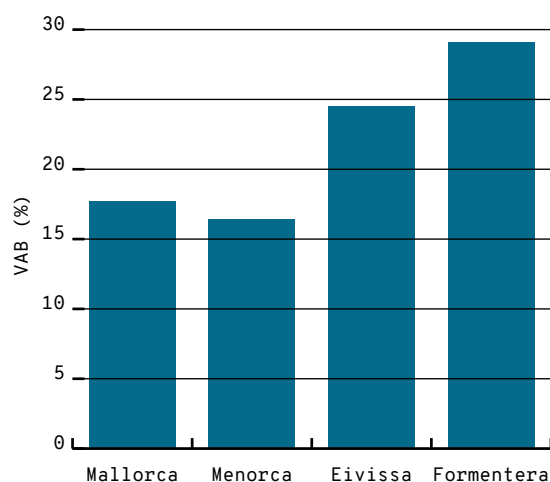


Figura 1. Percentatge del valor afegit brut (VAB) per illes dels sectors d'economia blava de les Balears. Nota: dades del 2017. FONT: Fundació Impulsa Balears.¹⁴

Es descriuen dades sobre el valor afegit brut (VAB, mesura del valor generat de béns i serveis pels productors de l'àrea de l'economia blava), el nombre de treballadors i el nombre d'empreses de l'economia blava a les Balears. Així mateix, es disposa de les principals ràtios de gestió econòmicofinancera de les empreses del teixit blau i dels diferencials que aquestes mantenen respecte de la mitjana en termes de rendibilitat, eficiència i equilibri financer.

RESULTATS

La categoria principal que forma la major part de l'economia blava de les Balears és l'oci i el turisme de costa (91,2 %) (taula 1). En menor grau es troben la indústria nàutica (7 %) i l'explotació de recursos marins (2,4 %).

90. Valor afegit brut (VAB)

Els sectors d'economia blava estudiats a les Balears (taula 1) generen un VAB de 5.124,35 M€. Això suposa que una cinquena part de tot el VAB de les Balears se sustenta en la mar.¹

El valor afegit insular de l'economia blava de Mallorca i Menorca és semblant (17,7 % a Mallorca i 16,4 % a Menorca), mentre que Formentera i Eivissa

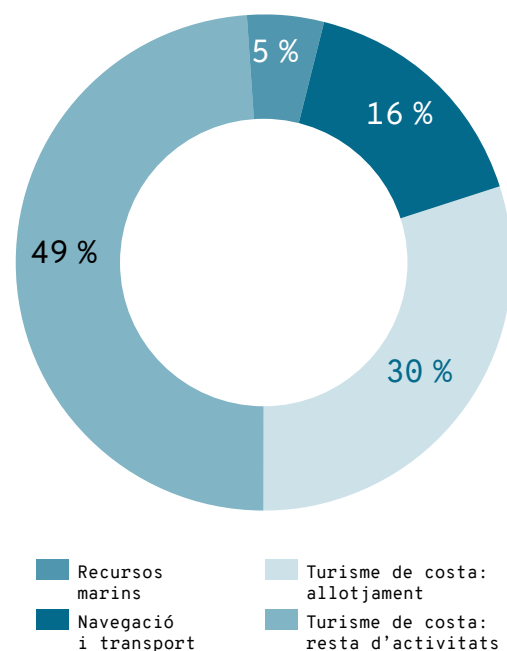


Figura 2. Percentatge de representació dels diferents sectors quant al nombre d'empreses relacionades amb l'economia blava de les Balears. Nota: dades de l'any 2018. FONT: Fundació Impulsa Balears.¹⁴

les superen (amb un 29,1 % i un 24,5 %, respectivament) (figura 1). Això es deu al fet que:

- Formentera fa una contribució més gran que a la resta de les illes en els sectors de transport marítim (2,1 % vs. 0,4 % de mitjana balear) i de l'explotació dels recursos marins vius (1,2 % vs. 0,3 % a les Balears).
- Eivissa fa una contribució més gran que a la resta de les illes en els sectors del turisme de costa (16,9 % vs. 12,9 % de les Balears) i de la resta d'activitats del turisme (5,3 % vs. 4,1 %).

91. Nombre d'empreses

L'any 2018, un total de 6.511 empreses depenen de la mar Balear (taula 1). D'aquestes, el 5 % opera en l'explotació de recursos marins (figura 2); el 8,4 %, en transport marítim, i el 6,6 %, en construcció i reparació d'embarcacions. Finalment, i amb la representació més gran, el 81,4 % opera en turisme de costa (30,8 % en allotjament i 50,6 % en la resta d'activitats).

92. Nombre de treballadors

Un total de 88.441 empleats treballen en empreses relacionades amb la mar Balear (taula 1). El 90 %

dels treballadors s'inscriuen en el sector del turisme de costa (60 % en allotjament i 30 % en la resta d'activitats) (figura 3).

CONCLUSIONS

- Els sectors estudiats en relació amb l'economia blava de les Balears generen un valor afegit de 5.124,4 M€, cosa que equival a dir que 1/5 part del VAB de les Balears se sustenta en la mar.
- Les Pitiüses tenen un VAB més gran que la resta de les illes: en el cas de Formentera, a causa del transport marítim i de l'explotació dels recursos marins vius, i en el d'Eivissa, a causa que hi ha més turisme de costa i activitats relacionades.
- Un total de 6.511 empreses de les Illes depenen econòmicament de la mar Balear. Això vol dir que el 80 % de totes les empreses d'economia blava provenen del sector de turisme de costa.
- Al voltant de 90.000 treballadors de les Illes fan feina en empreses que depenen de la mar Balear, dels quals el 91,2 % treballa en empreses derivades del turisme de costa.
- En general, l'economia blava té una elevada presència a les Illes Balears si es comparen amb l'entorn nacional i europeu.¹ Aquest fet justifica la necessitat d'adoptar una perspectiva estratègica, conjunta i integrada de les activitats associades per assegurar simultàniament la seva productivitat i l'estat de salut de la mar. Per exemple, a més de considerar les activitats que tenen la mar com a recurs, també s'hauria de fer un seguiment específic del pes de les activitats de recerca i desenvolupament (R+D) del sector, i donar cabuda a noves activitats com la biotecnologia blava i les energies renovables marines.

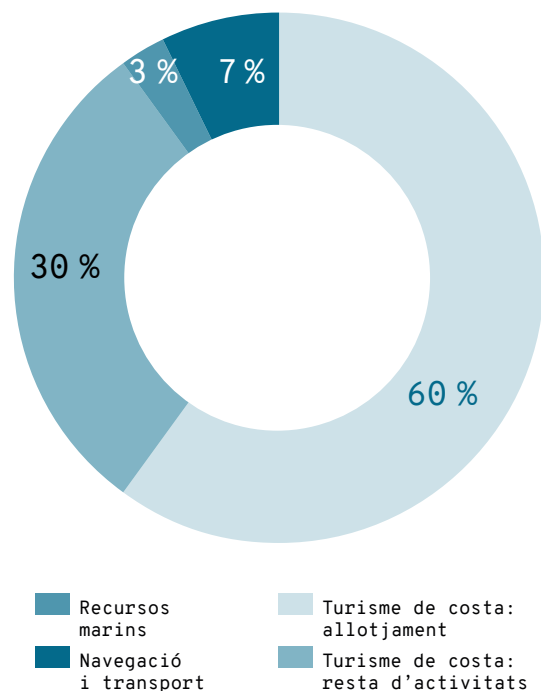


Figura 3. Percentatge de contribució de nombre de treballadors per categoria d'economia blava de les Balears. Nota: dades de l'any 2018. FONT: Fundació Impulsa Balears.^{1,4}

REFERÈNCIES

¹ FUNDACIÓ IMPULSA BALEARS (2019). «Revisant la creació de valor que prové de la mar». *i/producció*, 3 [en línia]. <http://impulsabalears.org/index.php/recursos/i-publicaciones/i-producció/número-3>.

² COMISSIÓ EUROPEA (2012). «Creixement blau. Oportunitats per a un creixement marí i marítim sostenible». COM(2012) 494 final.

³ COMISSIÓ EUROPEA (2019). «The EU Blue economy report 2019». Luxemburg: Oficina de Publicacions de la Unió Europea. DOI: 10.2771/21854.

⁴ FUNDACIÓ IMPULSA BALEARS (2019). «La proposta de valor de l'economia blava» [en línia]. <http://www.impulsabalears.org/index.php/recursos/i-focus/i-focus-2>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; FUNDACIÓ IMPULSA BALEARS (2020) «Economia blava». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.com/ca/beneficis/imb-economia-azul-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Captures de pesca professional

1. Pes total de les captures

2. Valor econòmic de les captures

Les captures de pesca professional aporten beneficis a l'economia balear. Mallorca representa el 75 % de desembarcaments que es produeixen a totes les Illes Balears.¹ No obstant això, a les Illes es consumeixen, aproximadament, més de 20.000 tones de productes pesquers. Si tenim en compte que la producció pesquera a les Balears se situa entorn de les 3.500 tones i que gairebé tot el que es comercialitza es consumeix a les Illes, es pot dir que el 15 % del peix comercialitzat a les Balears prové de la flota local (segons dades del sector pesquer espanyol del Ministeri d'Agricultura i Pesca, Alimentació i Medi Ambient i segons dades de comercialització pesquera de les Illes Balears de la Federació Balear de Confraries de Pescadors).

La quantificació de les captures de pesca professional aporta informació per a la millora de la gestió pesquera, i així ajuda a promoure la sostenibilitat dels recursos pesquers en el futur. Aquesta informació és de gran importància, ja que la mar Mediterrània és la més sobreexplotada de totes les del món.²

METODOLOGIA

Es presenten dades del volum de captures en tones i el seu valor mitjà anual en milions d'euros des de l'any 2002 fins al 2020. Aquestes dades han estat proporcionades pel Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

A les Illes Balears hi ha un total de 44 ports pesquers repartits entre 16 confraries: 10 a Mallorca (coordinades), 3 a Menorca, 2 a Eivissa i 1 a Formentera (figura 1). A Mallorca són: Pollença, Alcúdia, Cala Rajada, Porto Cristo, Portocolom, Santanyí, Colònia de Sant Jordi, Palma, Andratx i Sóller. A Menorca: Maó, Ciutadella i Fornells. A Eivissa: Eivissa i Sant Antoni. I a Formentera, la Savina.

En haver desembarcat les captures, s'efectua la identificació de les espècies a les llotges, on cada responsable s'encarrega de designar-los un codi d'identificació de la base de dades de la FAO (Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura). Posteriorment, es recullen les dades de la quantitat de captures a les notes de venda de les llotges.

Una de les limitacions sobre la descripció de les espècies capturades rau a designar-los correctament el codi FAO. A més, és necessari considerar que aquests codis s'han anat ampliant amb un nombre més gran d'espècies, la qual cosa pot suposar la disminució d'una categoria en favor d'una altra de nova.

Els resultats de les captures han estat separats en tres grups taxonòmics: peixos, crustacis i mol·luscs.

El criteri de selecció de les principals espècies de peixos s'ha fet a partir de les deu espècies amb el nombre de captures més gran per cada any. Això ha donat com a resultat un total de quinze espècies de captura més freqüent durant els anys 2002-2018: sardina (CA) = *sardina europea* (ES) = *Sardina pilchardus*; gerret (CA) = *caramel* (ES) = *Spicara spp.*;

QUÈ ÉS?

La quantificació de les captures de la flota pesquera professional balear en tones per espècie i el seu preu mitjà anual en milions d'euros. El volum de captures aporta informació sobre el total de descàrregues per saber quines són les espècies més capturades de la mar Balear. El valor econòmic mostra el benefici que les captures aporten a l'economia balear.

METODOLOGIA

Les espècies capturades s'identifiquen i pesen a les llotges, i els resultats es reporten al Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. Les captures se separen en tres grups: peixos, crustacis i mol·luscs, i s'especifiquen les espècies més representatives en abundància de cada grup.

RESULTATS

Es percep una disminució de les captures de pesca professional entre els anys 2002 i 2020 de 1.500 T (de 3.900 a 2.400 T) i el seu valor econòmic associat, que l'any 2020 torna als valors inicials del 2002 (18 M€).

Les captures de peixos són un ordre de magnitud més gran que les de crustacis i mol·luscs, i són les que disminueixen més, passant de 3.150 T l'any 2002 a 1.890 T l'any 2020.

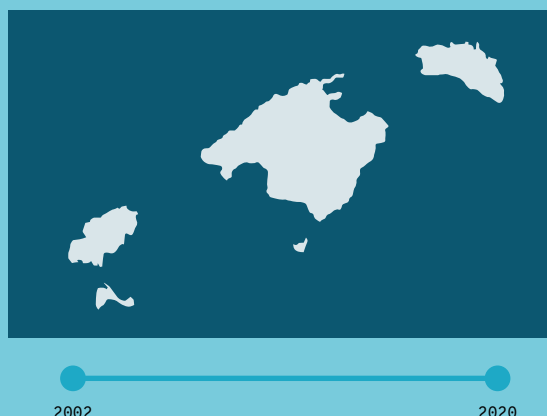
En els 19 anys de seguiment, les espècies de peixos més capturades són la sardina i l'aladroc. L'any 2020 el peix més capturat és l'aladroc (144 T), i el segueixen les rajades (137 T) i el gerret (135 T).

El crustaci més capturat entre els anys 2002 i 2020 sempre ha estat la gamba rosada (amb una mitjana anual de 189 T).

PER QUÈ?

Mostra el seguiment temporal de les espècies més abundants de la mar Balear i les més valorades pels consumidors. També aporta informació sobre l'evolució econòmica del mercat dels productes pesquers.

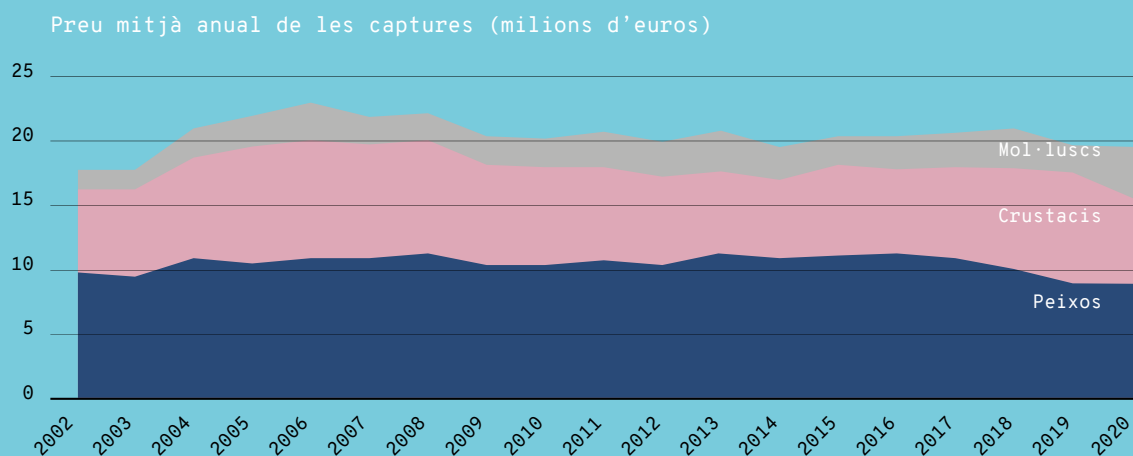
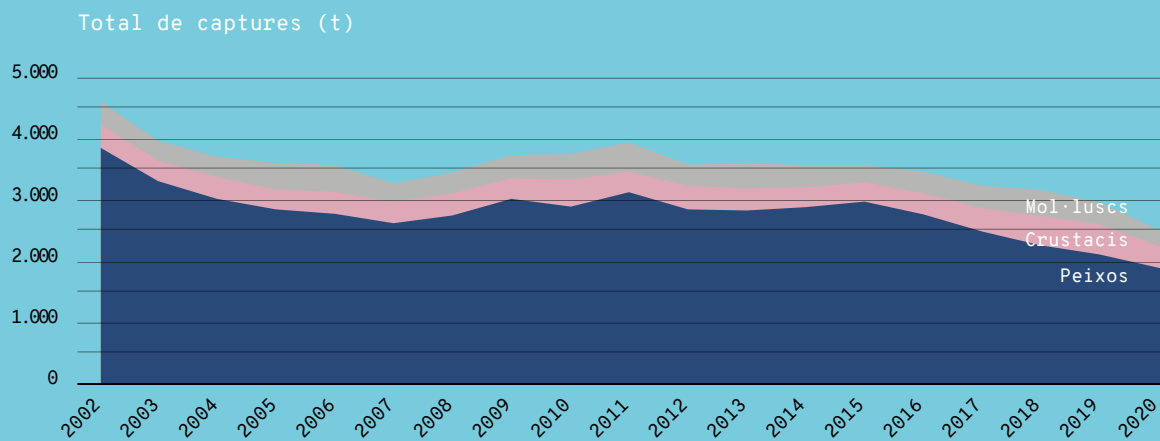
LOCALITZACIÓ



L'espècie de mol·lusc més capturada durant els anys 2002-2020 és el pop *Octopus vulgaris* (amb una mitjana anual de 179 T).

El grup dels crustacis, en particular l'espècie de la gamba rosada (*Aristeus antennatus*), aporta un benefici econòmic més gran si tenim en compte les captures totals. L'any 2020, les deu espècies les captures de les quals impliquen més valor econòmic són: gamba rosada (2,8 M€), calamar (1,49 M€), llagosta (1,48 M€), cap-roig (1,07 M€), pop comú (0,75 M€), gall de Sant Pere (0,66 M€), moll (0,58 M€), escamarlà (0,56 M€), llampuga (0,55 M€) i sípia (0,49 M€).

Captures de pesca professional



Captures totals (en tones) de peixos, crustacis i mol·luscs i el seu preu mitjà anual (en milions d'euros) entre els anys 2002-2020. FONT: Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

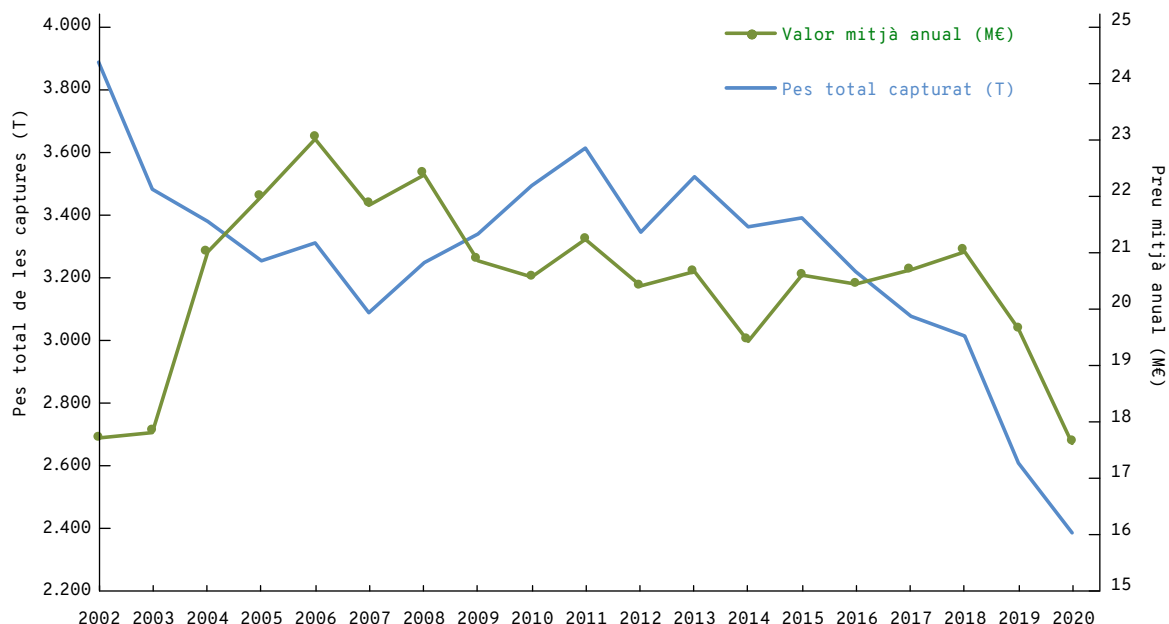


Figura 1. Pes total en tones de totes les captures de pesca professional a les Balears i el seu preu mitjà anual entre els anys 2002 i 2020. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

sorell (CA) = jurel (ES) = *Trachurus* spp.; maire (CA) = bacaladilla (ES) = *Micromesistius poutassou*; alatxa (CA) = alacha (ES) = *Sardinella aurita*; moll (CA) = salmonete (ES) = *Mullus* spp.; gató (CA) = pintarroja (ES) = *Scyllorhinus* spp.; lluç (CA) = merluza europea (ES) = *Merluccius merluccius*; rajades (CA) = rayas (ES) = *Raja* spp.; llampuga (CA) = lampuga (ES) = *Coryphaena hippurus*; cirviola o verderol (CA) = pez de limón (ES) = *Seriola dumerili*; aladroc (CA) = boquerón (ES) = *Engraulis encrasicolus*; cap-roig (CA) = cabracho (ES) = *Scorpaena scrofa*; peix espasa o emperador (CA) = pez espada o emperador (ES) = *Xiphias gladius*; gall de Sant Pere (CA) = pez de San Pedro (ES) = *Zeus faber*. Les 155 espècies restants s'han agrupat en la categoria «Altres peixos».

El grup taxonòmic de crustacis conté cinc divisions en funció del seu valor econòmic més gran associat a la quantitat desembarcada: gamba rosada (CA) = gamba roja (ES) = *Aristeus antennatus*; gamba blanca (CA) = gamba blanca o gamba de altura (ES) = *Parapenaeus longirostris*; llagosta (CA) = langosta (ES) = *Palinurus elephas*; escamarlà (CA) = cigala (ES) = *Nephrops norvegicus*; gambosí (CA) = otras gambas (ES), i altres crustacis. La categoria de «Gambosí» fa referència a un conjunt d'espècies de gambes de baix valor comercial i inclou principalment *Plesionika* spp. (sobretot *P. edwardsii* i *P. martia*) i, en menys quantitat, *Pasiphaea sivado*, *Solenocera* spp. i altres gambes. També tenen importància els crancs, com el cranc de ròssec (CA) = falsa nécora (ES) = *Liocarcinus depurator*, o el cranc de fonera (CA) = cangrejo rojo mediterráneo (ES) = *Geryon longipes*. En la categoria d'«Altres crustacis» s'han inclòs altres llagostes poc capturades, com la llagosta blanca (CA) = langosta mora (ES) =

Palinurus mauritanicus, i altres captures poc representatives d'altres decàpodes, com el berrat ermità (CA) = cangrejo ermitaño (ES) = *Dardanus arrosor*; la cranca de fonera (CA) = centolla de fondo (ES) = *Paromola cuvieri*, i el cranc reial (CA) = cangrejo real (ES) = *Calappa granulata*, etc.

En el grup de mol·luscs s'han diferenciat cinc categories: pops (*Octopus* i *Eledone* spp.), calamars (*Loligo* spp. i *Alloteuthis* spp.), sípies (*Sepiida* spp.), potes (*Illex coindetii* i *Todarodes sagittatus*) i altres mol·luscs. Les principals espècies capturades de pops són el pop (CA) = pulpo (ES) = *Octopus vulgaris*, i les espècies de baix valor comercial, com el pop blanc (CA) = pulpo blanco (ES) = *Eledone cirrosa* i el pop mesquer (CA) = pulpo almizclado (ES) = *E. moschata*. Les espècies de calamar capturades són majoritàriament de *Loligo vulgaris*, tot i que també es produeixen captures menys representatives de *L. forbesii* i de calamarsins (CA) = puntillas (ES) = *Alloteuthis* spp. L'espècie de sípia amb més volum de captures i importància comercial és la sípia (CA) = sepia (ES) = *Sepia officinalis*. Les espècies de sípia amb captures marginals són *Sepia elegans* i *S. orbignyana*, conegudes comunament com a sipions (CA) = choquitos (ES). Les captures de pota fan referència a l'aluda (CA) = pota voladora o canana (ES) = *Illex coindetii* i la pota (CA) = pota (ES) = *Todarodes sagittatus*. Es capturen altres mol·luscs en quantitats més petites com a subproductes de la pesca, principalment amb xarxes de tremall, com el corn amb pues (CA) = cañadilla (ES) = *Bolinus brandaris* i el corn de tap (CA) = busano (ES) = *Phyllonotus trunculus*. No s'ha inclòs la producció de mol·luscs d'aqüicultura, ja que es tracten a l'indicador «Aqüicultura marina» d'aquest informe.

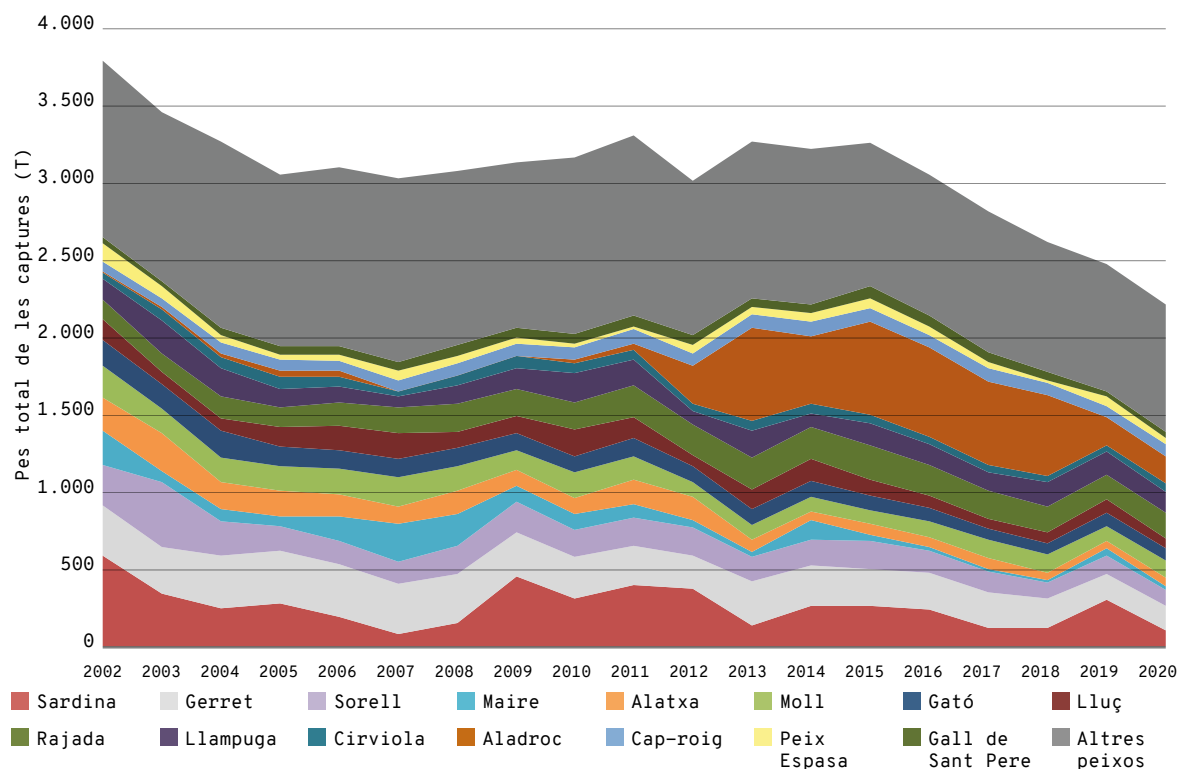


Figura 2. Pes anual en tones (T) de les captures totals de pesca professional de peixos a totes les Illes Balears entre els anys 2002 i 2020. Es distingeixen les 15 espècies més representatives en quantitat de captures, mentre que la resta d'espècies capturades s'agrupen dins «Altres peixos». El gruix de cada franja de color es refereix a la quantitat capturada de cada espècie. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

Cal considerar que les fluctuacions de les dades de captures poden no ser degudes a la pesca. Per tant, a l'hora d'interpretar la informació presentada als resultats, és necessari tenir en compte els factors següents:

- La disminució de flota pesquera professional.
- Les vedes de nova implantació, com per exemple, la del peix espasa.
- La millor presa de dades estadístiques (gerret actualment diferenciat de xucles i gerret imperial).
- Les quotes màximes diàries que s'han autoimposat els mateixos pescadors o que imposa l'Organització de Productors (OP) Mallorca Mar per mantenir el preu (llampuga, gerret, aladroc, etc.), o que s'imposen per normativa (jonquillo). Això suposa un decreixement de les captures per qüestions de mercat i regulacions, no per manca de captures.
- Els canvis en els costums alimentaris a causa de la irrupció massiva del peix refrigerat a preus baixos (lluç, rap, salmó, bacallà, diferents espècies de cefalòpodes, crustacis com ara els llamantols americans, escamarlans de l'Atlàntic, etc.). Això origina caigudes de preus i la pèrdua del costum de consumir algunes espècies locals com ara sorells, molls, gerrets, etc. Per tant, els nostres pescadors deixen de considerar-les espècies objectiu i n'abandonen la pesca.
- Cicles biològics d'abundància (per exemple, la tonyina).
- Canvis en les condicions fisicoquímiques de l'aigua (alatxa,³ sardina^{4, 5}).

RESULTATS

La quantitat anual total de producció pesquera professional —comptant peixos, mol·luscs i crustacis— oscil·la aproximadament entre 3.900 T (màxim l'any 2002) i 2.400 T (mínim l'any 2020) (figura 1). Entre els anys 2002-2007 s'observa una disminució progressiva de ~ 800 T (de 3.888 T a 3.087 T). Entre els anys 2007 i 2011 es produeix un increment gradual de ~ 500 T, en el qual s'assoleix el segon màxim l'any 2011 amb 3.600 T. Posteriorment, entre els anys 2015-2020 s'observa el decreixement gradual més gran de les captures, de 1.000 T, fins arribar a les 2.386 T.

El valor mitjà anual de les captures assoleix el mínim els anys 2002 i 2020, amb 17,7 i 17,6 milions d'euros, respectivament, mentre que el valor màxim s'observa l'any 2006 amb 23 milions d'euros (figura 1). Del 2002 al 2006 se'n produeix l'increment més gran, de 2,7 milions d'euros, a partir del qual el valor econòmic anual decreix fins als 17,6 milions d'euros l'any 2020.

Els valors econòmics associats a les captures mostren una tendència a la inversa d'ambdues variables entre els anys 2002 i 2009 (figura 1). Entre el 2010 i el 2014, els valors de les captures i el valor mitjà anual estan en fase, entre 2015-2018 divergeixen, i entre 2019-2020 tornen a estar en fase, ambdues decreixent.

Peixos

Les captures de peixos presenten un ordre de magnitud més gran que la resta dels grups taxonòmics (figures 2, 4 i 6). Les descàrregues totals de peix han disminuït des de l'any 2002 fins al 2020, i han

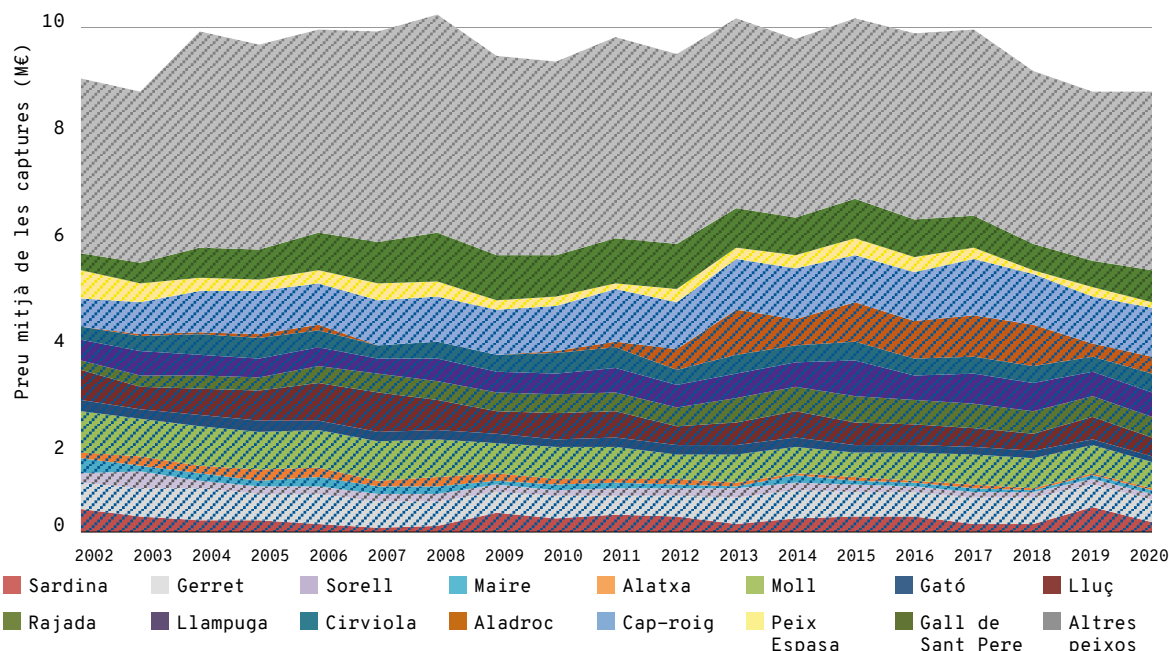


Figura 3. Valor mitjà anual en milions d'euros de les captures totals de pesca professional de peixos a totes les Illes Balears entre els anys 2002 i 2020. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

passat de 3.150 T a 1.840 T respectivament (figura 2). Aquesta disminució de 1.300 T s'ha produït principalment en dos esdeveniments, entre els anys 2002-2005 (decreixement de ~ 600 T) i entre els anys 2015-2020 (decreixement de ~ 900 T). Entre els anys 2005 i 2015, els valors oscil·len entorn de les ~ 2.700-2.500 T.

Entre les espècies de peixos les captures dels quals es redueixen més entre 2002 i 2020, s'observa la sardina (*Sardina pilchardus*), que passa de 448 T a 87 T. Aquesta espècie mostra cinc disminucions principals els anys 2007, 2013, 2017, 2018 i 2020. Les captures de xucla i gerret (*Spicara spp.*) es redueixen progressivament de 270 T l'any 2002 a 135 T l'any 2020, possiblement per raons de mercat, que estableix unes quotes màximes diàries de 79 kg/dia. Les descàrregues de sorell (*Trachurus spp.*) passen del màxim de 350 T l'any 2003 al mínim de 80 T l'any 2020. Les captures de maire (*Micromesistius poutassou*) decreixen de 200 T l'any 2007 a 20 T l'any 2020. L'alatxa (*Sardinella aurita*) presenta una disminució de 206 T l'any 2003 a 47 T l'any 2018. El moll (*Mullus spp.*) passa de 171 T l'any 2002 a 92 T l'any 2018. Les captures de gató (*Scyllorhinus spp.*) es redueixen de 146 T l'any 2004 a 64 T l'any 2020. El lluç (*Merluccius merluccius*) baixa del màxim de 139 T l'any 2007 a 54 T l'any 2020. En darrer lloc, les captures de peix espasa (*Xiphias gladius*) decreixen de 104 T l'any 2002 a 30 T l'any 2020.

Entre les espècies que mostren una oscil·lació temporal de les captures hi ha la llampuga (*Coryphaena hippurus*), que varia del mínim de 57 T l'any 2007 al màxim de 177 T l'any 2003, i se'n registren 113 T descarregades l'any 2020. Actualment, la llampuga

té una quota de 150 kg/barca/dia. La cirviola mostra un mínim de 30 T capturades l'any 2005 i un màxim de 67 T l'any 2007, i arriba a 48 T l'any 2020. Les captures de gall de Sant Pere es mostren estables en el temps, amb 33 T l'any 2002 i 31 T el 2020.

L'espècie que ha experimentat més canvi en el volum de captures des del 2002 és l'aladroc, que ha passat de 0,9 T a 35 T entre 2002 i 2011, i de 203 T a 500 T entre 2012 i 2018 (figura 2). Posteriorment, entre els anys 2019-2020 els valors de captura d'aladroc han disminuït a 145 T. Les captures de cap-roig augmenten lleugerament de 50 T l'any 2002 a 66 T el 2020. Les captures de gall de Sant Pere han augmentat de 33 T l'any 2002 a 48 T l'any 2018. Finalment, les rajades (*Raja spp.*) varien entre 100 T (any 2003) i 188 T (any 2015), fins que assoleixen les 137 T l'any 2020. Aquest lleuger augment de les rajades podria ser un símptoma de recuperació, ja que es tracta d'espècies estratègiques de la K (conservadores) que tenen pocs descendents.

Les espècies de més captura, en ordre de més a menys valor econòmic mitjà l'any 2020, són (figura 3): cap-roig (1,07 milions d'euros), gall de Sant Pere (0,66 milions d'euros), moll (0,58 milions d'euros), llampuga (0,55 milions d'euros), xucla i gerret (0,48 milions d'euros), rajades (0,44 milions d'euros), cirviola (0,41 milions d'euros), lluç (0,38 milions d'euros), aladroc (0,35 milions d'euros), peix espasa (0,13 milions d'euros), sardina (0,21 milions d'euros), gató (0,13 milions d'euros), sorell (0,12 milions d'euros), maire (0,05 milions d'euros) i alatxa (0,05 milions d'euros).

Això demostra que les espècies més capturades no sempre són les de més valor econòmic i viceversa

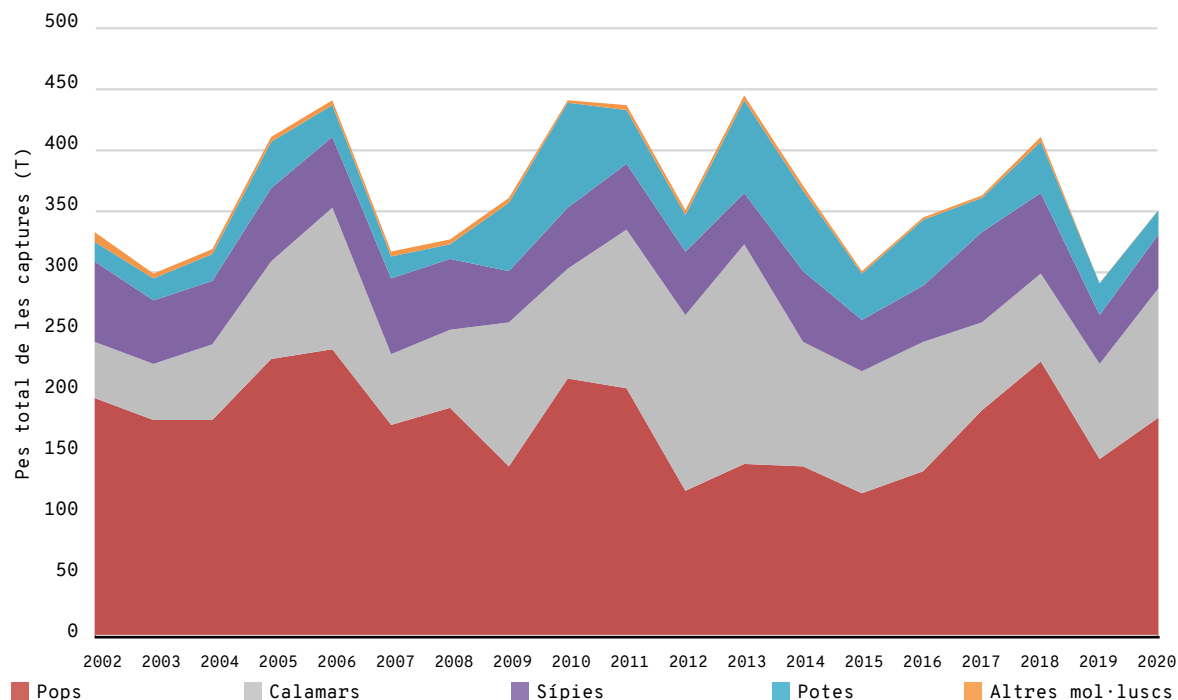


Figura 4. Pes anual en tones (T) de les captures totals de pesca professional de mol·luscs a totes les Illes Balears entre els anys 2002 i 2020. El gruix de cada franja de color es refereix a la quantitat capturada de cada espècie. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

(figures 2 i 3). En general, el valor mitjà anual es manté més estable que el volum de captures. L'espècie que varia més de valor és l'aladroc, igual que de pes de captures.

Molluscs

Les captures de mol·luscs varien entre el mínim assolit l'any 2009 de 290 T i el màxim de 444,4 T del 2013 (figura 4). Els increments principals s'observen entre els anys 2005-2006 i 2008-2014, mentre que els descensos principals es donen l'any 2007, el 2015 i el 2019. Aquestes variacions es produeixen sobretot en les captures de pops i calamars, que són els grups que es capturen en més quantitat, amb 180 T i 90 T de mitjana capturades entre els anys 2002 i 2020, respectivament. Després, continuen per ordre de quantitat les captures de sípia, amb 52 T de mitjana, i finalment de pota, amb 31 T de mitjana.

El valor mitjà anual més gran de les captures de mol·luscs l'aporten els calamars (figura 5). Aquest grup també mostra la variabilitat econòmica més gran des de l'any 2002. Se n'observen augments considerables l'any 2006, amb 1,70 milions d'euros, i l'any 2013, amb 1,97 milions d'euros. Els preus mitjans dels grups restants no presenten tanta variabilitat econòmica temporal. Els pops han augmentat gradualment el preu mitjà anual des del 2015, que ha passat de 0,39 a 0,93 milions d'euros. Des de l'any 2018 s'observa un increment del preu dels pops. Això pot ser degut al fet que el preu del pop (*O. vulgaris*) s'ha incrementat en la darrera dècada, encara que aquest augment no s'observa a la figura 5, ja que es dilueix amb el baix valor comercial del pop blanc (*E. cirrosa*) i del pop mesquer (*E. moschata*).

El grup de mol·luscs que segueix en ingressos els calamars i pops és el de les sípies, amb un valor constant en el temps de 0,5 milions d'euros (figura 5). Finalment, el grup de menys valor anual sempre ha estat el de les potes, amb una mitjana de 60.000 euros anuals. El grup «Altres mol·luscs» gairebé no representa benefici econòmic (20.000 € anuals de mitjana), ja que es refereix a les captures que s'efectuen com a subproducte de les activitats pesqueres de xarxes.

Crustacis

Les captures de crustacis han variat de 237 T (l'any 2020) a 388,8 T (l'any 2002) (figura 6). El decreixement més gran, de 150 T, es produeix entre els anys 2018 i 2020.

La gamba rosada és el crustaci més capturat de la mar Balear, amb una mitjana de 188,7 T entre 2002 i 2020 (figura 6). El gambosí o conjunt d'espècies de gambes la segueix en quantitat (amb una mitjana de 43,3 T), tot i que mostra una disminució important de ~ 25 T des de l'any 2019. El grup d'«Altres crustacis» s'ha arribat a duplicar de 25 a 50 T entre 2010 i 2017, i torna a disminuir fins a les 32,7 T l'any 2020. Les captures de llagosta s'han mantingut constants des del 2002, amb aproximadament 30 T (amb l'excepció dels màxims de 44,6 T i 53,7 T capturats els anys 2018 i 2019, respectivament). L'escamarlà mostra una disminució d'11 T entre els anys 2015 i 2020. La gamba blanca és la més capturada després de la gamba rosada, encara que aquesta representa únicament 1/30 part de la captura de gamba rosada. Les captures més grans de gamba blanca (entre 38 i 22 T) es mostren en els períodes 2002-2003 i 2017-2020.

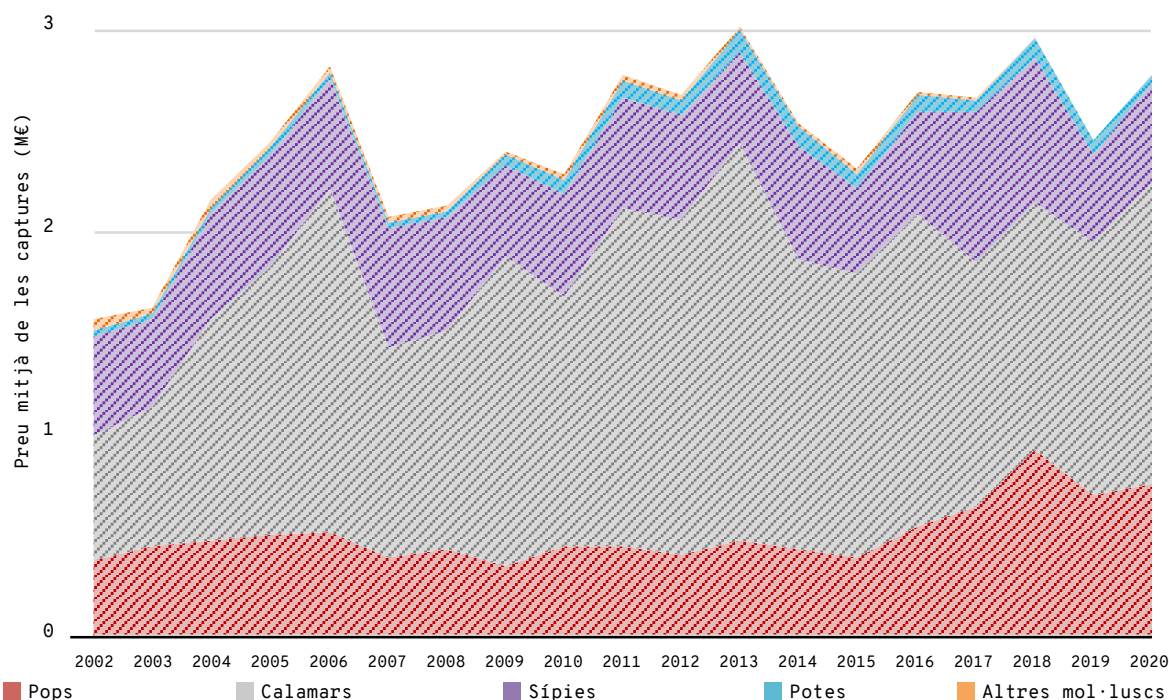


Figura 5. Preu mitjà anual en euros de les captures totals de pesca professional de mol·luscs a totes les Illes Balears entre els anys 2002 i 2020. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

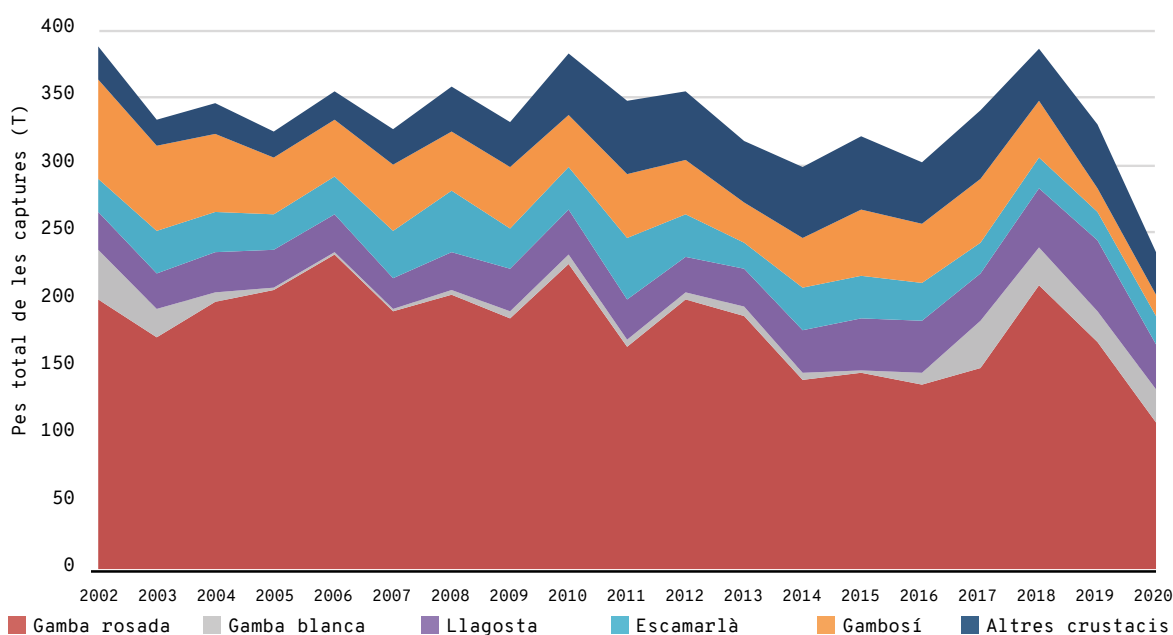


Figura 6. Pes en tones (T) anuals de les captures totals de pesca professional de crustacis a totes les Illes Balears entre els anys 2002 i 2020. El gruix de cada franja de color es refereix a la quantitat capturada de cada espècie. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

La gamba rosada és també la que suposa una font d'ingressos més gran, entre 2,8 i 6 milions d'euros (figura 7). Els valors més grans s'assoleixen entre el 2004 i el 2009. La segueix la llagosta, amb 1,4 milions d'euros de mitjana, tot i que l'any 2019 augmenta a 2,4 milions d'euros. El valor econòmic anual de l'escamarlà es manté entorn dels 0,7 milions d'euros. El gambosí està format per un conjunt d'espècies de gambes de baix valor comercial amb un preu mitjà de 0,4 milions d'euros entre els anys 2002-2020. El grup d'«Altres crustacis» (comptant els crancs) assoleix de mitjana els 0,2 milions d'euros.

CONCLUSIONS

→ Les captures de pesca professional balear (que inclouen peixos, crustacis i mol·luscs) l'any 2020 disminueixen en 1.500 T respecte de les del 2002 (han passat de 3.900 a 2.400 T). Això pot ser causat per diferents factors: una disminució de la flota pesquera professional, les vedes i les quotes màximes de pesca diària, el canvi de costums alimentaris, els cicles biològics intrínsecs de les espècies i els canvis de les condicions oceanogràfiques. A més a més, l'any 2020 cal sumar-hi les restriccions derivades de la COVID-19.

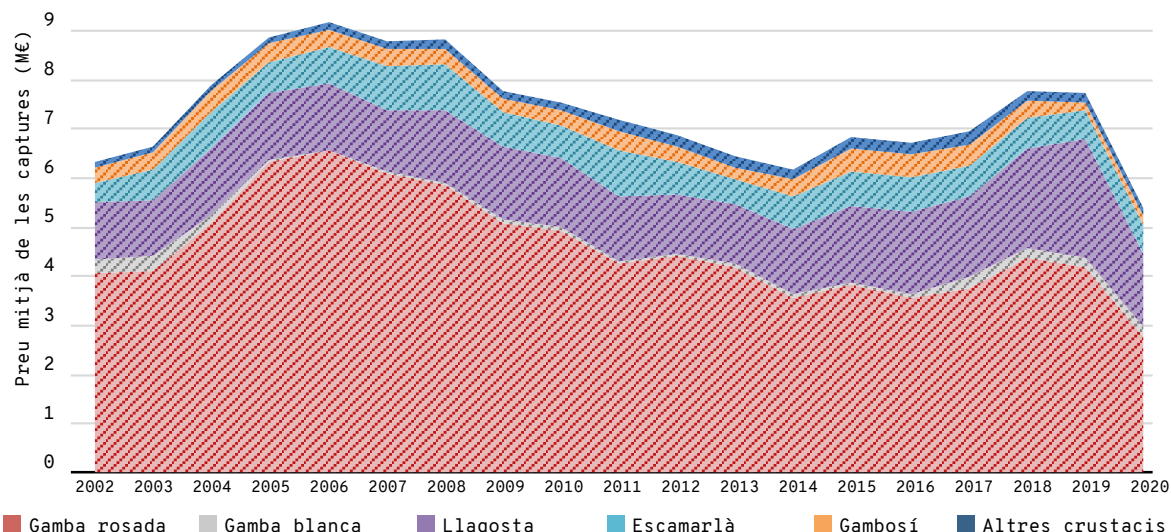


Figura 7. Preu mitjà anual en milions d'euros de les captures totals de pesca professional de crustacis a totes les Illes Balears entre els anys 2002 i 2020. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

- El valor econòmic associat a les captures l'any 2020 torna als valors del 2002 (17,6 M€).
- Els peixos constitueixen el volum més gran de captures de la flota pesquera professional balear, ja que es capturen en un ordre de magnitud més gran (màxim de 3.200 T i mínim de 1.800 T) al de crustacis i mol·luscs (~ 350 T).
- Les captures de peixos disminueixen en 1.300 T entre els anys 2002-2020. L'any 2020, les espècies de peixos més capturades són l'aladro (144 T), les rajades (137 T) i el gerret (135 T).
- Si es consideren les captures totals, el grup dels crustacis és el que mostra una aportació econòmica més gran. L'any 2020, les captures de crustacis disminueixen 95 T respecte del 2019. El crustaci més capturat a la mar Balear és la gamba rosada; entre els anys 2002 i 2020 la mitjana anual capturada és de 189 T.
- El mol·lusc més capturat en la pesca professional balear és el grup dels pops, amb una mitjana anual de 179 T entre els anys 2002-2020; *Octopus vulgaris* és l'espècie de pop que representa un import econòmic més gran i té una vertadera importància comercial.
- L'any 2020, les deu espècies les captures de les quals impliquen més valor econòmic són: gamba rosada (2,8 M€), calamar (1,49 M€), llagosta (1,48 M€), cap-roig (1,07 M€), pop comú (0,75 M€), gall de Sant Pere (0,66 M€), moll (0,58 M€), escamarlà (0,56 M€), llampuga (0,55 M€) i sípia (0,49 M€).

REFERÈNCIES

- ¹ QUETGLAS, A. *et al.* (2016). «Plan de Implementación Regional para Pesquerías Demersales de las Illes Balears (Mediterráneo Occidental)». [Informe del Projecte Myfish].
- ² FAO (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018: Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. Llicència: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- ³ SABATÉS, A. *et al.* (2006). «Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean». *Global Change Biology*, 12, 2209-2219. DOI:10.1111/j.1365-2486.2006.01246.x.
- ⁴ TUGORES, M. *et al.* (2011). «Habitat suitability modelling for sardine *Sardina pilchardus* in a highly diverse ecosystem: The Mediterranean Sea». *Marine Ecology Progress Series*, 443, 181-205. DOI: 10.3354/meps09366.
- ⁵ MONTERO-SERRA, I. *et al.* (2015). «Warming shelf seas drive the subtropicalization of European pelagic fish communities». *Global Change Biology*, 21 (1), 144-153. DOI: 10.1111/gcb.12747.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; DIRECCIÓ GENERAL DE PESCA I MEDI MARÍ (2021) «Captures de pesca professional». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://www.informemarbalea.org/ca/beneficis/imb-beneficis-captures-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos i José María Valencia Cruz.

Aqüicultura marina

1. Producció de peixos
2. Valor econòmic de la producció de peixos
3. Producció d'alevins
4. Valor econòmic d'alevins
5. Producció de mol·luscs
6. Valor econòmic de mol·luscs
7. Centres d'investigació aqüícola,
8. Valor econòmic total

L'aqüicultura, la cria en captivitat d'espècies d'aigua dolça o salada, té importància econòmica i de producció alimentària. Aquest document es referirà únicament a les espècies marines d'aqüicultura.

ANTECEDENTS

L'aqüicultura de les Illes Balears va néixer a Menorca entorn de l'any 1880, amb els primers cultius de mol·luscs en parcs i muscleres (*bateas*) dedicats al consum de l'illa i explotats d'una manera totalment artesanal. Aquesta activitat es va haver d'aturar entre els anys 1970 i 1980 per raons sanitàries.¹

L'any 1980, amb un incipient desenvolupament de l'aqüicultura mediterrània, varen començar a Mallorca les primeres experiències d'investigació en aqüicultura, impulsades pel Consell General Interinsular, un organisme preautonòmic. L'any 1980 es va crear també l'Estació d'Aqüicultura per a la recerca i la implementació de cultius d'espècies mediterrànies i per a l'assessorament científic.¹

L'any 1984 va començar el desenvolupament industrial del cultiu d'orada (*Sparus aurata*) i de llop (*Dicentrarchus labrax*) amb la creació de deu empreses, de capital mixt o privat, amb una capacitat de producció total de 500 tones.¹

Cinc confraries de pescadors de les Illes es varen interessar en la producció de peix i, juntament amb l'assessorament dels tècnics de l'Estació d'Aqüicultura, varen instal·lar polígons de gàbies a Portocolom, el Port d'Andratx, Fornells i Formentera. També es va donar un impuls nou a l'activitat mariscadora i de cultiu de mol·luscs al Port de Maó.¹

La competència exterior de les grans empreses productores de la Península, de França o Grècia i l'escassa rendibilitat de les instal·lacions a la mar

varen propiciar la desaparició —a mitjan dècada dels anys noranta i durant la primera d'aquest segle— d'aquestes petites empreses, amb l'excepció dels mariscadors de Menorca.¹

Un dels problemes de l'aqüicultura a les Balears rau en la creença que aquesta activitat no és compatible amb el turisme i amb una conservació correcta del medi marí, i sempre ha topat amb una forta resistència i el rebuig públic. L'elevat valor econòmic dels terrenys litorals va provocar que s'hi descartassin les instal·lacions de grans empreses aqüícoles, a part de l'impacte visual i ambiental negatiu dels polígons de gàbies. Tot això ha determinat que, tot i l'excel·lent qualitat de l'aigua de la mar Balear i el fet que hi ha diversos llocs idonis per posar les instal·lacions, l'aqüicultura marina de peixos en aquesta comunitat autònoma s'hagi reduït avui dia a una única empresa d'aqüicultura marina del grup Culmarex, que l'any 2018 va produir 46,8 milions d'alevins d'orada i de llop per a l'explotació i l'engreixament en instal·lacions del mateix grup a granges de la Península (Màlaga, Múrcia o Almeria).

L'aqüicultura continental es va fundar en els anys vuitanta del segle passat, amb una empresa dedicada al cultiu originalment de carpes i actualment d'espècies ornamentals d'aigua dolça i estancs de depuració que segueix en funcionament.

NORMATIVA

→ Llei 6/2013, de 7 de novembre, de pesca marítima, marisqueig i aqüicultura a les Illes Balears.

QUÈ ÉS?

L'aqüicultura és la cria en captivitat d'espècies d'aigua dolça o salada. Aquest document es refereix únicament a les espècies marines.

PER QUÈ?

- Importància econòmica.
- Importància com a font d'aliment.

METODOLOGIA

Les dades provenen de la Direcció General de Pesca i Medi Marí i del Pla Estratègic Plurianual de l'Aqüicultura Espanyola 2014-2020.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

A les Balears la producció de peix per aqüicultura marina es va acabar l'any 2007 i va ser substituïda per la producció d'alevins, per engreixar-los posteriorment en instal·lacions de la Península. Aquesta producció va variar entre 65,7 t l'any 2003 i 455 t l'any 2013, en què la producció d'alevins s'havia engreixat i es varen vendre com a adults.

Pel que fa a la venda de peixos adults s'ha venut majoritàriament l'orada (*Sparus auratus*), mentre que l'engreixament de llop (*Dicentrarchus labrax*) sempre ha estat minoritari. En canvi, en la producció d'alevins el llop és majoritari i representa el 89,4 % de les unitats d'alevins produïdes l'any 2019.

El valor econòmic dels alevins ha variat entre 1,95 milions d'euros l'any 2003 i 16,23 milions d'euros l'any 2016. L'any 2019 va ser de 15,2 milions d'euros, i els alevins de llop varen suposar el 89,8 % dels ingressos.

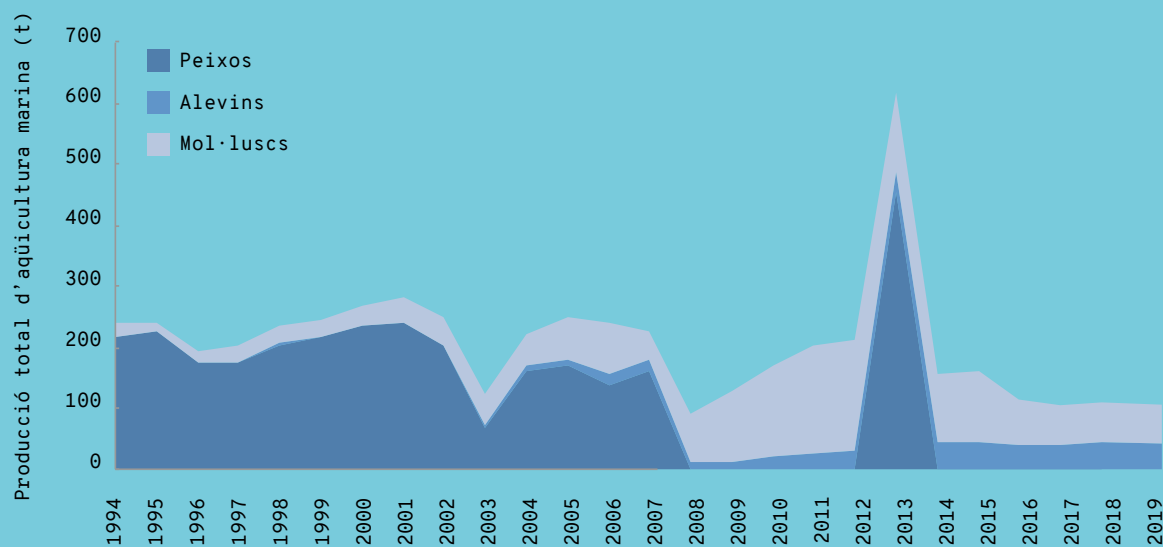
Només hi ha producció aqüícola de mol·luscs a Menorca, i es basa en la producció de musclos (*Mytilus*

galloprovincialis) i escopinyes (*Venus verrucosa*), tot i que la producció de musclo és molt majoritària en pes (entre el 98,8 i el 94,7 %). La producció d'escopinya, encara que és molt minoritària en termes de pes, té un important valor econòmic, i ha representat entre el 32 % del total del valor de la producció de mol·luscs l'any 2006 i el 0,7 % l'any 2019. Des dels anys noranta, la producció d'escopinya s'ha reduït dràsticament i ha passat d'unes 5 t a 0,11 t l'any 2019.

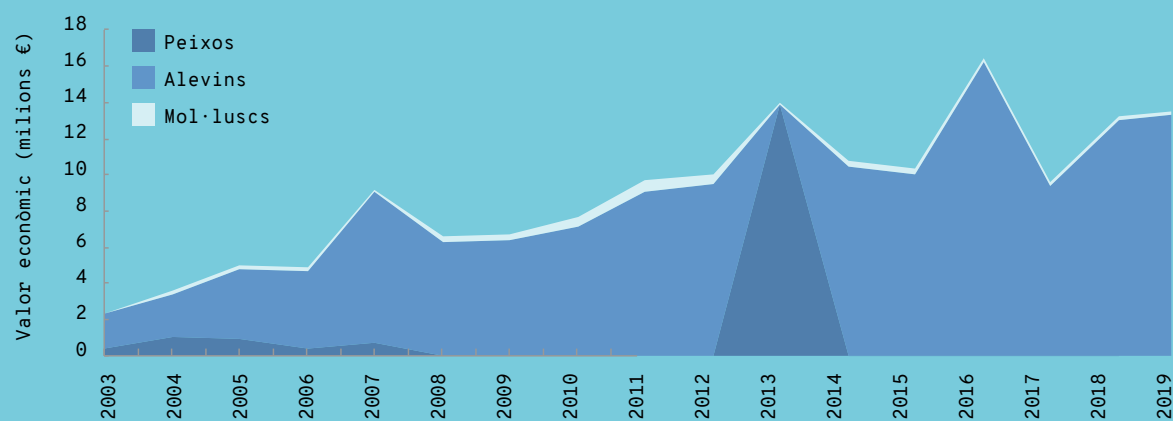
A les Balears hi ha dos centres de recerca amb activitat en matèria aqüícola. Un d'ells està situat al Port d'Andratx: el Laboratori d'Investigacions Marines i Aqüicultura (LIMIA). L'altre és al Coll d'en Rabassa (Palma): Aqüicultura Balear, S.A.U (ABSA) del Grup Culmarex.

El valor econòmic total de l'aqüicultura marina de les Illes Balears ha variat entre 2,13 milions d'euros l'any 2003 i 16,4 milions d'euros l'any 2016.

Aqüicultura marina



Evolució de la producció total d'aqüicultura marina a les Illes Balears des de l'any 1994 fins al 2019.
FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.



Evolució del valor econòmic de l'aqüicultura marina a les Illes Balears des de l'any 2003 fins al 2019
FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

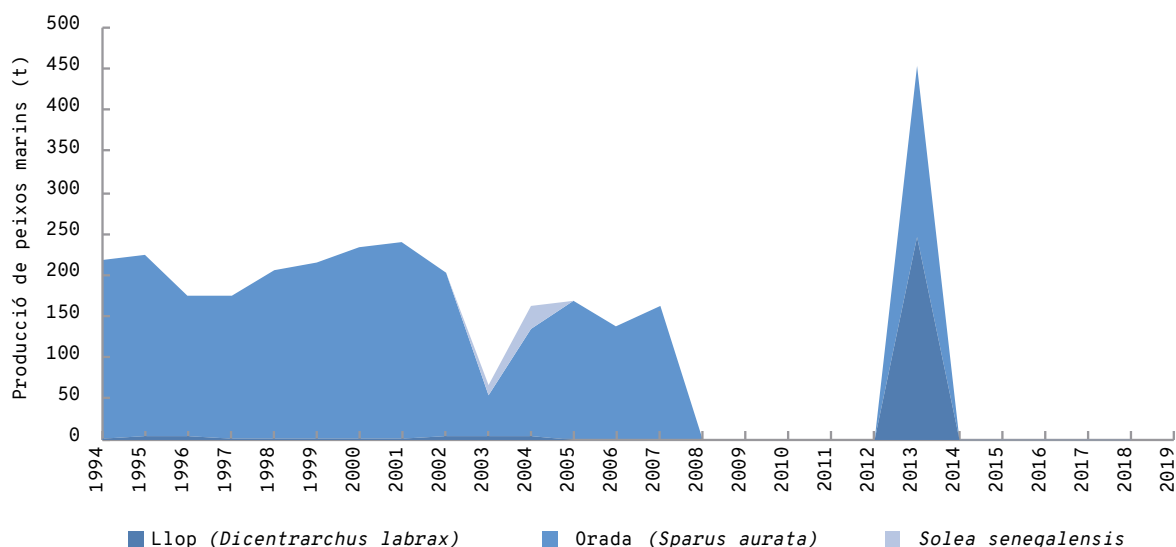


Figura 1. Producció de peix en pes (tones) per aquicultura marina entre els anys 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

METODOLOGIA

S'han obtingut dades dels següents indicadors sobre aquicultura a les Illes Balears per al període 1994-2019:

- Producció de peixos marins en pes (en tones).
- Valor econòmic de la producció de peixos marins.
- Producció d'alevins de peixos en pes (en tones).
- Valor econòmic de la producció d'alevins de peixos.
- Producció de mol·luscs en pes (en tones).
- Valor econòmic de la producció de mol·luscs.
- Nombre de centres de recerca amb activitat en matèria aquícola.
- Valor econòmic total de l'aquicultura a les Balears.

Les dades referents a aquests indicadors sobre aquicultura s'han obtingut de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. També hi ha dades del Pla Estratègic Plurianual de l'Aquicultura Espanyola 2014-2020.¹

RESULTATS

Producció de peixos marins

Durant les dues darreres dècades, el nombre d'empreses dedicades a l'aquicultura s'ha reduït i han desaparegut les dues úniques empreses mallorquines que es dedicaven a engreixar i a comercialitzar orades (*Sparus aurata*) i llops (*Dicentrarchus labrax*).

Una d'aquestes empreses pertanyia a la Confraria de Pescadors de Portocolom i tenia viviers dins la

mar, on engreixava orades (*Sparus aurata*) i llops (*Dicentrarchus labrax*). Aquesta empresa va estar en funcionament entre els anys 1983 i 2005.²

L'altra empresa engreixava els peixos —orades i llops— a terra, aprofitant l'energia tèrmica de l'aigua de refrigeració de la central tèrmica de producció d'energia des Murterar (Alcúdia).

Les dues empreses es varen obrir a principis de la dècada dels vuitanta i varen tancar els anys 2005 i 2007, en part per la impossibilitat de competir amb els preus de venda del producte. Així, les dades de producció de peixos mostren que a partir de l'any 2007 no hi ha producció, llevat de l'any 2013, que hi va haver producció derivada de la venda de peixos provinents de la granja d'alevins instal·lada a Mallorca, que es varen posar en venda després de ser engreixats (figura 1, taula 1).

La producció total de peix marí per a aquicultura ha variat entre 65,7 t i 455 t, els anys 2003 i 2013 respectivament. Tal com ja s'ha exposat, entre els anys vuitanta i fins a la meitat de la primera dècada d'aquest segle hi va haver dues granges d'engreixament de peixos de les quals sortia tota la producció de peix marí per aquicultura. A partir de l'any 2007 es va acabar aquesta producció, amb l'excepció de l'any 2013, en què es varen vendre els peixos procedents de la granja d'alevins en fase adulta (figura 1).

L'espècie que s'ha produït majoritàriament ha estat l'orada (*Sparus auratus*), mentre que l'engreixament de llop (*Dicentrarchus labrax*) sempre ha estat minoritari (figura 1). La màxima producció d'orades es va generar l'any 2000 amb 237,3 t, mentre que l'any que se'n varen produir menys va ser el 2003, amb 51,9 t. Els anys 2002 i 2003 es varen produir *Solea senegalensis*, uns peixos plans similars a la palaia, però la seva producció va ser de poca importància (10,5 i 26 t anuals, respectivament).

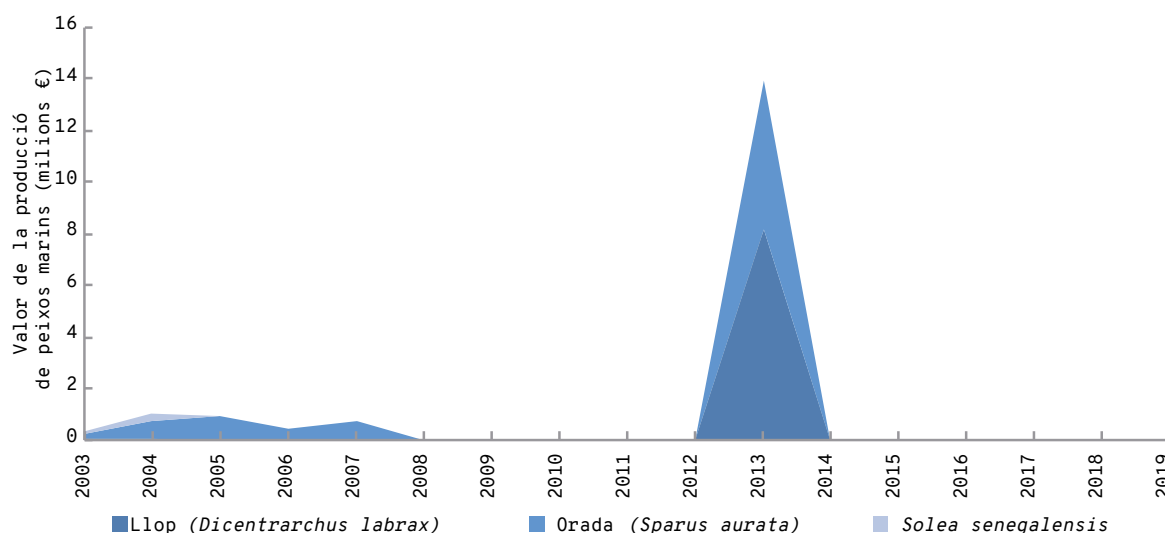


Figura 2. Valor econòmic (en milions d'euros) de la producció de peix per aquicultura marina entre els anys 2003 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Taula 1. Resum dels diferents indicadors per als anys 2004, 2008, 2012, 2016 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

| INDICADOR | 2004 | 2008 | 2012 | 2016 | 2019 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Producció de peixos marins (t) | 161,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valor de peixos marins (milions d'euros) | 1,03 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Producció d'alevins de peixos marins (milions d'unitats) | 7,0 | 9,6 | 32,8 | 42,1 | 40,7 |
| Valor d'alevins de peixos marins (milions d'euros) | 2,4 | 6,3 | 9,5 | 16,2 | 15,2 |
| Producció de mol·luscs (t) | 2,9 | 1,8 | 0,3 | 0,3 | 58,8 |
| Valor dels mol·luscs (milers d'euros) | 152,9 | 262,1 | 544,1 | 172,4 | 159,8 |
| Nre. de centres de recerca aquícola | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Valor econòmic total (milions d'euros) | 3,6 | 6,6 | 10,0 | 16,4 | 15,3 |

Valor econòmic de la producció de peixos marins

El valor econòmic de la producció de peixos mitjançant aquicultura marina ha variat entre els 0 € des que es varen tancar les granges d'engreixament de peixos marins i un total de gairebé 14 milions d'euros (13.911.888 €) l'any que es varen vendre els peixos procedents de les granges d'alevins com a adults (2013) (figura 2). Quan les granges marines d'engreixament estaven en funcionament, el valor econòmic va variar entre 363.500 € l'any 2003 (primer any del qual es tenen dades) i 1.031.140 € l'any 2004. La major part d'aquest valor econòmic prové de l'engreixament d'orada (*Sparus auratus*), mentre que l'engreixament de llop (*Dicentrarchus labrax*) sempre ha proporcionat uns beneficis econòmics inferiors, perquè sempre se n'han produït menys tones que d'orada (figures 1 i 2).

Producció d'alevins de peixos marins

La major activitat aquícola de les Balears se centra en una única empresa de producció d'alevins (*hatchery*) instal·lada a Mallorca, que ha anat augmentant la producció al llarg del temps (figura 3). Tots els alevins produïts es transporten a la Península, on s'engreixen en instal·lacions del mateix grup empresarial.

La producció d'alevins ha variat entre 40.000 unitats l'any 1996 i 46.795.960 unitats l'any 2018. L'any 2018 es varen produir 42.072.566 unitats de llop (*Dicentrarchus labrax*) i 4.723.394 unitats d'orada (*Sparus auratus*), on les xifres de llop representaven el 89,9 % de les unitats d'alevins produïdes (figura 3). L'any 2019 hi va haver un lleuger descens de la producció en relació a l'any anterior, i es varen produir 40,7 milions d'unitats d'alevins, de les quals el 89,4 % varen ser de llop (figura 3).

Valor econòmic de la producció d'alevins de peixos marins

Aquesta activitat ha reportat uns ingressos d'entre 1.950.000 € l'any 2003 i 16.231.379,5 € l'any 2016. El valor econòmic d'aquesta activitat l'any 2019 va ser de més de 15 milions d'euros, concretament, de 15.169.700 €. Els alevins de llop varen suposar el 90 % dels ingressos (figura 4). L'any 2013 es mostra un valor econòmic de 0 € perquè els alevins es varen engreixar i es varen vendre com a adults; el seu valor econòmic es pot veure a l'apartat del valor econòmic de la producció de peixos.

Producció de molluscs en pes (tones) i valor econòmic

L'activitat de producció de mol·luscs es concentra a Menorca i es basa en la producció de musclo

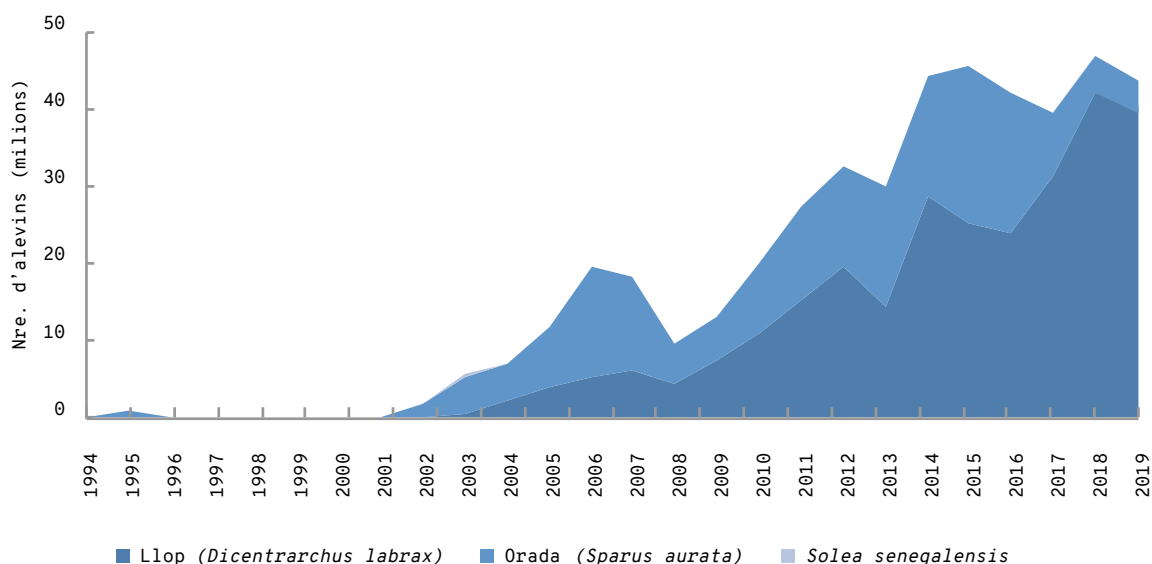


Figura 3. Nombre d'alevins de peixos marins (en milions) produïts entre els anys 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

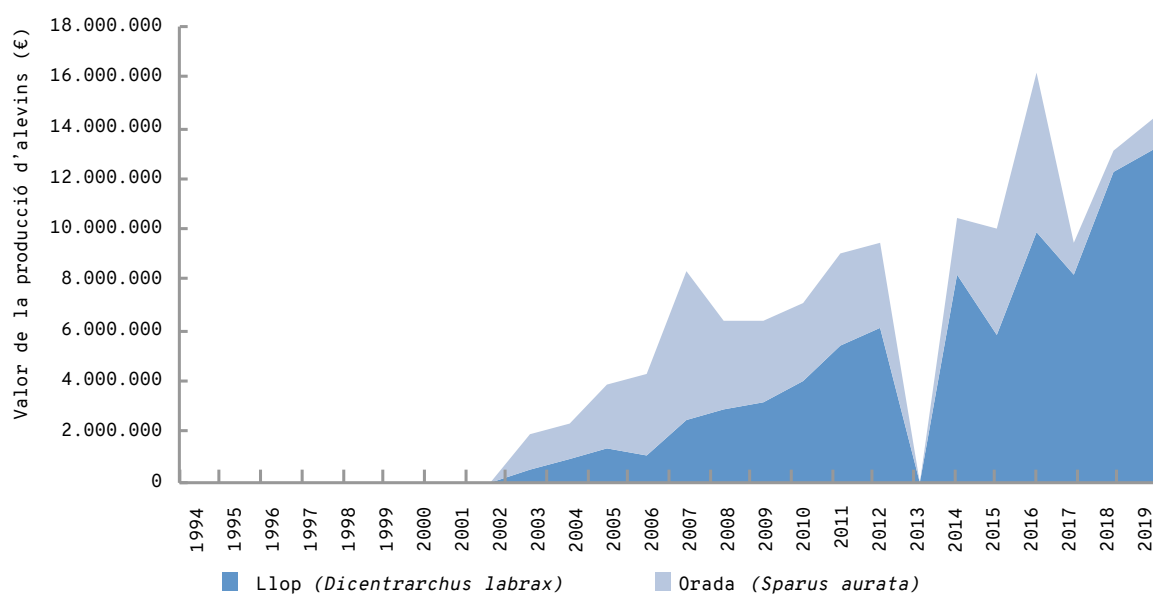


Figura 4. Valor econòmic de la producció d'alevins de peixos marins (en euros) produïts entre els anys 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

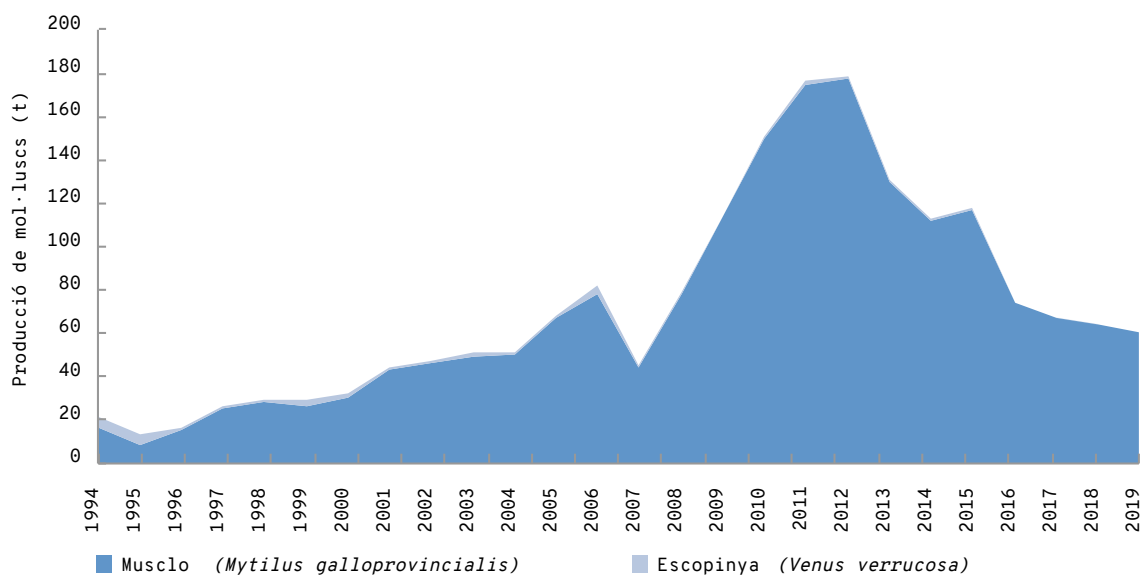


Figura 5. Producció de mol·luscs en pes (tones) per aquicultura marina entre els anys 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

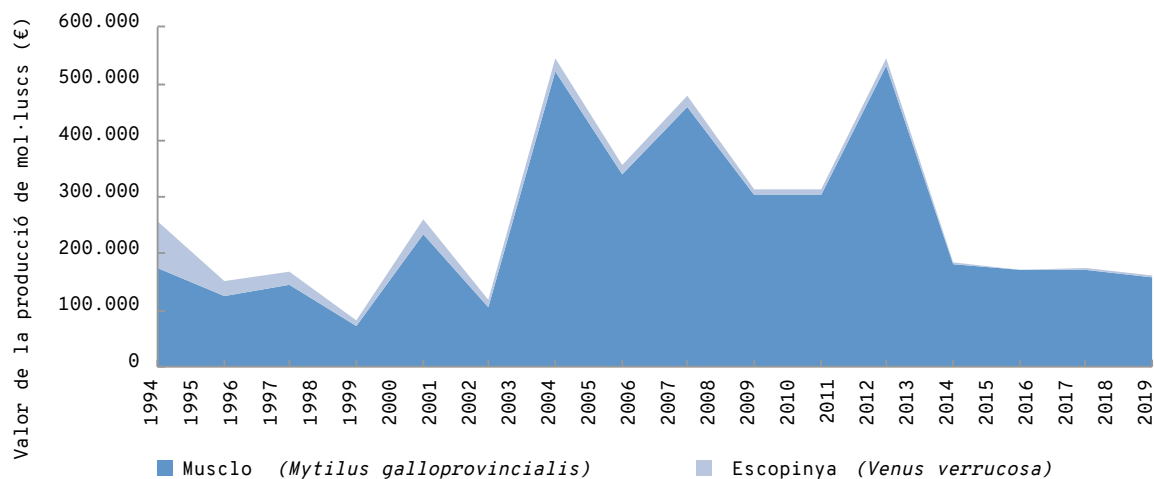


Figura 6. Valor econòmic de la producció de mol·luscs (€) per aqüicultura marina entre els anys 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

(*Mytilus galloprovincialis*) i escopinya (*Venus verrucosa*). La producció de musclos és molt majoritària en pes: en el període 1994-2019 va variar entre 8 t l'any 1995 i 177,9 t l'any 2012, mentre que la d'escopinya va variar entre 0,11 t i 5 t els anys 2019 i 1994-95. Aquesta producció ha significat entre el 0,2 i el 38,5 % de la producció en pes de mol·luscs a les Balears entre els anys 2004 i 2019 i el 1995, any en què la proporció d'escopinyes va ser la més gran des que hi ha registres. Així i tot, el valor econòmic de la producció d'escopinya ha representat entre el 0,7 % (2019) i el 32 % (2006) del total del valor de la producció de mol·luscs, gràcies al seu elevat valor de mercat.

L'escopinya és una espècie de consum local i tota la seva producció es ven al mercat menorquí. La producció ha anat disminuint al llarg dels anys, i ha passat de 5 t els anys 1994 i 1995, quan representava el 23,8 i el 38,5 % de la producció de mol·luscs, a una producció de només 0,11 t l'any 2019, una quantitat que representa el 0,7 % de la producció total de mol·luscs. Una part d'aquesta reducció es pot deure a la dificultat d'obtenir-ne llavor i a la falta d'espai per cultivar-ne,¹ a part dels possibles efectes d'una disminució en la qualitat de l'aigua del Port de Maó.

La producció de musclo es fa en 14 muscleres situades dins el Port de Maó. Aquesta producció va anar augmentant fins a l'any 2012, i després va disminuir progressivament: de 177,8 t l'any 2012 a 58,7 t l'any 2019.

Nombre de centres de recerca amb activitat en matèria aquícola

A les Illes Balears hi ha dos centres de recerca amb activitat en matèria aquícola: el Laboratori d'Investigacions Marines i Aqüicultura (LIMIA), situat al Port d'Andratx; i Aqüicultura Balear, S.A.U (ABSA) del Grup Culmarex.

El LIMIA es va iniciar l'any 1980 amb la creació de l'Estació d'Aqüicultura. Inicialment es tractava d'un centre de recerca i desenvolupament de tècniques de cultiu i engeixament d'organismes marins i de suport al sector pesquer per diversificar-ne la producció. Amb el temps, ha anat diversificant l'activitat i s'ha obert a altres camps de recerca de la biologia marina: aplicació de la legislació comunitària en matèria de recursos marins, marisqueig, piscicultura, repoblacions, subministrament d'alevins i suport tècnic a cooperatives piscícoles, estudis de pesqueres, erradicació de la macroalga invasora *Caulerpa taxifolia*, seguiment de zones de producció de mol·luscs, estudis de pesca recreativa, mapes zosanitaris, etc.

Les primeres instal·lacions es varen reformar entre els anys 2004 i 2005, i va ser quan se'n va canviar el nom pel de LIMIA. Aquest centre de recerca disposa d'una nau d'experimentació per a espècies marines i un polígon de gàbies situades a l'interior del port (en una fondària de 5 a 8 metres). Aquesta instal·lació es dedica a engeixar les diferents espècies de treball del centre, sobretot al manteniment per repoblació i cultiu experimental de déntol (*Dentex dentex*), llop (*Dicentrarchus labrax*), morruda (*Diplodus puntazzo*), cirviola (*Seriola dumerlei*) o corbina (*Argyrosomus regius*).

ABSA, del Grup Culmarex, es troba situat al Coll d'en Rabassa i està associat a la cria d'alevins de llop i orada.

Valor econòmic total de l'aqüicultura a les Balears

El valor econòmic total de l'aqüicultura marina de les Balears ha variat entre 2,13 milions d'euros l'any 2003 i 16,4 milions d'euros l'any 2016 (figura 7). La major part d'aquest valor econòmic està determinada per la cria d'alevins, mentre que la venda de peixos adults ha desaparegut i el valor econòmic de la venda de mol·luscs és marginal.

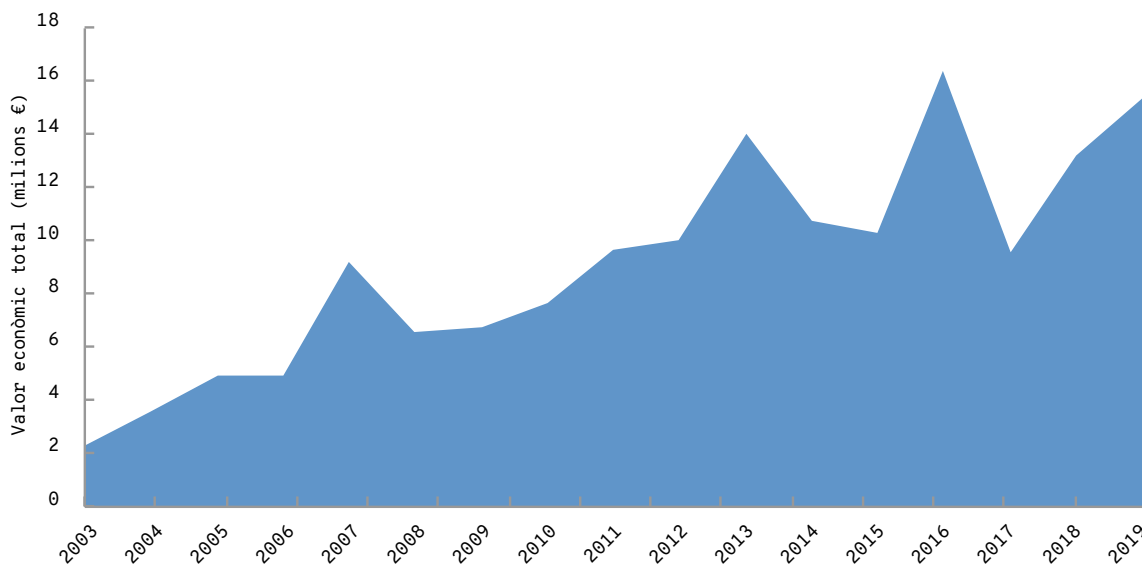


Figura 7. Valor econòmic total (en milions d'euros) de l'activitat aquícola marina a les Balears entre els anys 2003 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

CONCLUSIONS

- La producció total de peix produït per aquicultura marina ha variat entre 65,7 t l'any 2003 i 455 t l'any 2013. Aquesta producció es va acabar l'any 2007 i es va substituir per producció d'alevins.
- L'any 2013 es varen engreixar els alevins per vendre'ls com a adults.
- L'espècie que s'ha produït de forma majoritària ha estat l'orada (*Sparus auratus*), mentre que l'engreixament de llop (*Dicentrarchus labrax*) sempre ha estat minoritari.
- El valor econòmic de la producció de peixos mitjançant aquicultura marina ha variat entre 0 € des que es varen tancar les granges d'engreixament de peixos marins i un total de gairebé 14 milions d'euros l'any 2013, quan es varen vendre els peixos procedents de les granges d'alevins com a adults.
- Abans de tancar les granges d'engreixament de peixos, el valor econòmic va variar entre 363.500 € l'any 2003 (primer any del qual es tenen dades) i 1.031.140 € l'any 2004.
- La producció d'alevins és la principal activitat econòmica aquícola present actualment a les Balears, amb una producció que ha variat entre 40.000 unitats l'any 1996 i 46.795.960 unitats l'any 2018.
- En la cria d'alevins, el llop (*Dicentrarchus labrax*) és el majoritari. L'any 2019 va representar el 89,4 % de les unitats d'alevins produïdes.
- El valor econòmic dels alevins ha variat entre 1.950.000 € l'any 2003 i 16.231.379,5 € l'any 2016. El valor econòmic d'aquesta activitat l'any 2019 va ser de més de 15 milions d'euros, i els alevins de llop varen suposar el 89,8 % dels ingressos.
- Només hi ha producció de mol·luscs per aquicultura a Menorca, basada en la producció de musclo (*Mytilus galloprovincialis*) i escopinya (*Venus verrucosa*). La producció de musclo és molt més important en pes (entre el 98,8 i el 94,7 %).
- La producció d'escopinya, tot i ser molt minoritària en termes de pes, té un valor econòmic important, i ha representat entre el 0,7 % del total del valor de la producció de mol·luscs l'any 2019 i el 32 % l'any 2006, gràcies al seu elevat valor de mercat.
- Aquests darrers anys la producció d'escopinya s'ha reduït dràsticament: ha passat d'unes 5 t en els anys noranta a 0,11 t l'any 2019.
- A les Illes Balears hi ha dos centres de recerca amb activitat en matèria aquícola: un està situat al Port d'Andratx, inaugurat l'any 1980 amb el nom d'Estació d'Aquicultura i rebatejat com a Laboratori d'Investigacions Marines i Aquicultura (LIMIA) l'any 2005; i l'altre es troba al Coll d'en Rabassa, del Grup Culmarex, i produeix alevins de llop i orada.
- El valor econòmic total de l'aquicultura marina de les Illes Balears ha variat entre 2,13 milions d'euros l'any 2003 i 16,4 milions d'euros l'any 2016.

REFERÈNCIES

¹ FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA (2015). *Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

² VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2012). «Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)». *Estuaries and Coasts*, 35, 1182-1192.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; VALENCIA, J. M. (2021) «Aqüicultura». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://www.informemarbalear.org/ca/beneficis/imb-pesca-acuicultura-marina-cat.pdf>>.

Canvi global

Temperatura de l'oceà

Salinitat

Temperatura de l'aire sobre l'oceà

Nivell de la mar

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Damià Gomis, Marta Marcos, Gabriel Jordà, Bàrbara Barceló-Llull, Ananda Pascual, Eva Aguiar i Inmaculada Ruiz-Parrado.

Temperatura

La temperatura de l'oceà ha anat variant de manera natural al llarg de la història de la Terra. És una de les variables crucials del complex sistema climàtic, ja que contribueix a regular el clima de tot el planeta a través dels intercanvis de calor amb l'atmosfera i redistribuint la calor 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 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

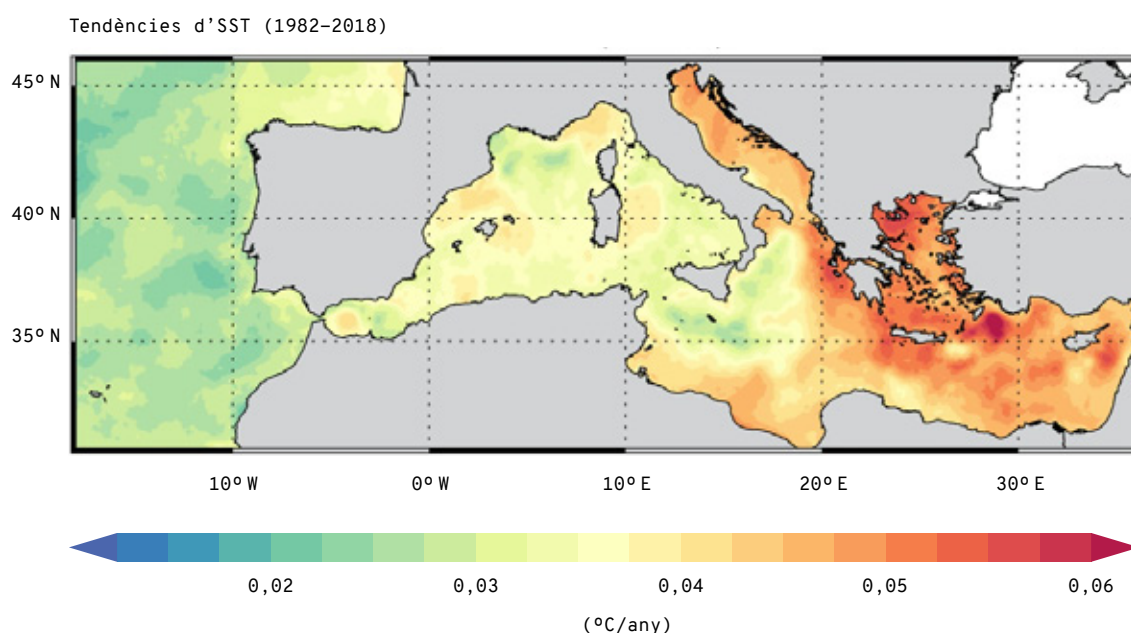


Figura 1. Tendències de la temperatura superficial de la Mediterrània, que mostren els $0,036 \pm 0,006$ °C/any ($p \leq 0,05$) de mitjana de la zona oest mediterrània. Les dades es basen en mesures satel·litàries realitzades entre 1982 i 2018. FONT: figura extreta de Pisano *et al.*¹³

Globalment, la temperatura dels oceans l'any 2019 ha estat la més càlida des que hi ha registres de dades de monitoratge.² Addicionalment, la mar Mediterrània es considera una de les més vulnerables a un augment de la temperatura global planetària, a causa, en part, de la seva naturalesa semitancada, que li proporciona una inèrcia tèrmica inferior.³⁻⁶ D'altra banda, els canvis regionals en la temperatura oceànica poden tenir repercussions globals, ja que la Mediterrània està teleconnectada amb la Circulació Meridional de Retorn de l'Atlàntic nord, el motor atlàntic de conducció de calor a la Terra.⁷ En nombrosos punts de la Mediterrània s'ha observat que l'augment de la temperatura

superficial de l'aigua (a partir d'ara descrita amb les sigles en anglès SST, Sea Surface Temperature) és coherent amb l'augment de la temperatura superficial del planeta.^{3, 8-10}

Al llarg del segle XX, a la conca oest de la Mediterrània s'han detectat tendències d'escalfament.^{11, 12} Específicament, dades satel·litàries dels darrers 37 anys mostren tendències d'augment de l'SST de l'ordre de $0,036 \pm 0,006$ °C/any.¹³ Aquests valors són semblants als que aporta el «Copernicus Marine Service Ocean State Report», que integra tota casta d'observacions de temperatura i obté un increment de $0,04 \pm 0,004$ °C/any entre 1993

QUÈ ÉS?

La temperatura és una variable oceanogràfica amb una gran importància ecosistèmica, perquè 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 perquè l'oceà absorbeix i emmagatzema grans quantitats de calor.

METODOLOGIA

Les dades incloses s'obtenen mitjançant diversos mètodes:

- Dades satel·litàries (mesuren la temperatura superficial).
- Mesures *in situ* (mesuren la temperatura superficial i en profunditat):
 - Campanyes oceanogràfiques en què s'utilitzen dispositius coneguts com a CTD (de l'anglès Conductivity Temperature Depth) que mesuren simultàniament la temperatura, la salinitat i la profunditat.
 - Boies oceanogràfiques fixes que mesuren la temperatura dels primers 6 m de la superfície de la mar Balear.

RESULTATS

En les darreres quatre dècades s'ha detectat mitjançant dades satel·litàries un augment de la temperatura superficial de la Mediterrània occidental de $0,036 \pm 0,006$ °C/any.¹

La temperatura superficial mitjana a l'estiu assoleix els ~ 25 °C entorn de la mar Balear, i les màximes són de més de 27 °C.²

La variació estacional entre l'hivern i l'estiu de la temperatura en superfície capturada per boies oceanogràfiques fixes sol ser d'aproximadament 10-15 °C.

PER QUÈ?

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

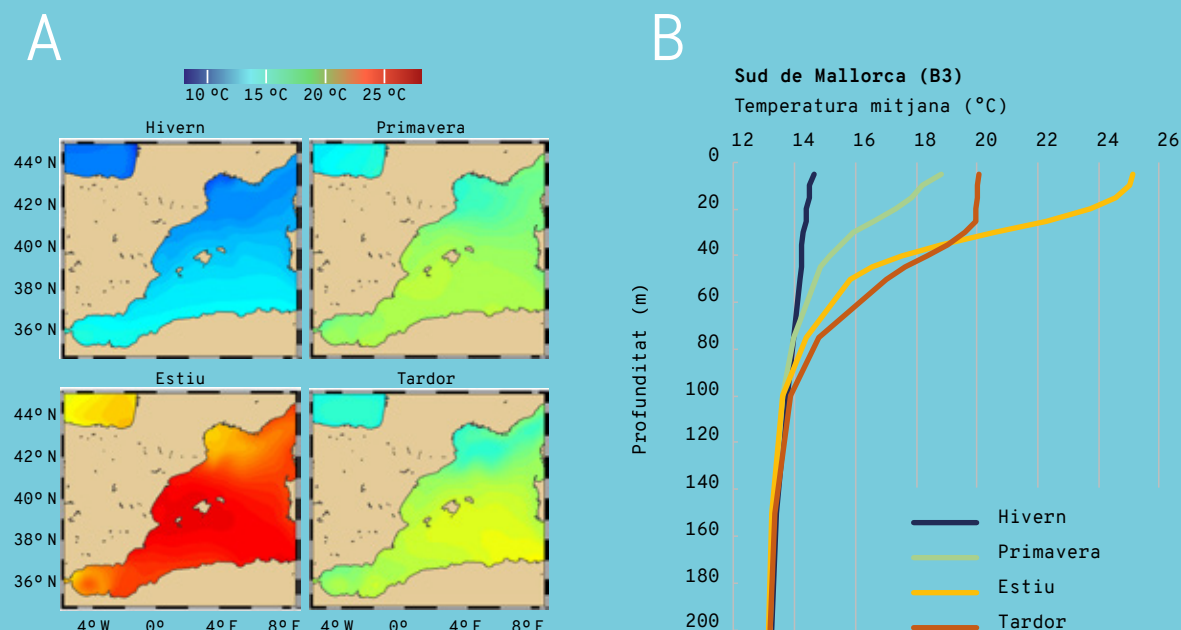
LOCALITZACIÓ



La temperatura en profunditat de les diferents estacions de CTD de la mar Balear convergeix cap a un mateix valor a partir dels 100 metres de profunditat. Per davall dels 200 m els valors de temperatura són constants en profunditat al voltant dels 13 °C.

A 100 m de profunditat, un seguiment oceanogràfic de vuit anys al canal de Mallorca mostra un augment màxim de temperatura de 0,19 °C l'any.³

Models climàtics de predicció de temperatura per al segle XXI mostren un augment tant en superfície (entre 1,2-3,6 °C) com en profunditat (fins a 3 °C entre els 100-600 m).



Panell A: dades satel·litàries que mostren la temperatura superficial mitjana estacional entre els anys 1985 i 2016. FONT: Gomis *et al.*² Panell B: perfil de temperatura en profunditat de l'estació RADMED B3 del sud de Mallorca entre els anys 1994 i 2006. FONT: Vargas-Yáñez *et al.*⁴

REFERÈNCIES

- ¹ PISANO, A. *et al.* (2020). «New Evidence of Mediterranean Climate Change and Variability from Sea Surface Temperature Observations». *Remote sensing*, 12, 132. DOI:10.3390/rs12010132.
- ² GOMIS, D. *et al.* (2020). «Context oceanogràfic de l'illa de Cabrera». A: Grau A, M. *et al.* *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. ISBN: 978-84-09-3.
- ³ BARCELÓ-LLULL, B. *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>.
- ⁴ VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2019). *The present state of marine ecosystems in the Spanish Mediterranean in a climate change context*. Tuimagina Editorial, Grupo Mediterráneo Cambio Climático. ISBN: 978-84-09-13597-4.

i 2016.⁶ Aquest increment suposa la segona tendència més gran de les mars regionals d'Europa després de la mar Negra.⁶ A més d'un progressiu augment en l'SST anual, també s'ha observat una intensificació del senyal estacional, pel fet que l'SST d'estiu ha augmentat més que la d'hivern.¹³

És molt important fer un seguiment de la temperatura oceànica per saber quina és la seva evolució, ja que, en combinació amb els intercanvis de calor amb l'atmosfera, es tracta d'una variable que condiciona en gran manera els ecosistemes marins:

- Determina la supervivència i la distribució de moltes espècies. La pèrdua de part de la distribució de certes espècies, com la fanerògama *Posidonia oceanica*,^{14, 15} o la variabilitat interanual dels hàbitats de reproducció d'algunes altres, només en són alguns exemples.¹⁶ D'altra banda, els canvis regionals en la temperatura oceànica poden afavorir la introducció d'espècies invasores.⁵
- Regula diferents processos metabòlics: un increment de temperatura pot augmentar el metabolisme de certs organismes que presenten intervals de tolerància petits.¹⁷
- Influeix en la dinàmica d'intercanvi de gasos amb l'atmosfera, els resultats de la qual són, entre d'altres, l'acidificació oceànica i la major o menor oxigenació de l'oceà.¹⁸
- Controla processos hidrodinàmics com la posició dels fronts oceànics, que al seu torn condicionen la productivitat i els cicles de nutrients.¹⁹
- 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.²⁰ De l'estratificació depenen processos crucials, com l'aportació de nutrients des de les capes més profundes a la capa fòtica.
- Finalment, l'augment de temperatura oceànica és un dels dos factors (juntament amb la fusió dels gels continentals causada per la temperatura atmosfèrica) responsables de l'augment del nivell de la mar, i alhora té un impacte important sobre els ecosistemes costaners.

METODOLOGIA

Hi ha una àmplia varietat de dades de temperatura a la mar Balear. Les dades presentades a continuació han estat recollides per mitjà dels mètodes següents:

- Dades satel·litàries des de 1984.^{21, 22} Proporcionen sèries històriques (normalment dades diàries) amb una resolució espacial d'un quilòmetre, aproximadament, i una resolució en els valors d'entorn de 0,1 °C, suficient per captar els canvis estacionals en l'àmbit de la conca.

Sovint els productes distribuïts són mapes de mitjanes mensuals de l'SST (la resolució temporal es redueix amb el postprocessament, que elimina interferències atmosfèriques).²²

- Mesures *in situ*. Deriven en sèries temporals locals disperses en l'espai i el temps, però de gran resolució quant als valors proporcionats. Per exemple:

- Campanyes oceanogràfiques esporàdiques (al llarg del segle XX, però especialment a partir dels anys quaranta).²¹ Les dades oceanogràfiques de temperatura s'obtenen actualment amb un CTD (de l'anglès Conductivity Temperature Depth, per les dades que mesura) muntat en una roseta (figura 2). Els CTD proporcionen perfils verticals dels paràmetres des de la superfície fins a la fondària que es vulgui. Durant les darreres dècades, les dades de campanyes es complementen amb dades de boies de deriva: es tracta de boies que deriven amb el corrent i transmeten les dades via satèl·lit (boies del programa Argo). Totes les dades obtingudes a la Mediterrània fins a l'any 2000 es varen recollir a les bases de dades MEDATLAS (MAS2-CT93-0074) i MEDAR (MAS3-CT98-0174).
- Des de l'any 1994 i a la mar Balear, el projecte nacional RADMED²³ (abans de l'any 2007, també conegut com a Ecobaleares) du a terme mostres periòdics mitjançant CTD a les mateixes localitzacions.
- Boies ancorades (figura 3): mesuren la temperatura de l'aigua superficial (aproximadament des dels anys noranta), però també hi ha boies de deriva superficial (SVP), boies perfiladores i gliders que capturen dades en profunditat.



Figura 2. Exemple de dispositiu CTD utilitzat en campanyes oceanogràfiques per mesurar paràmetres de temperatura, salinitat i profunditat, entre altres variables. FONT: Miquel Gomila.

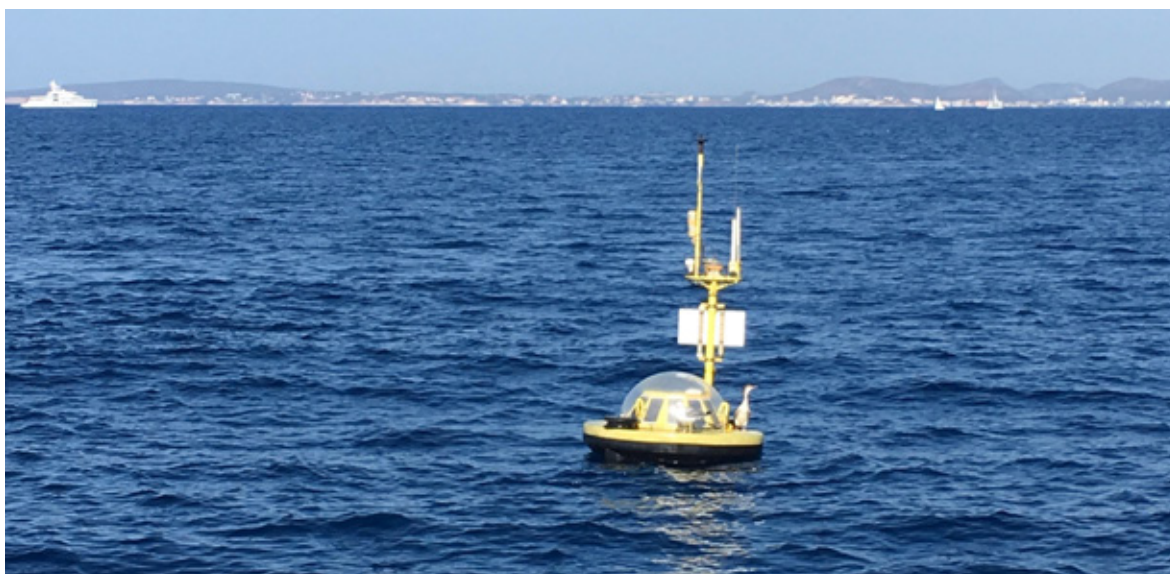


Figura 3. Boia oceanogràfica del SOCIB de la badia de Palma utilitzada per mesurar les variables oceanogràfiques de superfície. FONT: Natalia Barrientos.

S'inclouen dades de temperatura superficial de les boies de Ports de l'Estat —sa Dragonera— i del SOCIB —Ciutadella, canal d'Eivissa i Palma. Les dades de les boies de Ports de l'Estat s'obtenen a una profunditat de 3 m, mentre que les temperatures capturades per les boies del SOCIB es mesuren a 1 m de profunditat (boies d'Eivissa y Badia de Palma) i a 6 m de profunditat (boia de Ciutadella).

Entre les limitacions a l'hora de caracteritzar correctament l'evolució dels camps de temperatura s'ha de destacar la gran variabilitat temporal (des de variacions diàries a decadal) i espacial (depèn de la posició dels corrents i dels fronts oceànics, la transferència de calor atmosfera-oceà) inherent a aquesta variable.²¹ Per tant, es necessita una gran quantitat de dades amb bona distribució en l'espai i continuïtat temporal. En particular, per poder observar tendències climàtiques significatives de temperatura és necessari disposar de sèries llargues (> 30 anys, com a mínim).²¹ Per això és fonamental acompanyar qualsevol valor de tendències amb un càlcul estadístic de la seva significança.²¹

RESULTATS

Mitjanes estacionals a partir de dades satel·litàries

A l'estiu, les màximes temperatures superficials de tota la conca de la Mediterrània occidental es registren al voltant de les Balears, amb valors estacionals mitjans entorn dels 25 °C (figura 4).^{21, 22} Els mínims relatius de l'SST durant l'estiu es registren a la mar d'Alborán, a causa de l'entrada d'aigües atlàntiques més fredes que les aigües mediterrànies, i al golf de Lleó (figura 4). A l'hivern s'observa un clar gradient latitudinal, amb valors mitjans que oscil·len entre els 13 °C del golf de Lleó i els 17 °C de la costa africana.

Mesures *in situ*

Del projecte RADMED,²³ des del 1994 es mostren uns valors mitjans de les SST d'hivern i d'estiu corresponents a les estacions de:

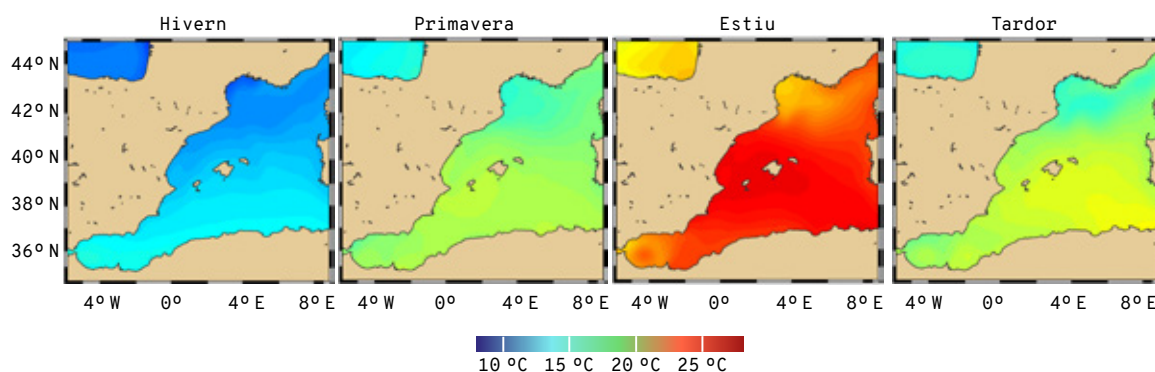


Figura 4. Dades satel·litàries de 1985-2016 que representen les temperatures superficials estacionals de la Mediterrània occidental. FONT: Gomis *et al.*²²

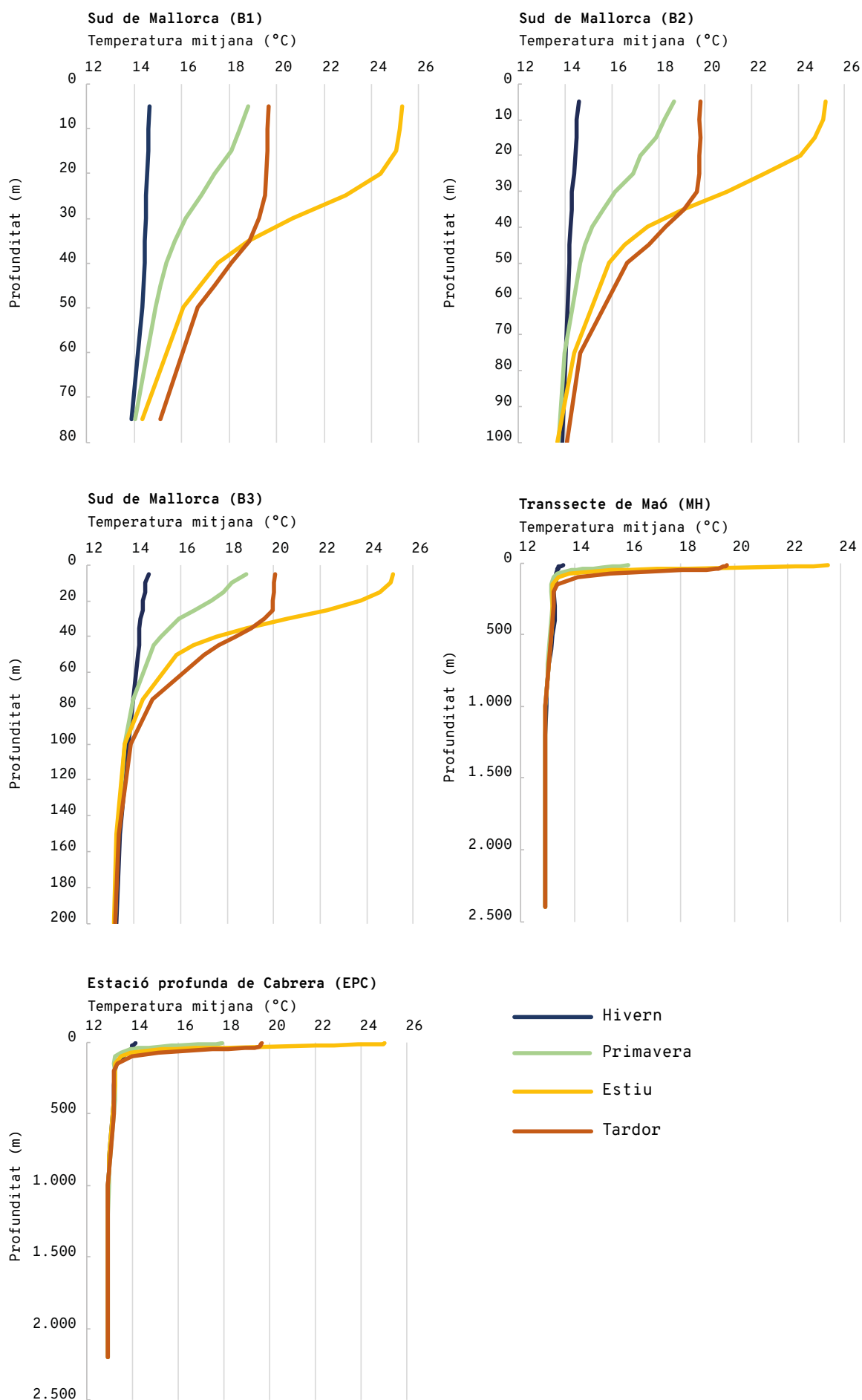


Figura 5. Mitjana estacional de 5 estacions RADMED de la mar Balear. Nombre de dades per punt de mostratge entre 5-27. Rang màxim de dades 1994-2006. FONT: Vargas-Yáñez *et al.*²⁶

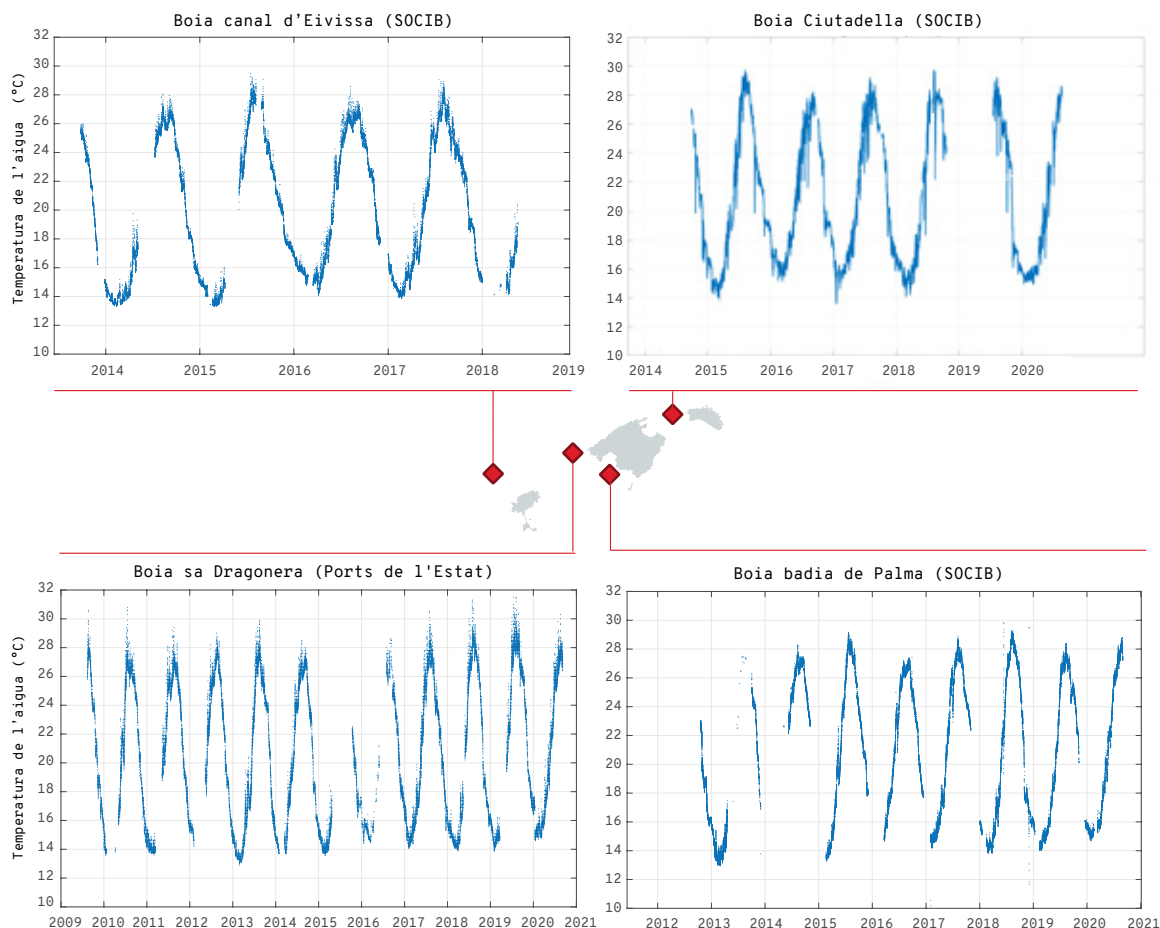


Figura 6. Dades de temperatura superficial de quatre boies, tres d'elles gestionades pel SOCIB i una per Ports de l'Estat. Els cicles mostren la variabilitat estacional reflectida en cada estació. FONT: SOCIB i Ports de l'Estat.²⁹

- Nord de Menorca: hivern, 13,66 °C; estiu, 24,1 °C.
- Cabrera: hivern, 14,08 °C; estiu, 24,9 °C.
- Canal de Mallorca: hivern, 15,53 °C; estiu 25,1 °C.

La mitjana estacional de cinc de les estacions RADMED (Mallorca: B1, B2, B3; Menorca: MH; Cabrera: EPC) mostra que l'estació de Menorca registra temperatures superfícials inferiors que al sud de Mallorca i Cabrera, però que totes les estacions convergeixen al voltant dels 100 metres de profunditat (figura 5).

Per davall dels 200 m, la temperatura de les diverses zones de mostratge de CTD arriba a un mateix valor d'aproximadament 13 °C (figura 5).

És important destacar que les masses d'aigua de profunditats intermèdies del canal de Mallorca, amb vuit anys de seguiment, mostren un augment de les temperatures màximes.^{24, 25} A 100 m de profunditat s'observen encara canvis estacionals, mentre que a 200 m el senyal estacional ja és molt petit.²⁴ La tendència màxima de temperatura de 0,19 °C/any s'assoleix al voltant dels 100 m superiors.²⁴ 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.²⁴

Boies oceanogràfiques (2009–2018)

A causa de la curta durada del registre (des de l'any 2009), només es pot observar la variabilitat estacional (figura 6). La temperatura mostra un rang estacional màxim d'aproximadament 17 °C (~ 30 °C de màxima i ~ 13 °C de mínima) considerant les dades de les quatre boies d'estudi (figura 6). A la boia de sa Dragonera, l'estiu del 2019 es van detectar valors puntuals més elevats (> 30 °C) que a la resta de boies.

El coneixement de les fluctuacions de les SST estacionals és molt important, ja que afecten els cicles biològics de molts organismes marins. D'altra banda, les prediccions climàtiques per al final del segle XXI preveuen que l'augment de temperatura serà més gran a l'estiu (3,4 °C ± 1,3 °C) que la resta de l'any,²⁸ la qual cosa implicarà un augment de l'amplitud del cicle estacional.

Per acabar, models de predicció climàtica mostren que l'SST continuarà augmentant considerablement durant el segle XXI a un ritme de + 1,2 °C o + 3,6 °C en funció de l'escenari d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (pessimista o moderat, respectivament).^{27, 28, 30} 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).³¹

CONCLUSIONS

- Hi ha dades satel·litàries de la conca oest mediterrània que mostren tendències d'augment de l'SST de prop de $0,036 \pm 0,006$ °C/any durant els darrers 37 anys.¹³
- Alguns estudis de les sèries de dades satel·litàries de la Mediterrània occidental (1984-2016) mostren que a l'estiu les temperatures màximes de la conca s'assoleixen al voltant de les Illes Balears. A l'arxipèlag, els valors mitjans de l'SST a l'estiu estan entorn dels 25 °C, mentre que els valors màxims superen els 27 °C.
- Les variacions estacionals capturades en boies oceanogràfiques mostren una variació de l'SST d'uns 10-15 °C entre hivern i estiu.
- En profunditat, les temperatures de totes les estacions CTD convergeixen a partir dels 100

metres. A aquesta profunditat, vuit anys de seguiment al canal de Mallorca mostren un augment màxim de la temperatura de 0,19 °C/any.²⁴

- A partir dels 200 m els valors de CTD assoleixen els 13 °C i es mantenen constants en augmentar la profunditat.
- Els models climàtics suggereixen que la temperatura de la mar augmentarà notablement durant el segle XXI en tota la columna d'aigua, i especialment en els primers 150 metres.²⁷

És fonamental mantenir l'observació d'aquesta variable oceanogràfica per arribar a disposar de sèries de gran longitud temporal.⁵ Això permetria interpretar millor les dades de les tendències, concretar la variabilitat decadal en les dades climàtiques i millorar els models de predicció climàtica i la gestió per mitigar els possibles impactes.⁵

REFERÈNCIES

- ¹ VON SCHUCKMANN, K. *et al.* (2016). «An imperative to monitor Earth's energy imbalance». *Nature Climate Change* 6 (2), 138-144. DOI: 10.1038/nclimate2876.
- ² CHENG, L. *et al.* (2020). «Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019». *Adv. in Atmos. Sci.*, 37(2), 137-142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>.
- ³ HOEGH-GULDBERG, O. *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. *et al.* (2011). «The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems». *Science*, 334, 652-655. DOI: 10.1126/science.1210288.
- ⁵ TINTORÉ, J. *et al.* (2019) «Challenges for Sustained Observing and Forecasting Systems in the Mediterranean Sea». *Frontiers in Marine Science*, 6 (568). DOI: 10.3389/fmars.2019.00568.
- ⁶ VON SCHUCKMANN, K. *et al.* (2018). «Copernicus Marine Service Ocean State Report». *Journal of Operational Oceanography* 11, S1-S142. DOI: 10.1080/1755876X.2018.
- ⁷ VOLKOV, D. L. *et al.* (2019). «Teleconnection between the Atlantic Meridional Overturning Circulation and Sea Level in the Mediterranean Sea». *Journal of Climate*, 32, 935-955. DOI: 10.1175/JCLI-D-18-0474.1.
- ⁸ COMA, R. M. *et al.* (2009). «Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(15), 6176-6181. DOI: 10.1073/pnas.0805801106.
- ⁹ CONVERSI, A. *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). DOI: 10.1371/journal.pone.0010633.
- ¹⁰ CALVO, E. *et al.* (2011). «Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea». *Climate Research*, 50(1), 1-29. DOI: 10.3354/cr01040.
- ¹¹ VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2010a). «How much is the Western Mediterranean really warming and salting?». *Journal of Geophysical Research*, 115, C04001. DOI:10.1029/2009JC005816.
- ¹² VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2010b). «Climate change in the Western Mediterranean Sea 1900-2008». *Journal of Marine Systems* 82, 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2010.04.013>.

- ¹³ PISANO, A. *et al.* (2020). «New Evidence of Mediterranean Climate Change and Variability from Sea Surface Temperature Observations». *Remote sensing*, 12, 132. DOI: 10.3390/rs12010132.
- ¹⁴ JORDÀ, G. *et al.* (2012a). «Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming». *Nature Climate Change*, 2. DOI: 10.1038/NCLIMATE1533.a.
- ¹⁵ MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (2010). «Mediterranean Warming Triggers Seagrass (*Posidonia oceanica*) Shoot Mortality». *Global Change Biology*, 16, 2366-2375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02130.x>.
- ¹⁶ REGLERO, P. *et al.* (2012). «Geographically and environmentally driven spawning distributions of tuna species in the western Mediterranean Sea». *Marine Ecology Progress Series*, 463, 273-284. DOI: 10.3354/meps09800.
- ¹⁷ MARBÀ N. *et al.* (2015). «Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota». *Frontiers in Marine Science*, 2, 56. DOI: 10.3389/fmars.2015.00056.
- ¹⁸ BALBÍN, R. *et al.* (2014). «Seasonal and interannual variability of dissolved oxygen around the Balearic Islands from hydrographic data». *Journal of Marine Systems*, 138, 51-62. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2013.12.007.
- ¹⁹ LANDRY, M. *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, 739-748. DOI: 10.1093/plankt/fbs025.
- ²⁰ LÓPEZ-JURADO, J. L. *et al.* (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, L24606. DOI: 10.1029/2005GL024430.
- ²¹ VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2010). *Cambio Climático en el Mediterráneo español. Segunda edición actualizada*. Madrid: Ministeri de Ciència i Innovació. Institut Espanyol d'Oceanografia.
- ²² GOMIS, D. *et al.* (2020). «Context oceanogràfic de l'illa de Cabrera». A: Grau A, M. *et al.* *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. ISBN: 978-84-09-3.
- ²³ VARGAS-YÁÑEZ, M. *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>.
- ²⁴ BARCELÓ-LLULL, B. *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>.
- ²⁵ SCHROEDER, K. *et al.* (2017). «Rapid response to climate change in a marginal sea». *Scientific Reports*, 7(1), 4065. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04455-5>.
- ²⁶ VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2019). *The present state of marine ecosystems in the Spanish Mediterranean in a Climate Change context*. Màlaga: Institut Espanyol d'Oceanografia; Grup Mediterrani de Canvi Climàtic; Tuimagina Editorial.
- ²⁷ JORDÀ, G. *et al.* (2012b). «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>.
- ²⁸ ADLOFF, F. *et al.* (2015). «Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios». *Climate Dynamics*, 45, 2775-2802. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2507-3>.
- ²⁹ PORTS DE L'ESTAT. «Predicció de oleaje, nivel del mar; boyas y mareógrafos» [en línia]. <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>.
- ³⁰ DARMARAKI, S. *et al.* (2019). «Future evolution of Marine Heatwaves in the Mediterranean Sea». *Climate Dynamics*, 53, 1371-1392. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04661-z>.
- ³¹ SOTO-NAVARRO, J. *et al.* (2020). «Evolution of Mediterranean Sea water properties under climate change scenarios in the Med-CORDEX ensemble». *Climate Dynamics*, 54, 2135-2165. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-05105-4>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; GOMIS, D.; MARCOS, M.; JORDÀ, G.; BARCELÓ-LLULL, B.; PASCUAL, A.; AGUIAR, E.; RUIZ-PARRADO, I. (2021) «Temperatura». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/canvi-global/imb-temperatura-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Damià Gomis, Marta Marcos, Gabriel Jordà,
Bàrbara Barceló-Llull, Ananda Pascual i Inmaculada Ruiz-Parrado.

Salinitat

La salinitat és una de les variables fisicoquímiques de l'oceà i és un paràmetre que s'inclou a les Estratègies Marines.¹ Es defineix com la quantitat de sal dissolta a la mar i es quantifica partint de quants grams de sal hi ha dissolts en 1.000 g d'aigua. Per tant, aquest paràmetre no té unitats —s'anul·len— i els valors es reporten en Unitats Pràctiques de Salinitat (PSU, de l'anglès Practical Salinity Units).

Talment com la temperatura, el seguiment de la salinitat és de gran rellevància per a la interpretació d'altres paràmetres d'estat ambiental, ja que influeix en la supervivència de determinades espècies i ecosistemes marins. Especialment en el cas d'organismes estenohalins, els quals no toleren variacions àmplies de salinitat. Per exemple, la planta marina *Posidonia oceanica* es troba afectada si s'assoleixen salinitats per damunt de 42 psu i per sota de 29 °C.²

La salinitat és una variable indirecta del canvi global. Cal mencionar que la quantitat de sal a nivell global es manté pràcticament constant, per la qual cosa les seves variacions podrien derivar principalment de canvis en l'aigua dolça incorporada pel desglaç de glaciars i gel continental. A nivell més regional, els canvis estan associats a una redistribució de la sal pels corrents marins, i localment a canvis en les aportacions d'aigua dels rius i de salmorra provinents de plantes dessalinitzadores.

En les darreres quatre dècades, les aigües de la Mediterrània occidental han mostrat de mitjana un augment de la salinitat, tant en superfície com en profunditat.^{3,4} Les variacions de la salinitat estan connectades amb canvis al cicle de l'aigua i la circulació atmosfèrica, i poden induir variacions en la circulació dels corrents oceànics.

Adicionalment, la salinitat ajuda a detectar l'origen i diferenciar les diverses masses d'aigua d'una regió oceànica. A la mar Balear, la salinitat determina la influència d'aigua atlàntica i els seus graus

de modificació quan passa per la conca, l'intercanvi d'aigua entre els canals de les illes o l'aflorament (conegut com *upwelling* en anglès) produït per fronts atmosfèrics.⁴

Finalment, la salinitat té un paper fonamental —juntament amb la temperatura— en la determinació de la densitat d'una massa d'aigua i, per tant, en els gradients de densitat que generen corrents marins.⁵ Millorar la caracterització i comprensió dels corrents i la circulació marina és clau per gestionar de manera integrada les mars i els oceans tant a la mar oberta com a la costa. Els corrents marins són essencials per poder predir la deriva de plàstics, hidrocarburs, grumers i/o larves i ous de peixos.

METODOLOGIA

Es mostren les dades de la salinitat superficial capturades per boies oceanogràfiques del SOCIB (figura 1). Les dades es troben en línia a la pàgina del Data Catalog del SOCIB (<http://apps.socib.es/data-catalog/>).

La salinitat es mesura a 1 m de fondària de l'aigua. El sensor de mesurament té una precisió de 0,002 °C i s'empren només les dades de control de qualitat igual a 1 (Quality Control, QC = 1). Les dades provenen de la boia del canal d'Eivissa (lat. 38° 49' 28,02" N; long. 0° 47' 1,201") entre els anys 2013-2018, i de la boia de Palma (lat. 39° 29' 57,998" N, long. 2° 42' 2,001" E) entre els anys 2012-2020.

QUÈ ÉS?

La salinitat és la quantitat de sal dissolta en un cos d'aigua. Aquesta variable fisicoquímica mostra quants grams de sal conté 1 kg d'aigua i per tant no té unitats. Els valors de salinitat es reporten en psu (Unitats Pràctiques de Salinitat, de l'anglès Practical Salinity Units).

$$\frac{\text{g de sal}}{1.000 \text{ g d'aigua de mar}}$$

METODOLOGIA

S'obtenen dades històriques de salinitat superficial —a 1 m de fondària— recollits per boies localitzades en estacions fixes gestionades pel SOCIB. S'inclouen dades de la boia del canal d'Eivissa (2013-2018) i de la boia de Palma (2012-2020).

Les dades de salinitat en profunditat provenen de dispositius CTD (sigles de l'anglès per Conductivitat, Temperatura i Profunditat) del projecte RAD-MED.² Es mostren dades estacionals històriques de salinitat des de l'any 1994 —dels 5 als 2.500 m de fondària— mesurades a tres zones de la mar Balear (sud de Mallorca, nord de Menorca i Cabrera).

RESULTATS

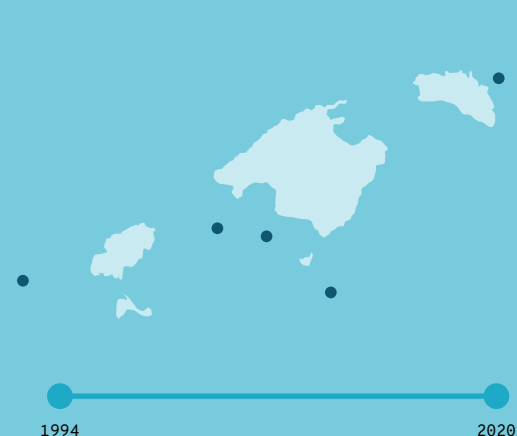
Les dades de salinitat superficial capturades per les boies mostren certa ciclicitat estacional molt influenciada per variacions locals. Els màxims mesurats (38,3 psu l'any 2014) s'assoleixen a final d'estiu, mentre que els mínims (dada puntual de ~ 36,2 psu els anys 2013 i 2019) s'observen a final de tardor.

La boia del canal d'Eivissa mostra una salinitat inferior que la de Palma, possiblement a causa d'una localització més propera a l'entrada d'aigua de l'oceà Atlàntic —més fresca que la mediterrània.

PER QUÈ?

Aquest paràmetre s'inclou a les Estratègies Marines.¹ Cal conèixer la seva evolució perquè influeix en la supervivència de certes espècies i hàbitats marins (com el de *Posidonia oceanica*). A més a més, la salinitat és una variable indirecta del canvi global. Juntament amb la temperatura, intervé en els gradients de densitat que generen els corrents oceànics. La comprensió dels corrents marins és crucial per predir, per exemple, la deriva de residus, grumers i/o larves i ous de peixos.

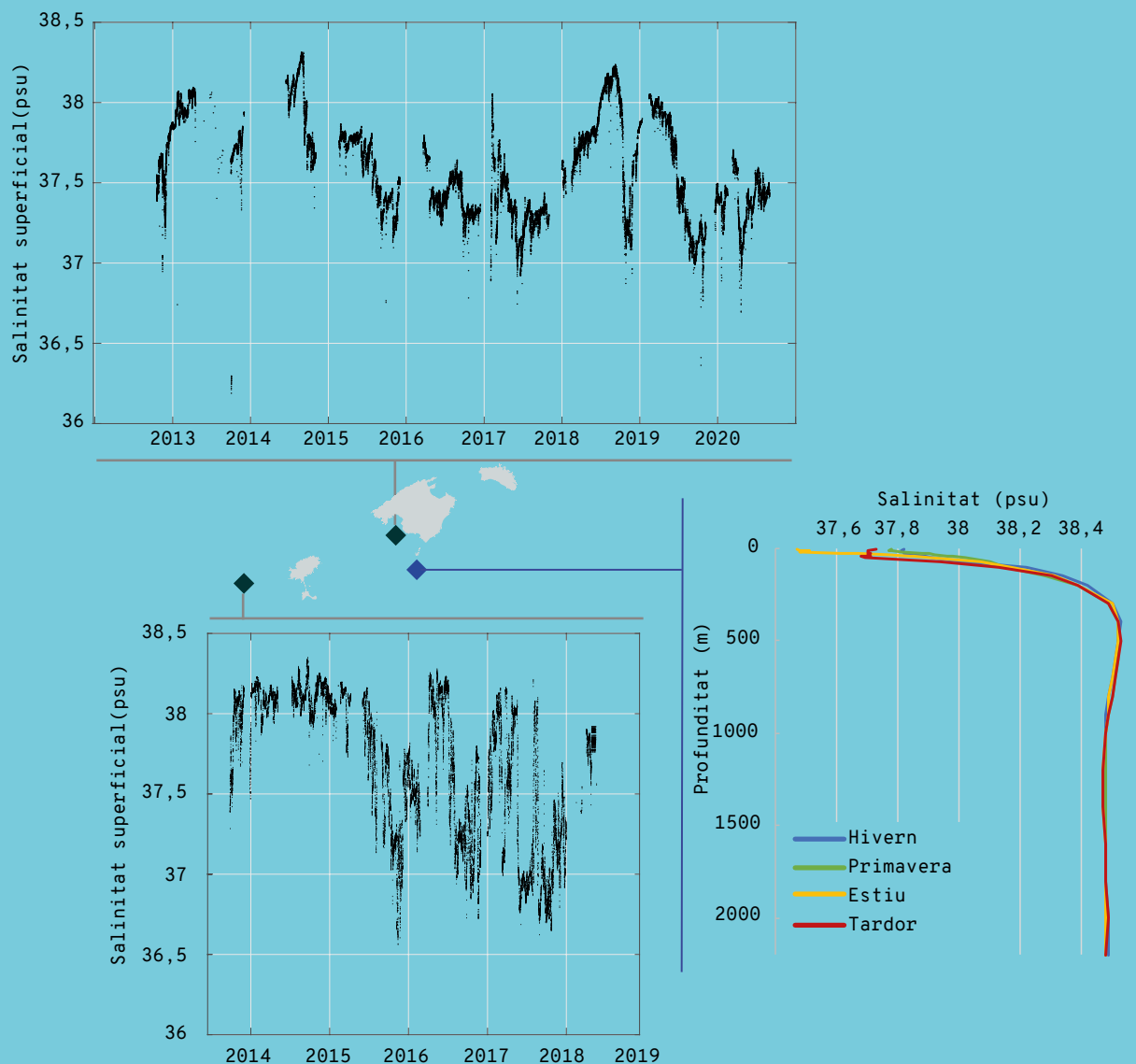
LOCALITZACIÓ



Els canvis de salinitat estacionals són força petits en comparació amb les variacions espacials o en profunditat. Aquests canvis solen estar associats a la redistribució de les masses d'aigua.

Pel que fa a la salinitat de profunditat de les tres estacions de mostreig CTD, s'observa que els valors estacionals convergeixen en un valor constant de 38,48 psu a partir dels 1.000 m.

Models de predicció climàtica mostren un augment de salinitat d'entre 0,08-0,37 psu al llarg del segle XXI a fondàries intermèdies (300-700 m).³



Salinitat superficial capturada per boies del SOCIB (a 6 m) i salinitat en profunditat capturada amb CTD per al projecte RADMED. FONT SOCIB i RADMED.²

REFERÈNCIES

¹ «Estrategias Marinas». <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/IV_D7_Levantino-Balear_tcm30-130923.pdf>.

² VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2019). *The present state of marine ecosystems in the Spanish Mediterranean in a climate change context*. Tuimagina Editorial, Grupo Mediterráneo de Cambio Climático. ISBN: 978-84-09-13597-4.

³ SOTO-NAVARRO, J. *et al.* (2020). «Evolution of Mediterranean Sea water properties under climate change scenarios in the Med-CORDEX ensemble». *Clim Dyn.* 54(3), 2135-65.



Figura 1. Imatge de la boia de Palma del SOCIB utilitzada per mesurar variables oceanogràfiques com la salinitat. FONT: SOCIB.

Adicionalment s'inclouen valors de salinitat en perfils de profunditat capturats per rosetes CTD (sigles de l'anglès per Conductivitat, Temperatura i Profunditat) del projecte nacional RADMED (Radials de la Mediterrània).⁶ Es mostren els valors mitjans estacionals de salinitat des de l'any 1994 de tres zones de la mar Balear dels 5 m fins als 2.500 m de fondària:

Sud de Mallorca

Estació B1 (lat. 39° 28,6020' N, long. 2° 25,6020' E)

Estació B2 (lat. 39° 24,1020' N, long. 2° 25,6020' E)

Estació B3 (lat. 39° 20,5020' N, long. 2° 25,6020' E)

Nord de Menorca

Estació MH4 (lat. 40° 10,0020' N, long. 4° 34,9620' E)

Cabrera

Estació EPC (lat. 39° 0,0000' N, long. 3° 10,2600' E)

RESULTATS

Tot i que les precipitacions i l'evaporació tenen cicles anuals, les variacions de la salinitat superficial (a 1 m) capturades per les boies de Palma i del canal d'Eivissa mostren únicament certa cíclicitat estacional, tot i que molt influenciada per variacions locals (figura 2).

La salinitat està molt poc afectada localment per la pluja —afecta una capa molt sòlida i per poc temps, ja que les anomalies es propaguen molt ràpidament—, on les variacions tenen una escala espacial relativament petita. Aquests fets dificulten la identificació de tendències climàtiques de la temperatura.

Els valors de salinitat màxima s'assoleixen a final d'estiu. El valor màxim detectat és de 38,3 psu. Aquest màxim es detecta a final d'estiu de l'any 2014 a les dues boies.

Els valors mínims es capturen a final de tardor. El valor mínim es troba al voltant de 36,2 psu (pels anys 2013 i 2019) i es registra puntualment a la boia de Palma.

En general, la boia del canal d'Eivissa mostra un nombre més gran de valors amb menys salinitat (< 37 psu) que la de Palma. Aquest fet podria estar relacionat amb la circulació oceànica, ja que al canal d'Eivissa sol produir-se una entrada d'aigua d'origen atlàntic menys salina que la mediterrània. Així mateix, aquesta boia també manté un nombre més gran de valors de salinitat alta (> 38 psu).

En profunditat, els perfils de salinitat mitjana estacional capturats per les rosetes CTD de les campanyes RADMED⁶ mostren els valors mínims de salinitat superficial < 37,5 psu a l'estiu a les estacions de Mallorca i Cabrera (figura 3). No obstant això, al nord de Menorca els mínims de salinitat superficial de 37,7 psu s'assoleixen a la tardor. Els màxims de salinitat superficial de 38 psu es registren a l'hivern al transsecte de Maó, possiblement indicant un grau superior de modificació d'aigua atlàntica.⁶

En profunditat, els valors estacionals de salinitat convergeixen al voltant de 38,48 psu i es mantenen constants a partir dels 1.000 m.

D'altra banda, un estudi de seguiment de les tendències de salinitat entre els anys 2011-2018 al canal de Mallorca mostra un augment de salinitat de + 0,010/any a profunditats intermèdies (300-700 m).⁴

Finalment, models de projecció de salinitat per al segle XXI mostren un augment de salinitat important (entre 0,08 i 0,37 psu) a fondàries intermèdies (150-600 m) a causa de l'augment d'evaporació a la conca.⁷ No obstant això, per a la salinitat en superfície hi ha discrepàncies entre els models, perquè es desconeix l'efecte i l'abast de l'aigua dolça del desglaç de la zona polar a la Mediterrània.⁷

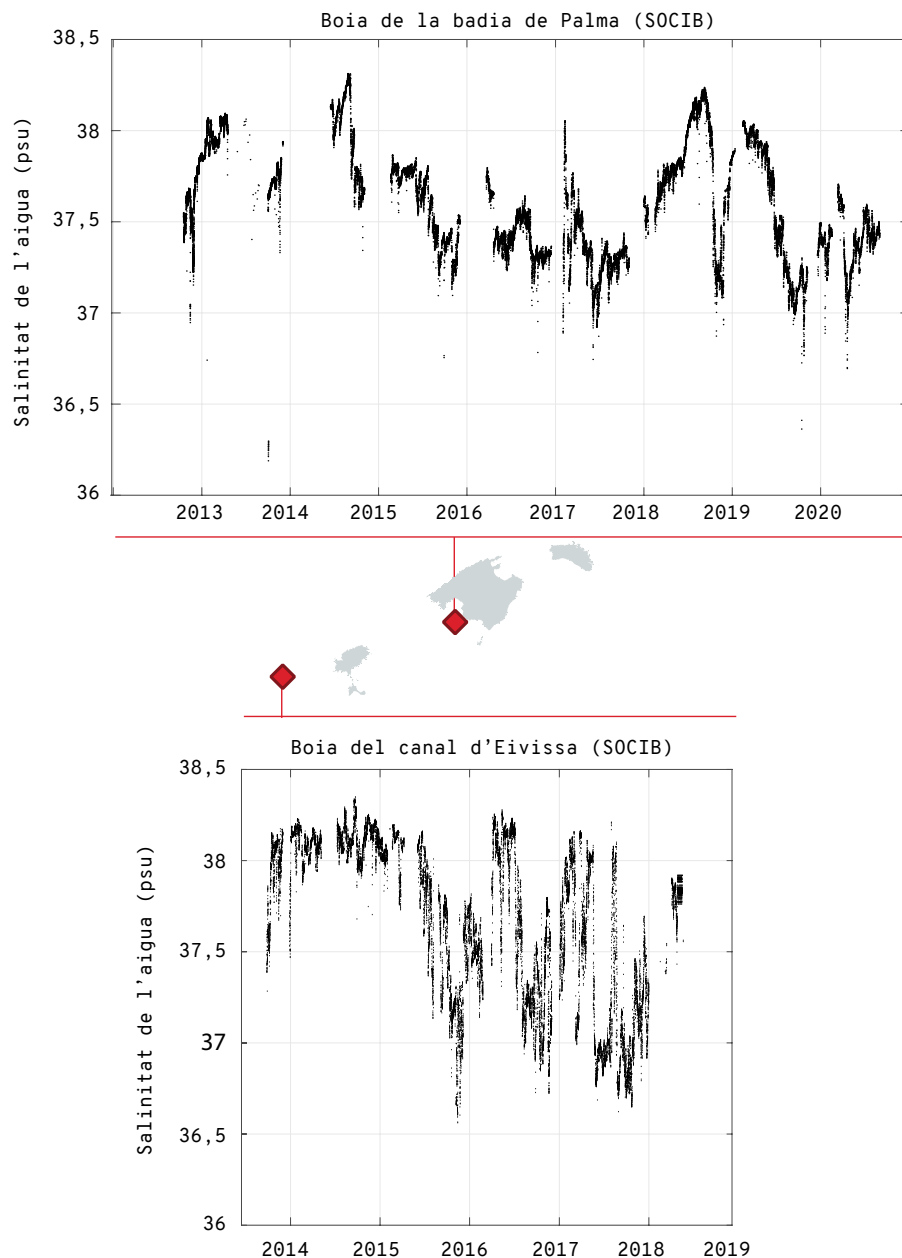


Figura 2. Evolució temporal de la salinitat a 1 m de profunditat capturada per les boies oceanogràfiques de Palma i del canal d'Eivissa. FONT: SOCIB.

CONCLUSIONS

- A la mar Balear es necessiten sèries temporals de dècades per poder començar a inferir canvis de la salinitat.
- El seguiment de la salinitat superficial des de l'any 2012 mostra que no hi ha un cicle estacional marcat amb molta variabilitat intra i interanual. Aquesta variabilitat està probablement induïda per canvis als corrents i l'advecció de diverses masses d'aigua, ja que la mar Balear és una zona de confluència entre les aigües més velles del nord (més influenciades per l'aigua de la conca llewantina i més salades) i les més noves del sud (més afectades per l'Atlàntic i menys salades).
- En general, els canvis de salinitat observats, la seva variabilitat natural en el temps i la variabilitat espacial no són molt grans. El cicle estacional de la salinitat capturat per CTD mostra que les estacions del sud de Mallorca i Cabrera són les que assoleixen valors de salinitat mínims en superfície ($< 37,5$ psu) durant l'estiu. D'altra banda, els màxims de salinitat superficial de 38 psu s'assoleixen al nord de Menorca.
- A partir dels 1.000 m de fondària la salinitat és $\sim 38,48$ psu a totes les estacions de mostreig de CTD.
- Models de predicció per a tot el segle XXI mostren increments substancials de la salinitat a fondàries intermèdies, d'entre 0,08 i 0,37 psu, associats a augments de l'evaporació de l'aigua de la conca de la Mediterrània.⁷

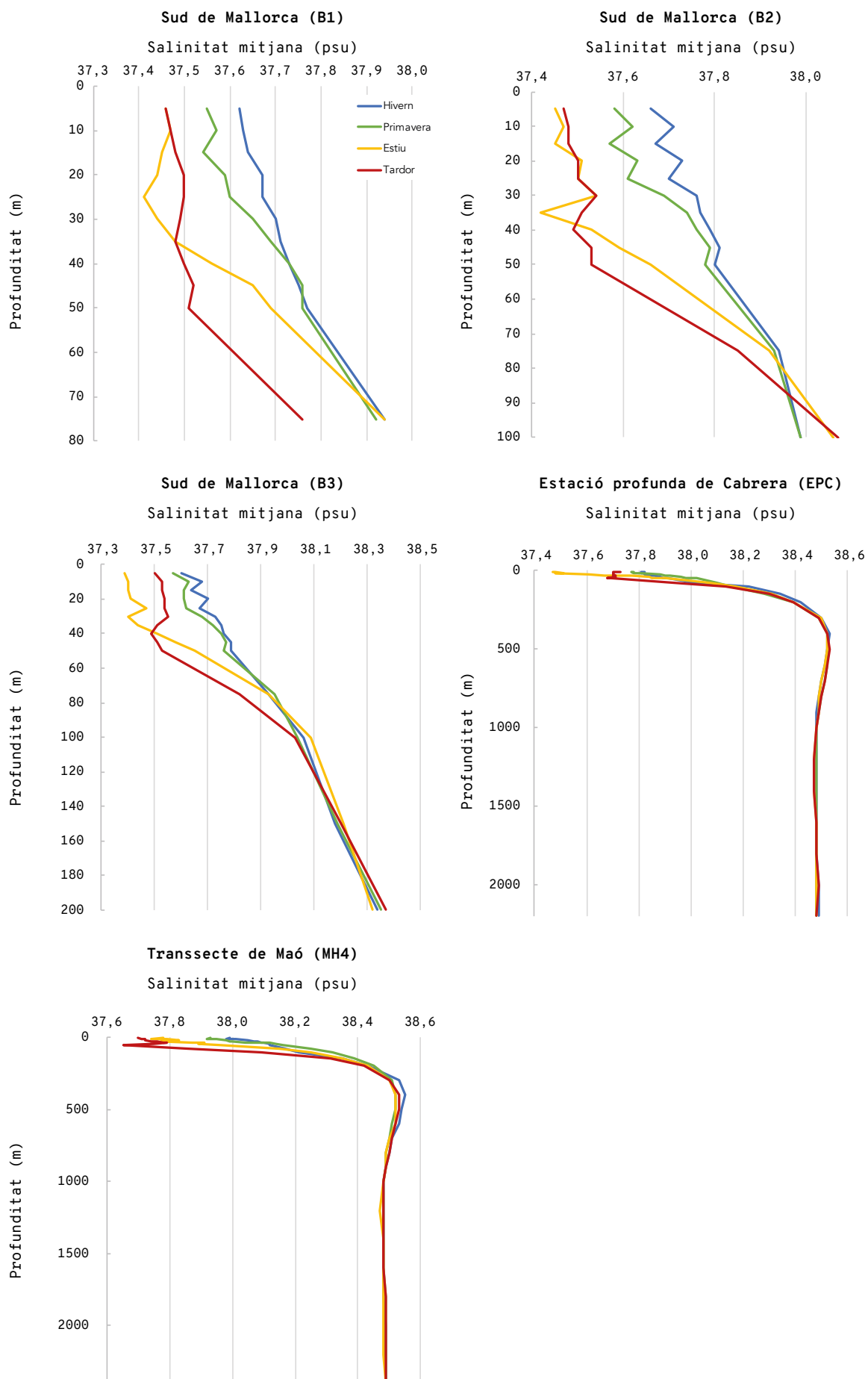


Figura 3. Transsectes de salinitat en profunditat recollits durant les campanyes de CTD del projecte RADMED. FONT: Vargas-Yáñez *et al.*⁶

REFERÈNCIES

- ¹ «Estrategias Marinas»
[https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/IV_D7_Levantino-Balear_tcm30-130923.pdf].
- ² FERNÁNDEZ-TORQUEMADA, Y; SÁNCHEZ-LIZASO, J. L. (2005). «Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320(1), 57-63.
- ³ BORGHINI, M. *et al.* (2014). «The Mediterranean is becoming saltier». *Ocean Sci.* 10(4), 693-700. <https://doi.org/10.5194/os-10-693-2014>.
- ⁴ BARCELÓ-LLULL, B. *et al.* (2019). «Temporal and Spatial Hydrodynamic Variability in the Mallorca Channel (Western Mediterranean Sea) From 8 Years of Underwater Glider Data». *J Geophys Res Ocean.* 124(4), 2769-86. <https://doi.org/10.1029/2018JC014636>.
- ⁵ PASCUAL, A. *et al.* (2017). «A Multiplatform Experiment to Unravel Meso- and Submesoscale Processes in an Intense Front (AlborEx)». *Frontiers in Marine Science*, 4, 39. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00039>.
- ⁶ VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2019). *The present state of marine ecosystems in the Spanish Mediterranean in a climate change context*. Tuimagina Editorial, Grupo Mediterráneo de Cambio Climático. ISBN: 978-84-09-13597-4.
- ⁷ SOTO-NAVARRO, J. *et al.* (2020). «Evolution of Mediterranean Sea water properties under climate change scenarios in the Med-CORDEX ensemble». *Clim Dyn.* 54(3), 2135-65.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; GOMIS, D.; MARCOS, M.; JORDÀ, G.; BARCELÓ-LLULL, B.; PASCUAL, A.; RUIZ-PARRADO, I. (2021). «Salinitat». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/canvi-global/imb-salinitat-cat.pdf>>.

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

Temperatura de l'aire sobre la mar

La regió mediterrània s'està escalfant un 20 % més ràpid que la mitjana global, i per a l'any 2040 es preveu un augment de temperatura de 2,2 °C.¹

La temperatura de l'aire sobre la mar depèn en gran manera de la temperatura superficial de l'aigua de la mar (SST), per la qual cosa ambdues tendeixen a semblar-se, però no exclusivament: les adveccions vives d'aire fred o d'aire càlid poden permetre diferències molt importants entre la 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.^{2,3} Per tant, aquest paràmetre també s'utilitza com a indicador de canvi global, ja que pot afectar la biodiversitat i els hàbitats marins, amb conseqüències negatives en l'economia i els mitjans de vida humana.

Talment com succeeix amb la temperatura superficial de la mar, sèries històriques de temperatura de l'aire mesurades per estacions de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) estan mostrant un augment en les darreres dècades (figura 1).⁴

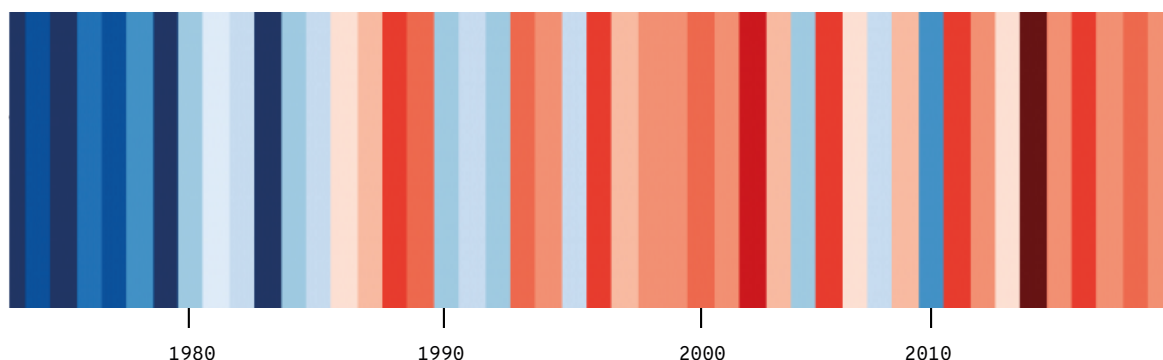


Figura 1. Gràfic de ratlles climàtiques (*climate stripes*) visibilitzant les anomalies anuals de temperatura entre els anys 1973-2019 causades pel canvi global. Les anomalies es basen en la mitjana dels valors de temperatura observats als aeroports de Menorca, Palma i Eivissa. S'observa una tendència a l'escalfament (colors vermells) amb el pas dels anys. L'escala de color varia entre -1,24 i 1,24 °C. FONT: A. Jansà y D. Argüeso.⁵

QUÈ ÉS?

Mesurament de la temperatura de l'aire a 3 m sobre la superfície de l'aigua mitjançant una boia oceano-gràfica. És un indicador climàtic de canvi global on es reflecteix la interacció aire-mar, ja que entre aquests dos medis es produeix un intercanvi de calor.

METODOLOGIA

El mesurament de temperatura de l'aire es realitza a través de sensors instal·lats en boies que floten en estacions fixes, a 3 m de la superfície de l'aigua. 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 següents dues boies:

- (i) Boia de Maó (latitud 39,72° N, longitud 4,42° E): ancorada a 300 m de profunditat.
- (ii) Boia de sa Dragonera (latitud 39,55° N, longitud 2,10° E): ancorada a 135 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 terra dels tres aeroports de les Balears (procedents de l'Agència Estatal de Meteorologia, AEMET) entre els anys 2006 i 2020.

RESULTATS

La variabilitat estacional de la temperatura de l'aire entre finals d'estiu (setembre-octubre) i finals d'hivern (gener-febrer) pot assolir els 28 °C de diferència.

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).

La comparació de temperatura de l'aire i temperatura superficial de la mar de la boia de sa Dragonera mostra que, durant la major part de l'any, la mar és

PER QUÈ?

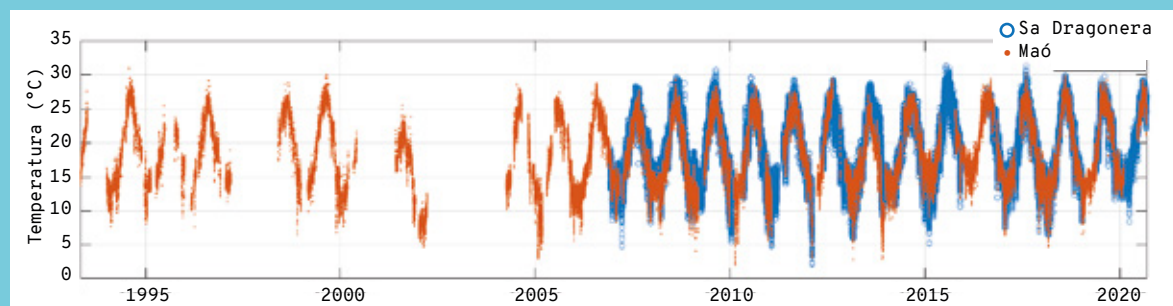
Sèries històriques de temperatura de l'aire mesurades en estacions terrestres de les Illes Balears estan mostrant un augment en les darreres dècades. És necessari disposar d'un seguiment temporal de les variables climàtiques de temperatura de l'aire sobre la mar i entendre millor la seva interacció amb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

LOCALITZACIÓ



~ 1 °C més càlida que la temperatura de l'aire del mateix punt (excepte per primavera, quan s'igualen temperatures); per tant, la mar es troba en condicions de cedir calor a l'aire durant la major part de l'any.

Finalment, la temperatura de las estacions de terra es mostra inferior (entre 1-3 °C) a la temperatura de l'aire de la boia, exceptuant els mesos de maig a agost, quan s'igualen els valors.



Seguiment històric de la temperatura de l'aire, a 3 m sobre l'aigua, mesurada en boies ancorades en estacions fixes. Dades de les boies de Maó (color vermell) i sa Dragonera (color blau). FONT: Ports de l'Estat.

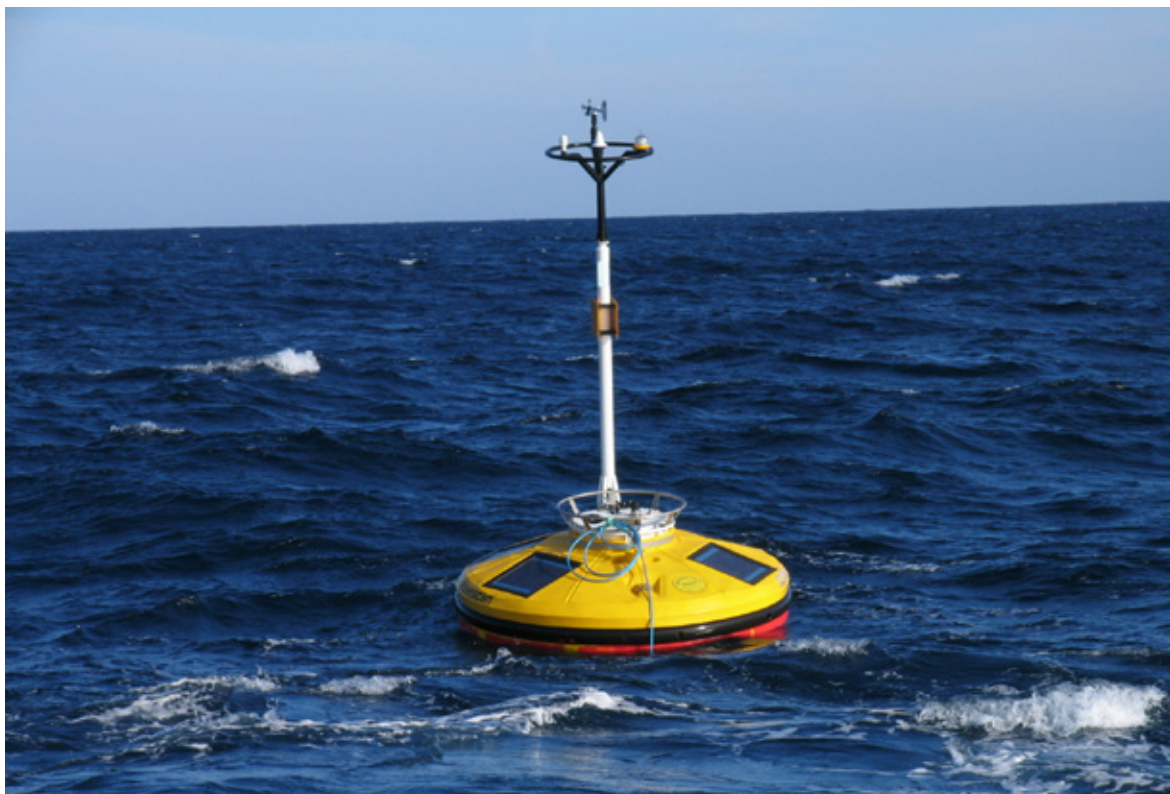


Figura 2. Imatge de boia WaveScan de Ports de l'Estat utilitzada en el mesurament de variables oceanogràfiques i de temperatura de l'aire sobre la mar (a 3 m). FONT: Ports de l'Estat.

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 significatives entre precipitació intensa i anomalies tèrmiques de SST.

Per tant, hi ha una necessitat d'entendre millor els mecanismes de canvi d'aquest paràmetre i disposar d'un seguiment sobre 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 el nivell de la mar es mesuren directament mitjançant sensors boies que floten en estacions fixes. Les mesures es fan a 3 m sobre la superfície de l'aigua. Les boies s'ancoren lluny de la línia de costa per evitar possibles efectes locals.

Dades de la temperatura de l'aire sobre la mar provenen de dues boies WaveScan (figura 1) gestionades per Ports de l'Estat (<http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>):

- (i) Boia de Maó (latitud 39,72° N, longitud 4,42° E): dades des de 1993, boia ancorada a 300 m de profunditat.
- (ii) Boia de sa Dragonera (latitud 39,55° N, longitud 2,10° E): dades des de 2016, boia ancorada a 135 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 deu minuts. La recollida de dades es complementa amb un control de qualitat de tots els equips de mesurament, el qual 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 y 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 d'SST—, amb dades de temperatura mitjana de l'aire sobre terra de les estacions de seguiment terrestres (aeroports de les Balears) procedents de l'AMET, recollides entre els anys 2006 i 2020. Aquestes dades han estat processades per convertir-les en mitjanes mensuals de temperatura, facilitant la interpretació de les tendències de temperatura.

RESULTATS

La temperatura de l'aire sobre la mar Balear mitjançant boies mostra cicles de variació anuals (figura 3). En la majoria de casos, els mínims de temperatura arriben als 2 °C, mentre que els màxims no superen els 30 °C. El període més fred es registra entre gener i febrer, mentre que els més càlids ocorren entre setembre i octubre.

La boia de sa Dragonera assoleix temperatures més grans que la de Maó (~ 1 °C). Això pot ser degut al

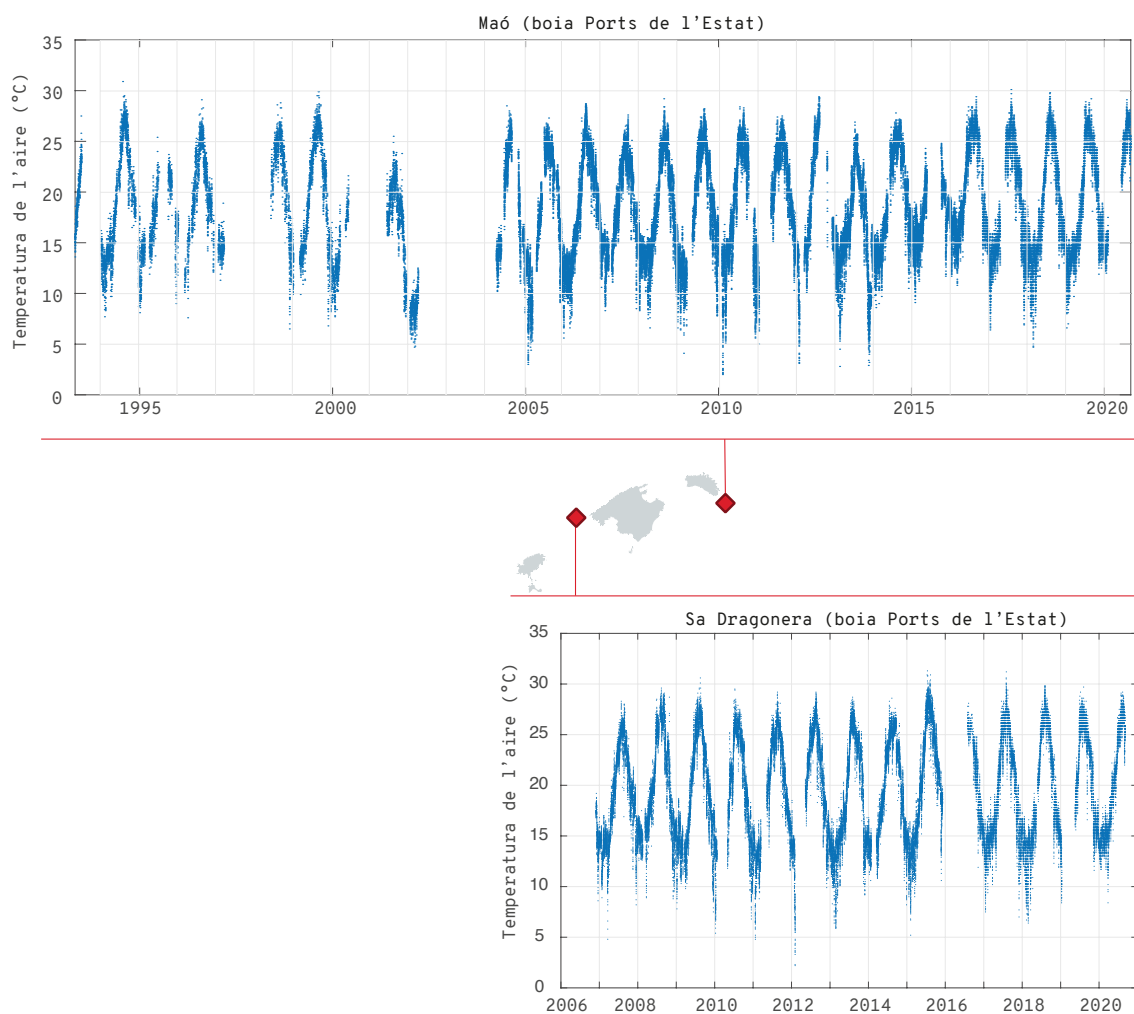


Figura 3. Seguiment històric de la temperatura de l'aire a 3 m sobre l'aigua registrat per les boies de Ports de l'Estat de Maó (superior) i de sa Dragonera (inferior). FONT: Ports de l'Estat.

fet que Menorca queda dins l'àmbit geogràfic del vent de component nord (tramuntana), essent el màxim responsable de refredar la mar a la Mediterrània occidental.^{2, 6, 7} 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.

L'any 2015 mostra un pic càlid en la boia de sa Dragonera (sense registre en la boia de Maó). D'altra banda, especialment en la boia de Maó, els mesos d'hivern dels anys 2010-2014 mostren registres més freds que la resta ($< 5^{\circ}\text{C}$), on el valor més fred ($\sim 2^{\circ}\text{C}$) es registra el gener de 2010.

A la figura 4 s'observa com durant gairebé tot l'any la temperatura mitjana de l'aire sobre la mar és més baixa que la temperatura de l'aigua, amb l'excepció dels mesos d'abril i maig, quan ambdues tempera-

tures s'igualen; per tant, la major part de l'any la mar està 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 terra en els aeroports de les Illes Balears és inferior a les temperatures de l'aigua en la boia de sa Dragonera. La diferència entre la temperatura de l'aire sobre terra i l'SST assoleix els 4°C els mesos d'hivern.

La temperatura de l'aire sobre la mar arriba a igualar la temperatura de l'aire sobre terra entre els mesos de maig a agost. El refredament nocturn de les Illes és la causa principal que les temperatures mitjanes sobre terra siguin baixes. L'escalfament diürn arriba a compensar el refredament nocturn durant els mesos de radiació solar més gran i nits més curtes, però no arriba a produir-se canvi de signe. Vist d'una altra manera: l'oscil·lació mitjana

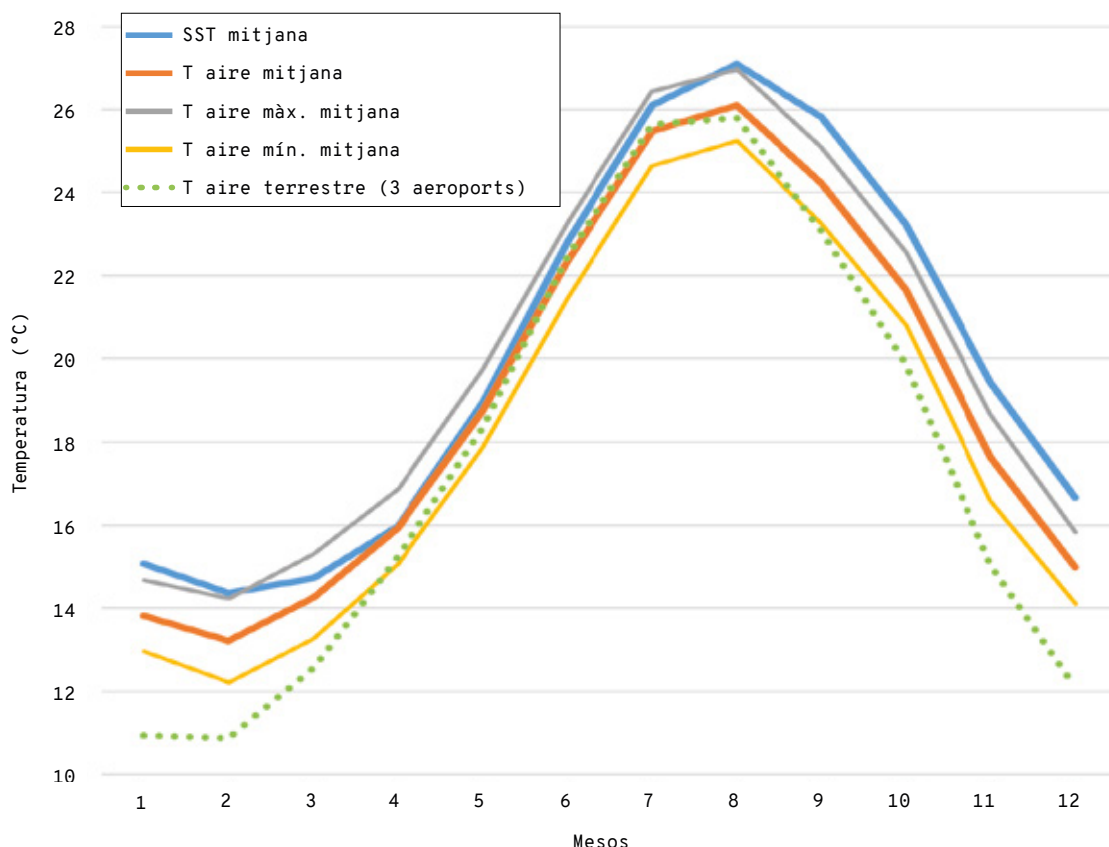


Figura 4. Temperatura mitjana de l'aigua (SST) i de l'aire (T aire) amb màxima (màx.) i mínima (mín.) de la boia de sa Dragonera entre els anys 2006-2020. La línia de punts fa referència a la mitjana de la temperatura de l'aire als tres aeroports de les Balears per al mateix període. FONT: Ports de l'Estat i AEMET. AUTOR DE LA FIGURA: Agustí Jansà (2020, comunicació personal no publicada).

diària de les temperatures de l'aire sobre l'aigua és de només 1,9 °C. L'oscil·lació mitjana diària en el 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).⁷

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 apartades de les que es poden calcular amb les dades dels aeroports. Les últimes tendències disponibles, entre els anys 1973 i 2019, indiquen, per als aeroports en conjunt, 0,3 °C/dècada. Aquesta tendència, visualitzada en la figura 1, és superior a la de la temperatura planetària global en el mateix període, que és de gairebé 0,2 °C/dècada.⁸ Addicionalment, es tracta d'una tendència no uniforme que presenta notables diferències estacionals.⁹ Al voltant de 0,2-0,3 °C/dècada és el que s'indica per a les Illes Balears a l'informe científic MedECC¹, elaborat per experts en canvi ambiental i climàtic de la Mediterrània.

CONCLUSIONS

- Els valors extrems estacionals de la temperatura de l'aire sobre la mar varien al voltant dels 28 °C (de 30 °C a 2 °C).
- La boia de sa Dragonera registra temperatures més càlides que la de Maó (~ 1 °C), possiblement per tenir menys influència del vent tramuntana, de component nord.
- La comparació de l'SST amb la temperatura sobre la mar mostra que aquesta és més baixa (~ 1 °C) durant gairebé tot l'any, excepte per abril i maig, quan s'igualen els valors. La temperatura de l'aire sobre terra és menor a l'SST durant tot l'any, assolint 4 °C de diferència a l'hivern.
- La temperatura de l'aire sobre la mar és superior a la terrestre (al voltant d'1-3 °C), excepte els mesos entre maig i agost, quan s'igualen.
- Les prediccions d'augment de temperatura de l'aire per a les Illes Balears són d'entre 0,2-0,3 °C/dècada.¹

REFERÈNCIES

- ¹ MED-ECC (2020). «Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin-Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report». Cramer, W.; Guiot, J.; Marini, K. (eds). Marsella: Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP.
- ² LÓPEZ-JURADO, J. L. (1982). «A simple model of a water column applied to the deep water formation in Northern Catalan Sea». *Annales Geophysicae*, 5B (2), 55-60.
- ³ XOPLAKI, E. (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 JANSÀ, A. (2020). «Estat del clima a les Illes Balears. Estiu 2020». [[en línia](#)].
- ⁵ JANSÀ, A.; ARGÜESO, D. (2020). «Climate stripes de Baleares» [<http://lincc.uib.eu/climate-stripes-balears/>].
- ⁶ JANSÀ, A. (1987). «Distribution of the Mistral: A satellite observation». *Meteorology and Atmospheric Physics*, 36, 201-14. <https://doi.org/10.1007/BF01045149>.
- ⁷ JANSÀ, A. (2014). *El clima de les Illes Balears*. Palma: Lleonard Muntaner Editor.
- ⁸ JANSÀ, A. (2020). «Estat del clima a les Illes Balears. Any 2019». [[en línia](#)].
- ⁹ JANSÀ, A. (2016). «Extension of summer climatic conditions into spring in the Western Mediterranean area». *International Journal of Climatology*, 37(4), 1938-50. <https://doi.org/10.1002/joc.4824>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; JANSÀ, A. (2021). «Temperatura de l'aire sobre la mar». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/canvi-global/imb-temperatura-aire-cat.pdf>>.

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

Nivell de la mar

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

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

METODOLOGIA

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

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

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

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

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

QUÈ ÉS?

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

METODOLOGIA

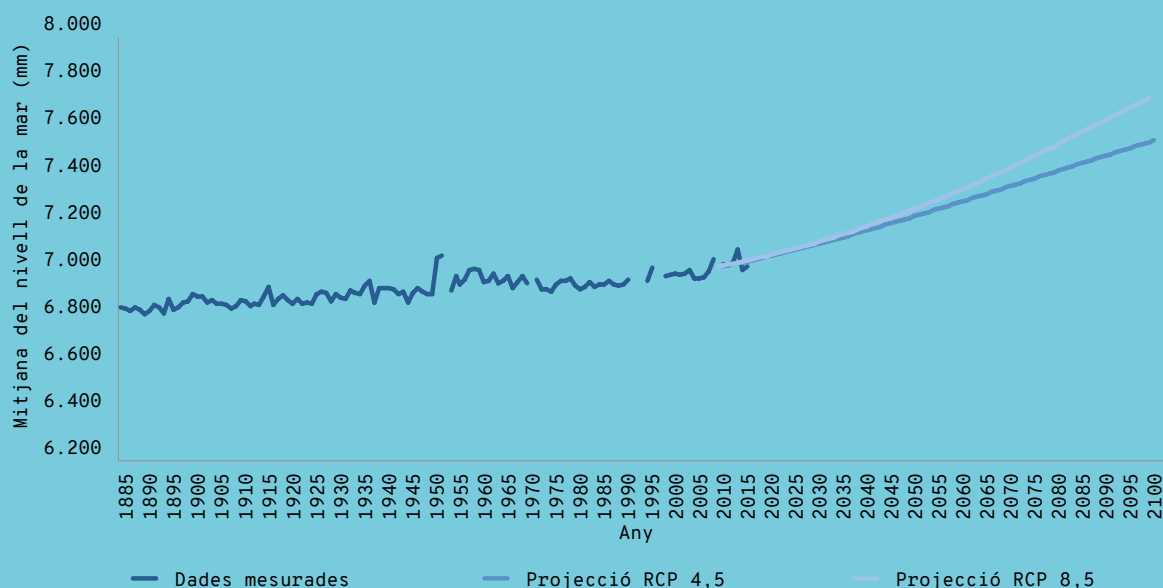
Les dades del nivell de la mar dels mareògrafs emprats aquí provenen del Servei Permanent del Nivell Mitjà de la Mar (PSMSL en les seves sigles en anglès: <https://www.psmsl.org>). Concretament, es mostren les mitjanes anuals de l'estació de Marsella, que es considera representativa de la Mediterrània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

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

RESULTATS

La pujada del nivell de la mar a la Mediterrània occidental s'ha accelerat els darrers anys. Concretament, ha augmentat 1,32 mm/any els darrers 134 anys (increment acumulat de 17,7 cm durant aquest període). Els darrers 39 anys l'augment ha estat de 3,00 mm/any i els últims 26 de 3,29 mm/any, coherent amb una acceleració del ritme de pujada en els darrers anys.

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



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

PER QUÈ?

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

LOCALITZACIÓ



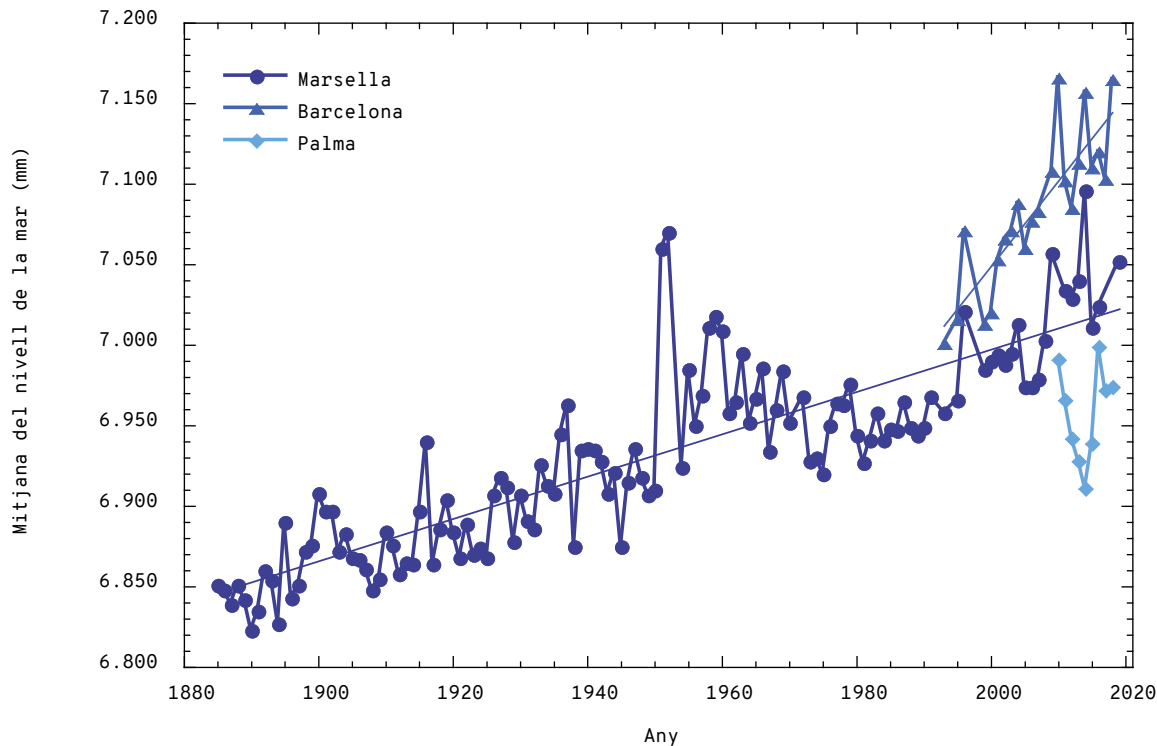


Figura 1. Mitjanes anuals del nivell de la mar a les estacions de Marsella, Palma i Barcelona. Les línies mostren l'ajust d'una regressió lineal. Per al període entre 1885 i 2019, l'estació de Marsella ha mostrat un increment del nivell de la mar d'1,32 mm/any ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$); mentre que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

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

RESULTATS

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

Per a l'estació de Barcelona només es disposa de dades a partir de l'any 1993. Durant el període comprès entre 1993 i 2018, a Barcelona s'ha observat una pujada del nivell de la mar de 5,29 mm/any ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$). Si avaluem la pujada del nivell de la mar a l'estació de Marsella per al mateix període de temps (entre 1993 i 2019), és a dir, per als darrers 26 anys, aquesta pujada ha estat de 3,29 mm/any ($R^2 = 0,49$; $p < 0,0005$); mentre que entre els anys 1980 i 2019 ha estat de 3,00 mm/any ($R^2 = 0,75$; $p < 0,0001$) (figura 1). Aquestes dades són coherents amb una acceleració del ritme de pujada del nivell de la mar en els darrers anys.

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

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

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

CONCLUSIONS

- A la Mediterrània occidental (a l'estació de Marsella) el nivell de la mar ha augmentat a un ritme d'1,32 mm/any els darrers 134 anys; 3,00 mm/any els darrers 39 anys i 3,29 mm/any els darrers 26 anys. Això mostra una acceleració del ritme de pujada.
- A l'estació de Barcelona, l'augment del nivell de la mar ha estat de 5,29 mm/any els darrers 25 anys.
- Les projeccions per a dos escenaris diferents d'emissions mostren que d'aquí a final de segle el nivell de la mar podria augmentar entre 57 i 75 cm.
- Les platges de les Balears podrien retrocedir entre 7 i 50 metres, cosa que equivaldria a una reducció a la meitat de la seva superfície aèria.

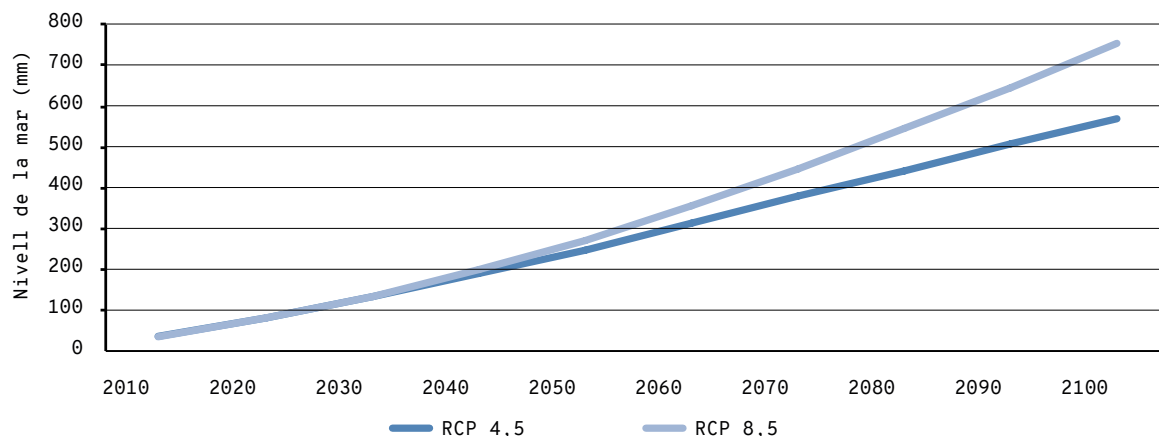


Figura 2. Projeccions de la pujada del nivell de la mar Mediterrània entre els anys 2010 i 2100 per als escenaris d'emissions RCP 4,5 i RCP 8,5 de l'IPCC. FONT: Kopp *et al.*⁴

REFERÈNCIES

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

CITAR COM

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

Espècies emblemàtiques

Catxalot

Caulerpa prolifera

Dendropoma lebeche

Dofí mular

Llagosta

Noneta

Tortuga marina

Raor

Nacra

Nacra de roca

Catxalot (*Physeter macrocephalus*)

Taxa d'encontre

El catxalot, que va ser l'inspirador de la famosa novel·la *Moby Dick* —basada, per cert, en un fet real—, era caçat amb fruïció pels productes que se n'obtenien. Avui dia és un dels cetacis més extraordinaris per la seva forma de vida, per les seves adaptacions fisiològiques i anatòmiques al busseig, i per les seves dimensions i trets físics. A més, és una espècie comuna però de presència discreta a la Mediterrània.

El cos poc estilitzat del catxalot és a causa del seu immens cap, aplanat lateralment, i que pot arribar a constituir un terç de la longitud total de l'animal. Amb les zones laterals altes, verticals i lleugerament còncaves, la forma no reflecteix la del crani, ja que tota la zona anterodorsal està ocupada per l'òrgan de l'espermaceti. Aquest òrgan és, probablement, l'estructura productora de so més gran de tot el regne animal. El seu bufador simple cau 45 graus cap endavant i cap a l'esquerra, i els fa inconfusibles a la mar.

Tenen un maxil·lar inferior estret amb forma de Y que en suporta la dentició, ja que al maxil·lar superior només presenten alvèols d'inserció. El nombre de dents, que fan més de deu centímetres, és variable: de quinze a trenta en els mascles i de set a trenta en les femelles. Les superiors resten vestigials.

Les aletes pectorals són curtes i arrodonides i estan situades molt a prop del ventre. L'aleta dorsal s'ha vist substituïda per una cresta més o menys triangular seguida, normalment, per tot un seguit de protuberàncies. L'aleta caudal, de forma triangular, és ben visible quan l'animal inicia una immersió profunda.

És un gran capbussador i pot assolir fins a 120 minuts d'immersió i 2.000 metres de fondària.

A les nostres aigües, però, el més freqüent són apnees de 45 a 60 minuts sobre la isòbata dels 1.000 metres.

Té una coloració grisa uniforme que s'aclareix cap al ventre. Amb l'edat, especialment les zones cefàlica i umbilical pateixen un procés d'emblanquiment. *Moby Dick*, el catxalot blanc de Melville, era un individu vell.

Presenten un clar dimorfisme sexual: els mascles arriben a vint-i-un metres, mentre que les femelles només n'assoleixen dotze. Les mitjanes són de quinze i deu metres, respectivament, i són lleugerament més petits a la Mediterrània.

Es tracta d'un element clau en els sistemes ecològics marins de profunditat, ja que actua com a inversor del cicle de la matèria orgànica a la columna d'aigua. Cal considerar que en els nivells poblacionals contemporanis, minvats per la intensa caça balenera, els científics avaluen que els catxalots consumeixen un total de biomassa semblant a tota l'activitat extractiva humana.⁶ Per tant, els canvis en poblacions de catxalots com ara la Mediterrània poden provocar efectes profunds i permanents sobre altres espècies.

QUÈ ÉS?

El catxalot és una espècie de cetaci que fa una mida mitjana de 16 metres de longitud, i que és comú i de gran rellevància a la mar Balear. Aquesta mar té un paper molt important per a l'espècie, ja que li proporciona aliment i un possible lloc de reproducció.

La taxa d'encontre del catxalot informa sobre la seva presència a la mar Balear al llarg dels anys. Es defineix com el nombre d'encontres per quilòmetre navegat.

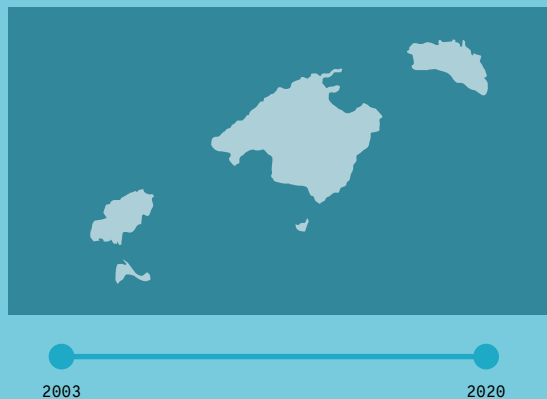
METODOLOGIA

El seguiment d'aquesta espècie es fa a través de recomptes elaborats mitjançant expedicions en vaixells científics del Balearic Sperm Whale Project (Associació Tursiops i Universitat de Saint Andrews). Se segueix la metodologia descrita a Rendell *et al.* (2014).

PER QUÈ?

La UICN considera aquesta espècie en perill a la Mediterrània, i està protegida per nombroses normatives d'àmbit internacional, europeu, nacional i autonòmic.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Des del 2003, els valors òptims de taxa d'encontre ($> 0,01$) es registren els anys 2008 i 2013-2020.
- El valor màxim de taxa d'encontre es registra l'any 2014, amb 0,022. Des de llavors es produeix una disminució gradual del valor, que varia entre 0,015 i 0,010.
- S'obtenen períodes d'absència els anys 2009, 2010 i 2011, per falta d'investigació.



Exemplar de catxalot (*Physeter macrocephalus*). FONT: Jordi Chías.

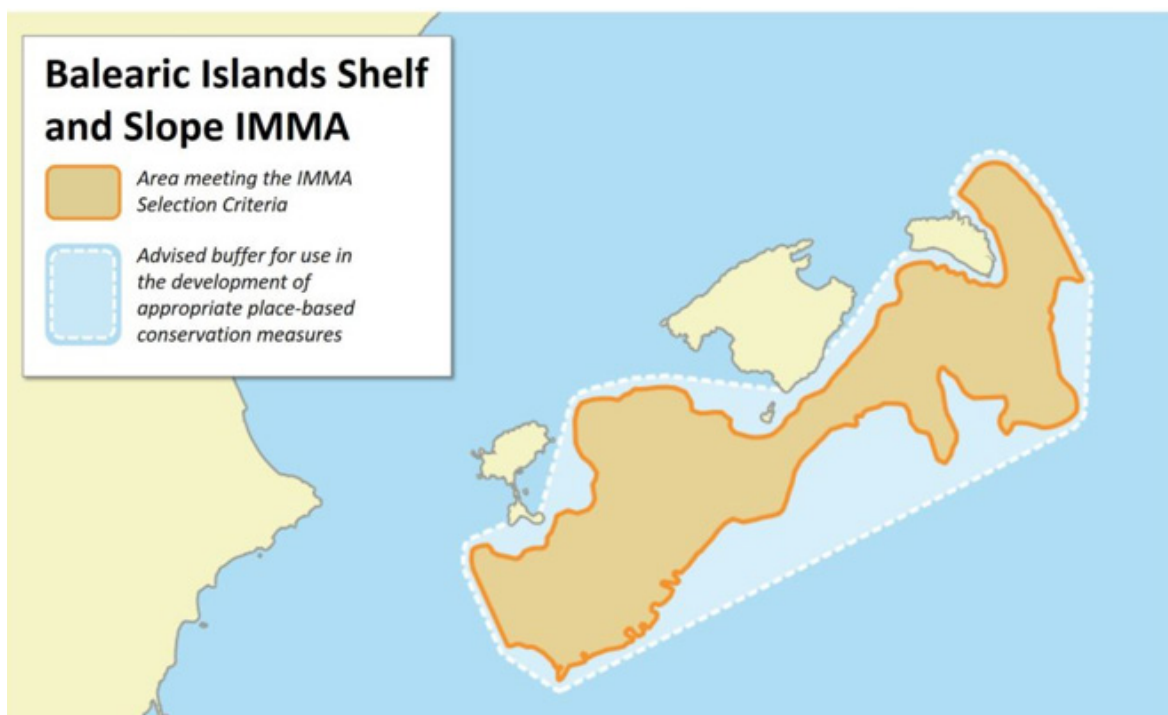


Figura 1. Àrea IMMA (Àrea Important de Mamífers Marins) de la zona de plataforma i talús continental de les Illes Balears. FONT: <https://www.marinemammalhabitat.org/immas/imma-atlas/>.

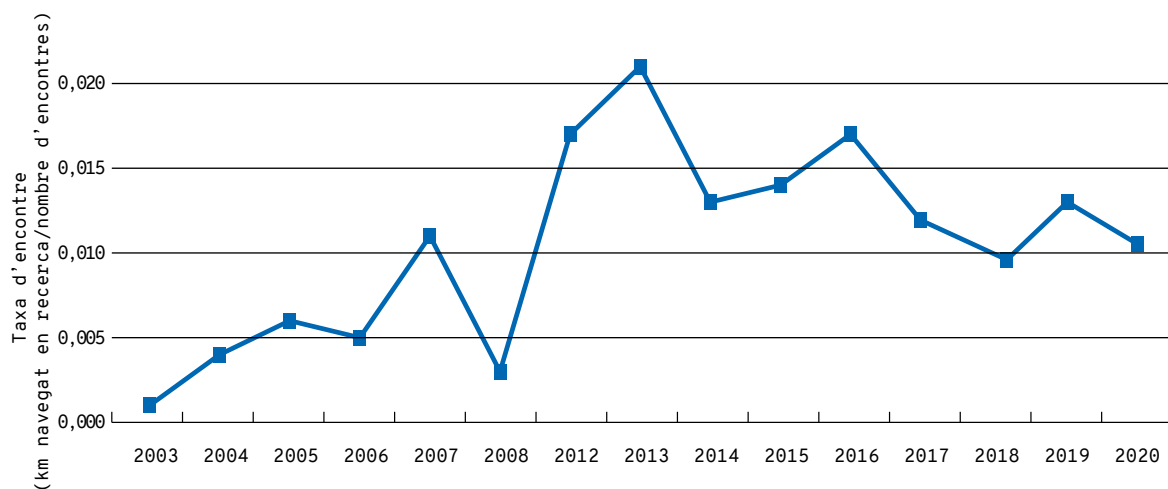


Figura 2. Evolució de la taxa d'encontre (km navegat en recerca/nombre d'encontres). FONT: Associació Tursiops.

Les Illes Balears són un entorn clau per a l'espècie a la Mediterrània, ja que s'ha demostrat que empren aquesta àrea per alimentar-s'hi —fet lligat als corrents profunds altament productius al sud i l'est de l'arxipèlag—³ i també que se n'hi troben tant grups socials com mascles solitaris,⁴ cosa que vol dir que l'espècie també s'hi reproduïx.

La població de catxalots a les Illes Balears té tal rellevància que s'ha triat com a unitat de gestió a la demarcació levantina-balear per al descriptor 1 de biodiversitat, mamífers marins, a la Directiva marc europea sobre l'estratègia marina: «UG20-PM Illes Balears: població de catxalot associada al promontori balear, incloent-hi zones de talús i profundes adjacents».

Així mateix, el Grup de Treball d'Àrees Protegides per a Mamífers Marins (MMPATF), creat per la Conferència Internacional sobre Àrees Protegides per a Mamífers Marins (ICMMPA), la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN), la Comissió Mundial d'Espais Protegits (WCPA), el vicepresident marí i membres de la Comissió de Supervivència d'Espècies (SCC) de la UICN varen acceptar la creació, l'any 2017, de l'Àrea Important de Mamífers Marins (IMMA) de la plataforma i el talús continental de les Illes Balears (figura 1) que, amb una extensió de 22,708 km², pretén la protecció de la població Mediterrània de catxalot, considerada en perill² perquè és una àrea d'alimentació i de reproducció.^{1, 3, 4}

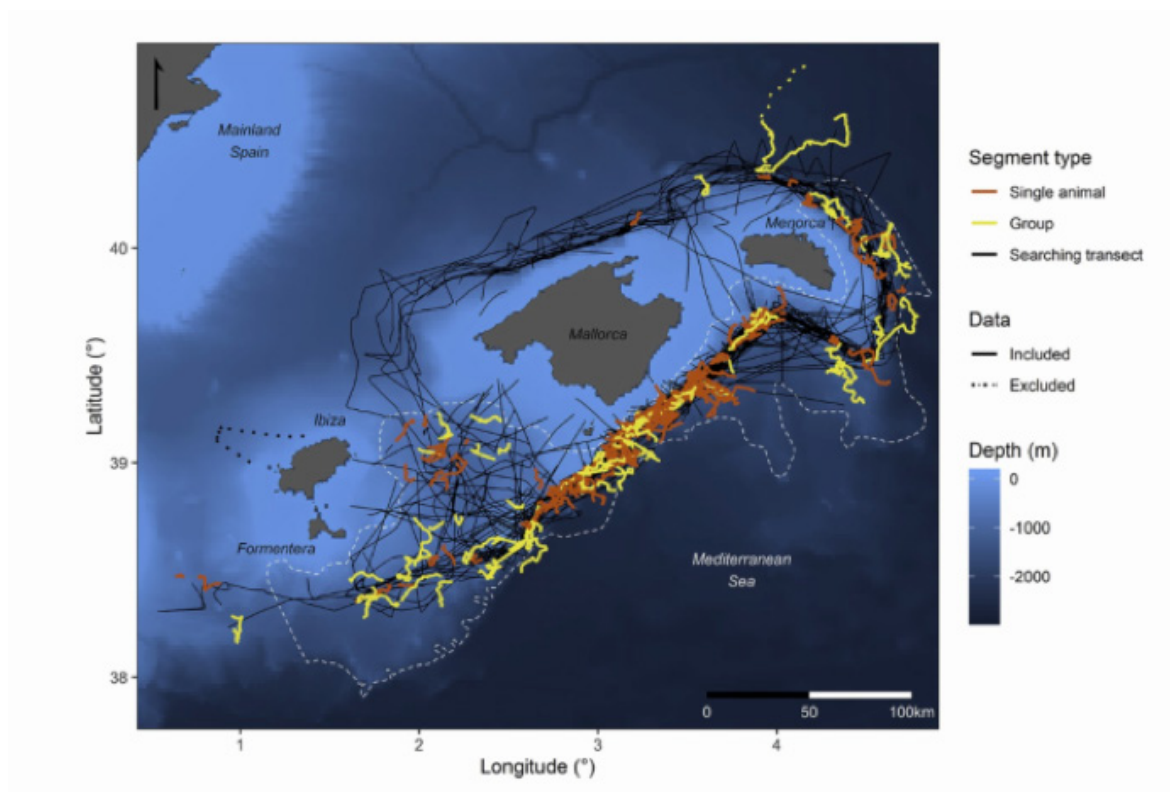


Figura 3. Àrea d'estudi, esforç acústic i encontres amb grups i animals solitaris per al període 2003-2018. FONT: Pirotta *et al.*⁴

METODOLOGIA

Per tal de valorar la presència de catxalots a les aigües de les Balears, es proposa la taxa d'encontre a partir de les campanyes de recerca dedicades. Aquestes campanyes, a fi d'obtenir dades robustes i estrictament comparables, s'han d'ajustar als mètodes descrits a Rendell *et al.*⁵

RESULTATS

A la figura 2 es pot observar l'evolució temporal de la taxa d'encontre de catxalots en l'àmbit balear des del 2003 fins al 2020, amb un període d'absència (2009-2011), a partir dels creuers de recerca i seguiment de catxalots del Balearic Sperm Whale Project, desenvolupats per l'Associació Tursiops i la Universitat de Saint Andrews (figura 3).

Com es pot comprovar, hi ha un augment significatiu de la presència en el segon període.

L'objectiu de bon estat ambiental seria poder conservar una taxa per damunt de 0,01 o augmentar-la. En aquest sentit, per a l'indicador taxa d'encontre de catxalot la mar Balear es troba en bon estat ambiental.

NORMATIVA

Actualment, el catxalot està catalogat com a espècie en perill a la Mediterrània per la UICN i al Senat hi ha una petició al Consell de Ministres per elevar-ne la categoria de protecció a la legislació espanyola i que passi de vulnerable a en perill.

A més, i directament extret del marc jurídic del Ministeri de Transició Ecològica:

| ÀMBIT | ANY | NORMATIVA | ANNEX | CATEGORIA |
|---------------|------|--|-------|--|
| Internacional | 2015 | CMS - Convenció sobre la Conservació de les Espècies Migratòries d'Animals Silvestres. | I | Espècies migratòries en perill |
| Internacional | 2015 | CMS - Convenció sobre la Conservació de les Espècies Migratòries d'Animals Silvestres. | II | Espècies migratòries que han de ser objecte d'acords |
| Internacional | 2012 | Conveni de Barcelona (Esmena 2012) | II | En perill o amenaçada |
| Internacional | 2010 | CITES (apèndixs I, II i III 2010) | I | En perill d'extinció |
| Internacional | 2009 | Conveni de Barcelona (Esmena 2009) | II | En perill o amenaçada |
| Internacional | 2006 | ACCOBAMS | I | |
| Internacional | 1995 | Conveni de Barcelona (Protocol SPA) | II | En perill o amenaçades |
| Internacional | 1979 | CMS - Convenció sobre la Conservació de les Espècies Migratòries d'Animals Silvestres. | II | Espècies migratòries que han de ser objecte d'acords |
| Internacional | 1979 | CMS - Convenció sobre la Conservació de les Espècies Migratòries d'Animals Silvestres. | I | Espècie migratòria en perill d'extinció |
| Europeu | 2002 | Conveni de Berna (revisió annexos, març de 2002) | II | Espècies de fauna estrictament protegides |
| Europeu | 1992 | Directiva Hàbitats | IV | |
| Nacional | 2011 | RD 139/2011 (Catàleg) | Annex | Vulnerable |
| Nacional | 2011 | RD 139/2011 (Llista) | Annex | Règim de protecció especial |
| Nacional | 2007 | RD 1727/2007 | | |
| Nacional | 1990 | RD 439/1990 (derogat) | | Vulnerable |
| Autonòmic | 2009 | L 7L/PPL-0011, de les Canàries | II | Vulnerable |
| Autonòmic | 2008 | DL 2/2008, de Catalunya | Annex | A |
| Autonòmic | 2003 | L 8/2003, d'Andalusia | II | Vulnerable |
| Autonòmic | 1986 | D 4/1986, d'Andalusia | | Protegides |

REFERÈNCIES

- ¹ BROTONS, J. (2015). «Catxalots a Balears: una cultura amenaçada». A: Llibre verd de protecció d'espècies a les Balears. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori; Societat d'Història Natural de les Balears, 326. (Monografies de la SHNB; 20).
- ² OTERO, M. M.; CONIGLIARO, M. (2012). *Marine Mammals and Sea Turtles of the Mediterranean and Black Seas*. Gland, Suïssa i Màlaga: IUCN.
- ³ PIROTTA, E. *et al.* (2011). «Modelling Sperm Whale Habitat Preference: A Novel Approach Combining Transect and Follow Data». *Marine Ecology Progress Series*, 436, 257-272.
- ⁴ PIROTTA, E. *et al.* (2019). «Multi-scale analysis reveals changing distribution patterns and the influence of social structure on the habitat use of an endangered marine predator, the sperm whale *Physeter macrocephalus* in the Western Mediterranean Sea». *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 155, 103169.
- ⁵ RENDELL, L. *et al.* (2014). «Abundance and movements of sperm whales in the western Mediterranean basin». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24, 31-40.
- ⁶ WHITEHEAD, H. (2003). *Sperm Whales: Social Evolution in the Ocean*. Chicago: University of Chicago Press.

CITAR COM

ASSOCIACIÓ TURSIOPS (2021). «Catxalot (*Physeter macrocephalus*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicques/imb-especies-emblematicques-catxalot-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Marc Julià, Eva Marsinyach.

Caulerpa prolifera

1. Àrea de distribució

2. Biomassa

La macroalga *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux, 1809, és una alga verda oportunista nativa de la Mediterrània que hi està àmpliament distribuïda, amb l'excepció d'algunes zones fredes com el golf de Lleó i la mar Adriàtica (figura 1).^{1, 2} Aquesta macroalga de creixement ràpid, creix particularment bé a zones arrecerades de sediments fangosos amb profunditats inferiors a 20m.¹⁻³

Les praderies de macròfits marins (tant plantes [angiospermes] com macroalgues marines) són ecosistemes clau per mantenir la biodiversitat litoral, ja que tenen importants funcions d'oxigenació de l'aigua i captació de carboni i nutrients. Aquests hàbitats vegetats tenen una alta productivitat

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.



Figura 1. Praderia de *Caulerpa prolifera*. FONT: Raquel Vaquer-Sunyer.

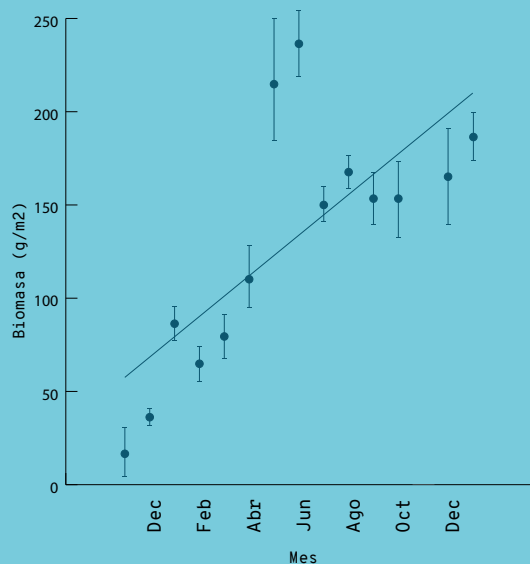
QUÈ ÉS?

La macroalga *Caulerpa prolifera* és una alga verda oportunista nativa de la Mediterrània que hi està àmpliament distribuïda, amb l'excepció de zones fredes com el golf de Lleó i la mar Adriàtica. És de creixement ràpid i particularment bo a zones arrecerades de sediments fangosos amb profunditats inferiors a 20 m i riques en nutrients i matèria orgànica.

METODOLOGIA

Se n'ha estimat l'àrea de distribució segons la cartografia unificada de Julià *et al.* (2019).

S'ha fet un seguiment de l'evolució de la seva biomassa a la zona de la badia de Portocolom entre el novembre de 2008 i el gener de 2010 (Ruiz-Halpern *et al.*, 2014; Vaquer-Sunyer *et al.*, 2012).



Evolució de la biomassa de *Caulerpa prolifera* a la Bassa Nova de Portocolom entre els mesos de novembre de 2008 i de gener de 2010. FUENTE: Ruiz-Halpern y colaboradores (2014).

PER QUÈ?

És una espècie protegida pel Decret 139/2011 i se n'ha de garantir la conservació.

Amb l'escalfament global i els augments en aportacions de nutrients i matèria orgànica, pot augmentar-ne la distribució.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

Creix particularment bé en àrees amb altes aportacions de nutrients i de matèria orgànica, tal com mostra la seva distribució. És present a les badies de Pollença, Alcúdia, Portocolom, Fornells, Addaia i Talamanca i a l'estany des Peix.

A la badia de Portocolom, entre els anys 2008 i 2010, la biomassa d'aquesta macroalga va augmentar a un ritme de 10,6 g/m² al mes, amb màxims els mesos de maig i juny que coincideixen amb l'augment de les hores de llum i de la temperatura.



Praderia de *Caulerpa prolifera*. FONT: Xavi Mas.

1. Àrea de distribució

Metodologia

L'àrea de distribució de la macroalga *Caulerpa prolifera* s'ha extret de la cartografia producte de la recopilació, la unificació i l'homogeneïtzació de cartografies prèvies existents elaborada per Julià i col·laboradors.⁴

A partir d'aquestes cartografies s'han calculat les àrees ocupades per cada tipus d'hàbitat, cosa que ens permet calcular l'àrea de distribució de l'espècie.

Resultats

Aquesta macroalga creix particularment bé en fons fangosos d'aigües arrecerades amb altes càrregues de nutrients i de matèria orgànica.² A les Balears, la seva presència és més comuna en badies poc profundes i amb baixa hidrodinàmica, com és el cas de la badia d'Alcúdia, la badia de Pollença i Portocolom a l'illa de Mallorca (figura 2); Fornells i Addaia a Menorca (figura 3); Talamanca a Eivissa i l'estany des Peix a Formentera (figura 4).

L'àrea total que ocupa aquesta macroalga a la mar Balear és d'1,26 km² quan es tracta de praderies monoespecífiques, una xifra que representa un 0,08 % del total, i 9,27 km² quan es consideren tots els hàbitats on és present (praderies mesclades amb *Cymodocea nodosa* o amb *Zostera noltii*), una xifra que representaria un 0,55 % del total del primer quilòmetre de costa de la mar Balear.

2. Biomassa

La biomassa per metre quadrat d'una praderia proporciona informació sobre la seva densitat i sobre el seu estat de conservació.

Metodologia

Les dades de biomassa provenen de l'estudi de la badia de Portocolom de Ruiz-Halpern i col·laboradors.⁵ Els investigadors varen recollir mostres de sediment i de *Caulerpa prolifera* a la zona de sa Bassa Nova en cilindres de metacrilat cada mes durant més d'un any, entre el novembre de 2008 i el gener de 2010. Varen separar els teixits vius del fang i varen assecar la *Caulerpa prolifera* dins un forn a una temperatura constant de 60°C. Després es va mesurar el pes de la macroalga continguda dins cada cilindre i es va estandaritzar per l'àrea.⁵

Resultats

A la badia de Portocolom, la biomassa de la macroalga *Caulerpa prolifera* va anar augmentant al llarg del temps. Durant els mesos de primavera—maig i juny—aquesta biomassa va augmentar molt més a causa de

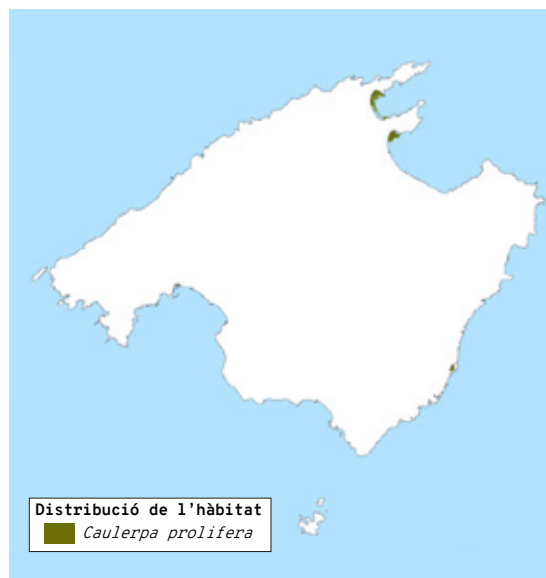


Figura 2. Àrea de distribució de la macroalga *Caulerpa prolifera* a l'illa de Mallorca. FONT: Julià et al.⁴

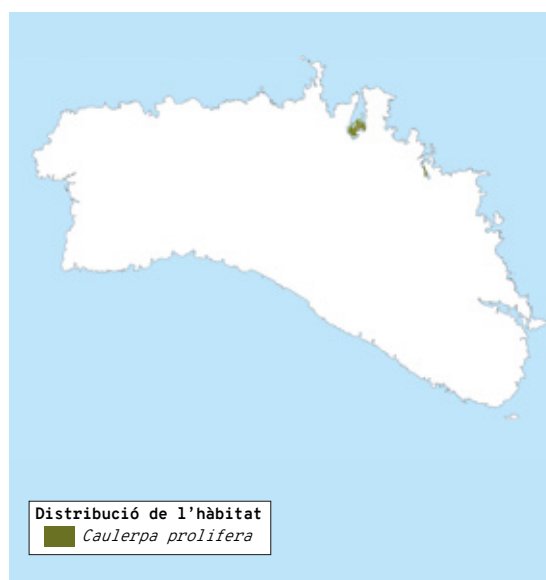


Figura 3. Àrea de distribució de la macroalga *Caulerpa prolifera* a l'illa de Menorca. FONT: Julià et al.⁴

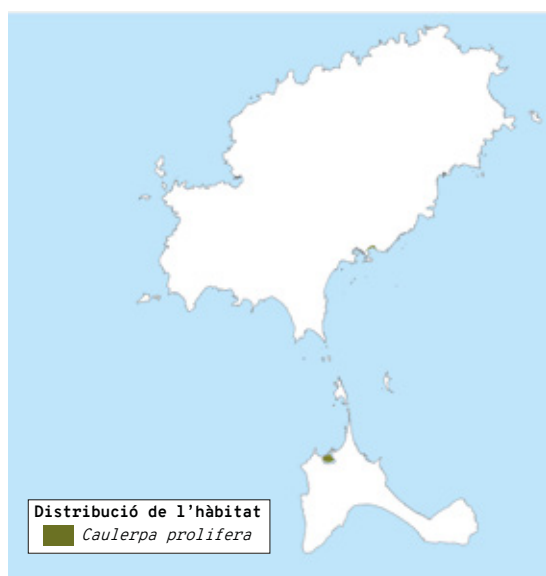


Figura 4. Àrea de distribució de la macroalga *Caulerpa prolifera* a les Pitiüses. FONT: Julià et al.⁴

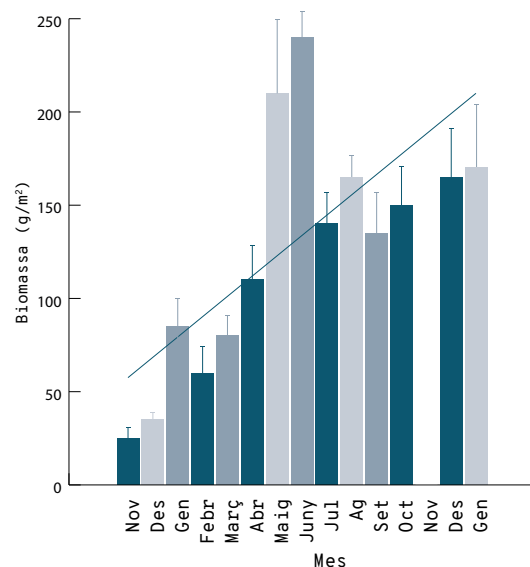


Figura 5. Evolució de la biomassa de *Caulerpa prolifera* de la zona de sa Bassa Nova de la badia de Portocolom entre el mes de novembre de 2008 i el mes de gener de 2010. La retxa negra marca la línia de tendència de l'evolució de la biomassa al llarg del temps. FONT: Ruiz-Halpern i col·laboradors.⁵

l'increment en les hores i la disponibilitat de llum i de la temperatura. En el període d'estudi, la biomassa de *Caulerpa prolifera* va augmentar en 10,6 g/m² cada mes ($R^2 = 0,51$; $p < 0,005$) (figura 5).

Aquest increment en la biomassa al llarg del temps mostra que aquesta espècie ha trobat un hàbitat idoni en les aigües arrecerades i amb alts continguts en nutrients i matèria orgànica de la zona de sa Bassa Nova de Portocolom.

Quan una àrea rep aportacions importants de nutrients i matèria orgànica, es produeixen canvis en la vegetació submergida: de plantes marines amb un creixement lent, com seria el cas de la *Posidonia oceanica*, es passa a plantes amb un creixement més ràpid com podria ser la *Cymodocea nodosa*, seguides de macroalgues com la *Caulerpa prolifera* i en darrera instància, si la càrrega de nutrients és molt alta, de microalgues planctòniques.⁶ Les zones amb més càrrega de nutrients que sofreixen els efectes negatius de l'eutrofització són precisament les zones on aquesta macroalga prospera, com ara les badies d'Alcúdia, Pollença, Portocolom, Talamanca o l'estany des Peix. Els canvis en la composició de la vegetació marina tenen profundes implicacions en el funcionament i l'estructura dels ecosistemes.⁶⁻⁸ Les comunitats denses i actives de macròfits actuen com a embornals de nutrients, ja que eliminen els nutrients de la columna d'aigua, en disminueixen la concentració a les aigües circumdants⁹ i augmenten la resistència dels ecosistemes a l'eutrofització.^{6, 10}

La temperatura també afecta la distribució de macròfits submergits i el funcionament dels ecosistemes. La temperatura òptima per a la macroalga *Caulerpa prolifera* és de 26,4 °C¹¹ i a temperatures superiors a 30 °C s'inhibeix la seva fotosíntesi.¹⁰ L'escalfament també afecta les dinàmiques d'oxigen dels hàbitats dominats per aquesta macroalga, d'una banda pels canvis en el seu metabolisme, i de l'altra, perquè s'ha vist que la probabilitat d'experimentar episodis de falta d'oxigen (hipòxia) augmenta amb la temperatura a les praderies de *Caulerpa prolifera*.²

CONCLUSIONS

- La macroalga *Caulerpa prolifera* creix en zones fangoses d'aigües arrecerades i poc profundes (de menys de 20 m de fondària). Es desenvolupa particularment bé en àrees amb altes aportacions de nutrients i de matèria orgànica, tal com mostra la seva distribució.
- És present a les badies de Pollença, Alcúdia, Portocolom, Fornells, Addaia i Talamanca i a l'estany des Peix.
- A la badia de Portocolom, entre els anys 2008 i 2010, la biomassa d'aquesta macroalga va augmentar a un ritme de 10,6 g/m² al mes, amb màxims durant els mesos de maig i juny gràcies a l'augment de les hores de llum i de la temperatura.

REFERÈNCIES

- ¹ SÁNCHEZ-MOYANO, J. E. *et al.* (2001). «Effect of the vegetative cycle of *Caulerpa prolifera* on the spatio-temporal variation of invertebrate macrofauna». *Aquatic Botany*, 70, 163-174.
- ² VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2012). «Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)». *Estuaries and Coasts*, 35, 1182-1192.
- ³ MATEU-VICENS, G. *et al.* (2010). «Comparative analysis of epiphytic foraminifera in sediments colonized by seagrass *Posidonia oceanica* and invasive macroalgae *Caulerpa* Spp.». *The Journal of Foraminiferal Research*, 40, 134-147.
- ⁴ JULIÀ, M. *et al.* (2019). *Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas*. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ⁵ Ruiz-Halpern, S.; Vaquer-Sunyer, R.; Duarte, C. M. (2014). «Annual benthic metabolism and organic carbon fluxes in a semi-enclosed Mediterranean bay dominated by the macroalgae *Caulerpa prolifera*». *Frontiers in Marine Science*, 1. DOI: 10.3389/fmars.2014.00067.
- ⁶ DUARTE, C. M. (1995). «Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes». *Ophelia*, 41, 87-112.
- ⁷ BORUM, J. *et al.* (1990). «Eutrofiering-effekter på marine primærproducenter». NPO-forskning fra Miljøstyrelsen - Miljøministeriet, C3.
- ⁸ SAND-JENSEN, K.; BORUM, J. (1991). «Interactions among phytoplankton, periphyton, and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries». *Aquatic Botany*, 41, 137-175.
- ⁹ GRALL, J.; CHAUVAUD, L. (2002). «Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts». *Global Change Biology*, 8, 813-830.
- ¹⁰ LLORET, J.; MARÍN, A.; MARÍN-GUIRAO, L. (2008). «Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change?». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 78, 403-412.
- ¹¹ SAVVA, I. *et al.* (2018). «Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: Vulnerability to global warming». *Ecology and Evolution*, 8, 12032-12043. DOI: 10.1002/ece3.4663.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; JULIÀ, M.; MARSINYACH, E. (2020) «*Caulerpa prolifera*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020*. <<https://www.informemarbalear.org/ca/especies-emblematicques/imb-caulerpa-prolifera-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Maite Vázquez-Luis.

Dendropoma lebeche:

1. Densitat mitjana d'individus
(nre. individus/25 cm²)

2. Tipus de formacions

El mol·lusc gasteròpode *Dendropoma lebeche* colonitza el litoral balear dels 0 als 3 m de profunditat.¹ Aquest organisme és conegut a les Balears com tenassa mediterrània. És de mida petita i es protegeix mitjançant una closca calcària en forma d'espiral tubular de fins a 2 cm de longitud, amb una obertura de closca de 2-3 mm de diàmetre (figura 1).

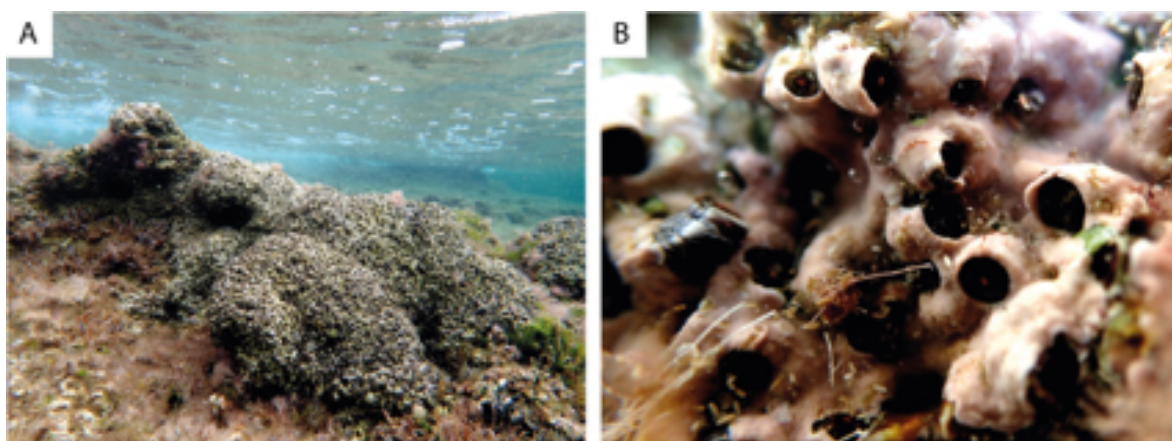


Figura 1. (A) Exemplars de *D. lebeche* formant un escull cornisa a es Carbó (ses Salines). (B) Detall d'individus de *D. lebeche* d'una colònia censada a Cala Sant Vicent. FONT: Maite Vázquez-Luis.

La seva importància ecosistèmica a la mar Balear rau en el fet que creix de manera colonial formant bioconstruccions resistents que arriben als 15-20 cm d'espessor —de vegades, formant esculls (figura 1A)—, els hàbitats de les quals promouen la diversitat i riquesa d'espècies.^{1,2}

Les colònies de *D. lebeche* viuen en la zona de rompent i, per tant, serveixen de protecció de la línia de costa, ja que mitiguen l'onatge. A més a més, aquests organismes filtren l'aigua de la mar i són bioindicadors de l'estat i qualitat de les aigües costaneres, reduint-ne la terbolesa, nutrients i compostos nocius.³

D'altra banda, la presència d'esculls fòssils de *D. lebeche* permeten l'estudi del clima del passat, perquè evidencien canvis en la línia de costa de fins a

8.000 anys d'antiguitat, causats per fluctuacions del nivell de la mar.¹

No obstant això, aquesta espècie presenta una alta vulnerabilitat, ja que té un creixement lent i mancat de fase larvària, per la qual cosa una pèrdua local pot ser irreversible.⁴

Les comunitats de *D. lebeche* es degraden per l'abocament d'aigües dolces o salobres, de llast i residuals. A més a més, és molt sensible a la contaminació per hidrocarburs i respon negativament a la modificació de la costa causada per agents físics (regeneració de platges, obres litorals, trepig massiu). Per tant, és molt important conèixer la ubicació dels esculls de *D. lebeche* per poder exercir mesures de conservació efectives i una gestió eficaç.

QUÈ ÉS?

Dendropoma lebeche és un mol·lusc petit, de 2 cm de longitud, que habita comunament el litoral rocós de les Illes Balears. Es considera com a espècie i com a microhàbitat, ja que pot arribar a formar petits esculls costaners de fins a 15-20 cm d'espessor. Les seves colònies es veuen afectades per canvis antròpics (per exemple, contaminació, modificació de la costa, trepig) i depenen altament de factors naturals físics intrínsecs de cada zona. La seva presència es relaciona amb una bona qualitat ambiental.

METODOLOGIA

S'inclouen dos informes dels anys 2016 i 2020 elaborats per Maite Vázquez-Luis com a investigadora principal, encarregats per la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. En aquests estudis es prospecta el litoral rocós de totes les Balears amb transectes que mesuren la densitat de població mitjançant fotografies de cada colònia de *D. lebeche*. S'utilitzen quadres de 10 x 10 cm dividits en 4 sectors (5 x 5 cm). La densitat mitjana d'individus es mesura com el nre. individus/25 cm², i també es proporcionen valors qualitatius de densitat (alta, mitjana i baixa).

Adicionalment es descriu la formació que construeix cada colònia, distingint-ne 8 tipus: 1) lliure; 2) crosta cinturó; 3) crosta plataforma; 4) crosta submergida; 5) escull cornisa; 6) escull mamelló; 7) escull submergit; 8) morta (i/o recoberta per algues).

RESULTATS

La presència de *D. lebeche* s'observa al voltant del litoral rocós de totes les Illes Balears.

Mallorca mostra la densitat mitjana més gran a Santa Ponça, amb 192 individus/25 cm², mentre que el Port de Sóller presenta la més petita, amb 5 individus/25 cm². *D. lebeche* apareix en el 29,1 % dels transectes estudiats.

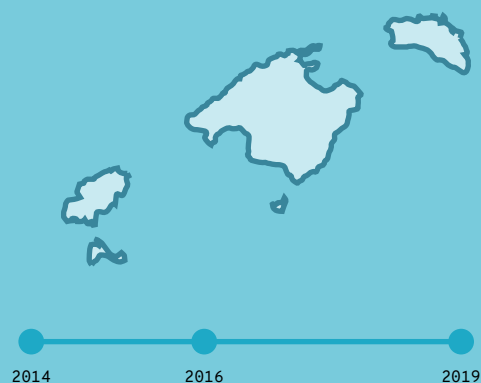
A Cabrera, la densitat més gran es registra a na Pobra i es Codolar dels Estells. També hi ha zones prospectades de baixa densitat, possiblement a causa d'un pendent més gran.

De les zones d'estudi de Menorca, les densitats més grans es troben a Punta Prima, Biniancolla, Platja de Cavalleria i Fornells, mentre que sa Farola i ses Olles no presenten colònies.

PER QUÈ?

Diversos convenis nacionals i internacionals la cataloguem com a espècie vulnerable i protegida. És una peça important de l'ecosistema litoral, ja que les seves bioconstruccions proporcionen gran biodiversitat en emparar multitud d'espècies (sobretot poliquets i petits peixos, crustacis i mol·luscos).

LOCALITZACIÓ



A Eivissa, la densitat és mitjana en totes les estacions prospectades, excepte Punta de sa Galera, amb densitat baixa. La Reserva Natural des Vedrà, es Vedranel·l i els illots de Ponent mostra unes densitats baixes i mitjanes a causa del pendent elevat. El valor més gran és de 78,63 individus/25 cm² a sa Conillera, tot i que la resta de transectes és < 50 individus/25 cm².

A Formentera, les localitzacions de Punta Prima i es Ram mostren les densitats més altes, mentre que l'Estany des Peix mostra la més baixa.

El tipus de formació més comuna és la de crosta cinturó, on les colònies creixen formant una sola capa cimentada per algues calcàries en la zona de rompent.



Detall d'una colònia de *Dendropoma lebeche* en una formació d'escull cornisa a Illa del Toro. FONT: Maite Vázquez-Luis.

NORMATIVA

Espècie catalogada com a vulnerable i protegida pels següents convenis nacionals i internacionals:

- Annex II (Llista d'espècies en perill o amenaçades) del Conveni de Barcelona (1995).
- Annex II (Fauna en perill a amenaçada) del Conveni de Berna (1996).
- Annex I (Tipus d'hàbitats naturals d'interès comunitari la conservació dels quals requereix la designació de zones d'especial conservació) de la Directiva Hàbitats, dins l'hàbitat 1170 esculls.
- Catàleg espanyol d'espècies amenaçades (abans Catàleg nacional d'espècies amenaçades) dins la categoria «vulnerable» (Ordre de 9 de juny de 1999, BOE núm. 148). Reial Decret 139/2011, de 4 de febrer, per al desenvolupament del Llistat d'Espècies Silvestres en Règim de Protecció Especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades.
- Catàleg andalús d'espècies amenaçades, amb la categoria «vulnerable».⁵
- Llista vermella dels invertebrats marins de la mar Balear, amb la categoria «quasi amenaçada».⁶
- Catàleg de les espècies amenaçades de les Illes Balears: Decret 75/2005, de 8 de juliol, pel qual es crea el Catàleg balear d'espècies amenaçades i d'especial protecció de les àrees biològiques crítiques i el Consell Assessor de fauna i flora de les Illes Balears (BOIB núm. 106, de 16 de juliol de 2005).

METODOLOGIA

S'inclouen dades de dos estudis, un amb mostreig fet els anys 2014 i 2016⁷ i un altre realitzat l'any 2019⁴:

MALLORCA

2016: inventari de 50 transectes (separats ~ 10 km) amb un total de 32,14 km prospectats. Estudi de la densitat mitjana d'individus i el tipus de formació.

CABRERA

2014: estudi qualitatiu de densitat de 13 localitzacions i tipus de formació. Font de dades addicional: COB-IEO (Salud Deudero).

MENORCA

2016: estudi qualitatiu de densitat de 12 localitzacions i tipus de formació.

FORMENTERA

2016: estudi qualitatiu de densitat de 6 localitzacions i tipus de formació.

EIVISSA

2016: estudi qualitatiu de densitat de 6 localitzacions. 2019: estudi de la densitat mitjana d'individus i el tipus de formació al voltant de tota la costa de la Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent.

Es prospecta el litoral rocós mitjançant transectes on es determina la presència o absència de *D. lebeche*. El mostreig no és destructiu. Es presenten dades de dos indicadors.

1. Densitat mitjana d'individus

La densitat d'individus —individus/25 cm²— es calcula mitjançant fotografies de la colònia en quadres de 10 x 10 cm dividits al temps en 4 sectors (5 x 5 cm) (figura 2). Es proporcionen també valors qualitatius de la densitat (alta, mitjana o baixa).

Es compten individus amb un programa d'anàlisi d'imatge (per exemple, ImageJ) en superfícies de 25 m². Cal considerar que en zones amb trams submergits es poden haver infravalorat les formacions en condicions de mostreig de mala mar.

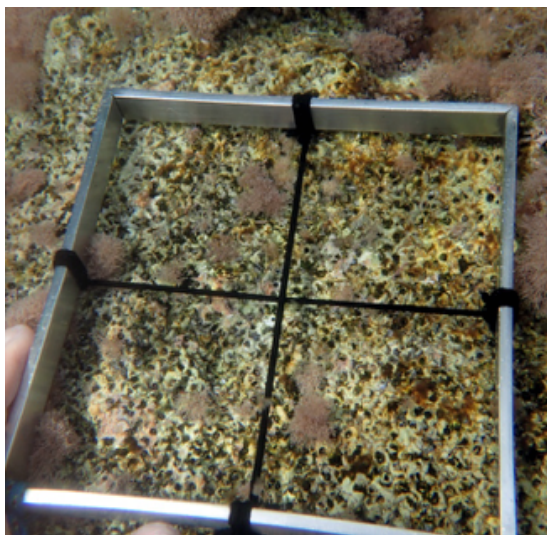


Figura 2. Exemple de mostreig d'alta densitat de *Dendropoma lebeche* en la costa oest del Cap des Pinar (Alcúdia). FONT: Maite Vázquez-Luis.

2. Tipus de formacions

Es diferencien 8 tipologies de formacions per caracteritzar les colònies de *D. lebeche*:⁴

- 1) **Lliure**: els individus estan separats sense cimentar.
- 2) **Crosta cinturó**: creixen de manera gregària formant una sola capa (monostratificada) que està cimentada per algues calcàries. No presenten volum i generalment formen una crosta en la zona de rompent.
- 3) **Crosta plataforma**: creixen de manera gregària monostratificada i cimentada per algues calcàries. No presenten volum i formen una crosta de manera horitzontal sobre la plataforma d'abrasió.
- 4) **Crosta submergida**: creixen de manera gregària monostratificada i cimentada per algues calcàries. No presenten volum i es troben a una profunditat més gran, per la qual cosa apareixen totalment submergides.

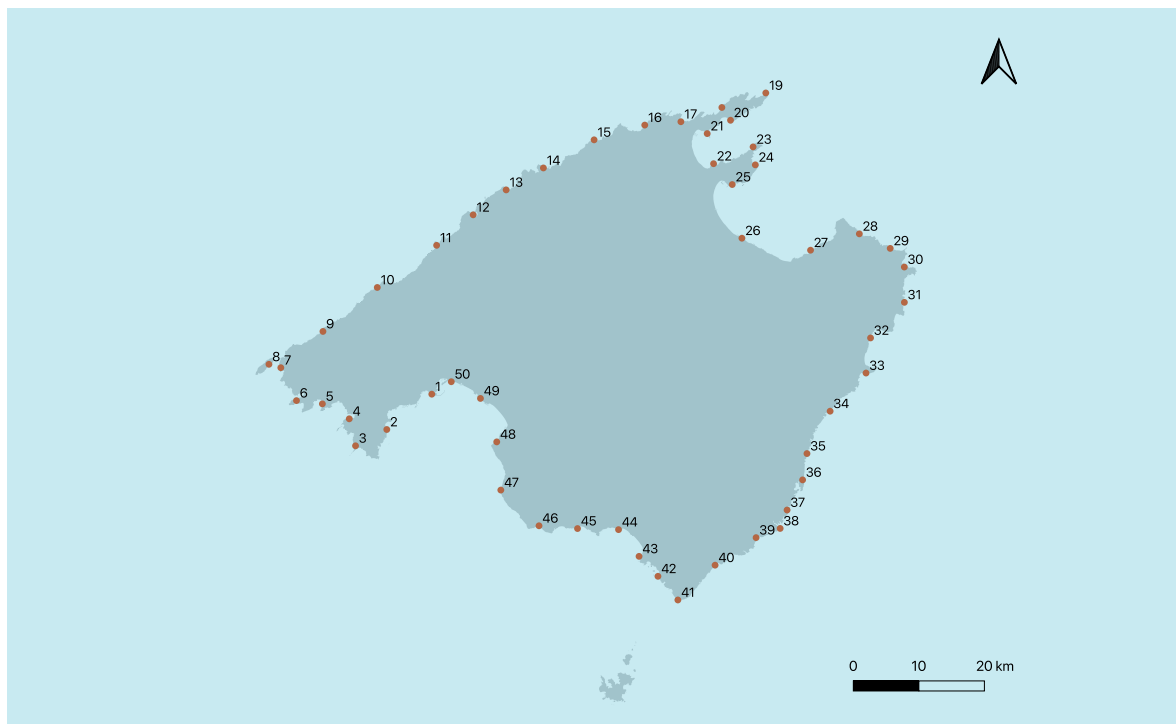


Figura 3. Localització de les 50 zones de mostreig de Mallorca l'any 2016. Els números de les localitzacions es descriuen a la taula 1. FONT: Vázquez-Luis.⁷

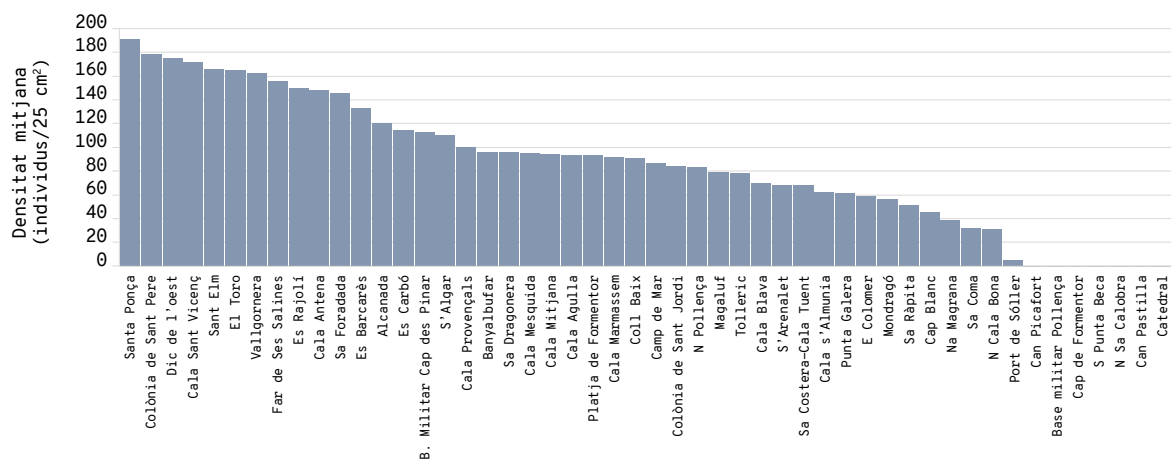


Figura 4. Densitat mitjana de *Dendropoma lebeche* en 50 transectes de Mallorca. FONT: Vázquez-Luis.⁷

5) Escull cornisa: amb volum i forma molt variable, creixen a la vora (o a prop) de la plataforma d'abrasió.

6) Escull mamelló: amb volum, creixen enmig de la plataforma d'abrasió o a prop de la crosta cinturó. Són formacions de dimensions més petites que la cornisa i tenen forma de mamelló.

7) Escull submergit: amb volum, apareixen totalment submergides fins a uns 2-3 m de profunditat.

8) Mort: formacions mortes i/o recobertes d'algues.

Dels 32,14 km prospectats, *D. lebeche* és present en 9,36 km (742 colònies comptabilitzades). Això suposa una presència del 29,12 % de tota la longitud de transectes estudiats.

La densitat mitjana més gran, de 192 individus/25 cm², es registra a Santa Ponça, mentre que la més petita, de 5 individus/25 cm², es registra al Port de Sóller (figura 4).

Les formacions en crosta són les més abundants i comunes de tots els transectes (taula 1). Les colònies de tipus escull són les més escasses, però presenten les densitats més altes. Les formacions més destacables de tipus escull són les que es troben a: el far de ses Salines, es Carbó, el municipi de Capdepera, Coll Baix (Alcúdia) i Sant Elm. Es localitzen individus lliures en 12 transectes, mentre que es localitzen individus morts en 6 transectes.

RESULTATS

MALLORCA

Es detecta presència de *D. lebeche* en 43 de les 50 localitzacions visitades (figura 3, taula 1), on les zones sense presència són: Can Picafort (26), base militar de Pollença (21), Cap de Formentor (19), sud de Punta Beca (15), nord de sa Calobra (14), Can Pastilla (49) i Catedral (50).

Taula 1. Resultats dels transectes de Mallorca l'any 2016. L'ombreig gris indica la presència de formacions de *Dendropoma lebeche*. Nivell de densitat A: alt; M: mitjà; B: baix. FONT: Vázquez-Luis.⁷

| ID | Transsectes | | Colònies | | Formacions | | | | | | | | Densitat (ind./25 cm ²) | | | |
|----|----------------------------|-----------|-----------|------|----------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------|-------|--------|
| | Localització | long. (m) | long. (m) | Nre. | Escull cornisa | Escull mamelló | Escull submergit | Crosta cinturó | Crosta plataforma | Crosta submergida | Individus lliures | Individus o colònies morts | Nivell | Mitjana | Mín. | Màx. |
| 1 | Dic de l'oest | 578,38 | 151,92 | 15 | | | | | | | | | A | 175,3 | 73 | 323 |
| 2 | Magaluf | 754,11 | 117,09 | 14 | | | | | | | | | M | 78,8 | 12 | 178 |
| 3 | El Toro | 547,54 | 305,57 | 22 | | | | | | | | | A | 165,05 | 48 | 362 |
| 4 | Santa Ponça | 650,79 | 29,14 | 5 | | | | | | | | | A | 191,5 | 101,5 | 464 |
| 5 | Camp de Mar | 500,93 | 395,72 | 15 | | | | | | | | | M | 86,79 | 32 | 152,67 |
| 6 | Cala Marmassen | 637,65 | 241,82 | 23 | | | | | | | | | M | 91,62 | 43 | 153 |
| 7 | Sant Elm | 1171,94 | 233,22 | 32 | | | | | | | | | A | 165,68 | 15,67 | 301 |
| 8 | Sa Dragonera | 559,99 | 177,97 | 21 | | | | | | | | | M | 95,78 | 8 | 188 |
| 9 | Es Rajolí | 597,94 | 434,18 | 13 | | | | | | | | | A | 150,41 | 81 | 199,33 |
| 10 | Banyalbufar | 632,04 | 201,42 | 19 | | | | | | | | | M | 96,18 | 9 | 191 |
| 11 | Sa Foradada | 417,45 | 188,42 | 8 | | | | | | | | | A | 145,25 | 83 | 213,5 |
| 12 | Port de Sóller | 445,80 | 0,1 | 1 | | | | | | | | | B | 5 | 5 | 5 |
| 13 | Sa Costera-S Cala Tuent | 728,44 | 105,57 | 14 | | | | | | | | | B/M | 67,93 | 58 | 93 |
| 14 | N Sa Calobra | 1121,31 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |
| 15 | S Punta Beca | 939,26 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |
| 16 | N Pollença | 551,30 | 119,29 | 14 | | | | | | | | | M | 82,86 | 16 | 232 |
| 17 | Cala Sant Vicent | 621,59 | 268,36 | 14 | | | | | | | | | A | 171,43 | 86,5 | 322 |
| 18 | E Colomer | 583,86 | 240,72 | 20 | | | | | | | | | B/M | 58,28 | 4,33 | 158 |
| 19 | Cap de Formentor | 532,38 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |
| 20 | Platja de Formentor | 599,45 | 259,41 | 32 | | | | | | | | | M | 93,69 | 7 | 401 |
| 21 | Base militar Pollença | 834,85 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |
| 22 | Es Barcarès | 1044,87 | 225,53 | 16 | | | | | | | | | A | 133,27 | 44 | 205 |
| 23 | Base militar Cap des Pinar | 561,23 | 173,86 | 21 | | | | | | | | | A | 112,36 | 6,5 | 286 |
| 24 | Coll Baix | 592,96 | 412,59 | 18 | | | | | | | | | M | 90,7 | 9,33 | 261 |
| 25 | Alcanada | 851,22 | 114,34 | 24 | | | | | | | | | M/A | 120,5 | 10 | 197 |
| 26 | Can Picafort | 854,40 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |
| 27 | Colònia de Sant Pere | 500,27 | 199,79 | 22 | | | | | | | | | A | 178,59 | 64 | 335 |
| 28 | S'Arenalet | 537,20 | 158,38 | 16 | | | | | | | | | B/M | 68,02 | 7,33 | 139 |
| 29 | Cala Mesquida | 640,78 | 179,68 | 10 | | | | | | | | | M | 94,8 | 7,33 | 221 |
| 30 | Cala Agulla | 865,67 | 486,37 | 22 | | | | | | | | | M | 93,77 | 6 | 235 |
| 31 | Cala Provençals | 570,94 | 486,26 | 12 | | | | | | | | | M | 100,63 | 12,5 | 267 |
| 32 | N Cala Bona | 570,59 | 6,93 | 9 | | | | | | | | | B | 31,52 | 3 | 82 |
| 33 | Sa Coma | 483,92 | 329,31 | 9 | | | | | | | | | B | 32,17 | 12,5 | 55 |
| 34 | Na Magrana | 603,68 | 93,43 | 10 | | | | | | | | | B | 38,5 | 12 | 74 |
| 35 | Cala Antena | 521,23 | 75,89 | 12 | | | | | | | | | A | 147,83 | 39 | 240 |
| 36 | S'Algar | 540,35 | 181,77 | 21 | | | | | | | | | M/A | 110,1 | 15 | 179 |
| 37 | Cala Mitjana | 570,12 | 15,75 | 7 | | | | | | | | | M | 94,43 | 73 | 129 |
| 38 | Punta Galera | 581,70 | 230,94 | 17 | | | | | | | | | B/M | 61,68 | 2 | 235 |
| 39 | Mondragó | 501,25 | 131,85 | 17 | | | | | | | | | B | 56,66 | 2,5 | 163 |
| 40 | Cala s'Almunia | 570,21 | 139,7 | 22 | | | | | | | | | B/M | 62,57 | 4,3 | 253 |
| 41 | Far de Ses Salines | 459,54 | 525,1 | 25 | | | | | | | | | A | 155,94 | 7,5 | 374 |
| 42 | Es Carbó | 557,45 | 448,16 | 14 | | | | | | | | | M/A | 115,07 | 33 | 279 |
| 43 | Colònia de Sant Jordi | 872,75 | 103,61 | 33 | | | | | | | | | M | 84,53 | 6,5 | 235 |
| 44 | Sa Ràpita | 616,88 | 141,88 | 17 | | | | | | | | | B | 51,18 | 4 | 184 |
| 45 | Vallgomera | 537,95 | 189,4 | 18 | | | | | | | | | A | 161,83 | 76 | 393 |
| 46 | Cap Blanc | 714,92 | 194,89 | 20 | | | | | | | | | B | 45,46 | 6 | 140,5 |
| 47 | Tolleric | 695,45 | 483,69 | 22 | | | | | | | | | M | 78 | 2 | 206 |
| 48 | Cala Blava | 566,85 | 159,48 | 26 | | | | | | | | | B/M | 69,69 | 20 | 219 |
| 49 | Can Pastilla | 634,93 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |
| 50 | Catedral | 516,74 | 0 | 0 | | | | | | | | | - | - | - | - |

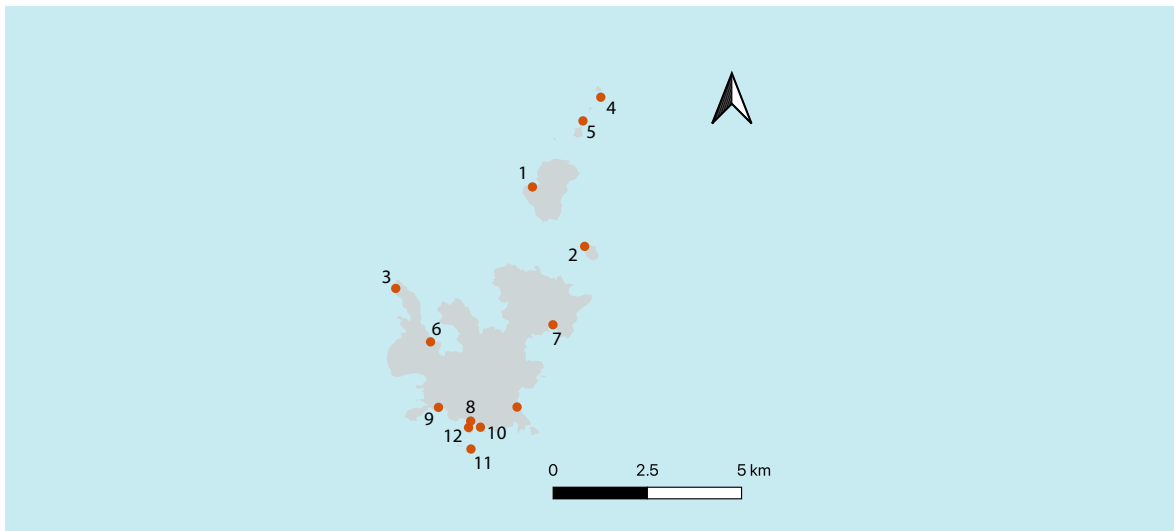


Figura 5. Localització de les 13 zones de mostreig de *Dendropoma lebeche* a Cabrera l'any 2014. Els números de les localitzacions es descriuen a la taula 2. FONT: COB-IEO, Salud Deudero; Maite Vázquez-Luis *et al.*⁷

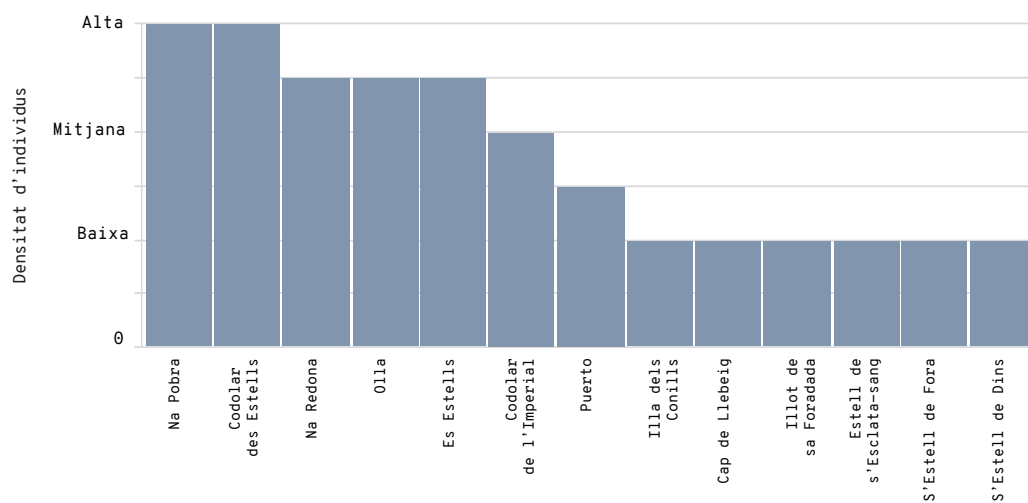


Figura 6. Densitat de *Dendropoma lebeche* a Cabrera l'any 2014. FONT: COB-IEO, Vázquez-Luis *et al.*⁷

Taula 2. Resultats dels transsectes de Cabrera. L'ombreig gris indica la presència de formacions de *D. lebeche*. Nivell A: alt; M: mitjà; B: baix. FONT: COB-IEO, Salud Deudero; Maite Vázquez-Luis *et al.*⁷

| ID | Localització | Formacions | | | | | | | | Densitat (ind./25 cm ²) |
|----|--------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| | | Escull cornisa | Escull mamelló | Escull submergit | Crosta cinturó | Crosta plataforma | Crosta submergida | Individus lliures | Individus o colònies morts | Nivell |
| 1 | Illa des Conills | | | | | | | | | B |
| 2 | Na Redona | | | | | | | | | M/A (puntual) |
| 3 | Cap de Llebeig | | | | | | | | | B |
| 4 | Illot de sa Foradada | | | | | | | | | B |
| 5 | Na Pobra | | | | | | | | | molt A |
| 6 | Port | | | | | | | | | B/M (puntual) |
| 7 | Olla | | | | | | | | | M/A |
| 8 | Es Estells | | | | | | | | | M/A |
| 9 | Codolar des Estells | | | | | | | | | A |
| 10 | Estell de s'Esclata-sang | | | | | | | | | B |
| 11 | S'Estell de Fora | | | | | | | | | B |
| 12 | S'Estell de Dins | | | | | | | | | B |
| 13 | Codolar de l'Imperial | | | | | | | | | M |

CABRERA

Es van trobar colònies de *D. lebeche* en les 13 localitzacions d'estudi (figura 5).

La densitat més alta es registra a na Pobra i el Codolar des Estells. La densitat baixa es dona en 6 de les 13 zones estudiades (figura 6, taula 2). Aquesta alta

quantitat de zones amb densitat baixa pot ser deguda als pendents més grans de les zones de mostreig.

La formació d'escull es registra en 2 zones: na Pobra i es Estells (taula 2). El tipus més comú de formació és el de crosta cinturó.

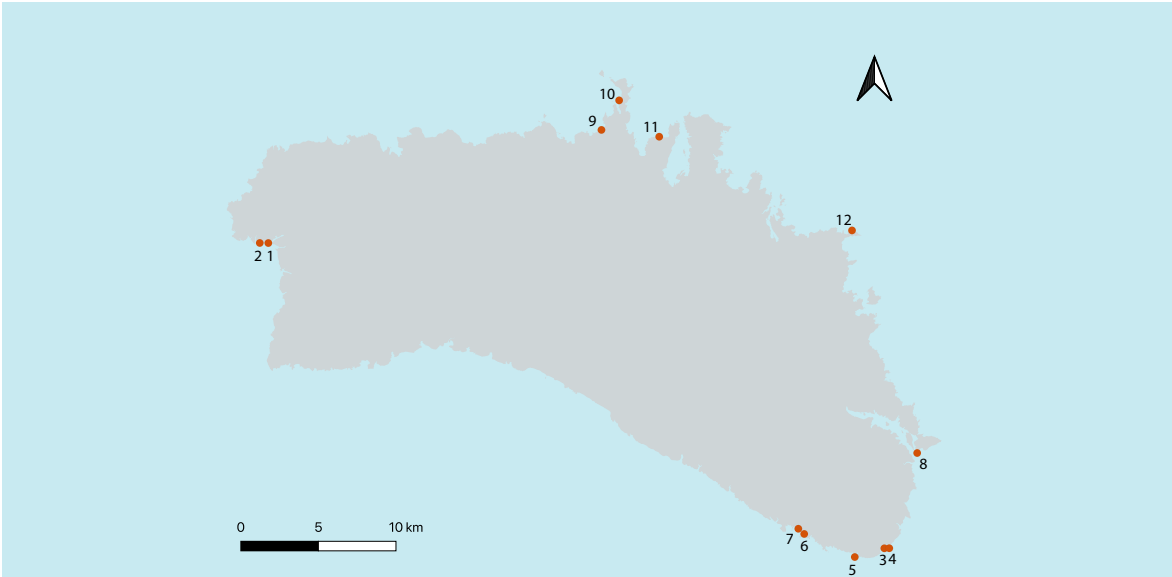


Figura 7. Localitzacions de mostreig a Menorca l'any 2016. Els números de les localitzacions es descriuen a la taula 3. FONT: Vázquez-Luis.⁷

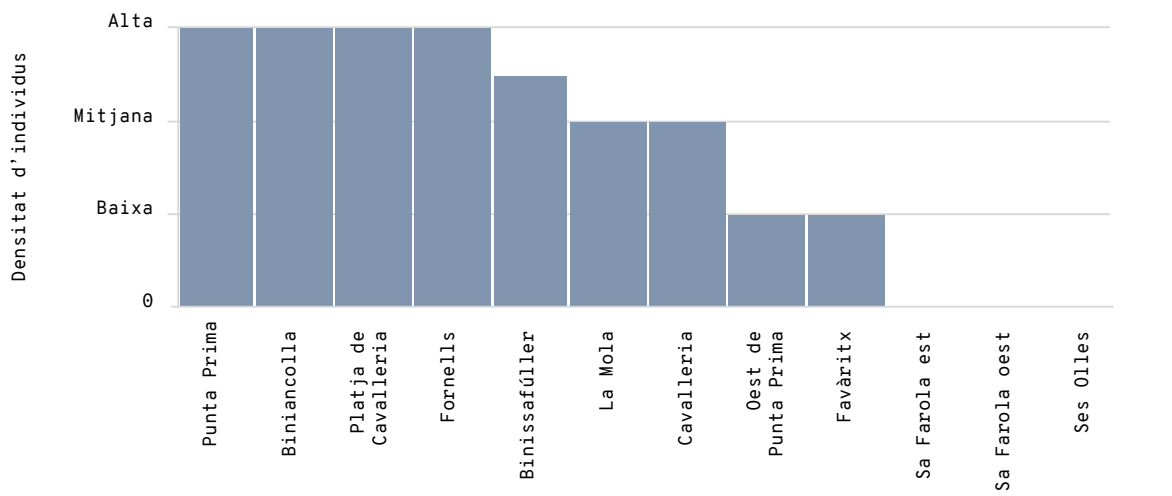


Figura 8. Densitat de *Dendropoma lebeche* dels 12 transectes de Menorca mostrejats l'any 2016. FONT: Vázquez-Luis.⁷

Taula 3. Resultats dels transectes de Menorca. L'ombreig indica presència de formacions de *D. lebeche*. Nivell A: alt; M: mitjà; B: baix. FONT: Vázquez-Luis.⁷

| ID | Localització | Formacions | | | | | | | Densitat (ind./25 cm ²) |
|----|----------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | | Escull cornisa | Escull mamelló | Escull submergit | Crosta cinturó | Crosta plataforma | Crosta submergida | Individus lliures | Individus o colònies morts |
| 1 | Sa Farola est | | | | | | | | |
| 2 | Sa Farola oest | | | | | | | | |
| 3 | Oest de Punta Prima | | | | | | | | 95 % |
| 4 | Punta Prima | | | | | | | | |
| 5 | Biniancolla | | | | | | | | |
| 6 | Ses Olles | | | | | | | | |
| 7 | Binissafúller | | | | | | | | |
| 8 | La Mola | | | | | | | | |
| 9 | Platja de Cavalleria | | | | | | | | |
| 10 | Cavalleria | | | | | | | | |
| 11 | Fornells | | | | | | | | |
| 12 | Favàritx | | | | | | | | |

MENORCA

De les 12 localitzacions estudiades, *D. lebeche* està present en 9 —fora de sa Farola est (1), sa Farola oest (2) i ses Olles (6) (figura 7).

La densitat alta es registra en 4 zones (Punta Prima, Biniancolla, Platja de Cavalleria i Fornells) (figura 8). D'altra banda, la densitat baixa es registra a l'oest de Punta Prima i a Favàritx.

Les formacions de crosta cinturó (7 localitzacions) i les formacions esculloses (6 localitzacions) són les més comunes a Menorca (taula 3). Es troben grans esculls a Punta Prima, Biniancolla i la Mola. A l'oest de Punta Prima (platja de tipus urbà) el 95 % de la colònia estava morta. En aquesta zona es van trobar taques de quitrà.

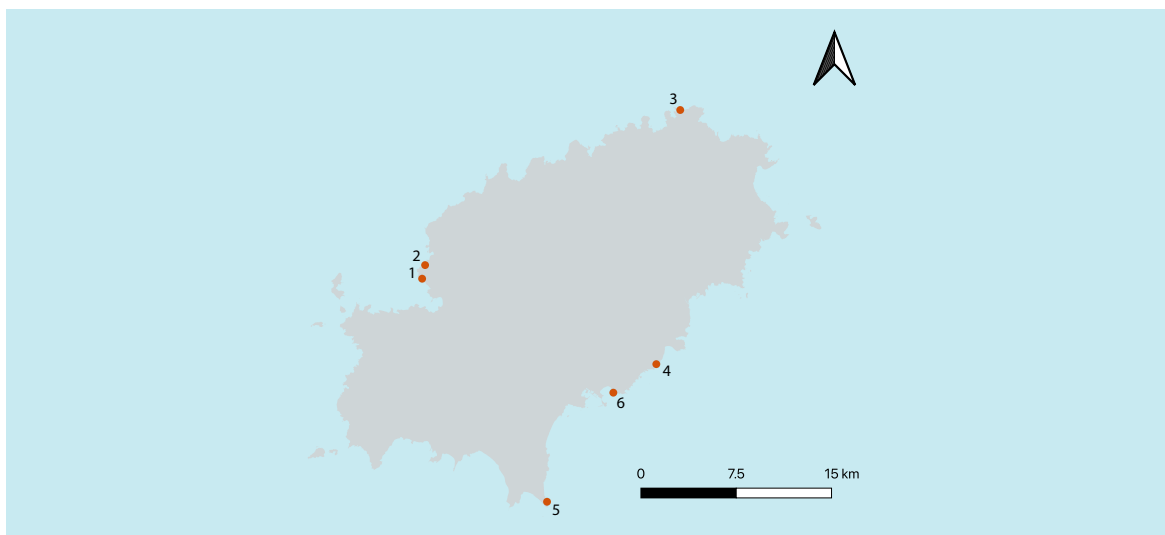


Figura 10. Localitzacions de mostreig a Eivissa l'any 2016. Els números de les localitzacions es descriuen a la taula 4. FONT: Vázquez-Luis.⁷

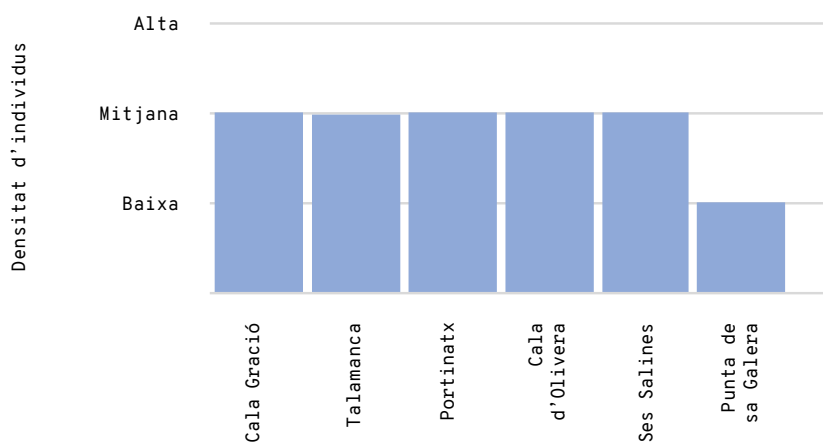


Figura 11. Densitat de *Dendropoma lebeche* de les 6 localitzacions d'Eivissa mostrejades l'any 2016. FONT: Vázquez-Luis.⁷

Taula 4. Resultats dels transectes d'Eivissa l'any 2016. L'ombreig indica presència. Nivell A: alt; M: mitjà; B: baix. FONT: dades de l'any 2016, Vázquez-Luis.⁷

| ID | Localització | Formacions | | | | | | | | Densitat (ind./25 cm ²) |
|----|--------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| | | Escull cornisa | Escull mamelló | Escull submergit | Crosta cinturó | Crosta plataforma | Crosta submergida | Individus lliures | Individus o colònies morts | Nivell |
| 1 | Cala Gració | | | | | | | | | M |
| 2 | Punta de sa Galera | | | | | | | | | B |
| 3 | Portinatx | | | | | | | | | M |
| 4 | Cala d'Olivera | | | | | | | | | M |
| 5 | Ses Salines | | | | | | | | | M |
| 6 | Talamanca | | | | | | | | | M |

EIVISSA

Les 6 localitzacions estudiades l'any 2016 tenen presència de *D. lebeche* (figura 10).

La densitat d'individus és mitjana, fora de Punta de sa Galera, on es van detectar densitats baixes (figura 11, taula 4). Les úniques formacions són de crosta cinturó i individus lliures —en cap cas amb formacions d'escull (taula 4). La no detecció de formacions de tipus escull pot ser deguda a la impossibilitat d'efectuar una completa prospecció de les parts més submergides a causa de condicions de mala mar durant el mostreig.

Adicionalment, l'any 2019 es van estudiar colònies de *D. lebeche* en la totalitat de la costa rocosa de la

Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent (figura 12).

Hi ha una gran variabilitat de densitats, més comunes les baixes i mitjanes a causa de l'elevat pendent de la majoria de la costa prospectada (figura 13). L'únic valor alt de densitat mitjana (78,63 individus/25 cm²) es registra a sa Conillera.

Les formacions de tipus crosta són les més abundants entre els illots estudiats (taula 5). Les segueixen en nombre les formacions esculloses, els individus lliures i, per últim, les colònies mortes. A sa Conillera es va localitzar el 44,4 % de les colònies mortes en la badia de l'Estància de Dins, davant la badia de Sant Antoni de Portmany.

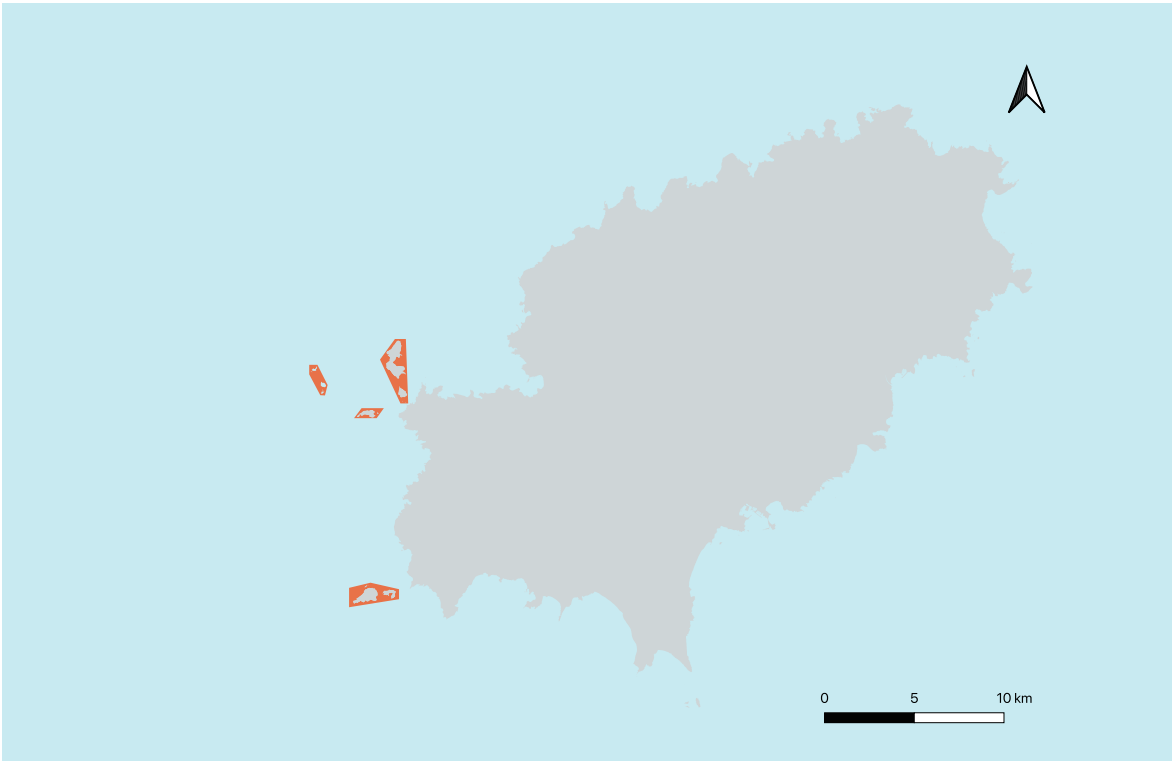


Figura 12. Localitzacions de mostreig de la Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent l'any 2019 (al voltant de tota la costa dels illots). FONT: Vázquez-Luis.⁴

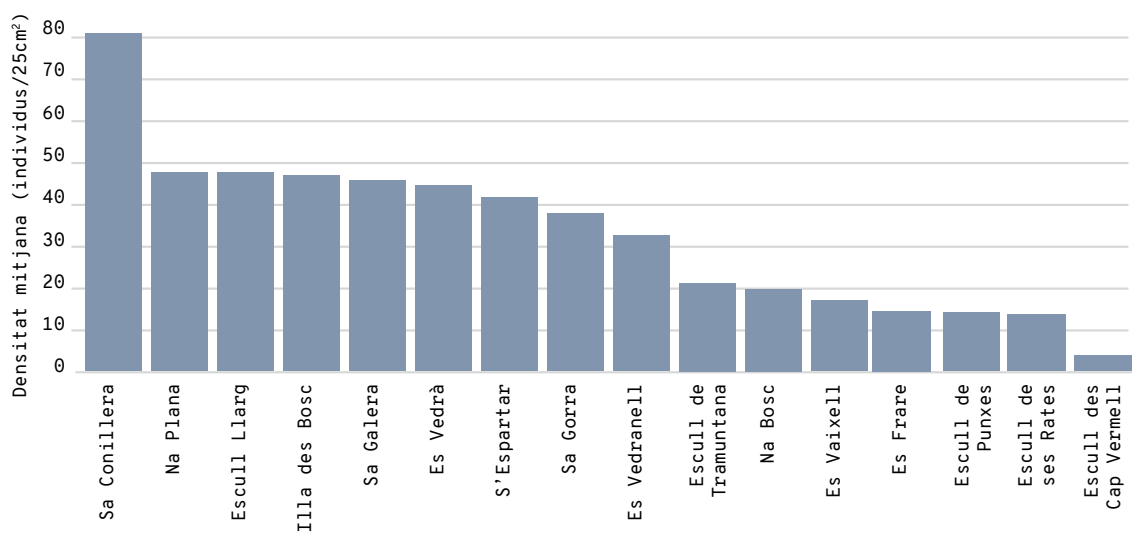


Figura 13. Densitat mitjana de *Dendropoma lebeche* a la Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent l'any 2019. FONT: Vázquez-Luis.⁴

Taula 5. Resultats dels transsectes d'Eivissa a la Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent. L'ombreig indica presència. Nivell A: alt; M: mitjà; B: baix. FONT: dades de 2019, Vázquez-Luis.⁴

| Transsectes | | Colònies | | | | Formacions | | | | | | | | | | Densitat (ind. / 25 cm²) | | |
|------------------------|-----------|-----------|---------|------|-------------|----------------|---------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|---------------|------|--------------------------|--|--|
| Illot | long. (m) | long. (m) | % long. | Nre. | long. X (m) | Escull cornisa | Escull mameló | Escull submergit | Crosta cinturó | Crosta plataforma | Crosta submergida | Individus lliures | Individus o colònies morts | Mitjana ± SE | Min. | Màx | | |
| Es Vedrà | 5093,05 | 1835,45 | 36 | 70 | 38,45 | | | | | | | | | 43,90 ± 36,19 | 3 | 182 | | |
| Sa Galera | 408,45 | 115,97 | 28,46 | | 12,52 | | | | | | | | | 45,22 ± 45,13 | 3 | 167 | | |
| Es Vedranell | 211,77 | 1349,44 | 24 | 5 | 41,09 | | | | | | | | | 32,01 ± 23,65 | 2 | 158 | | |
| Sa Conillera | 8860,54 | 3422,88 | 38,68 | 7 | 61,45 | | | | | | | | | 78,63 ± 52,69 | 7 | 280 | | |
| Illa des Bosc | 2336,95 | 1887,83 | 80,82 | 4 | 55,24 | | | | | | | | | 46,54 ± 25,06 | 51 | 10 | | |
| Escull Llarg | 371,78 | 395,92 | 106,56 | | 41,16 | | | | | | | | | 46,89 ± 26,28 | 6 | 103 | | |
| Escull de Punxes | 86,38 | 86,31 | 99,91 | | | | | | | | | | | 13,67 | 11 | 18 | | |
| Escull de ses Rates | 86,95 | 86,2 | 99,11 | | | | | | | | | | | 13,67 | 10 | 16 | | |
| S'Espartar | 3435,67 | 2468,62 | 71,96 | 0 | 21,88 | | | | | | | | | 41,09 ± 38,70 | 1 | 213 | | |
| Es Frare | 292,26 | 282,85 | 96,83 | | 94,28 | | | | | | | | | 14,33 ± 12,91 | 23 | 2 | | |
| Sa Gorra | 611,51 | 240,04 | 39,35 | | 12,21 | | | | | | | | | 37,17 ± 22,37 | 10 | 81 | | |
| Es Vaixell | 299,33 | 299,33 | 100 | 1 | | | | | | | | | | 16,67 | 11 | 22 | | |
| Na Bosc | 211,77 | 880,07 | 27,49 | | 29,35 | | | | | | | | | 19,28 ± 8,61 | 13 | 6 | | |
| Na Plana | 1041,35 | 876,39 | 84,21 | 2 | 25,26 | | | | | | | | | 47,08 ± 45,96 | 3 | 181 | | |
| Escull des Cap Vermell | 173,33 | 29,52 | 17 | 1 | | | | | | | | | | 42 | | 5 | | |
| Escull de Tramuntana | 159,29 | 67,66 | 42,52 | | 33,83 | | | | | | | | | 21,17 ± 10,14 | 10 | 31 | | |

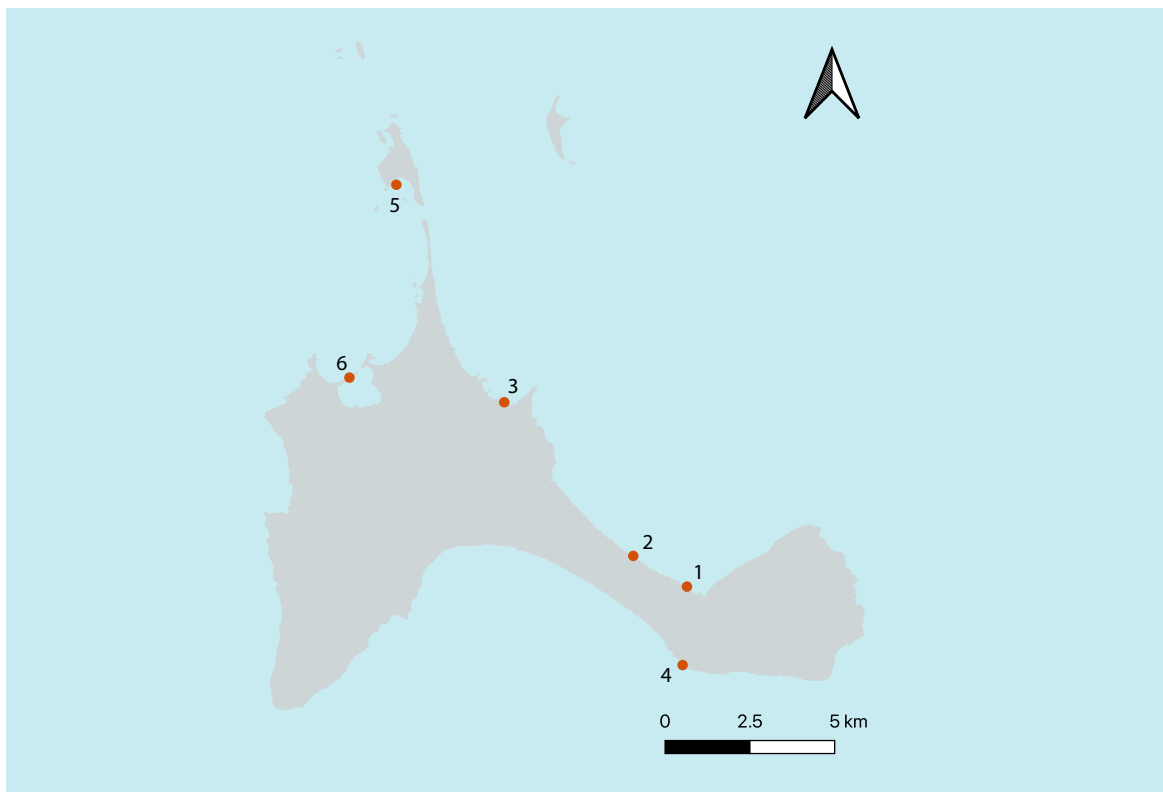


Figura 14. Localitzacions de mostreig a Formentera l'any 2016. Els números de les localitzacions es descriuen a la taula 6. FONT: Vázquez-Luis.⁷

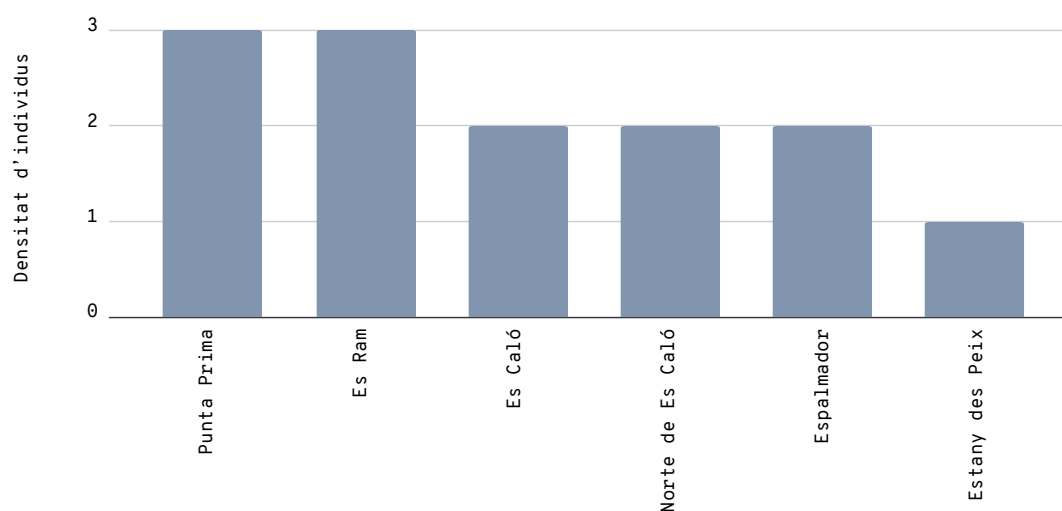


Figura 15. Densitat de *Dendropoma lebeche* de les 6 localitzacions de Formentera mostrejades l'any 2016. FONT: Vázquez-Luis.⁷

Taula 6. Resultats dels transsectes de Formentera l'any 2016. L'ombreig indica presència. Nivell A: alt; M: mitjà; B: baix. FONT: Vázquez-Luis.⁷

| ID | Localització | Formacions | | | | | | | Densitat (ind. / 25 cm ²) |
|----|-----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| | | Escull cornisa | Escull mamelló | Escull submergit | Crosta cinturó | Crosta plataforma | Crosta submergida | Individus lliures | Individus o colònies morts |
| 1 | Es Caló | | | | | | | | M |
| 2 | Nord des Caló | | | | | | | | M |
| 3 | Punta Prima | | | | | | | | A |
| 4 | Es Ram | | | | | | | | A |
| 5 | S'Espalmador | | | | | | | | M |
| 6 | Estany des Peix | | | | | | | | B |

FORMENTERA

D. lebeche està present en les 6 localitzacions estudiades (figura 14). La densitat és alta en 2 zones, mitjana en 3 i baixa en 1 (figura 15).

En 2 de les 6 zones de mostreig hi ha formacions esculloses, mentre que les més comunes són les de crosta cinturó (taula 6).

CONCLUSIONS

Les colònies de *D. lebeche* es troben al voltant del litoral costaner rocós de totes les Illes Balears.^{4, 7}

La densitat d'individus és una variable que depèn de diversos factors.^{8, 9} Per tant, una densitat més gran o més petita pot estar relacionada amb la qualitat ambiental, l'orografia de la zona, el tipus de roca, l'hidrodinamisme, el sediment en suspensió o la proximitat a efluents d'aigua dolça.

A Mallorca, les colònies de *D. lebeche* apareixen en el 29,1 % de tots els transsectes prospectats. La densitat més gran s'observa a Santa Ponça (192 individus/25 cm²) i la més petita al Port de Sóller (5 individus/25 cm²). Les colònies en regressió de Mallorca —inferides a causa de la presència de colònies mortes— per possible deteriorament de les condicions mediambientals són: Alcanada, na Magrana, Tolleric i Cala Blava. D'aquestes, a na Magrana i Tolleric a causa, possiblement, d'un aportament de nutrients (eutrofització) derivat de l'abocament d'aigües mal depurades. D'altra banda, a Cala Marmassen i Camp de Mar les formacions es troben en disminució, i són necessaris més estudis per inferir si la causa és una intrusió d'aigua dolça. La contaminació per quitrà s'ha observat en colònies en recessió, per exemple, a Punta Prima, Cala Antena i es Carbó. Per últim, Punta Galera mostra un 95 % de colònies mortes, a causa probablement d'una alta freqüentació.

Cabrera té les densitats més grans a na Pobra i es Colomar des Estells. Hi ha zones de baixa densitat a causa d'un pendent més gran dels transsectes estudiats.

A Menorca, Punta Prima, Biniancolla, Platja de Cava-lleria i Fornells tenen les densitats més altes, mentre que sa Farola i ses Olles no presenten colònies.

A Eivissa, les densitats són mitjanes excepte a Punta de sa Galera, amb densitat baixa.

Les formacions en la Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent semblen trobar-se en

molt bon estat de conservació, tot i que es necessiten més dades històriques i de seguiment per avaluar l'evolució de l'espècie en aquest espai natural. Les àrees de la Reserva Natural, comparades amb les altres, són zones lliures d'impactes —no hi ha signes de regressió per l'activitat antròpica directa—, on la discontinuïtat de les colònies és natural. No hi ha taques de quitrà ni fems i no s'hi observa trepig, ja que hi està prohibit el desembarcament. No obstant això, aquestes formacions es troben en un grau de desenvolupament i extensió més petit que les de Mallorca. En aquesta reserva hi ha densitats baixes i mitjanes (essent el valor més gran 78,63 individus/25 cm² a sa Conillera, i la resta de transsectes < 50 individus/25 cm²), possiblement a causa de l'elevat pendent de la zona. Tot i així, la presència d'aquestes formacions en la costa dels illots és un indicatiu de l'òptima qualitat de l'aigua de mar.

Finalment, a l'illa de Formentera les localitzacions de Punta Prima i es Ram mostren les zones amb densitat més gran, mentre que s'Estany des Peix és la zona de densitat més petita.

La formació de *D. lebeche* més recurrent de totes les illes és la de crosta cinturó. Tot i que aquesta tipologia sol ser de baixa densitat d'individus, indica bona qualitat de l'aigua de mar.

Totes les illes tenen formació de tipus escull —la de densitat d'individus més gran— i es troben en igual estat de desenvolupament, fora de sa Ràpita, zona que mostra regressió coincidint amb la proximitat d'un port.

És necessari disposar d'un pla de seguiment de les poblacions de *D. lebeche* per conèixer la seva distribució i estat de conservació, i valorar l'eficàcia de les mesures de gestió. Addicionalment, la determinació d'altres indicadors —com, per exemple, el grau de fragmentació de les colònies— permetria detectar si la discontinuïtat de les colònies observades és deguda a variables naturals o antròpiques, ampliant així el coneixement sobre la seva distribució i desenvolupament.

REFERÈNCIES

- ¹ TEMPLADO, J; RICHTER, A; CALVO, M. (2016). «Reef building Mediterranean vermetid gastropods: disentangling the *Dendropoma petraeum* species complex». *Mediterranean Marine Science*, 17(1), 13-31. DOI: 10.12681/mms.1333.
- ² BAYLE-SEMPERE, J. *et al.* (2004). «Evaluación de las formaciones de verméticos (*Dendropoma petraeum*) y su influencia sobre la biodiversidad marina en LICs de la Comunidad Valenciana». Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana.
- ³ DI FRANCO, A. *et al.* (2011). «Do small marinas drive habitat specific impacts? A case study from Mediterranean Sea». *Marine Pollution Bulletin*, 62, 926-933. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.02.053.
- ⁴ VÁZQUEZ-LUIS, M.; MORATÓ TROBAT, M.; BERNAL IBÁÑEZ, A. (2020). «Prospección y evaluación de las comunidades de *Dendropoma lebeche* en las reservas naturales de es Vedrà, es Vedranell y los islotes de Poniente». Servei d'Espais Naturals, Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat, Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.
- ⁵ BAREA-AZCÓN, J. M.; BALLESTEROS-DUPERÓN, E; MORENO, D. (2008). «Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía» (4 toms). Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- ⁶ ÁLVAREZ, E. (2016). «Llista vermella dels invertebrats marins del mar Balear». Servei de Protecció d'Espècies, Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears.
- ⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. (2016). «Inventario de las poblaciones del vermético mediterráneo *Dendropoma lebeche* en las Costas de Baleares». Servei de Protecció d'Espècies, Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat, Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears.
- ⁸ BAYLE-SEMPERE, J. *et al.* (2004). «Evaluación de las formaciones de verméticos (*Dendropoma petraeum*) y su influencia sobre la biodiversidad marina en LICs de la comunidad valenciana». Universitat d'Alacant; Conselleria de Territori i Habitatge de la Generalitat Valenciana.
- ⁹ RAMOS-ESPLÁ, A. *et al.* (2008). «Cartografía de las formaciones de verméticos: *Dendropoma petraeum* en la comunidad Valenciana y evaluación de su estado de conservación». Universitat d'Alacant; Servicio de Conservación de la Biodiversidad, Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; VÁZQUEZ-LUIS, M. (2021) «*Dendropoma lebeche*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicues/imb-dendropoma-lebeche-cat.pdf>>.

Dofí mular (*Tursiops truncatus*)

Percentatge d'hores de detecció

El dofí mular és el cetaci més costaner de la Mediterrània. És un animal que, de forma habitual, es pot albirar des de la costa, especialment durant els mesos d'hivern, en què s'hi aproxima més. No és estrany que entri dins ports i badies tancades. Tot i això, aquesta alta freqüència d'albiraments no està lligada a una població nombrosa, que s'ha estimat en devers 700 exemplars a la primavera i 1.300 a la tardor.¹ En general, viu en petits grups molt dinàmics, caracteritzats per la dinàmica de fusió-fissió d'individus.

Té un cos fusiforme i robust i és un dofí relativament gran, fa entre 2,3 i 3,5 metres de llargada i 300 quilos de pes. Té el dors gris fosc i s'aclareix a mesura que descendeix pels flancs, mentre que el seu ventre és blanc o rosat. El seu meló és clarament convex i té un morro curt i ample al qual deu el seu nom en anglès: *bottlenosed dolphin*. Té una dentició homodonta i de 8 a 26 dents. També presenta una aleta dorsal gran, alta i falciforme. El seu cantell posterior prim es mutila amb facilitat amb interaccions entre individus de la mateixa espècie, predadors i humans. Aquestes cicatrius resultants són un sistema d'identificació individual robust.

És una espècie cultural i aprèn formes i tècniques de depredació dels seus congèneres. La seva alimentació es basa al cent per cent en espècies demersals de peixos i cefalòpodes comercials,² per la qual cosa sovint s'associa a activitats pesqueres, com el bou³ o xarxes d'emballament.^{4,5} Alguns estudis fets amb aquestes xarxes mostren com les captures accidentals afecten seriosament la població de dofins a les Balears.⁴

Les Balears en tenen una població pròpia amb una fragmentació discreta entre les Gimnèsies i les Pi-tiüses,⁶ resultat de la seva alta fidelitat geogràfica.

Les principals amenaces per a l'espècie són les interaccions amb la pesca, l'exhauriment dels recursos per sobreexplotació pesquera, els canvis estructurals a la Mediterrània o el canvi climàtic. La contaminació acústica també té efectes directes sobre la seva salut i ecologia. Per exemple, a causa del renou es descriuen zones d'afecció fisiològica,

zones d'exclusió, emmascarament de sons socials i estrès. A més, com a depredador apical i agreujat pels seus hàbits costaners, ja que viu devora les costes és on hi ha els màxims de contaminació química, bioacumula toxines que afecten la seva salut.

Tot plegat fan del dofí mular una espècie sentinella de primer ordre per valorar el bon estat de la mar.

METODOLOGIA

Els cetacis són eminentment éssers acústics. És a dir, desenvolupen la seva vida, la seva relació amb el medi i els seus congèneres mitjançant sons. Aquests sons poden ser modulats (xiulets) o polsats (clics d'ecolocalització). Per aquesta raó, s'han desenvolupat noves eines d'estudi basades en l'acústica que han donat com a resultat uns mètodes d'estudi molt efectius i eficaços per conèixer i estudiar l'espècie.

L'indicador % DPH (% of Deployment Positive Hours, o % d'hores de detecció) quantifica la presència de dofins mulars en un punt concret del litoral mitjançant la detecció de sons polsats o modulats referits al total d'hores mostrejades mitjançant acústica passiva. Aquest indicador es va emprar a diferents AMP de les Balears els anys 2006 i 2013, però només basat en clics, usant detectors automàtics⁷ amb instrumental que no permet la comparació directa amb les dades recollides a partir de l'any 2018. Des de llavors s'ha utilitzat instrumental més avançat, que permet la validació de les deteccions per part dels tècnics i que serà l'utilitzat els propers anys.

QUÈ ÉS?

El dofí mular és una espècie de cetaci que fa entre 2,5 i 3,5 metres de longitud, que habita les aigües més costaneres de la Mediterrània. Emet xiulets per comunicar-se i clics d'alta freqüència per alimentar-se. El percentatge d'hores amb presència acústica mesura la presència del dofí mular en un punt determinat del litoral a partir dels sons detectats. L'indicador s'estandarditza a partir del nombre d'hores totals mostrejades.

METODOLOGIA

Els censos acústics es fan amb hidròfons, uns dispositius submergits que envien els sons emesos als ordinadors dels vaixells.

S'utilitza el mètode d'acústica passiva per mesurar els clics que produeix el dofí mular. Es fan estudis a cinc zones del litoral de les Pitiüses (Tagomago, Eivissa, sa Creu, Saona i Illots).

Adicionalment, es presenten dades des de l'any 2018 del projecte «Els nostres dofins», d'on s'obtenen dades de sis hidròfons dins l'àrea marina protegida (AMP) dels Freus d'Eivissa i Formentera.

RESULTATS

- Els percentatges d'hores amb detecció de so han disminuït del 3,49 al 3,08 % entre l'any 2018 i el 2019. Aquest resultat pot ser degut a (i) variacions naturals interanuals o (ii) una disminució de la població de dofí mular, la qual cosa suposaria un estat ambiental desfavorable.
- De les sis zones d'estudi en 2020, els valors més alts de detecció es registren a l'AMP dels Freus

PER QUÈ?

A causa de la quantitat d'estressors que afecten la salut i l'ecologia d'aquesta espècie (captures accidentals, exhauriment de recursos, canvis oceanoogràfics i climàtics, contaminació acústica i química), la seva presència suposa un bon indicador del bon estat de la mar. Aquesta espècie es considera en perill a la Mediterrània per la IUCN.

LOCALITZACIÓ



d'Eivissa i Formentera, mentre que els més baixos es donen a Tagomago.

- En general, es detecta més presència de dofins a l'hivern que a l'estiu.
- És necessari fer més monitoratge d'aquest indicador per poder observar les tendències a llarg termini a diferents àrees de la mar Balear.



NORMATIVA

| ÀMBIT | ANY | NORMATIVA | ANNEX | CATEGORIA |
|---------------|------|---|---------|---|
| Internacional | 2015 | CMS. Convenció sobre la Conservació de les Espècies Migratòries d'Animals Silvestres | II | Espècies migratòries que han de ser objecte d'acords (poblacions de la mar del Nord, de la mar Bàltica, de la Mediterrània i de la mar Negra) |
| Internacional | 2012 | Conveni de Barcelona (esmena 2012) | II | En perill o amenaçada |
| Internacional | 2010 | CITES (apèndixs I, II i III 2010) | | Control estricte del seu comerç |
| Internacional | 2009 | ACCOBAMS | | |
| Internacional | 1995 | Conveni de Barcelona (Protocol SPA) | II | En perill o amenaçada |
| Internacional | 1979 | CMS. Convenció sobre la Conservació de les Espècies Migratòries i d'Animals Silvestres | II | Espècies migratòries que han de ser objecte d'acords |
| Europeu | 1982 | Conveni de Berna (revisió dels annexos, març de 2002) | II | Estrictament protegida |
| Europeu | 1992 | Directiva Hàbitats | II i IV | |
| Nacional | 2011 | Reial decret 139/2011. Llista d'espècies silvestres en règim de protecció especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades | Annex | Règim de protecció especial (Llista) Vulnerable (Catàleg) |
| Nacional | 2007 | Llei 42/2007 del patrimoni natural i de la biodiversitat | II i V | |
| Nacional | 2007 | Reial decret 1727/2007 pel qual s'estableixen mesures de protecció dels cetacis | | Espai mòbil protegit |

Altres documents tècnics:

| ÀMBIT | ANY | NORMATIVA | ANNEX | CATEGORIA |
|------------|------|---|---------------|-----------------------|
| *Autonòmic | 2006 | Llibre vermell dels vertebrats de Balears (3a edició) | | Vulnerable |
| *Autonòmic | | Pla de Conservació del Dofí Mular (<i>Tursiops truncatus</i>) en aigües de l'arxipèlag balear | Lifeposidonia | En perill o amenaçada |

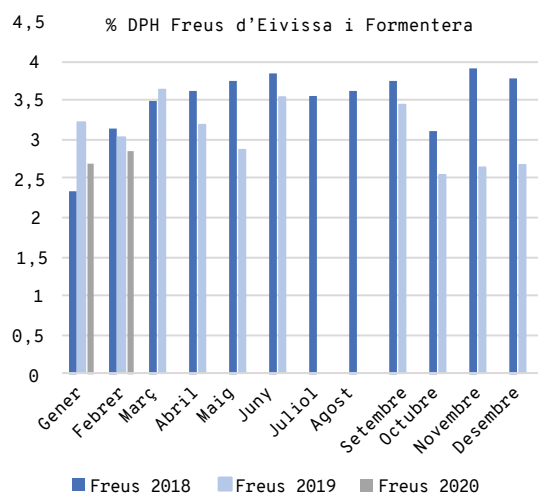


Figura 1. Percentatge d'hores de detecció (% DPH) del dofí mular dins l'àrea marina protegida dels Freus d'Eivissa i Formentera. FONT: Associació Tursiops.

RESULTATS

Arran del treball «Els nostres dofins», que s'està desenvolupant a l'entorn d'Eivissa i Formentera, es tenen dades de sis hidròfons, un d'ells des de l'any 2018 (figures 1 i 2).

Com a punt de partida d'aquest estudi, mitjançant el mateix sistema descrit, l'indicador per al dofí mular seria mantenir o augmentar les taxes de % DPH anuals per localitats i ampliar l'àmbit de l'estudi a altres localitzacions de la resta d'illes.

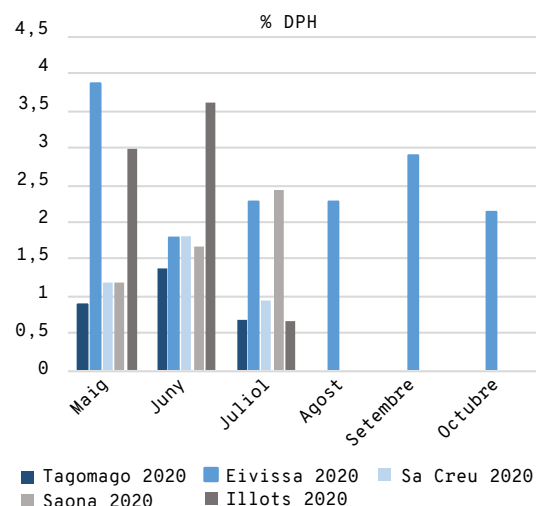


Figura 2. Percentatge d'hores de detecció (% DPH) del dofí mular a cinc àrees del litoral de les Pitiüses. FONT: Associació Tursiops.

En aquest sentit, als Freus d'Eivissa i Formentera —única localització amb diversos anys de dades— l'indicador ha baixat de 3,487 a 3,083 entre l'any 2018 i el 2019. Aquest resultat pot ser degut a variacions naturals interanuals o bé a una disminució de la població de dofí mular, la qual cosa suposaria un estat ambiental desfavorable per a l'indicador % DPH; això es podrà determinar amb una continuïtat temporal més llarga.

Com a millora del 2020, s'ha augmentat d'1 a 6 el nombre de zones estudiades per a l'indicador percentatge d'hores positives de dofí mular (% DPH).

REFERÈNCIES

- ¹ FORCADA, J. *et al.* (2004). «Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: Addressing heterogeneity in distribution». *Marine Ecology Progress Series*. <https://doi.org/10.3354/meps275275>.
- ² BLANCO, C.; SALOMÓN, O.; RAGA, J. (2001). «Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Western Mediterranean Sea». *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81, 1053-1058. <https://doi.org/10.1017/S0025315401005057>.
- ³ GONZALVO, J. *et al.* (2008). «Factors determining the interaction between common bottlenose dolphins and bottom trawlers off the Balearic Archipelago (western Mediterranean Sea)». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 367, 47-52. DOI: 0.1016/j.jembe.2008.08.013.
- ⁴ BROTONS, J. M.; GRAU, A. M.; RENDELL, L. (2008). «Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands». *Marine Mammal Science*, 24, 112-127. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2007.00164.x.
- ⁵ GAZO, M. *et al.* (2001). «Interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries in the Balearic Islands: may acoustic devices be a solution to the problem?». Roma, Italia: 15th annual conference of the European Cetacean Society.
- ⁶ BROTONS, J. M. *et al.* (2019). «Genetics and stable isotopes reveal non-obvious population structure of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) around the Balearic Islands». *Hydrobiologia*, 842(5), 1-15. DOI: 10.1007/s10750-019-04038-7.
- ⁷ CASTELLOTE, M. *et al.* (2015). «Long-term acoustic monitoring of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in marine protected areas in the Spanish Mediterranean Sea». *Ocean & Coastal Management*, 113, 54-66. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.05.017>.

CITAR COM

ASSOCIACIÓ TURSIOPS (2021). «Dofí mular (*Tursiops truncatus*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *In-forme Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicques/imb-dofi-mular-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, David Díaz i Anabel Muñoz.

Llagosta (*Palinurus elephas*)

Índexs d'assentament

La llagosta (*Palinurus elephas*) constitueix una espècie de gran rellevància ecològica i econòmica en la pesca local de les Illes Balears.

En els darrers anys s'ha identificat una disminució general de la població de llagosta en el seu àmbit de distribució mediterrània. A causa de la sobrepesca recent i d'una activitat pesquera més eficient, el volum de les descàrregues ha augmentat considerablement. Aquesta situació adversa requereix entendre la dinàmica i l'ecologia de l'espècie, i els processos d'assentament i de reclutament pesquer són alguns dels que poden oferir més evidències de la situació actual de la població explotada.^{1,2} En els darrers deu anys, la flota pesquera professional balear ha passat de descarregar-ne 30t l'any 2008 a 45t l'any 2018, amb un preu mitjà anual de les captures d'1,5 a 2 milions d'euros (dades de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears).

Sèries llargues de monitoratge (de més de 10 anys) d'índexs d'assentament de larves de *Palinurus elephas* serveixen com a eina per mostrar la intensi-

tat del reclutament en la pesquera, i permeten tenir amb antelació una aproximació del futur rendiment pesquer de l'espècie a la mar Balear. Això és possible pel fet que s'estima una edat comercial de la llagosta de quatre a sis anys,^{3,4} en funció de si és mascle o femella i de l'època d'assentament.

Aquest índex també serveix per entendre millor la dinàmica ecològica d'aquesta espècie a través de la recerca de les correlacions entre la força de l'assentament i les variables oceàniques i atmosfèriques.² L'objectiu final és obtenir una sèrie robusta perquè la capacitat de predicció sigui una eina que adoptin els organismes gestors de pesca. Aquest fet permetrà que les captures s'efectuïn d'una manera sostenible per garantir que l'espècie sigui un recurs pesquer en el futur.^{1,2} Així mateix, es requereixen esforços coordinats de gestió de l'espècie a la Mediterrània.²



Figura 1. Imatges submarines d'un exemplar madur de llagosta (*Palinurus elephas*). FONT: David Díaz (COB-IEO).

QUÈ ÉS?

La llagosta (*Palinurus elephas*) és un crustaci de gran importància ecològica i un recurs pesquer molt apreciat econòmicament per part de la societat balear. Els seus índexs d'assentament fan referència al comptatge de les larves en el fons marí i es du a terme per saber quina és la seva població actual i futura.

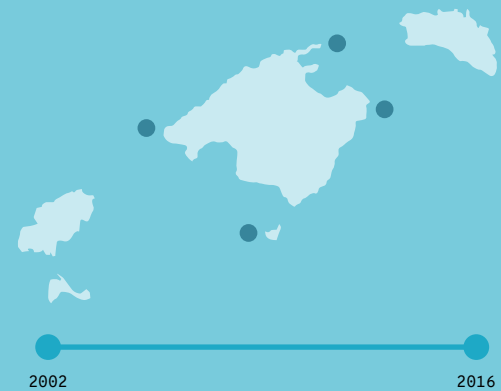
METODOLOGIA

Es duen a terme censos visuals per al comptatge de juvenils bentònics de llagosta en 10 m² de tres zones d'estudi al voltant de Mallorca i una a Cabrera durant quinze anys (2002-2016). Els resultats mostren els valors mitjans de les quatre estacions.

PER QUÈ?

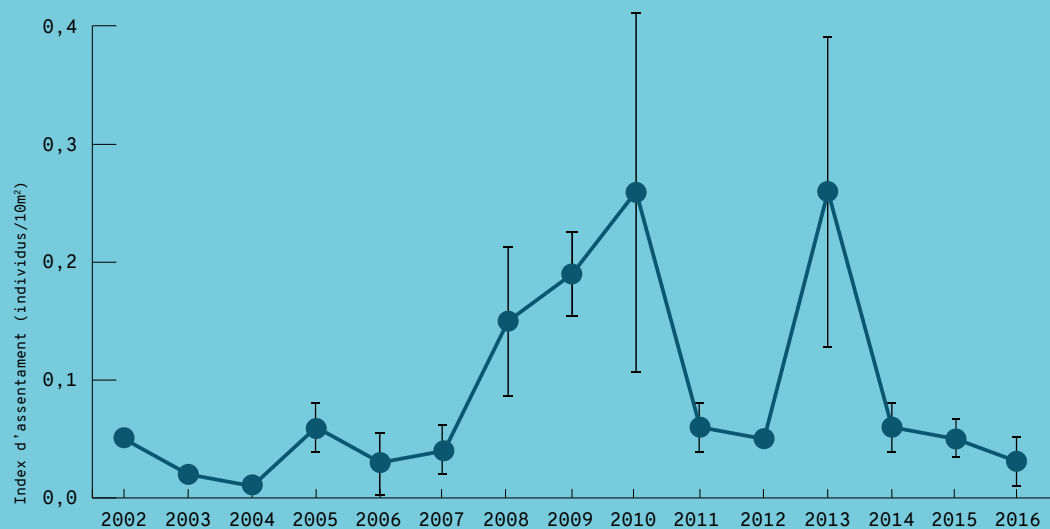
Els índexs de reclutament serveixen com a mesures de gestió pesquera local de l'espècie en el futur, ja que entre els quatre i els sis anys les llagostes adquireixen una talla comercial. L'objectiu principal rau a establir les bases d'una pesca més sostenible d'aquest recurs. També s'utilitzen per obtenir més informació sobre el seu estat i el seu comportament ecològic.

LOCALITZACIÓ

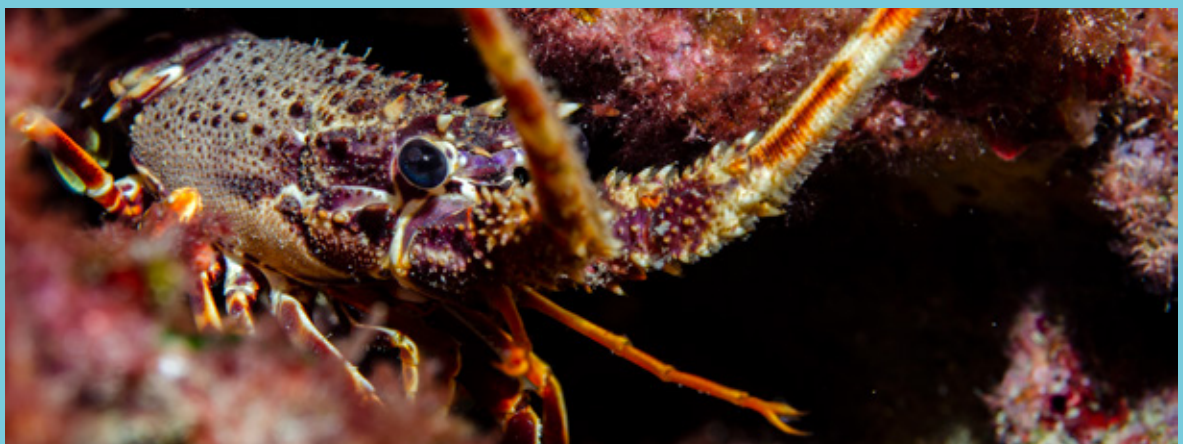


RESULTATS

Els índexs oscil·len entre 0,01 i 0,28 individus/10 m², principalment a causa de les condicions ambientals intrínseques de cada any. Uns índexs d'assentament baixos podrien implicar un rendiment més baix de captures entre 4 i 6 anys més endavant.



Mitjana de valors dels índexs d'assentament de la llagosta (*Palinurus elephas*, individus/10 m²) a les quatre estacions d'estudi (Mallorca i Cabrera) entre els anys 2002-2016. FONT: COB-IEO.



Llagosta (*Palinurus elephas*). FONT: Xavi Mas.

METODOLOGIA

Les dades d'assentament provenen de quatre localitzacions o punts de mostreig al voltant de la costa de Mallorca i de Cabrera (figura 2). Les dades sobre l'assentament de la llagosta són de 15 anys consecutius, entre 2002 i 2016. Els resultats s'expressen com a mitjana de totes les estacions i estan publicats en un congrés que va tenir lloc l'any 2017.²

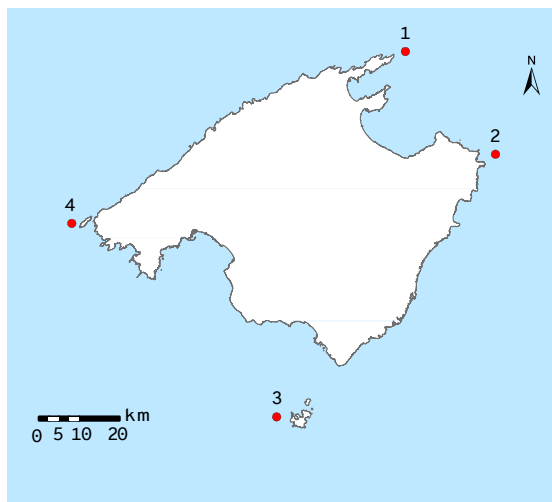


Figura 2. Localització dels 3 punts de mostreig al voltant de Mallorca (cap de Formentor, cala Rajada, sa Dragonera) i un de Cabrera. Els resultats es basen en la mitjana d'aquestes quatre estacions. FONT: COB-IEO.

RESULTATS

Els índexs d'assentament són inferiors a 0,1 individus/10 m² durant els primers anys d'estudi (2002-2007) (figura 3). Entre el 2008 i el 2010 s'incrementen gradualment, de 0,1 a 0,3 individus/10 m². Els anys 2011 i 2012, els valors tornen a ser inferiors a 0,1 individus/10 m², i l'any 2013 es produeix un augment pròxim a 0,3 individus/10 m². Finalment, entre els anys 2014-2016 es mostren valors de decreixement inferiors als 0,1 individus/10 m².

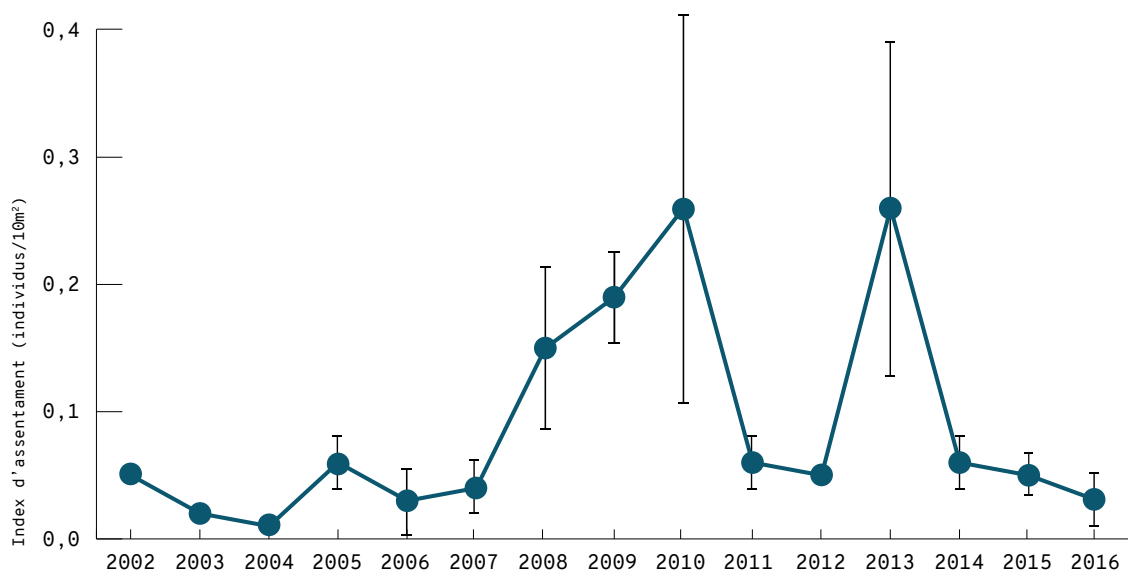


Figura 3. Mitjana dels resultats de l'índex d'assentament de la llagosta *Palinurus elephas* (individus/10m²) de les quatre estacions d'estudi al voltant de Mallorca i Cabrera entre els anys 2002 i 2016. Les barres verticals representen la desviació estàndard. FONT: COB-IEO.

El mostreig es fa anualment mitjançant censos visuals submarins que permeten estimar la força dels índexs d'assentament. Cada estació està composta per quatre punts diferents de mostreig. Aquests censos visuals es varen complementar l'any 2010 amb la instal·lació de col·lectors artificials de larves de llagosta. Les estacions de col·lectors artificials han operat experimentalment a les Illes Balears des del 2010 fins al 2015. Els col·lectors estan davall l'aigua durant tot l'any i són controlats durant els mesos d'assentament, que són els d'estiu (juny-setembre).

NORMATIVA

- Ordre de 23 de març de 2001 (BOIB núm. 38, de 29 de març de 2001), per la qual es regula la pesca de la llagosta (*Palinurus* spp.) a les aigües interiors de les Illes Balears.
- Ordre de 30 de maig de 2001 (BOE núm. 141, de 13 de juny de 2001), per la qual es regula la pesca de la llagosta (*Palinurus* spp.) a les aigües exteriors pròximes a les Illes Balears, que determina que la temporada de pesca comprèn entre l'1 d'abril i el 31 d'agost (cinc mesos).

La variabilitat observada en el nombre de reclutes durant els 15 anys de monitoratge és fruit de factors no controlables, principalment de tipus ambiental. Aquests índexs anuals es poden utilitzar per a la gestió pesquera d'aquesta espècie a partir dels 4-6 anys en endavant, ja que entre aquests anys és quan adquireixen la talla comercial.^{3, 4}

CONCLUSIONS

- Les sèries temporals d'assentament de juvenils bentònics de *Palinurus elephas* ajuden a entendre la variabilitat del procés de reclutament i a predir-ne la fortalesa, amb l'objectiu principal de gestionar la pesca sostenible d'aquesta espècie.
- Els índexs de reclutament fluctuen entre els 0,01 i els 0,28 individus/10 m². Aquesta oscil·lació es regeix per canvis en les característiques ambientals.
- Els índexs d'assentament baixos, com els dels anys 2011, 2012 i 2014-2016, poden tenir repercussions de rendiment en el sector pesquer artesanal al cap de quatre o cinc anys.

REFERÈNCIES

- ¹ MUÑOZ, A. *et al.* (2017). «Settlement Indices as Predictors of Commercial Catches of the European Spiny Lobster, *Palinurus elephas*, in the Northwestern Mediterranean Sea». Portland (Maine). [Estudi presentat a la XI edició del Congrés Internacional de Biologia i Gestió de Llagostes].
- ² DÍAZ, D. *et al.* (2017). «Understanding Settlement Dynamics of the European Spiny Lobster (*Palinurus elephas*) in the Mid-Western Mediterranean». Portland (Maine). [Estudi presentat a la XI edició del Congrés Internacional de Biologia i Gestió de Llagostes].
- ³ DÍAZ, D. *et al.* (2013). «Monitorización del asentamiento de langosta a partir de colectores artificiales en el mar Balear». Palma: Societat d'Història Natural de les Balears. [Estudi presentat a les VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears, 16-18 octubre de 2013].
- ⁴ GROENEVELD, J. C. *et al.* (2013). «*Palinurus* Species». A: PHILLIPS, B. F. (ed.). *Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Nova Jersey: John Wiley & Sons, Ltd.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; DÍAZ, D.; MUÑOZ, A. (2020) «Llagosta (*Palinurus elephas*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.org/ca/pesca/imb-langosta-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Ana Sanz-Aguilar, Virginia Picorelli, Raquel Vaquer-Sunyer i Natalia Barrientos.

Noneta (*Hydrobates pelagicus*)

1. Nombre de parelles reproductores/
nombre de nius amb posta

2. Èxit reproductor

3. Supervivència d'adults

La noneta és una petita au marina coneguda també amb els noms populars de *fumarell*, *paio*, *marineret*, *escateret* o *ocell de tempesta*. És una de les aus més emblemàtiques dels illots marins i a la vegada també és una de les més desconegudes per la població.

Es tracta d'un petit ocell marí de mida mitjana, entre 14 i 18 cm, amb una envergadura d'ala que supera el doble de la seva longitud corporal i un pes mitjà d'uns 28 grams durant l'època reproductora. Són els representants més petits de l'ordre dels procel·lariformes, que inclou els petrells, els albatros i els virots.¹ Tot i la seva aparent fragilitat, són aus que suporten les fortes onades i s'associen amb les tempestes; per això són coneguts popularment amb el nom d'ocell de tempesta (figura 1).² A la Mediterrània hi ha la subespècie *H. pelagicus melitensis*, que es diferencia morfològicament (és més gran), pel seu cant i pels seus paràmetres reproductors de la subespècie atlàntica *H. pelagicus*. Alguns autors recomanen la separació de les dues espècies.³

Les seves característiques principals són:

- Tenen una taxa de fecunditat baixa. Ponen un únic ou a l'any a l'estiu, que és incubat per ambdós progenitors.
- Nidifiquen en colònies a illots, coves o davall pedres, sempre a llocs sense depredadors mamífers (rates).
- Presenten una gran longevitat. L'exemplar més longeu registrat fins ara té més de 33 anys.
- Tenen un període d'incubació dels ous i un període de cura dels polls llargs, d'uns 40 i uns 60 dies respectivament.

→ Tenen una forma de vida pelàgica, i només van a terra per reproduir-se.

→ La noneta està catalogada com a espècie d'interès especial al Catàleg nacional d'espècies amenaçades (RD 439/1990) i com a espècie vulnerable al Llibre vermell de les aus d'Espanya.

NORMATIVA

→ Directiva 2009/147/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 30 de novembre de 2009, relativa a la conservació de les aus silvestres.

→ 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.

→ Llibre Vermell de les Aus d'Espanya.



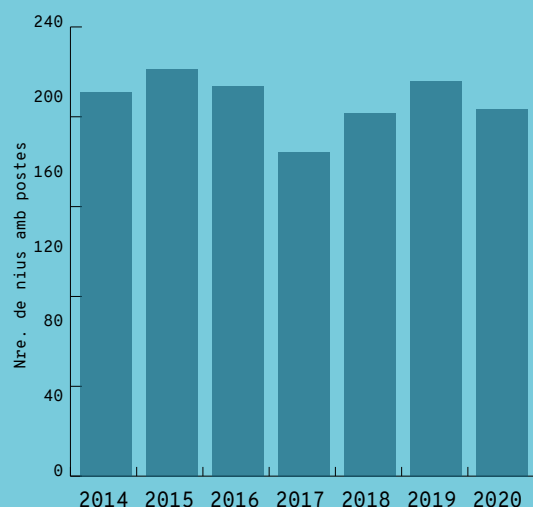
Figura 1. Fotografia d'un exemplar de noneta (*Hydrobates pelagicus*). FONT: Miquel Gomila.

QUÈ ÉS?

És una petita au marina coneguda també com fumarell, paio, marineret, escateret o ocell de tempesta. Mesura de 14 a 18 cm, té una envergadura d'ala que supera el doble de la seva longitud corporal i un pes mitjà d'uns 28 grams durant l'època reproductora. Són els representants més petits de l'ordre dels procel·lariformes, que inclou els petrells, els albatros i els virots. Les nonetes tenen una taxa de fecunditat baixa: ponen un únic ou a l'any, que és incubat per ambdós progenitors. Nidifiquen en colònies a illots, coves o davall pedres, sempre a llocs sense depredadors mamífers (rates). Presenten una gran longevitat: l'exemplar més longeu registrat fins ara té més de 33 anys. Tenen uns períodes llargs d'incubació dels ous i de cura dels polls, d'uns 40 i uns 60 dies respectivament. La seva forma de vida és pelàgica, i només van a terra per reproduir-se.

METODOLOGIA

Les dades que es presenten aquí provenen del seguiment que es du a terme a l'illa de s'Espartar des de l'any 2014 amb la col·laboració científica de la investigadora Ana Sanz-Aguilar, de la Universitat de les Illes Balears i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA); de Virginia Picorelli, tècnica de les reserves des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent; de Mariana Viñas, tècnica la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, i d'Esteban Cardona i Oliver Martínez, agents de Medi Ambient.

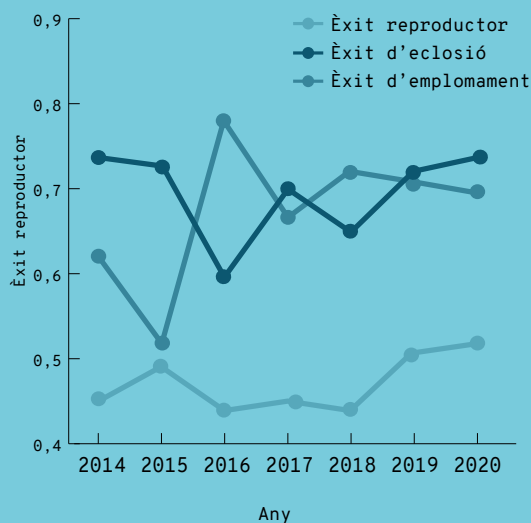
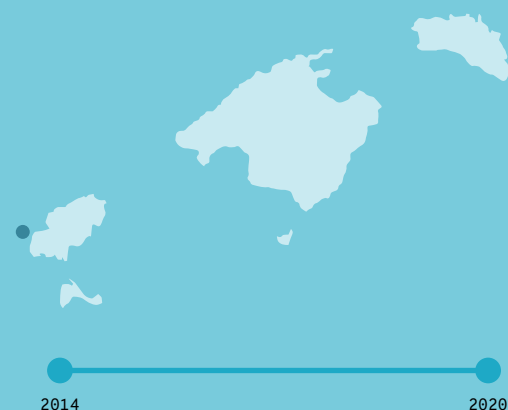


Nombre de nius amb posta a la zona d'estudi de s'Espartar.

PER QUÈ?

És una de les aus més emblemàtiques dels illots marins i a la vegada també és una de les més desconegudes per la població. La noneta està catalogada com a espècie d'interès especial al Catàleg espanyol d'espècies amenaçades (RD 439/1990) i com a espècie vulnerable al Llibre vermell de les aus d'Espanya

LOCALITZACIÓ



Evolució al llarg dels anys d'estudi de l'èxit d'eclosió, d'emplomament i reproductor (en tant per un) de la noneta a l'illa de s'Espartar.



Fotografia d'un exemplar de noneta (*Hydrobates pelagicus*) juvenil. FONT: Miquel Gomila.

RESULTATS

- Només es tenen dades contínues d'una única colònia a s'illot de s'Espartar, la colònia més important quant a nombre d'exemplars de les detectades a les Balears. Seria convenient ampliar l'àrea d'estudi a altres colònies, ja que en el cas d'aquesta espècie les dinàmiques poden variar enormement d'un lloc a un altre.
- El nombre de nius amb posta a la zona d'estudi de l'illot de s'Espartar ha oscil·lat entre 173 nius l'any 2017 i 218 nius l'any 2015 durant els set anys d'estudi. La zona amb un nombre més gran de nius és a les cambres, mentre que a l'entrada el nombre és inferior.
- A la zona de les cambres, l'èxit reproductor i la supervivència són inferiors als de la zona de l'entrada de la cova.
- Els resultats de 2018 varen confirmar els efectes negatius de les paparres sobre els paràme-

tres reproductors (mortalitat dels polls) de les nonetes a la colònia de s'Espartar.

- Malgrat les elevades taxes de mortalitat de polls detectades durant els darrers anys a s'Espartar, l'any 2019 es va observar un creixement de la colònia.
- La supervivència d'adults a l'entrada és més gran que a les cambres: 0,76 vs. 0,66 per individus que es reproduïen per primera vegada, i 0,86 vs. 0,79 per als que tenen experiència.
- Per primera vegada, l'any 2020 s'han col·locat deu dispositius GPS en individus reproductors que permetran conèixer les àrees d'alimentació de l'espècie en el medi marí.

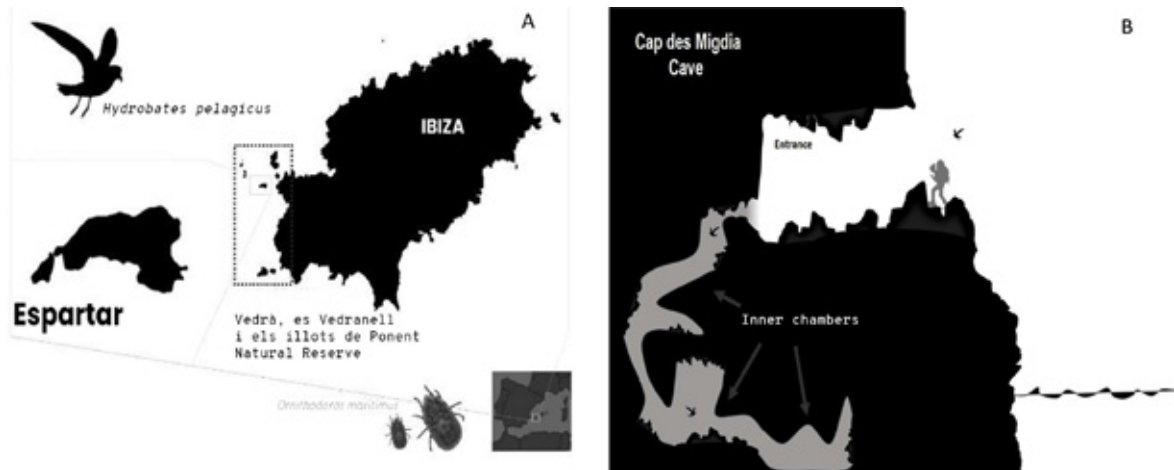


Figura 2. A. Mapa de la zona d'estudi. B. Infografia de la zona d'estudi de la cova del Cap des Migdia.
 FONT: Sanz-Aguilar *et al.*¹⁰

Nombre de parelles reproductores

El nombre de parelles reproductores és l'estimació més propera que es pot fer per calcular la població d'aquest ocell, ja que té un estil de vida marí i només trepitja terra per reproduir-se, cercar parella o cercar un lloc adient per a la cria,⁴ i per tant és impossible tenir un recompte acurat de la seva població. La població mediterrània s'estima entre 8.500 i 15.200 parelles, una xifra molt inferior a la de la subespècie atlàntica (entre 438.000 i 514.000 parelles).⁵

METODOLOGIA

Les dades incloses en aquest informe provenen principalment de l'illa de s'Espartar (figura 2), i són el resultat del seguiment poblacional que s'hi du a terme amb la col·laboració científica de la investigadora Ana Sanz-Aguilar, de la Universitat de les Illes Balears i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA); de Virginia Picorelli, tècnica de les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent; de Mariana Viñas, tècnica la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, i d'Esteban Cardona i Oliver Martínez, agents de Medi Ambient.⁶⁻⁸

El seguiment poblacional a l'illa s'ha duit a terme continuadament des de l'any 2014, i ha consistit en un estudi bàsic de tres activitats de la colònia:

- Recol·lecció de dades de nidificació, d'èxit d'eclosió, d'èxit d'emplomament i d'èxit reproductor.
- Presa de dades individuals: anellament i recaptura d'adults reproductors.

- Presa de dades individuals: anellament de polls.

Cada any es varen revisar, en cadascuna de les visites, els nius localitzats a la colònia. En aquestes revisions es comprovà si als nius marcats hi havia un ou, un adult covant, un adult incubant (un dels progenitors damunt el poll una vegada que l'ou s'ha desclòs) o un poll (viu o mort).

Les aus adultes es varen capturar una única vegada, al final del període d'incubació o durant el covament, per tal d'evitar molèsties i abandonaments del niu.⁸ Els individus es varen agafar amb les mans i la primera vegada que es varen capturar es varen marcar amb tinta blanca, tant a la coa com al cap, per tal de no tornar-los a agafar.

Els polls es varen capturar diverses vegades per avaluar-ne l'estat de desenvolupament. També se'n va avaluar l'afecció per paparres.

El nombre de nius amb posta es considera el nombre mínim de parelles reproductores a la zona objecte de seguiment.

La recol·lecció d'altres dades provinents d'estudis anteriors varen emprar les metodologies següents:

- Aguilar¹⁰ va emprar tècniques de captura-recaptura.
- García-Gans i col·laboradors¹¹ varen emprar dues metodologies complementàries:
 - Recompte directe des d'embarcacions en transectes nocturns.
 - Captura-recaptura.
- David García va emprar tècniques de captura-recaptura.

RESULTATS

A les Illes Balears, la colònia més gran de noneta és a l'illa de s'Espartar. Aguilar¹¹ va estimar la població de s'Espartar en 2.302 parelles mitjançant tècniques de captura-recaptura. El mateix any es va estimar la població en 600 parelles mitjançant recompte directe del 8 % de la superfície de l'illot.¹¹ L'any 2004 es varen comptabilitzar un total de 4.230 exemplars el mes de juny i 2.300 el mes de juliol emprant dues metodologies complementàries: el recompte directe des d'embarcacions en transectes nocturns i la captura-recaptura amb tècniques d'anellament científic.¹² L'any 2007, David García va estimar la població total per prospecció de l'illot i captura-recaptura entre 750 i 1.250 parelles. Els censos actuals de la cova principal de l'illa estimen que hi ha unes 250 parelles en nius visibles. Tot i les discrepàncies en les diferents estimacions del nombre de parelles reproductores a l'illa de s'Espartar, hi ha consens en el fet que constituïria la colònia de nonetes més gran de l'Estat espanyol.

No hi ha seguiments exhaustius d'estimacions de població de parelles nidificants a la resta d'illots de les Illes Balears, cosa que fa que els càlculs disponibles es basin en opinions d'experts consultats i en dades de captures en xarxes en alguns indrets (Cabrera i illa de l'Aire). Cal destacar la mida de les colònies de na Pobra a Cabrera, de l'illa des Penjats a Eivissa i de s'Espardell a Formentera (taula 1).

Taula 1. Llista de colònies reproductores i estimació del nombre de parelles reproductores de noneta (*Hydrobates pelagicus*) a les Balears. FONT: Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles.²

| Colònia | Illa de referència | Rang de parelles |
|---------------------------------------|--------------------|------------------|
| Illa de l'Aire | Menorca | 10-50 |
| Illa de ses Bledes (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 50-100 |
| Na Foradada (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 10-50 |
| Na Pobra (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 100-250 |
| Na Plana (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 50-100 |
| Illa des Conills (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 1-10 |
| Illa de ses Rates (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 1-10 |
| L'Esponja (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 1-10 |
| Estell de Fora (P. N. de Cabrera) | Mallorca, Cabrera | 10-50 |
| Es Pantaleu | Mallorca | 1-10 |
| Illa del Toro | Mallorca | 1-10 |
| S'Espartar | Eivissa | > 500 |
| Na Plana (ses Bledes) | Eivissa | 1-10 |
| Na Gorra (ses Bledes) | Eivissa | 10-100 |
| Na Bosc (ses Bledes) | Eivissa | 10-100 |
| Escull d'en Terra (ses Bledes) | Eivissa | 1-10 |
| Ses Margalides | Eivissa | 1-10 |
| Illa de Santa Eulària | Eivissa | 10-100 |
| Malví Gros | Eivissa | 10-100 |
| Malví Pla | Eivissa | 1-10 |
| Es Daus | Eivissa | 1-10 |
| Lladó Gros | Eivissa | 1-10 |
| Illa des Penjats | Eivissa | > 100 |
| Illa Negra Grossa | Eivissa | 10-100 |
| En Caragoler | Eivissa | 1-10 |
| S'Espardell | Formentera | > 100 |
| Illa de s'Alga | Formentera | 1-10 |

Des de l'any 2014 es fa un seguiment poblacional a l'illot de s'Espartar, a la zona de la cova del Cap des Migdia (figura 2).¹⁰ Per dur a terme aquest seguiment poblacional, el nombre de nius amb posta es considera el nombre mínim de parelles reproductores. Aquesta estimació està per davall del nombre total de parelles reproductores que hi ha a l'illot, perquè només es fa seguiment en una de les coves de l'illa i, a més a més, hi ha molts de nius que no són accessibles, però dona una aproximació robusta de la zona d'estudi i una idea de la dinàmica de la població.

El nombre de nius amb posta ha oscil·lat entre 173 nius l'any 2017 i 218 nius l'any 2015 durant els set anys d'estudi. La zona amb un nombre més gran de nius és a les cambres, mentre que a l'entrada el nombre és inferior (figura 3).^{6, 7, 10}

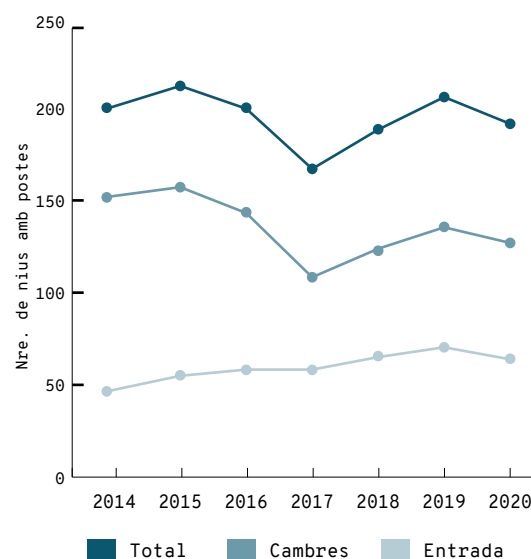


Figura 3. Nombre de nius amb posta a la zona d'estudi de s'Espartar. El nombre total de nius a la zona d'estudi està marcat en blau fosc, la zona de les cambres està marcada en blau i la zona de l'entrada a la cova en blau clar. FONT: Picorelli i col·laboradors.⁶⁻⁸

Èxit reproductor

L'èxit reproductor en espècies que ponen un únic ou és generalment elevat i valors baixos d'aquest paràmetre poden evidenciar problemes de conservació. L'ou de les nonetes és de grans dimensions respecte al pes mitjà corporal dels adults (un 23,5 % del seu pes).² En ocasions excepcionals, si la posta fracassa a principis de la temporada de cria, podrien fer una posta de reposició.¹² L'ou és incubat per ambdós progenitors durant uns 40 dies en torns d'incubació d'un mitjana de 2 dies, que poden variar entre 1 i 5.^{2, 14, 15}

Després de l'eclosió de l'ou, el poll no és capaç de regular la seva temperatura corporal i els adults fan la funció de mantenir-lo calent estant-hi tot el dia a damunt durant la primera setmana de vida.¹⁶ Després d'aquesta primera setmana de vida, els pares només visiten el poll a la nit per alimentar-lo. Quan tenen uns 54 dies, els polls arriben al 150 % del pes dels adults.¹⁷ La freqüència d'alimentació va dismi-

nuint progressivament, i quan els polls tenen uns 63-70 dies de vida abandonen les colònies.^{2, 14, 17}

METODOLOGIA

Les dades relatives a l'èxit reproductor provenen del seguiment poblacional de l'illot de s'Espartar, en concret de l'estudi elaborat per Sanz-Aguilar *et al.*⁶ i dels de Picorelli *et al.*^{7,8}

La productivitat de la colònia es va estimar en haver finalitzat la campanya fent servir el mètode Mayfield 40 %.¹⁸⁻²¹ El període mitjà de covament es va considerar de 40 dies^{14, 15} i el d'incubació del poll (el temps que roman un dels progenitors damunt el poll una vegada desclòs l'ou), de 7 dies.¹⁶ Les estimacions relatives d'èxit reproductor s'han determinat de la manera següent:

- Èxit d'eclosió: nombre de polls que neixen respecte del nombre de postes. S'expressa en tant per un.
- Èxit d'emplomament: nombre de polls que completen l'emplomament de tots els que neixen. S'expressa en tant per un. Es considera que un poll ha completat l'emplomament si sobreviu almenys 40 dies.^{14, 15}
- Èxit reproductor: nombre de polls que completen l'emplomament respecte del nombre de postes fetes. S'expressa en tant per un.

RESULTATS

A la zona d'estudi de l'illa de s'Espartar, l'èxit d'eclosió ha variat entre 0,6 i 0,74 els anys 2016 i 2014 respectivament, fet que implica que d'entre un 60 % i un 74 % dels ous que es varen pondre va néixer un poll. L'any 2016 es va produir un mínim, que es va recuperar l'any 2017 i va tornar a caure l'any 2018, tot i que va repuntar els anys 2019 i 2020 (figura 4).

La zona de les cambres va tenir un èxit d'eclosió inferior al de la zona de l'entrada tots els anys d'estudi, llevat del 2020 quan el va superar lleugerament (figura 4). Mentre que a la zona de l'entrada l'èxit d'eclosió va variar entre 0,7 i 0,83 els anys 2018 i 2019 respectivament, a la zona de les cambres va oscil·lar entre 0,53 i 0,75 els anys 2016 i 2020 respectivament.

La zona de l'entrada de la cova té un èxit d'eclosió molt alt comparat amb el d'altres zones d'estudi, com per exemple l'illa de Benidorm, on és de 0,67.⁶

L'èxit d'emplomament dels polls de noneta de s'Espartar durant els set anys d'estudi (2014-2020) va variar entre el 0,52 i el 0,78 els anys 2015 i 2016, respectivament. Hi ha fortes variacions depenent de la zona de la cova: els polls de l'entrada varen tenir un èxit d'emplomament molt superior als que eren a les cambres (figura 5). A l'entrada, l'èxit d'emplomament va variar entre 0,86 i 0,95, uns valors molt

alts, que representen que entre el 86 i el 95 % dels polls que varen néixer varen desenvolupar plomes d'adult i varen superar els 40 dies de vida (figura 5). D'altra banda, a les cambres aquests valors varen ser molt més baixos, i varen oscil·lar entre 0,36 i 0,7. L'any 2015 l'èxit d'emplomament a les cambres va ser del 36 %, una xifra que representa una gran mortalitat de polls, ja que gairebé dos de cada tres polls no varen sobreviure.

L'èxit reproductor (el nombre de polls que completen l'emplomament entre el nombre de postes fetes) va variar entre el 0,44 i el 0,52 dels anys 2016 i 2020, respectivament. Aquestes dades impliquen que menys de la mitat de les postes acaben amb un poll que sobreviu més enllà de 40 dies cada any de l'estudi, llevat dels anys 2019 i 2020 (figura 6). Hi ha moltes diferències entre les diverses zones de les coves, i la zona de l'entrada té un èxit reproductor molt més gran que la zona de les cambres (figura 6).

Els resultats obtinguts per a l'any 2020 varen mostrar una tendència semblant a la dels anys anteriors, amb uns valors molt variables en funció de la zona de la cova (figures 4-6). En comparació amb les dades d'altres anys, a l'entrada, l'èxit (tant d'eclosió com d'emplomament i reproductor) va davallar l'any 2018 i va tornar a pujar l'any 2019, per tornar a baixar el 2020. A les cambres, malgrat que l'èxit d'eclosió i d'emplomament presenten fortes variacions interanuals (figures 4 i 5), l'èxit reproductor es manté força estable i baix fins a l'any 2020, quan puja considerablement (figura 6). L'any 2018 es varen trobar un total de 24 polls morts,⁶ mentre que el 2019 se'n varen trobar 34⁷ i al 2020 se'n van trobar 26.⁸

Les diferències entre les diverses parts de la cova (entrada vs. cambres) es deuen principalment a una presència més gran de paparres (*Ornithodoros maritimus*) dins les cambres.^{6, 10}

Supervivència adulta

La supervivència adulta determina la viabilitat i el futur de les poblacions d'ocells marins longeus. En el cas de la noneta és especialment rellevant pel fet que ponen un únic ou i comencen a reproduir-se a partir dels tres anys de vida.

METODOLOGIA

La supervivència s'ha estimat mitjançant models de captura-recaptura *multievent*²² (amb el programa E-SURGE).⁶

RESULTATS

L'estudi de Picorelli *et al.*⁸ analitza les històries de captura-marcatge-recaptura de 646 adults reproductors durant els set darrers anys (2014-2020).

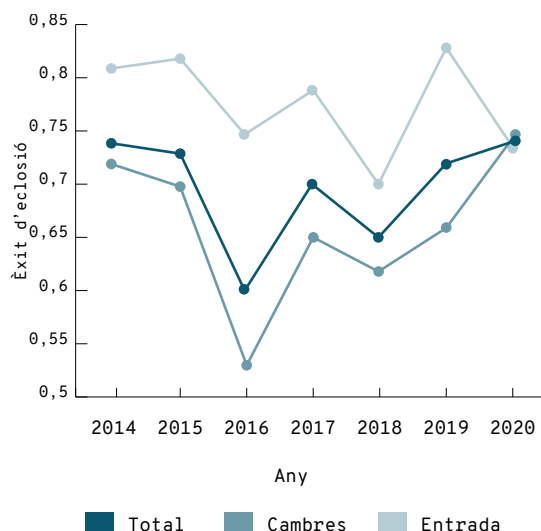


Figura 4. Evolució al llarg dels anys d'estudi de l'èxit d'eclosió dels nius de noneta de l'illa de s'Espartar. FONT: Picorelli i col·laboradors.^{7, 8}

Els resultats del millor model indiquen que la supervivència a l'entrada és més elevada que a les cambres. A la zona de les cambres, la supervivència mitjana dels adults és de 0,66 (0,60-0,72) per als individus que es reproduïxen per primera vegada, i de 0,76 (0,72-0,80) per als adults amb experiència, mentre que a la zona de l'entrada la supervivència per als individus que es reproduïxen per primera vegada és de 0,79 (0,72-0,84) i per als adults amb experiència, de 0,86 (0,81-0,90) (figura 7).

CONCLUSIONS

- Únicament es tenen dades contínues d'una colònia a l'illot de s'Espartar, la colònia més important quant a nombre d'exemplars de les detectades a les Balears. Seria convenient ampliar l'àrea d'estudi a altres colònies, ja que en el cas d'aquesta espècie les dinàmiques poden variar enormement d'un lloc a un altre.²
- El nombre de nius amb posta a la zona d'estudi de l'illot de s'Espartar ha oscil·lat entre 173 nius l'any 2017 i 218 nius l'any 2015 durant els set anys d'estudi. La zona amb un nombre més gran de nius és a les cambres, mentre que a l'entrada el nombre és inferior.
- A la zona de les cambres, l'èxit reproductor i la supervivència són inferiors als de la zona de l'entrada de la cova.

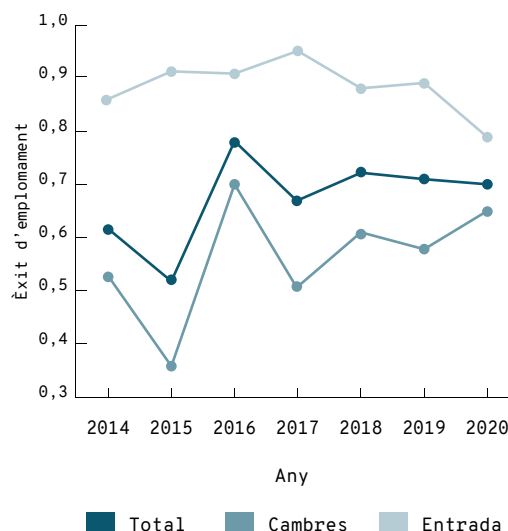


Figura 5. Evolució al llarg dels anys d'estudi de l'èxit d'emplomament dels polls de noneta de l'illa de s'Espartar. FONT: Picorelli i col·laboradors.^{7, 8}

- Els resultats de 2018 varen confirmar els efectes negatius de les paparres sobre els paràmetres reproductors (mortalitat dels polls) de les nonetes a la colònia de s'Espartar.
- Malgrat les elevades taxes de mortalitat de polls detectades durant els darrers anys a s'Espartar, l'any 2019 es va observar un creixement de la colònia, que ha tornat a baixar l'any 2020.
- La supervivència d'adults a l'entrada és més gran que a les cambres: 0,79 vs. 0,66 per als individus que es reproduïxen per primera vegada i 0,86 vs. 0,76 per als que tenen experiència.
- Actualment es desconeixen les àrees d'alimentació de l'espècie en el medi marí. Aquesta informació es pot recopilar usant noves tecnologies de seguiment GPS (com s'ha fet a Benidorm). L'any 2020 s'han col·locat, per primera vegada, deu dispositius GPS en individus adults de la colònia de s'Espartar. La informació que reportin serà de gran utilitat per delimitar les àrees de conservació prioritària a la mar.
- El seguiment poblacional és essencial per poder tenir dades sobre la població reproductora i l'evolució d'aquesta a la marina.
- Aquest seguiment ha de continuar en el temps, ja que preferentment es requereixen sèries temporals més llargues per poder tenir conclusions rellevants sobre l'evolució de les poblacions.

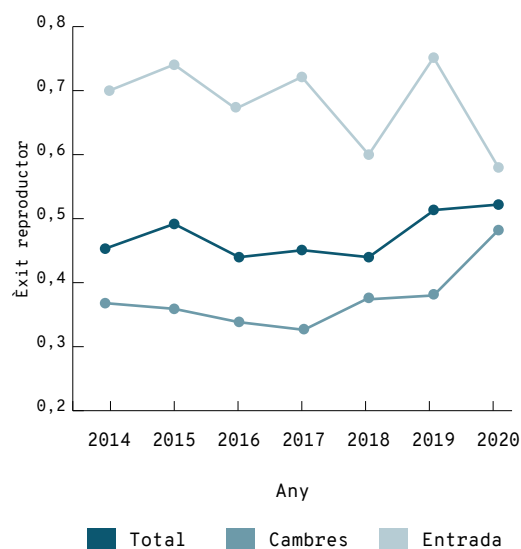


Figura 6. Evolució al llarg dels anys d'estudi de l'èxit reproductor de la noneta a l'illa de s'Espartar. FONT: Picorelli i col·laboradors.^{7, 8}

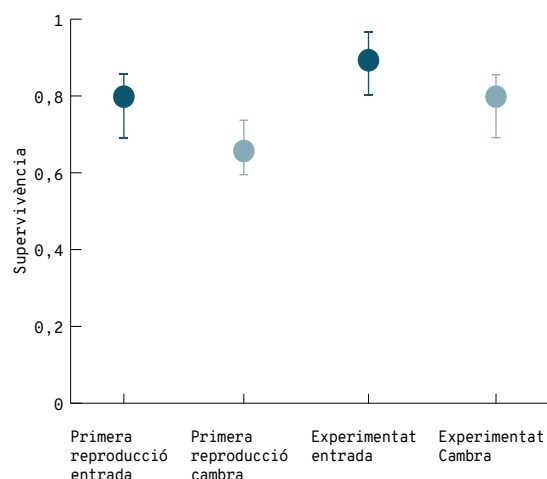


Figura 7. Probabilitat de supervivència de les nonetes a les diferents zones de la colònia de s'Espartar entre 2014 i 2019. FONT: Picorelli i col·laboradors.^{7, 8}

REFERÈNCIES

- ¹ CRAMP, S.; SIMMONS, K. (1977). *Birds of the western Palearctic: handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Oxford: Oxford University Press.
- ² SANZ-AGUILAR, A. *et al.* (2019). «Païño europeo, *Hydrobates pelagicus*, Linnaeus, 1758». Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC.
- ³ MASSA, B.; BORG, J. J. (2018). «European Birds of Conservation Concern: some constructive comments». *Avocetta*, 42, 75-84.
- ⁴ WARHAM, J. (1990). «*The petrels: their ecology and breeding systems*». Academic Press.
- ⁵ STANEVA, A.; BURFIELD, I. (2017). *European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities*. Cambridge: BirdLife International.
- ⁶ SANZ-AGUILAR, A. *et al.* (2018). «Estudi de la influència de les paparres (*Ornithodoros maritimus*) sobre els paràmetres demogràfics dels fumarells (*Hydrobates pelagicus*) a la colònia de s'Espartar». [Informe inèdit].
- ⁷ PICORELLI, V. *et al.* (2019). «Seguiment de colònies reproductores de fumarell (*Hydrobates pelagicus melitensis*) a l'illot de s'Espartar». [Informe inèdit].
- ⁸ PICORELLI, V. *et al.* (2020). «Seguiment de colònies reproductores de fumarell (*Hydrobates pelagicus melitensis*) a l'illot de s'Espartar, a les reserves naturals d'es Vedrà, es Vedranell i els Illots de Ponent». [Informe inèdit].
- ⁹ BLACKMER, A. L.; ACKERMAN, J. T.; NEVITT, G. A. (2004). «Effects of investigator disturbance on hatching success and nest-site fidelity in a long-lived seabird, Leach's storm-petrel». *Biological Conservation*, 116, 141-148, doi:10.1016/s0006-3207(03)00185-x.
- ¹⁰ SANZ-AGUILAR, A. *et al.* (2019). «Infestation of small seabirds by *Ornithodoros maritimus* ticks: Effects on chick body condition, reproduction and associated infectious agents». *Ticks and tick-borne diseases*, 101281-101281. DOI:10.1016/j.ttbdis.2019.101281.
- ¹¹ AGUILAR, J. S. (1991). «Atlas y censo de aves marinas de Baleares. Govern de les Illes Balears». [Informe inèdit per a SECONA].
- ¹² GARCÍA-GANS, F. J. *et al.* (2004). «Preliminary results on the quantifying of the European storm petrel *Hydrobates pelagicus melitensis* breeding population on s'Espartar islet». *Anuari Ornitológic de les Balears*, 19, 45-49.
- ¹³ MÍNGUEZ, E. (1997). «Evidence of occasional re-laying in the British Storm-petrel (*Hydrobates pelagicus*)». *Colonial Waterbirds*, 20, 102-104. DOI:10.2307/1521770.

- ¹⁴ DAVIS, P. (1957). «The breeding of the Storm Petrel». *British Birds*, 50, 85-101.
- ¹⁵ MÍNGUEZ, E. (1998). «The costs of incubation in the British Storm-petrel: an experimental study in a single-egg layer». *Journal of Avian Biology*, 29, 183-189. DOI:10.2307/3677197.
- ¹⁶ MÍNGUEZ, E.; ORO, D. (2003). «Variations in nest mortality in the European Storm Petrel *Hydrobates pelagicus*». *Ardea*, 91, 113-117.
- ¹⁷ MÍNGUEZ, E. (1996). «Nestling feeding strategy of the British storm-petrel *Hydrobates pelagicus* in a Mediterranean colony». *Journal of Zoology*, 239, 633-643.
- ¹⁸ MAYFIELD, H. F. (1975). «Suggestions for calculating nest success». *Wilson Bulletin*, 87, 456-466.
- ¹⁹ MAYFIELD, H. F. (1961). «Nesting success calculated from exposure». *Wilson Bulletin*, 73, 255-261.
- ²⁰ HENSLER, G. L.; NICHOLS, J. D. (1981). «The Mayfield method of estimating nesting success - a model, estimators and simulation results». *Wilson Bulletin*, 93, 42-53.
- ²¹ JOHNSON, D. H. (1979). «Estimating nest success - The Mayfield method and an alternative». *The Auk*, 96, 651-661.
- ²² PRADEL, R. (2005). «Multievent: An extension of multistate capture-recapture models to uncertain states». *Biometrics*, 61, 442-447. DOI: 10.1111/j.1541-0420.2005.00318.x.

CITAR COM

SANZ-AGUILAR, A.; PICORELLI, V.; VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N. (2021). «Noneta (*Hydrobates pelagicus*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.) (2021). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicques/imb-especies-emblematicques-noneta-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
 Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Maite Vázquez-Luis, Elvira Álvarez,
 Salud Deudero i Iris Hendriks.

Nacra (*Pinna nobilis*)

1. Densitat d'individus (ind./100 m²)
2. Distribució de talles de nacra
3. Edat
4. Demografia de població
5. Taxa d'assentament larvari
6. Nombre de nacs localitzades vives des de l'episodi de mortalitat massiva

La nacra, *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), és el mol·lusc més gran de la Mediterrània, d'on és endèmica (figura 1). Pot arribar a viure 50 anys¹ i fer 120 cm de longitud.² És un animal filtrador que viu fixat al substrat en fons d'arena, detrits i praderies de *Posidonia oceanica* entre els 0,5-60 m de profunditat.^{3, 4}



Figura 1. Imatge de *Pinna nobilis* a la mar Balear. FONT: Maite Vázquez-Luis.

Aquesta espècie afavoreix la biodiversitat a causa de la seva gran mida i el gran nombre d'espècies epífites —tant vegetals com animals— que acull. Addicionalment és una espècie indicadora de la qualitat de l'aigua i de l'estat de conservació de la fanerògama marina *Posidonia oceanica*.⁵⁻⁸

Actualment, aquesta espècie està inclosa en la categoria «en perill d'extinció» del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades.⁹ La principal amenaça que l'ha dut a aquest estat es va produir per la tardor de 2016 a través d'un episodi de mortalitat massiva originat a la conca oest de la Mediterrània.^{10, 11}

QUÈ ÉS?

La nacra (*Pinna nobilis*) és l'espècie de mol·lusc bivalve més gran de la mar Mediterrània. Aquest animal filtrador només es pot trobar en aquesta mar, on viu fixat al substrat durant dècades, i pot assolir una longitud de 120 cm. La seva presència indica una bona qualitat de l'aigua i de la planta marina *Posidonia oceanica*, el seu hàbitat preferent. A més a més, aquesta espècie promou la biodiversitat, ja que la seva gran mida proporciona hàbitat a nombroses espècies.

METODOLOGIA

Es mostra l'evolució dels indicadors de població de la nacra abans de l'episodi de mortaldat (2016). Aquesta informació és essencial per definir les seves característiques ecològiques i intentar detectar supervivents resistents al patogen; es va elaborar mitjançant mostres de camp amb censos submarins visuals en el marc del projecte PINNA «Estat de conservació del bivalve amenaçat *Pinna nobilis* al Parc Nacional de Cabrera» (024/2010).

Adicionalment es mostren dades de la recol·lecció de larves de nacra amb col·lectors instal·lats a zones estratègiques de les Illes. Aquesta informació és necessària per conèixer la seva procedència i derivar les poblacions reproductores.

Finalment, es documenta el nombre de nacs localitzades vives l'any 2020, obtingut amb la col·laboració de la Conselleria de Medi Ambient i Territori (Servei de Protecció d'Espècies), el Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO) i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA UIB-CSIC).

RESULTATS

Abans de l'episodi de mortalitat:

- La majoria de nacs estudiades es trobaven en hàbitats de praderies de *P. oceanica*.
- La densitat de nacs més gran també es va obtenir en hàbitats de praderies de posidònia (densitat mitjana = $5,13 \pm 0,32$ ind./100 m²). La densitat màxima detectada va ser de 37,33 individus/100 m² a Cabrera (cala Santa Maria) a 8 m de fondària. Mentre que la mínima va ser reportada a les Pitiüses, amb 0,83 ind./100 m².
- Entre els 10-20 m de fondària es van trobar les densitats més grans de *P. nobilis*.

PER QUÈ?

L'any 2016 es va detectar un episodi de mortaldat massiva —encara en progrés— de les nacs a la Mediterrània occidental. Aquesta mortalitat la va causar un paràsit (el protozou *Haplosporidium pinnae*) que produeix la mort de la nacra per inanició. Des de llavors es troba en perill d'extinció a nivell internacional (Llista vermella de la IUCN). A l'àmbit nacional, s'ha recatalogat la nacra de «vulnerable» a «en perill d'extinció» i «en situació crítica».

LOCALITZACIÓ



- Cabrera i Menorca presentaven nacs de mida més gran (20-25 cm d'amplada). La talla predominant de les nacs estudiades era de 15-20 cm d'amplada.
- L'edat màxima detectada va ser de 27 anys, localitzada a Cabrera.

Després de l'episodi de mortalitat:

- L'any 2018 els col·lectors larvaris van capturar un recluta de *P. nobilis* a Menorca.
- L'any 2020 s'ha localitzat una desena de nacs vives a la mar Balear.



Imatge de *Pinna nobilis* en una praderia de posidònia de la mar Balear. FONT: Maite Vázquez-Luis.

Aquest episodi va acabar amb més del 99 % de les nacres presents a les aigües de la mar Balear i el 90 % de les presents a la costa mediterrània espanyola, a causa de l'arribada d'un protozou (*Haplosporidium pinnæ*) que parasita el teixit digestiu de la nacra, la debilita i li causa la mort per inanició.^{12, 13}

Entre d'altres amenaces secundàries que la van catalogar com a espècie vulnerable al final del segle XX, destaquen la degradació del seu hàbitat, els ancoratges d'embarcacions, la pesca furtiva, la contaminació, la pesca de ròssec i les espècies invasores (com les macroalgues *Lophocladia lallemandii* i *Caulerpa cylindracea*).^{3, 6, 12}

Desafortunadament, la mortalitat s'ha expandit cap a la Mediterrània oriental.¹⁴ Per combatre aquesta situació, actualment hi ha projectes de seguiment d'individus resistents i de monitoratge del reclutament de larves de *P. nobilis*, especialment en àrees marines protegides (AMP), ja que s'ha demostrat que la densitat, talla i creixement en aquestes zones és més gran que en àrees no protegides.^{3, 12, 15}

El Parc Nacional Marítime-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera és una de les zones de la mar Balear que presenten un hàbitat clímax, protegit i que —abans de l'episodi de mortalitat— comptava amb una de les densitats màximes d'aquesta espècie de la Mediterrània, de 37,33 ind./100 m².^{16, 17} Per tant, és una zona on es reubiquen individus de *P. nobilis* quan la seva integritat es troba en risc en l'àrea on es troben.¹² En canvi, si la zona on han estat detectats no presenta amenaces, els individus no es canvien de lloc, però se'n fa monitoratge.

Per assegurar la supervivència de la nacra cal monitoritzar la presència del patògen al medi i les seves vies de dispersió.

Adicionalment, hi ha accions d'avaluació de reclutament larvari,¹⁸ on és important conèixer la connectivitat entre poblacions a través dels corrents oceànics a fi de determinar la procedència de les larves/reclutes i, per tant, identificar poblacions reproductores.¹⁹ Des de l'any 2008 hi ha un programa que avalua anualment l'esdeveniment de reclutament de *P. nobilis* a la mar Balear, que des de la tardor del 2016 té com a objectiu detectar la possible recuperació de poblacions reproductores i l'arribada de larves.^{14, 20}

Finalment, és indispensable detectar supervivents de *P. nobilis*, ja que podrien proporcionar descendència resistent al patògen i revertir l'estat crític de l'espècie.

NORMATIVA

→ Ordre del Conseller d'Agricultura i Pesca, del 22 de gener de 1987, en la qual queda prohibida la captura de *P. nobilis* (Article 8) (BOIB núm. 29).

→ Annex II del Conveni de Berna.

→ Annex IV de la Directiva Hàbitats (92/43/CEE).

→ Annex II del Conveni de Barcelona (1995).

→ Annex II del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades (categoria: vulnerable)

→ 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.

→ Decret 26/2015, de 24 d'abril de 2015, pel qual es regula el marisqueig professional i recreatiu a les Illes Balears i es prohibeix la captura de *P. nobilis* en aquesta Comunitat Autònoma.

→ Ordre TEC/1078/2018, de 28 de setembre, per la qual es declara la situació crítica de diverses espècies, entre elles *Pinna nobilis*, i es declaren d'interès general les obres i projectes encaminats a la recuperació dels seus taxons. Canvi de categoria al catàleg: en perill d'extinció.

→ Llista vermella de la IUCN: en perill d'extinció.⁹

METODOLOGIA

Des de l'any 2007 es fan transectes amb escafandre autònom a praderies de posidònia per tal d'obtenir informació de les poblacions de nacra. Al projecte PINNA (2011-2013) «Estat de conservació del bivalve amenaçat *Pinna nobilis* al Parc Nacional de Cabrera» (024/2010) es van fer mostratges continuats amb parcel·les de seguiment per obtenir informació sistemàtica sobre la seva població. Actualment, es continua fent seguiments poblacionals de *P. nobilis*,¹² que van ser interromputs per l'episodi de mortalitat massiva, però que són necessaris per conèixer els hàbitats on prosperava aquesta espècie.

1. Densitat d'individus (individus/100 m²) (abans de l'episodi de mortalitat)

Mesurada d'acord amb el nombre d'individus vius trobats mitjançant censos visuals en transectes lineals i estandarditzat a individus per 100 m².

2. Distribució de talles de nacra (abans de l'episodi de mortalitat)

Mesura de l'amplada màxima en centímetres de la valva. Per a cada grup de mides cal realitzar una correcció per obtenir nombres fiables, ja que els juvenils són més difícils de distingir entre les fulles de posidònia.²¹ Per tant, és més indicat realitzar els censos d'acord amb l'època de l'any, idealment per tardor-hivern, quan les fulles de les praderies de posidònia són més curtes i això permet detectar els juvenils amb més facilitat.

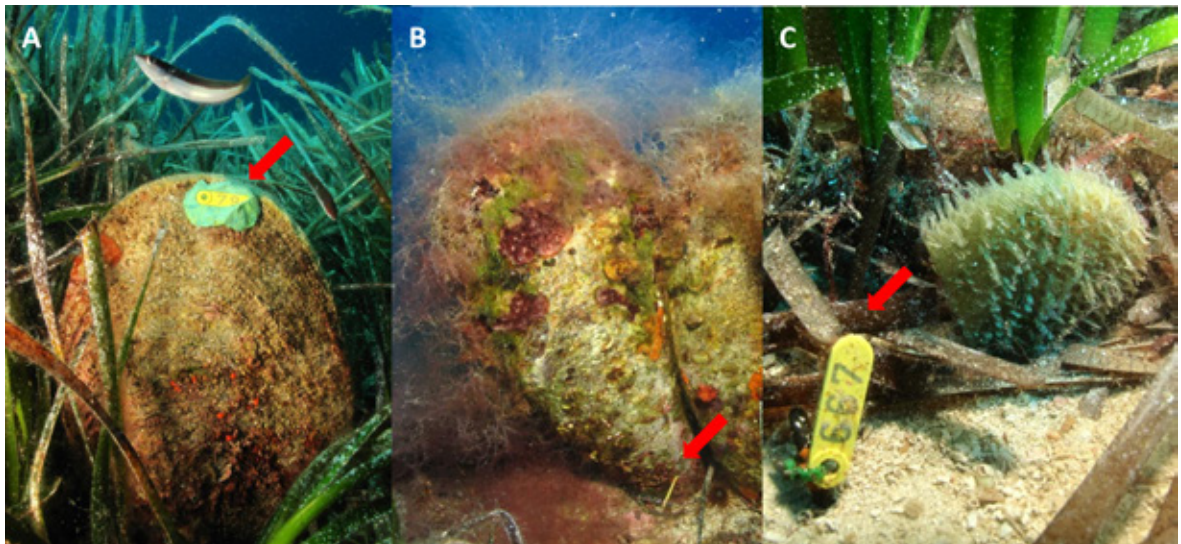


Figura 2. Exemple de tres nacres (A, B y C) marcades utilitzades en el seguiment poblacional. La imatge (C) mostra un individu juvenil. FONT: Maite Vázquez-Luis.

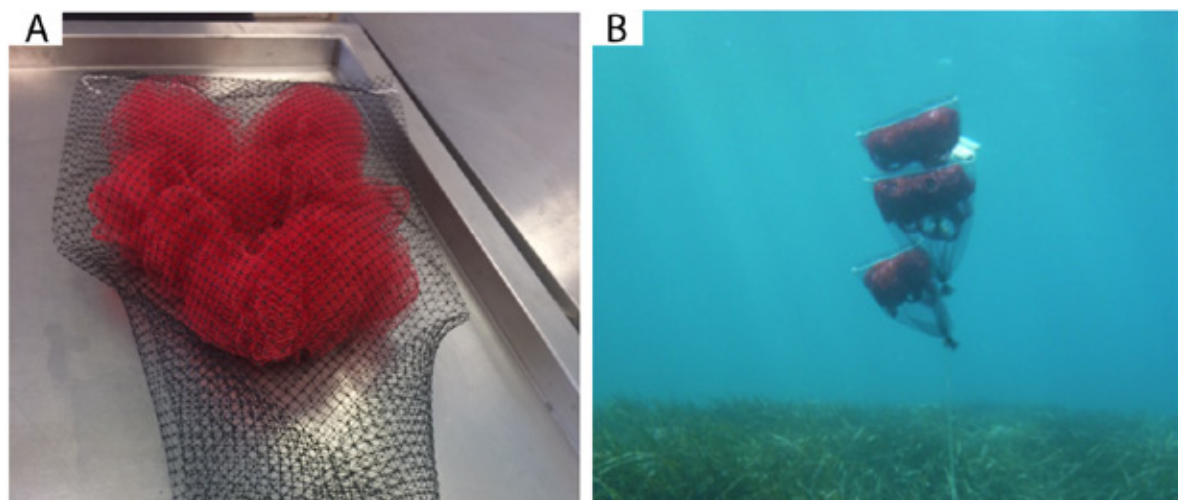


Figura 3. Imatges de col·lectors de larves de nacre fora (A) i dins de l'aigua (B). FONT: Iris Hendriks.

3. Edat (abans de l'episodi de mortalitat)

L'edat es mesura amb el recompte de registres interns de les valves i mitjançant la relació de la taxa de creixement i la mida.²²

4. Demografia de població (abans de l'episodi de mortalitat)

Es van instal·lar 8 parcel·les de 100 m² a 10, 20 i 30 m de fondària, on es van marcar totes les nacres amb sistemes de marcatge no invasiu, i 2 parcel·les de control —fora del Parc Nacional— a Sant Elm, a 10 m de fondària (figura 2). Des de l'any 2011 fins al 2015 es van fer visites anuals a aquestes zones.^{3, 19} A les parcel·les s'avalua la supervivència, les taxes de mortalitat i reclutament, l'estructura de talls i el creixement net de la població.

5. Taxa d'assentament larvari

La instal·lació de col·lectors larvaris serveix per detectar la presència de larves i la seva abundància relativa, i també com a indicador de presència d'exemplars adults vius i reproductors (figura 3).

Des de l'any 2017 s'han instal·lat col·lectors a les zones següents:

L'any 2017

Mallorca: Magaluf, Pollença, Andratx, cala Blava, cala Gat, Formentor, Alcanada.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: Son Saura, Favàritx, la Mola, Illa de l'Aire.

Eivissa: caló de s'Oli.

L'any 2018

Mallorca: Magaluf, Pollença, Andratx, cala Gat.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: Son Saura, la Mola, Illa de l'Aire.

L'any 2019

Mallorca: Magaluf, Pollença, Andratx.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: Son Saura, la Mola, Illa de l'Aire.

L'any 2020

Mallorca: Porto Cristo, cala Tuent, Magaluf, Pollença, cala Gat.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: es Grau, cala Fornells.

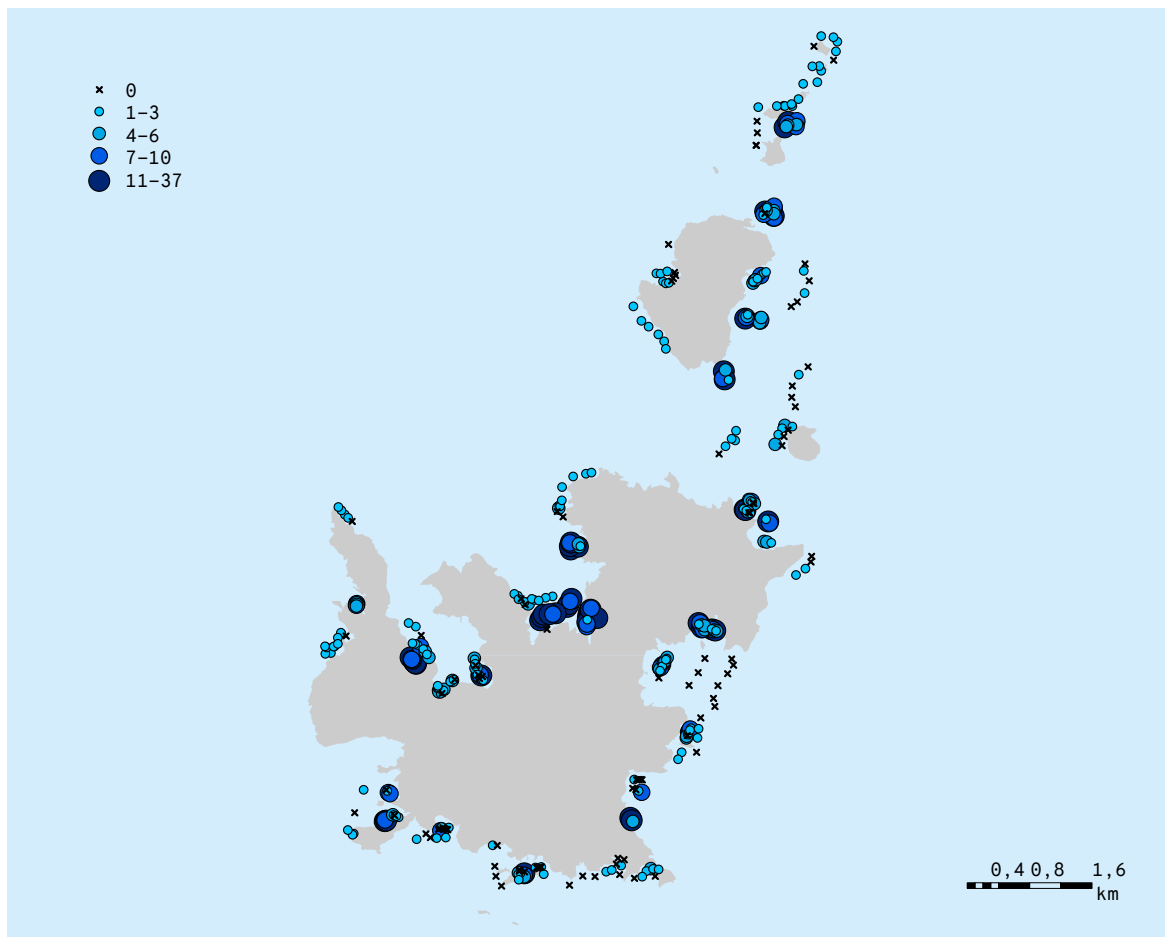


Figura 4. Mapa de Cabrera mostrant la densitat d'individus (en nombre d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. Censos del projecte PINNA. FONT: Vázquez-Luis *et al.*¹⁷, Vázquez-Luis *et al.*¹²

6. Nre. de nacles localitzades vives des de l'episodi de mortalitat massiva

La Conselleria de Medi Ambient i Territori (Servei de Protecció d'Espècies), el Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO) i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, UIB-CSIC) estan col·laborant per localitzar nacles vives. Addicionalment, la plataforma de ciència ciutadana Observadors del Mar (<https://www.observadoresdelmar.es>) disposa del Projecte Nacra, que recull totes les observacions que fan els ciutadans, posteriorment validades per l'equip científic de l'IMEDEA (UIB-CSIC) i COB-IEO que el gestiona.

A zones amb supervivents de *P. nobilis*, en alguns casos els individus es protegeixen amb gàbies que els exclouen de possibles depredadors.

La informació dels indicadors 1-4 s'extreu de Deudero *et al.*⁶ i Vázquez-Luis *et al.*¹² abans de l'episodi de mortalitat, mentre que l'indicador 5 s'extreu de Kersting *et al.*¹⁴ i el 6 s'elabora amb informació proporcionada pel Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i Territori i els grups d'investigació del COB-IEO i IMEDEA (UIB-CSIC), que col·laboren en la localització i el seguiment de les nacles supervivents.

RESULTATS

1. Densitat d'individus (abans de l'episodi de mortalitat)

Parc Nacional Marítime-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera

A les zones de mostrejat de l'AMP de Cabrera, abans de l'episodi de mortalitat es van comptabilitzar 1.873 individus entre els 2-46 m de profunditat, dels quals el 15,22 % eren morts.¹² La densitat mitjana era de $3,76 \pm 0,25$ ind./100 m² (figura 3).

Aquest indicador variava segons l'hàbitat. La majoria de nacles es trobaven en praderies de *P. oceanica*, on la densitat mitjana era de $5,13 \pm 0,32$ ind./100 m². Els valors màxims de 37,33 ind./100 m² es van donar a 8 m de fondària a cala Santa Maria. En aquesta mateixa zona, Coll *et al.*²³ —nou anys després de la declaració de Parc Nacional— van censar 3,3 ind./100 m². Això implicava que durant vint anys de protecció de l'AMP de Cabrera la densitat de nacra s'havia multiplicat per onze (37 ind./100 m²).

Les densitats més grans es van registrar a una fondària d'entre 10-20 m, mentre que a profunditats superiors la densitat d'individus de *P. nobilis* disminuïa. Un estudi de model de predicció va demostrar que l'espècie pot viure fins als 50 m de profunditat en aigües del Parc Nacional.²⁴

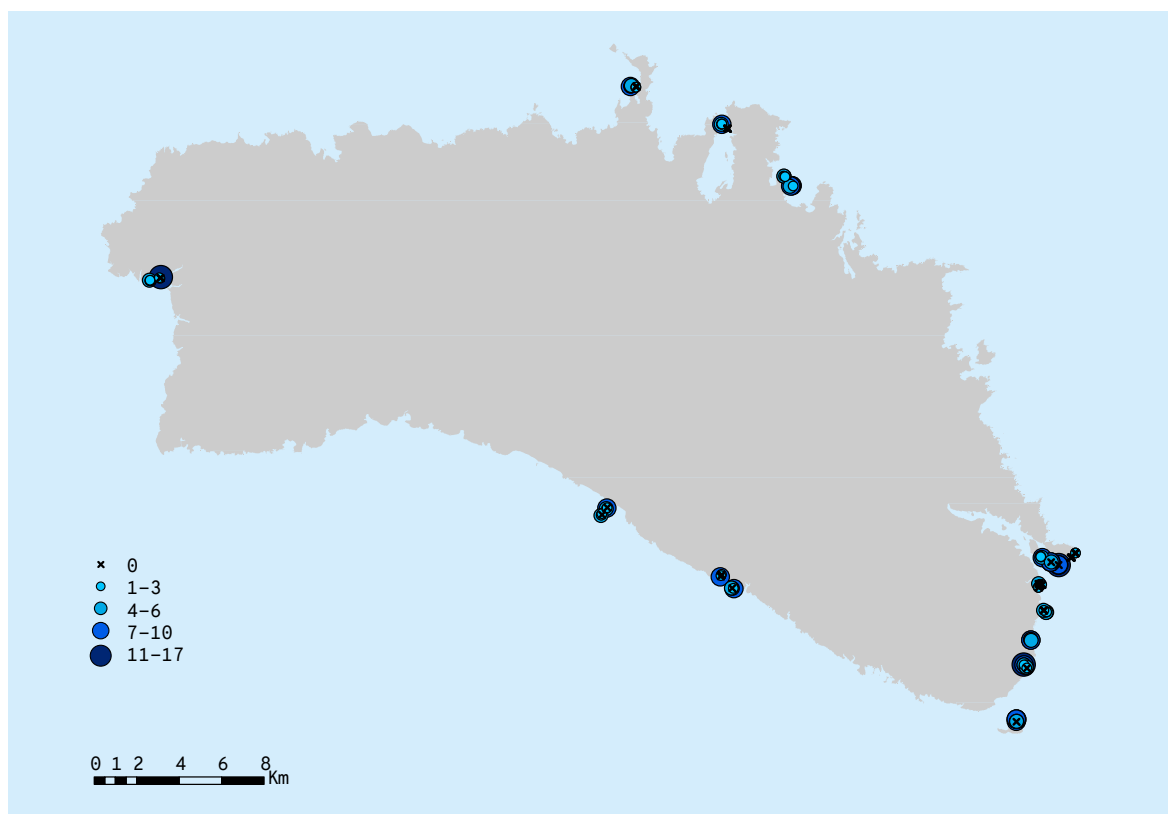


Figura 5. Mapa de Menorca mostrant la densitat d'individus (en nre. d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. FONT: Deudero *et al.*⁶

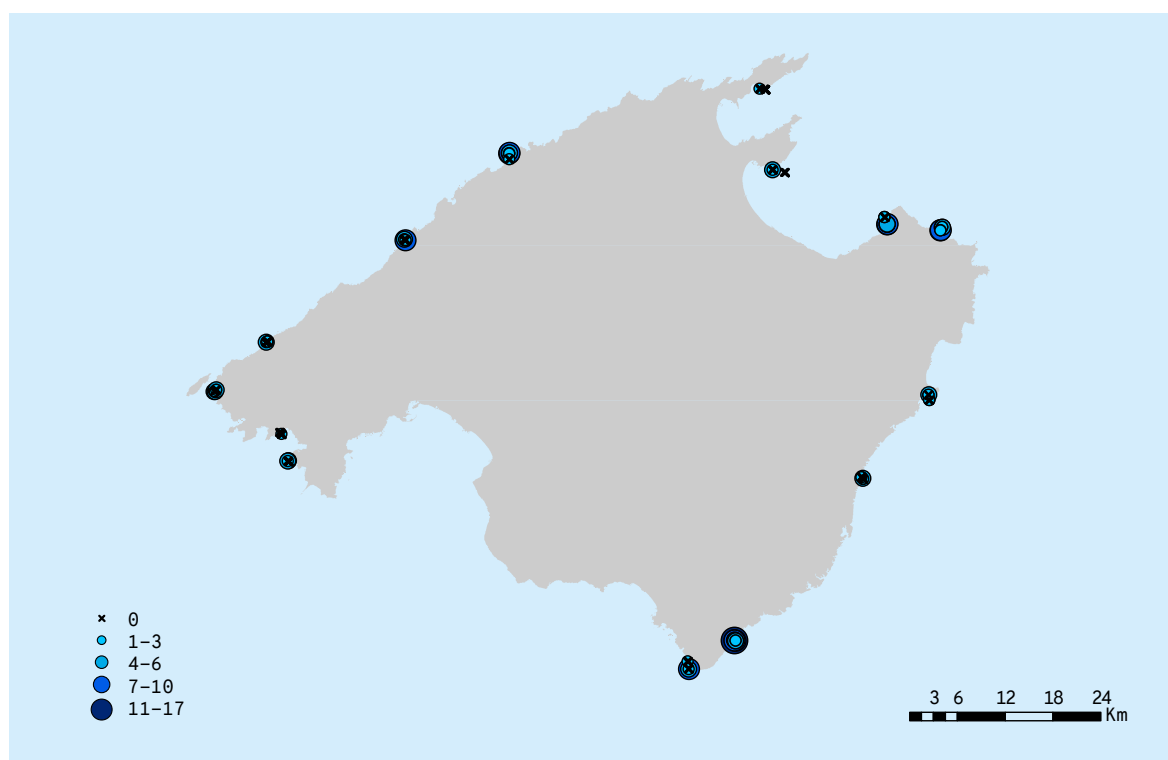


Figura 6. Mapa de Mallorca mostrant la densitat d'individus (en nre. d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. FONT: Deudero *et al.*⁶

Menorca

Abans de l'episodi de mortalitat massiva, a Menorca es van censar 323 individus. Es va localitzar un 13 % d'individus morts. Diverses zones de Menorca (sa Farola, Son Saura, la Mola i Illa de l'Aire) presentaven poblacions de *P. nobilis* en molt bon estat de conservació, on les densitats arribaven als 15 individus/100 m² (figura 5).

Mallorca

A Mallorca es va censar un total de 247 individus abans de l'episodi de mortalitat. Es va localitzar un 15,8 % d'individus morts. Al sud de Mallorca es van assolir els valors més alts de densitat d'individus (11-17 ind./100 m²) (figura 6).

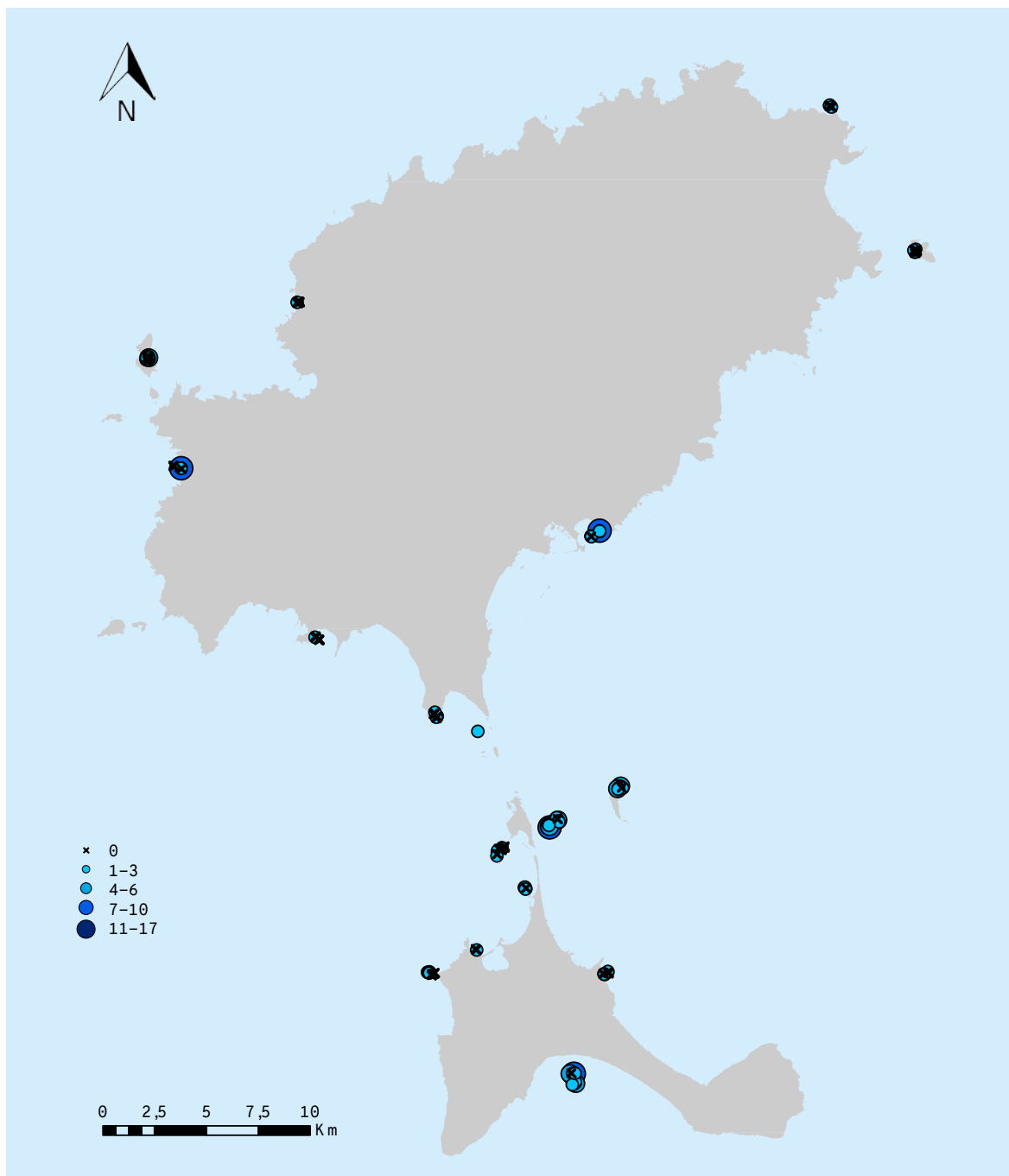


Figura 7. Mapa de les Pitiüses mostrant la densitat d'individus (en nre. d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. FONT: Deudero *et al.*⁶

Pitiüses

Abans de l'episodi de mortalitat es van censar 113 individus a Formentera i 70 a Eivissa. El percentatge d'individus morts va ser del 19,5 % i el 30 %, respectivament. La densitat més petita d'individus de totes les Illes (0,83 ind./100 m²) es va detectar a Eivissa (figura 7).

2. Distribució de talles de nacra (abans de l'episodi de mortalitat)

Al Parc Nacional de Cabrera es van detectar individus de totes les classes de talla, d'entre 2,2 i 30 cm, essent l'amplada predominant 15-20 cm d'individus pertanyents a una població madura i reproductora.²⁵

Les valves de *P. nobilis* més grans es van trobar a Cabrera i Menorca, mentre que les més petites es van observar a Mallorca, Formentera i Eivissa.⁶ En general, a 20 m de fondària es van trobar els individus més grans.⁶

3. Edat (abans de l'episodi de mortalitat)

L'edat màxima de les nacres estudiades a Cabrera va ser de 27 anys. Però en zones més exposades a l'onatge i els corrents, així com zones sense protecció, només s'assoliren els 14 anys d'edat.²⁶

4. Demografia de població (abans de l'episodi de mortalitat)

El seguiment de les parcel·les abans del període de mortalitat, entre els anys 2011-2015, va comp-

tabilitzar 278 individus, dels quals 248 eren al Parc Nacional de Cabrera (156 a 10 m; 68 a 20 m; i 24 a 30 m) i els 30 restants a les parcel·les de Sant Elm (zona de control a 10 m de fondària).

Inicialment, l'any 2011 la supervivència dels individus marcats a Cabrera va ser elevada, del 82,45 % a 10 m; 88,38 % a 20 m; i 96,43 % a 30 m. A la zona de control la supervivència va ser molt inferior, del 38,64 %, ja que és una zona més exposada on les condicions hidrodinàmiques són molt diferents a les de Cabrera.

Les taxes de mortalitat van ser similars a totes les profunditats estudiades del Parc Nacional de Cabrera (10-30 m). No obstant això, la zona de control de Sant Elm duplicava la mortalitat comparada amb la de Cabrera. A zones protegides es va localitzar un 10-17 % dels individus morts, mentre que a zones no protegides va ser un 44-60 %. Cal seguir investigant aquestes variacions, i possiblement podrien estar relacionades amb les diferències hidrodinàmiques d'ambdues zones (un lloc arrecerat vs. un lloc exposat) i no amb el grau de protecció.

Les taxes de reclutament de Sant Elm van duplicar les del Parc Nacional de Cabrera durant tot el seguiment, amb un 30,68 % a 10 m; 23,74 % a 20 m; i 3,57 % a 30 m. A Cabrera van ser estables, mentre que a Sant Elm van superar el 70 % del total d'exemplars censats, la qual cosa va poder resultar en una renovació significativa de la població. Per tant, la zona més exposada experimentava una renovació superior a la de la zona arrecerada, tot i que el creixement net es mantenia a les dues zones.

L'estructura de talles de la població del Parc Nacional de Cabrera mostrava talles d'entre 3,3 i 27,5 cm d'amplada màxima de valva; a cotes més somes predominaven els 15-20 cm d'amplada, i a una profunditat més gran els 20-25 cm. La zona de control, a 10 m de fondària, presentava un rang de talles d'entre 2,4-16,9 cm d'amplada màxima de valva, amb una classe de talla de 10-15 cm.

5. Taxa d'assentament larvari

Els col·lectors larvaris instal·lats després de l'episodi de mortalitat han capturat només un recluta de *P. nobilis* a Menorca.¹⁴ La resta de zones han estat més impactades pel paràsit *H. pinnae* i no s'han trobat reclutes als col·lectors. Cal considerar que, prèviament a l'episodi de mortaldat, es registrava reclutament anual al voltant de les Illes Balears per aquesta espècie.²⁰

6. Nombre de nacles localitzades vives des de l'episodi de mortalitat massiva

Dades des de l'any 2016 mostren que la població de nacra ha sofert un declivi de més del 90 % a l'Estat espanyol i del 99 % a les Balears. Des que

van començar les feines de rastreig i seguiment d'exemplars supervivents —a l'inici de l'episodi de mortalitat massiva—, fins avui s'han monitoritzat prop de 150 exemplars a les cinc comunitats autònomes mediterrànies. La majoria no ha sobreviscut. En l'actualitat (desembre 2020) sobreviuen al voltant d'una vintena d'exemplars a la Mediterrània espanyola, la meitat dels quals són a la mar Balear, repartits entre les diferents Illes. Gràcies a la col·laboració ciutadana cada any es localitzen nous exemplars resistents, la supervivència dels quals serà bàsica per a la recuperació de l'espècie.

Per acabar, un estudi genòmic —publicat l'any 2021— dut a terme en tres exemplars de nacra supervivents evidencia una hibridació entre *P. nobilis* i la nacra de roca *P. rudis*.²⁷ Calen més dades per determinar si aquesta hibridació és un fet aïllat o si, al contrari, forma part d'un procés d'especiació que els proporciona resistència.²⁷

CONCLUSIONS

- El seguiment dels indicadors de *P. nobilis* abans de l'episodi de mortalitat evidencia que la protecció de les aigües de la mar Balear, en concret la figura del Parc Nacional de Cabrera, és un element clau per a la conservació d'aquesta espècie. Això es manifesta especialment en els indicadors de densitat, longevitat i creixement.
- L'episodi de mortalitat massiva de l'any 2016 ha interromput aquest seguiment; malgrat això, aquesta informació és útil per entendre l'hàbitat d'aquesta espècie i les dinàmiques poblacionals en vista a futurs programes de recuperació.

Abans de l'episodi de mortalitat:

- La densitat mitjana de les estacions de Cabrera era de $3,76 \pm 0,25$ ind./100 m². Els valors màxims es van registrar en hàbitats de *P. oceanica* (densitat mitjana = $5,13 \pm 0,32$ ind./100 m²). El valor màxim detectat va ser de 37,33 individus/100 m² a cala Santa Maria, a 8 m de fondària.
- La densitat d'individus a la resta de les illes va mostrar que les Pitiüses presentaven els valors més petits, amb la densitat mínima a Eivissa de 0,83 ind./100 m².
- Les densitats màximes d'individus a la mar Balear es van registrar a fondàries d'entre 10-20 m.
- La talla predominant de les nacles estudiades va ser de 15-20 cm d'amplada, indicant una població reproductora. A fondària inferior predominaven les nacles de 15-20 cm, mentre que a una fondària superior (20 m) les nacles assolien 20-25 cm. Cabrera i Menorca presentaven nacles més grans que les de Mallorca, Formentera i Eivissa.

- L'edat màxima, mostrejada a Cabrera, va ser de 27 anys.
- La supervivència al Parc Nacional de Cabrera va ser del 82,45 % a 10 m; 88,38 % a 20 m; i 96,43 % a 30 m; mentre que a la zona de control (Sant Elm) la supervivència va ser molt inferior, del 38,64 %.
- La taxa de mortalitat es va duplicar a Sant Elm (zona de control exposada) en comparació amb les zones de Cabrera més arrecerades.
- La taxa de reclutament es va duplicar a Sant Elm (zona de control exposada) en comparació amb la zona de Cabrera, d'hidrodinamisme inferior.

Després de l'episodi de mortalitat:

- A Menorca es va obtenir un recluta de *P. nobilis* amb col·lectors larvaris l'any 2018.
- L'any 2020 hi ha una desena de nacles localitzades vives a la mar Balear.

REFERÈNCIES

- ¹ ROUANET, E.; TRIGOS, S.; VICENTE, N. (2015). «From youth to death of old age: the 50-year story of a *Pinna nobilis* fan mussel population at Port-Cros Island (Port-Cros National Park, Provence, Mediterranean Sea)». *Sci Reports Port-Cros Natl Park*, 29, 209-22.
- ² ZAVODNIK, D.; HRS-BRENKO, M.; LEGAC, M. (1991). «Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic sea». A: Boudouresque C. F.; Avon, M.; Gravez, V. (ed.). A: *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie.
- ³ VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2017). «Proposal of action plan for *Pinna nobilis* in the Mediterranean Sea in the frame of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD)». Instituto Español de Oceanografía (IEO); Centre Oceanogràfic de Balears.
- ⁴ KATSANEVAKIS, S.; THESSALOU-LEGAKI, M. (2009). «Spatial distribution, abundance and habitat use of the protected fan mussel *Pinna nobilis* in Souda Bay, Crete». *Aquatic Biology*, 8, 45-54. DOI: 10.3354/ab00204.
- ⁵ HENDRIKS, I. E. *et al.* (2013). «Boat anchoring impacts coastal populations of the pen shell, the largest bivalve in the Mediterranean». *Biological Conservation*, 160, 105-13. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.01.012.
- ⁶ DEUDERO, S.; VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E. (2015). «Human stressors are driving coastal benthic long-lived sessile fan mussel *Pinna nobilis* population structure more than environmental stressors». *PLoS One*, 10(7), -14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134530>.
- ⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2015). «Influence of boat anchoring on *Pinna nobilis*: A field experiment using mimic units». *Marine and Freshwater Research*, 66, 786-94.
- ⁸ ALOMAR, C. *et al.* (2015). «Evaluating stable isotopic signals in bivalve *Pinna nobilis* under different human pressures». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 467, 77-86. DOI: 10.1016/j.jembe.2015.03.006.
- ⁹ KERSTING, D. *et al.* (2019). «*Pinna nobilis*. The IUCN Red List of Threatened Species» [Internet].
- ¹⁰ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2017). «S.O.S. *Pinna nobilis*: A mass mortality event in western Mediterranean Sea». *Front Mar Sci*. 4, 1-6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00220>.
- ¹¹ CABANELLAS-REBORDO, M. *et al.* (2019). «Tracking a mass mortality outbreak of pen shell *Pinna nobilis* populations: A collaborative effort of scientists and citizens». *Scientific Reports*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49808-4>.
- ¹² VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2020). «Històries d'èxit després de 25 anys de protecció: el cas de *Pinna nobilis* i *Pinna rudis*». A: Grau, A. *et al.* *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. ISBN: 978-84-09-23487-5.
- ¹³ CATANESE, G. *et al.* (2018). «*Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea». *J Invertebr Pathol*. 157:9-24. DOI: 10.1016/j.jip.2018.07.006.
- ¹⁴ KERSTING, D. K. *et al.* (2020). «Recruitment Disruption and the Role of Unaffected Populations for Potential Recovery After the *Pinna nobilis* Mass Mortality Event». *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.594378>.

¹⁵ MARTÍNEZ, A. *et al.* (2014). «Comparative study of growth of the endangered bivalve *Pinna nobilis* in marine protected areas vs. unprotected areas of the western Mediterranean Sea». XVIII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina.

¹⁶ BASSO, L. *et al.* (2015). «The Pen Shell, *Pinna nobilis*: A Review of Population Status and Recommended Research Priorities in the Mediterranean Sea». *Advances in Marine Biology*, 71, 109-160. DOI: 10.1016/bs.amb.2015.06.002editor.

¹⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2014). «Colonisation on *Pinna nobilis* at a Marine Protected Area: extent of the spread of two invasive seaweeds». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94.

¹⁸ GONZÁLEZ-WANGÜEMERT, M. *et al.* (2019). «Gene pool and connectivity patterns of *Pinna nobilis* in the Balearic Islands (Spain, Western Mediterranean Sea): Implications for its conservation through restocking». *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst.*, 29(2),175-88.

¹⁹ VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2015). «Estado de conservación del bivalvo amenazado *Pinna nobilis* en el Parque Nacional de Cabrera». A: Amengual, J.; Asensio, B. (ed.). *Proyectos de investigación en parques nacionales 2010-2013*. Madrid: Naturaleza y Parques Nacionales, Serie de investigación en la red.

²⁰ PÉREZ-CRUZ, C.; HENDRIKS, I. E.; KERSTING, D. (2020). «Vínculos entre los patrones de reclutamiento de *Pinna nobilis* y la variabilidad ambiental y climática». Barcelona: Universitat de Barcelona [Tesi de màster].

²¹ HENDRIKS, I. E.; DEUDERO, S.; TAVECCHIA, G. (2012). «Recapture probability underwater: predicting the detection of the threatened noble pen shell in seagrass meadows». *Limnol Oceanogr Methods.*, 10(11), 824-31.

²² HENDRIKS, I. E. *et al.* (2012). «Relative growth rates of the noble pen shell *Pinna nobilis* throughout ontogeny around the Balearic Islands (Western Mediterranean, Spain)». *J Shellfish Res.*, 31(3), 749-56.

²³ COLL, J. *et al.* (2000). «Evaluación y control ambiental de algunos indicadores del estado de conservación del medio bentónico en aguas del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera». Pandion S.L.

²⁴ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2014). «Spatial distribution modelling of the endangered bivalve *Pinna nobilis* in a Marine Protected Area». *Mediterranean Marine Science*, 15. DOI: 10.12681/mms.796.

²⁵ DEUDERO, S. *et al.* (2017). «Reproductive investment of the pen shell *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 in Cabrera National Park (Spain)». *Mediterranean Marine Science*, 18(2), 271-84. <https://doi.org/10.12681/mms.1645>.

²⁶ GARCÍA-MARCH, J. R. *et al.* (2020). «Age and growth of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in the western Mediterranean Sea». *Marine Environmental Research*, 153.

²⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2021). «Natural hybridization between pen shell species: *Pinna rudis* and the critically endangered *Pinna nobilis* may explain parasite resistance in *P. nobilis*». *Molecular Biology Reports*, 48, 997-1004. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-06063-5>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S.; HENDRIKS, I.E. (2021). «Nacra (*Pinna nobilis*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicques/imb-especies-emblematicques-pinna-nobilis-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Maite Vázquez-Luis, Elvira Álvarez i Salud Deudero.

Nacra de roca (*Pinna rudis*)

1. Densitat d'individus (ind./100 m²)
2. Distribució de talles
3. Edat i creixement
4. Demografia de població

La nacra de roca –*Pinna rudis* (Linnaeus, 1758)– és un mol·lusc bivalve que es distribueix tant a la mar Mediterrània com a l'oceà Atlàntic (figura 1). Aquesta espècie arriba a fer entre 40–50 cm de longitud.¹ La seva presència indueix un augment de la biodiversitat a causa dels organismes que s'associen a la seva closca (per exemple: briozous, ascidis i algues).² Comunament habita els fons durs a 20–70 m de profunditat (arenas, roques, detrits costaners i graves), tot i que també s'ha trobat en praderies de posidònia.^{3, 4}

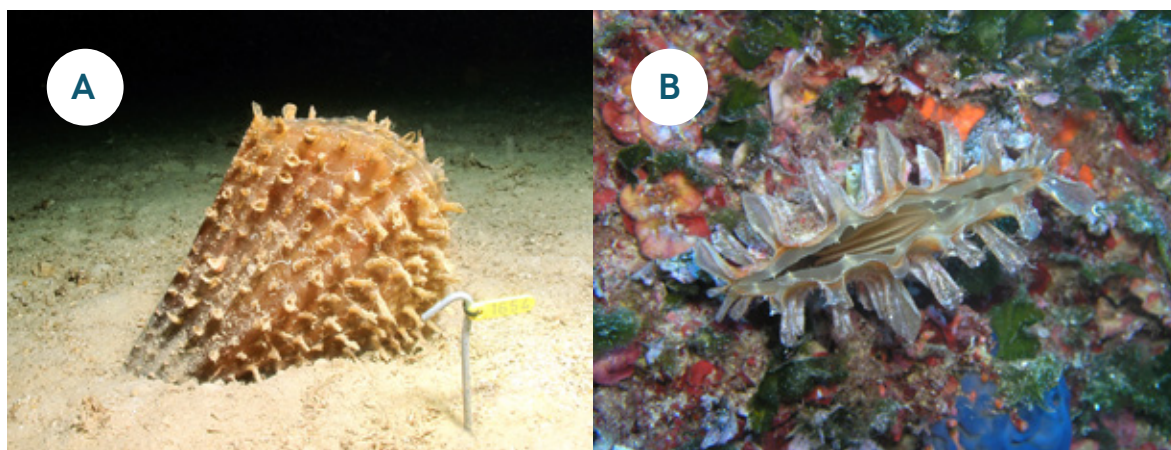


Figura 1. Exemplars de nacra de roca (*Pinna rudis*). FONT: (A) Maite Vázquez-Luis; (B) Xavier Mas.

És fàcil de confondre amb la nacra (*P. nobilis*), especialment en edat juvenil, quan ambdues mostren escames. Però hi ha certs matisos que les diferencien:^{5, 6}

- La preferència d'hàbitat de *P. rudis* sobre substrats rocosos.
- La closca més rugosa de *P. rudis*, amb espines més separades, més grans i en quantitat més petita; a més a més, té la vora de la closca més ondulada.
- La mida de longitud de closca més petita de *P. rudis* (35 cm de mitjana) en comparació amb *P. nobilis*.
- El color del mantell de *P. rudis* és rogenc i té una coloració motejada amb taques blanques a la vora superior, mentre que el de *P. nobilis* és uniforme.
- A diferència de la nacra (*Pinna nobilis*), aquesta espècie no s'ha vist afectada per l'episodi de mortalitat massiva de la Mediterrània iniciat l'any 2016.⁷ Però la seva població es troba afectada per factors antropogènics com l'alteració del seu hàbitat i la pesca i caça furtives.⁸ Per tant, està protegida en l'àmbit nacional i internacional.

QUÈ ÉS?

La nacra de roca o *Pinna rudis* és un mol·lusc bivalve de mida gran (fins a 40-50 cm de longitud) de distribució mediterrània i atlàntica. És important no confondre-la amb la nacra o *Pinna nobilis*, endèmica de la Mediterrània, la població de la qual es troba afectada des de l'any 2016 per un episodi de mortalitat massiva. Els indicadors de *P. rudis* serveixen per evidenciar l'evolució de les seves poblacions, ja que es necessita més informació sobre la seva biologia i ecologia.

METODOLOGIA

Els indicadors de població de *P. rudis* es varen extreure de dos treballs: Vázquez-Luis *et al.*¹ i Nebot-Colomer *et al.*² En aquests estudis es van fer mostratges de camp, amb censos submarins visuals de *P. rudis*, en aigües del Parc Nacional Marímo-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.

RESULTATS

Pinna rudis es distribueix dels 4 als 36 m de profunditat en les zones de mostratge de Cabrera.

En general, la densitat d'individus és baixa, amb una mitjana de 0,08 ind./100 m². L'hàbitat de coves submarines és el preferent per a les *P. rudis* censades en termes de densitat. La densitat màxima de 6,89 ind./100 m² s'obté en una cova tubular (Sifó de s'Illot de na Foradada), essent aquesta la densitat més gran de *P. rudis* reportada en tot el món.

La talla predominant és de 15-20 cm d'amplada màxima de valva.

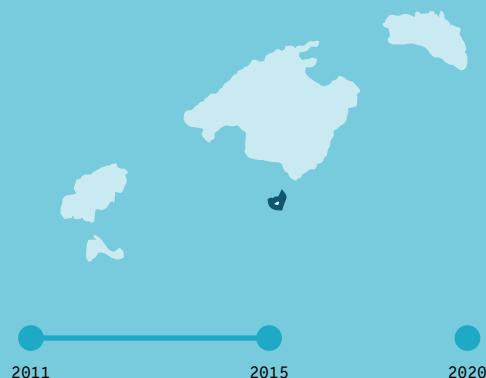
L'edat màxima reportada és de 28 ± 3 anys (i.e. una edat adulta i reproductora).

Estudis de la demografia de població de Cabrera mostren una supervivència elevada, una taxa de creixement net positiu, un nombre alt d'exemplars i taxes de reclutament elevades. Tot això implica que hi ha una renovació de la població del 40 % de les *P. rudis* estudiades.

PER QUÈ?

És una espècie catalogada com a vulnerable (Llista vermella d'invertebrats marins del mar Balear) i en perill crític (Llista vermella de la IUCN). La seva grandària proporciona beneficis ecosistèmics a causa de la seva capacitat filtradora d'aigua i al fet que genera un augment de biodiversitat i riquesa d'espècies associat a la seva closca.

LOCALITZACIÓ



REFERÈNCIES

¹ VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2020). «Històries d'èxit després de 25 anys de protecció: el cas de *Pinna nobilis* i *Pinna rudis*». A: Grau, A. *et al.* Arxipèlag de Cabrera: Història natural. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. ISBN: 978-84-09-23487-5.

² NEBOT-COLOMER, E. *et al.* (2016). «Population Structure and Growth of the Threatened Pen Shell, *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758) in a Western Mediterranean Marine Protected Area». *Mediterranean Marine Science*, 17. DOI: 10.12681/mms.1597.



Exemplar de nacra de roca (*Pinna rudis*). FONT: Xavier Salvador.

NORMATIVA

- Annex II del Conveni relatiu a la conservació de la vida silvestre i del medi natural a Europa (Conveni de Berna).
- Annex IV de la 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).
- Annex II del Conveni per a la protecció de la mar Mediterrània contra la contaminació (Conveni de Barcelona) (SPA/BD Protocol 1995).
- Annex II del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades (Categoria: vulnerable). 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.
- Decret 26/2015, de 24 d'abril, pel qual es regula el marisqueig professional i recreatiu a les Illes Balears (on queda prohibida la seva captura a les Balears).
- Llista vermella de la IUCN: perill crític.⁹
- Llista vermella d'invertebrats marins del mar Balear: vulnerable.¹⁰

METODOLOGIA

La informació dels indicadors s'extreu de Vázquez-Luis *et al.*¹¹ i Nebot-Colomer *et al.*¹² Entre els anys 2011 i 2018 es fan els mostratges de *P. rudis* en diverses zones del Parc Nacional Marímo-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera, excepte per als indicadors de demografia de població, que es van iniciar l'any 2013.

1. Densitat d'individus (ind./100 m²)

Mesurada d'acord amb el nombre d'individus trobats mitjançant censos visuals amb escafandre autònom en transectes lineals i estandarditzada a individus per 100 m².

2. Distribució de talles

La talla fa referència a la mesura en cm de l'amplada màxima de valva.

3. Edat

Es va treballar amb 19 closques d'individus morts trobats durant els mostratges de camp. L'edat s'estableix a través del recompte de registres interns de la closca. L'error del comptatge pot ser de tres anys.

4. Demografia de població

Els anys 2013, 2014, 2017 i 2018 es fa seguiment de 72 nacles de roca localitzades en cinc coves o cavitats (profunditat 22-36 m).

RESULTATS

1. Densitat d'individus

A Cabrera, aquesta espècie es distribueix dels 4 als 36 m de profunditat.¹³

En termes generals, mostra una baixa densitat d'individus en tot el Parc Nacional, tot i que també es detecten zones d'alta densitat, descrites en anglès com *hotspots* (figura 2). La densitat mitjana global és de $0,08 \pm 0,24$ ind./100 m², tot i que varia entre els diversos hàbitats.¹² Per exemple, en coves submarines —que representen únicament l'1,91 % de la superfície total estudiada— la densitat augmenta a 1,69 ind./100 m², la qual cosa suposa que més de la meitat (> 65 %) de les *P. rudis* censades es troben en aquests hàbitats. La densitat màxima de 6,89 ind./100 m² s'obté entre els 26-34,5 m de profunditat en una cova tubular en forma d'embut a la zona del Sifó de s'Illot de na Foradada.

En altres hàbitats, la densitat mitjana també va ser més petita que en les coves submarines: 0,03 ind./100 m² en fons rocosos, 0,02 ind./100 m² en fons costaners i detrítics, i 0,01 ind./100 m² en fons arenosos.

D'altra banda, en els hàbitats amb praderies de *Posidonia oceanica*, que comparteix amb la nacra (*P. nobilis*), se'n varen detectar densitats baixes (0,06 ind./100 m²). Malgrat això, a es Freus, a 10 m de profunditat, hi ha una praderia de posidònia que creix sobre substrat rocós que arriba als 5,33 ind./100 m². Estudis de densitat de *P. rudis* en hàbitats de posidònia de la resta de les illes en mostra una presència ocasional i rara.¹⁴

2. Distribució de talles

La mesura d'amplada màxima de la valva varia entre 6,2-25 cm, predominant la talla de 15-20 cm.

3. Edat i creixement

L'edat màxima trobada és de 28 anys, mentre que els exemplars més joves tenen entre 1-3 anys. La majoria d'individus estudiats presenten entre 10-20 anys d'edat, la qual cosa suposa una edat adulta madura (reproductora).

4. Demografia de població

De les cinc coves visitades, quatre mostren una supervivència elevada (superior al 70 %) dels exemplars de *P. rudis* marcats inicialment.

En tres coves s'han realitzat estimacions de la demografia de població. Totes mostren poblacions dinàmiques, amb una taxa de creixement net positiva, un augment del nombre total d'exemplars i taxes de reclutament elevades que s'interpreten com una renovació de la població del 40 % de *P. rudis* censades.

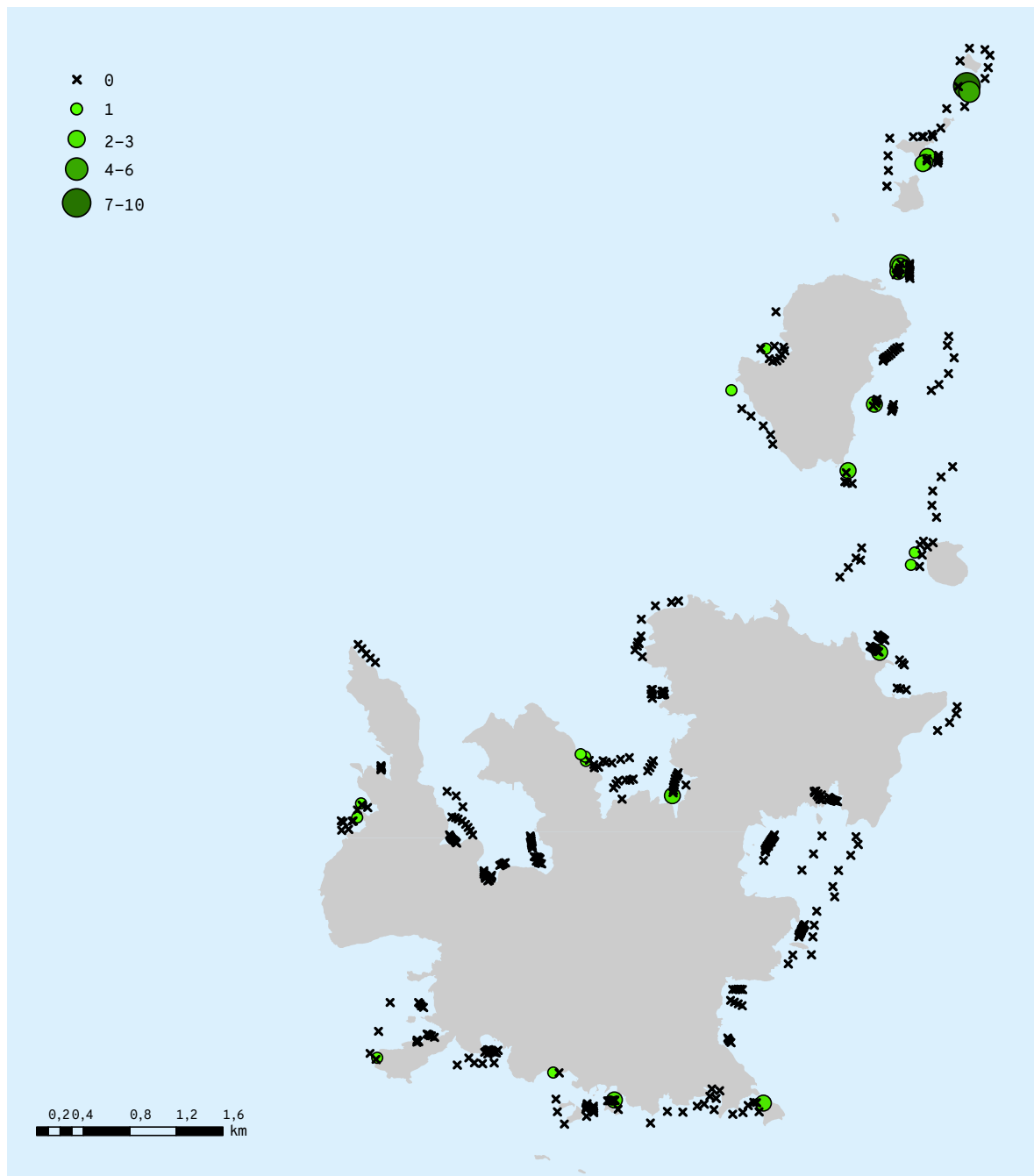


Figura 2. Mapa de Cabrera mostrant la densitat d'individus (ind./100 m²) de *Pinna rudis*. FONT: Vázquez-Luis *et al.*¹¹

CONCLUSIONS

La nacra de roca (*P. rudis*), a diferència de la nacra (*P. nobilis*), no s'ha vist afectada per l'episodi de mortalitat massiva iniciat l'any 2016 al Mediterrani occidental.

En les zones mostrejades dins el Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera les densitats són baixes, tot i que aquests valors són comparables amb altres estudis en àrees marines protegides de la Mediterrània.¹⁵

L'hàbitat de coves submarines és preferent per als exemplars de *P. rudis* censats en termes de densitat, mostrant una densitat màxima de 6,89 ind./100 m², la més gran reportada en tot el món.¹¹ En conse-

qüència, les coves podrien convertir-se en zones òptimes per a l'assentament de larves de *P. rudis*.

La població de *P. rudis* en aigües de Cabrera està establerta, ja que es mostren individus de diferents edats i mides, la majoria d'entre 10-20 anys i 15-20 cm d'amplada de valva.

Els seguiments de població s'han de continuar efectuant per tal d'augmentar el coneixement de la biologia i ecologia d'aquesta espècie vulnerable. Ara com ara, es reporten únicament indicadors de demografia de població en cinc coves de Cabrera, que mostren una supervivència i taxes de creixement i reclutament elevades.

REFERÈNCIES

- ¹ BAREA-AZCÓN, J. M.; BALLESTEROS-DUPERÓN, E.; MORENO, D. (COORDS.) (2008). *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía* (4 tomos). Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- ² COSENTINO, A.; GIACOBBE, S. (2008). «Aspects of epizooibiotic mollusc assemblages on *Pinna* shells. II. Does the Mediterranean *P. nobilis* represent an isle of biodiversity?». *Cahiers de Biologie Marine*, 49, 161-73.
- ³ GIACOBBE, S.; LEONARDI, M. (1987). «Les fonds à *Pinna* du Détroit de Messine». *Doc Trav IGAL*, 11, 253-254.
- ⁴ GARCÍA-MARCH, J. R.; KERSTING, D. K. (2006). «Preliminary Data on the Distribution and Density of *Pinna nobilis* and *Pinna rudis* in the Columbretes Islands Marine Reserve (Western Mediterranean, Spain)». A: *International Congress on Bivalvia*, 22-27 July 2006. Bellaterra (Barcelona): Universitat Autònoma de Barcelona.
- ⁵ CENTRE OCEANOGRÀFIC DE BALEARS-INSTITUT ESPANYOL D'OCEANOGRÀFIA. «Indicaciones para diferenciar *Pinna rudis* y *Pinna nobilis*» [en línia]. <https://www.caib.es/sites/proteccioespecies/f/290911>.
- ⁶ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2021). «Natural hybridization between pen shell species: *Pinna rudis* and the critically endangered *Pinna nobilis* may explain parasite resistance in *P. nobilis*». *Molecular Biology Reports*. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-06063-5>.
- ⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2017). «S.O.S. *Pinna nobilis*: A mass mortality event in western Mediterranean Sea». *Frontiers in Marine Science*, 4, 1-6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00220>.
- ⁸ GÓMEZ MOLINER, B. *et al.* (2001). «Protección de moluscos en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas». *Reseñas Malacológicas*, XI, 1-286.
- ⁹ KERSTING, D. *et al.* (2019). «*Pinna nobilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019». DOI: 10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T160075998A160081499.en.
- ¹⁰ ÁLVAREZ, E. (2016). *Llista vermella dels invertebrats marins del mar Balear*. Palma: Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Servei de Protecció d'Espècies.
- ¹¹ VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2020). «Històries d'èxit després de 25 anys de protecció: el cas de *Pinna nobilis* i *Pinna rudis*». A: Grau, A. *et al.* *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 30. ISBN: 978-84-09-23487-5.
- ¹² NEBOT-COLOMER, E. *et al.* (2016). «Population Structure and Growth of the Threatened Pen Shell, *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758) in a Western Mediterranean Marine Protected Area». *Mediterranean Marine Science*, 17. DOI: 10.12681/mms.1597.
- ¹³ VÁZQUEZ-LUIS, M.; DEUDERO, S. (2014). «Informe final proyecto PINNA 024/2010. Informe técnico». Instituto Español de Oceanografía; Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- ¹⁴ DEUDERO, S.; VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E. (2015). «Human stressors are driving coastal benthic long-lived sessile fan mussel *Pinna nobilis* population structure more than environmental stressors». *PLoS One*, 10(7), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134530>.
- ¹⁵ TRIGOS, S. *et al.* (2013). «Presence of *Pinna nobilis* and *Pinna rudis* in the Marine Protected Areas of the North Western Mediterranean». Francia: 3rd International Marine Protected Areas Congress, at Marseille and Corse.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2021) «Nacra de roca (*Pinna rudis*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicques/imb-especies-emblematicques-pinna-rudis-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Toni Vivó i Josep Alós.

Abundància relativa de raors (*Xyrichthys novacula*)

El raor (*Xyrichthys novacula*) és un peix de la família dels làbrids (*Labridae*) àmpliament distribuït en hàbitats d'arena poc profunds d'àrees temperades.^{1,2} Aquest peix s'enterra dins l'arena durant la nit per descansar i evitar els predadors, mentre que durant el dia està actiu i s'alimenta de petits invertebrats i bivalves. Tot i aixó, de vegades també s'enterra de dia per evitar predadors com les llampugues.²

És un peix molt apreciat en la pesca recreativa.³ Està sotmès a un període de veda que va de l'1 d'abril al 31 d'agost, i el període de pesca es torna a obrir l'1 de setembre. Hi ha un màxim de captures de 50 raors per pescador i de 300 raors per embarcació.

METODOLOGIA

Investigadors de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) han fet un seguiment de la població de raors a la Reserva Marina de la Badia de Palma entre els anys 2011 i 2018.

En aquest estudi s'ha inclòs també un seguiment de la presència o l'absència de la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, ja que aquesta espècie ha colonitzat ràpidament la zona d'estudi i es pensa que pot afectar la població de raors.

El seguiment ha consistit a fondejar càmeres submarines en una àrea d'estudi de 6,4 km². Les càmeres de vídeo es varen fondejar el mes d'agost de cada any a diversos punts geogràfics aleatoris dins la zona d'estudi. Aquests vídeos es varen analitzar i es va determinar la presència o l'absència de raors i el nombre de peixos d'aquesta espècie que apareixien simultàniament en un fotograma (Nmàx.). També es va determinar la presència o l'absència de la macroalga invasora *Halimeda incrassata* a cada punt geogràfic avaluat.

El càlcul del nombre màxim d'individus a cada punt (Nmàx.) és un còmput àmpliament utilitzat en estudis de poblacions de peixos. Proporciona una estimació de l'abundància relativa de l'espècie d'estudi.

S'ha comprovat si hi ha diferències significatives en les abundàncies màximes de les zones colonitzades per la macroalga invasora *Halimeda incrassata* i les àrees on aquesta macroalga no s'ha establert mitjançant l'anàlisi de variàncies (ANOVA).



Figura 1. Fotografia d'un raor (*Xyrichthys novacula*). FONT: Miquel Gomila.

QUÈ ÉS?

El raor (*Xyrichthys novacula*) és un peix de la família dels làbrids (Labridae) àmpliament distribuït en hàbitats d'arena poc profunds d'àrees temperades.

METODOLOGIA

Investigadors de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) han fet un seguiment de la població de raors a la Reserva Marina de la Badia de Palma entre els anys 2011 i 2018, juntament amb un seguiment de la presència o l'absència de la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, que podria afectar la població de raors.

Es varen fondejar càmeres submarines a diversos punts geogràfics aleatoris en una àrea d'estudi de 6,4 km². Aquests vídeos es varen analitzar per determinar la presència o l'absència de raors i el nombre de peixos d'aquesta espècie que apareixien simultàniament en un fotograma (Nmàx.), així com la presència o l'absència de la macroalga invasora *Halimeda incrassata* a cada punt geogràfic avaluat.

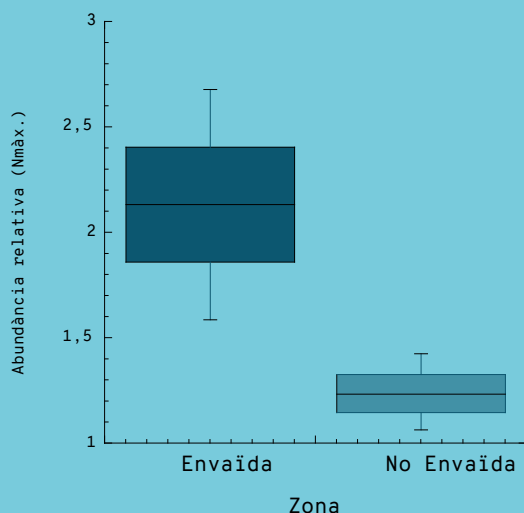


Diagrama de caixa que mostra la distribució de les abundàncies relatives de raors a la zona envaïda per *Halimeda incrassata* i a la zona sense envair de la Reserva Marina de la Badia de Palma entre els anys 2011 i 2018.

PER QUÈ?

És un peix molt apreciat en la pesca recreativa, i això podria produir-ne una disminució de les poblacions si no hi hagués eines encaminades a garantir-ne la conservació, com és el cas de la veda que s'aplica actualment.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

L'abundància de raors a la Reserva Marina de la Badia de Palma mostra una petita tendència a l'alça o a l'estabilitat al llarg dels vuit anys de seguiment, fet que indica que la població no disminueix, tot i la gran pressió que pateix per part de la pesca recreativa.

L'abundància relativa de la població de raors a la zona d'estudi va variar entre 1,26 i 1,91 i va ser superior a les àrees envaïdes per la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, on va variar entre 1,59 i 2,68; mentre que a les zones no envaïdes va variar entre 1,06 i 1,42.

A les zones colonitzades per la macroalga invasora *Halimeda incrassata* hi ha majors abundàncies relatives de raors. L'atracció dels raors per aquestes àrees envaïdes es pot deure al fet que creen hàbitat nou i afavoreixen l'augment de diverses espècies de crustacis que els serveixen d'aliment.



Fotografia d'un raor (*Xyrichthys novacula*). FONT: Miquel Gomila.

RESULTATS

L'abundància relativa de raors a la zona d'estudi va variar entre 1,26 l'any 2011 i 1,91 l'any 2018 (figura 2). Aquesta abundància relativa va ser significativament superior en àrees envaïdes per la macroalga *Halimeda incrassata* (ANOVA; $p < 0,0001$), on es varen trobar abundàncies relatives que varen variar entre 1,59 i 2,68 els anys 2011 i 2018 respectivament (figura 2), mentre que a la zona sense colonitzar per aquesta espècie invasora, les abundàncies relatives varen ser inferiors i varen oscil·lar entre 1,06 i 1,42 els anys 2011 i 2018 respectivament (figura 2).

L'abundància de raors a la zona d'estudi mostra una petita tendència a l'alça o a l'estabilitat al llarg dels vuit anys de seguiment. Això indica que les regulacions que s'apliquen per conservar l'espècie (veda) funcionen a l'hora de mantenir-ne la viabilitat. Hem de recordar que aquesta espècie pateix una gran pressió per part de la pesca recreativa, perquè és molt apreciada i el dia que se n'obri la veda hi ha una gran quantitat de pescadors recreatius que surten a pescar-ne.

La diferència en l'abundància relativa de raors (*Xyrichtys novacula*) entre àrees envaïdes i no envaïdes per la macroalga *Halimeda incrassata* mostra que aquests peixos es veuen atrets per les àrees colonitzades per aquesta espècie invasora. Això ja s'havia posat de manifest en estudis previs,^{4,5} que mostren uns resultats una mica diferents degut al

fet que les abundàncies relatives es recalculen en funció de l'àrea envaïda per la macroalga, fet que produeix canvis relatius en les abundàncies màximes de cada un dels anys d'estudi.

L'atracció dels raors per les zones colonitzades per *Halimeda incrassata* probablement es deu al fet que la presència de la macroalga invasora afavoreix un increment de diverses espècies de crustacis⁶ de les quals s'alimenten.⁷

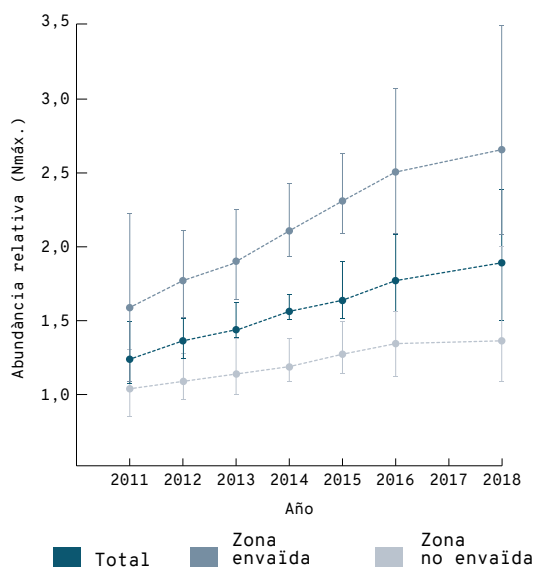


Figura 2. Abundància relativa de raors a la Reserva Marina de la Badia de Palma. FONT: Alós (dades sense publicar).

CONCLUSIONS

- L'abundància de raors a la zona d'estudi mostra una petita tendència a l'alça o a l'estabilitat al llarg dels vuit anys de seguiment (2011-2018), fet que indica que les regulacions que s'apliquen per a la seva conservació (veda) funcionen i que la població no disminueix, tot i la gran pressió que pateix per part de la pesca recreativa.
- L'abundància relativa de la població de raors a la zona d'estudi va variar entre 1,26 l'any 2011 i 1,91 l'any 2018, i va ser més gran a les àrees envaïdes per la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, on va oscil·lar entre 1,59 l'any 2011 i 2,68 l'any 2018; mentre que a les zones no envaïdes va variar entre 1,06 l'any 2011 i 1,42 l'any 2018.
- Sembla que les zones colonitzades per la macroalga invasora *Halimeda incrassata* atreuen els raors, segurament perquè creen hàbitat nou i afavoreixen l'augment de diverses espècies de crustacis que els serveixen d'aliment.

REFERÈNCIES

- ¹ ALÓS, J.; CABANELLAS-REBOREDO, M.; LOWERRE-BARBIERI, S. (2012). «Diel behaviour and habitat utilisation by the pearly razorfish during the spawning season». *Marine Ecology Progress Series*, 460, 207-220. DOI: 10.3354/meps09755.
- ² ALÓS, J.; MARTORELL-BARCELÓ, M.; CAMPOS-CANDELA, A. (2017). «Repeatability of circadian behavioural variation revealed in free-ranging marine fish». *Royal Society Open Science*, 4. DOI: 10.1098/rsos.160791.
- ³ ALÓS, J. *et al.* (2016). «Fast and behavior-selective exploitation of a marine fish targeted by anglers». *Scientific Reports*, 6. DOI: 10.1038/srep38093.
- ⁴ VIVÓ, A. (2019). «Dispersion and effect on native fish communities by the invasive seaweed *Halimeda incrassata*». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Trabajo de fin de máster].
- ⁵ ALÓS, J. *et al.* (2018). «Spatial distribution shifts in two temperate fish species associated to a newly-introduced tropical seaweed invasion». *Biological Invasions*, 20, 3193-3205. DOI: 10.1007/s10530-018-1768-2.
- ⁶ ZABARTE, I. (2017). «Estudio de la mesofauna en fondos arenosos y de *Halimeda incrassata* (*Chlorophyta*, *Bryopsidales*) del Cap Enderrocat, Mallorca». La Coruña: Universidade da Coruña. [Trabajo de fin de máster].
- ⁷ CASTRIOTA, L.; FINOIA, M. G.; ANDALORO, F. (2005). «Trophic interactions between *Xyrichtys novacula* (Labridae) and juvenile *Pagrus pagrus* (Sparidae) in the central Mediterranean Sea». *Electronic Journal of Ichthyology*, 1, 54-60.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; VIVÓ, A.; ALÓS, J. (2020) «Raor (*Xyrichtys novacula*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.org/ca/pesca/imb-raor-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, COFIB, Fundació Palma Aquarium, Marineland-Mallorca, LIMIA i Fundació Marilles.

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 cinc 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).^{3,4} És l'única espècie de tortuga marina que nidifica predominantment fora de latituds tropicals,^{5,6} tot i que també hi ha algunes àrees de nidificació importants als tròpics.⁵

A les Illes Balears es poden observar principalment individus juvenils i subadults.³ Es poden veure exemplars de tortuga tot l'any, però els encallaments són més abundants entre els mesos de juny i setembre.^{3,7}

METODOLOGIA

Per als següents indicadors s'han obtingut dades procedents del Servei de Protecció d'Espècies del Departament de Medi Natural de la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears:

- 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 *head starting* en anglès). Aquest procés es fa per garantir la supervivència de les tortugues, que presenten una elevada mortalitat el primer any de vida.

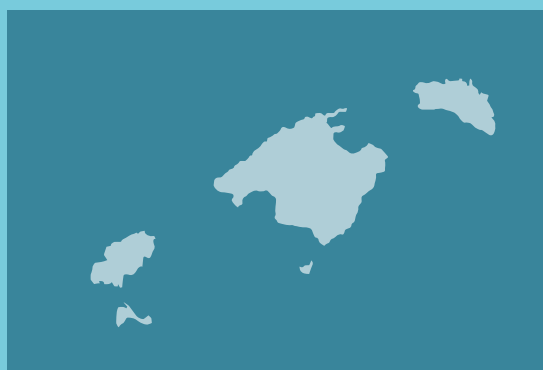
S'han obtingut dades d'encallaments de tortugues entre els anys 1993 i 2020 de la Fundació Palma Aquarium, que en col·laboració amb Marineland Mallorca i el Consorci de Recuperació de la Fauna de les Illes Balears (COFIB) s'han encarregat del rescat, cura i alliberament posterior dels exemplars de tortuga encallats a les Balears durant aquests anys, mitjançant un conveni amb el Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

PER QUÈ?

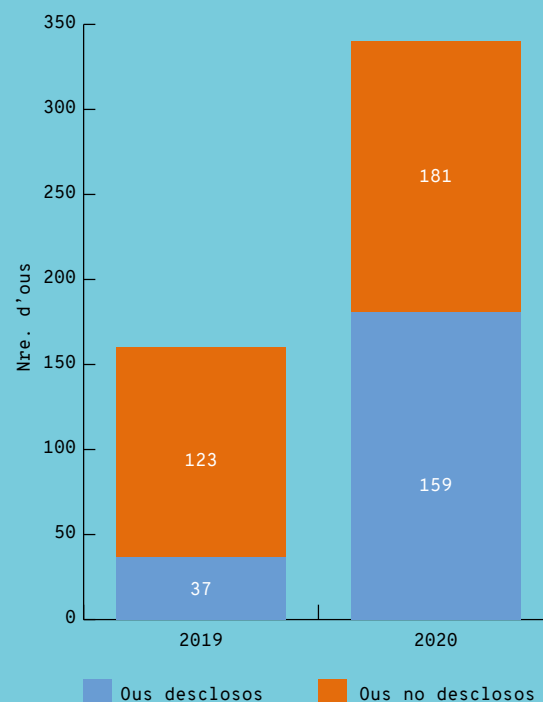
Aquesta espècie està protegida per normativa estatal i internacional i està catalogada com a vulnerable per la IUCN (International Union for the Conservation of Nature).

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

LOCALITZACIÓ



1993 2020



Nombre d'ous totals posats a les platges de les Balears els anys 2019 i 2020: en color blau, els ous que varen descloure's, i en color taronja, els que no varen néixer.



Exemplar de tortuga marina (*Caretta caretta*) d'un dels ous postos l'any 2019 en una platja de les Balears, alliberat a la Platja des Cavallet (Eivissa) després d'un any de cria en medi artificial controlat (programa *head starting*). FONT: Xavier Mas.

RESULTATS

- L'any 2019 es varen localitzar per primera vegada dos nius de tortuga marina a platges de les Illes Balears, tots a Eivissa. L'any 2020 se'n van localitzar tres: dos a Menorca i un a Eivissa. 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 aquests dos anys va ser de 160 l'any 2019 i de 340 l'any 2020, 180 ous més que l'any anterior.
- L'èxit reproductor dels anys 2020 i 2019 va ser del 0,42 i el 0,23, respectivament. Per tant, l'any 2019 va descloure's el 23 % dels ous, mentre que el 2020 ho va fer el 42 %.
- El 94,6 % de les tortugues que es van dur a centres per a la cria en medi artificial controlat (*head starting*) varen sobreviure (35 tortugues); 26 tortugues es van retornar al medi marí, 6 d'elles amb una marca emissora per satèl·lit per conèixer la seva posició i evolució.
- S'ha localitzat un total de 1.058 tortugues marines encallades entre els anys 1993 i 2020, 512 de vives i 546 de mortes. L'any 2020 s'ha trobat el nombre màxim de tortugues encallades (83), 30 de mortes i 53 de vives, de les que en varen sobreviure 47. La principal causa d'encallament entre els anys 2015 i 2020 ha estat l'emmallament en plàstics o en arts de pesca fantasmes.
- 92 tortugues s'han recuperat i retornat al medi entre els anys 2015 i 2019.

REFERÈNCIES

- ¹ MOREY, G. (2015). «Espècies 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 VIADA, C. (2005). «Libro rojo de los vertebrados de las Baleares». Palma: Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- ⁴ LIFE POSIDONIA (2005). «Acció F6. Seguiment de *Caretta caretta*». Fundación Bosch i Gimpera. <http://life-posidonia.caib.es/user/Acciones/acc_f6_ct.htm>.
- ⁵ 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.
- ⁶ EHRHART, L. M.; BAGLEY, D. A.; REDFOOT, W. E. (2003). A: *Loggerhead sea turtles*. Bolten A. B. & Witherington B. E. (Ed.). Smithsonian Books.
- ⁷ 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].
- ⁸ FERNÁNDEZ, G.; PUJOL, F.; OLIVER, J. A. (2002). «Varamientos de tortugas marinas en las Islas Baleares». Fundación Marineland-Palmitos; Conselleria de Medi Ambient. [Inèdit].



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

La tortuga babaua (*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. Destaquen les captures accidentals en hams de palangre, que representen 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 del Departament de Medi Natural de la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern Balear. 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 *head starting* en anglès). Aquest procés es fa per garantir 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 2020 de la Fundació Palma Aquarium, que en col·laboració amb Marineland Mallorca i el Consorci de Recuperació de la Fauna Illes Balears (COFIB) s'han encarregat del rescat, cura i alliberament posterior dels exemplars de tortuga encallats a les Balears durant aquests anys, mitjançant un conveni amb el Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. 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.

Entre els anys 1993 i 1998 es donava prioritat als exemplars vius; per tant, per calcular el percentatge d'individus vius respecte dels morts trobats encallats a les costes de les Balears només tenim en compte les dades de l'any 1998 al 2020.

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 dos 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 van 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 tres nius: un a Cala Nova (Santa Eulària des Riu, Eivissa), un a Punta Prima (Menorca) i, posteriorment, un niu en el moment de l'eclosió a cala del Pilar (Menorca).

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 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 són del niu d'Eivissa (figura 2).

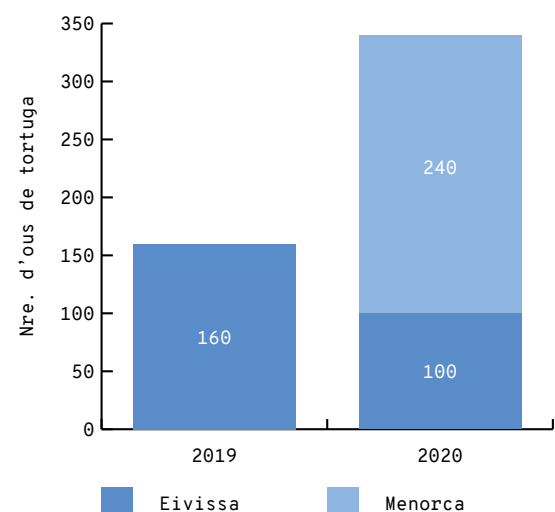


Figura 2. Nombre d'ous de tortuga marina (*Caretta caretta*) als nius de les Illes Balears. FONT: Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

L'any 2020 es van translocar els ous del niu d'Eivissa: 78 es van 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 van 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 captivitat; pel que fa a les 61 tortugues restants, s'ha assumit que varen arribar fins a la mar.

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 produir 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: 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, amb l'escalfament global s'espera que aquest fenomen es produeixi a una escala de temps llarga. Per tant, les diferents escales en què es podrien produir aquests fenòmens podrien prevenir un canvi massiu de localització dels nius.¹³ 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 del Mediterrani 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 0,81 al niu de Cala del Pilar, a Menorca, de l'any 2020 (taula 1). 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 segon niu amb una taxa més gran d'èxit reproductor va ser el de platja d'en Bossa de l'any 2019, amb un 0,64, la qual cosa significa 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 *head starting*), per tal de retornar-les al medi natural un any després i garantir-ne la supervivència (taula 1).

Això significa que l'any 2019 l'èxit reproductor dels dos 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.

4. Supervivència

Les 37 tortugues nascudes l'any 2019 varen ser traslladades a tres centres diferents per fer un procés de cria en captivitat (*head starting*) per tal de retornar-les a la mar quan tenen un any i garantir-ne la supervivència. D'aquestes 37, 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 per a la cria en captivitat en van sobreviure 35. Només dues 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 captivitat.

Taula 1. Nius de tortuga trobats a les platges de les Balears els anys 2019 i 2020: 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 a les que s'ha sotmès a cria en medi artificial controlat (*head starting*) i èxit reproductor en tant per un. FONT: Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.

| Data de posta | Illa | Niu | Nre. d'ous | Ous desclosos | Tortugues vives | Cria en captivitat (<i>head starting</i>) | Èxit reproductor |
|---------------|---------|---------------------|------------|---------------|-----------------|---|------------------|
| 25/07/19 | Eivissa | Platja d'en Bossa | 58 | 37 | 37 | 37 | 0,64 |
| 29/07/19 | Eivissa | Platja des Cavallet | 102 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| 19/06/20 | Menorca | Punta Prima | 132 | 54 | 51 | 40 | 0,30 |
| 14/07/20 | Eivissa | Cala Nova | 100 | 17 | 17 | 15 | 0,15 |
| 05/09/20 | Menorca | Cala del Pilar | 108 | 88 | 87 | 26 | 0,81 |

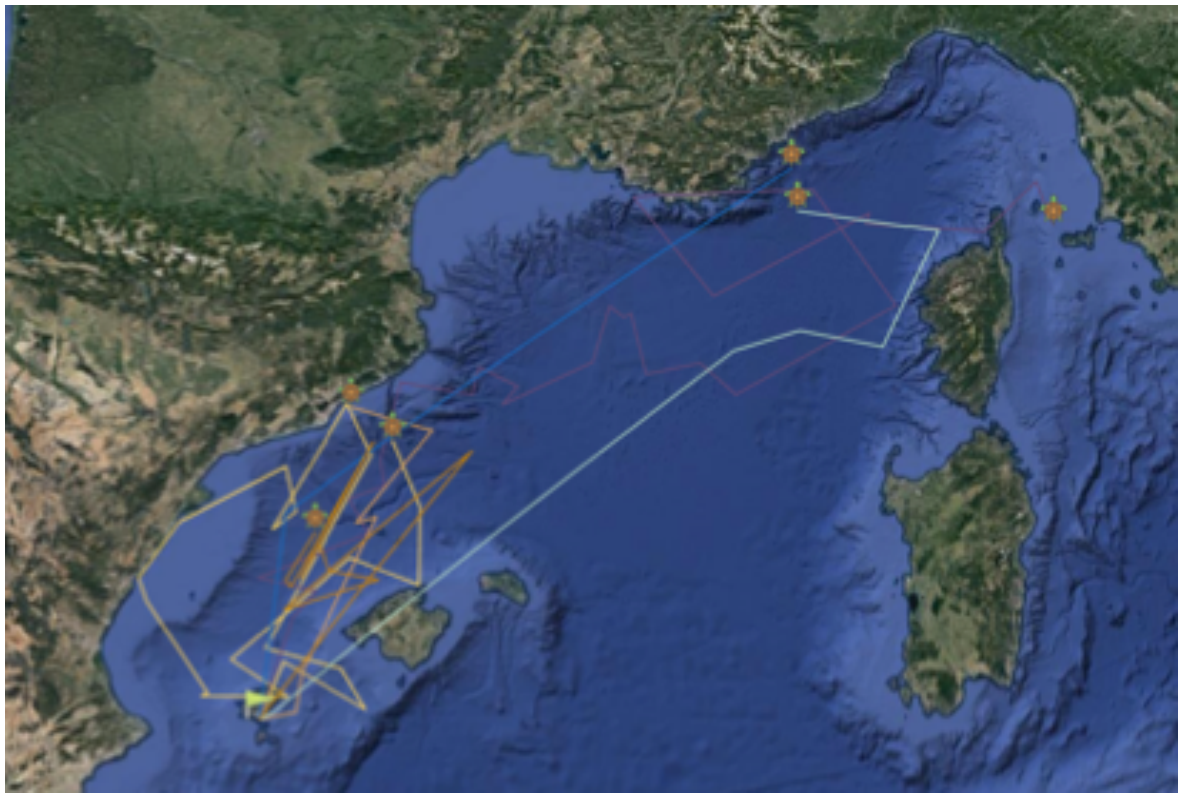


Figura 3. Mapa amb la posició de les sis tortugues marcades amb emissors via satèl·lit.
 FONT: <https://eucrante.org/siguiendo-tortugas/illes-balears>.

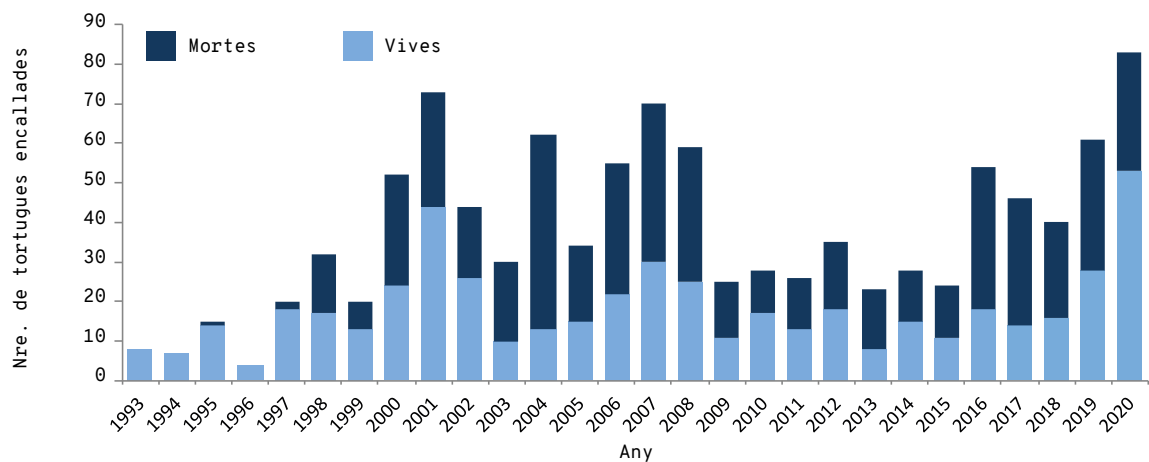


Figura 4. Nombre de tortugues marines encallades trobades a les costes de les Balears vives (blau clar) i mortes (blau fosc) entre els anys 1993 i 2020. FONT: Palma Aquarium.

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 captivitat, 26 es van retornar al medi marí, al lloc on s'havien incubat els ous, la platja des Cavallet, a Eivissa.

De les 26 tortugues alliberades al medi natural, 6 es van marcar amb un emissor via satèl·lit que permet conèixer-ne la posició, que es pot consultar a la pàgina web: <https://eucrante.org/siguiendo-tortugas/illes-balears> (figura 3). Avui dia encara es rep senyal de totes les tortugues, excepte d'una que va anar a Barcelona, on es va perdre la seva posició.

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 2020.

Entre els anys 1993 i 2020 s'han trobat més de mil tortugues marines encallades —en concret, 1.058, 512 vives i 546 mortes. L'any que es van trobar més tortugues marines encallades des que se'n té registre va ser el 2020, quan es van trobar 83 tortugues, 30 de mortes i 53 de vives, de les que en varen sobreviure 47 (figura 4).

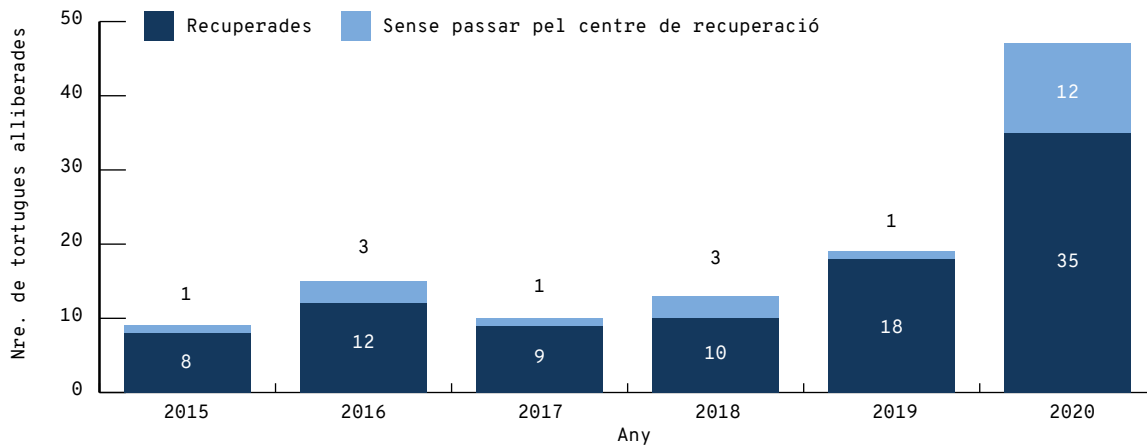


Figura 5. Nombre de tortugues marines alliberades després d'haver-se recuperat de processos d'encallament i nombre de tortugues alliberades per particulars sense passar pel centre de recuperació entre els anys 2015 i 2020. FONT: Palma Aquarium.

Entre els anys 1998 i 2020, el percentatge de tortugues vives respecte del total ha variat entre el 21 % l'any 2004 i el 65 % 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, emmallament (en plàstics, restes de xarxes) i traumatismes, i altres de menys incidència com poden ser malalties com la pneumònia.^{9, 10} També s'ha descrit 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 2020 ha estat l'emmallament, que ha causat més de la quarta part —el 32,8 %— dels encallaments dels quals es coneixia la causa (font: Palma Aquarium). L'any 2020, aquestes xifres pugen a més de la meitat, amb el 54,7 % dels encallaments amb causa coneguda provocats per emmallaments.

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

Entre els anys 2015 i 2019 s'han alliberat un total de 92 tortugues marines després d'haver-les recollit encallades (figura 5). L'any que s'han alliberat més tortugues ha estat el 2020, amb 35 tortugues retornades al medi marí.

CONCLUSIONS

- L'any 2019 es varen localitzar per primera vegada dos nius de tortuga marina a platges de les Balears, tots a l'illa d'Eivissa. L'any 2020 se'n varen localitzar tres: dos a Menorca i un a Eivissa.
- 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.
- L'èxit reproductor de l'any 2019 va ser del 0,23, mentre que el de l'any 2020 va ser del 0,46. Per tant, l'any 2019 va desclore's el 23 % dels ous, mentre que l'any 2020 ho va fer el 46 %.
- L'any 2019, de les 37 tortugues que es varen dur a centres per a la cria en captivitat en van sobreviure 35 (el 94,6 %) i 26 es van retornar al medi marí, 6 d'elles amb una marca emissora per satèl·lit per conèixer la seva posició i evolució.
- Entre els anys 1993 i 2020 s'han trobat 1.058 tortugues marines encallades, 512 de vives i 546 de mortes. L'any que se'n varen trobar més (83) des que hi ha registre va ser el 2020, amb 30 tortugues mortes i 53 de vives. La principal causa d'encallament entre els anys 2015 i 2020 ha estat l'emmallament en plàstics o arts de pesca fantasma.
- Entre els anys 2015 i 2020 s'han recuperat i retornat al medi marí 92 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. (Ed.). 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 Biol* 13, 923-932, doi: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.bioccon.2003.12.010.

CITAR COM

CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT DEL GOVERN DE LES ILLES BALEARS; FUNDACIÓ PALMA AQUARIUM; MARINELAND MALLORCA; LIMIA; COFIB; FUNDACIÓ MARILLES. (2021) «Tortuga marina». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/especies-emblematicues/imb-tortuga-marina-cat.pdf>>.

Hàbitats protegits

Posidonia oceanica

Cymodocea nodosa

Zostera noltii

Coral·ligen

Maërl

Coralls de profunditat

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Conselleria de Medi Ambient i Territori i Núria Marbà.

Àrea de distribució de *Posidonia oceanica*

La fanerògama marina posidònia (*Posidonia oceanica*) és una planta endèmica de la Mediterrània, és a dir, només n'hi ha en aquesta mar. La seva presència es restringeix al pis infralitoral, des de la superfície fins als 40 metres de fondària. Com a planta marina que és, cal destacar la seva capacitat de formar extenses praderies, que constitueixen una de les comunitats més productives de l'ecosistema litoral, ateses la seva elevada producció primària, la fauna resident que alberga, la seva funció com a refugi d'alevins, juvenils i adults de nombroses espècies de peixos –algunes de les quals d'interès comercial– i la seva capacitat per exportar matèria orgànica mitjançant les seves restes mortes. Aquestes praderies es coneixen popularment com a *alguers* o negre.

Les praderies de posidònia estan en un procés de recessió alarmant a tota la Mediterrània, igual que la majoria de plantes marines,^{1,2} a pesar de tots els esforços que s'han fet tant en l'àmbit comunitari com en el nacional o regional. A escala europea, cal destacar la inclusió de les praderies de posidònia com a hàbitat prioritari (hàbitat 1120) a la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE). L'objectiu global de la Directiva Hàbitats és contribuir a garantir la biodiversitat mitjançant la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres en el territori europeu. Les principals amenaces de les praderies són: les obres marítimes, la contaminació de l'aigua, l'eutrofització, el progressiu enfangament dels fons litorals, la regeneració i la implantació artificial de platges, la gestió incorrecta en la neteja de les platges, l'ancoratge massiu i incontrolat d'embarcacions de lleure i el canvi climàtic.

VALORS AMBIENTALS DE LES PRADERIES DE POSIDÒNIA

Les Balears són la comunitat autònoma que té més superfície de praderies de *P. oceanica*, concretament el 50 % del total inventariat a tot l'Estat. El 40 % d'aquestes estan en àrees incloses a la Xarxa Natura 2000.

Les praderies de *Posidonia oceanica* o alguers són hàbitats prioritaris. Proporcionen un gran nombre de serveis ecosistèmics, com per exemple: l'oxigenació de l'aigua, la captació de carboni, la protecció contra l'erosió costanera, hàbitat per a un gran nombre d'espècies, afavoreixen la retenció de partícules i esmorteixen la força de les onades, entre d'altres.

CAPTACIÓ DE CARBONI

Un dels principals serveis ecosistèmics que proporcionen les praderies de *P. oceanica* és la seva capacitat de retenir carboni, i d'aquesta manera funcionen com a importants embornals de carboni i ajuden a pal·liar l'escalfament global.

Els hàbitats marins vegetats tenen una taxa d'enterrament de carboni de 111 Tmol C/any, xifra que representa aproximadament la mitat del carboni total enterrat a l'oceà global.³ Les praderies de fanerògames marines, tot i la seva extensió limitada, enterren globalment entre el 10 i el 15 % de tot el carboni enterrat als oceans.³ Els dipòsits de carboni acumulats durant mil·lennis⁴ en el sediment de les praderies de *P. oceanica* poden arribar als

QUÈ ÉS?

La planta marina *Posidonia oceanica* és únicament característica de la Mediterrània. Forma praderies en zones de fins a 40 metres de profunditat. Té una àmplia varietat de beneficis ecològics (reté carboni, oxigena l'aigua, forma hàbitats amb molta biodiversitat, produeix arena i protegeix la costa).

METODOLOGIA

Les dades provenen de la cartografia de l'Atles Posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears, que ha fet un inventari, recopilació i anàlisi de la cartografia existent sobre *Posidonia oceanica* a les Illes Balears. Entre d'altres, s'ha analitzat la informació de l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM, 2019), el Consell d'Eivissa (Cales d'Eivissa, 2018), el projecte Posidonia MAPS (Associació Vellmarí, Manu San Félix, 2016), Oceansnell (cartografia de referència a Formentera, 2016), el Projecte LIFE Posidonia (2010) i Ecocartografies (antic Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, 2008).²¹ Visor: <https://ideib.caib.es/posidonia/>

RESULTATS

- L'àrea total de les praderies de posidònia cartografiades és de ~ 553,7 km².
- Quan es consideren les àrees on la posidònia coexisteix amb altres hàbitats, l'àrea cartografiada ocupa una superfície de 591,5 km².

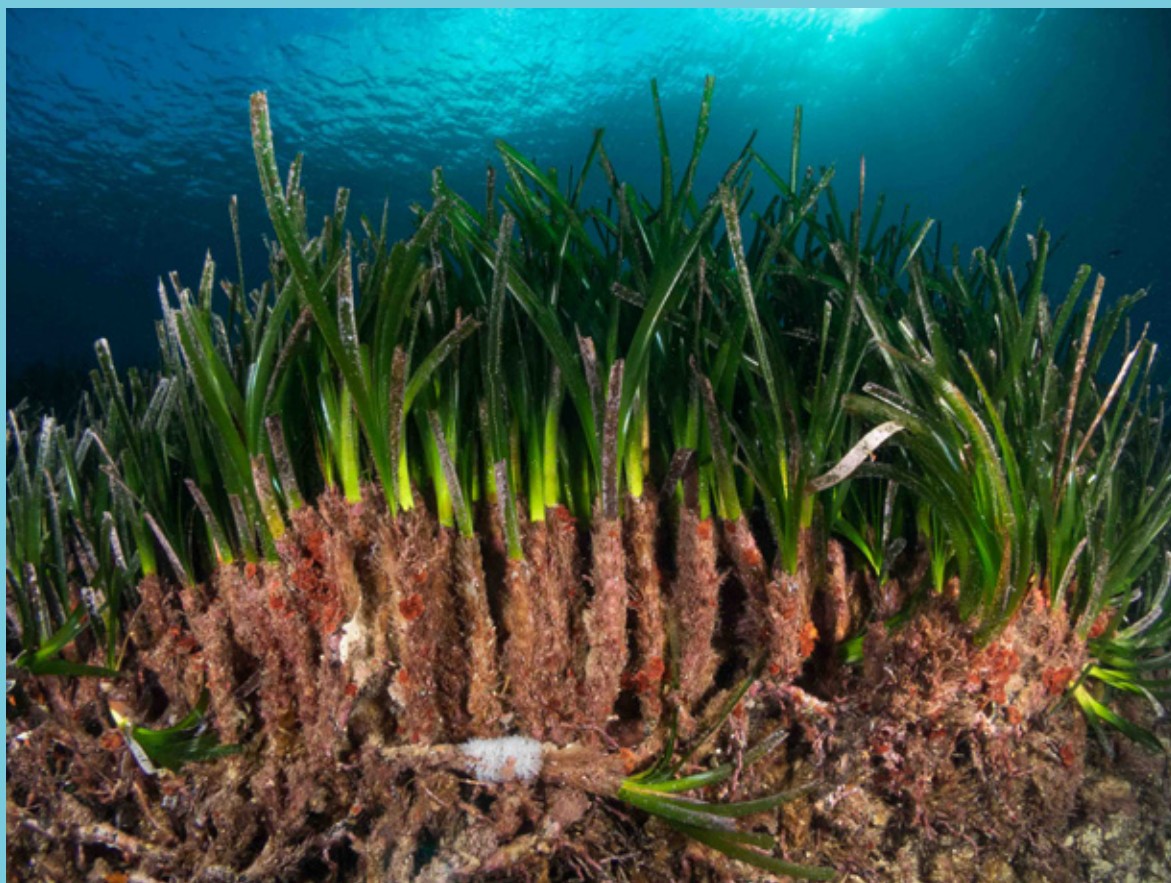
PER QUÈ?

Les praderies de posidònia estan en recessió. Les Balears en contenen la superfície més gran de tot l'Estat, que suposa el 50 % del total. Actualment està protegida com a espècie i com a hàbitat en els àmbits europeu i estatal. És d'una importància vital tenir constància de l'àrea total que ocupa per poder garantir-ne la preservació.

LOCALITZACIÓ



- La posidònia és la planta marina majoritària a les Illes Balears, present a la immensa majoria dels llocs on hi ha fanerògames marines.



Fotografia d'una praderia de *Posidonia oceanica* amb els rizomes a la vista. FONT: Miquel Gomila.

6 m d'altura⁵ i estan formats per carboni capturat metabòlicament per la comunitat i carboni procedent de fonts al·lòctones que han sedimentat a la praderia.⁶

La pèrdua de praderies augmenta el risc d'erosió dels depòsits de carboni històrics acumulats al sediment.⁷ Aquest carboni erosionat es pot emetre com a CO₂ a l'atmosfera.

OXIGENACIÓ DE L'AIGUA

La posidònia, com que és una planta marina, produeix oxigen mitjançant la fotosíntesi. Aquesta producció d'oxigen es deu no tan sols a la planta, sinó també a la comunitat d'algues epífites que hi viuen a damunt. Les praderies de *P. oceanica* tenen una gran producció primària, fet que determina que la seva producció d'oxigen també sigui molt elevada. Per exemple, una praderia a 10 metres de fondària a Còrsega, produïa 14 litres d'oxigen per metre quadrat i dia.⁸

Aquesta funció d'oxigenació de l'aigua és molt important, ja que els organismes multicel·lulars necessiten oxigen per viure. A zones amb poc hidrodinamisme i aportacions de nutrients i matèria orgànica, la concentració d'oxigen pot caure per davall dels nivells necessaris per sustentar la vida marina. Aquesta falta d'oxigen sorgeix com una de les principals amenaces per a la conservació de la biodiversitat al medi marí.⁹ Les praderies de *P. oceanica* oxigenen l'aigua i ajuden a evitar els episodis de falta d'oxigen (hipòxia), que es preveu que seran més recurrents amb l'escalfament global.¹⁰ La presència de praderies de *P. oceanica* és molt important per mantenir la biodiversitat i perquè poden actuar com a refugi d'espècies mòbils durant els episodis de falta d'oxigen.

HÀBITAT I SUBSTRAT PER A ALTRES ESPÈCIES

La praderia de posidònia alberga una gran varietat d'espècies animals i vegetals, i forma una de les comunitats més diverses de la zona litoral de la Mediterrània. Aquesta riquesa ha estat ben estudiada i presenta més de 1.500 espècies de diferents grups taxonòmics (algues, hidroïdeus, porífers, poliquets, briozous, amfípodes, decàpodes i mol·luscs).⁸ Es poden diferenciar dos ambients principals per a les espècies sèssils (que no tenen capacitat de desplaçar-se): l'estrat foliar, en el qual es troben espècies de caràcter fotòfil (que tenen afinitat per la llum), i els rizomes a la part basal, ocupat per les espècies de caràcter esciòfil (que tenen afinitat pels ambients ombrívols).^{8, 11, 12} A més, les praderies alberguen una gran quantitat de fauna vàgil (amb capacitat de desplaçar-se), en la qual destaquen els mol·luscs (principalment gasteròpodes), els crustacis (principalment amfípodes, isòpodes i decàpodes), els equinoderms (principalment eriçons de mar i holotúries) i els peixos (sobretot la *Sarpa salpa* i els singnàtids).¹¹

PRODUCCIÓ D'ARENA

Les praderies de *P. oceanica* són uns importants productors d'arena. A Mallorca, el 67 % dels sediments litorals són d'origen biològic,¹³ i els alguers tenen un paper molt important en aquesta producció d'arena biogènica. Una part important dels organismes epífits (que viuen sobre la planta) de posidònia —tant d'origen animal com vegetal— tenen esquelet carbonatat (briozous, foraminífers, coral·linàcies...) i quan les fulles es moren, aquests esquelets carbonatats es fragmenten juntament amb les fulles de posidònia i formen les partícules que constitueixen els grans d'arena (el sediment).⁸ Altres organismes que viuen associats a les praderies també són constituents del sediment: en morir-se i fragmentar-se, les closques de mol·luscs, eriçons, algues calcàries i altres organismes també passen a formar part de l'arena de les platges. Es calcula que les praderies de *P. oceanica* produeixen a l'any entre 60 i 70 grams de carbonats per metre quadrat.¹⁴

PROTECCIÓ DE LA COSTA, ESMORTEÏMENT DE LES ONADES I TRANSPARÈNCIA DE L'AIGUA

Les praderies de posidònia tenen un efecte molt important en la protecció del litoral. La fullaca que s'acumula a les platges durant la tardor i l'hivern actua com a barrera física que impedeix l'erosió de les platges, hi fixa el sediment i evita que els temporals s'enduguin l'arena mar endins. A més a més, les praderies de *P. oceanica* esmorteixen la força de les onades, disminuint l'altura de les ones i reduint-ne la velocitat.¹⁵ Les fulles de la posidònia dissipen l'energia de les ones i, d'aquesta manera, no arriba a actuar sobre els sediments. Això n'impedeix la resuspensió i l'erosió.^{16, 17} La taxa d'erosió de sediments davall un dosser de posidònia és aproximadament entre 4 i 6 vegades inferior que en zones on no n'hi ha.^{18, 19} Així, l'aigua dins la praderia està enriquida de partícules en comparació amb l'aigua de fora de l'alguer.

Els rizomes de *P. oceanica* fixen el sediment, i això dona lloc a estructures com la mata o l'escull barreira, que esmorteixen l'acció de les onades. Aquesta capacitat de retenció de partícules i sediments afavoreix la transparència de l'aigua. A les Balears podem agrair aquesta transparència de l'aigua incomparable i que atreu tants de turistes a les praderies de *P. oceanica*.

Les praderies de posidònia estan en un procés de recessió alarmant a tota la Mediterrània, igual que la majoria de les plantes marines,^{1, 2} a pesar de tots els esforços que s'han fet tant en l'àmbit comunitari, com en el nacional o el regional; tot i que un estudi recent suggereix una possible recuperació de les praderies de fanerògames marines globalment.²⁰ Les principals amenaces de les praderies són: les obres marítimes, la contaminació de l'aigua, l'eutrofització, l'enfangament progressiu dels fons litorals, la regeneració i la implantació artificial de platges, la gestió incorrecta de la neteja de les platges i l'ancoratge massiu i incontrolat d'embarcacions de lleure.

NORMATIVA

- 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). La posidònia està inclosa a la llista I d'hàbitats prioritari de la Directiva (hàbitat 1120 *Posidonia oceanica*).
- La Llei 42/2007, del patrimoni natural i de la biodiversitat (PNiBD, BOE 299 14/12/2007), que substitueix l'antiga Llei 4/89 de conservació dels espais naturals i la flora i fauna silvestres i les seves successives reformes.
- El 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 va incloure *Posidonia oceanica* a la Llista d'espècies silvestres en règim de protecció especial, la qual cosa implica que s'ha d'aplicar l'article 61, en els punts 1a i 1c de la Llei 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat.
- Modificacions del Reial decret 139/2011:
 - 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).
- Directiva (UE) 2017/845 de la Comissió, de 17 de maig de 2017, per la qual es modifica la Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell pel que fa a les llistes indicatives d'elements que s'han de prendre en consideració a l'hora d'elaborar estratègies marines (Text pertinent a l'efecte de l'EEE) [en línia]. <http://data.europa.eu/eli/dir/2017/845/oj>.
- Decret 25/2018, de 27 de juliol, sobre la conservació de *Posidonia oceanica* a les Illes Balears (BOIB núm. 93, de 28 de juliol de 2018)

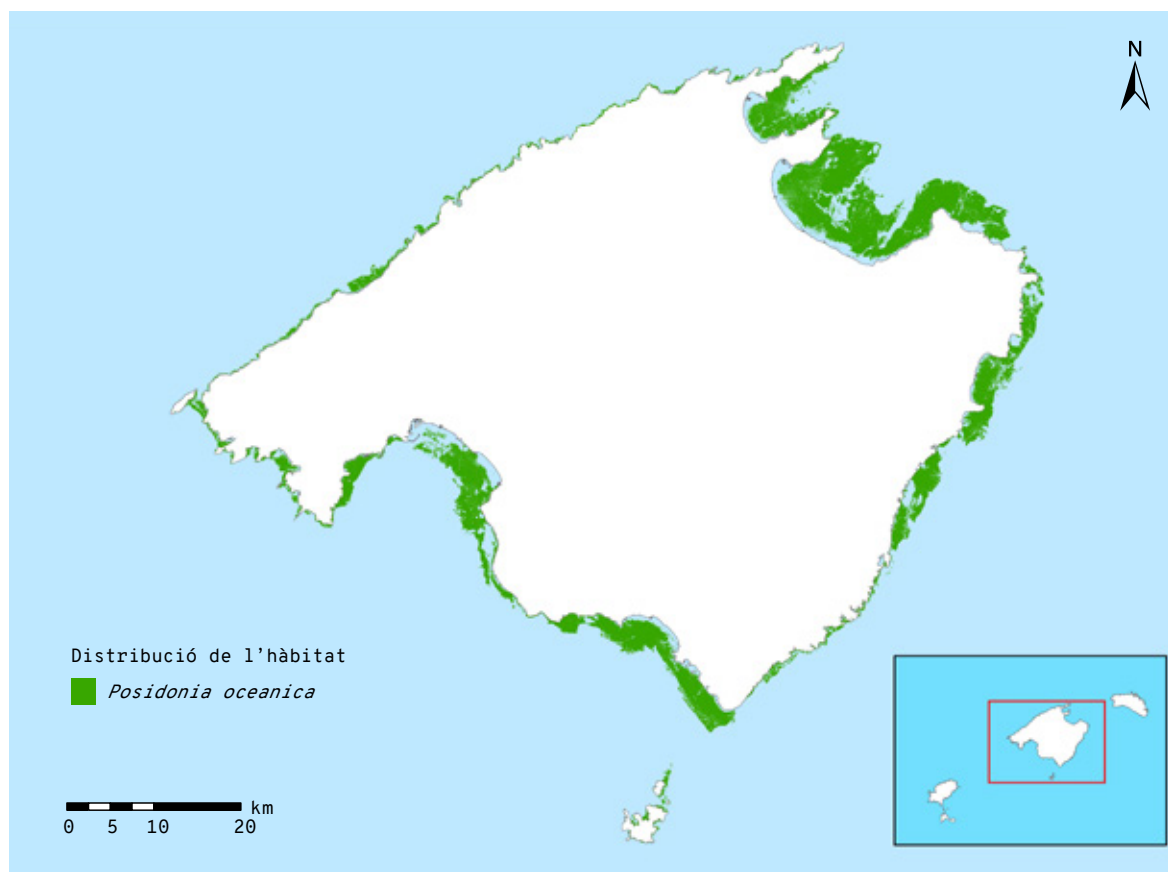


Figura 1. Àrea de distribució de *Posidonia oceanica* a l'illa de Mallorca. FONT: cartografia de l'Atles Posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.²¹

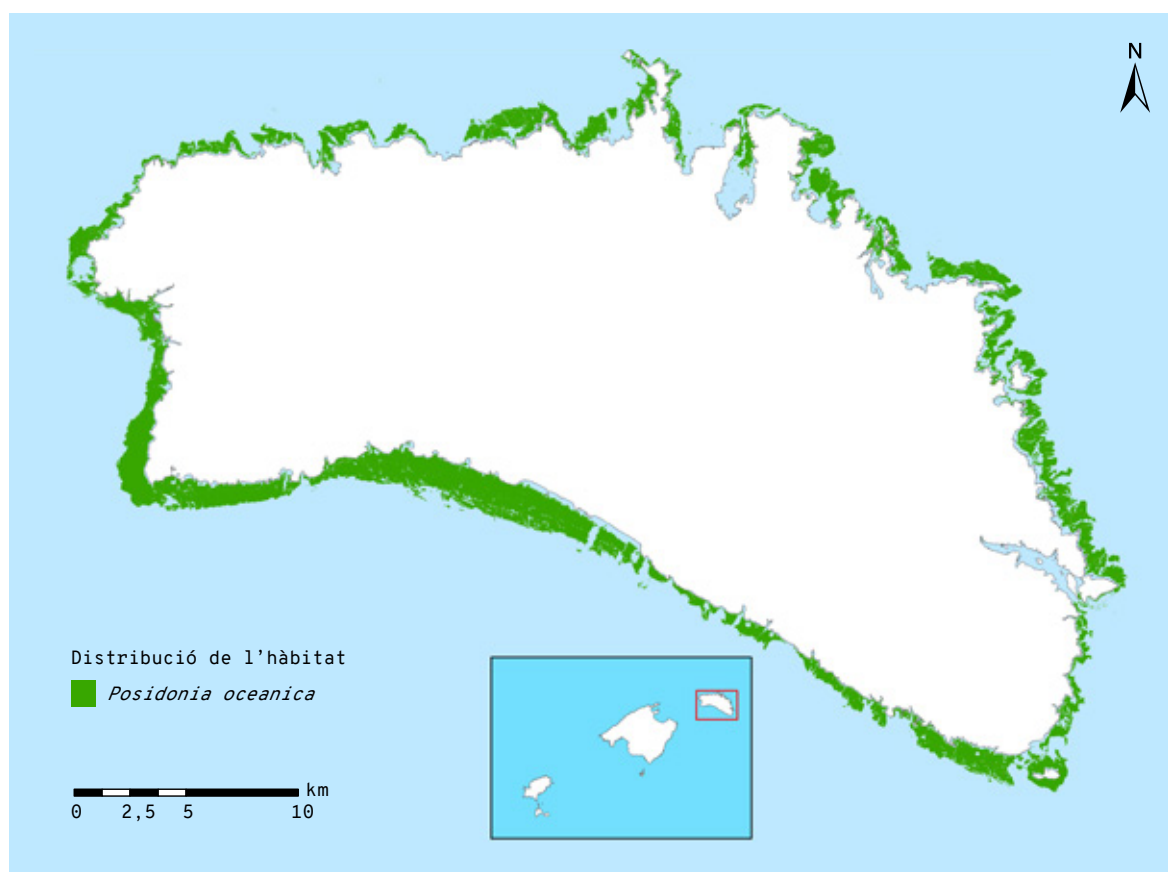


Figura 2. Àrea de distribució de *Posidonia oceanica* a l'illa de Menorca. FONT: cartografia de l'Atles Posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.²¹

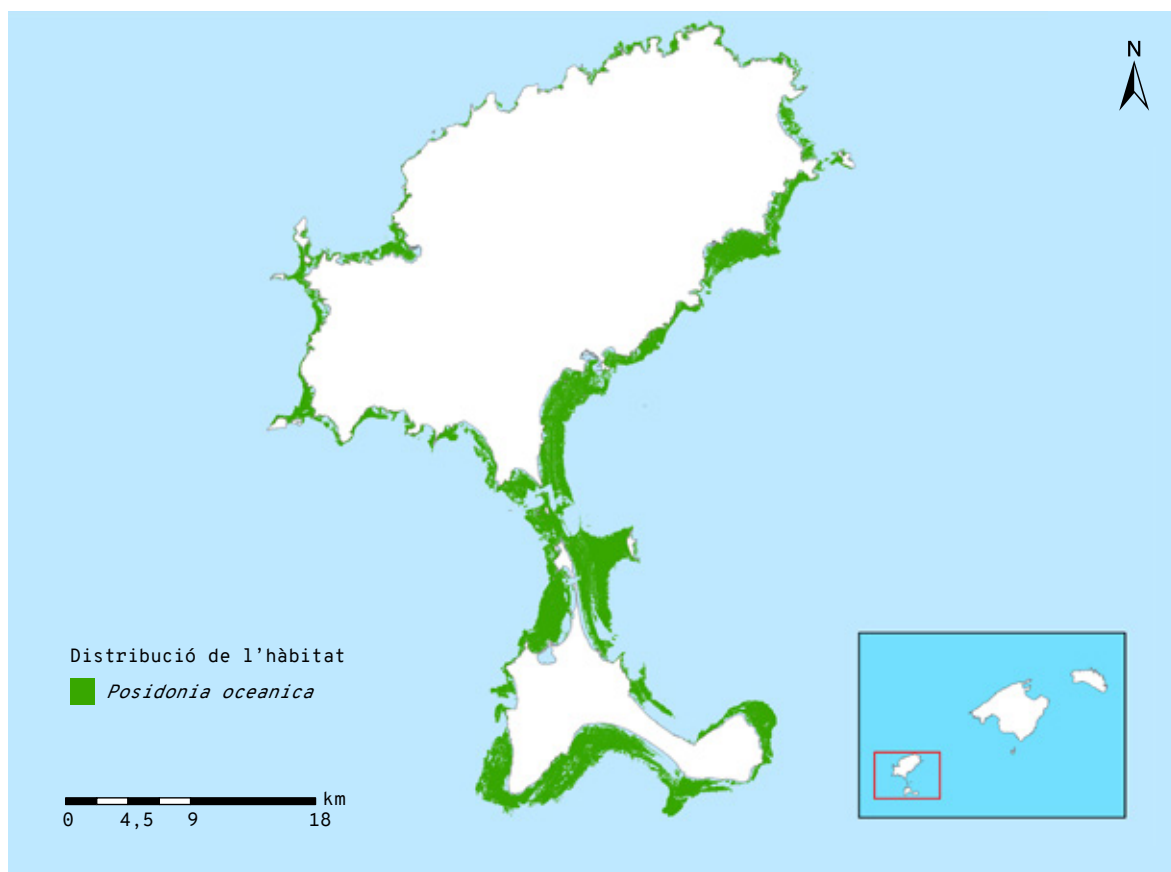


Figura 3. Àrea de distribució de *Posidonia oceanica* a les Pitiüses. FONT: cartografia de l'Atles Posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.²¹

METODOLOGIA

L'àrea de distribució de la planta marina *Posidonia oceanica* s'ha extret de la cartografia de l'Atles Posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears, que ha fet un inventari, recopilació i anàlisi de la cartografia existent sobre *Posidonia oceanica* a les Illes Balears. Entre d'altres, s'ha analitzat la informació de l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM, 2019), el Consell d'Eivissa (Cales d'Eivissa, 2018), el projecte Posidonia MAPS (Associació Vellmarí, Manu San Félix, 2016), Oceans-nell (cartografia de referència a Formentera, 2016), el Projecte LIFE Posidonia (2010) i Ecocartografies (antic Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, 2008).²¹ Visor: <https://ideib.caib.es/posidonia/>

A partir d'aquestes cartografies s'han calculat les àrees ocupades per cada tipus d'hàbitat, la qual cosa permet calcular l'àrea de distribució de l'espècie.

RESULTATS

Posidonia oceanica està àmpliament distribuïda a les Illes Balears, i aquesta comunitat autònoma és la que té una superfície més gran d'aquest hàbitat de tot l'Estat; concretament més del 50 % inventariat és a les Balears.

Els mapes de distribució mostren aquesta àmplia distribució en fons arenosos des de la superfície

fins als 40 metres de fondària, tot i que se n'ha trobat fins a una fondària de 43 metres en aigües de Cabrera.²²

A Mallorca està àmpliament distribuïda (figura 1).

A Menorca es troba envoltant gairebé tota l'illa i només és absent en ports tancats altament antropitzats, com el port de Maó o la badia de Fornells (figura 2).

A les Pitiüses també està àmpliament distribuïda (figura 3). Al voltant de Formentera n'hi ha praderies especialment extenses, que confereixen a les aigües d'aquesta illa el seu color blau únic i que varen ser declarades Patrimoni de la Humanitat, en concret la praderia del Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera. S'hi va detectar un exemplar d'uns set quilòmetres d'envergadura que s'ha calculat que podria tenir cent mil anys.²³

L'àrea total que ocupen les praderies de *Posidonia oceanica* a la mar Balear, segons la cartografia de l'Atles Posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears, és de 553,7 km² aproximadament quan es tracta de praderies monoespecífiques, i de 591,5 km² quan es consideren tots els hàbitats on és present (praderies mesclades amb algues fotòfiles o hemiesciòfiles, esculls, amb rizoma mort, damunt pedra amb arena o amb altres fanerògames).

CONCLUSIONS

→ Les praderies de *Posidonia oceanica* estan àmpliament distribuïdes a les Illes Balears, on ocupen 553,7 km² en forma de praderies mono-específiques i 591,5 km² quan es consideren tots els hàbitats on és present. A la immensa majoria de les àrees ocupades per fanerògames marines hi ha presència d'aquesta planta.

REFERÈNCIES

- ¹ ORTH, R. J. *et al.* (2006). «A global crisis for seagrass ecosystems». *BioScience*, 56, 987-996. DOI: 10.1641/0006-3568(2006)56[987:agcfse]2.0.co;2.
- ² WAYCOTT, M. *et al.* (2009). «Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 12377-12381. DOI: 10.1073/pnas.0905620106.
- ³ DUARTE, C. M.; MIDDELBURG, J. J.; CARACO, N. (2005). «Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle». *Biogeosciences* 2, 1-8.
- ⁴ MATEO, M. A. *et al.* (1997). «Dynamics of Millenary Organic Deposits Resulting from the Growth of the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 103-110. DOI: 10.1006/ecss.1996.0116.
- ⁵ LO IACONO, C. *et al.* (2008). «Very high-resolution seismo-acoustic imaging of seagrass meadows (Mediterranean Sea): Implications for carbon sink estimates». *Geophysical Research Letters*, 35. DOI: 10.1029/2008gl034773.
- ⁶ DUARTE, C. M. *et al.* (2013). «Assessing the capacity of seagrass meadows for carbon burial: Current limitations and future strategies». *Ocean & Coastal Management*, 83, 32-38. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.09.001.
- ⁷ MARBA, N. *et al.* (2015). «Impact of seagrass loss and subsequent revegetation on carbon sequestration and stocks». *Journal of Ecology*, 103, 296-302. DOI: 10.1111/1365-2745.12370.
- ⁸ DUARTE, C. M. *et al.* (2000). *La posidònia. L'alga que no ho és*. Palma: Conselleria d'Agricultura i Pesca. Direcció General de Pesca del Govern Balear. (Quaderns de Pesca; 5).
- ⁹ VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2008). «Thresholds of hypoxia for marine biodiversity». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 15452-15457.
- ¹⁰ VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2012). «Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)». *Estuaries and Coasts*, 35, 1182-1192.
- ¹¹ ROS, J. D. *et al.* (1989). «Buceando en aguas azules. El bentos». A: MARGALEF, R. (ed.). *El Mediterráneo occidental*. Barcelona: Ediciones Omega.
- ¹² SAN FÉLIX, M. (2000). *La posidònia. El bosc submergit*. Palma: Edicions Documenta Balear.
- ¹³ RODRÍGUEZ-PEREA, A.; SERVERA NICOLAU, J.; MARTÍN PRIETO, J. A. (2000). *Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada: Informe Metadona*. Palma: Edicions UIB.
- ¹⁴ CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). «Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea». *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 44, 611-629. DOI: 10.1016/s0967-0645(96)00095-1.
- ¹⁵ LARKUM, Anthony W. D.; ORTH, Robert J.; DUARTE, Carlos M. (ed.) (2006). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer.
- ¹⁶ HENDRIKS, I. E. *et al.* (2010). «Effects of seagrasses and algae of the *Caulerpa* family on hydrodynamics and particle-trapping rates». *Marine Biology*, 157, 473-481.

- ¹⁷ HENDRIKS, I. E. *et al.* (2008). «Experimental assessment and modeling evaluation of the effects of the seagrass *Posidonia oceanica* on flow and particle trapping». *Marine Ecology Progress Series*, 356, 163-173.
- ¹⁸ GACIA, E.; GRANATA, T. C.; DUARTE, C. M. (1999). «An approach to measurement of particle flux and sediment retention within seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows». *Aquatic Botany*, 65, 255-268. DOI: 10.1016/S0304-3770(99)00044-3.
- ¹⁹ TERRADOS, J.; DUARTE, C. M. (2000). «Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica* L.) meadow». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243, 45-53. DOI: 10.1016/S0022-0981(99)00110-0.
- ²⁰ SANTOS, C. B. de los *et al.* (2019). «Recent trend reversal for declining European seagrass meadows». *Nature Communications*, 10. DOI: 10.1038/s41467-019-11340-4.
- ²¹ CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT I TERRITORI. (2021). «Cartografía del Atlas Posidonia. Inventario, recopilación y análisis de la cartografía sobre *Posidonia oceanica* existente en las islas Baleares». Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.
- ²² MARBÀ, N. *et al.* (2002). «Effectiveness of protection of seagrass (*Posidonia oceanica*) populations in Cabrera National Park (Spain)». *Environmental Conservation*, 29, 509-518. DOI: 10.1017/S037689290200036x.
- ²³ ARNAUD-HAOND, S. *et al.* (2012). «Implications of Extreme Life Span in Clonal Organisms: Millenary Clones in Meadows of the Threatened Seagrass *Posidonia oceanica*». *PLoS ONE*, 7. DOI: 10.1371/journal.pone.0030454.

CITAR COM

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT DEL GOVERN DE LES ILLES BALEARS; MARBÀ, N. (2021) «*Posidonia oceanica*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/habitats-protegits/imb-posidonia-oceanica-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Marc Julià Eva Marsinyach,
Fiona Tomàs i Núria Marbà.

Cymodocea nodosa

1. Àrea de distribució

2. Cobertura

3. Densitat

La *Cymodocea nodosa* és una planta marina (fanerògama) amb arrels, tiges, fulles i flors que produeix fruits (figura 1).

És la segona planta marina en importància de la Mediterrània, només per darrere de la *Posidonia oceanica*, tant per la seva envergadura com per l'extensió que ocupen les seves praderies. Aquesta planta sol habitar zones d'arena poc profundes (de fondàries entre 1,5 i 35 m) i zones fangoses de badies somes. És una espècie molt resistent a les altes temperatures¹ i es pensa que podria colonitzar les àrees on la *Posidonia oceanica* podria desaparèixer.² De fet, es troba comunament colonitzant zones on aquesta planta marina ha desaparegut com a resultat de diversos impactes antròpics i, fins i tot, sobre rizoma mort de posidònia.

Les praderies de macròfits marins (tant plantes [angiospermes] com macroalgues marines) són ecosistemes clau per mantenir la biodiversitat litoral gràcies en gran part a les seves funcions d'oxigenació de les aigües i de captació de car-

boni i nutrients. Aquests ecosistemes litorals es caracteritzen per la seva elevada productivitat i la seva capacitat de mantenir les aigües transparents, oxigenades i amb baixes concentracions de nutrients. També poden arribar a ser importants embornals de carboni.

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.

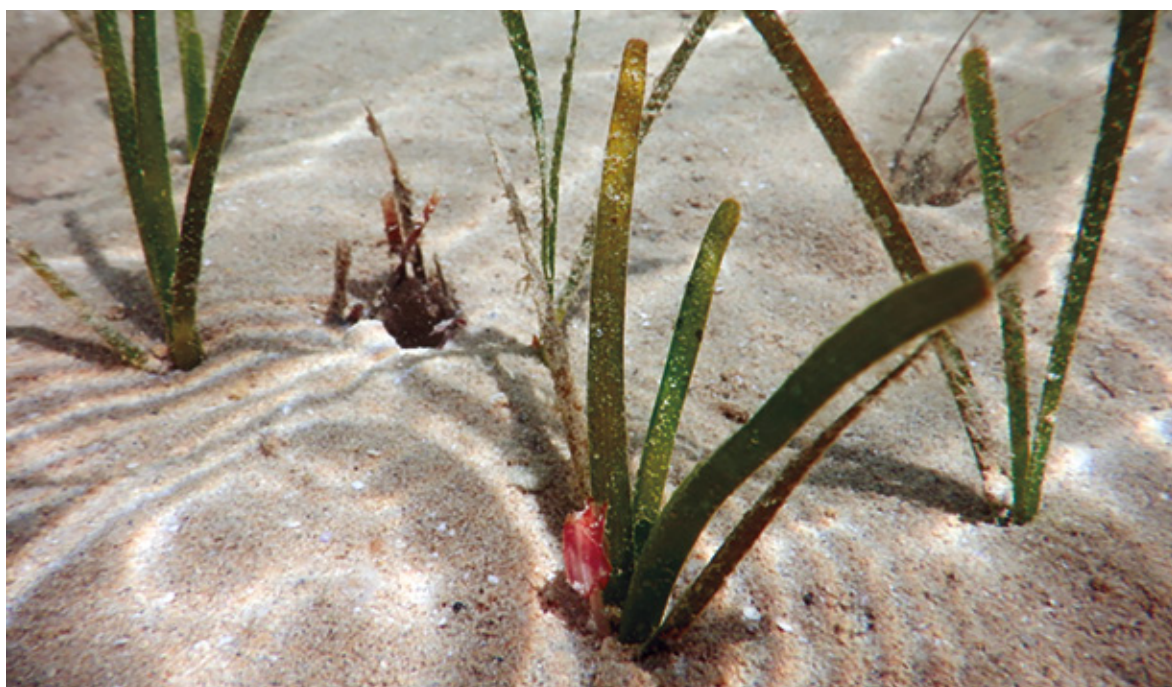


Figura 1. Fotografia de detall d'una praderia de *Cymodocea nodosa*, amb una planta en flor. FONT: Eva Marsinyach.

QUÈ ÉS?

La planta marina *Cymodocea nodosa* és la segona fanerògama marina en importància de la Mediterrània —només per darrere de la *Posidonia oceanica*—, tant per l'envergadura que té com per l'extensió que ocupen les seves praderies.

RESULTATS

És una planta amb una distribució molt dinàmica. A Mallorca, n'hi ha a les badies d'Alcúdia i de Pollença, a la Reserva Marina de la Badia de Palma i a la badia de Portocolom; a diversos indrets de Cabrera; a Menorca, a diversos llocs del sud de l'illa, així com a les badies de Fornells i d'Addaia, al Port de Maó i en algunes àrees de l'est de l'illa, i a les Pitiüses, a Formentera i als Freus que separen les dues illes, així com a cala Vedella i Talamanca.

La superfície que ocupa i la seva distribució estan subestimades. Cal millorar la cartografia existent, atès que no tota la seva àrea de distribució està cartografiada i que a les zones cartografiades caldria millorar-ne la definició.

Tenint en compte les dades de l'estudi de Julià i col·laboradors, l'àrea total que ocupa aquesta planta a la mar Balear en forma de praderies monoespecífiques és de 3,32 km² (0,20 %), i de 16,12 km² (0,96 %) quan es consideren tots els hàbitats on és present.

La cobertura de les praderies de *Cymodocea nodosa* a les zones d'estudi de l'illa de Menorca va variar entre el 21,1 % de la zona des Grau i el 68,9 % de la badia d'Addaia, mentre que la mitjana de totes les estacions d'estudi va ser de $47,0 \pm 3,1$ %.

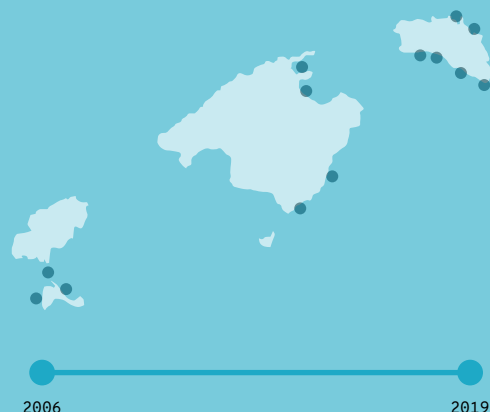
Tant la densitat més gran com la més petita de *Cymodocea nodosa* es varen trobar a l'illa de Menorca: 1.977,8 \pm 325,4 feixos/m² a s'Estany i 340,9 feixos/m² a s'Arenal d'en Castell, ambdós mesurats l'estiu de 2006.

La *Cymodocea nodosa* podria expandir la seva àrea de distribució, ja que és una espècie molt tolerant a les altes temperatures i l'escalfament global la podria beneficiar.

PER QUÈ?

És una espècie protegida pel Decret 139/2011 i pel Conveni de Barcelona, i se n'ha de garantir la conservació. Amb l'escalfament global pot augmentar la seva distribució, ja que és molt resistent a l'augment de la temperatura.

LOCALITZACIÓ

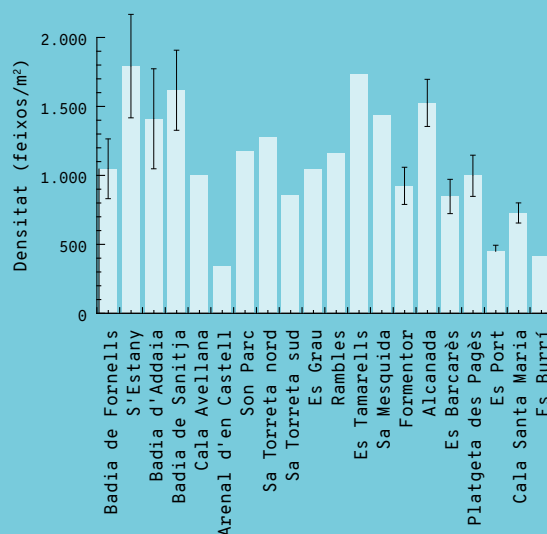


METODOLOGIA

S'ha estimat la seva àrea de distribució segons la cartografia unificada de Julià *et al.* (2019).

S'ha fet un estudi de la seva cobertura a zones del nord i del nord-est de Menorca l'any 2006 (Pons-Fàbregas, 2007).

S'han fet diversos estudis en els quals se n'ha mesurat la densitat a l'illa de Mallorca, Cabrera i Menorca (Fiona Tomàs [inèdit], Pons-Fàbregas, 2007 i Pérez *et al.*, 1997).



Mitjanes de la densitat de feixos de *Cymodocea nodosa* a les zones d'on es tenen dades: Mallorca, Cabrera i Menorca. FONTS: Fiona Tomàs [inèdit], Pérez *et al.* (1997) i Pons-Fàbregas (2007).



Figura 2. Àrea de distribució de *Cymodocea nodosa* a l'illa de Mallorca. FONT: Julià et al.³



Figura 3. Àrea de distribució de *Cymodocea nodosa* a l'illa de Menorca. FONT: Julià et al.³

→ 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).

9. Àrea de distribució

METODOLOGIA

L'àrea de distribució de la planta marina *Cymodocea nodosa* s'ha extret de la recopilació, la unificació i l'homogeneïtzació de cartografies prèvies existents dutes a terme per Julià i col·laboradors.³

A partir d'aquestes cartografies s'han calculat les àrees ocupades per cada tipus d'hàbitat, cosa que ens permet calcular l'àrea de distribució de l'espècie.

RESULTATS

La *Cymodocea nodosa* és una planta amb una distribució molt dinàmica. Pot colonitzar àrees on prèviament hi havia praderies de *Posidonia oceanica* i que han desaparegut per pertorbacions antròpiques (causades per activitats humanes).

La seva principal àrea de distribució són fons arenosos poc profunds (de menys de 35 metres de fondària) i badies fangoses somes.

A l'illa de Mallorca se'n troba a les badies d'Alcúdia i de Pollença (figura 2), en forma de praderies monoespecífiques o creixent juntament amb la macroalga *Caulerpa prolifera*. També és present a la Reserva Marina de la Badia de Palma, a la badia de Portocolom i en diverses zones del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera, així com a molts d'altres indrets, tot i que no necessàriament hi forma praderies extensives (ex.: cala Comtessa, badia de Palma).

A Menorca n'hi ha a diversos indrets del sud de l'illa, així com a les badies de Fornells i d'Addaia, al Port de Maó i en algunes àrees de l'est de l'illa (figura 3).

A les illes Pitiüses és present a Formentera i als Freus que separen les dues illes (figura 4). També se'n pot trobar a cala Vedella i a Talamanca.^{4, 5}

L'àrea total que ocupa aquesta planta a la mar Balear és de 3,32 km² quan es tracta de praderies monoespecífiques, una xifra que representa el 0,20 % del total, i de 16,12 km² quan es consideren tots els hàbitats on és present (arenas fines amb *Cymodocea nodosa*, praderies mesclades amb *Cystoseira* sp., amb *Caulerpa prolifera* o amb *Zostera noltii*), una xifra que representaria el 0,96 % del total del primer quilòmetre de costa de la mar Balear.

10. Cobertura

La cobertura d'una praderia proporciona informació sobre el seu estat de conservació i representa el percentatge de la superfície ocupada per praderies de la planta *Cymodocea nodosa*.

METODOLOGIA

La cobertura representa el percentatge de la superfície ocupada per praderies de *Cymodocea nodosa*. La mitjana de la cobertura de la praderia dels diferents transectes realitzats a cada punt de mostreig representa una estimació de la cobertura global de la praderia en aquella àrea.

Les dades que es presenten aquí provenen del treball de fi de màster de Catalina Pons-Fàbregas, que va realitzar aquestes mesures l'estiu de l'any 2006 a diversos punts de la zona nord i nord-est de l'illa de Menorca.⁶

Per mesurar la cobertura, es varen fer transectes lineals de 50 metres de longitud a la zona d'estudi, mitjançant busseig científic, des del punt central de cada praderia i perpendiculars a la costa (dos a cada punt de mostreig). Es va registrar la longitud coberta per la praderia de *Cymodocea nodosa* i la d'altres substrats i espècies presents a la zona (arena, fang, *Posidonia oceanica*, *Zostera noltii*, *Caulerpa*



Figura 4. Àrea de distribució de *Cymodocea nodosa* a les illes Pitiüses. FONT: Julià *et al.*³

prolifera, etc.) sobre la cinta mètrica i a 50 cm a cada costat de la cinta (amb una franja total d'un metre). Els valors obtinguts es presenten com a percentatge de recobriment del substrat.

També es varen agafar mesures de cobertura amb quadrants de 20 x 20 cm amb els quals es va avaluar el percentatge de cobertura del substrat.

En els casos en què les praderies de *Cymodocea nodosa* estaven compostes per taques menors de 50 m de longitud, no es varen fer els transectes, sinó que es varen mesurar les cobertures amb quadrants de 20 x 20 cm a tres punts a l'atzar de diferents taques, amb un mínim de 4 mesuraments a cada punt.

RESULTATS

La cobertura de *Cymodocea nodosa* als llocs seleccionats de l'illa de Menorca l'any 2006 va variar entre el 21,1 % de cobertura a la zona des Grau i el 68,9 % de cobertura a la badia d'Addaia (figura 5).⁶ La mitjana de cobertura a les estacions d'estudi va ser de $47,0 \pm 3,1$ %.

Diverses zones de les estudiades tenen cobertures superiors al 50 %, com és el cas de Son Parc, s'Estany, les badies d'Addaia i Sanitja, i es Tamarells (figura 5).

11. Densitat

La densitat d'una praderia proporciona informació sobre el seu estat de conservació.

METODOLOGIA

Les dades presentades aquí corresponen a mesures de densitat que es varen prendre a diversos punts del nord de Mallorca i a l'illa de Cabrera per part de l'equip liderat per la doctora Fiona Tomàs en el marc del projecte «Praderas de *Cymodocea nodo-*

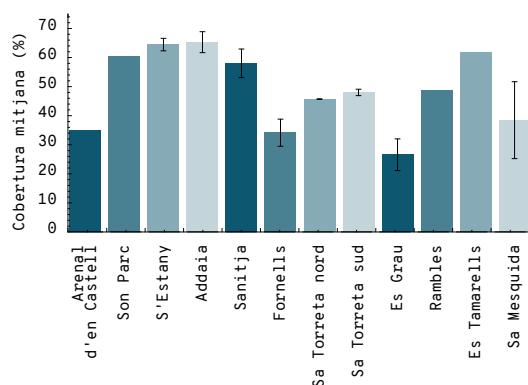


Figura 5. Cobertura mitjana (en percentatge) de les praderies de *Cymodocea nodosa* mesurades l'any 2006 a l'illa de Menorca. FONT: Pons-Fàbregas.⁶

sa del PN Archipiélago de Cabrera: el papel de la diversidad genética en el funcionamiento del ecosistema y sus implicaciones para la conservación (1623/2015 DIVCYMOGEN)».

Els investigadors varen mesurar la densitat de diverses praderies de *Cymodocea nodosa* de l'illa de Mallorca i de Cabrera els estius dels anys 2017 i 2018. Es va fer seguiment a quatre localitzacions de Cabrera l'any 2017: es Port, cala Santa Maria, es Burri i la platgeta des Pagès. A l'illa de Mallorca, el seguiment es va fer els anys 2017 i 2018 a tres localitzacions: Formentor, Alcanada i es Barcarès.

També es presenten dades de l'illa de Menorca provinents de 2 estudis diferents:

- Un estudi de l'any 1996 elaborat per investigadors de la Universitat de Barcelona amb la col·laboració de l'Institut Menorquí d'Estudis (IME).⁷
- Un estudi elaborat l'any 2006 com a treball de fi de màster de Catalina Pons-Fàbregas per la Universitat de Cadis, en col·laboració amb l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) i l'Institut Menorquí d'Estudis.⁶

RESULTATS

La major densitat de feixos de *Cymodocea nodosa* per metre quadrat a l'illa de Mallorca es va trobar a la zona d'Alcanada l'any 2018, on es varen comptar $1.702,5 \pm 129,7$ feixos/m² (figura 6). L'any anterior se n'havien mesurat $1.347,5 \pm 111,5$ feixos/m², una xifra que mostra un increment de 355 feixos en un any i que podria indicar que la praderia està en bones condicions. Així i tot, aquests resultats s'han d'interpretar amb cautela, ja que només es disposa de dos anys de dades i la *Cymodocea nodosa* és una planta molt dinàmica.

Pel que fa a les altres dues localitzacions de l'illa de Mallorca de les quals es tenen dades dels dos anys, la des Barcarès està estable i la densitat gai-

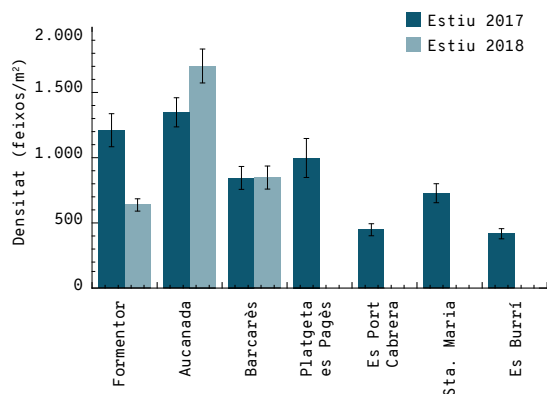


Figura 6. Densitat de les praderies de *Cymodocea nodosa* mesurades els anys 2017 i 2018 per investigadors de l'IMEDEA a les illes de Mallorca i Cabrera. FONT: Tomàs i col·laboradors, sense publicar.

rebé no hi va variar entre els dos anys, mentre que la praderia de Formentor va disminuir de densitat: va passar de $1.210 \pm 136,6$ feixos/m² a $637,5 \pm 47,5$ feixos/m², una reducció de 572,5 feixos en un any, unes xifres que mostren que aquesta praderia podria estar en regressió (figura 6).

La densitat més petita de feixos de *Cymodocea nodosa* es va mesurar a es Burri (Cabrera) l'any 2017, amb una densitat de $417,5 \pm 38,7$ feixos/m² (figura 6).

A l'illa de Menorca, la densitat mesurada més petita va ser la de s'Arenal d'en Castell l'any 2006, on es varen trobar $340,9$ feixos/m².⁶ On es va trobar la densitat més gran de *Cymodocea nodosa* va ser a s'Estany, amb $1.977,8 \pm 325,4$ feixos/m² (figura 7).⁶ A l'illa de Menorca es varen trobar els rangs de densitats més grans, i s'hi varen mesurar tant les densitats màximes com les mínimes.

La temperatura afecta la distribució de macròfits submergits i el funcionament dels ecosistemes. La temperatura òptima per a la planta marina *Cymodocea nodosa* és de $29,4$ °C, i el seu límit superior de temperatura és de més de 34 °C.¹ L'escalfament global podria beneficiar aquesta espècie, ja que és molt tolerant a les altes temperatures, mentre que altres espècies de macròfits són més vulnerables.⁸

CONCLUSIONS

→ La *Cymodocea nodosa* és una planta molt dinàmica que sol colonitzar àrees d'arenes fines o fangoses i zones on prèviament hi havia praderies de *Posidonia oceanica* que han desaparegut per pertorbacions antròpiques. La seva principal àrea de distribució són els fons arenosos poc

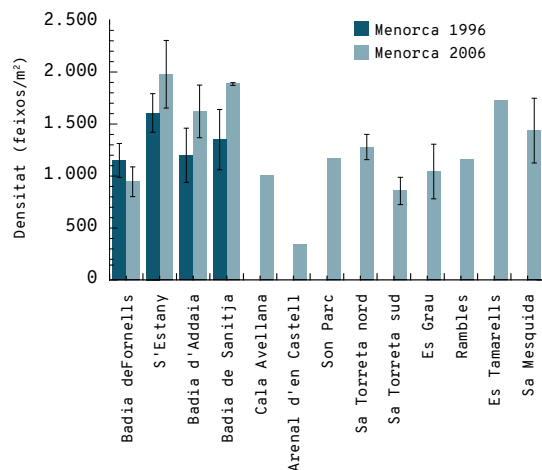


Figura 7. Densitat de les praderies de *Cymodocea nodosa* mesurades els anys 1996 i 2006 a l'illa de Menorca. FONT: Pons-Fàbregas⁶, Pérez i col·laboradors.⁷

profunds. A Mallorca n'hi ha a les badies d'Alcúdia i de Pollença, a la Reserva Marina de la Badia de Palma i a la badia de Portocolom i a diversos punts del litoral; a Cabrera, a diversos punts; a Menorca, a diversos indrets del sud de l'illa, així com a les badies de Fornells i d'Addaia, al Port de Maó i en algunes àrees de l'est de l'illa, i a les Pitiüses, a Formentera i als Freus que separen les dues illes, així com a cala Vedella i Talamanca.

- Segons les dades de Julià i col·laboradors,³ l'àrea total que ocupa aquesta planta a la mar Balear en forma de praderies monoespècífiques és de $3,32$ km² (0,20 %), i de $16,12$ km² (0,96 %) quan es consideren tots els hàbitats on és present.
- La superfície que ocupa aquesta planta i la seva distribució estan subestimades. Cal millorar la cartografia existent referent a aquest hàbitat, atès que no està cartografiada tota la seva àrea de distribució, sobretot a l'illa de Mallorca,³ i caldria millorar-ne la definició i la identificació a les zones ja cartografiades.
- La cobertura de les praderies de *Cymodocea nodosa* a les zones d'estudi de l'illa de Menorca va variar entre un 21,1 % a la zona des Grau i un 68,9 % a la badia d'Addaia, mentre que la mitjana de totes les estacions d'estudi va ser de $47,0 \pm 3,1$ %.

→ De les zones seguides pels investigadors de l'IMEDEA, la densitat més gran de feixos de *Cymodocea nodosa* es va mesurar a Alcanada l'any 2018, amb $1.702,5 \pm 129,7$ feixos/m². A s'Estany, a l'illa de Menorca, es va superar aquesta densitat: s'hi varen trobar $1.977,8 \pm 325,4$ feixos/m².

- De les 3 zones de Mallorca on s'ha fet seguiment temporal, una zona mostra un augment de la densitat (Alcanada, amb un increment de 355 feixos en un any); una altra es mostra estable (es Barcarès), i la tercera mostra una disminució de la densitat (Formentor, amb una reducció de 572,5 feixos en un any).
- Les densitats més petites es varen mesurar l'any 2006 a s'Arenal d'en Castell (Menorca), on es varen trobar 340,9 feixos/m², i l'any 2017 as Burri (Cabrera), amb una densitat de 417,5 ± 38,7 feixos/m².
- Com que és una espècie molt tolerant a les altes temperatures, l'escalfament global podria beneficiar la *Cymodocea nodosa* i la seva àrea de distribució es podria expandir.

REFERENCIAS

- ¹ SAVVA, I. *et al.* (2018). «Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: Vulnerability to global warming». *Ecology and Evolution*, 8, 12032-12043, DOI: 10.1002/ece3.4663.
- ² VÍLCHEZ MORAGUES, P. de *et al.* (2019). «El canvi climàtic». A: *Estudi sobre la prospectiva econòmica, social i mediambiental de les societats de les Illes Balears a l'Horitzó 2030* (H2030). Palma: Consell Econòmic i Social; Universitat de les Illes Balears.
- ³ JULIÀ, M. *et al.* (2019). *Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas*. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ⁴ VAQUER-SUNYER, R. (2019). «Capítulo II. Caracterización de las praderas de Posidonia oceanica de Cala Vedella». A: *Caracterización del hábitat sumergido en Cala Vedella (praderas de Posidonia oceanica, macroinvertebrados, fauna y flora epífita asociada)* en Cala Vedella, abril de 2019. [Informe inédito para el Ayuntamiento de Sant Josep].
- ⁵ VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2019) «Capítulo II. Caracterización de las praderas de Posidonia oceanica de Talamanca». A: *Caracterización del hábitat sumergido de Talamanca (praderas de Posidonia oceanica, macroinvertebrados, fauna y flora epífita asociada)*, mayo del 2019. [Informe inédito para el Ayuntamiento de Ibiza].
- ⁶ PONS-FÀBREGAS, C. (2007). «Estudio del estado de conservación de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en Menorca». Cádiz: Universidad de Cádiz. [Trabajo de fin de máster].
- ⁷ PÉREZ, M. *et al.* (1997). «Estudio de las praderas de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* de la isla de Menorca: evaluación del estado biológico actual». Institut Menorquí d'Estudis. [Estudio inédito].
- ⁸ OLSEN, Y. S. *et al.* (2012). «Mediterranean Seagrass Growth and Demography Responses to Experimental Warming». *Estuaries and Coasts*, 35, 1205-1213, DOI: 10.1007/s12237-012-9521-z.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; JULIÀ, M.; MARSINYACH, E.; TOMÀS, F.; MARBÀ, N. (2020) «*Cymodocea nodosa*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020*. <<https://www.informemarbalear.org/ca/habitats-protectes/imb-cymodocea-nodosa-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Marc Julià Eva Marsinyach,
Núria Marbà i Fiona Tomàs.

Zostera noltii

Àrea de distribució

La *Zostera noltii* és una planta marina (fanerògama) amb arrels, tiges, fulles i flors que produeixen fruits (figura 1).

És una planta de distribució atlàntica i mediterrània. Colonitza fons d'arena fangosa i fang, de 0 a 5 metres de fondària, principalment a badies i llacunes. Pot formar praderies monoespecífiques o es pot trobar en praderies mixtes amb *Caulerpa prolifera*, *Cymodocea nodosa* i/o *Zostera marina*. És una planta resistent a canvis de temperatura i salinitat.¹

Les praderies de fanerògames marines són els principals productors primaris a la zona costanera (sintetitzen matèria orgànica a partir de diòxid de carboni, aigua i sals minerals). També són els principals organismes creadors d'hàbitat, estructura i sediment en els fons arenosos marins.¹ Són,

per tant, la base de la cadena tròfica costanera i serveixen de refugi a una àmplia varietat d'invertebrats i peixos.¹ Atesa la limitada extensió de *Zostera noltii* a les Illes Balears, el seu paper en aquesta regió com a proveïdor de serveis ecosistèmics és molt limitat.

NORMATIVA D'APLICACIÓ

→ 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:



Figura 1. Fotografia de *Zostera noltii*. FONT: Juan Manuel Ruiz.

QUÈ ÉS?

La planta marina *Zostera noltii* és una de les cinc espècies de fanerògames marines que es distribueixen per la Mediterrània occidental.

METODOLOGIA

S'ha estimat l'àrea de distribució de *Zostera noltii* segons la cartografia unificada de Julià *et al.* (2019).

RESULTATS

La *Zostera noltii* és una planta resistent a canvis de salinitat i temperatura. Principalment es troba en fons d'arena fangosa o de fang poc profunds (0-5 m). A Menorca s'ha citat a les badies de Fornells i Addaia i als ports de Sanitja i Maó, i a Mallorca, a Portals Vells i a la zona de Formentor. També se n'ha trobat a Cabrera i Eivissa.

La superfície que ocupa i la seva distribució estan subestimades. S'ha de millorar la cartografia existent, atès que no tota la seva àrea de distribució està cartografiada i que s'hauria de millorar la definició de les zones ja cartografiades.

PER QUÈ?

És una espècie protegida pel Decret 139/2011 i pel Conveni de Barcelona, i se n'ha de garantir la seva conservació.

LOCALITZACIÓ



Tenint en compte les dades de l'estudi de Julià i col·laboradors, l'àrea total que ocupa aquesta planta a la mar Balear en forma de praderies monoespecífiques és de 0,01 km²; això representa el 0,02 % del total cartografiat i el 0,001 % de l'àrea ocupada per fanerògames marines. Quan es consideren tots els hàbitats on és present (praderies monoespecífiques i praderies mixtes, tant amb *Cymodocea nodosa* com amb *Caulerpa prolifera*), la superfície que ocupa és de 0,07 km², el 0,16 % del total cartografiat i el 0,01 % de la superfície ocupada per praderies de fanerògames marines.



Fotografia de *Zostera noltii*. FONT: Juan Manuel Ruiz.

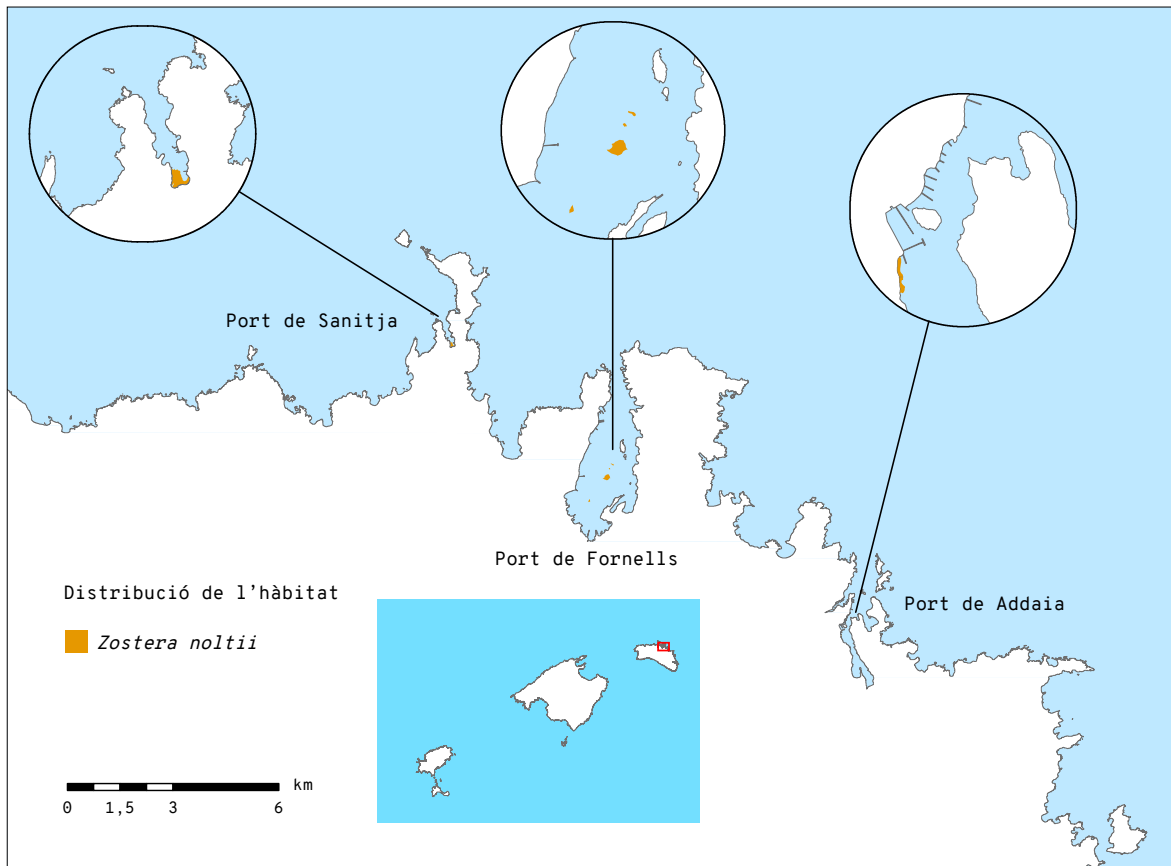


Figura 2. Àrea de distribució de *Zostera noltii* a l'illa de Menorca. FONT: Julià *et al.*²

- 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), de 16 de febrer de 1976, modificat el 10 de juny de 1995).

6. Àrea de distribució

METODOLOGIA

L'àrea de distribució de la planta marina *Zostera noltii* s'ha extret de la recopilació, unificació i homogeneïtzació de cartografies prèvies existents elaborades per Julià i col·laboradors.²

A partir d'aquestes cartografies s'han calculat les àrees ocupades per cada tipus d'hàbitat, cosa que ens permet calcular l'àrea de distribució de l'espècie. A partir d'aquestes dades, s'ha calculat el percentatge d'aquest hàbitat sobre el total cartografiat (4.395,95 km²) i sobre l'àrea total de fanerògames marines.

RESULTATS

La *Zostera noltii* és una planta que sol colonitzar àrees d'arenas fangoses o de fang de poca fondària (0-5 metres) de badies i llacunes costaneres.

A les Illes Balears té una distribució molt limitada. Se n'ha trobat en clapes de petita extensió a l'illa de Menorca, dins la badia de Fornells, al port de Sanitja, a la badia d'Addaia i al port de Maó (figura 2).^{2,3}

A l'illa de Mallorca, se n'ha trobat una petita clapa a cala Portals Vells (Marbà, comentari personal) i creixent en praderia mixta amb *C. nodosa* a Formentor (Tomàs, comentari personal). També és present a l'illa d'Eivissa (badia de Sant Antoni, Tomàs, comentari personal; illa des Bosc),³ a l'estany des Peix a Formentera³ i al port de Cabrera del PNMT de Cabrera.^{3,4}

L'àrea total que ocupa la *Zostera noltii* a la mar Balear és d'aproximadament 0,01 km² quan es tracta de praderies monoespecífiques, una xifra que representa el 0,02 % del total cartografiat a la mar Balear, i de 0,07 km² quan es consideren tots els hàbitats on és present (praderies mesclades amb *Caulerpa prolifera* o amb *Cymodocea nodosa*), que representaria el 0,16 % del total de la superfície cartografiada a la mar Balear. Si es té en compte l'àrea total ocupada per praderies de fanerògames marines, aquest percentatge es redueix al 0,002 % en el cas de praderies monoespecífiques i al 0,01 % en el cas de tots els hàbitats on és present.

CONCLUSIONS

- La *Zostera noltii* és una planta que tolera canvis de salinitat i temperatura.¹ La seva principal àrea de distribució són els fons d'arena fangosa o de fang poc profunds (de 0 a 5 metres de fondària). A Menorca, se'n troba a les badies de Fornells i Addaia i als ports de Sanitja i Maó, i a Mallorca se n'ha localitzat a Portals Vells i a la zona de Formentor. També és present a Cabrera, Eivissa i Formentera.
- L'àrea total que ocupa aquesta planta a la mar Balear en forma de praderies monoespecífiques

segons les dades que es tenen actualment és de 0,01 km² (0,02 % del total cartografiat i 0,001 % de l'àrea ocupada per praderies de fanerògames), i de 0,07 km² (0,16 % del total cartografiat i 0,01 % de la superfície ocupada per fanerògames marines) quan es consideren tots els hàbitats on és present.

- La superfície ocupada per aquesta planta i la seva distribució estan subestimades. Tot i la seva limitada extensió, s'ha de millorar la cartografia d'aquest hàbitat.

REFERÈNCIES

- ¹ RODRÍGUEZ-PRIETO, C. *et al.* (2013). *Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental*. Barcelona: Ediciones Omega.
- ² JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Maó: Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ³ ÁLVAREZ, E. *et al.* (2015). «Praderas de angiospermas marinas de las Islas Baleares». A: RUIZ, J. M. *et al.* (ed.). *Atlas de las praderas marinas de España*. Murcia, Alacant, Màlaga: Institut Espanyol d'Oceanografia; Institut d'Ecologia Litoral; Unió Internacional per a la Conservació de la Natura.
- ⁴ ALCOVER, J. A.; BALLESTEROS, E.; FORNÓS, J. J. (ed.) (1993). *Història natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Palma: CSIC; Moll, vol. 2, 503-530.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; JULIÀ, M.; MARSINYACH, E.; MARBÀ, N.; TOMÀS, F. (2020) «*Zostera noltii*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). Informe Mar Balear 2020 <<https://www.informemarbalear.org/ca/habitats-protegits/imb-zostera-noltii-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Eva Marsinyach, Marc Julià, Joan Moranta, Enric Ballesteros i Carmen Barberá.

Àrea de distribució de coral·ligen

L'hàbitat coral·ligen es compon d'algues calcàries incrustants que s'acumulen de forma laminar sobre un substrat dur, i que d'aquesta manera permeten que s'hi installin altres organismes d'esquelet carbonatat.¹

Les principals espècies estructuradores de l'hàbitat són *Lithophyllum stictaeforme* i *Mesophyllum alternans*, i un substrat arbustiu format per diferents algues blanques erectes, entre les quals destaquen *Halimeda studiantina*, *Flabellia petiolata* i *Peyssonnelia rubra*.^{2, 3} Quant a la fauna, hi abunden espècies sèssils filtradores d'estructura erecta com les gorgònies, anemones i una gran varietat d'esponges, briozous i ascídids.

A més, els fons coral·lígens constitueixen l'hàbitat preferent d'espècies d'interès comercial com la llagosta (*Palinurus elephas*) i poden albergar poblacions de corall vermell (*Corallium rubrum*).¹

És un hàbitat característic de la plataforma continental, que és present fins als 100 m de profunditat, aproximadament, a la Mediterrània occidental.³ A la Mediterrània, allotja una gran diversitat d'espècies: supera les 1.600.⁴ Està format principalment per espècies longeves de creixement lent, i es considera un hàbitat perenne i no renovable que pot arribar a assolir els 8.000 anys.^{1, 3} Les seves estructures tenen uns valors elevats de producció de carbonat càlcic, que superen els 400 g/m²/any a la mar Balear.⁵

Entre les amenaces principals a les quals està exposat aquest hàbitat, destaquen:

→ La pesca d'arrossegament i la pesca artesanal (tresmall i palangre de fons): la primera modalitat és la que representa una amenaça més gran per a aquest hàbitat, sigui per destrucció directa

o perquè genera terbolesa en l'aigua o sedimentació sobre l'hàbitat.^{2, 6, 7}

→ La proliferació de les algues invasores *Womersleyella setacea*, *Caulerpa cylindracea*, *Lophocladia lallemandii*, *Acrothamnion preissii* i *Asparagopsis taxiformis*.^{2, 8, 9}

→ L'escalfament de l'aigua.^{6, 10}

→ Els ancoratges.¹¹

→ Les activitats recreatives de busseig.¹²⁻¹⁴

→ L'eutrofització.³

Malgrat el gran valor econòmic i ecològic del coral·ligen, el seu estat de conservació a la mar Balear es mostra inadequat a les zones on s'ha avaluat, encara que hi ha zones sense dades, especialment al Migjorn de Mallorca.¹⁵ Per tant, és d'una importància vital saber-ne la distribució batimètrica per poder-lo protegir.

NORMATIVA

→ Conveni per a la protecció de la mar Mediterrània contra la contaminació (Conveni de Barcelona), de 16 de febrer de 1976, modificat el 10 de juny de 1995.

→ Directiva 92/43/CEE del Consell, de 21 de maig, relativa a la conservació dels hàbitats naturals

QUÈ ÉS?

Hàbitat marí de substrat dur característic de la zona de plataforma continental, comú especialment entre els 50-100 m de profunditat. Es forma a partir d'estructures orgàniques dures produïdes per algues calcàries que cohabituen amb una àmplia fauna (esponges, anemones, gorgònies, briozous i ascídids).

METODOLOGIA

S'utilitza la compilació de cartografies de l'estudi de Julià i col·laboradors (2019) amb dades cartogràfiques de coral·ligen de diferents projectes (Informe IEO del projecte LIFE+ INDEMARES, DRAGONSA, LIC de Llevant, LIC des Trenc, LIC de Cabrera, LIC sa Dragonera).

Es descriuen com a coral·ligen els hàbitats següents:

- Coral·ligen amb dominància d'invertebrats
- Coral·ligen de plataforma dominat per algues o invertebrats
- Coral·ligen i roca circalitoral dominada per algues

Es descriuen les dades en funció de l'àrea total cartografiada (4.395,95 km²). S'ha de tenir en compte que l'àrea total cartografiada està subestimada, tant per falta de cartografies existents com de zones prospectades de la mar Balear.

PER QUÈ?

El coral·ligen té un gran valor ecològic i proporciona hàbitat a espècies de valor comercial alt com la llagosta. És de creixement lent i per això es considera un hàbitat no renovable de difícil recuperació. Per tant, és molt vulnerable a la seva amenaça principal, la pesca d'arrossegament, de manera que saber quina és la seva àrea de distribució és molt important per garantir-ne la protecció.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Les zones on s'ha compilat cartografia de coral·ligen són a la plataforma continental del canal de Menorca i del sud-oest de Mallorca, principalment entre 50 i 100 m de profunditat.
- L'àrea total de coral·ligen és de 999,7 km² del total de 4.395,95 km² cartografiats de la mar Balear.
- S'han de dedicar més esforços a compilar i a prospectar l'hàbitat de coral·ligen, ja que, per exemple, no es tenen dades d'aquest hàbitat a la plataforma continental de les Pitiüses.



Imatge d'un bloc de coral·ligen que sustenta una àmplia diversitat d'algues carbonatades. FONT: Enric Ballesteros.

i de la fauna i flora silvestres. Es coneix com a Directiva Hàbitats (hàbitat d'interès comunitari 1170 Esculls).

- Decret 75/2005, de 8 de juliol, pel qual es crea el Catàleg balear d'espècies amenaçades i d'especial protecció.
- Ordre AAA/1479/2016, de 7 de setembre, per la qual s'estableix una zona protegida de pesca a l'àrea del canal de Menorca i es modifica l'Ordre AAA/1504/2014, de 30 de juliol, per la qual s'estableixen zones protegides de pesca sobre determinats fons muntanyosos del canal de Mallorca i a l'est del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.
- Reglament (CE) núm. 1967/2006 del Consell, de 21 de desembre, relatiu a les mesures de gestió per a l'explotació sostenible dels recursos pesquers a la mar Mediterrània, i l'Ordre APA/254/2008, de 31 de gener, per la qual s'estableix un pla integral de gestió per a la conservació dels recursos pesquers a la Mediterrània (BOE núm. 33, de 7 de febrer de 2008), que consideren els fons de maèrl hàbitats protegits i hi prohibeixen la pesca d'arrossegament.
- Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).
- 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.

METODOLOGIA

L'àrea cartografiada de coral·ligen consta de diferents tipus d'hàbitats identificats en diferents cartografies compilades i unificades en un estudi de l'Observatori Socioambiental de Menorca (OB-SAM), la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB) i la Fundació Marilles.¹⁵ Una part de les cartografies compilades de coral·ligen es basa en els estudis previs següents: Informe IEO del projecte LIFE+ INDEMARES,^{2, 16} DRAGONSAL,¹⁷ LIC de Llevant,¹⁸ LIC des Trenc,¹⁹ LIC de Cabrera,²⁰ LIC de sa Dragonera.²¹

A partir d'aquestes cartografies s'han calculat les àrees de distribució ocupades per cada tipus d'hàbitat. Es recomana examinar aquest estudi per conèixer a fons els detalls sobre la metodologia.

Els diferents tipus d'hàbitats de coral·ligen identificats a l'estudi i el seu respectiu codi de Llista patró dels hàbitats marins d'Espanya^{22, 23} són:

- 03020225: Coral·ligen amb dominància d'invertebrats.
- 03020104: Coral·ligen de plataforma dominat per algues o invertebrats.
- 030201: Coral·ligen i roca circalitoral dominada per algues.

A l'estudi no s'han tengut en compte les comunitats de coral·ligen dels hàbitats cartografiats de les Pitiüses entre 0 i 50 m.¹⁵ Per tant, l'àrea del coral·ligen està subestimada, ja que s'ha de considerar que

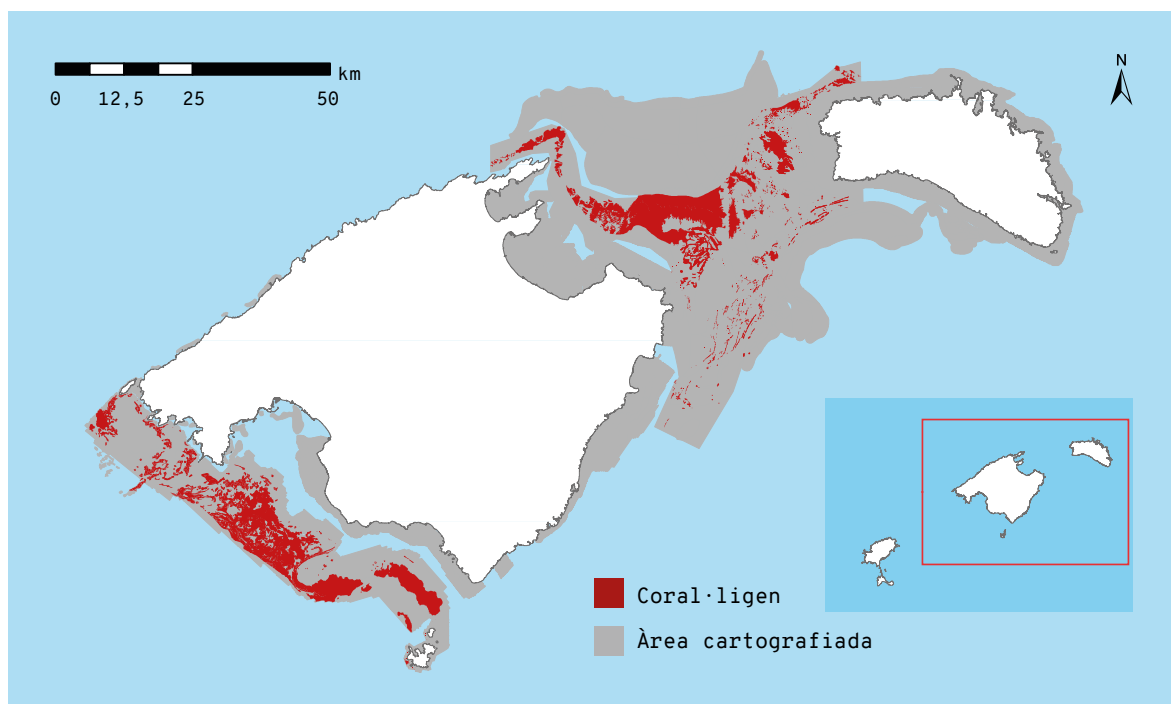


Figura 1. Àrea de distribució de coral·ligen de la plataforma continental a l'illa de Mallorca, Menorca i Cabrera, respecte a l'àrea total cartografiada. FONT: Julià i col·laboradors.¹⁵

falten dades per compilar i zones noves per prospectar de la mar Balear (figura 1).

RESULTATS

La superfície de plataforma continental compilada fins a l'any 2019¹⁵ mostra que les comunitats de coral·ligen conegudes es distribueixen al voltant de les illes de Mallorca, Menorca i Cabrera (figura 1). De les zones cartografiades, el sud-oest de Mallorca i el canal de Menorca mostren les distribucions més importants d'aquest hàbitat.

El total cartografiat sense superposicions ocupa una àrea de 999,67 km² (figura 1, taula 1) que equival al 22,92 % de tots els hàbitats compilats a Julià i col·laboradors (4.395,95 km²).¹⁵

L'anàlisi de les diferents comunitats que contenen hàbitats de coral·ligen mostra que el coral·ligen de plataforma dominat per algues o invertebrats és el tipus que té una extensió més gran, amb un total de 609,76 km² cartografiats, la qual cosa suposa el 13,87 % del total (taula 1). A continuació el segueixen el coral·ligen i roca circalitoral dominada per algues, amb un total de 240,18 km², que equivalen al 5,46 %, i el coral·ligen amb dominància d'invertebrats, amb 149,73 km² o el 3,41 % de tots els hàbitats estudiats.

Aquest hàbitat s'ha observat principalment entre els 50–100 m de profunditat (Taula 1), ja que les algues que componen el coral·ligen necessiten llum a bastament per créixer.

| Codi LPHME | Hàbitat | Àrea de distribució (km ²) | Total cartografiat (%) | Àrea de distribució de 50-100m (km ²) |
|------------|---|--|------------------------|---|
| 3020225 | Coral·ligen amb dominància d'invertebrats | 149,73 | 3,41 | 149,73 |
| 3020104 | Coral·ligen de plataforma dominat per algues o invertebrats | 609,76 | 13,87 | 384,19 |
| 30201 | Coral·ligen i roca circalitoral dominada per algues | 240,18 | 5,46 | 206,48 |
| | Total | 999,67 | 22,92 | 740,40 |

Taula 1. Característiques dels tipus d'hàbitats de coral·ligen de la plataforma continental amb la seva àrea de distribució i el percentatge total cartografiat. FONT: Julià i col·laboradors.¹⁵

CONCLUSIONS

- L'any 2019, l'àrea total cartografiada de coral·ligen de la mar Balear és de 999,67 km². Aquest valor representa el 22,92 % del total d'hàbitats cartografiats, i suposa el tercer hàbitat de la mar Balear en extensió.
- A Mallorca i Menorca aquest hàbitat s'ha trobat principalment entre els 50 i els 100 m de profunditat.
- El tipus d'hàbitat de coral·ligen més abundant és el coral·ligen de plataforma dominat per algues o invertebrats, amb 609,8 km², que representa més de la meitat d'aquestes comunitats cartografiades.
- Aquesta àrea està subestimada, ja que no es disposa d'una cartografia submarina completa de la mar Balear. Per exemple, no es tenen dades d'àrea de distribució de coral·ligen al voltant de les Pitiüses.

REFERÈNCIES

- ¹ BARBERÀ, C. *et al.* (2014). «Canal de Menorca. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES» [Informe tècnic]. Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient; Fundación Biodiversidad.
- ² MORANTA, J. *et al.* (2014). «Caracterización ecológica del área marina de la plataforma continental (50-100 m) del Canal de Menorca». Informe final del proyecto LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Palma: Institut Espanyol d'Oceanografia. Centre Oceanogràfic de les Balears; Fundación Biodiversidad.
- ³ BALLESTEROS, E. (2006). «Mediterranean coralligenous assemblages: A synthesis of the present knowledge». *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44, 123-195.
- ⁴ BOUDOURESQUE, C. F. (2004). «Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities». *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20, 97-146.
- ⁵ CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). «Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca-Menorca Shelf, north-western Mediterranean Sea». *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 44, 611-629.
- ⁶ GARRABOU, J. *et al.* (2001). «Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean)». *Marine Ecology Progress Series*, 217, 263-272.
- ⁷ BALLESTEROS, E. (2009). «Threats and conservation of coralligenous assemblages». A: *Proceedings of the 1st Symposium on the Coralligenous and other calcareous bio-concretions of the Mediterranean Sea* (Tabarka, 15-16 January 2009). Tunis: United Nations Environment Programme. Mediterranean Action Plan. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.
- ⁸ BALLESTEROS, E. *et al.* (coord.) (1993). «El bentos: les comunitats». A: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Palma: CSIC; Ed. Moll, 687-730. (Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears; 2).
- ⁹ CEBRIÁN, E.; RODRÍGUEZ-PRieto, C. (2012). «Marine Invasion in the Mediterranean Sea: The Role of Abiotic Factors When There Is No Biological Resistance». *PLoS ONE*, 7(2): e31135. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031135>.
- ¹⁰ BALLESTEROS, E.; CEBRIÁN, E. (2015). «Llistat preliminar dels hàbitats marins bentònics a les illes Balears amb alguns comentaris des de la perspectiva de la conservació». A: *Llibre Verd de Protecció d'Espècies a les Balears*. Palma: Govern de les Illes Balears, 93-110.

¹¹ UNEP. MAP. SPA/RAC (2017). «Action Plan for the Conservation of the Coralligenous and Other Calcareous Bio-concretions in the Mediterranean Sea». Atenes: UN Environment/MAP.

¹² SALA, E. *et al.* (1996). «Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*». *Marine Biology*, 126, 451-459.

¹³ GARRABOU, J. *et al.* (2008). «The Impact of Diving on Rocky Sublittoral Communities: A Case Study of a Bryozoan Population». *Conservation Biology*, 12, 302-312.

¹⁴ COMA, R. *et al.* (2004). «Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas». *Ecological Applications*, 14, 1466-1478.

¹⁵ JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.

¹⁶ REQUENA, S.; GILI, J. M. (ed.) (2014). «Caracterización ecológica del área marina del Canal de Menorca: zonas profundas y semiprofundas (100-400 m). Informe final àrea LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732)». Barcelona: Consell Superior d'Investigacions Científiques. Institut de Ciències del Mar; Fundació Biodiversitat.

¹⁷ DOMÍNGUEZ, M. *et al.* (2013). «Caracterización del ecosistema bentónico de la plataforma costera del área comprendida entre Sa Dragonera, Cabrera y el

Cap de Ses Salines (Mallorca). Informe del projecte DRAGONSAL». Institut Espanyol d'Oceanografia; Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

¹⁸ DPAL (2007). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de la Costa de Llevant de Mallorca (ES5310030)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

¹⁹ DPAL (2010). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) des Trenc (ES0000083)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²⁰ DPAL (2007). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de l'Arxipèlag de Cabrera - Secció Àrea Costanera del Migjorn de Mallorca (ES0000083)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²¹ DPAL (2010). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de l'Illa de sa Dragonera (ES0000221)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²² TEMPLADO, J. Et Al. (2009). «1170 Arrecifes». A: HIDALGO, R. (dir.). *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medi Ambient i Medi Rural i Marí.

²³ JULIÀ, M. *et al.* (2018). «Actualización de la cartografía combinada de los fondos marinos de Menorca: compilación de capas y comunidades bentónicas». Maó: Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Agència Menorca Reserva de Biosfera.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; MARSINYACH, E.; JULIÀ, M.; MORANTA, J.,; BALLESTEROS, E.; BARBERÁ, C. (2020) «Coral-Ígen». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.org/ca/habitats-protegits/imb-coraligeno-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Eva Marsinyach, Marc Julià, Joan Moranta, Enric Ballesteros i Carmen Barberá.

Àrea de distribució de maërl

El nom *maërl* deriva del bretó 'terreny de marques', i fa referència a hàbitats submarins composts de rodòlits que es poden trobar a latituds des de polars fins a tropicals.^{1, 2} Els rodòlits són uns nòduls generats per algues vermelles corallinàcies que es troben lliures en el fons i que, per tant, roden per acció dels corrents o a causa de la bioturbació d'organismes.³

A la mar Balear, el maërl es localitza en substrats sedimentaris de plataforma continental, i a les Balears se n'ha detectat fins a 90 m de profunditat, aproximadament.^{4, 5} Les principals espècies de rodòlits que formen les estructures d'aquests hàbitats són *Lithothamnion corallioides*, *Phymatholithon calcareum*, *Spongites fruticulosus* i *Peyssonnelia rosa-marina*.^{4, 6-8} A molts de llocs no es pot parlar d'un maërl pur, sinó que s'alterna amb comunitats de detrític costaner en les quals dominen *S. fruticulosus* i diverses espècies del gènere *Peyssonnelia*, amb l'alga marró *Laminaria rodriguezii*, que pot presentar-se per davall dels 60-65 m de profunditat, principalment a la zona del canal de Menorca.⁹

El maërl té un creixement lent, per la qual cosa es considera un recurs no renovable.^{2, 10} Aquesta condició promou la necessitat de gestionar adequadament aquests fons per conservar-los i protegir-los.

El maërl té una alta importància ecològica, ja que es tracta d'un hàbitat estructuralment complex, perenne i que sustenta una gran biodiversitat. És anàleg en importància ecològica a les praderies de fanerògames. Això es deu principalment al fet que constitueix un suport físic per a la fixació de moltes espècies sèssils d'algues, esponges, poliquets, ascídids, hidrozous i briozous. La presència d'aquestes espècies augmenta considerablement la disponibilitat de microhàbitats que proporcionen recer a una gran varietat d'organismes mòbils (mol·luscs, crustacis, amfípodes, anèl·lids, equinoderms i peixos).¹¹ Addicionalment, aquests hàbitats es consideren factories de carboni, ja que assoleixen unes produccions anuals de fins a 200 g de carbonat càlcic (CaCO₃)/m².¹²

A més del seu gran interès ecològic, el bon estat de conservació de l'hàbitat de maërl i les seves comunitats associades proporcionen indirectament un elevat valor econòmic, perquè en els seus fons habiten espècies de peixos i crustacis d'un elevat valor comercial, com és el cas de l'escòrpora (*Scorpaena notata*)¹³ i la llagosta (*Palinurus elephas*).¹

No obstant això, a les Balears aquests hàbitats estan en risc sobretot per impactes directes i indirectes produïts per les activitats pesqueres, tant de ròssec com artesanals (de tresmall i palangre de fons).^{14, 15} Entre altres amenaces, destaquen la creació de platges artificials i d'estructures costaneres, i l'eutrofització i la invasió per part d'espècies al·lòctones com la macroalga invasora *Caulerpa cylindracea*.^{6, 16, 17}

Aquestes amenaces fan que sigui cada vegada més necessari saber quina és l'àrea de distribució de maërl per poder garantir-ne la protecció.

NORMATIVA

- Conveni per a la protecció de la mar Mediterrània contra la contaminació (Conveni de Barcelona), de 16 de febrer de 1976, modificat el 10 de juny de 1995.
- 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 (i. e. Directiva Hàbitats). Exigeix el maneig de conservació de dues de les principals espècies europees formadores de maërl, *Phymatholithon calcareum* i *Lithothamnion corallioides*. La comunitat de

QUÈ ÉS?

És un hàbitat sedimentari marí de fons circalitorals de plataforma continental (0-90 m). Està format per rodòlits, concrecions d'algues vermelles calcàries de vida lliure que roden per acció dels corrents oceànics o per processos de bioturbació. En el maèrl coexisteixen moltes espècies sèssils i mòbils (mol·luscs, crustacis, amfípodes, anèl·lids, equinoderms i peixos), i conté espècies amb un alt valor comercial, com l'escòrpora i la llagosta.

METODOLOGIA

S'utilitza la cartografia compilada i unificada publicada a l'estudi de Julià i col·laboradors (2019). S'han utilitzat dades de diversos informes: Projecte LIFE+ INDEMARES, DRAGONAL, Ecocartogràfic, LIC d'Artà, Carto-Cabrera i LIC de sa Dragonera. Els hàbitats seleccionats com a maèrl són:

- Detrític costaner amb enclavaments de maèrl
- Detrític costaner amb enclavaments de maèrl i *Osmundaria volubilis*
- Fons de maèrl amb dominància de *Peyssonnelia* spp.
- Fons de maèrl o rodòlits
- Fons de rodòlits i cascull (magrana) infralitorals i circalitorals dominats per invertebrats amb dominància d'esponges

S'ha de tenir en compte que únicament 4.395,95 km² de la mar Balear s'han compilat en aquest estudi cartogràfic; per tant, els resultats de l'àrea de distribució de maèrl estan subestimats.

PER QUÈ?

Com que és un hàbitat amb una gran importància ecològica (sustenta una gran biodiversitat) i de creixement lent (considerat no renovable), és necessari saber quina és la seva àrea de distribució per poder-lo protegir i conservar.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- El maèrl cartografiat fins avui representa un dels hàbitats més abundants de la zona de plataforma continental de la mar Balear.
- Es troba entre els 35-90 m de profunditat al canal de Menorca i al voltant de la costa menorquina.
- L'àrea de distribució mostra una extensió de 839,2 km² (el 19 % del total cartografiat). Aquest valor és inferior a l'extensió real d'aquest hàbitat a la mar Balear encara no prospectada, ja que, per exemple, encara no es tenen dades de la zona de plataforma de les Pitiüses.



Imatge submarina de l'hàbitat de maèrl amb ascidi. FONT: Enric Ballesteros.

maèrl queda inclosa a l'annex I de la Directiva Hàbitats, dins l'hàbitat 1110 de conservació prioritària en el territori de la Unió Europea.

- Reglament (CE) núm. 1626/94 del Consell, de 27 de juny de 1994, sobre la conservació dels recursos vius de la Mediterrània. Influeix en la conservació dels fons de maèrl, ja que prohibeix la pesca de ròssec demersal en aigües de menys de 50 m de fondària.
- Ordre AAA/1479/2016, de 7 de setembre, per la qual s'estableix una zona protegida de pesca a l'àrea del canal de Menorca i es modifica l'Ordre AAA/1504/2014, de 30 de juliol, per la qual s'estableixen zones protegides de pesca sobre determinats fons muntanyosos del canal de Mallorca i a l'est del Parc Nacional Marítime-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.
- Reglament (CE) núm. 1967/2006 del Consell, de 21 de desembre. Es prohibeix utilitzar arts de pesca com l'arrossegament, l'encerclament o les dragues sobre fons marins que incloguin comunitats de maèrl.
- Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).
- 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.

METODOLOGIA

Les dades sobre l'àrea de distribució de maèrl provenen de l'estudi de 2019 «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas» de l'Observatori Socioambiental de Menorca (OB-SAM), la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB) i la Fundació Marilles.¹⁸ Una bona part de la cartografia d'aquest hàbitat ha estat compilada dels projectes originals següents: projecte LIFE+ INDEMARES,^{6, 19} DRAGONSAL,²⁰ Ecocartogràfic,²¹ LIC d'Artà,²² Carto-Cabrera,²³ LIC de sa Dragonera.²⁴

En aquest estudi de recopilació d'informació cartogràfica existent s'identifiquen diferents hàbitats que s'integren en la comunitat de maèrl (els codis provenen de la Llista patró dels hàbitats marins presents a Espanya):^{25, 26}

- 0304050: Detrític costaner amb enclavaments de maèrl.
- 03040507: Detrític costaner amb enclavaments de maèrl i *Osmundaria volubilis*.
- 0304050604: Fons de maèrl amb dominància de *Peyssonnelia* spp.
- 03040504: Fons de maèrl o rodòlits
- 0304051304: Fons de rodòlits i cascals (magna) infralitorals i circalitorals dominats per invertebrats amb dominància d'esponges.

A partir d'aquestes cartografies s'han calculat les àrees ocupades per cada tipus d'hàbitat. Del litoral situat al voltant de les Pitiüses no hi ha dades, ja que la zona cartografiada en aquesta zona arriba únicament als 0-50 m.

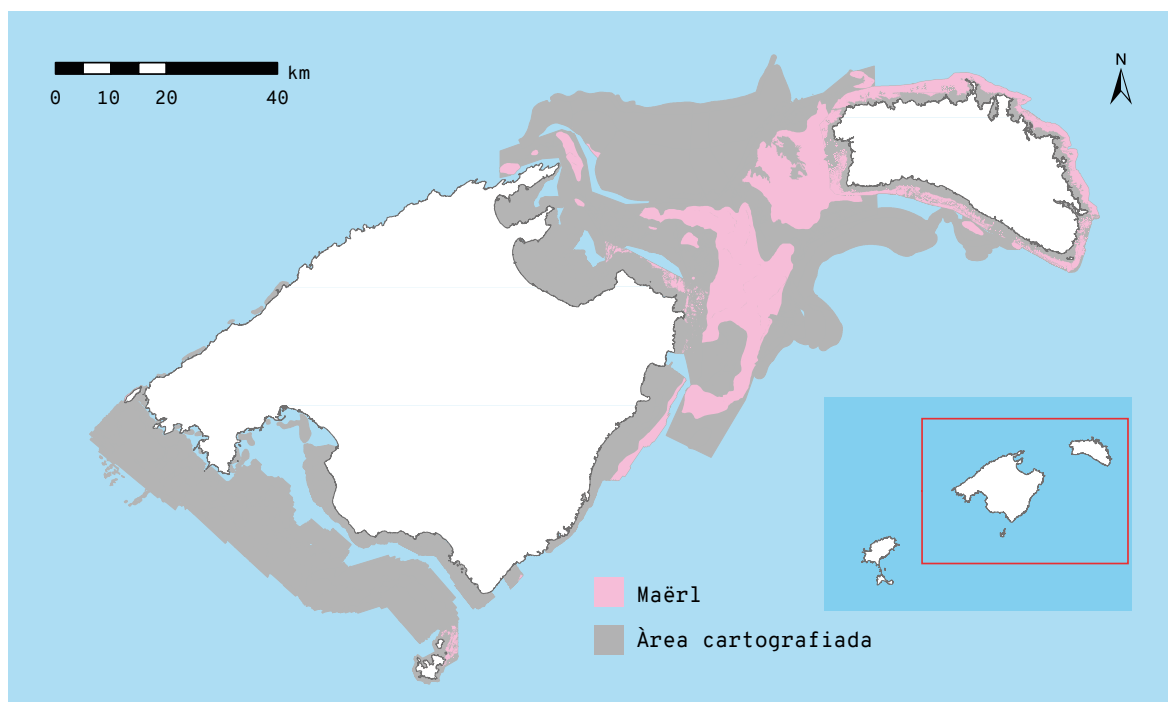


Figura 1. Àrea de distribució de fons de maèrl (color rosa) al voltant de Menorca, Mallorca i Cabrera, respecte a l'àrea total d'hàbitats cartografiats (color gris). FONT: Julià i col·laboradors.¹⁸

RESULTATS

La major part dels fons de maèrl cartografiats fins avui són al canal de Menorca, ja que és el lloc on s'han desenvolupat els projectes de recerca (figura 1).

El total de comunitats de maèrl cartografiades suma una extensió de 839,16 km², que equival al 19,1 % del total d'hàbitats cartografiats a l'estudi de Julià i col·laboradors¹⁸ (4.395,95 km²) (taula 1). El tipus d'hàbitat de maèrl de més extensió es classifica com a fons de maèrl o rodòlits, i suma una àrea de 585,22 km², que representa el 13 % del total cartografiat. El segueixen el detrític costaner amb enclavaments de maèrl i *Osmundaria volubilis*, amb 132,2 km² i el 3 % del total; els fons de rodòlits i cascall infralitorals i circalitorals dominats per invertebrats amb dominància d'esponges, amb 87,1 km² i

un 2 % del total; el detrític costaner amb enclavaments de maèrl, amb 77,74 km² i l'1,8 % del total, i, finalment, els fons de maèrl amb dominància de *Peyssonnelia* spp., amb 4,1 km² i el 0,1 % del total.

La profunditat mínima a la qual es troba el maèrl és de 35-40 m, i la màxima és de 80-90 m, si es té en compte la cartografia existent de les diferents comunitats.

De la superfície total cartografiada de la plataforma continental de la mar Balear (0-200 m), els fons de maèrl o rodòlits suposen la segona comunitat marina en extensió (23 %), després dels fons detrítics biogènics de baixa cobertura algal. (31 %).¹⁸

A Mallorca són comuns sobretot entre els 50-100 m de profunditat. A Menorca, dins els límits de la

| Codi LPHME | Hàbitat | Àrea de distribució (km ²) | Total cartografiat (%) |
|------------|--|--|------------------------|
| 0304050 | Detrític costaner amb enclavaments de maèrl | 77,74 | 1,76 |
| 03040507 | Detrític costaner amb enclavaments de maèrl i <i>Osmundaria volubilis</i> | 132,19 | 3,01 |
| 0304050604 | Fons de maèrl amb dominància de <i>Peyssonnelia</i> spp. | 4,51 | 0,10 |
| 03040504 | Fons de maèrl o rodòlits | 1621,33 | 36,88 |
| 0304051304 | Fons de rodòlits i cascall (magrana) infralitorals i circalitorals dominats per invertebrats amb dominància d'esponges | 87,08 | 1,99 |
| | Total | 1922,85 | 43,74 |

Taula 1. Extensió dels hàbitats que inclouen maèrl al voltant de Menorca, Mallorca i Cabrera. FONT: Julià i col·laboradors.¹⁸

reserva de la biosfera, els fons de maèrl o rodòlits són els més freqüents a la zona de plataforma continental al voltant de la costa.¹⁸

La majoria d'aquests hàbitats mostren un estat de conservació desconegut, i la poca informació que hi ha reflecteix que tots mostren un estat inadequat.¹⁸

CONCLUSIONS

- Els fons de maèrl suposen el segon hàbitat més abundant de la zona de plataforma continental, segons les dades de cartografia de la mar Balear.
- El maèrl cartografiat de la mar Balear s'observa a partir dels 35-40 m i fins a una profunditat màxima de 80-90 m.
- L'àrea total de fons de maèrl o comunitats amb presència de maèrl cartografiades sumen una extensió de 1922,85 km², que equival al 43,74 % del total estudiat.
- La cartografia submarina de maèrl a la mar Balear és incompleta i s'haurien de dedicar més esforços a la compilació d'informació i la prospecció d'aquest hàbitat.

REFERÈNCIES

- ¹ BARBERÁ, C. *et al.* (2014). «Canal de Menorca. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES» [Informe tècnic]. Madrid: Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient; Fundación Biodiversidad.
- ² WILSON, S. *et al.* (2004). «Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): Implications for European marine conservation». *Biological*

Conservation, 120(2), 279-289. DOI: 10.1016/j.biocon.2004.03.001.

³ PICARD, J. (1965). «Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région Marseillaise». *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 52(36), 1-160.

⁴ BALLESTEROS, E. (1994). «The deep-water *Peyssonnelia* beds from the Balearic Islands (Western Mediterranean)». *Marine Ecology*, 15, 233-253. DOI: 10.1111/j.1439-0485.1994.tb00055.x.

⁵ JOHER, S. *et al.* (2012). «Deep-water macroalgal-dominated coastal detritic assemblages on the continental shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean)». *Botanica Marina*, 55(5), 485-497. DOI: 10.1515/bot-2012-0113.

⁶ MORANTA, J. *et al.* (2014). «Caracterización ecológica del área marina de la plataforma continental (50-100 m) del Canal de Menorca. Informe final del proyecto LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732)». Palma: Institut Espanyol d'Oceanografia. Centre Oceanogràfic de les Balears; Fundación Biodiversidad.

⁷ PÉRÈS, J. M.; PICARD, J. (1964). «Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée». *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31, 3-137.

⁸ BALLESTEROS, E. *et al.* (coord.) (1993). «El bentos: les comunitats». A: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Palma: CSIC; Ed. Moll, 687-730. (Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears; 2)

⁹ JOHER, S. *et al.* (2015). «Contribution to the study of deep coastal detritic bottoms: the algal communi-

ties of the continental shelf off the Balearic Islands, Western Mediterranean». *Mediterranean Marine Science*, 16, 573-590. DOI: 10.12681/mms.1249.

¹⁰ LITTLER, M. M. *et al.* (1991). «Deep-water rhodolith distribution, productivity, and growth history at sites of formation and subsequent degradation». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 150, 163-182. DOI: 10.1016/0022-0981(91)90066-6.

¹¹ ABELLA, E. *et al.* (1998). «Maerl grounds: habitats of high biodiversity in European seas». *3rd European Marine Science and Technology Conference (MAST Conference)*. Lisboa: Comissió Europea, 169-178. [Informe final del projecte BIOMAERL].

¹² CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). «Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca-Menorca Shelf, north-western Mediterranean Sea». *Deep Sea Research Part II: Tropical Studies in Oceanography*, 44, 611-629.

¹³ ORDINES, F. *et al.* (2009). «Habitat preferences and life history of the red scorpion fish, *Scorpaena notata*, in the Mediterranean». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 85, 537-546. DOI: 10.1016/j.ecss.2009.09.020.

¹⁴ BARBERÀ, C. *et al.* (2017). «Maerl beds inside and outside a 25-year-old no-take area». *Marine Ecology Progress Series*, 572, 77-90. DOI: 10.3354/meps12110.

¹⁵ MASSUTÍ, E. *et al.* (1996). «Demersal fish communities exploited on the continental shelf and slope off Majorca (Balearic Islands, NW Mediterranean)». *Vie et milieu*, 46 (1), 45-55.

¹⁶ BARBERÀ, C. *et al.* (2003). «Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, S65-S76.

¹⁷ KLEIN, J. C.; VERLAQUE, M. (2009). «Macroalgal assemblages of disturbed coastal detritic bottoms subject to invasive species». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 82, 461-468.

¹⁸ JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat

d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.

¹⁹ REQUENA, S.; GILI, J. M. (ed.) (2014). «Caracterización ecológica del área marina del Canal de Menorca: zonas profundas y semiprofundas (100-400 m). Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732)». Barcelona: Consell Superior d'Investigacions Científiques. Institut de Ciències del Mar; Fundación Biodiversidad.

²⁰ DOMÍNGUEZ, M. *et al.* (2013). «Caracterización del ecosistema bentónico de la plataforma costera del área comprendida entre Sa Dragonera, Cabrera y el Cap de Ses Salines (Mallorca). Informe del proyecto DRAGONSAL». Institut Espanyol d'Oceanografia; Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

²¹ ORTIZ, M. D. *et al.* (2010). Memoria general del estudio «Ecocartografía Menorca, Ibiza y Formentera». Direcció General de Sostenibilitat de la Costa i del Mar; INTECMYT, SL; Geofísica Mar y Tierra, SA; INTECSA-INARSA, SA; TECNOAMBIENTE, SL.

²² DPAL (2010). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de les Muntanyes d'Artà (ES0000227)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²³ DPAL (2007). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de l'Arxipèlag de Cabrera - Secció Àrea Costanera del Migjorn de Mallorca (ES0000083)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²⁴ DPAL (2010). *Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) de l'Illa de sa Dragonera (ES0000221)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²⁵ TEMPLADO, J. *et al.* (2009). «1170 Arrecifes». A: HIDALGO, R. (dir.). *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medi Ambient i Medi Rural i Marí.

²⁶ JULIÀ, M. *et al.* (2018). «Actualización de la cartografía combinada de los fondos marinos de Menorca: compilación de capas y comunidades bentónicas». Maó: Consell Insular de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Agència Menorca Reserva de Biosfera.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; MARSINYACH, E.; JULIÀ, M.; MORANTA, J.; BALLESTEROS, E.; BARBERÀ, C. (2020) «Maerl». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informe-marbalear.com/ca/habitats-protegits/imb-maerl-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Covadonga Orejas, Enric Ballesteros, Jordi Grinyó, Pilar Marín i Eva Marsinyach.

Distribució de coralls de profunditat

Més enllà dels fons coral·ligens —allà on l'ambient lumínic no permet el creixement de les algues coral·linàcies que construeixen l'hàbitat coral·ligen—, els fons de coralls de profunditat mostren una elevada riquesa en invertebrats marins sèssils. Els coralls de profunditat creen hàbitats molt complexos estructuralment, tot i que, en general en el cas de la Mediterrània, sense un substrat biogènic carbonatat de la magnitud del coral·ligen. La seva funció ecològica és rellevant per sota de la plataforma continental (> 200 m) on, en el cas de la mar Balear, promou una gran biodiversitat d'espècies associades entre les que hi ha espècies de peixos i invertebrats d'interès comercial.¹

Aquests hàbitats profunds es componen d'espècies de coralls úniques i longeves, també coneguts com antozous (Cnidaria) (figura 1). Un dels avantatges de la seva estructura tridimensional és que els capacita per acollir un elevat nombre d'espècies, entre les que destaquen: peixos —incloent-hi taurons—, cefalòpodes, crustacis, porífers, mol·luscos, anèl·lids, briozous, foraminífers i equinoderms.^{1,2} Addicionalment, les estructures tridimensionals formades pels coralls de profunditat presenten associacions amb poblacions de crustacis d'alt valor comercial,³⁻⁶ com és el cas de la gamba rosada.^{1,7}



Figura 1. Imatge d'hàbitat rocós profund a la muntanya submarina d'Ausiàs March (canal de Mallorca). Conté l'espècie de corall tou mà de mort (*Alcyonium* sp.). FONT: Expedició Oceana Ranger 2010: Descobrint les muntanyes submarines. © Oceana.

La majoria de coralls de profunditat tenen estructures arborescents fràgils i amb taxes de creixement lent.⁸⁻¹⁰ L'activitat humana —especialment la pesca, sobretot la de ròssec i, en general, les arts de

contacte de fons—, suposa una gran amenaça per aquests fràgils ecosistemes, la recuperació dels quals enfront d'una pertorbació és molt lenta a causa de les esmentades taxes de creixement baixes.

Aquests agents externs han reduït la gran complexitat d'aquests hàbitats, promovent la disminució de la densitat de les seves poblacions. Moltes espècies de corall de la Mediterrània estan incloses en la Llista Vermella de la Unió Internacional per a la Conservació de la Naturalesa (UICN),¹¹ on algunes hi estan declarades «en greu perill d'extinció» —com és el cas del corall bambú *Isidella elongata*. D'altra banda, diverses espècies de coralls de profunditat mediterrànies han estat incloses en el Conveni de Barcelona, que és vinculant per als països signants, entre els quals hi ha Espanya.¹²

Les principals activitats humanes que amenacen la integritat d'aquests hàbitats són:

1. La pesqueria de ròssec

Generalment fins als 1.000 m de profunditat, que pot rompre i desintegrar les estructures coral·lígenes i minvar la fauna associada, donant lloc a la modificació de l'hàbitat.^{6,13-17} Un dels efectes indirectes de la pesca de ròssec és la resuspensió de sediment, que pot afectar negativament els organismes sèssils filtradors.^{18,19}

2. La pesca de palangre de fons i xarxes d'emmallament

Afecta directament aquests organismes a causa de la captura accidental de colònies de coralls.²⁰⁻²²

QUÈ ÉS?

Hàbitat de fons profunds (> 200 m) amb presència de coralls que estan protegits per normativa nacional i internacional. Alguns exemples d'espècies de coralls de profunditat són: coralls negres, plo-mes de mar, corall vermell i corall bambú.

METODOLOGIA

La cartografia i observació d'aquests hàbitats es realitza des de vaixells oceanogràfics a través de tècniques acústiques de multifeix, transsectes de vídeo amb robots teledirigits i mitjançant subma-rins autònoms tripulats.

S'inclouen únicament dotze espècies de coralls de profunditat declarades vulnerables per nor-matives nacionals i internacionals. La distribució ha estat derivada de literatura científica i informes tècnics.¹⁻¹² Addicionalment es presenten àrees de boscos de gorgònies i fons rocosos amb coralls negres —antipataris—, compilades per Julià *et al.*¹³

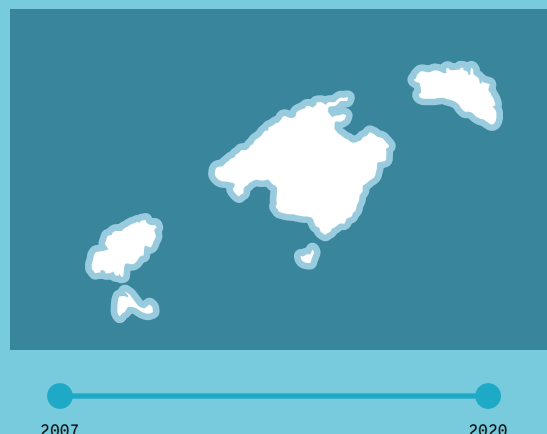
RESULTATS

Els coralls de profunditat ocupen unes batimetries i distribucions geogràfiques molt àmplies fins a > 1.600 m de profunditat. Zones amb alta i variada distribució d'espècies vulnerables són el canó de Son Bou (canal de Menorca), Cap de Formentor, l'espadat Émile Baudot i les muntanyes submarines de ses Olives i Ausiàs March.

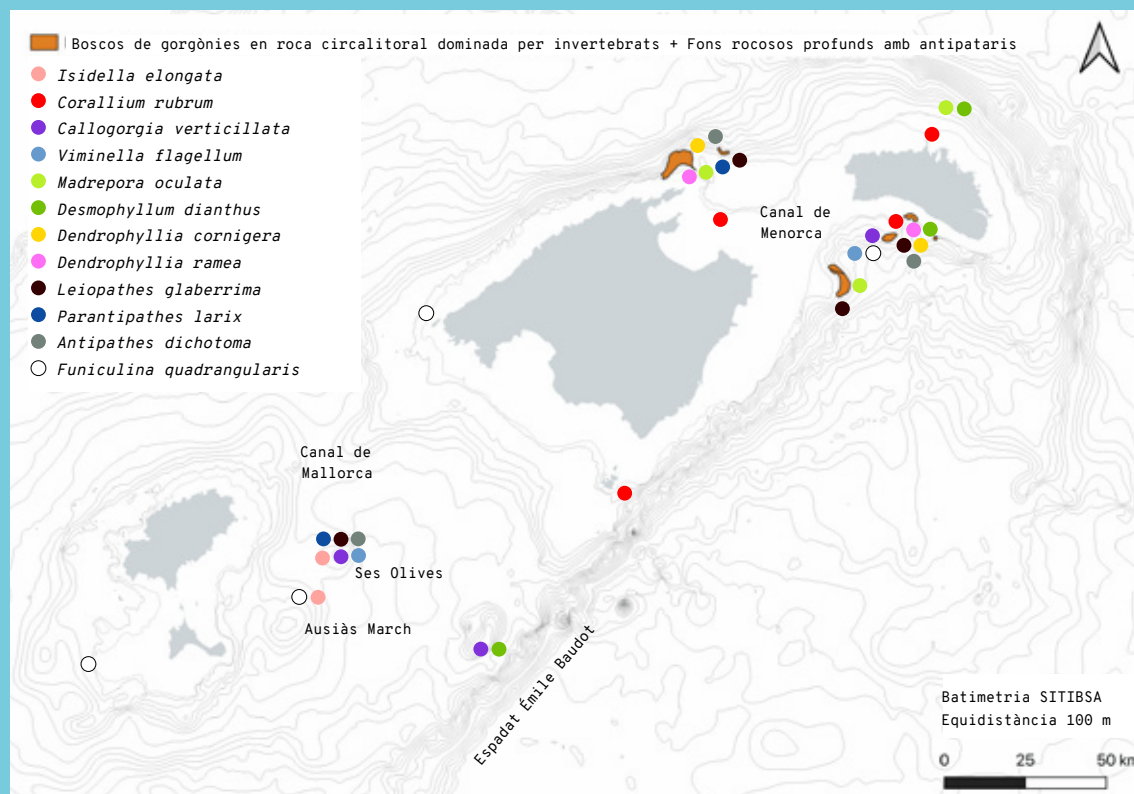
PER QUÈ?

Els coralls de profunditat formen hàbitats de gran importància ecosistèmica en els fons de la mar Balear. Són elements crucials per promoure la bio-diversitat en zones sense llum. Però aquest hàbitat està amenaçat principalment per la pesca de ròs-sec. Per tant, el coneixement de la seva distribució és necessari per elaborar mesures de gestió per a la seva conservació.

LOCALITZACIÓ



És important destacar que la distribució no mostra tota l'àrea ni totes les espècies vulnerables existents a la mar Balear. Per tant, una compilació i investiga-ció cartogràfica d'aquests hàbitats són necessàries per elaborar els plans de gestió d'aquestes espècies tan alterables per les activitats antròpiques.



Distribució de les diverses espècies de coralls de profunditat vulnerables en base a la literatura científica i informes tècnics (cercles de colors).¹⁻¹² Les àrees de color taronja provenen de la compilació de cartografies realitzada per Julià *et al.*¹³

REFERÈNCIES

- ¹ MASTROTARO, F. *et al.* (2017). «*Isidella elongata* (Cnidaria: Alcyonacea) facies in the western Mediterranean Sea: Visual surveys and descriptions of its ecological role». *THE EUROPEAN ZOOLOGICAL JOURNAL*, 84(1), 209-225. DOI: 10.1080/24750263.2017.1315745.
- ² GRINYÓ, J. *et al.* (2018). «Megabenthic assemblages in the continental shelf edge and upper slope of the Menorca Channel, Western Mediterranean Sea». *Progress in Oceanography*, 162, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.02.002>.
- ³ STANDAERT, W. *et al.* «Modelling the distribution of a critically endangered cold-water coral, *Isidella elongata*, in the Mallorca Channel». [per enviar a publicació].
- ⁴ BALLESTEROS, E.; CEBRIÁN, E. (2015). «Llistat preliminar dels hàbitats marins bentònics a les illes Balears amb alguns comentaris des de la perspectiva de la conservació». *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 20, 93-110.
- ⁵ CHIMIENTI, G. *et al.* (2019). «Occurrence and Biogeography of Mediterranean Cold-Water Corals». A: *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Orejas, C.; Jiménez, C. (ed.). Springer International Publishing.
- ⁶ ALTUNA, A.; POLISENO, A. (2019). «Taxonomy, Genetics and Biodiversity of Mediterranean Deep-Sea Corals and Cold-Water Corals». A: *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Orejas, C.; Jiménez, C. (ed.). Springer International Publishing.
- ⁷ GARRABOU, J. *et al.* (2017). «Informe sobre l'estat de les poblacions de corall vermell (*Corallium rubrum*) a les aigües de Catalunya». Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.
- ⁸ OCEANA (2007). «Estudio bionómico de Cabrera». Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ⁹ GRINYÓ, J. *et al.* (2016). «Diversity, distribution and population size structure of deep Mediterranean gorgonian assemblages (Menorca Channel, Western Mediterranean Sea)». *Progress in Oceanography*, 145, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.05.001>.
- ¹⁰ REQUENA, S.; GILI, J. M. (2014). «Caracterización ecológica del área marina del canal de Menorca. Zonas profundas y semiprofundas (100-400 m)». Proyecto LIFE+ INDEMARES.
- ¹¹ OCEANA (2011). «Montañas submarinas de las Islas Baleares: canal de Mallorca 2011. Propuesta de protección para Ausías March, Emile Baudot y Ses Olives».
- ¹² OCEANA (2015). «Expedición 2014 Islas Baleares. Parque Nacional de Cabrera y montañas marinas del canal de Mallorca».

3. Canvi global

S'han observat efectes negatius en la capacitat alimentària i calcificació en poblacions de coralls de la Mediterrània causats per un augment de temperatura, així com efectes de l'acidificació oceànica que sembla afectar determinades espècies de coralls de profunditat.²³⁻²⁵ No obstant això, fins avui tots els resultats obtinguts al respecte provenen d'experiments de laboratori i cap d'aquests efectes s'ha observat en camp amb detall.

4. Altres activitats humanes

La contaminació, la prospecció, l'extracció de recursos energètics (per exemple, de cru) i l'alteració de l'escorrentia dels rius poden promoure alts nivells de sediments en suspensió que alteren l'habilitat filtradora dels pòlips.²⁶

Per tal de poder establir les mesures de gestió adequades és fonamental, com a primer pas, la detecció i el cartografiat de les poblacions de corall de profunditat.²⁷

NORMATIVA I REGULACIONS

Les comunitats dominades per coralls de profunditat (> 200 m)²⁸ es consideren ecosistemes marins vulnerables (VME, per les seves sigles en anglès), i les espècies de coralls estan contemplades en diferents convenis, llistats i directives europees:

→ Conveni per a la protecció de la mar Mediterrània contra la contaminació (Conveni de Barce-

lona del 16 de febrer de 1976, modificat el 10 de juny de 1995). Annex II del Protocol sobre les zones especialment protegides i la diversitat biològica a la Mediterrània.

- Llista Vermella de la IUCN (Unió Internacional per la Conservació de la Naturalesa). Categoria «Coralls mediterranis» (2017).¹¹
- 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 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina). Descripteur 6: Integritat dels fons marins.
- Decret 21/2018, de 6 de juliol, pel qual s'estableixen els principis generals per a la pesca del corall vermell en les aigües interiors de les Illes Balears i s'estableix la seva ordenació.

També es tenen en consideració dins la política pesquera de la Mediterrània (General Fisheries Commission for the Mediterranean, GFCM).

En el següent llistat es resumeixen espècies incloses en la Llista Vermella de la IUCN,¹¹ dins la categoria «Coralls mediterranis»:²⁹

| GRUP | ESPÈCIE DE CORALL | Llista Vermella IUCN |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Ordre SCLERACTINIA | <i>Desmophyllum dianthus</i> | «en perill» |
| | <i>Lophelia pertusa</i> | «en perill» |
| | <i>Madrepora oculata</i> | «en perill» |
| | <i>Dendrophyllia cornigera</i> | «en perill» |
| | <i>Dendrophyllia ramea</i> | «vulnerable» |
| Ordre ANTIPATHARIA Coralls negres | <i>Antipathes dichotoma</i> | «quasi amenaçat» |
| | <i>Leiopathes glaberrima</i> | «en perill» |
| | <i>Parantipathes larix</i> | «quasi amenaçat» |
| | <i>Antipathella subpinnata</i> | «quasi amenaçat» |

| GRUP | ESPÈCIE DE CORALL | Llista Vermella IUCN |
|--|---|-----------------------------|
| Ordre ALCYONACEA de fons durs | Corall vermell: <i>Corallium rubrum</i> | «en perill» |
| | <i>Callogorgia verticillata</i> | «quasi amenaçada» |
| | <i>Viminella flagellum</i> | «quasi amenaçada» |
| Ordre ALCYONACEA de fons tous | Corall bambú: <i>Isidella elongata</i> | «en greu perill d'extinció» |
| Ordre ZOANTHARIA | Fals corall negre: <i>Savalia savaglia</i> | «quasi amenaçat» |
| Ordre PENNATULACEA Plomes de mar | <i>Funiculina quadrangularis</i> | «en greu perill d'extinció» |
| | <i>Kophobelemnnon stelliferum</i> | «preocupació menor» |

METODOLOGIA

En general, la detecció d'aquestes espècies es realitza amb mètodes no invasius que impliquen metodologies d'imatge telepresencials o mitjançant submarins tripulats, que es poden implementar a bord de vaixells oceanogràfics. El mostreig i característiques del substrat, la topografia i les anàlisis quantitatives per estimar diversitat, distribució i demografia es realitzen mitjançant:

- (i) Tècniques acústiques de multifeix (*multibeam*).
- (ii) Transsectes de vídeo utilitzant ROV (de l'anglès, *Remotely Operated Vehicles*), i.e. robots teledirigits o Vehicles Submarins Autònoms (AUV).
- (iii) Submarins autònoms tripulats, i.e. el submarí Jago utilitzat al canal de Menorca i, prèviament, al canó submarí del Cap de Creus.

També es poden fer cartografies predictives dels hàbitats basant-se en les característiques de l'àrea on els coralls de profunditat tenen potencial de desenvolupament. Aquest tipus d'aproximacions predictives (*predictive habitat modelling*, en anglès) es troba encara poc desenvolupat per a la Mediterrània, tot i que hi ha algunes publicacions que l'inclouen³⁰ i, recentment, s'ha conclòs un estudi per al corall bambú *Isidella elongata* basat en les poblacions de l'espècie al canal de Mallorca.³¹

Per aquest indicador s'inclouen únicament dades de distribució de coralls de profunditat que es troben a la Llista Vermella de la IUCN i convenis internacionals. La recopilació es basa en les observacions de diversos articles científics:

- La mar Balear³²⁻³⁶
- El canal de Menorca^{7, 37, 38}
- El canal de Mallorca^{1, 31, 39, 40}

Adicionalment, s'inclouen dades de l'àrea de distribució de gorgònies i antipataris d'un estudi de cartografia de la mar Balear.⁴¹ Les dades originals s'han extret del projecte LIFE+ INDEMARES i de les referències que s'hi troben.^{38, 42}

RESULTATS

1. Resultats generals

L'estudi de la compilació de cartografies de Julià *et al.*⁴¹ inclou els següents hàbitats amb coralls de profunditat de la llista patró dels hàbitats marins d'Espanya^{43, 44} (figura 2):

- 03020206. Boscos de gorgònies en roca circalitoral dominada per invertebrats.
- 04010102. Fons rocosos profunds amb antipataris.



Figura 2. Àrea de distribució dels hàbitats amb coralls de profunditat que es van incloure en l'estudi de compilació de cartografies.⁴¹

Aquesta àrea compilada fins avui suma 85,5 km² (taula 1). Futurs estudis de compilació cartogràfica haurien d'enfocar-se a calcular l'àrea total de totes les dades disponibles.

Taula 1. Resum de les dades de coralls de profunditat incloses a Julià *et al.*⁴¹

| HÀBITAT | km ² |
|--|-----------------|
| Fons rocosos profunds amb antipataris | 38,18 |
| Bosc de gorgònies en roca circalitoral dominada per invertebrats | 47,30 |
| TOTAL | 85,49 |

2. Resultats per espècies

Únicament s'inclou informació sobre les espècies de coralls de profunditat incloses en la Llista Vermella de la IUCN:

ORDRE ALCYONACEA DE FONS TOUS

Corall bambú (*Isidella elongata*)

Espècie de creixement lent i llarga longevitat (fins a 400 anys) amb colònies que poden adquirir fins a 50 cm d'altura ^{29, 45, 46} (figura 3). Un aspecte destacable del corall bambú *I. elongata* que el diferencia de la majoria d'espècies de gorgònies protegides és que habita fons tous (fangosos) plans o lleugerament inclinats (5 % de pendent), i no durs (rocosos), com sol ser habitual per a moltes espècies de cnidaris.³⁹ Aquesta espècie caracteritza un dels hàbitats descrits en el llistat preliminar dels hàbitats marins bentònics de les Illes Balears:³²

04020206. Fangs batials compactes amb *I. elongata*: a > 500 metres, entre les muntanyes submarines d'Ausià March i ses Olives es troben zones ben preservades, però vulnerables a la pesca de ròssec.⁴⁷

Expedicions d'Oceana realitzades els anys 2011 i 2014 van identificar a la mar Balear un dels dos boscos d'*I. elongata* més ben conservats de la Mediterrània^{39, 40} —l'altre, a les illes Eòlies.⁴⁸ Aquesta població es troba a l'est d'Eivissa (canal de Mallorca), concretament entre les muntanyes submarines d'Ausià March i ses Olives, on l'acció antropogènica no l'afecta, ja que hi ha zones amb cables submarins a les que no tenen accés els vaixells de ròssec, i que, per tant, li serveixen de protecció.¹

D'una banda, aquestes poblacions d'*I. elongata* presenten la densitat més gran fins ara documentada a la mar Mediterrània.¹ Arriben a formar àmplies praderies d'entre 2.300-2.683 colònies/hectàrea de densitat en zones sense pesca de ròssec a 480-615 m de profunditat (entre Ausià March i ses Olives). Les observacions amb ROV mostren que les colònies del canal de Mallorca es troben en bon estat —ramificacions en forma de canelobre i pòlips oberts—, amb exemplars de fins a 40 cm, que inclouen una comunitat de 50 taxons de fauna associada.¹

D'altra banda, zones amb impacte de ròssec del sud-oest de Formentera (properes a l'espadat Émile Baudot) estimen una densitat de 53-62 colònies/hectàrea, amb només 19 taxons associats.¹ Aquestes colònies són més petites (fins a 20 cm), joves i danyades, amb un baix nombre de branques.¹

A la Mediterrània, els models predictius per a hàbitats dominats per espècies de coralls profunds són



Figura 3. Exemplar de corall bambú (*Isidella elongata*) —espècie «en greu perill d'extinció», segons consta a la Llista Vermella de la UICN per a la Mediterrània— sobre fons tous del canal de Mallorca. FONT: Expedició Oceana Ranger 2010: Descobrint les muntanyes submarines. © Oceana.



Figura 4. Detall d'un exemplar de corall vermell (*Corallium rubrum*) sobre fons tous del canal de Mallorca. FONT: Expedició per la Mediterrània del Catamarà Oceana Ranger. © Oceana/Juan Cuetos.

escassos, però recentment se n'ha generat un per al corall bambú basat en la població en bon estat del canal de Mallorca. Els resultats —actualment, en fase de revisió— mostren que la predicció de la seva població es veu afavorida en pendents més petits.³¹

ORDRE ALCYONACEA DE FONS DURS

Corall vermell (*Corallium rubrum*)

Aquesta espècie endèmica de la Mediterrània es coneix comunament com corall vermell (figura 4). Es troba present en el nord-est de Mallorca, nord de Menorca, Cabrera i a l'est del canó de Son Bou.^{35, 36, 38} Pot viure entre els 5 i 800 m de profunditat —tot i que predomina entre 30-150 m de profunditat— i viure 100 anys.^{29, 49}

S'ha observat una disminució de població atribuïda a la seva explotació durant anys per part de pescadors de corall^{32, 50-52} i a l'escalfament de l'aigua.⁵³ Actualment es pot extreure entre Cap des Freu i el Cap de Formentor (aigües enfora de la Reserva Marina de Llevant) a una profunditat > 50 m i amb una veda d'extracció entre l'1 de gener i el 30 d'abril, i entre l'1 de novembre i el 30 de desembre.

Gorgònia (*Callogorgia verticilata*)

Aquesta gorgònia (figura 5) ha estat observada en el canal de Menorca entre 100-360 m de profunditat.^{33, 37, 38} També s'ha observat en la muntanya submarina ses Olives, al canal de Mallorca.^{33, 39, 40}



Figura 5. Dues espècies de gorgònies (*Callogorgia verticilata*, blanca i «quasi amenaçada», i *Eunicella cavolini*, de color taronja). Muntanya submarina de ses Olives, canal de Mallorca (Illes Balears). FONT: Expedició d'Oceana a les muntanyes submarines de Balears a bord del vaixell oceanogràfic del SOCIB. © Oceana.



Figura 6. Corall de profunditat *Desmophyllum dianthus*. FONT: Expedició Oceana Ranger 2011: Rumb a les muntanyes i canons submarins. © Oceana.



Figura 7. Corall de profunditat *Dendrophyllia ramea* (de color taronja) en un jardí de gorgònies. FONT: Expedició Oceana Ranger 2010: Descobrint les muntanyes submarines. © Oceana.

Gorgònia (*Viminella flagellum*)

Ha estat localitzada en el canal de Menorca entre els 100-360 m de profunditat, i també en el canal de Mallorca entre els 90-500 m.^{33, 37, 39, 40}

ORDRE SCLERACTINIA

Madrepora oculata

Detectada en el canal de Menorca i en la zona del Cap de Formentor (al nord de Mallorca).^{7, 38}

***Desmophyllum dianthus* (figura 6)**

Estudis de laboratori han demostrat que *D. dianthus* podria tenir una mitjana de creixement del 14% anual,⁸ amb un temps de vida de fins a 200 anys.⁵⁴

Espècie observada en el sud de Menorca, nord-est de Menorca (entre els 301-1.163 m) i en l'espadat d'Émile Baudot (entre els 300-950 m).^{33, 38} Actualment mostra una tendència decreixent del seu nombre de poblacions.⁵⁵

Dendrophyllia cornigera

Localitzada a profunditats d'entre 180-330 m del canal de Menorca, en el canó de Son Bou i el nord de Mallorca (Cap de Formentor).^{33, 38}

Dendrophyllia ramea

Habita la plataforma i talús continental sobre substrats rocosos o substrats formats per algues calcà-

ries o closques (figura 7).⁴³ Aquesta espècie ha estat inventariada en el canal de Menorca i el canó de Son Bou³⁸, i mostra una distribució batimètrica de profunditat més petita que *D. cornigera*.⁵⁶

ORDRE ANTIPATHARIA

CORALLS NEGRES

Leiopathes glaberrima

Aquesta espècie de corall negre s'ha localitzat entre els 115-200 m del canal de Menorca, amb baixa densitat (1-4 colònies/m²).^{7, 33} També ha estat observada en el Cap de Formentor, entre els 115-350 m de profunditat, i ses Olives.^{33, 39}

Parantipathes larix

Aquest corall negre ha estat observat en el canal de Mallorca entre els 200-225 m, el Cap de Formentor, a 330 m de profunditat, i ses Olives.^{33, 40}

***Antipathes dichotoma* (figura 8)**

En el canal de Menorca s'ha detectat entre els 97-187 m³³, en baixa densitat (1-4 colònies/m²), i al canó de Son Bou.⁷ Aquesta espècie també ha estat observada en el Cap de Formentor i ses Olives.^{33, 40} Addicionalment, hi ha observacions a la mar Balear a 550 m de profunditat.³⁴



Figura 8. Exemplar de corall negre (*Antipathes dichotoma*). FONT: Expedició d'Oceana a les muntanyes submarines de Balears a bord del vaixell oceanogràfic del SOCIB. © Oceana.

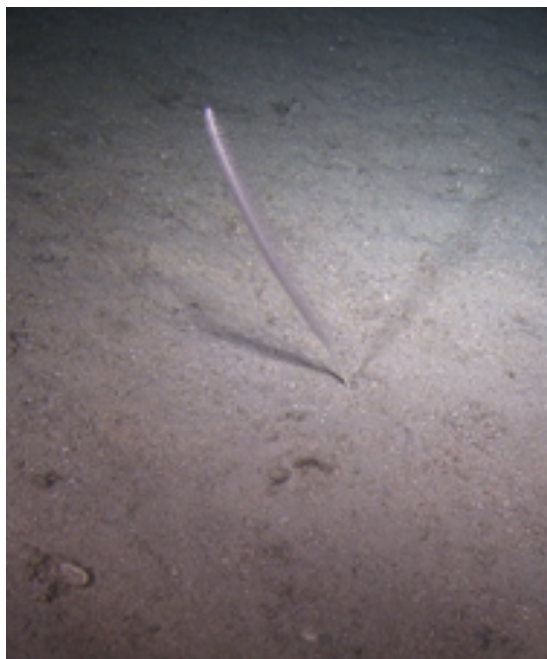


Figura 9. Exemplar de *Funiculina quadrangularis*. FONT: Jordi Grinyó.

ORDRE PENNATULACEA PLOMES DE MAR

Funiculina quadrangularis (figura 9)

En el canal de Menorca s'ha detectat entre els 112-267 m de profunditat.^{7, 33} Aquesta espècie també ha estat observada en el canal de Mallorca a 473-616m³³, a la vora del talús de la plataforma al nord de sa Dragonera i a l'oest de Formentera, a ~630 m de profunditat.⁴⁰

CONCLUSIONS

Els coralls de profunditat estan afectats principalment per la pesca de ròssec i la pesca accidental de palangre de fons.^{6, 14, 17, 19, 21} Per tenir un millor coneixement dels impactes que generen, s'haurien de reportar les captures accidentals de coralls amb diferents arts de pesca.

En general, hi ha poca informació sobre les espècies de coralls de profunditat, per la qual cosa es desconeix quina és la tendència de les seves poblacions.

Zones sense pesca de ròssec mostren colònies amb exemplars més sans i amb un nombre

més gran de fauna associada. La densitat de corall bambú (*I. elongata*) cartografiada entre les muntanyes submarines d'Ausiàs March i ses Olives és la més gran de les observades a la Mediterrània. La densitat oscil·la entre 2.300-2.683 colònies/hectàrea en zones sense pesca de ròssec, i 53-62 colònies/hectàrea en zones on es practica el ròssec.¹

Es reporta la distribució observada de dotze espècies de coralls de profunditat vulnerables de la mar Balear. Les zones de distribució més comunes són el canal de Mallorca (les muntanyes submarines de ses Olives i Ausiàs March), l'espadat d'Émile Baudot i el canal de Menorca. Això es deu principalment al fet que les campanyes d'investigació oceanogràfiques s'han dirigit a aquestes zones.

Per tant, la distribució de coralls de profunditat no mostra tota l'àrea ni totes les espècies vulnerables existents. És necessària una compilació cartogràfica exhaustiva dels diversos estudis de coralls de profunditat de la mar Balear, així com conèixer-ne millor els patrons de distribució, la dinàmica poblacional, la reproducció i diversos aspectes ecològics. Indicadors que contribueixen a dissenyar plans de gestió adequats per a la seva conservació.

REFERÈNCIES

- ¹ MASTROTOTARO, F. *et al.* (2017). «*Isidella elongata* (Cnidaria: Alcyonacea) facies in the western Mediterranean Sea: Visual surveys and descriptions of its ecological role». *The European Zoological Journal*, 84(1), 209-225. DOI: 10.1080/24750263.2017.1315745.
- ² PARDO, E. *et al.* (2011). «Documentación de arrecifes de corales de agua fría en el Mediterráneo occidental (Mar de Alborán)». *Chronica Naturae*, 1, 20-34.
- ³ MAURIN, C. (1962). «Étude Des Fonds Chalutables De La Méditerranée Occidentale (Ecologie Et Pêche)». *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 26(2), 163-218.
- ⁴ PERES, J. M.; PICARD, J. (1964). «Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée». *Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume*, 31(47), 1-37.
- ⁵ CARPINE, C. (1970). «Écologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale». *Mém Inst Océanogr Monaco*, 2, 1-146.
- ⁶ MAYNOU, F.; CARTES, J. E. (2011). «Effects of trawling on fish and invertebrates from deep-sea coral facies of *Isidella elongata* in the western Mediterranean». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(7), 1501-1507. DOI: 10.1017/S0025315411001603.
- ⁷ GRINYÓ, J. *et al.* (2018). «Megabenthic assemblages in the continental shelf edge and upper slope of the Menorca Channel, Western Mediterranean Sea». *Progress in Oceanography*, 162, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.02.002>.
- ⁸ OREJAS, C. *et al.* (2011). «Long-term growth rates of four Mediterranean cold-water coral species maintained in aquaria». *Marine Ecology Progress Series*, 429, 57-65. DOI: 10.3354/meps09104.
- ⁹ OREJAS, C.; GORI, A.; GILI, J. M. (2007). «Growth rates of live *Lophelia pertusa* and *Madrepora oculata* from the Mediterranean Sea maintained in aquaria». *Coral Reefs*, 27(2), 255. DOI: 10.1007/s00338-007-0350-7.
- ¹⁰ ROBERTS, J. M.; WHEELER, A.; FREIWALD, A. *et al.* (2009). *Cold-Water Corals: The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ¹¹ The IUCN Red List of Threatened Species: <https://www.iucnredlist.org/>.
- ¹² BOE (2019). <https://www.boe.es/boe/dias/2019/08/02/pdfs/BOE-A-2019-11323.pdf>.
- ¹³ ROGERS, A. D. (1999). «The Biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus 1758) and Other Deep-Water Reef-Forming Corals and Impacts from Human Activities». *International Review of Hydrobiology*, 84 (4), 315-406. <https://doi.org/10.1002/iroh.199900032>.
- ¹⁴ HINZ, H. (2017). «Impact of Bottom Fishing on Animal Forests: Science, Conservation and Fisheries Management». A: *Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots*. Rossi S. *et al.* (ed.). Springer International Publishing.
- ¹⁵ AGUILAR, R.; PERRY, A. L.; LÓPEZ, J. (2017). «Conservation and Management of Vulnerable Marine Benthic Ecosystems». A: *Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots*. Rossi S. *et al.* (ed.). Springer International Publishing.
- ¹⁶ OTERO, M. M.; MARIN, P. (2019). «Conservation of Cold-Water Corals in the Mediterranean: Current Status and Future Prospects for Improvement». A: *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future, Coral Reefs of the World*. Orejas C., Jiménez C. (ed.). Springer International Publishing.
- ¹⁷ ALTHAUS, F. *et al.* (2009). «Impacts of bottom trawling on deep-coral ecosystems of seamounts are long-lasting». *Marine Ecology Progress Series*, 397, 279-294. DOI: 10.3354/meps08248.
- ¹⁸ NORSE, E. A. *et al.* (2012). «Sustainability of deep-sea fisheries». *Mar Policy*. 36(2), 307-320. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.008>.
- ¹⁹ MARTÍN, J. *et al.* (2008). «Effect of commercial trawling on the deep sedimentation in a Mediterranean submarine canyon». *Marine Geology*, 252(3-4), 150-155. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2008.03.012>.

- ²⁰ OREJAS, C. *et al.* (2009). «Cold-water corals in the Cap de Creus canyon, northwestern Mediterranean: Spatial distribution, density and anthropogenic impact». *Marine Ecology Progress Series*, 397, 37-51. DOI: 10.3354/meps08314.
- ²¹ MYTILINEOU, C. *et al.* (2014). «New cold-water coral occurrences in the Eastern Ionian Sea: Results from experimental long line fishing». *Deep-Sea Research Part II*, 99, 146-157. DOI: 10.1016/j.dsr2.2013.07.007.
- ²² CAPETUZZO, F. *et al.* (2018). «Cold-water coral communities in the Central Mediterranean: aspects on megafauna diversity, fishery resources and conservation perspectives». *Rend Lincei Sci Fis e Nat.* 29(3), 589-597. DOI:10.1007/s12210-018-0724-5.
- ²³ MOVILLA, J. *et al.* (2014). «Resistance of Two Mediterranean Cold-Water Coral Species to Low-pH Conditions». *Water*, 6, 59-67. <https://doi.org/10.3390/w6010059>.
- ²⁴ MOVILLA, J. *et al.* (2014). «Differential response of two Mediterranean cold-water coral species to ocean acidification». *Coral Reefs*. 33, 675-686. DOI: 10.1007/s00338-014-1159-9.
- ²⁵ GARRABOU, J. *et al.* (2019). «Collaborative Database to Track Mass Mortality Events in the Mediterranean Sea». *Frontiers in Marine Science*, 6, 707. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00707>.
- ²⁶ PÉRÈS, J. M. (1985). «History of the Mediterranean biota and the colonization of depths». A: *Key Environments: Western Mediterranean*. Margalef R. (ed.). Oxford: Pergamon Press Ltd.
- ²⁷ DE JUAN, S. *et al.* (2015). «Standardising the assessment of Functional Integrity in benthic ecosystems». *J Sea Res*, 98, 33-41. DOI: 10.1016/j.seares.2014.06.001.
- ²⁸ BO, M. (2017). «Deep Sea Corals of the Mediterranean Sea». Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura (FAO).
- ²⁹ OTERO, M. M. *et al.* (2017). *Overview of the conservation status of the Mediterranean anthozoans*. Málaga: IUCN. DOI: 10.2305/IUCN.CH.2017.RA.2.en.
- ³⁰ MORATO, T. *et al.* (2020). «Climate-induced changes in the suitable habitat of cold-water corals and commercially important deep-sea fishes in the North Atlantic». *Glob Chang Biol*, 26(4), 2181-2202. <https://doi.org/10.1111/gcb.14996>.
- ³¹ STANDAERT, W. *et al.* (2020). «Modelling the distribution of a critically endangered cold-water coral, *Isidella elongata*, in the Mallorca Channel» [per enviar a publicació].
- ³² BALLESTEROS, E.; CEBRIÁN, E. (2015). «Llistat preliminar dels hàbitats marins bentònics a les illes Balears amb alguns comentaris des de la perspectiva de la conservació». *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 20, 93-110.
- ³³ CHIMIENTI, G. *et al.* (2019). «Occurrence and Biogeography of Mediterranean Cold-Water Corals». A: *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Orejas, C.; Jiménez, C. (ed.). Springer International Publishing.
- ³⁴ ALTUNA, A.; POLISENO, A. (2019). «Taxonomy, Genetics and Biodiversity of Mediterranean Deep-Sea Corals and Cold-Water Corals». A: *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Orejas, C.; Jiménez, C. (ed.). Springer International Publishing.
- ³⁵ GARRABOU, J. *et al.* (2017). «Informe sobre l'estat de les poblacions de corall vermell (*Corallium rubrum*) a les aigües de Catalunya». Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.
- ³⁶ OCEANA (2007). «Estudio bionómico de Cabrera». Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ³⁷ GRINYÓ, J. *et al.* (2016). «Diversity, distribution and population size structure of deep Mediterranean gorgonian assemblages (Menorca Channel, Western Mediterranean Sea)». *Progress in Oceanography*, 145, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.05.001>.
- ³⁸ REQUENA, S.; GILI, J. M. (2014). «Caracterización ecológica del área marina del canal de Menorca. Zonas profundas y semiprofundas (100-400 m)». Proyecto LIFE+ INDEMARES.
- ³⁹ OCEANA (2011). «Montañas submarinas de las Islas Baleares: canal de Mallorca 2011. Propuesta de protección para Ausías March, Emile Baudot y Ses Olives».

- ⁴⁰ OCEANA (2015). «Expedición 2014 Islas Baleares. Parque Nacional de Cabrera y montañas marinas del canal de Mallorca».
- ⁴¹ JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Observatori Socioambiental de Menorca (Institut Menorquí d'Estudis); Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ⁴² MORANTA, J. *et al.* (2014). «Caracterización ecológica de la plataforma continental (50-100 m) del canal de Menorca. Informe final proyecto LIFE+ INDEMARES». Instituto de Ciencias del Mar (CSIC).
- ⁴³ TEMPLADO, J. *et al.* (2009). «1170 Arrecifes». A: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- ⁴⁴ JULIÀ, M. *et al.* (2018). «Actualización de la cartografía combinada de los fondos marinos de Menorca: compilación de capas y comunidades bentónicas». Observatori Socioambiental de Menorca (Institut Menorquí d'Estudis); Agència Menorca Reserva de Biosfera; Consell Insular de Menorca.
- ⁴⁵ ANDREWS, A. H. *et al.* (2009). «Growth rate and age determination of bamboo corals from the northeastern Pacific Ocean using refined 210Pb dating». *Mar Ecol Prog Ser*, 397, 173-185. DOI:10.3354/MEPS08193.
- ⁴⁶ SHERWOOD, O.; EDINGER, E. (2009). «Ages and growth rates of some deep-sea gorgonian and antipatharian corals of Newfoundland and Labrador». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66, 142-152. DOI: 10.1139/F08-195.
- ⁴⁷ BALLESTEROS, E.; AGUILAR, R.; CANALS, M. (2013). «Els monts submarins». A: *Atles dels ecosistemes dels Països Catalans*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana.
- ⁴⁸ ÁLVAREZ, H. *et al.* (2019). «Towards the creation of a marine protected area in the Aeolian Islands. Results of the 2018 Aeolian Expedition». *Oceana*. DOI: 10.31230/osf.io/b9dqc.
- ⁴⁹ Rossi, S. *et al.* (2008). «Survey of deep-dwelling red coral (*Corallium rubrum*) populations at Cap de Creus (NW Mediterranean)». *Marine Biology*, 154, 533-545. DOI: 10.1007/s00227-008-0947-6.
- ⁵⁰ GARRABOU, J.; HARMELIN, J. G. (2002). «A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs». *Journal of Animal Ecology*, 71(6), 966-978. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2002.00661.x>.
- ⁵¹ GARRABOU, J.; PÉREZ, T.; SARTORETTO, S. (2001). «Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean)». *Marine Ecology Progress Series*, 217, 263-272. DOI:10.3354/meps217263.
- ⁵² SANTANGELO, G; BRAMANTI, L. (2010). «Quantifying the decline in *Corallium rubrum* populations». *Marine Ecology Progress Series*, 418, 295-297. DOI:10.3354/MEPS08897.
- ⁵³ GARRABOU, J. *et al.* (2009). «Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave». *Glob Chang Biol*, 15(5), 1090-1103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01823.x>.
- ⁵⁴ RISK, M. J. *et al.* (2002). «Lifespans and growth patterns of two deep-sea corals: *Primnoa resedaeformis* and *Desmophyllum cristagalli*». *Hydrobiologia*, 471, 125-131. DOI: 10.1023/A:1016557405185.
- ⁵⁵ CASADO DE AMEZUA, P. *et al.* (2015). «*Desmophyllum dianthus*. The IUCN Red List of Threatened Species». <https://www.iucnredlist.org/es/species/50149087/51215328>.
- ⁵⁶ OREJAS, C. *et al.* (2017). «First in situ documentation of a population of the coral *Dendrophyllia ramea* off Cyprus (Levantine Sea) and evidence of human impacts». *Galaxea Journal of Coral Reef Studies*, 19, 15-16. DOI: 10.3755/galaxea.19.1_15.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; OREJAS, C.; BALLESTEROS, E.; GRINYÓ, J.; MARÍN, P., MARSINYACH, E. (2021). «Distribució de coralls de profunditat». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/habitats-protegits/imb-habitats-protegits-corals-de-profunditat-cat.pdf>>.

Pesca

Stocks de les principals espècies explotades

Túnids

Flota pesquera

Nombre de llicències vigents de pesca marítima recreativa

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Antoni Quetglas, Beatriz Guijarro, Aina Carbonell i Enric Massutí.

Paràmetres poblacionals i diagnòstic de l'estat dels stocks de les principals espècies explotades

Lluç (*Merluccius merluccius*)

Moll de roca (*Mullus surmuletus*)

Gamba rosada (*Aristeus antennatus*)

Gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*)

Sípia (*Sepia officinalis*)

Pop roquer (*Octopus vulgaris*)

Un dels principals objectius de la investigació pesquera és avaluar l'estat d'explotació dels recursos pesquers per tal d'assessorar els organismes encarregats de gestionar-los sobre les actuacions que s'haurien de dur a terme per explotar aquests recursos de la millor manera possible.

Estat d'explotació del lluç (*Merluccius merluccius*)

QUÈ ÉS?

El lluç és un peix demersal que viu sobre fons tous de la plataforma i el talús continentals, entre 50 i 370 metres de profunditat. La seva distribució geogràfica comprèn la mar Mediterrània i l'Atlàntic oriental (des de Noruega i Islàndia fins a Mauritània).

PER QUÈ?

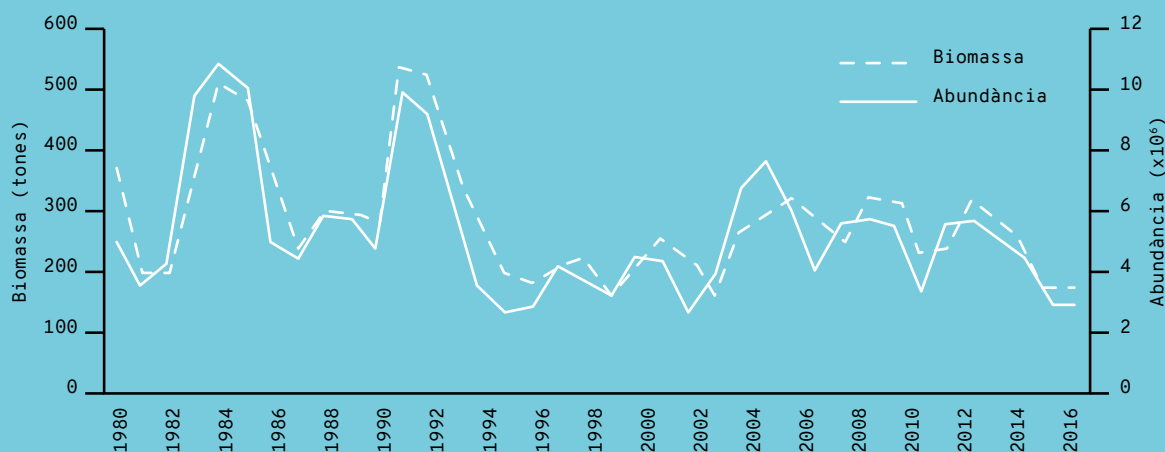
És un peix amb una gran importància comercial que, a la Mediterrània, és capturat per la flota de ròsec i, en menor mesura, per les de palangre i arts menors. A les Balears és una de les principals espècies objectiu de la flota de ròsec.

METODOLOGIA

S'ha utilitzat una de les metodologies estàndard internacionals d'avaluació de poblacions, una anàlisi de poblacions virtuals (APV) amb dues fonts principals de dades: captures i esforç de les estadístiques pesqueres oficials, i campanyes de recerca científica a les Balears. Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM, l'informe del qual es pot consultar per a una descripció detallada de la metodologia (GFCM-SAC-2018).

RESULTATS

Encara que l'abundància i la biomassa de la població mostren importants oscil·lacions interanuals, no s'observa cap tendència clara al llarg de la sèrie temporal analitzada (1980-2017). La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 279 tones, amb un mínim de 155 tones el 1999 i un màxim de 531 tones el 1991. La mortalitat per pesca que exerceix actualment la flota pesquera ($F_c/F_{0,1} = 7,44$) és més de set vegades superior al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_{0,1} = 0,18$).



Biomassa (pes) i abundància (nombre d'individus) de la població de lluç entre els anys 1980 i 2017. FONT: COB-IEO.

Estat d'explotació del moll de roca (*Mullus surmuletus*)

QUÈ ÉS?

El moll és un peix demersal que viu sobre fons mixtos d'arena i roca, principalment de la plataforma continental, per damunt dels 100 metres de profunditat. La seva distribució geogràfica comprèn la mar Mediterrània i l'Atlàntic oriental (des del sud de Noruega fins al Senegal).

PER QUÈ?

És una espècie amb un gran interès comercial. A les Balears, com a la resta de la Mediterrània, és una de les principals espècies objectiu de la flota de ròsec i d'arts menors.

METODOLOGIA

S'ha utilitzat una de les metodologies estàndard internacionals d'avaluació de poblacions, una anàlisi de poblacions virtuals (APV) amb dues fonts principals de dades: captures i esforç de les estadístiques pesqueres oficials, i campanyes de recerca científica a les Balears. Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM, l'informe del qual es pot consultar per a una descripció detallada de la metodologia (GFCM-SAC-2018).

RESULTATS

Entre els anys 2000 i 2014, l'abundància i la biomassa del moll mostren una clara tendència descendent, si bé els dos darrers anys (2015-2016) aquesta tendència pareix que s'inverteix. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 376 tones, amb un mínim de 227 tones el 2014 i un màxim de 527 tones el 2001. La mortalitat per pesca que exerceix actualment la flota pesquera ($F_c/F_{0,1} = 2,55$) és 2,5 vegades superior al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_{0,1} = 0,42$).



Biomassa (pes) i abundància (nombre d'individus) de la població de moll de roca entre els anys 2000 i 2016.
FONT: COB-IE0.

Estat d'exploració de la gamba rosada (*Aristeus antennatus*)

QUÈ ÉS?

La gamba rosada és un crustaci demersal que viu sobre fons fangosos del talús continental, entre 100 i 3.000 metres de profunditat. La seva distribució geogràfica comprèn la mar Mediterrània i l'Atlàntic oriental (des del nord de Portugal fins a Cap Verd).

PER QUÈ?

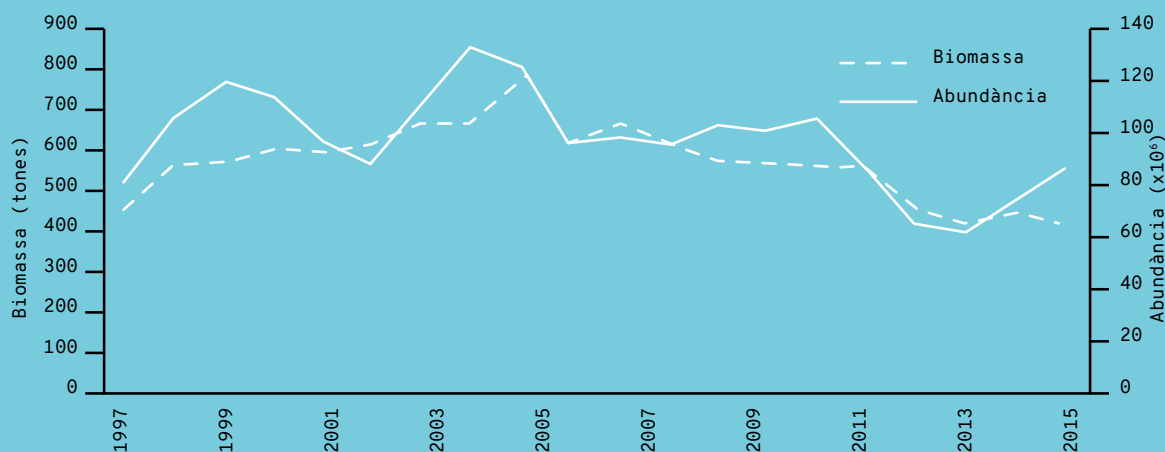
És un dels recursos pesquers amb més valor comercial de la Mediterrània, on és capturada quasi exclusivament per la flota de ròsec. A les Balears, és l'espècie objectiu d'aquesta flota quan treballa entre els 500 i els 800 metres de profunditat.

METODOLOGIA

S'ha utilitzat una de les metodologies estàndard internacionals d'avaluació de poblacions, una anàlisi de poblacions virtuals (APV) amb dues fonts principals de dades: captures i esforç de les estadístiques pesqueres oficials, i campanyes de recerca científica a les Balears. Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM, l'informe del qual es pot consultar per a una descripció detallada de la metodologia (GFCM-SAC-2018).

RESULTATS

L'abundància i la biomassa de la població total de gamba rosada ha disminuït significativament entre els anys 2005 (774 tones) i 2014 (413 tones). La biomassa mitjana durant el període 1997-2016 ha estat de 566 tones. La mortalitat per pesca que exerceix actualment la flota pesquera ($F_c/F_{0,1} = 2,00$) és més de dues vegades superior al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_{0,1} = 0,31$).



Biomassa (pes) i abundància (nombre d'individus) de la població de gamba rosada entre els anys 1997 i 2016.
FONT: COB-IE0.

Estat d'explotació de la gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*)

QUÈ ÉS?

La gamba blanca és un crustaci demersal que viu majoritàriament sobre fons fangosos de la plataforma profunda i el talús continental, entre 100 i 300 metres de profunditat. La seva distribució geogràfica comprèn la mar Mediterrània i l'Atlàntic oriental (des de Portugal fins a Angola).

PER QUÈ?

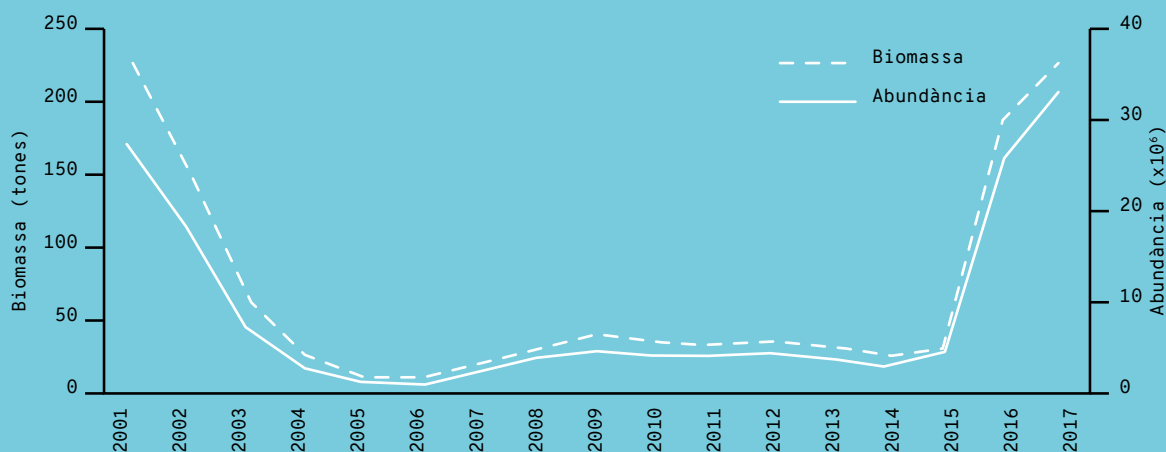
És un recurs pesquer amb un valor comercial elevat per a la flota de ròssec de la Mediterrània. A les Balears les poblacions sofreixen importants fluctuacions interanuals, com demostren les captures gairebé vestigials obtingudes entre els anys 2005 i 2015.

METODOLOGIA

S'ha utilitzat una de les metodologies estàndard internacionals d'avaluació de poblacions, una anàlisi de poblacions virtuals (APV) amb dues fonts principals de dades: captures i esforç de les estadístiques pesqueres oficials, i campanyes de recerca científica a les Balears. Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM, l'informe del qual es pot consultar per a una descripció detallada de la metodologia (GFCM-SAC-2018).

RESULTATS

L'abundància i la biomassa de la població es varen reduir dràsticament des de l'any 2001 fins al 2006 (de 227 a 8 tones), es varen mantenir en valors molt baixos fins a l'any 2015 (19-36 tones), i posteriorment varen tornar a pujar molt ràpidament, fins que varen arribar a 230 tones l'any 2017. La mortalitat per pesca que actualment exerceix la flota pesquera sobre la gamba blanca ($F_c/F_{0,1} = 1,23$) és propera al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_{0,1} = 0,77$).



Biomassa (pes) i abundància (nombre d'individus) de la població de gamba blanca entre els anys 2001 i 2017.
FONT: COB-IE0.

Estat d'exploració de la sípia (*Sepia officinalis*)

QUÈ ÉS?

La sípia és un cefalòpode demersal que viu sobre fons tous de la plataforma continental, des del litoral fins als 200 metres de profunditat. La seva distribució geogràfica comprèn la mar Mediterrània i l'Atlàntic oriental (des del sud de Noruega fins a Angola).

PER QUÈ?

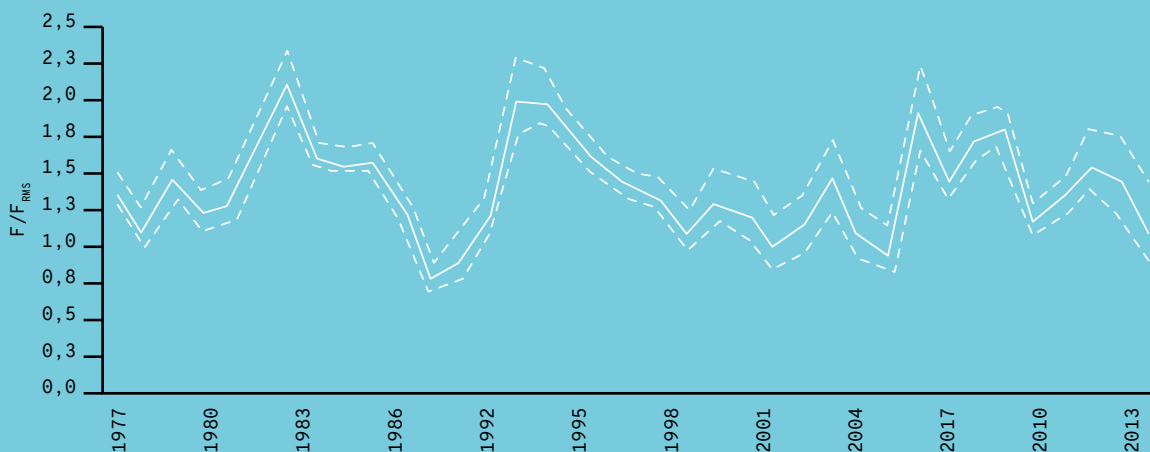
És una espècie amb un gran interès comercial. A les Balears, com a la resta de la Mediterrània, és l'espècie objectiu d'una important pesquera estacional per a la flota d'arts menors. Es pesca també com a captura accessòria de la flota de ròssec al llarg de tot l'any.

METODOLOGIA

S'ha utilitzat una de les metodologies estàndard internacionals d'avaluació de poblacions, un model global o de producció, amb les captures i l'esforç pesquer de la flota des del 1977 fins al 2013. Per a més detalls sobre la metodologia, es pot consultar el treball que s'ha publicat sobre aquesta avaluació (Quetglas *et al.*, 2015).

RESULTATS

Els resultats de l'avaluació mostren que la sípia s'ha mantingut, en general, en un estat de sobreexplotació ($F/F_{RMS} > 1$) al llarg de la sèrie històrica analitzada (1977-2013). Alguns anys, però, l'espècie s'ha situat a prop del nivell d'explotació òptim ($F/F_{RMS} \sim 1$) o lleugerament per davall del nivell de sobreexplotació ($F/F_{RMS} < 1$: 1988, 1989, 2000 i 2004). El valor mitjà d'aquest indicador durant el període analitzat ha estat d'1,38; amb un mínim i un màxim de 0,75 i 2,10, respectivament.



Evolució de l'estat d'explotació (F/F_{RMS}) de la sípia entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

Estat d'explotació del pop roquer (*Octopus vulgaris*)

QUÈ ÉS?

El pop roquer és un cefalòpode demersal que habita la zona compresa des de la costa fins al límit de la plataforma continental (aproximadament, a uns 200 metres de profunditat). És una espècie de distribució cosmopolita en aigües tropicals, subtropicals i temperades.

PER QUÈ?

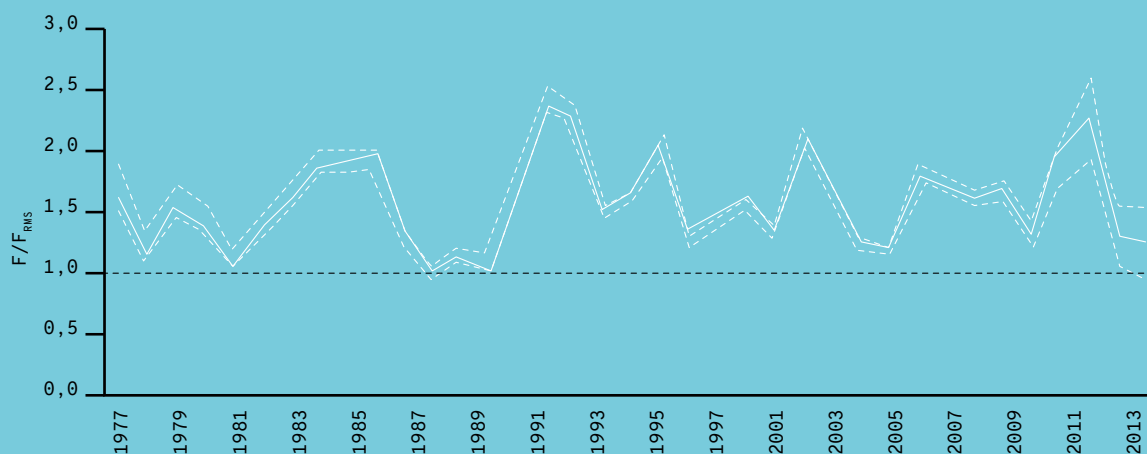
És una espècie amb un gran interès comercial a tot el món, que es captura amb diferents arts de pesca (ròssec, nanses, cadups, tremall). A les Balears, aproximadament el 90 % de les captures provenen de la flota de ròssec.

METODOLOGIA

S'ha utilitzat una de les metodologies estàndard internacionals d'avaluació de poblacions, un model global o de producció, amb les captures i l'esforç pesquer de la flota des del 1977 fins al 2013. Per a més detalls sobre la metodologia, es pot consultar el treball que s'ha publicat sobre aquesta avaluació (Quetglas *et al.*, 2015).

RESULTATS

Els resultats de l'avaluació mostren que el pop roquer s'ha mantingut en un estat de sobreexplotació ($F/F_{RMS} > 1$) al llarg de la sèrie històrica analitzada (1977-2013). Només en alguns anys concrets l'espècie s'ha situat propera al nivell d'explotació òptim ($F/F_{RMS} \sim 1$). El valor mitjà d'aquest indicador durant el període analitzat ha estat d'1,54; amb un mínim de 0,97 l'any 1988 i un màxim de 2,35 l'any 1992.



Evolució de l'estat d'explotació (F/F_{RMS}) del pop roquer entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

Encara que són renovables, els recursos vius també són limitats, de manera que s'ha d'intentar trobar un nivell d'explotació que permeti obtenir-ne el màxim rendiment i alhora assegurí la sostenibilitat futura tant de la mateixa explotació com de les poblacions de les espècies explotades. Per aquest motiu, la gestió pesquera afecta diferents aspectes de l'activitat humana, no tan sols econòmics i sociològics, sinó també ecològics.

La determinació de l'estat d'explotació d'una població es du a terme mitjançant els models d'avaluació. Hi ha diversos tipus de models que es diferencien bàsicament per la quantitat i la naturalesa de les dades d'entrada que es requereixen per aplicar-los. Actualment, els models més utilitzats mundialment són els models globals, o de producció, i els models analítics.

Els models globals són els més senzills que hi ha, atès que únicament necessiten sèries històriques de captura i esforç d'una sèrie d'anys tan llarga com sigui possible. Pel fet de simular la pesca de forma global, sense entrar en detalls sobre la composició per talles i les característiques biològiques de les espècies, es coneixen amb el nom de *models globals*. Es coneixen també amb el nom de *models de producció* perquè simulen el creixement en biomassa (o producció) d'una població en un ambient limitat, de manera que aquesta biomassa augmenta fins a un valor màxim que depèn de diversos factors, com ara l'espai i els recursos disponibles.

Els models analítics es coneixen amb aquest nom perquè simulen l'explotació pesquera mitjançant l'anàlisi dels seus principals components, això és, l'estructura de talles de l'espècie objectiu, les estadístiques pesqueres i determinats paràmetres biològics (per exemple, talla, edat o maduració sexual). Per això mateix, i a diferència dels models globals, només es poden aplicar quan es té un coneixement bastant detallat de la pesquera que es vol avaluar. Hi ha diferents tipus de models analítics, però els més utilitzats avui en dia són l'anàlisi de poblacions virtual (APV) i el rendiment per recluta (RPR).

En ciència pesquera, l'estat d'explotació d'una població s'expressa utilitzant uns indicadors específics anomenats punts de referència, com els coneguts F_{RMS} o $F_{0,1}$. Un punt de referència és un valor convencional derivat de l'anàlisi tècnica que representa l'estat de la població, les característiques del qual es consideren útils per a la gestió d'aquesta població.¹ La F_{RMS} , per exemple, representa la mortalitat per pesca que cal exercir per aconseguir el rendiment màxim sostenible (RMS); la $F_{0,1}$ seria una aproximació de la F_{RMS} .

El rendiment màxim sostenible (RMS) representa el rendiment més gran que es pot aconseguir d'una població explotada al llarg del temps, alhora que se'n manté la capacitat productiva en les condicions ecològiques imperants. El RMS fa referència a un hi-

potètic estat d'equilibri entre la població explotada i l'activitat pesquera. És l'explotació màxima que pot suportar un recurs renovable sense que n'afecti negativament la capacitat de renovació mitjançant el creixement i la reproducció.

L'estat d'explotació d'una població es pot expressar directament, mitjançant la mortalitat pesquera a la qual està sotmesa actualment (F_c), o en forma relativa, tenint en compte aquesta mortalitat actual i la mortalitat necessària per aconseguir el rendiment màxim sostenible (F_c/F_{RMS} o $F_c/F_{0,1}$). Segons aquest quocient, per exemple, la mortalitat pesquera actual per al lluç, que es mostra a continuació, és 7,44 vegades superior al que s'hauria d'aplicar per obtenir-ne una explotació sostenible; així doncs, el lluç està altament sobreexplotat. El quocient per a la sípia, en canvi, indica que aquesta població està a prop del RMS ($F_c/F_{0,1} = 1.078$).

L'evolució de l'estat d'explotació d'una població al llarg del temps es pot representar en termes d'aquests quocients, com es mostra a la figura següent.³ Com a consens general, $F/F_{RMS} > 1$ indica sobreexplotació (punt vermell), mentre que $F/F_{RMS} < 1$ indica subexplotació (punt verd). La figura mostra com el moll de roca de Mallorca va passar a l'estat de sobreexplotació a mitjan dècada dels anys setanta (punt vermell).

Es presenta a continuació tota una sèrie d'indicadors de l'estat d'explotació d'algunes de les principals espècies explotades per part de la flota comercial de les Illes Balears: lluç, moll de roca, gamba rosada, gamba blanca, sípia i pop roquer. Les quatre primeres espècies han estat avaluades mitjançant un model analític (APV), mentre que en els casos de la sípia i del pop roquer s'ha utilitzat un model de producció.

En ambdós casos, els models ens estimen, a partir de les captures i l'esforç pesquer de la flota (i altres paràmetres, en el cas dels models analítics), la quantitat



Figura 1. Evolució de l'estat d'explotació del moll de roca de Mallorca entre els anys 1965 i 2008 representat com el quocient F/F_{RMS} . Els valors superiors a 1 indiquen sobreexplotació (punt vermell), mentre que inferiors a 1 indiquen subexplotació (punt verd). FONT: COB-IEO.

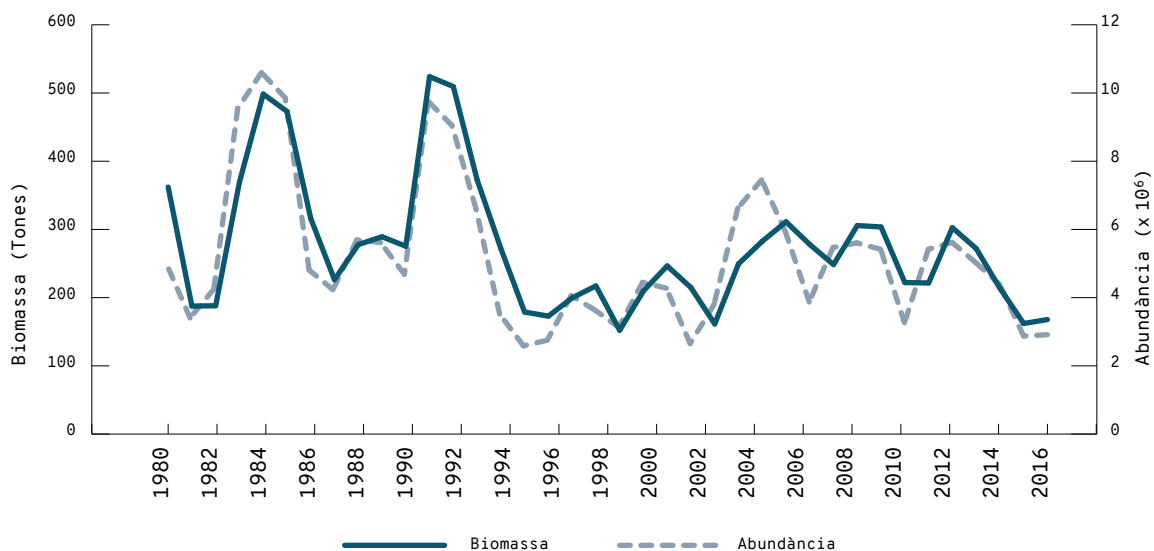


Figura 2. Biomassa i abundància de la població de lluç entre els anys 1980 i 2017. FONT: COB-IEO.

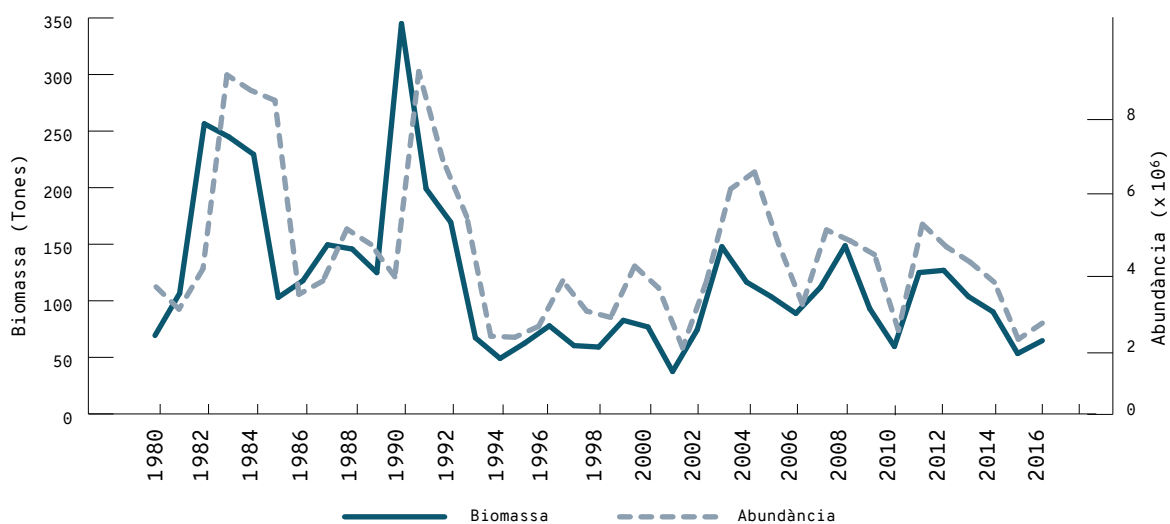


Figura 3. Biomassa i abundància de reclutes de lluç entre els anys 1980 i 2017. FONT: COB-IEO.

total, expressada en abundància (nombre d'individus) i/o biomassa (pes), de la població total que n'hi ha a la mar. Els models analítics ens permeten, a més, determinar aquesta abundància i biomassa per a diferents fraccions de la població. Generalment es determinen aquests paràmetres per als reclutes (individus joves que s'incorporen a la població) i els reproductors, atesa la seva importància en la dinàmica poblacional del recurs.

Els resultats de les avaluacions que es mostren a continuació han estat presentats —i, per tant, avaluats— a les principals organitzacions de gestió pesquera de la Mediterrània: 1) la Comissió General de Pesca del Mediterrani (CGPM; www.fao.org/gfcm/es); i 2) el Comitè Científic, Tècnic i Econòmic de la Pesca (STECF; <https://stecf.jrc.ec.europa.eu/>) de la Comissió Europea. Per a més detall sobre les dades i la metodologia utilitzades en les avaluacions, es poden consultar els informes d'aquestes organitzacions que se citen per a cada espècie.

PEIXOS

Lluç (*Merluccius merluccius*)

Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM (GFCM-SAC-2018) que va tenir lloc a Roma del 19 al 24 de novembre del 2018.

1. Abundància i biomassa de la població

Encara que l'abundància i la biomassa de la població mostren importants oscil·lacions interanuals, no s'observa cap tendència clara al llarg dels anys 1980-2017. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 279 tones, amb un mínim de 155 tones i un màxim de 531 tones.

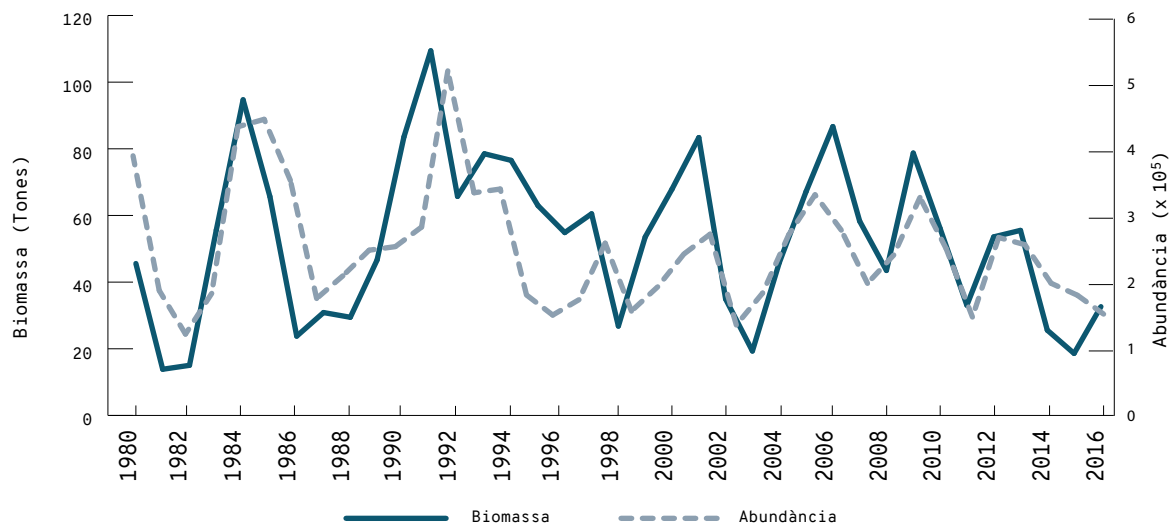


Figura 4. Biomassa i abundància de reproductors de lluç entre els anys 1980 i 2017. FONT: COB-IEO.

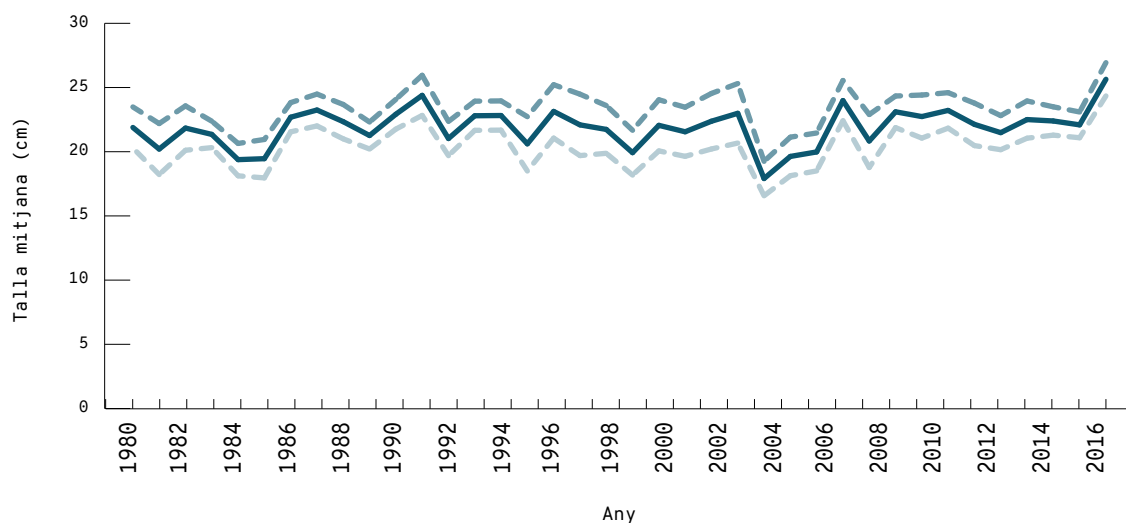


Figura 5. Talla mitjana de la població de lluç entre els anys 1980 i 2017. FONT: COB-IEO.

2. Abundància i biomassa de reclutes

L'abundància i la biomassa dels reclutes segueix el mateix patró que la població total, amb importants oscil·lacions interanuals però sense cap tendència clara al llarg dels anys 1980-2017. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 118 tones, amb un mínim de 37 tones i un màxim de 349 tones.

3. Abundància i biomassa de reproductors

L'abundància i la biomassa dels reproductors segueix el mateix patró que la població total, amb importants oscil·lacions interanuals però sense

cap tendència clara al llarg dels anys 1980-2017. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 65 tones, amb un mínim de 31 tones i un màxim de 111 tones.

4. Talla mitjana i estructura poblacional

La talla mitjana de la població no ha mostrat cap tendència clara durant els anys 1980-2017 i ha variat entre un mínim de 18 cm l'any 2004 i un màxim de 26 cm el 2017. El rang de talles mitjà durant aquest període ha anat dels 5 als 82 cm, amb una talla modal situada als 19-20 cm.

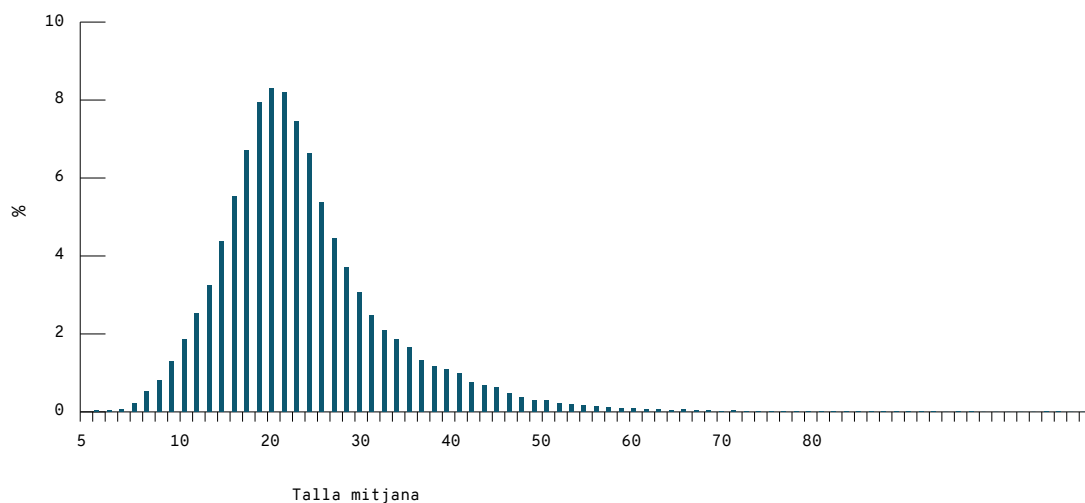


Figura 6. Distribució de talles de la població de lluç entre els anys 1980 i 2017. FONT: COB-IEO.

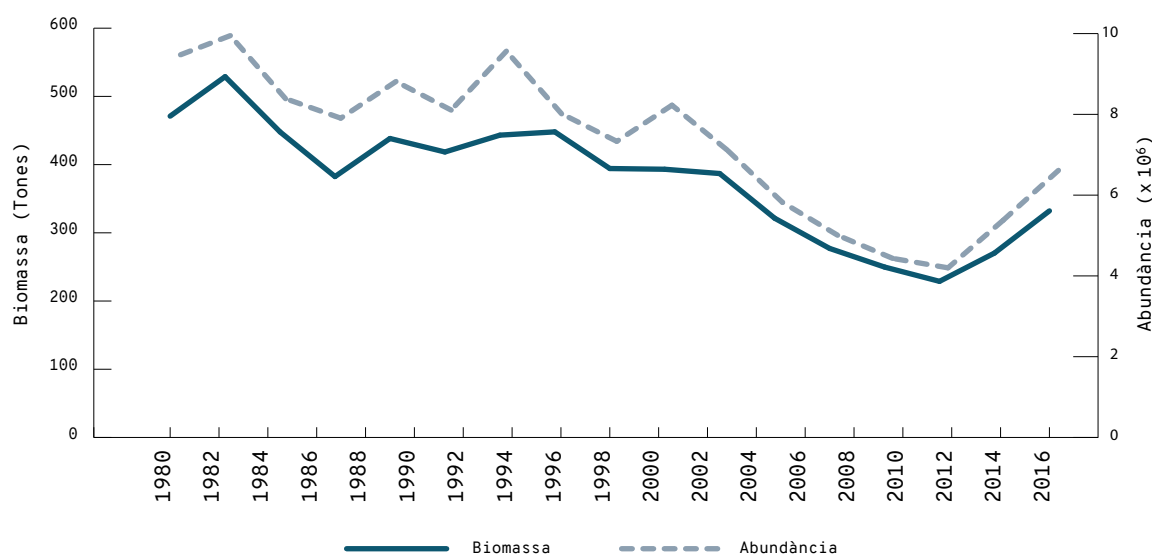


Figura 7. Biomassa i abundància de la població de moll entre els anys 2000 i 2016. FONT: COB-IEO.

5. Estat d'exploració $F_c/F_{0,1}$

La mortalitat per pesca que exerceix actualment la flota pesquera sobre el lluç és més de set vegades superior al punt de referència obtingut per a l'espècie a la especie ($F_c/F_{0,1} = 7,44$).

6. Mortalitat per pesca al rendiment màxim sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punt de referència per a l'espècie obtingut amb l'avaluació presentada ha estat de $F_{0,1} = 0,18$.

Moll de roca (*Mullus surmuletus*)

Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM (GFCM-SAC-2017) celebrat a Roma del 13 al 18 de novembre del 2017.

7. Abundància i biomassa de la població

Entre els anys 2000 i 2014, l'abundància i la biomassa de moll mostren una clara tendència descendent, si bé els dos darrers anys (2015-



Fotografia d'un moll de roca (*Mullus surmuletus*). FONT: Joan Sans.

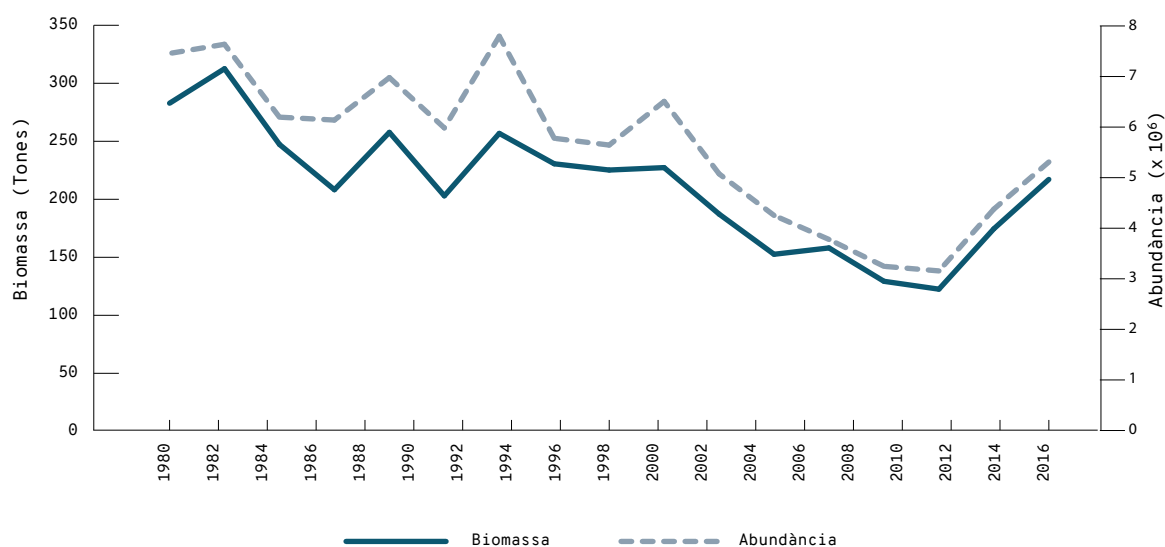


Figura 8. Biomassa i abundància de reclutes de moll entre els anys 2000 i 2016. FONT: COB-IE0.

2016) aquesta tendència pareix que s'inverteix. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 376 tones, amb un mínim de 227 tones i un màxim de 527 tones.

8. Abundància i biomassa de reclutes

L'abundància i la biomassa de reclutes segueix el mateix patró que la població total. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 211 tones, amb un mínim de 122 tones i un màxim de 313 tones.

9. Abundància i biomassa de reproductors

L'abundància i la biomassa dels reproductors segueix el mateix patró que la població total. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 280 tones, amb un mínim de 171 tones i un màxim de 384 tones.

10. Talla mitjana i estructura poblacional

La talla mitjana de la població no mostra cap tendència clara durant els anys 2000-2016; el valor mitjà de la sèrie ha estat de 17,4cm i ha variat

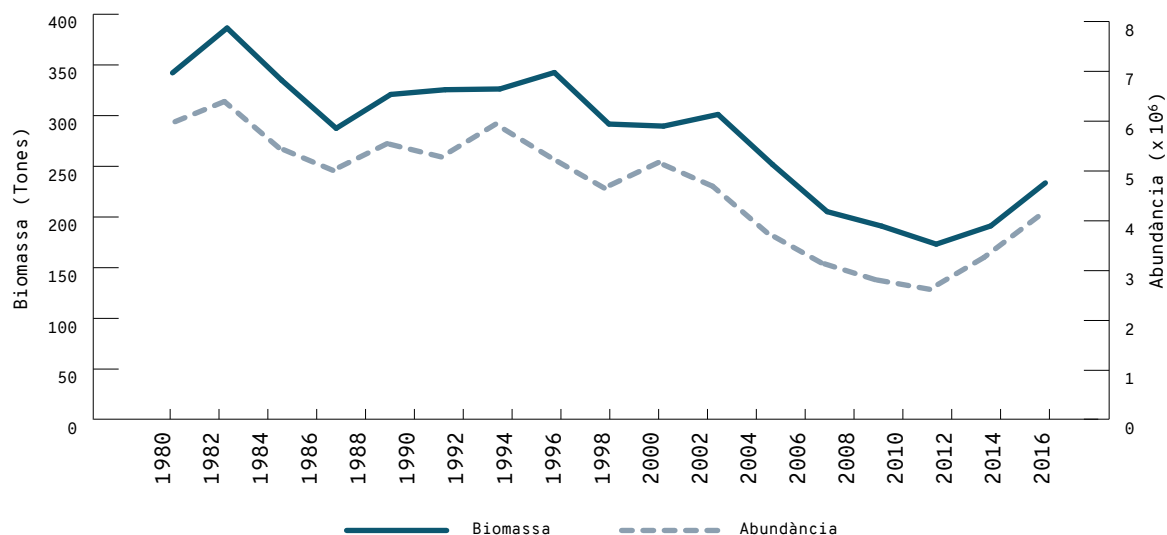


Figura 9. Biomassa i abundància de reproductors de moll entre els anys 2000 i 2016. FONT: COB-IEO.

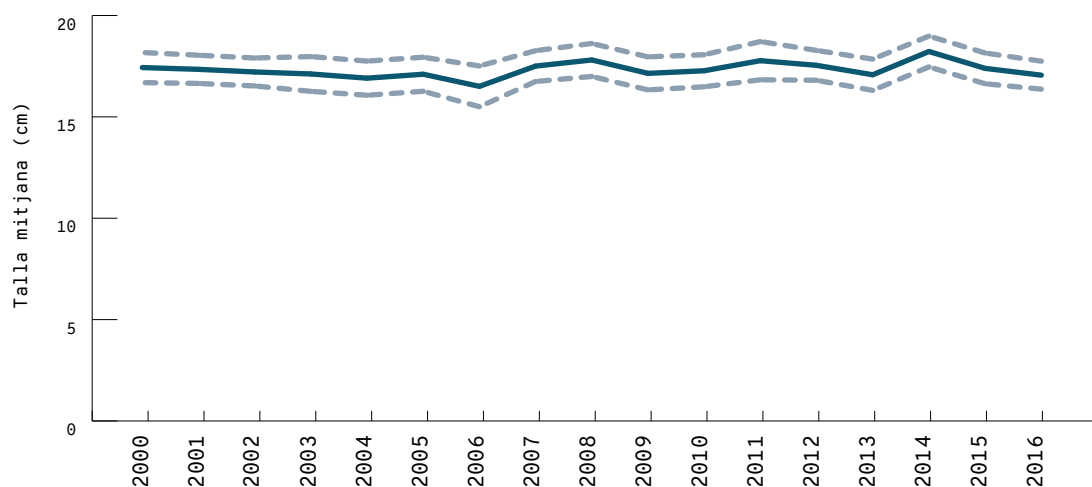


Figura 10. Talla mitjana de la població de moll entre els anys 2000 i 2016. FONT: COB-IEO.

entre un mínim de 16,5cm l'any 2006 i un màxim de 18,3cm el 2014. El rang de talles mitjà durant aquest període ha estat entre els 7 i els 39cm, amb una talla modal situada als 16-17cm.

11. Estat d'explotació $F_c/F_{0,1}$

La mortalitat per pesca que actualment exerceix la flota pesquera sobre el moll és 2,5 vegades superior al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_c/F_{0,1} = 2,55$).

12. Mortalitat per pesca al rendiment màxim sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punt de referència per a l'espècie obtingut amb l'avaluació presentada ha estat de $F_{0,1} = 0,42$.

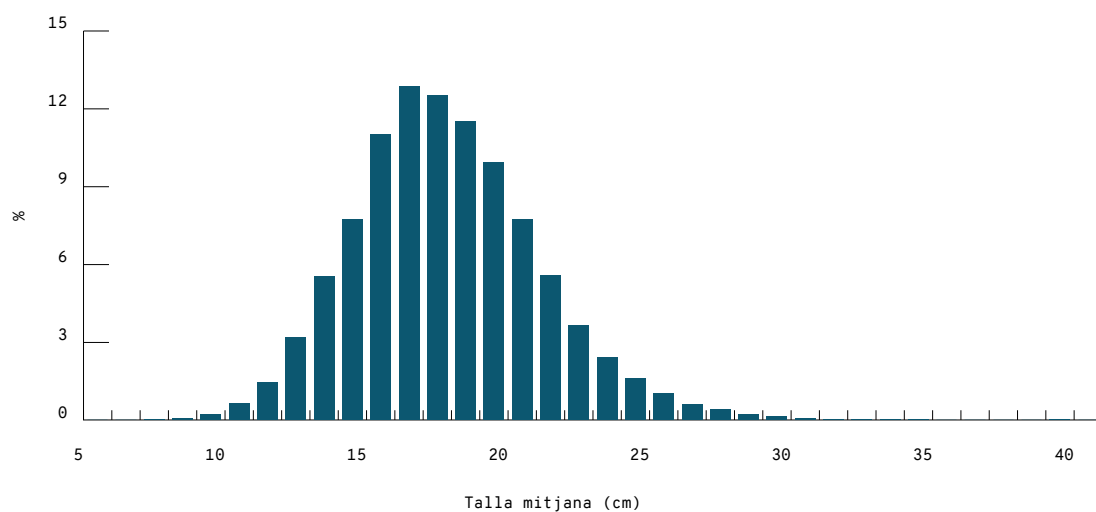


Figura 11. Distribució de talles de la població de moll entre els anys 2000 i 2016. FONT: COB-IE0.

CRUSTACIS

Gamba rosada

(Aristeus antennatus)

Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM (GFCM-SAC-2017) que va tenir lloc a Roma del 13 al 18 de novembre del 2017.

13. Abundància i biomassa de la població

L'abundància i la biomassa de la població total de gamba rosada han disminuït significativament entre els anys 2005 (774 tones) i el 2014 (413 tones). La biomassa mitjana durant el període 1997-2016 ha estat de 566 tones.

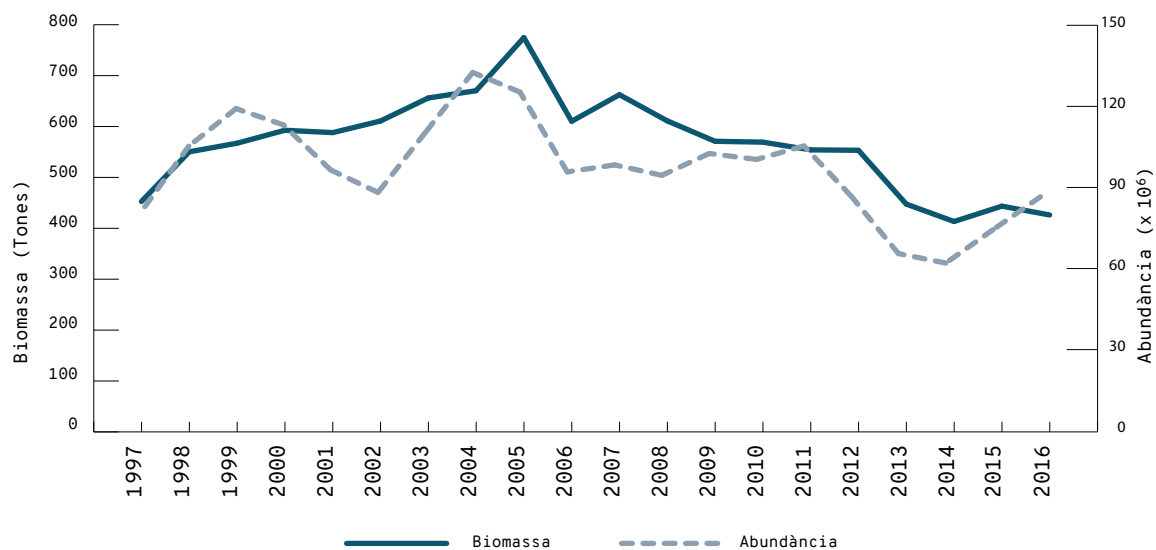


Figura 12. Biomassa i abundància de la població de gamba rosada entre els anys 1997 i 2016. FONT: COB-IEO.

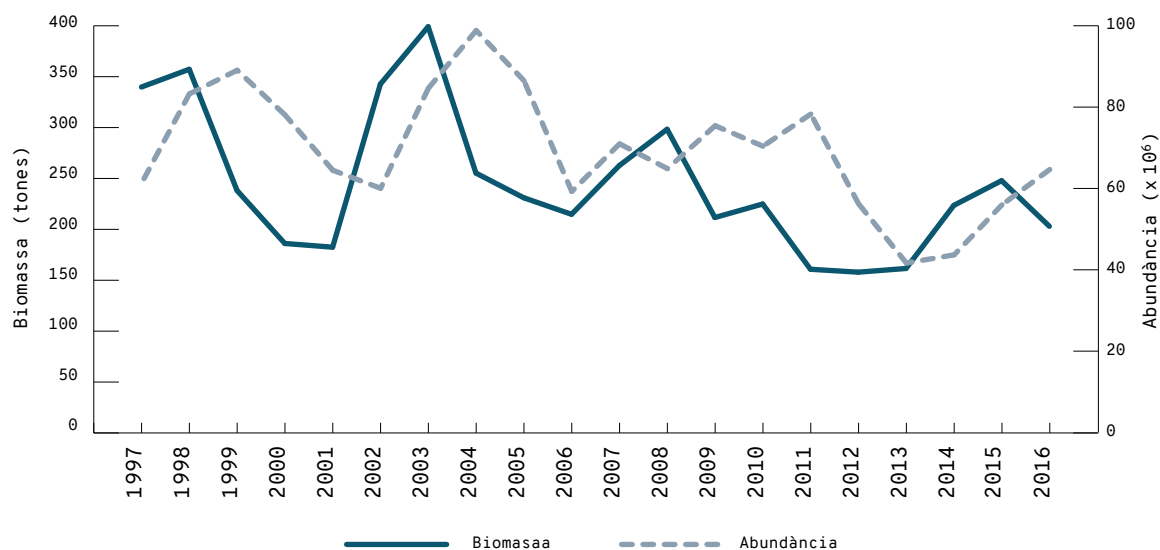


Figura 13. Biomassa i abundància de reclutes de gamba rosada entre els anys 1997 i 2016. FONT: COB-IEO.

14. Abundància i biomassa de reclutes

L'abundància i biomassa dels reclutes de gamba rosada mostren importants variacions interanuals durant el període 1997-2016, amb un màxim de 399 tones el 2004 i un mínim de 158 tones el 2012; la biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 245 tones.

15. Abundància i biomassa de reproductors

La biomassa dels reproductors de gamba rosada ha augmentat de 232 tones el 1997 a 439 tones

el 2005, i ha disminuït posteriorment fins a 237 tones el 2016. La biomassa mitjana durant els anys 1997-2016 ha estat de 329 tones.

16. Talla mitjana i estructura poblacional

La talla mitjana de la població no mostra cap tendència clara durant els anys 2012-2017; el valor mitjà de la sèrie ha estat de 29,3 mm i ha variat entre un mínim de 28,1 mm l'any 2017 i un màxim de 31,2 mm el 2015. El rang de talles mitjà durant aquest període ha estat entre els 14 i els 64 mm, amb una talla modal situada als 26-28 mm.

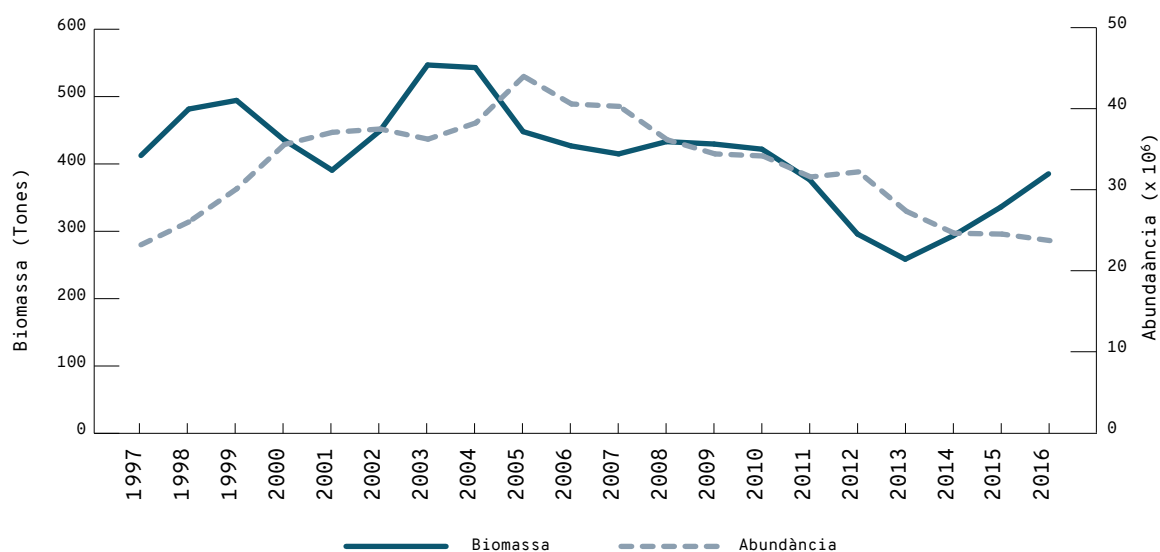


Figura 14. Biomassa i abundància de reproductors de gamba rosada entre els anys 1997 i 2016. FONT: COB-IEO.

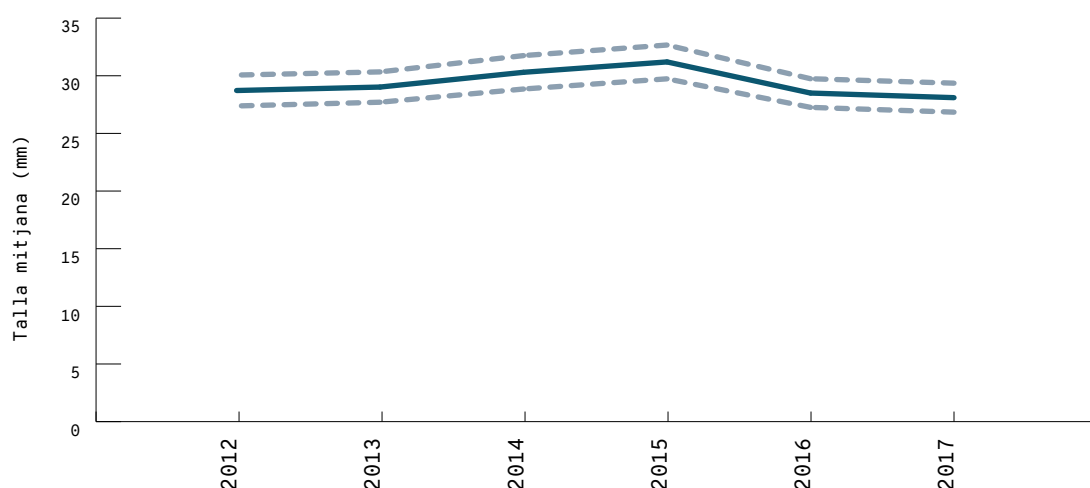


Figura 15. Talla mitjana de la població de gamba rosada entre els anys 2012 i 2017. FONT: COB-IEO.

17. Estat d'explotació $F_c / F_{0,1}$

La mortalitat per pesca que actualment exerceix la flota pesquera sobre la gamba rosada és dues vegades superior al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_c / F_{0,1} = 2,00$).

18. Mortalitat per pesca al rendiment màxim sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punt de referència per a l'espècie obtingut amb l'avaluació presentada ha estat de $F_{0,1} = 0,31$.

Gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*)

Els resultats d'aquesta avaluació es varen presentar al Grup de Treball sobre Avaluació d'Estocs d'Espècies Demersals de la CGPM (GFCM-SAC-2018) que va tenir lloc a Roma del 19 al 24 de novembre del 2018.

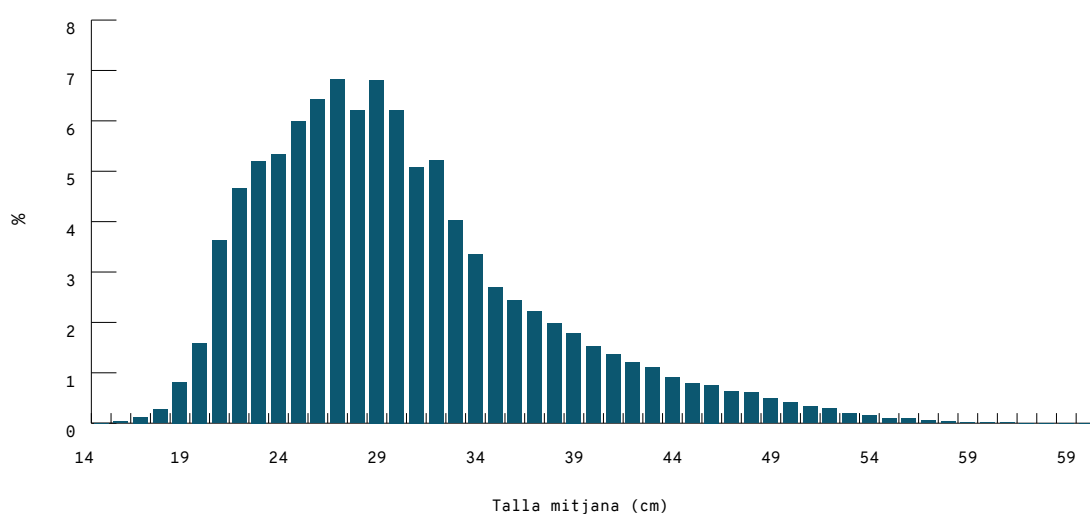


Figura 16. Distribució de talles de la població de gamba rosada. FONT: COB-IEO.

19. Abundància i biomassa de la població

L'abundància i biomassa de la població es varen reduir dràsticament des de l'any 2001 fins al 2006 (de 227 a 8 tones), es varen mantenir en valors molt baixos fins a l'any 2015 (19-36 tones), i posteriorment varen tornar a pujar d'una manera contundent, fins que varen arribar a 230 tones l'any 2017.

20. Abundància i biomassa de reclutes

L'abundància i biomassa de reclutes durant el període analitzat segueixen el mateix patró observat en el cas de la població total, amb un mínim de 4 tones els anys 2005-2006 i un màxim de 174 tones el 2016.

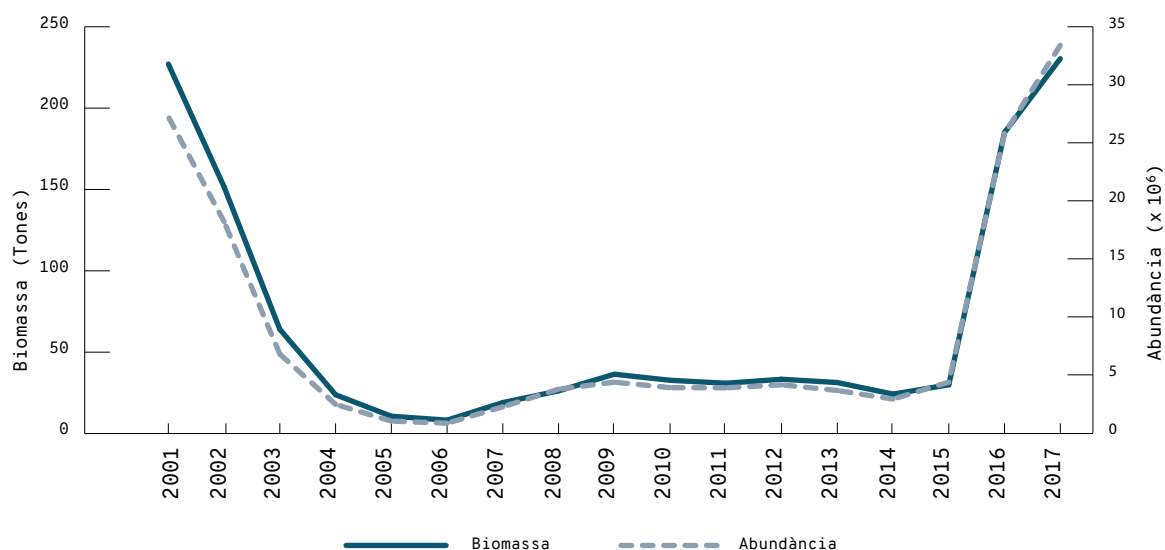


Figura 17. Biomassa i abundància de la població de gamba blanca entre els anys 2001 i 2017. FONT: COB-IEO.

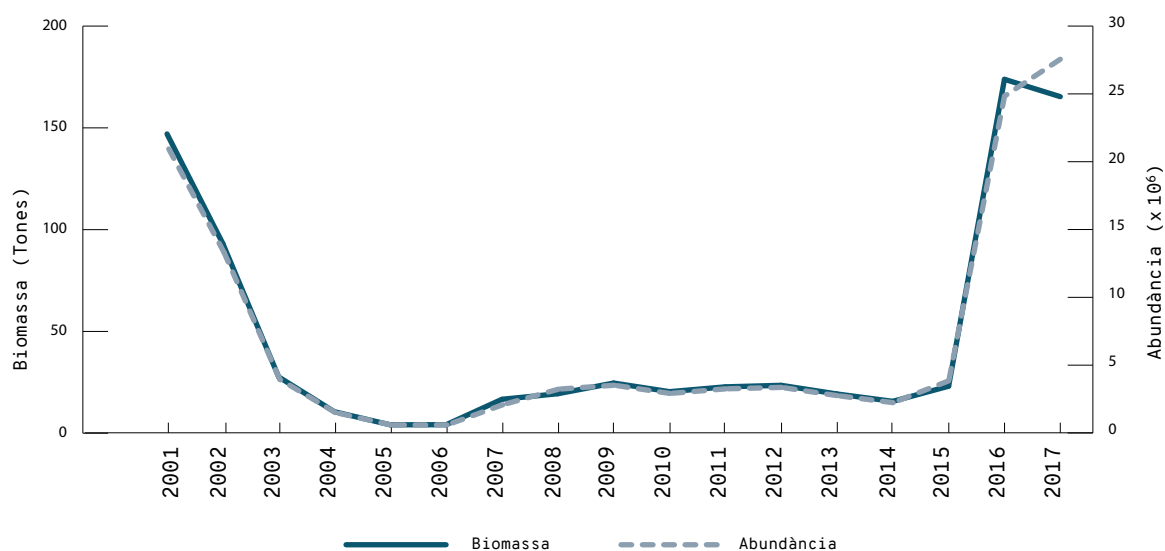


Figura 18. Biomassa i abundància de reclutes de gamba blanca entre els anys 2001 i 2017. FONT: COB-IEO.

21. Abundància i biomassa de reproductors

L'abundància i biomassa de reproductors durant el període analitzat segueixen el mateix patró observat en el cas de la població total, amb mínims durant els anys 2006-2007 i màxims el 2001 i el 2017.

22. Talla mitjana i estructura poblacional

Durant el període 2001-2017, la talla mitjana de la població ha estat de 27,1 mm, amb un mínim de

23,1 mm l'any 2017 i un màxim de 30,0 mm el 2006. El rang de talles mitjà durant aquest període ha estat entre els 14 i els 42 mm, amb una talla modal situada als 25 mm.

23. Estat d'explotació $F_c/F_{0,1}$

La mortalitat per pesca que actualment exerceix la flota pesquera sobre la gamba blanca és propera al punt de referència obtingut per a l'espècie ($F_c/F_{0,1} = 1,23$).

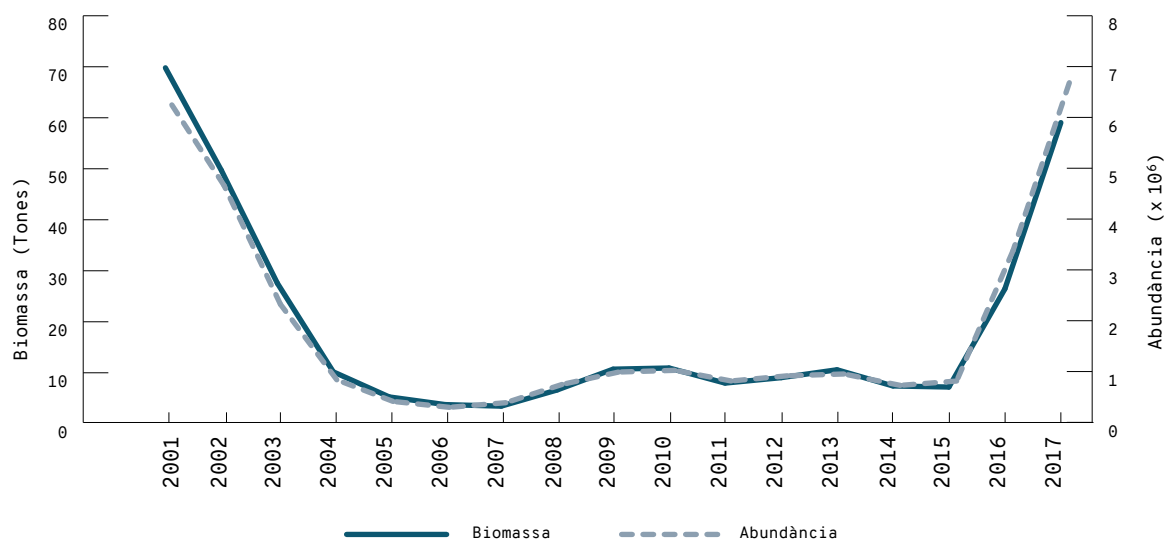


Figura 19. Biomassa i abundància de reproductors de gamba blanca entre els anys 2001 i 2017. FONT: COB-IEO.

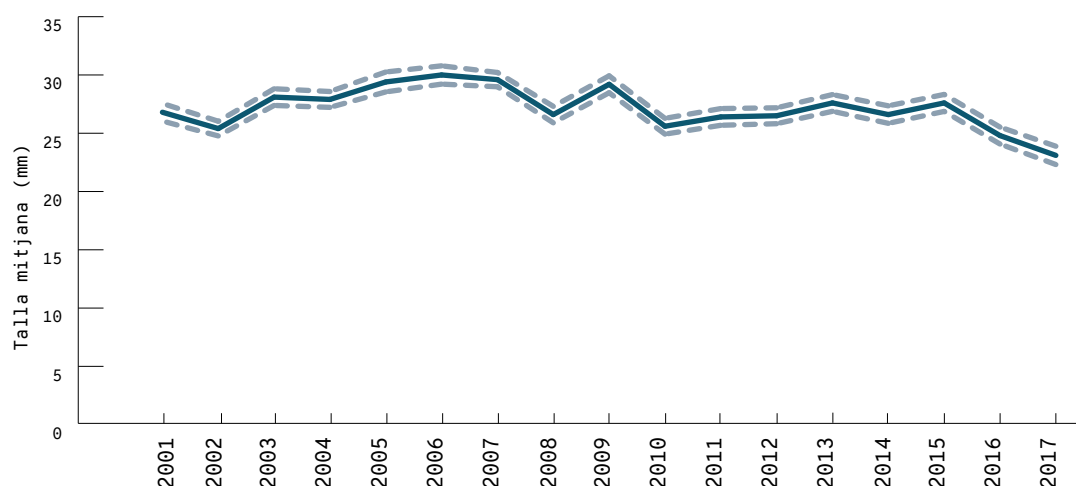


Figura 20. Talla mitjana de la població de gamba blanca entre els anys 2001 i 2017. FONT: COB-IEO.

24. Mortalitat per pesca al rendiment màxim sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punt de referència per a l'espècie obtingut amb l'avaluació presentada ha estat de $F_{0,1} = 0,77$.

MOL · LUSCS

Sípia (*Sepia officinalis*)

Els resultats d'aquesta avaluació provenen de l'aplicació d'un model de producció a la sèrie de dades de captura i esforç entre els anys 1977 i 2013.²

25. Biomassa de la població

Encara que la biomassa de la població mostra oscil·lacions interanuals importants, no s'observa cap tendència clara al llarg dels anys 1977-2013. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 66,88 tones, amb un mínim de 49,67 tones i un màxim de 95,89 tones.

26. Estat d'explotació F_c / F_{RMS}

Els resultats de l'avaluació mostren que la súpia s'ha mantingut, en general, en un estat de sobreexplotació ($F/F_{RMS} > 1$) al llarg de la sèrie històrica analitzada (1977-2013). Alguns anys, però, l'espècie s'ha

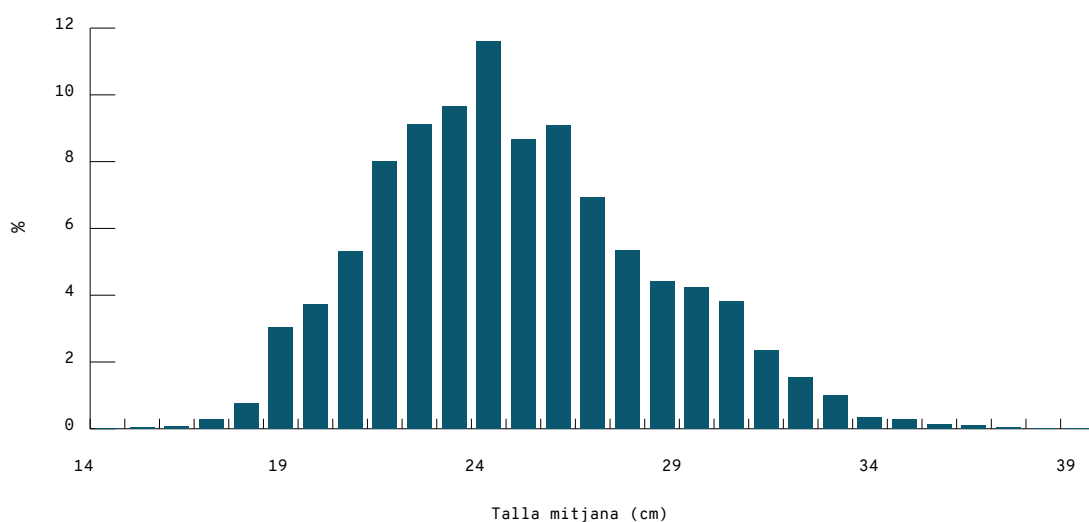


Figura 21. Distribució de talles de la població de gamba blanca entre els anys 2001 i 2017. FONT: COB-IEO.

situat propera al nivell d'explotació òptim ($F/F_{RMS} \sim 1$) o lleugerament per sota del nivell de sobreexplotació ($F/F_{RMS} < 1$: 1988, 1989, 2000 i 2004). El valor mitjà d'aquest indicador durant el període analitzat ha estat d'1,38; amb un mínim i un màxim de 0,75 i 2,10, respectivament.

27. Talla mitjana i estructura poblacional

Els rangs de talles per a la pesquera d'arts menors i de ròssec als mostratges duits a terme han estat, respectivament, de 8-24 cm i de 4-21 cm. En el cas de la pesquera de ròssec, s'observa una única classe modal als 12-13 cm, mentre que a la d'arts menors es diferencia una classe principal als 10-11 cm i una classe modal secundària als 19-20 cm.

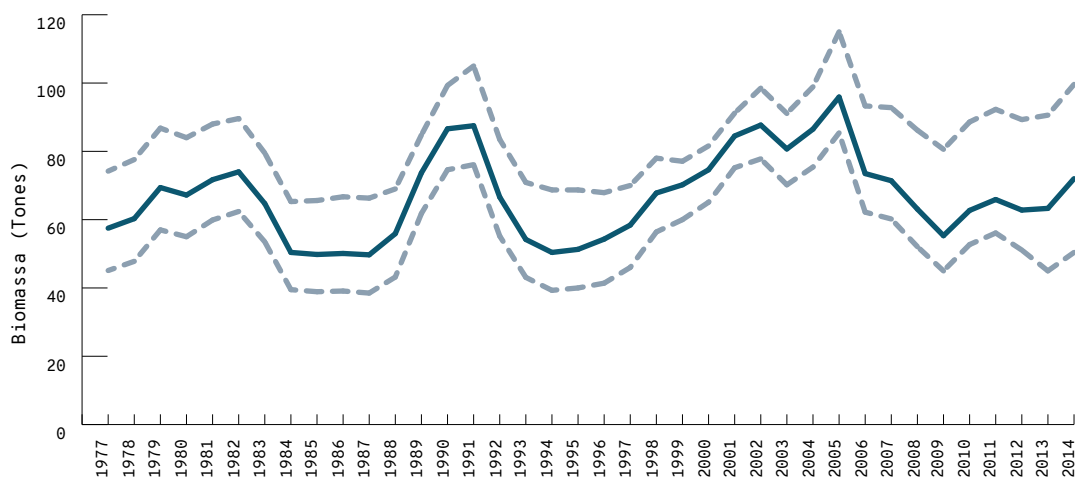


Figura 22. Biomassa de la població de sípia entre els anys 1977 i 2014. FONT: COB-IEO.

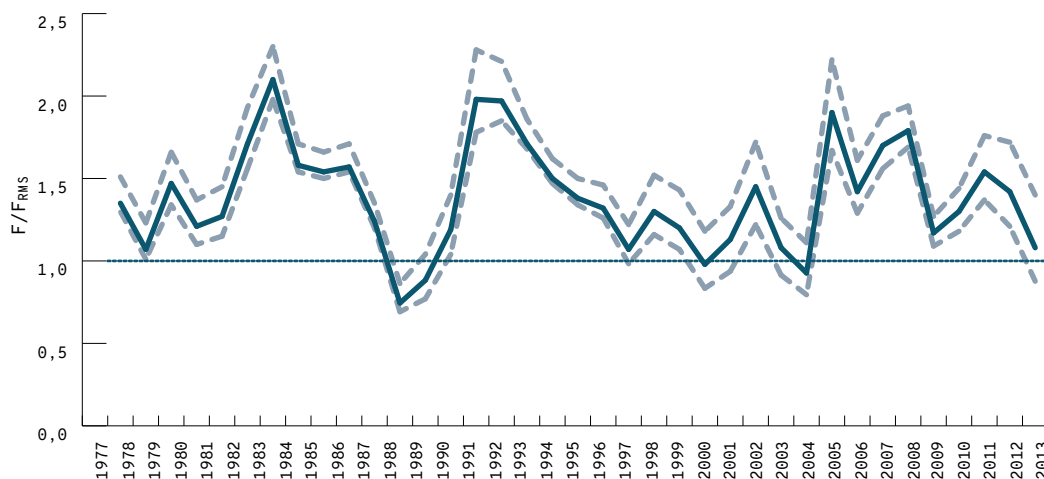


Figura 23. Evolució de l'estat d'explotació (F/F_{RMS}) de la sípia entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

28. Evolució de les captures

Malgrat que mostren importants oscil·lacions interanuals, les captures totals de sípia s'han mantingut relativament estables, sense sofrir cap tendència clara, al llarg dels anys 1977-2013. El valor mitjà de les captures durant aquest període ha estat de 37,42 tones, amb un mínim de 19,76 tones i un màxim de 65,05 tones.

A partir de l'any 2000, les estadístiques pesqueres recullen les captures de sípia per modalitat de pesca (arts menors i ròssec). En aquest cas s'observa el mateix esquema per a cada pesquera: oscil·lacions interanuals importants sense cap tendència tempo-

ral destacable. Les captures totals de la flota d'arts menors són significativament superiors a les de la flota de ròssec, amb captures mitjanes de 34 i 6 tones, respectivament.

29. Mortalitat per pesca al rendiment màxim sostenible (F_{RMS})

El rendiment màxim sostenible (RMS) estimat per al darrer any utilitzat en el model (2013) ha estat de 45,59 tones, i la mortalitat per pesca associada a aquest rendiment màxim (F_{RMS}) ha estat igual a 0,41. Com vèiem a l'apartat 61, en termes relatius, la F observada al darrer any (F_c) és molt propera a la F_{RMS} ($F_c/F_{RMS} = 1,078$).

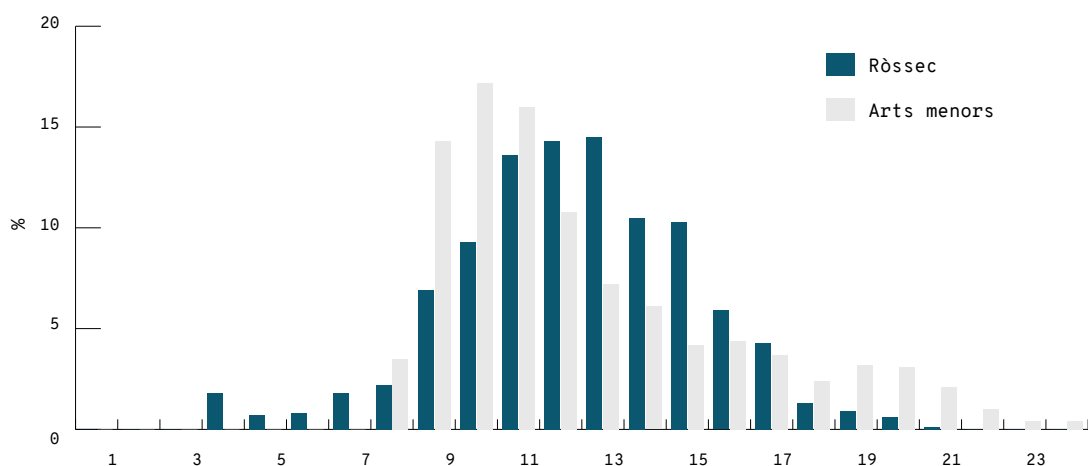


Figura 24. Distribució de talles de la població de sípia entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

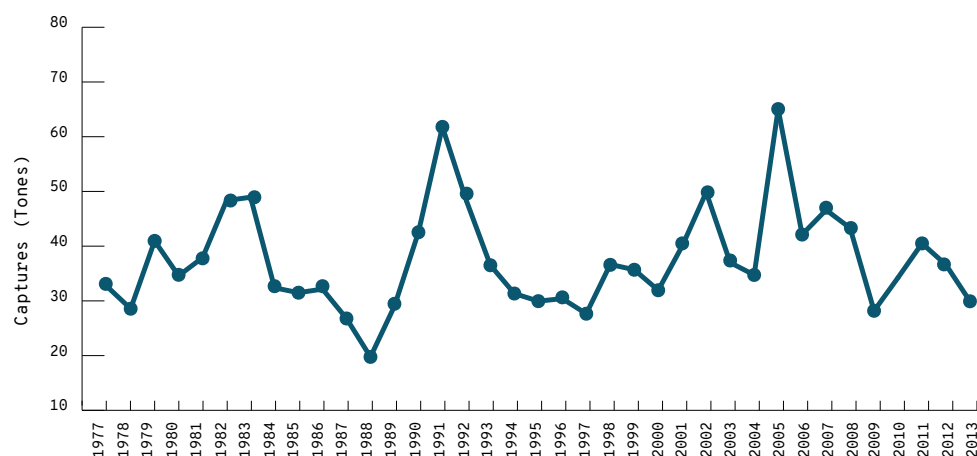


Figura 25. Evolució de les captures de sípia entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

Pop roquer (*Octopus vulgaris*)

Els resultats d'aquesta avaluació provenen de l'aplicació d'un model de producció a la sèrie de dades de captura i esforç entre els anys 1977 i 2013.²

30. Biomassa de la població

La biomassa de la població ha disminuït al llarg del període analitzat. La biomassa mitjana durant aquest període ha estat de 360 tones, amb un mínim de 212 tones l'any 2012 i un màxim de 848 tones el 1977.

31. Estat d'explotació F_c/F_{RMS}

Els resultats de l'avaluació mostren que el pop roquer s'ha mantengut en un estat de sobreexplotació ($F/F_{RMS} > 1$) al llarg de la sèrie històrica analitzada (1977-2013). Només en alguns anys concrets l'espècie s'ha situat propera al nivell d'explotació òptim ($F/F_{RMS} \sim 1$). El valor mitjà d'aquest indicador durant el període analitzat ha estat d'1,54; amb un mínim de 0,97 l'any 1988 i un màxim de 2,35 l'any 1992.



Sípia (*Sepia officinalis*). FONT: Xavier Salvador.

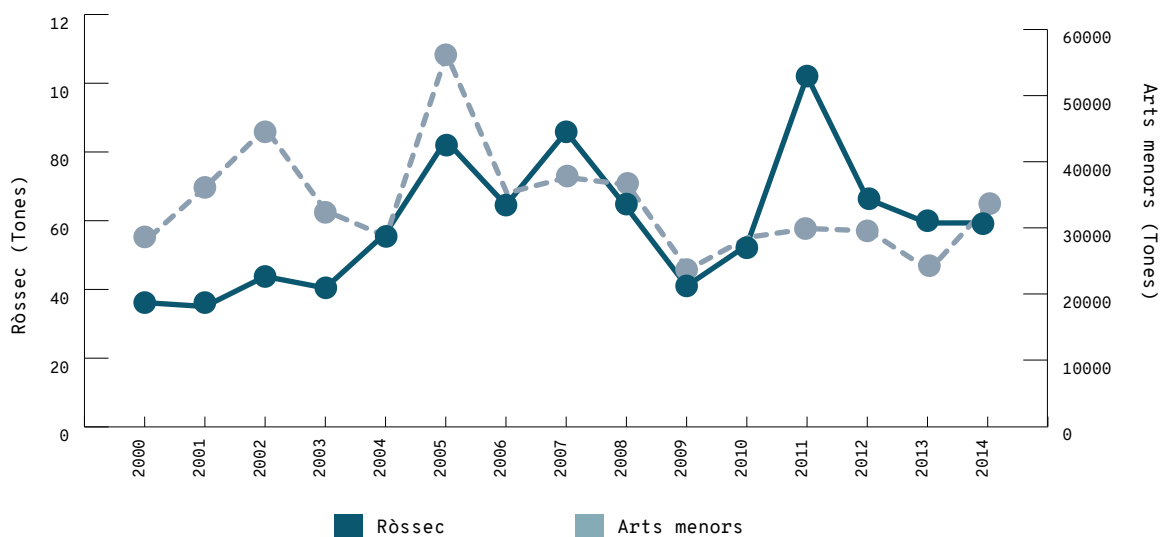


Figura 26. Evolució de les captures de sípia entre els anys 2000 i 2013 per a les pesqueries de ròssec i arts menors. FONT: COB-IEO.

32. Talla mitjana i estructura poblacional

Els rangs de talles per a la pesca d'arts menors i de ròssec als mostratges realitzats han estat, respectivament, de 7-23 cm i de 3-17 cm. La talla modal se situa en els 6-7 cm en el cas de la pesca de ròssec i en els 10-12 cm en la d'arts menors.

33. Evolució de les captures

Malgrat que han sofrit importants oscil·lacions interanuals, les captures totals de pop roquer s'han mantingut relativament estables, sense mostrar cap tendència clara, al llarg del període analitzat. S'observa, però, que les oscil·lacions des de l'any 1977 fins a mitjan dècada dels noranta són de més amplitud que les que s'observen posteriorment. El valor mitjà de les captures durant aquest període ha

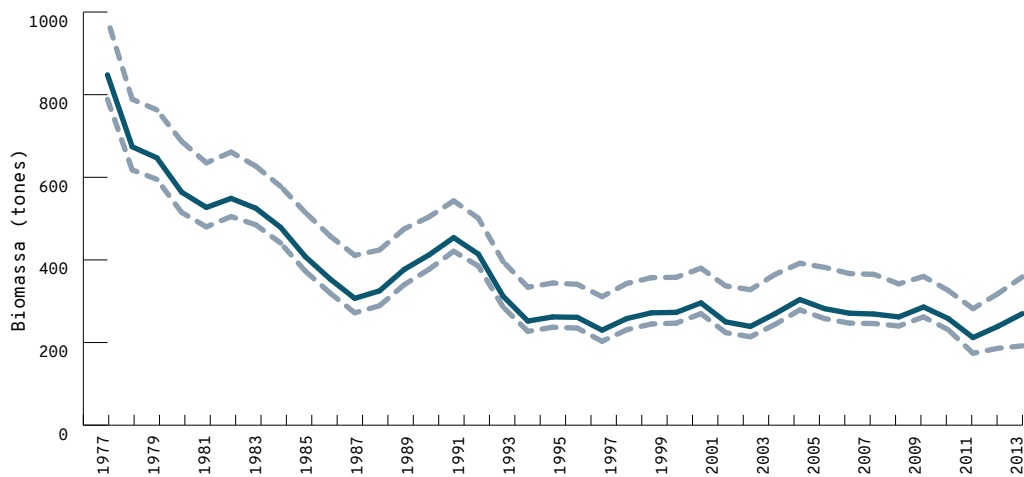


Figura 27. Biomassa de la població de pop roquer entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

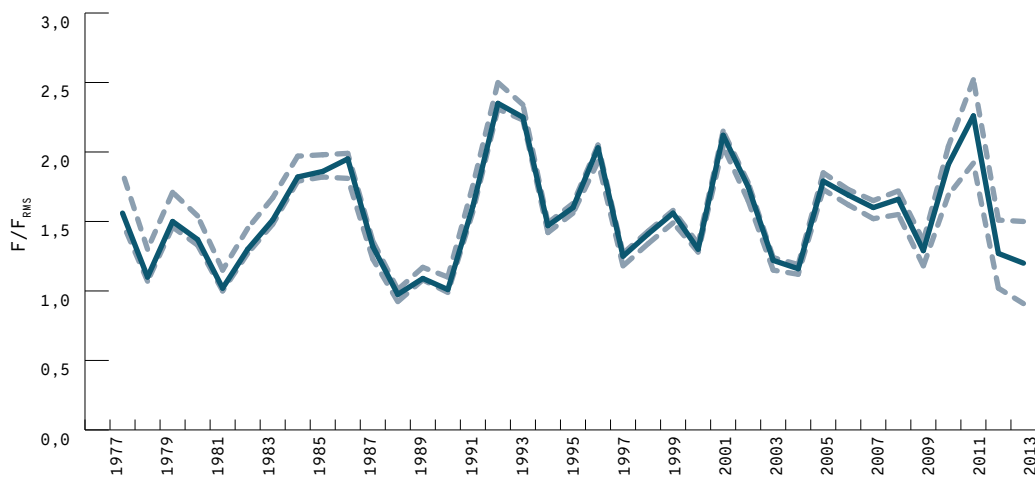


Figura 28. Evolució de l'estat d'explotació (F/F_{RMS}) del pop roquer entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

estat de 166 tones, amb un mínim de 89 tones l'any 2012 i un màxim de 364 tones l'any 1977.

A partir de l'any 2000, les estadístiques pesqueres recullen les captures de pop roquer per modalitat de pesca (arts menors i ròssec). En aquest cas s'observen igualment oscil·lacions interanuals importants, sense cap tendència clara en la pesquera de ròssec, però amb una tendència descendent des de l'any 2005 fins al 2013 en la pesquera d'arts menors. Les captures totals de la flota de ròssec són significativament superiors a

les de la flota d'arts menors, amb unes captures mitjanes de 115 i 15 tones, respectivament.

34. Mortalitat per pesca al rendiment màxim sostenible (F_{RMS})

El rendiment màxim sostenible (RMS) estimat per al darrer any utilitzat en el model (2013) ha estat de 197,6 tones, i la mortalitat per pesca associada a aquest rendiment màxim (F_{RMS}) ha estat igual a 0,31. En termes relatius, la F observada al darrer any (F_c) està lleugerament per sobre de la F_{RMS} ($F_c/F_{RMS} = 1,204$).

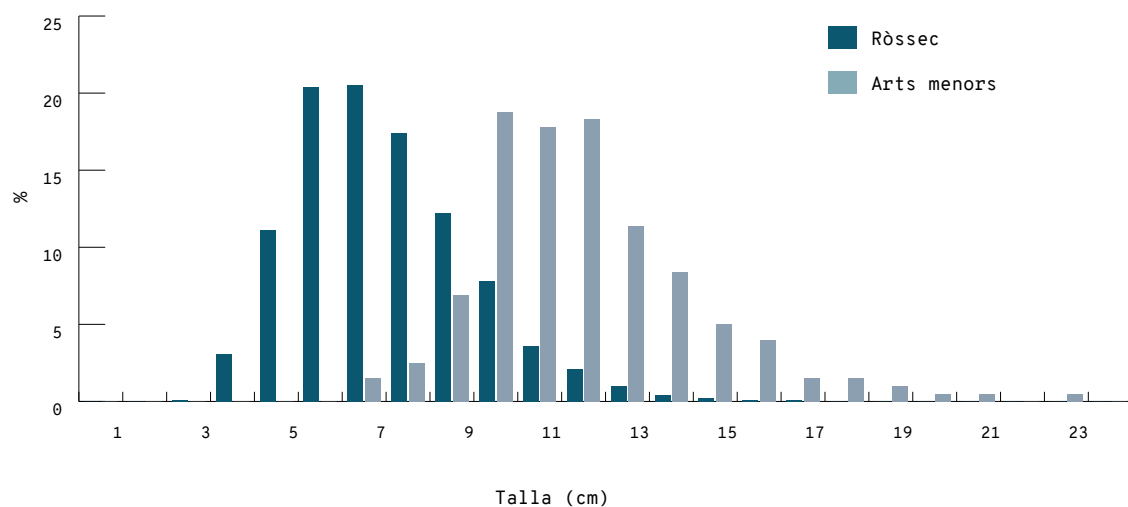


Figura 29. Distribució de talles de la població de pop roquer entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

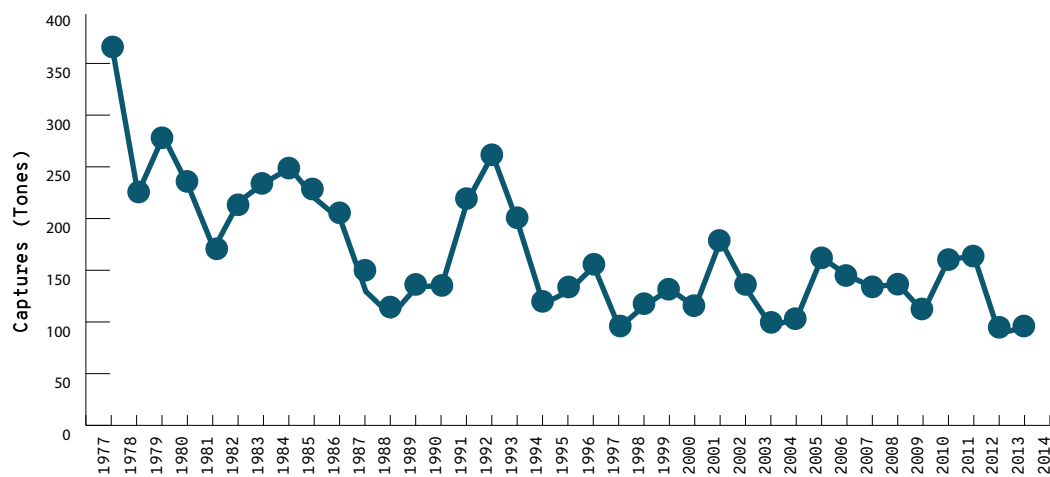


Figura 30. Evolució de les captures de pop roquer entre els anys 1977 i 2013. FONT: COB-IEO.

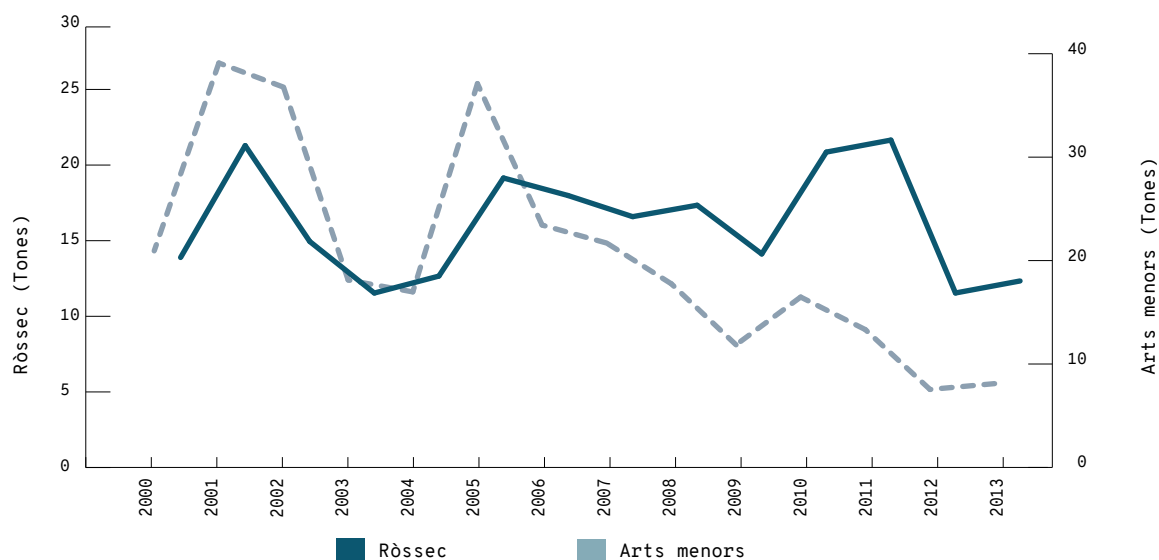


Figura 31. Evolució de les captures de pop roquer (tones) entre els anys 2000 i 2013 per les pesqueries de ròssec i arts menors. FONT: COB-IEO.

REFERÈNCIES

- ¹ CADDY J. F.; MAHON, R. (1995). *Reference points for fisheries management*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO Fisheries Technical Papers; 347, 1-83).
- ² QUETGLAS, A.; KELLER, S.; MASSUTÍ, E. (2015). «Can Mediterranean cephalopod stocks be managed at MSY by 2020? The Balearic Islands as a case study». *Fisheries Management and Ecology*, 22, 349-358.
- ³ QUETGLAS A. *et al.* (2016). *Plan de Implementación Regional para Pesquerías Demersales de las Islas Baleares (Mediterráneo Occidental)* [en línea]. Proyecto Myfish. <<http://www.ba.ieo.es/images/stories/ieo/gruposinves-tigacion/ecoredem/myfish/Myfish-RIP-WestMed-CAT.pdf>>.

CITAR COM

QUETGLAS, A.; GUIJARRO, B.; CARBONELL, A.; MASSUTÍ, E. 2020. «Paràmetres poblacionals i diagnòstic de l'estat dels estocs de les principals espècies explotades». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imb-estocs-de-pesca-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Diego Alvarez-Berastegui, Francisco Alemany, Patricia Reglero, Pilar Tugores, Daniel Ottmann, Melisa Martín, Rosa Balbín, Laura Leyva, Baptiste Mourre, Lara Díaz-Barroso i Joaquín Tintoré.

Índex d'abundància de túnids a l'arxipèlag balear

L'àrea marina que envolta l'arxipèlag balear és una zona clau per a l'ecologia reproductiva de diferents espècies de tonyina i altres grans migradors oceànics.¹ Entre elles hi ha espècies residents a la Mediterrània, com es el cas de la bacora, la melva o el bonítol, i d'altres que passen gran part de la seva vida adulta a l'Atlàntic i fan llargues migracions per reproduir-se aquí, com per exemple la tonyina vermella (figura 1).



Figura 1. Túnids i espècies afins a la mar Balear. FONT: imatge original, www.planettuna.com. Il·lustració de Flavia Gargulio.

Aquesta zona presenta unes característiques oceanogràfiques úniques que afavoreixen el desenvolupament de les primeres fases de vida, quan els ous i larves encara mesuren només uns pocs mil·límetres (figura 2). Les particularitats biofísiques de la mar Balear estan determinades per nombrosos factors, entre els quals destaca la presència de fronts oceànics, corrents i remolins que afavoreixen processos de retenció a diverses àrees de l'arxipèlag, així com el seu règim tèrmic per primavera i estiu.² Diferents estudis han demostrat que la mar Balear actua com a zona de retenció de partícules a tota la Mediterrània occidental, amb temperatures a l'època de posta (juny-juliol) que afavoreixen la supervivència de les larves, cosa que no passa a altres àrees adjacents de la Mediterrània (figura 3).^{3, 4}

En el cas de la tonyina vermella, la mar Balear és l'àrea on s'han registrat fins a dia d'avui les densitats més elevades d'ous i larves de l'espècie, superiors a les observades a qualsevol altra zona de reproducció

de les diverses espècies de tonyina vermella a escala global (golf de Mèxic, oceà Pacífic, oceà Índic).

El nombre de larves (descendents) de la tonyina vermella (*Thunnus thynnus*) i la bacora (*Thunnus alalunga*) està condicionat per l'abundància o biomassa d'adults (reproductors). D'aquesta manera, l'estudi de l'abundància de larves i dels factors que en condicionen la supervivència es converteix en una eina clau que serveix per estimar l'abundància dels adults i així conèixer l'evolució de l'estat dels estocs. Per això, l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO) i el Sistema d'Observació i Predicció Costaner de les Illes Balears (SOCIB)⁶ des de l'any 2010 han desenvolupat de manera coordinada nombrosos estudis i campanyes de mostreig, investigant l'ecologia reproductiva d'aquestes espècies i, especialment, l'efecte de la variabilitat ambiental i les onades de calor associades al canvi climàtic sobre els processos clau que condicionen

QUÈ ÉS?

Els índexs larvaris són índexs relatius d'abundància i, per tant, més que els valors absoluts s'analitza la variació temporal, anual en aquest cas. Aquests índexs larvaris poden definir-se com «captura per unitat d'àrea del nombre de larves retrocalculat a 2,5 mm, estandarditzat per a la mortalitat natural i la variabilitat en la distribució espaciotemporal dels hàbitats larvaris. Aquests índexs s'empren com a proxy per a l'estudi de la variació interanual de l'estoc reproductor (abundància d'individus adults), a partir del principi de relació proporcional entre el nombre de descendents (abundància larvària) i el nombre de progenitors (abundància de reproductors)».

METODOLOGIA

L'esquema metodològic es divideix en quatre passes fonamentals:

- Mostratge de larves de túnids amb xarxes bongo en una malla regular a l'entorn de l'arxipèlag balear en les zones de posta de túnids, i mostratge de variables ambientals a través de perfils de CTD.
- Classificació en laboratori de les larves a les mostres a nivell d'espècie, comptatge i mesuratge de les talles.
- Retrocàlcul del nombre de larves de cada talla a la seva abundància original al moment de l'eclosió, considerant els processos de mortalitat de les larves durant el seu desenvolupament.
- Estandardització de les abundàncies observades a factors que afecten la capturabilitat. Aquests factors inclouen aspectes relatius a canvis en la temporalitat de l'època de posta i de desenvolupament de les campanyes de mostratge, aspectes relatius a l'operació de pesca (per exemple, profunditat o volum d'aigua filtrada) i distribució dels hàbitats larvaris respecte a la distribució dels punts de captura.

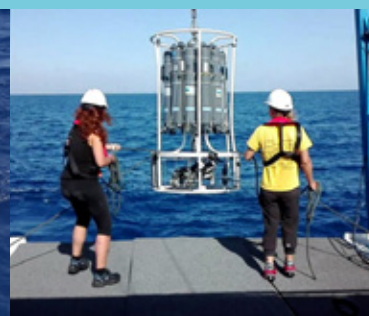
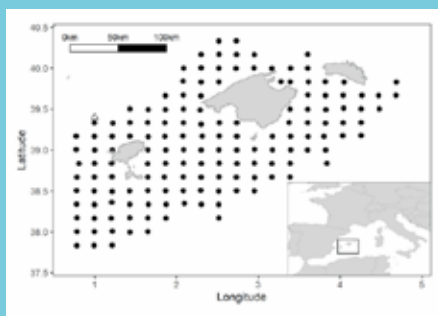
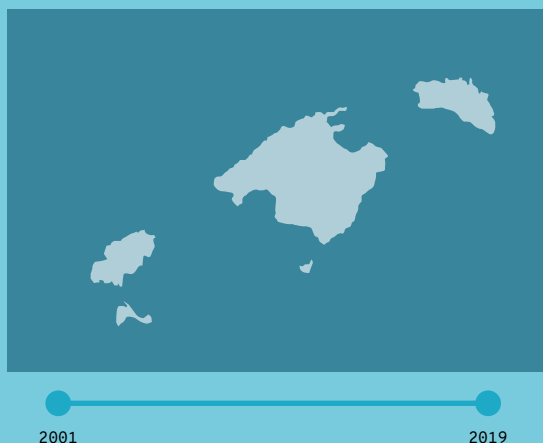
Els paràmetres dels models estadístics utilitzats en el procés del càlcul dels índexs d'abundància en els punts 1 a 4 són específics per a cada espècie. Els detalls d'aquesta parametrització poden consultar-se a la bibliografia per al cas de la tonyina vermella² i de la bacora.³

PER QUÈ?

Aquests índexs, desenvolupats a partir del coneixement de les espècies i l'oceanografia local, són a dia d'avui els únics indicadors independents de la pesquera que s'integren en l'avaluació de l'estat de les poblacions adultes de tonyina vermella de l'Atlàntic i de bacora de la Mediterrània. Les dades que aporten són part estructural dels models poblacionals elaborats per la Comissió Internacional per la Conservació de la Tonyina Atlàntica (ICCAT en les seves sigles en anglès) a partir dels quals s'estableixen les quotes de pesca. Per tant, tenen un paper fonamental en la millora del procés d'avaluació de les poblacions i la seva gestió pesquera, que afecta 51 països.

La importància d'aquests índexs ha estat especialment rellevant en el procés de monitorització de la recuperació de la tonyina vermella, que va assolir l'any 2011 els nivells més baixos en biomassa de reproductors de la història, col·locant aquesta espècie a prop del col·lapse, i que s'ha anat recuperant progressivament al llarg de la darrera dècada. A partir d'aquesta recuperació, les quotes de pesca de tonyina vermella concedides a l'Estat espanyol han passat de 2.504 tones l'any 2014 a 6.107 l'any 2020.¹ L'increment de les quotes ha permès a la flota artesanal de les Illes Balears obtenir des de l'any 2018 una quota de captura i iniciar un nou programa de pesca dirigit per la Federació Balear de Confraries de Pescadors.

LOCALITZACIÓ



A l'esquerra, localització de les zones de mostratge; al centre, pesca de larves amb xarxes bongo; a la dreta, presa de mostres d'aigua i perfils verticals de paràmetres ambientals amb CTD.

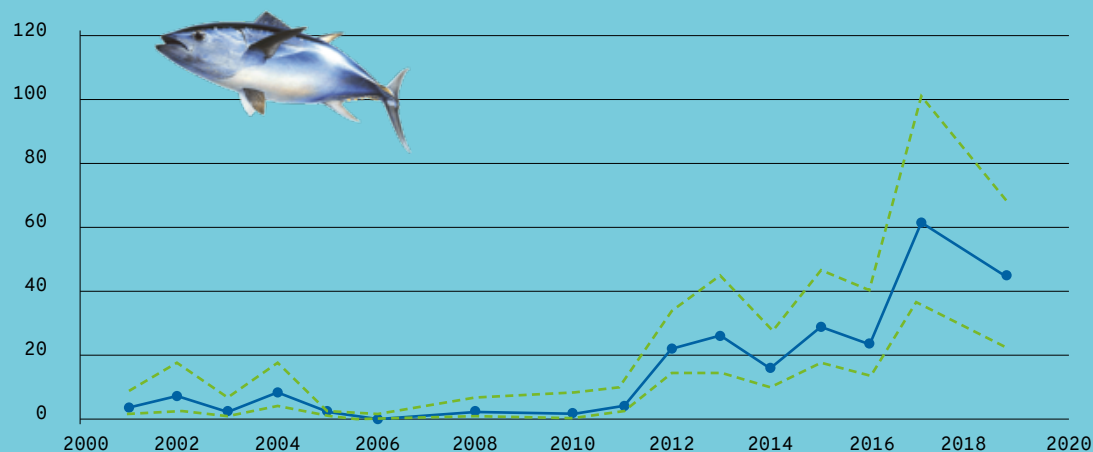


Figura 1. Índex larvari de tonyina vermella. Els valors s'expressen en captura per unitat d'àrea (CPUA), nombre de larves de 2,5 mm per 10 m². FONT: imatge de tonyina vermella, www.planettuna.com.

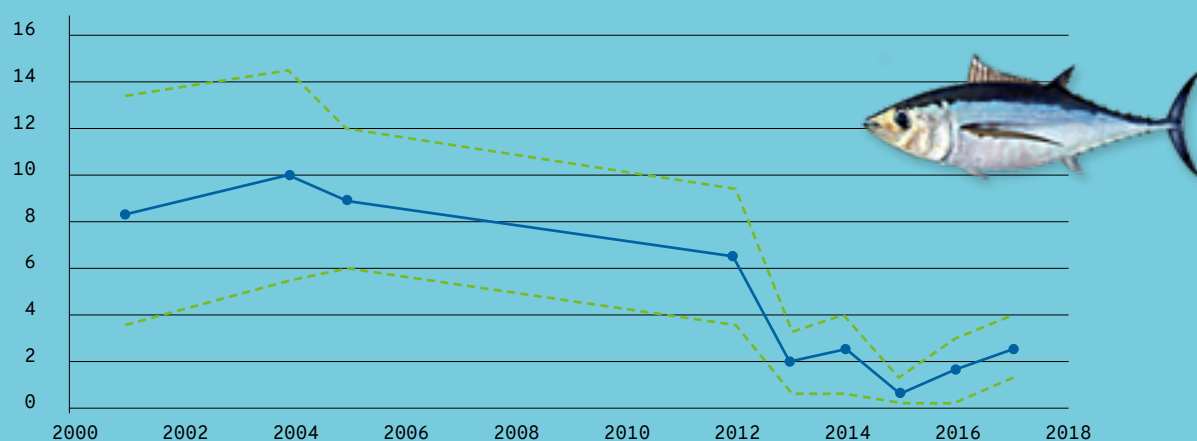


Figura 2. Índex larvari de la tonyina blanca, els valors s'expressen en captura per unitat d'àrea (CPUA), nombre de larves de 2,5 mm per 10 m². FONT: imatge de tonyina blanca, www.planettuna.com.

RESULTATS

La figura 1 mostra les tendències dels índexs d'abundància de tonyina vermella de l'Atlàntic (*Thunnus thynnus*). Els resultats per a aquesta espècie presenten valors mínims en la primera dècada de l'any 2000 i un increment progressiu des de l'any 2010. Aquesta tendència creixent en la darrera dècada concorda amb les tendències detectades per altres índexs deri-

vats de l'activitat pesquera o del seguiment d'individus juvenils.⁴ La figura 2 presenta l'índex larvari de la tonyina blanca. Aquest índex mostra una tendència decreixent al llarg de les dues darreres dècades amb una possible estabilització de la població a partir de l'any 2013, tendència que es confirma amb els índexs de les pesqueres de palangre a la Mediterrània occidental.

REFERÈNCIES

¹ UE (2020). Annex ID Reglament (UE) 2020/123 del Consell, de 27 de gener de 2020, pel qual s'estableixen per a l'any 2020 les possibilitats de pesca per a determinades poblacions i grups de poblacions de peixos, aplicables en aigües de la Unió i, en el cas dels vaixells pesquers de la Unió, en determinades aigües no pertanyents a la Unió.

² ALVAREZ-BERASTEGUI, D. *et al.* (2018). «Integrating reproductive ecology, early life dynamics and mesoscale oceanography to improve albacore tuna assessment in the Western Mediterranean». *Fisheries Research*, 208, 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.08.014>

³ ALVAREZ-BERASTEGUI, D. *et al.* (2020). «Bluefin tuna larval indices in the Western Mediterranean, ecological and analytical sources of uncertainty». *ICCAT Collective Volumes of Scientific Papers*, 77, 289-311.

⁴ ICCAT (2020). «Report of the 2020 ICCAT intersessional meeting of the bluefin tuna species group (14-22 may 2020)». (scrs/2020/002). *ICCAT Collective Volumes of Scientific Papers*, 77(2), 96-214.

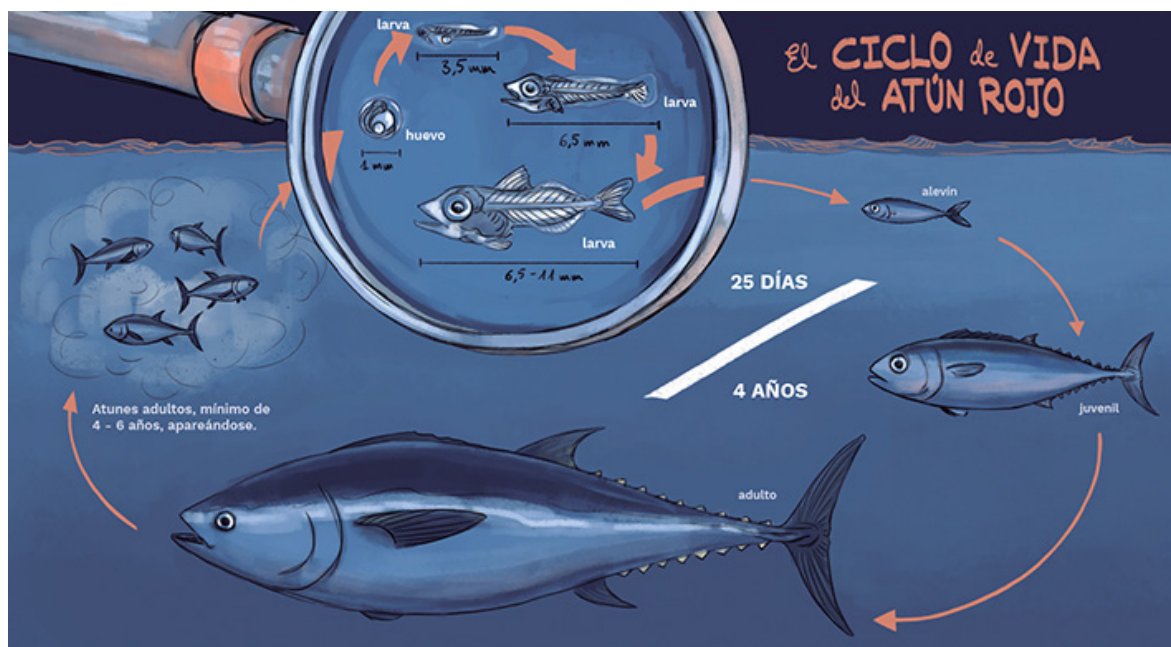


Figura 2. El ciclo de vida de la tonyina roja. FONT: imatge original, www.planettuna.com.

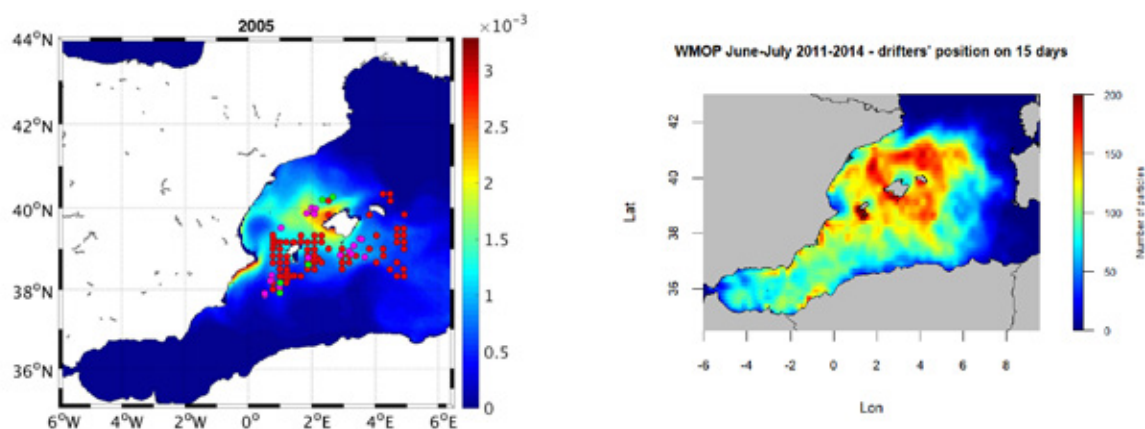


Figura 3. A l'esquerra, distribució de la probabilitat de supervivència larvària condicionada per la temperatura. Dades de tonyina vermella a la Mediterrània occidental l'any 2015;⁴ a la dreta, acumulació del nombre de partícules procedents de l'àrea [6W-6E/35N-42N] a la Mediterrània occidental durant l'època de posta de túnids després de quinze dies de dispersió (temps mitjà de desenvolupament fins a la fase piscívora). Simulacions a partir del model de corrents WMOP del SOCIB⁵ per als mesos de juny i juliol entre els anys 2011 i 2014.³

la supervivència en les primeres fases de vida. Aquestes investigacions han permès desenvolupar diferents estudis sobre la relació entre la variabilitat oceanogràfica, l'oceanografia operacional i l'ecologia de túnids,^{7,4} que són la base dels «índexs larvaris» que aquí es presenten.

Aquests índexs larvaris informen sobre l'abundància de larves, considerant factors com canvis en la seva distribució espacial en funció dels corrents o processos de mortalitat natural, les taxes dels quals són molt elevades en les primeres fases de desenvolupament.⁸ Les anàlisis, desenvolupades mitjançant models estadístics d'estandardització, permeten associar la tendència d'aquestes abundàncies larvàries a la d'abundància dels reproductors,^{9, 10} la qual cosa les fa especialment rellevants perquè aporten una informació única a la Comissió Internacional per la Conservació de la Tonyina Atlàntica¹¹ sobre l'estat de les poblacions adultes, considerada per establir les regulacions pesqueres, basades principalment en limitacions de la captura total anual.

METODOLOGIA

L'obtenció d'índexs d'abundància de larves de túnids i la seva aplicació com a proxy a l'estudi de la variació interanual de l'estoc reproductor (abundància d'individus adults) es basa en el principi de relació proporcional entre el nombre de descendents (abundància larvària) i el nombre de progenitors (abundància de reproductors).¹² És important considerar que els índexs larvaris són índexs relatius d'abundància i, per tant, és la variació temporal —anual en aquest cas— el que s'analiza, més que els valors absoluts. Aquests índexs larvaris poden definir-se com «captura per unitat d'àrea del nombre de larves de 2,5 mm, estandarditzat per a la mortalitat natural i la variabilitat en la distribució spatiotemporal dels hàbitats larvaris». L'esquema metodològic es divideix en quatre passes fonamentals:

- 1. Mostatge de larves de túnids amb xarxes bongo en una malla regular a l'entorn de l'arxipèlag balear en les zones de posta de túnids

Taula 1. Resum de les campanyes emprades per a la darrera actualització dels índexs larvaris.

| Any | Projecte | Art de pesca | Nre. de mostres | Dates |
|------|--------------------|--------------|-----------------|---------------|
| 2001 | Tunibal | B60 | 162 | 16/06 - 07/07 |
| 2002 | Tunibal | B60 | 171 | 07/06 - 28/06 |
| 2003 | Tunibal | B60 | 198 | 03/07 - 29/07 |
| 2004 | Tunibal | B60 | 166 | 18/06 - 08/07 |
| 2005 | Tunibal | B60 | 186 | 27/06 - 23/07 |
| 2006 | Tunibal | B90 | 51 | 17/06 - 14/07 |
| 2007 | | - | - | - |
| 2008 | | B90 | 41 | 29/07 - 11/08 |
| 2009 | Medias | - | - | - |
| 2010 | Medias | B60 | 18 | 18/06 - 19/06 |
| 2011 | Bluefin Tuna | B90 | 84 | 14/05 - 17/07 |
| 2012 | ATAME/Bluefin Tuna | B90 | 153 | 21/06 - 08/07 |
| 2013 | Bluefin Tuna | B90 | 124 | 20/06 - 10/07 |
| 2014 | Bluefin Tuna | B90 | 92 | 13/06 - 30/06 |
| 2015 | Bluefin Tuna | B90 | 94 | 23/06 - 09/07 |
| 2016 | Bluefin Tuna | B90 | 95 | 21/06 - 07/07 |
| 2017 | Bluefin Tuna | B90 | 92 | 26/06 - 12/07 |

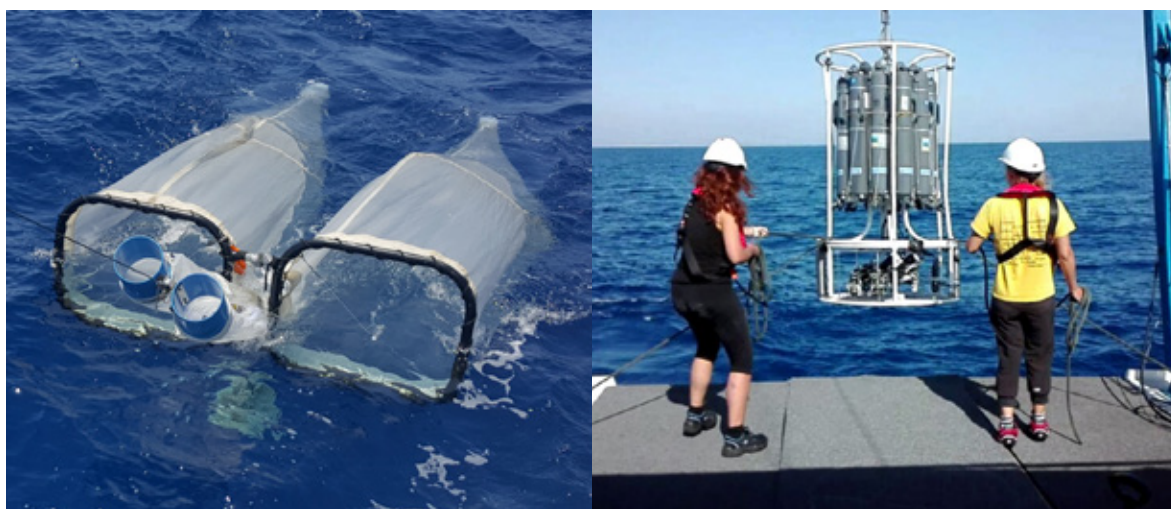


Figura 4. A l'esquerra, pesca de larves amb xarxes bongo; a la dreta, presa de mostres d'aigua i perfils verticals de paràmetres ambientals amb CTD.

i mostratge de variables ambientals a través de perfils de CTD (figura 4).

- 2. Classificació al laboratori de les larves de les mostres a nivell d'espècie, comptatge i mesurament de les talles.
- 3. Retrocàlcul del nombre de larves de cada talla a la seva abundància original al moment de l'eclosió, considerant els processos de mortalitat de les larves durant el seu desenvolupament.
- 4. Estandardització de les abundàncies observades a factors que afecten la capturabilitat. Aquests factors inclouen aspectes relatius a canvis en la temporalitat de l'època de posta i

de desenvolupament de les campanyes de mostratge, aspectes relatius a l'operació de pesca (per exemple, profunditat o volum d'aigua filtrat) i distribució dels hàbitats larvaris respecte a la distribució dels punts de captura.

Els paràmetres dels models estadístics utilitzats al procés de càlcul dels índexs d'abundància en els punts 1 a 4 són específics per a cada espècie. Els detalls d'aquesta parametrització poden consultar-se a la bibliografia per al cas de la tonyina vermella⁸ i de la bacora.¹⁰

Les campanyes de mostratge incloses en la darrera actualització dels índexs larvaris s'han desenvolupat des de l'any 2001 en el marc de diferents projectes (taula 1).

Taula 2. Índexs d'abundància larvària de tonyina vermella de l'Atlàntic a la mar Balear. Índex larvari de tonyina vermella: els valors de l'índex s'expressen en captura per unitat d'àrea (CPUA), nombre de larves de 2,5 mm per 10 m².

| Any | Nre. de mostres | Índex (CPUA) | Error estàndard | Coefficient de variació | Interval de confiança superior | Interval de confiança inferior |
|------|-----------------|--------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2001 | 162 | 4,106 | 1,715 | 0,418 | 7,468 | 0,744 |
| 2002 | 171 | 9,209 | 4,487 | 0,487 | 18,004 | 0,415 |
| 2003 | 198 | 2,129 | 1,152 | 0,541 | 4,386 | - 0,128 |
| 2004 | 166 | 10,448 | 4,368 | 0,418 | 19,010 | 1,886 |
| 2005 | 186 | 1,997 | 0,797 | 0,399 | 3,559 | 0,434 |
| 2008 | 41 | 2,001 | 1,574 | 0,787 | 5,086 | - 1,084 |
| 2011 | 85 | 9,191 | 3,671 | 0,399 | 16,386 | 1,995 |
| 2012 | 153 | 24,984 | 5,446 | 0,218 | 35,659 | 14,309 |
| 2013 | 124 | 39,828 | 12,058 | 0,303 | 63,461 | 16,195 |
| 2014 | 92 | 18,378 | 5,440 | 0,296 | 29,040 | 7,717 |
| 2015 | 94 | 34,441 | 8,444 | 0,245 | 50,992 | 17,890 |
| 2016 | 95 | 30,764 | 8,520 | 0,277 | 47,463 | 14,065 |
| 2017 | 92 | 67,460 | 16,873 | 0,250 | 100,531 | 34,389 |
| 2019 | 108 | 44,888 | 10,413 | 0,232 | 65,299 | 24,478 |

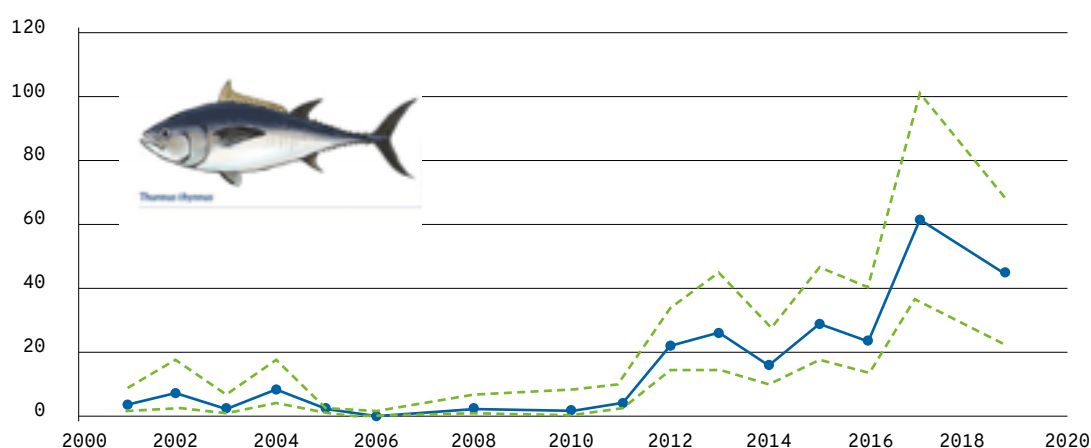


Figura 5. Índex larvari de tonyina vermella: els valors s'expressen en captura per unitat d'àrea (CPUA), nombre de larves de 2,5 mm per 10 m². FONT: imatge de tonyina vermella, www.planettuna.com.

RESULTATS: ÍNDEXS, RELLEVÀNCIA I IMPLICACIONS

1. Índex d'abundància larvària de tonyina vermella i bacora

La taula 2 i la figura 5 mostren les tendències dels índexs d'abundància de tonyina vermella de l'Atlàntic (*Thunnus thynnus*). Els resultats per aquesta espècie presenten valors mínims a la primera dècada del 2000 i un increment gradual des de l'any 2010. Aquesta tendència creixent a la darrera dècada concorda amb les tendències detectades per a altres índexs derivats de l'activitat pesquera o del seguiment d'individus juvenils.¹¹ El processat de les dades de camp recopilades als anys següents al 2017 permetrà avaluar si el pic detectat aquell any és una tendència o està derivat d'altres factors que afecten la capturabilitat o la relació entre el

nombre de larves i la biomassa de reproductors. La taula 3 i la figura 6 presenten l'índex larvari de la tonyina blanca. Aquest índex mostra una tendència decreixent al llarg de les dues darreres dècades amb una possible estabilització de la població a partir de l'any 2013, tendència que es confirma amb els índexs de les pesqueres de palangre a la Mediterrània occidental.¹³

2. Rellevància i implicacions

Aquests índexs, desenvolupats d'acord amb el coneixement de les espècies i l'oceanografia local, són avui els únics indicadors independents de la pesquera que s'integren en l'avaluació de l'estat de les poblacions adultes de tonyina vermella de l'Atlàntic i bacora de la Mediterrània. Les dades que aporten són part estructural dels models poblacionals elaborats per

Taula 3. Índexs d'abundància larvària de tonyina blanca a la mar Balear. Índex larvari de tonyina blanca: els valors de l'índex s'expressen en captura per unitat d'àrea (CPUA), nombre de larves de 2,5 mm per 10 m².

| Any | Nre. de mostres | Índex (CPUA) | Variància | Error estàndard | Coefficient de variació | Interval de confiança superior | Interval de confiança inferior |
|------|-----------------|--------------|-----------|-----------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 2001 | 162 | 8,43 | 6,36 | 2,52 | 0,30 | 13,37 | 3,49 |
| 2004 | 166 | 10,01 | 5,32 | 2,31 | 0,23 | 14,53 | 5,49 |
| 2005 | 184 | 8,97 | 2,49 | 1,58 | 0,18 | 12,06 | 5,88 |
| 2012 | 149 | 6,55 | 2,13 | 1,46 | 0,22 | 9,41 | 3,69 |
| 2013 | 123 | 1,90 | 0,48 | 0,69 | 0,37 | 3,26 | 0,54 |
| 2014 | 92 | 2,36 | 0,81 | 0,90 | 0,38 | 4,12 | 0,60 |
| 2015 | 94 | 0,64 | 0,05 | 0,22 | 0,35 | 1,07 | 0,20 |
| 2016 | 95 | 1,56 | 0,39 | 0,63 | 0,40 | 2,79 | 0,34 |
| 2017 | 92 | 2,64 | 0,48 | 0,69 | 0,26 | 4,00 | 1,29 |

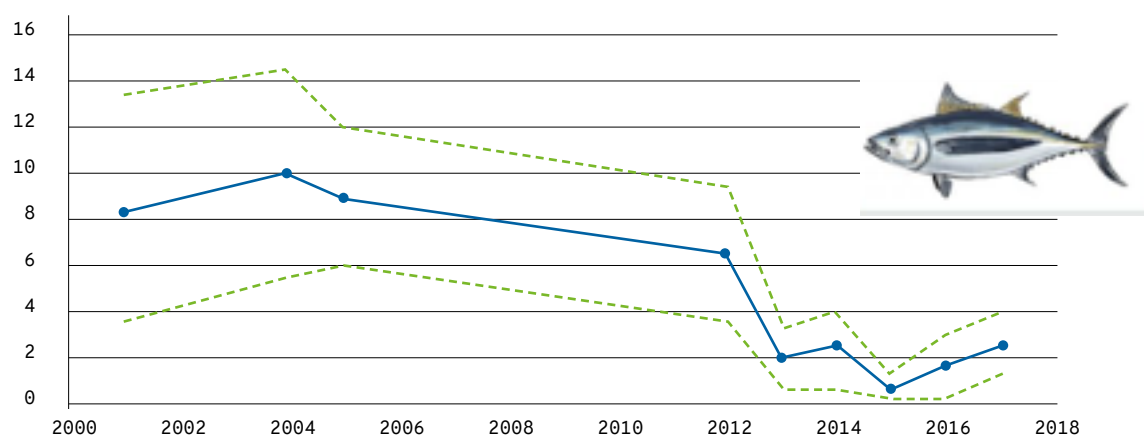


Figura 5. Índex larvari de tonyina blanca: els valors s'expressen en captura per unitat d'àrea (CPUA), nombre de larves de 2,5 mm per 10 m². FONT: imatge de tonyina blanca, www.planettuna.com.

la Comissió Internacional per la Conservació de la Tonyina Atlàntica i Mediterrànea (ICCAT en les seves sigles en anglès), a partir dels quals s'estableixen les quotes de pesca. Per tant, tenen un paper fonamental en la millora del procés d'avaluació de les poblacions i la seva gestió pesquera, que afecta 51 països.

El paper d'aquests índexs ha estat especialment rellevant en el procés de monitorització de la recuperació de la tonyina vermella, que l'any 2011 va assolir els nivells més baixos en biomassa de reproductors de la història, col·locant aquesta espècie prop del col·lapse, i que s'ha anat recuperant progressivament al llarg de l'última dècada (a propòsit d'aquesta recuperació). D'acord amb aquesta recuperació, les quotes de pesca de tonyina vermella concedides a Espanya han passat de 2,504 tones l'any 2014 a 6,107 l'any 2020 (UE, 2020). L'increment de quotes ha permès a la flota artesanal de les Illes Balears obtenir l'any 2018 una quota de captura i iniciar un nou programa de pesca dirigit per la Federació Balear de Confraries de Pescadors.

CONCLUSIONS

- L'entorn marí que envolta l'arxipèlag balear presenta unes condicions hidrogràfiques úniques que el converteixen en una àrea especialment adequada per a la reproducció d'espècies de túnids i per al creixement de les fases primerenques de desenvolupament (ous i larves). En aquesta àrea s'han localitzat les densitats més grans d'ous i larves de tonyina vermella de l'Atlàntic en comparació amb qualsevol altra àrea de posta.
- Els sistemes d'observació i seguiment del medi marí permeten monitoritzar la distribució d'hàbitats adequats i estandarditzar les dades d'abundància larvària que aquí es presenten.
- Les abundàncies larvàries de tonyina vermella van presentar valors mínims a la primera dècada del 2000 i un increment progressiu des de l'any 2010, que concorden amb les tendències detectades per les pesqueres d'individus adults a l'Atlàntic. Aquests increments coincideixen amb mesures prèvies de restricció de talles mínimes i de captures totals imposades per l'ICCAT al programa de recuperació de l'espècie.

- Les abundàncies larvàries de bacora (*Thunnus alalunga*) mostren una caiguda a partir de l'any 2012 i una estabilització en els darrers anys. Aquesta tendència en els índexs larvaris és similar a la d'altres índexs derivats de la pesca d'individus adults a la Mediterrània occidental. L'estat de les poblacions és ara incert i l'índex que aquí es presenta és una eina crucial en l'assessorament d'aquesta espècie.
- Els índexs larvaris a la mar Balear són una font d'informació clau per a l'estudi de les tendències dels estocs reproductors de tonyina vermella i bacora a la Mediterrània. Aquesta informació ha tingut un paper important en els processos de monitorització, assessorament i gestió d'aquestes espècies per part de la Comissió Internacional per la Conservació de la Tonyina Atlàntica (www.iccat.int), impulsant d'aquesta manera la integració del coneixement científic en la gestió de les espècies i l'ecosistema pelàgic.

REFERÈNCIES

- ¹ TORRES, A. *et al.* (2011). «Coexistence of larvae of tuna species and other fish in the surface mixed layer in the NW Mediterranean». *Journal of Plankton Research*, 33(12), 1793-1812. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbr078>.
- ² TINTORÉ, J. *et al.* (2019). «Challenges for Sustained Observing and Forecasting Systems in the Mediterranean Sea». *Frontiers in Marine Science*, 6:568. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00568>.
- ³ DÍAZ-BARROSO, L. *et al.* (2018). «Identifying sea surface dynamics processes driving spawning ecology of tunas in the Balearic Sea, application to fisheries assessment». VI International Symposium on Marine Sciences (Vigo, Espanya, 20-22 de juny de 2018).
- ⁴ REGLERO, P. *et al.* (2019). «Pelagic habitat and offspring survival in the Eastern stock of Atlantic bluefin tuna». *ICES Journal of Marine Science*, 76(2), 549-558. DOI:10.1093/icesjms/fsy135.
- ⁵ MOURRE, B. *et al.* (2018). «Assessment of high-resolution regional ocean prediction systems using multi-platform observations: illustrations in the Western Mediterranean Sea». A: *New Frontiers in Operational Oceanography*. Chassignet, E.; Pascual, A.; Tintoré, J.; Verron, J. (ed). GODAE Ocean View. DOI: 10.17125/gov2018.ch24.
- ⁶ TINTORÉ, J. *et al.* (2013). «SOCIB: The Balearic Islands Observing and Forecasting System responding to science, technology and society needs». *Marine Technology Society Journal*, 47(1), 101-117. <http://dx.doi.org/10.4031/MTSJ.47.1.10>.
- ⁷ ALVAREZ-BERASTEGUI, D. *et al.* (2016). «Pelagic seascape ecology for operational fisheries oceanography: modelling and predicting spawning distribution of Atlantic bluefin tuna in Western Mediterranean». *ICES Journal of Marine Science*, 73(7), 1851-1862.
- ⁸ ALVAREZ-BERASTEGUI, D. *et al.* (2020). «Bluefin tuna larval indices in the Western Mediterranean, ecological and analytical sources of uncertainty». *ICCAT Collective Volumes of Scientific Papers*, 77, 289-311.
- ⁹ INGRAM JR., G. W. *et al.* (2017). «Incorporation of habitat information in the development of indices of larval bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Western Mediterranean sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 140, 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.03.012>.
- ¹⁰ ALVAREZ-BERASTEGUI, D. *et al.* (2018). «Integrating reproductive ecology, early life dynamics and mesoscale oceanography to improve albacore tuna assessment in the Western Mediterranean». *Fisheries Research*, 208, 329-338. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.08.014>.
- ¹¹ ICCAT (2020). «Report of the 2020 ICCAT intersessional meeting of the bluefin tuna species group (14-22 may 2020)». (scrs/2020/002). *ICCAT Collective Volumes of Scientific Papers*, 77(2), 96-214.

¹² INGRAM JR., G. W. *et al.* (2010). «Annual indices of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico developed using delta-lognormal and multivariate models». *Aquatic Living Resources*, 23(1), 35-47. DOI:10.1051/alr/2009053.

¹³ GARCÍA-BARCELONA, S. *et al.* (2020). «Standardized catch rates of albacore (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre, 1788) in the spanish surface longline fishery in the western Mediterranean in the period 2009-2017». *ICCAT Collective Volumes of Scientific Papers*, 77(7), 169-178.

¹⁴ UE (2020). Annex ID Reglament (UE) 2020/123 del Consell, de 27 de gener de 2020, pel qual s'estableixen per a l'any 2020 les possibilitats de pesca per determinades poblacions i grups de poblacions de peixos, aplicables en aigües de la Unió i, en el cas dels vaixells pesquers de la Unió, en determinades aigües no pertanyents a la Unió.

AGRAÏMENTS

El desenvolupament dels índexs larvaris és un resultat del projecte Bluefin Tuna, iniciativa impulsada i finançada per l'Institut Espanyol d'Oceanografia i el Sistema d'Observació i Predicció Costaner de les Illes Balears (ICTS-SOCIB). Les dades emprades per a la seva avaluació procedeixen, a més del projecte Bluefin Tuna, dels projectes ATAME (2011-29525-004-02) del Ministeri d'Innovació i Ciència, TUNIBAL (REN 2003-01176) i de fons estructurals de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO). Part del desenvolupament ha estat finançat pel projecte europeu PANDORA (Paradigm for Novel Dynamic Oceanic Resource Assessments).

CITAR COM

ALVAREZ-BERASTEGUI, D.; ALEMANY, F.; REGLERO, P.; TUGORES, P.; OTTMANN, D.; MARTÍN, M.; BALBÍN, R.; LEYVA, L.; MOURRE, B.; DÍAZ-BARROSO, L.; TINTORÉ, J. (2021). «Índex d'abundància de túnids a l'arxipèlag balear». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pesca/imb-tunids-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
 Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Federació Balear de Confraries de
 Pescadors, Direcció General de Pesca i Medi Marí, Josep Alós i Pere Oliver.

Flota pesquera:

1. Nombre d'embarcacions de pesca professional
2. Nombre de tripulants de pesca professional
3. Potència d'embarcacions de pesca professional (Hp)
4. Evolució del nombre d'embarcacions de la flota pesquera professional i recreativa

L'activitat pesquera proporciona aliment, beneficis econòmics, oci i benestar a la societat. El sector pesquer professional de les Balears proveeix, segons estimacions de la Federació Balear de Confraries de Pescadors, entre el 15 % i el 17 % del peix que es comercialitza a la comunitat. Quant a la pesca recreativa, 1 de cada 10 persones pesca per oci als països desenvolupats, un valor 5 vegades més gran que el nombre de pescadors professionals.¹ La normativa exigeix que sigui una activitat d'afició o esport, sense ànim de lucre, i que el consum de les captures sigui exclusiu del pescador. De fet, la captura de peixos és només un dels atributs que determinen la pràctica de la pesca recreativa, ja que els més importants són factors hedonistes com ara gaudir de la mar, de la família o de la solitud.²

No obstant això, el sector recreatiu també fomenta el benefici econòmic dels sectors que el proveeixen de serveis, com l'hostaleria, els fabricants de subministraments, les drassanes, la reparació naval i els xàrters, i per això mateix manté un gran nombre de llocs de feina.³ Tant la pesca professional com la recreativa són fonamentals per mantenir el contacte de la ciutadania amb el medi ambient i, particularment, amb la mar.

Per millorar la sostenibilitat i la gestió dels recursos pesquers d'ambdues activitats, és necessari saber quina ha estat l'evolució del nombre d'embarcacions de la flota pesquera professional i de pesca recreativa a les Illes Balears i obtenir així una millor orientació sobre el seu grau de sostenibilitat. Però també cal aconseguir un equilibri sostenible social entre els dos sectors, tant per mantenir els recursos

pesquers compartits (que són un bé comú de tots), com perquè els valors culturals, econòmics i socials de les dues activitats perdurin en el temps combatent els enemics comuns més rellevants, com ara el canvi climàtic, la pèrdua d'hàbitats essencials o la preocupant manca de coneixement i d'interès pels productes pesquers locals.

NORMATIVA

→ Reial Decret 1440/1999, de 10 de setembre, pel qual es regula l'exercici de la pesca amb arts d'arrossegament de fons al calador nacional de la Mediterrània. La pesca d'arrossegament és permesa en fons de més de 50 m amb una potència dels ròssecs de 500 cavalls de vapor (CV) o 493,15 Horsepower (Hp).

QUÈ ÉS?

Seguiment de la flota pesquera, tant professional com recreativa, d'acord amb el nombre d'embarcacions, la seva potència i tripulants.

METODOLOGIA

Es presenten dades històriques de la flota pesquera professional recollides per la Federació Balear de Confraries de Pescadors (FBCP) i valors aproximats de les embarcacions recreatives a partir de les llicències vigents des de l'any 2007, expedides per la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

RESULTATS

El sector pesquer professional de les Balears està en recessió. Des de l'any 1950, les embarcacions s'han reduït un 78 % i la tripulació un 90 %.

L'any 2019 s'ha experimentat una lleugera pujada respecte del 2018, amb 21 embarcacions més (de 252 a 273) i 36 tripulants més (de 445 a 481).

PER QUÈ?

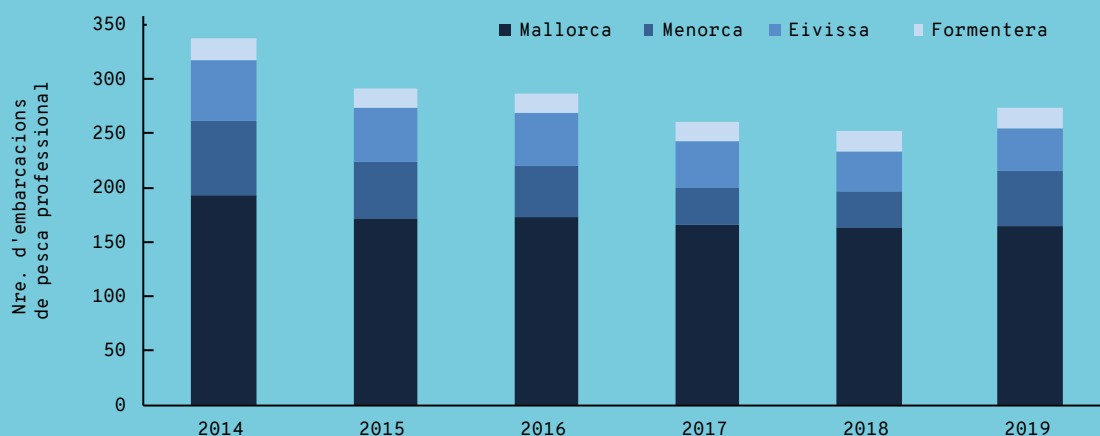
Les activitats de pesca professional i recreativa proporcionen beneficis econòmics, aliment, benestar i oci a la societat. Saber com evoluciona tant la flota professional com la recreativa és necessari per millorar la sostenibilitat i la gestió dels recursos pesquers locals.

LOCALITZACIÓ

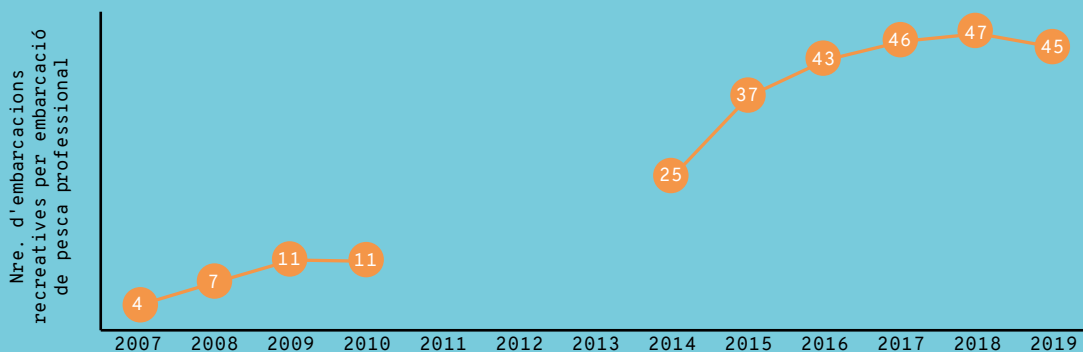


La flota pesquera de Mallorca és un mínim de quatre vegades més gran que la de la resta d'illes. El darrer any, l'augment de flota més gran té lloc a Menorca, que passa de 34 embarcacions l'any 2018 a 51 el 2019.

L'any 2019 es comptabilitzen 273 llicències vigents de pesca professional en comparació amb 11.313 de pesca recreativa. Això suposa l'existència d'unes 45 embarcacions de pesca recreativa per cada embarcació professional.



Flota pesquera professional de les Balears per illes entre els anys 2014-2019. FONT: Federació Balear de Confraries de Pescadors.



Estimació del nombre de llicències vigents de pesca recreativa (interpretada com el nombre d'embarcacions recreatives) per nombre d'embarcacions de pesca professional. FONT: Carreras *et al.*,¹³ Federació Balear de Confraries de Pescadors i Direcció General de Pesca i Medi Marí.

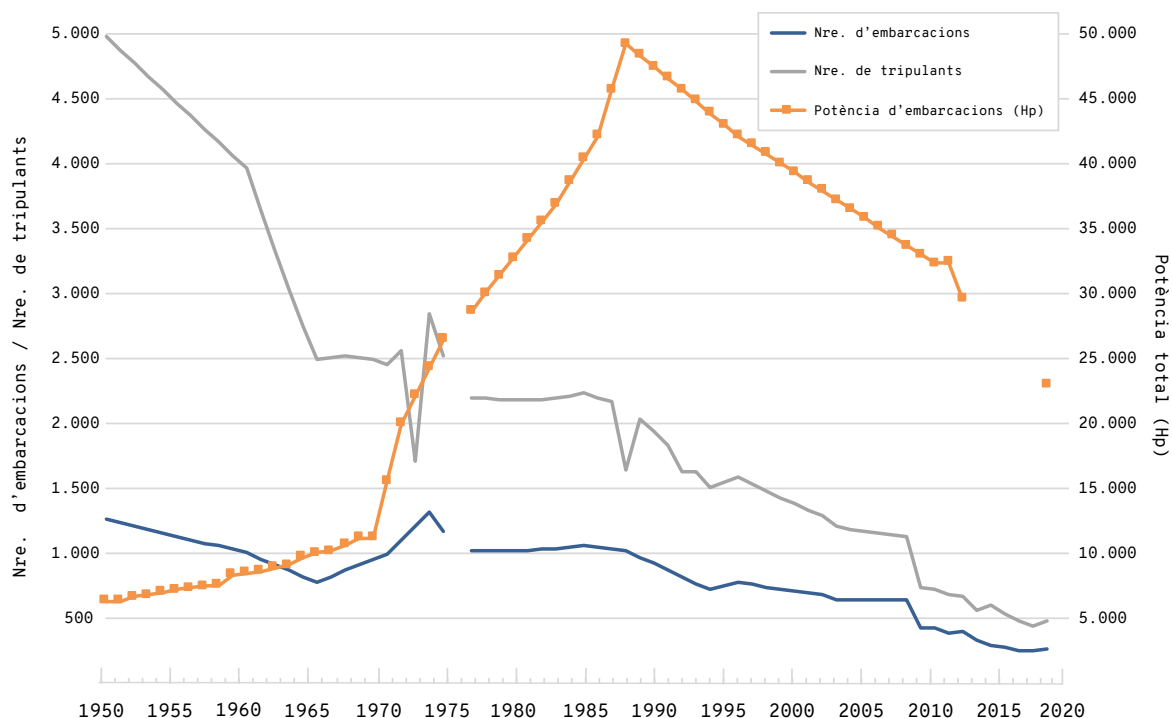


Figura 1. Evolució temporal des de l'any 1950 al 2019 del nombre d'embarcacions (línia blava) i tripulants (línia grisa) de pesca professional a les Illes Balears. També es contrasta la potència total en Hp de la flota professional. FONT: diversos estudis.⁴⁻¹²

METODOLOGIA

Es presenten dades històriques puntuals de la flota pesquera, la potència de les embarcacions, els tripulants i la flota d'arrossegament.⁴⁻¹² Per als anys sense registre, s'han afegit dades d'interpolacions lineals presentades a Carreras *et al.*¹³

Adicionalment, es mostren amb més detall dades anuals de la flota pesquera professional entre els anys 2014-2019. Aquestes dades són registrades per la Federació Balear de Confraries de Pescadors, que representa 16 ports de les quatre illes repartits en 16 confraries: 10 a Mallorca (Alcúdia, Andratx, Cala Rajada, Colònia de Sant Jordi, Palma, Pollença, Portocolom, Porto Cristo, Santanyí i Sóller), 3 a Menorca (Ciutadella, Fornells i Maó), 2 a Eivissa (Eivissa i Sant Antoni) i 1 a Formentera. Les dades s'han extret dels informes «Estadístiques de l'agricultura, la ramaderia i la pesca a les Illes Balears» dels anys 2014-2019 de la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears (<http://www.caib.es/sites/semilla/ca/introduccio-78163/>).¹⁴

S'ha de tenir en compte que el recompte de les embarcacions recreatives és aproximat, ja que és difícil obtenir-ne un nombre exacte a les Balears —tot i que cal tenir una llicència per practicar la pesca recreativa— a causa de la seva gran heterogeneïtat i magnitud. No obstant això, el cens de les embarcacions recreatives s'estima mitjançant el nombre de llicències en vigor que des de 2007 han estat proporcionades per la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

És probable que les estimacions estiguin esbiaixades, ja que no s'hi comptabilitzen, per exemple, els usuaris recreatius d'embarcacions estrangeres o xàrter de pesca. Així mateix, l'esforç que exerceix cada embarcació recreativa és extremadament divers (dies de pesca), i per això és fonamental que es desenvolupin metodologies que permetin saber d'una manera més detallada el nombre de dies efectius de pesca generats pel sector recreatiu.

RESULTATS

Les dades històriques sobre la flota pesquera, els tripulants i la potència de les embarcacions des dels anys cinquanta del segle XX mostren el declivi temporal de la flota i la tripulació, mentre que la potència augmenta (figura 1). El nombre d'embarcacions varia de 1.265 a 273, amb un màxim de 1.322 l'any 1973, cosa que representa una reducció del 78 % en 69 anys. La tripulació mostra una disminució gradual de 4.976 a 481 persones, xifra que suposa un declivi del 90 % de tripulació en 69 anys. La potència dels motors de les embarcacions s'incrementa un 78 %, de 6.360 Hp a 29.561 Hp, en 60 anys. La màxima potència, de 49.200 Hp, es registra l'any 1986, a partir del qual comença a minvar (figura 1). La baixada de la potència podria ser, en gran part, per la progressiva reducció de la flota. Així mateix, el Reial decret 679/1988 (actualment derogat pel RD 1440/1999) va establir per primera vegada una potència màxima de 500 CV.

Entre els anys 2014-2019, el nombre total d'embarcacions de pesca professional a les Illes Balears ha

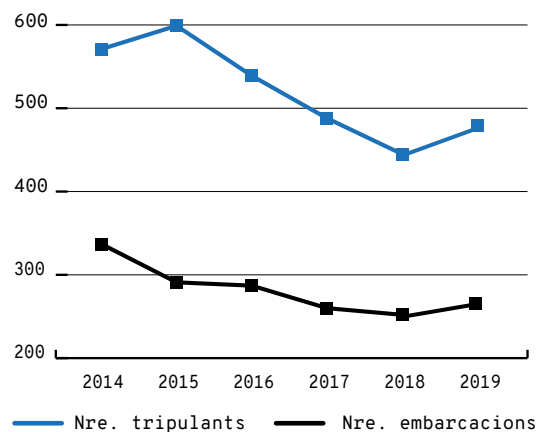


Figura 2. Evolució temporal del nombre d'embarcacions totals de pesca professional i la seva tripulació entre els anys 2014 i 2019. FONT: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

minvat gradualment, de 337 l'any 2014 a 273 l'any 2019 durant l'època de menys activitat (figura 2). Quan a la tripulació, ascendeix en 28 tripulants l'any 2015, punt des del qual descendeix linealment fins que arriba als 445 tripulants l'any 2018, amb una remunta de 36 persones l'any 2019.

L'anàlisi de la flota professional per modalitat mostra un descens gradual de la pesca d'arrossegament de 44 a 35 embarcacions des del 2014 (figura 3). La pesca d'arts menors és la que té més flota i la que disminueix més, ja que passa de 265 embarcacions l'any 2014 a 221 embarcacions el 2019 (figura 3). Així mateix, aquest darrer any ha augmentat en 24 embarcacions respecte del 2018. La pesca d'encerclament i palangre de fons augmenta de 7 a 8 i de 2 a 4 embarcacions, respectivament. En darrer lloc, la pesca de palangre de superfície (2 embarcacions), mariscadors (2 embarcacions) i coralers (3 embarcacions) es mantenen estables respecte de l'any 2014.

(2 embarcacions) i coralers (3 embarcacions) es mantenen estables respecte de l'any 2014.

En detall, la flota pesquera d'arrossegament mostra un augment de 47 a 96 embarcacions entre 1965 i 1975 (figura 4). A partir d'aquesta darrera data comença a disminuir la flota, fins que arriba a 35 embarcacions l'any 2019 (figura 4). S'ha de tenir en compte que la potència de les embarcacions ha anat en augment (figura 1), de manera que les captures no han disminuït proporcionalment a la flota.

L'anàlisi de la flota pesquera professional per illes entre els anys 2014-2019 mostra que Mallorca disposa d'una flota com a mínim quatre vegades més gran que la resta de les illes (figura 5). En els sis anys de seguiment s'observa una disminució de 28 embarcacions a Mallorca, que passa de 193 a 165. A Menorca, la flota disminueix de 69 a 51 embarcacions, tot i que l'any 2019 augmenta en 17 embarcacions respecte del 2018, essent l'illa que experimenta el canvi més gran el darrer any. A Eivissa, la flota passa de 55 a 39, amb un augment de tres embarcacions el 2019. La flota de Formentera és la que ha variat menys de totes les illes, i ha fluctuat entre 20 i 17 embarcacions.

L'evolució temporal en el nombre de tripulants per illes mostra un augment de la flota l'any 2015 a totes les Balears (figura 6) que, tot i això, no es correspon amb un augment del nombre d'embarcacions (figura 4). Entre 2016 i 2018, els valors de la tripulació disminueixen a totes les illes a mesura que passen els anys, excepte a Formentera, on oscil·len entre 33-27 (figura 6). L'any 2019 augmenten els tripulants respecte del 2018 a Mallorca (10 més) i Menorca (29 més).

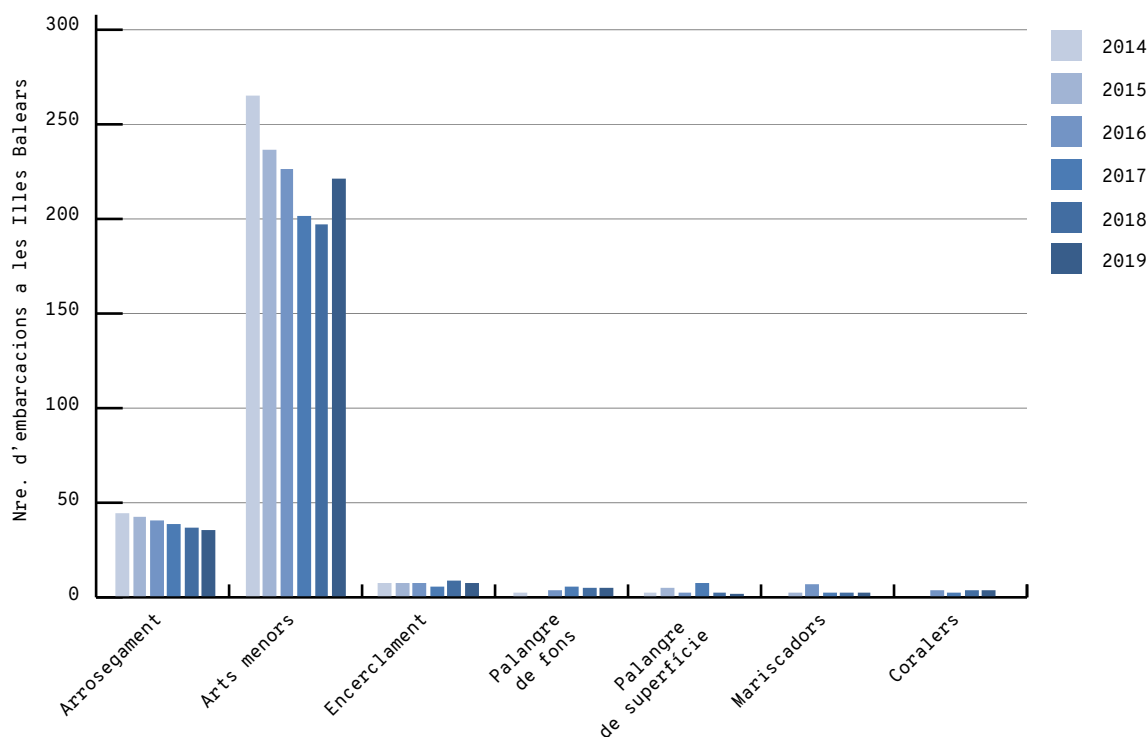


Figura 3. Nombre i evolució d'embarcacions de pesca professional per modalitat a les Illes Balears entre els anys 2014 i 2019. FONT: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

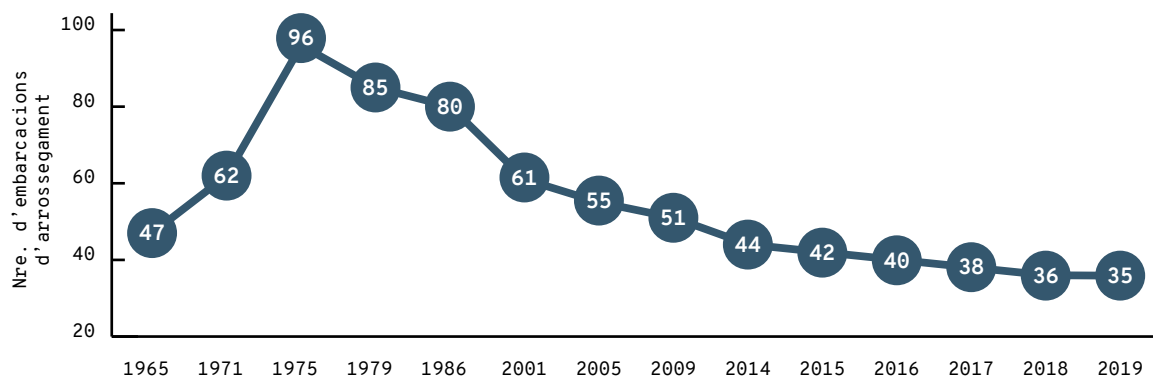


Figura 4. Dades històriques sobre el nombre d'embarcacions de flota professional d'arrossegament a les Illes Balears per als anys 1965, 1971, 1975, 1979, 1986, 2001, 2005, 2009 i 2014-2019. FONT: Dades compilades de diversos estudis.^{4, 10, 11, 14}

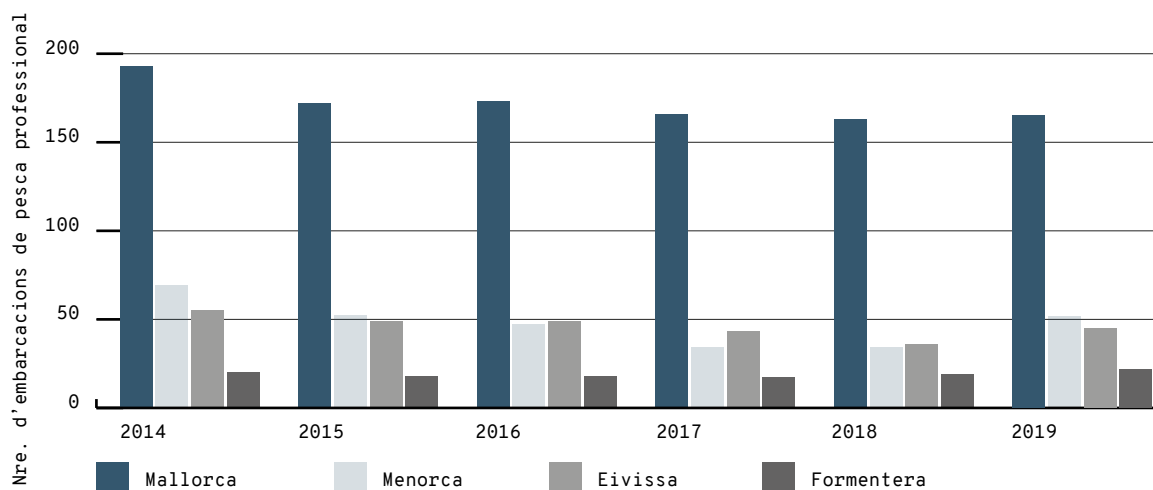


Figura 5. Nombre d'embarcacions de pesca professional per illes entre els anys 2014 i 2019. FONT: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

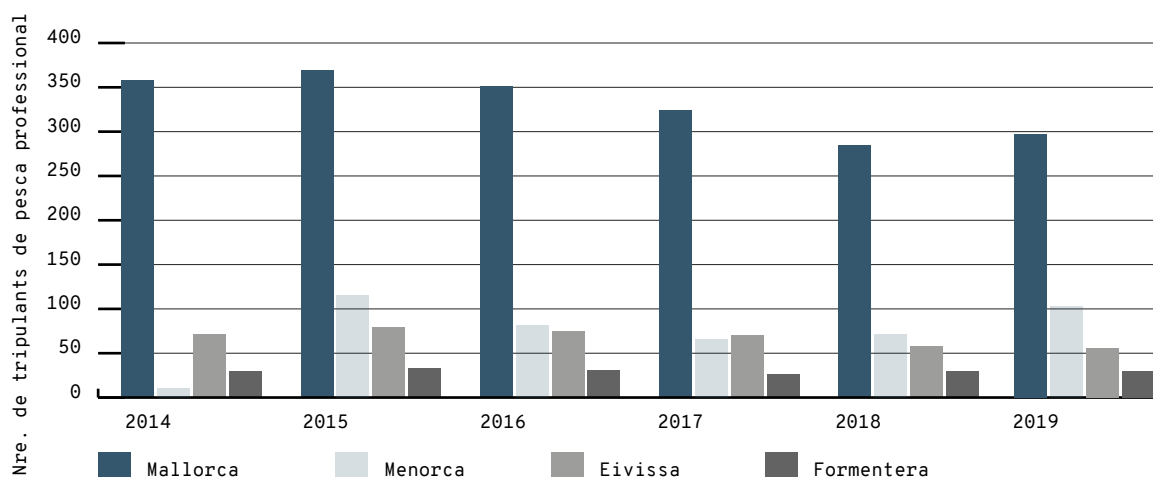


Figura 6. Nombre de tripulants de pesca professional per illes entre els anys 2014 i 2019. FONT: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

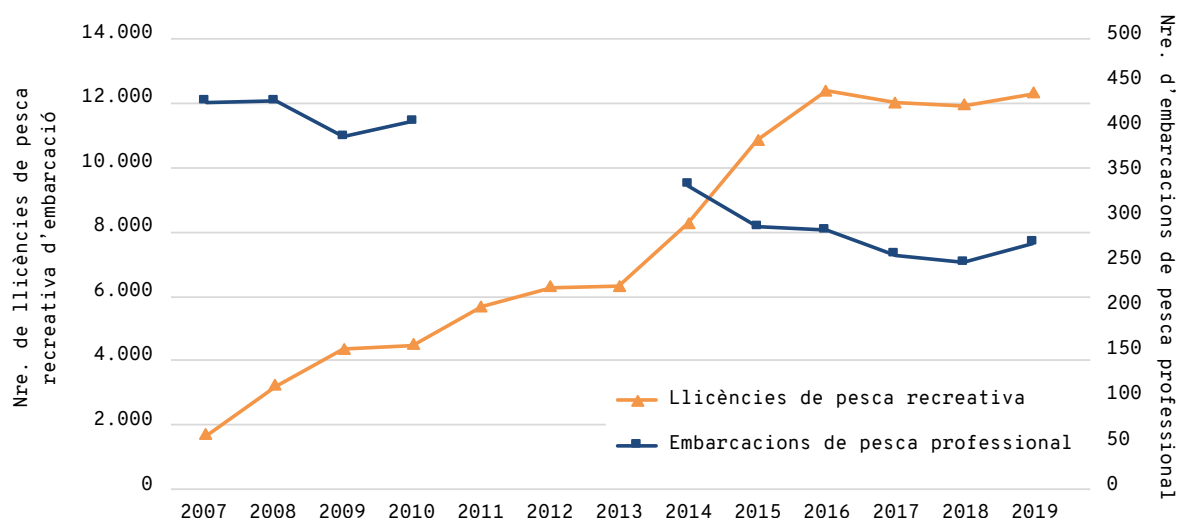


Figura 7. Evolució de la flota pesquera professional (quadrats, eix de la dreta) en comparació amb el nombre de llicències vigents de pesca recreativa d'embarcació (triangles, eix de l'esquerra) entre 2007 i 2019. NOTA: l'escala dels dos eixos verticals es diferencia en un ordre de magnitud. FONT: Carreras *et al.*,¹³ Federació Balear de Confraries de Pescadors i Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Les estimacions de les embarcacions recreatives s'estableixen partint de les llicències de pesca recreativa des d'embarcació vigents des de l'any 2007 (vegeu l'indicador «Nombre de llicències de pesca marítima recreativa per tipus»). Això dona un resultat de 12.299 embarcacions recreatives censades l'any 2019 mitjançant llicències en vigor (figura 7). Per tant, l'any 2019 s'estimen aproximadament 45 embarcacions de pesca recreativa per cada embarcació professional.

CONCLUSIONS

- El sector pesquer professional de les Balears està en declivi des dels anys cinquanta del segle XX. En els 69 anys de seguiment, les embarcacions es redueixen un 78 %, mentre que la tripulació disminueix un 90 %.
- La flota pesquera professional és, com a mínim, quatre vegades més gran a Mallorca que a la resta de les illes.
- L'any 2019, la flota professional de Menorca (concretament d'arts menors) augmenta en 17 embarcacions respecte del 2018.

- La modalitat de pesca professional amb més embarcacions i tripulants és l'artesanal. L'any 2019 hi ha ~ 6 embarcacions de pesca artesanal per cada embarcació d'arrossegament. No obstant això, la pesca artesanal és la que ha experimentat una recessió més gran en els darrers anys.
- Les llicències de pesca recreativa d'embarcació han anat augmentant des del 2007.
- S'estima que l'any 2019 hi ha devers 45 embarcacions de pesca recreativa per cada embarcació professional.

Per millorar la comparativa dels indicadors de pesca professional i recreativa, és necessària una millora en la gestió del sector recreatiu. Això es podria aconseguir mitjançant la col·laboració d'aquest sector amb l'Administració autonòmica per millorar la recollida de dades, el monitoratge, la presa de decisions i la gestió.²

REFERÈNCIES

- ¹ FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Roma.
- ² ARLINGHAUS, R. *et al.* (2019). «Opinion: Governing the recreational dimension of global fisheries». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (12), 5209-5213. DOI: 10.1073/pnas.1902796116.
- ³ TRAGSATEC (2003). *Estudio del impacto socioeconómico de la pesca recreativa en el Mediterráneo español*. Madrid: Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Secretaria General de Pesca Marítima.
- ⁴ OLIVER, P. (1983). «Los recursos pesqueros del Mediterráneo. Primera parte: Mediterráneo occidental». Food and Agricultural Organization of the United Nations (Análisis y estudios; 59).
- ⁵ MAPA (1971-1986). *Anuario de pesca marítima*. Madrid: Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Secretaria General Tècnica.
- ⁶ MASSUTÍ, M. (1973). *La pesca industrial mallorquina*. Palma: Edicions Cort.
- ⁷ MASSUTÍ, M. (1989). *El libro azul de la pesca balear*. Palma: Govern Balear. Conselleria d'Agricultura i Pesca.
- ⁸ MASSUTÍ, M. (1994). *Els recursos pesquers del mar Balear: bases per a una explotació sostenible*. Palma: Govern Balear. Conselleria d'Agricultura i Pesca.
- ⁹ MASSUTÍ, M. (1995). *La pesca en el mar Balear*. Palma: Edicions Cort.
- ¹⁰ VELASCO, T. (1992). «La flota pesquera de las Islas Baleares». *Revista de Geografía*, XXVI, 67-86.
- ¹¹ MORALES-NIN, B.; GRAU, A. M.; PALMER, M. (2010). «Managing coastal zone fisheries: A Mediterranean case study». *Ocean & Coastal Management*, 53, 99-106.
- ¹² SECRETARIA GENERAL DE PESCA (2019). «La Flota Española. Situación a 31 de diciembre de 2019». <https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/registro-flota/la-flota-espanola-situacion-a-31-12-2019_tcm30-525563.pdf>.
- ¹³ CARRERAS, M. *et al.* (2015). «Estimates of total fisheries removal for the Balearic Islands (1950-2010)». *Fisheries Centre Working Paper #2015-19*. Vancouver: The University of British Columbia. (Working Paper Series).
- ¹⁴ CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AGRICULTURA I PESCA (2014-2019). «*Estadístiques de l'Agricultura, la Ramaderia i la Pesca a les Illes Balears*». <<http://www.caib.es/sites/semilla/ca/introduccio-78163/>>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; FEDERACIÓ BALEAR DE CONFRARIES DE PESCADORS; DIRECCIÓ GENERAL DE PESCA I MEDI MARÍ; ALÓS, J.; OLIVER, P. (2021). «Flota pesquera». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pesca/imb-pesca-flota-pesquera-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Antoni M. Grau, Antoni Mira i Eva Marsinyach.

Nombre de llicències vigents de pesca marítima recreativa

(individual, d'embarcació, submarina i esportiva)

La pesca marítima recreativa és una activitat en auge a les Balears a causa del gran nombre d'usuaris que la practiquen. Les Illes Balears són la comunitat autònoma mediterrània amb més llicències de pesca d'esbarjo.¹ La pràctica d'aquesta activitat no és recent, ja que està arrelada culturalment a les Illes des de fa segles, però aquests darrers anys l'augment del nombre de llicències i els avanços tecnològics en els equipaments i materials han produït un increment en la capacitat extractiva dels recursos pesquers.

El registre de llicències de pesca recreativa proporciona als gestors una orientació de l'esforç pesquer del sector. Aquesta informació té una gran importància pel que fa a la gestió pesquera, ja que el sector recreatiu competeix en certa manera amb el sector de la pesca professional, especialment amb el sector pesquer artesanal. El nombre de llicències vigents de pesca professional és d'unes 252, de les quals 197 són de modalitat artesanal, mentre que les llicències d'embarcació d'esbarjo s'estimen entorn de les 12.000. Això suposa que la xifra d'usuaris del sector recreatiu és dos ordres de magnitud més gran que la del sector professional.

NORMATIVA

- Decret 3/2018, de 23 de febrer, pel qual es regulen els títols professionals del sector pesquer de patró costaner polivalent, patró local de pesca i mariner pescador en l'àmbit de les Illes Balears, i es modifiquen el Decret 34/2014, d'1 d'agost, pel qual es fixen els principis generals de la pesca recreativa i esportiva a les aigües interiors de les Illes Balears, i el Decret 5/2015, de 13 de febrer, pel qual es regula el canvi de port base i les autoritzacions d'ús temporal de ports diferents del port base de les embarcacions pesqueres a la Comunitat Autònoma de les Illes Balears.
- Decret 41/2015, de 22 de maig, pel qual es regulen les activitats d'extracció de flora i fauna marina i les activitats subaquàtiques a les reserves marines de les aigües interiors del litoral de les Illes Balears (cada reserva marina disposa d'una normativa específica).
- Decret 26/2015, de 24 d'abril, pel qual es regula el marisqueig professional i recreatiu a les Illes Balears.
- Decret 34/2014, d'1 d'agost, pel qual es fixen els principis generals de la pesca recreativa i esportiva a les aigües interiors de les Illes Balears.
- Llei 6/2013, de 7 de novembre, de pesca marítima, marisqueig i aqüicultura a les Illes Balears.
- Reial decret 347/2011, d'11 de març, pel qual es regula la pesca marítima recreativa en aigües exteriors.
- Ordre de 26 de febrer de 1999, per la qual s'estableixen les normes que regulen la pesca marítima recreativa.

QUÈ ÉS?

El nombre de llicències vigents anualment de pesca marítima recreativa de tipus individual (des de terra o des d'artefactes flotants), des d'embarcació (una llicència cobreix totes les persones), submarina i esportiva (des de terra durant entrenaments i competicions).

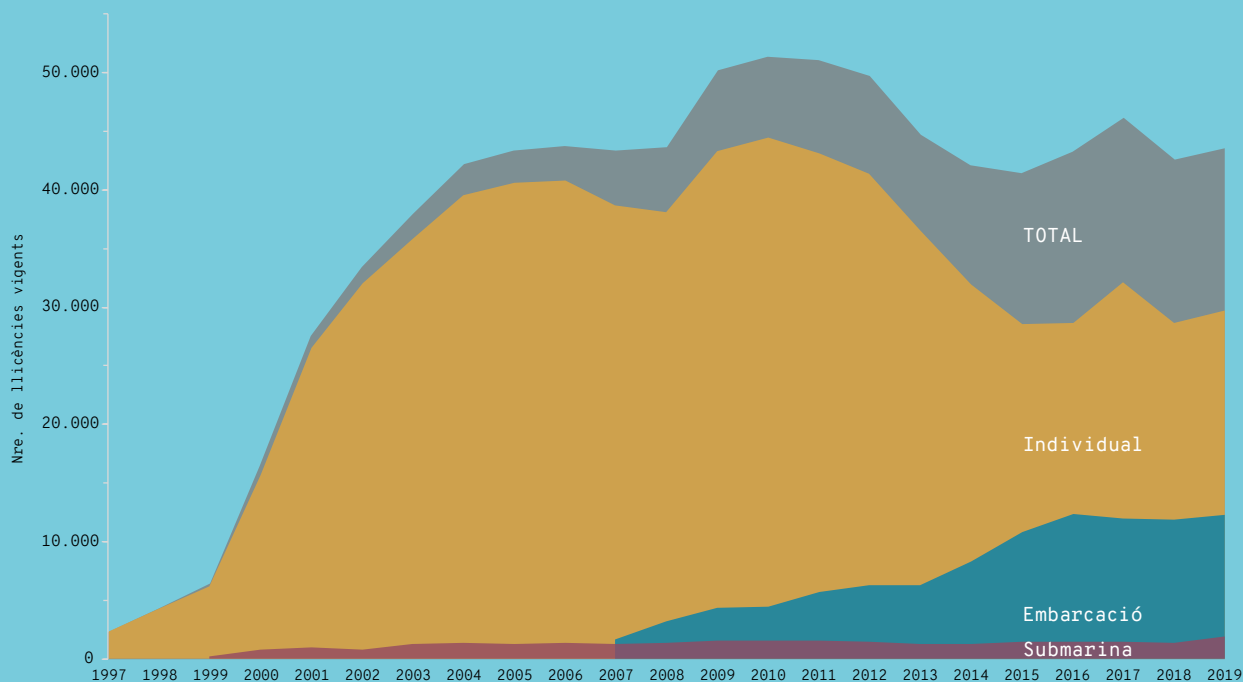
METODOLOGIA

La vigència de cada tipus de llicència de pesca té una durada de temps determinada. Actualment, les llicències de tipus individual i d'embarcació tenen una validesa de tres anys, mentre que les de pesca esportiva duren un any natural i les de pesca submarina són de validesa anual. Abans del 2014, la llicència de pesca individual tenia una validesa de dos anys. La llicència d'embarcació no existia abans de l'any 2007 (ja que s'incloïa dins les llicències de tipus individual); des del 2011 s'expedeix cada tres anys en aigües exteriors i des del 2014, en aigües interiors. Per tant, per calcular quantes llicències estan vigents anualment, és necessari estandarditzar les dades de les llicències expedides en funció d'aquesta informació.

RESULTATS

L'any 2019, el tipus de llicència recreativa més sol·licitada a les Illes Balears és la de pesca individual, amb 29.086 llicències vigents (67 %); seguida de les de pesca d'embarcació, amb 12.299 (28 %); submarina, amb 1.314 (3 %); i esportiva, amb 699 (2 %).

L'increment de les llicències de pesca individual des del 1997 fins al 2004 es deu a canvis en les normatives estatals i autonòmiques. El màxim s'assoleix l'any 2010 (~ 45.000 llicències), i coincideix amb la crisi econòmica del moment.



Nombre de llicències vigents de pesca recreativa a les Illes Balears entre els anys 1997 i 2019. Es mostren tres tipus de llicències: submarina, individual i d'embarcació. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

PER QUÈ?

Les activitats de pesca marítima recreativa augmenten a les Illes Balears. Les llicències de pesca recreativa vigents aporten una informació orientativa sobre l'esforç pesquer que aquest sector exerceix anualment al litoral balear, ja que encara no es disposa de mesures de control per comptabilitzar-ne les captures.

LOCALITZACIÓ



La diferència en l'any d'implantació de normatives de pesca d'embarcació entre aigües exteriors (2011) i interiors (2014) produeix fluctuacions en els resultats, que s'estabilitzen a partir del 2016 amb ~12.000 llicències fins a l'actualitat.

Les llicències de pesca submarina són les que fluctuen menys al llarg del temps (~ 1.400-1.300 llicències).

METODOLOGIA

La Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears gestiona i atorga les llicències i, per tant, disposa d'un registre i un seguiment del nombre i del tipus de llicències de pesca recreativa d'ençà del 1997. Actualment, a les Balears hi ha quatre modalitats de llicències de pesca marítima recreativa:

- Pesca recreativa individual, des de terra o des d'artefactes flotants (piragües, caiacs, patins de pedals i similars).
- Pesca esportiva, únicament des de terra durant entrenaments i competicions especials.
- Pesca recreativa d'embarcació, només es necessita una llicència per cada embarcació.
- Pesca recreativa submarina.

Entre els anys 2003-2013 hi va haver un altre tipus de llicència anomenada *de pesca recreativa col·lectiva*, referida a la pesca que es feia des de barques de la llista sisena (xàrters). L'any 2014 es va suprimir la llicència d'aquesta modalitat, ja que sempre es va mantenir inferior a deu llicències anuals i, per tant, no s'inclouen per separat com a tipus de llicència en els resultats.

Es mostren les dades de llicències vigents corresponents a vint-i-un anys consecutius (de 1997 a 2018). No obstant això, la comparació entre aquestes no resulta fàcil, perquè durant tot aquest període de temps no hi ha hagut les mateixes llicències ni han tengut una durada idèntica. Per tant, per poder interpretar les dades s'han de diferenciar quatre trams temporals.

1. Fins a 1999

Hi ha diferències en la regulació autonòmica i estatal de la pesca recreativa que fan que dues administracions diferents concedeixin gairebé els mateixos tipus de llicències però amb condicions molt dife-

rents. D'una banda, les autonòmiques només són vàlides en aigües interiors i tenen una durada de dos anys; de l'altra, les estatals són vàlides en aigües interiors i exteriors i tenen una durada de cinc anys. Addicionalment, resulta significatiu que les estatals són gratuïtes, mentre que les autonòmiques s'atorguen a canvi d'una taxa.

2. De 1999 a 2011

L'aprovació de l'Ordre estatal de 26 de febrer de 1999, per la qual s'estableixen les normes que regulen la pesca marítima recreativa, suposa un canvi molt important en la regulació de les llicències de pesca recreativa. La nova norma estableix que a partir d'aquest moment serà únicament l'Administració autonòmica la responsable d'expedir totes les llicències de pesca recreativa. Això suposa posar fi a la duplictat de permisos en aigües exteriors i interiors.

D'altra banda, amb aquesta ordre es deroga el reglament de 1963 i, d'alguna manera, s'obliga a la Comunitat Autònoma de les Illes Balears (CAIB) a aprovar un decret més complet que els anteriors, una expectativa que es compleix amb l'aprovació del Decret autonòmic 69/1999, de 4 de juny de 1999, pel qual es regula la pesca esportiva i recreativa a les aigües interiors de l'arxipèlag balear.

Quant a les llicències de pesca, el Decret 69/1999 manté els tres tipus de llicències anteriors, amb les vigències següents:

- Llicència de pesca recreativa col·lectiva d'embarcació (xàrter): un any.
- Llicència per a la pesca recreativa submarina o de caça submarina: dos anys.
- Llicència per a la pesca recreativa: dos anys.

Posteriorment, el Decret 69/1999 es modifica dues vegades. L'any 2002 es crea la llicència de pesca esportiva que permet participar en campionats de pesca, i es redueix a un any la vigència de les

llicències de pesca submarina. El 2006 es torna a modificar, i es crea la llicència de pesca recreativa d'embarcació de la llista setena per a aigües interiors amb una durada de tres anys.

Aquesta nova realitat es veu clarament reflectida en el gran increment de llicències expedides per l'òrgan competent de la CAIB. És de suposar que, a mesura que caducaven les llicències de pesca emeses per les capitànies marítimes, s'anava incrementant la xifra de llicències autonòmiques.

Finalment, durant aquest període les llicències individuals encara permeten pescar tant des de la costa com des de l'embarcació. Aquesta tendència canvia de manera substancial l'any 2011, amb l'aprovació d'una norma estatal.

3. De 2011 a 2014

L'aprovació del Reial decret 347/2011, d'11 de març, pel qual es regula la pesca marítima recreativa en aigües exteriors, suposa un canvi molt important quant a les llicències de pesca, perquè estableix que per pescar des d'embarcació és necessari que l'embarcació disposi d'una llicència específica. És a dir, que en aigües exteriors la llicència individual només permet pescar des de terra.

L'entrada en vigor de la norma de 2011 suposa que una part dels pescadors d'embarcació que podien pescar amb la seva llicència individual necessitin obligatòriament, en aigües exteriors, la llicència d'embarcació.

4. A partir de 2014

L'aprovació del Decret autonòmic 34/2014, d'1 d'agost, pel qual es fixen els principis generals de la pesca recreativa i esportiva a les aigües interiors de les Illes Balears, va suposar un altre canvi quant a les llicències.

Un altre canvi important l'any 2014 és que la vigència de les llicències de pesca individuals augmenta de dos a tres anys, però només permet pescar des

de la costa, la qual cosa implica que per pescar des d'embarcació s'ha de tenir una llicència de pesca específica. Així la norma autonòmica d'aigües interiors s'equipara amb la norma estatal d'aigües exteriors.

Finalment, l'any 2018 s'aprova una modificació del decret que estableix que la llicència de pesca individual permetrà la pesca des d'artefactes flotants, com els caiacs o les piragües.

Per al càlcul de les llicències vigents es reajusten els valors de llicències expedides amb aquests diferents períodes de temps de vigència.

S'ha de tenir en compte que en les llicències de pesca d'embarcació hi ha un augment de l'esforç pesquer que no es comptabilitza, ja que qualsevol persona de dins l'embarcació queda coberta per la llicència. Gràcies a l'aplicació de telèfon mòbil Diari de Pesca Recreativa, finançada per l'impost de turisme sostenible i ja operativa per a set reserves marines d'interès pesquer de les Balears, es duren a terme millores en la noció de l'esforç pesquer, el temps invertit i les captures realitzades. Aquesta aplicació permetrà recopilar més informació sobre la pesca d'embarcació que es fa en altres parts del litoral balear, ja que comptabilitzarà quants de dies es fan sortides, quantes persones hi participen i què capturen. Per contra, també pot passar que una persona tenguin més d'una llicència. Si l'aplicació s'ampliàs a tots els tipus de pesca recreativa, ajudaria a obtenir dades de pressió pesquera més precises.

Per a més informació sobre qui ha d'efectuar la pesca recreativa, com i on, es recomana la lectura del *Quadern de pesca recreativa a les Illes Balears*² de la Direcció General de Pesca i Medi Marí (Servei de Recursos Marins).

RESULTATS

El nombre de llicències vigents totals emeses per la Direcció General de Pesca entre els anys 1997-2018 oscil·la entre un mínim de 2.313 llicències l'any

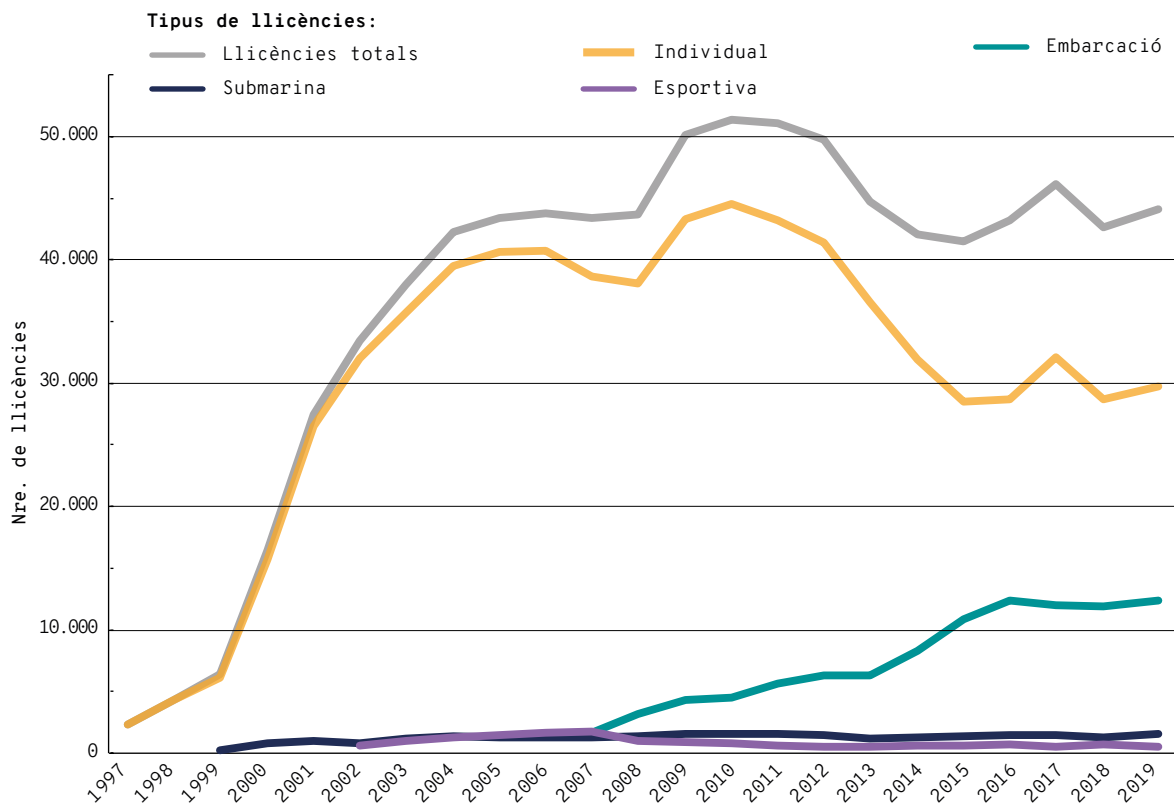


Figura 1. Nombre total de llicències vigents de pesca recreativa marítima i per tipus (individual, embarcació, submarina i esportiva) a totes les Illes Balears entre els anys 1997 i 2019. FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

1997 i un màxim de 51.350 llicències l'any 2010 (figura 1). Aquestes tendències s'han d'interpretar en el context dels canvis en la normativa i la vigència explicats a la metodologia.

L'anàlisi de les llicències per tipus mostra que les llicències individuals tenen les mateixes tendències de creixement i decreixement que les llicències totals, ja que aquesta modalitat de pesca és la majoritària (figures 1 i 2).

L'increment de les llicències individuals és molt gran fins a l'any 2004. No obstant això, s'ha de tenir en compte que abans del 1999 hi havia diferències de prestacions i cost entre les llicències estatals i autonòmiques que originen valors baixos de llicències a l'inici del seguiment temporal. En els anys 2005 i 2006 s'estabilitzen els valors de llicències individuals i minven a partir dels anys 2007 i 2008 (figura 1). Aquest descens podria explicar-se per l'entrada en vigor l'any 2007 de la llicència de pesca d'embarcació, que se separa de la llicència individual, i que a més té una durada de tres anys i permet pescar un màxim de cinc persones sense necessitat que disposin d'una llicència individual. Malgrat que es manté l'augment progressiu de les llicències d'embarcació, durant els anys 2009 i 2010 es registra un increment de les llicències de pesca individual que, a falta d'estudis més precisos, podria estar relacionada amb la crisi econòmica del moment.

A causa de la normativa de 2011, que exigeix tenir llicència d'embarcació en aigües exteriors, s'observa un increment continuat de llicències de pesca d'embarcació i un descens important del nombre

de llicències individuals fins a l'any 2014 (figura 1). Aquesta tendència es va fer molt evident a l'illa de Menorca, perquè una part molt important de les zones de pesca estan situades en aigües exteriors.

L'any 2014, a causa de l'aprovació de la normativa d'haver de disposar de llicència de pesca des d'embarcació per a aigües interiors, s'observa un increment progressiu de les llicències d'embarcació fins al 2016, any en què el nombre s'estabilitza en ~ 12.000 llicències fins al 2018 (figura 1). Quant a les llicències individuals, el 2014 passen a tenir de dos a tres anys de vigència, cosa que s'observa amb una fluctuació entre aquests anys, encara que actualment el nombre es va estabilitzant en ~ 30.000 llicències vigents.

Les llicències vigents que es mantenen més estables en el temps són les de pesca submarina, amb uns valors entorn de les 1.400-1.300 llicències els darrers anys. Finalment, la pesca esportiva mostra una disminució de més de la meitat de les llicències vigents a partir del 2008, i passa de 1.770 l'any 2007 a 699 l'any 2019. Les llicències de pesca esportiva s'han expedit principalment a Mallorca i Eivissa.

Per a l'any 2019, les llicències totals vigents assoleixen la xifra de 43.408; per tant, es registren 797 llicències més que l'any 2018. El tipus de llicència de pesca recreativa més sol·licitat és la individual, amb 29.086 llicències vigents, un 67 % de les llicències totals (figura 2). La segueixen les de pesca d'embarcació, amb 12.299 llicències vigents, un 28 % de les totals; les de pesca submarina, amb 1.324 llicències, un 3 %; i les de pesca esportiva, amb 699 llicències, un 2 %.

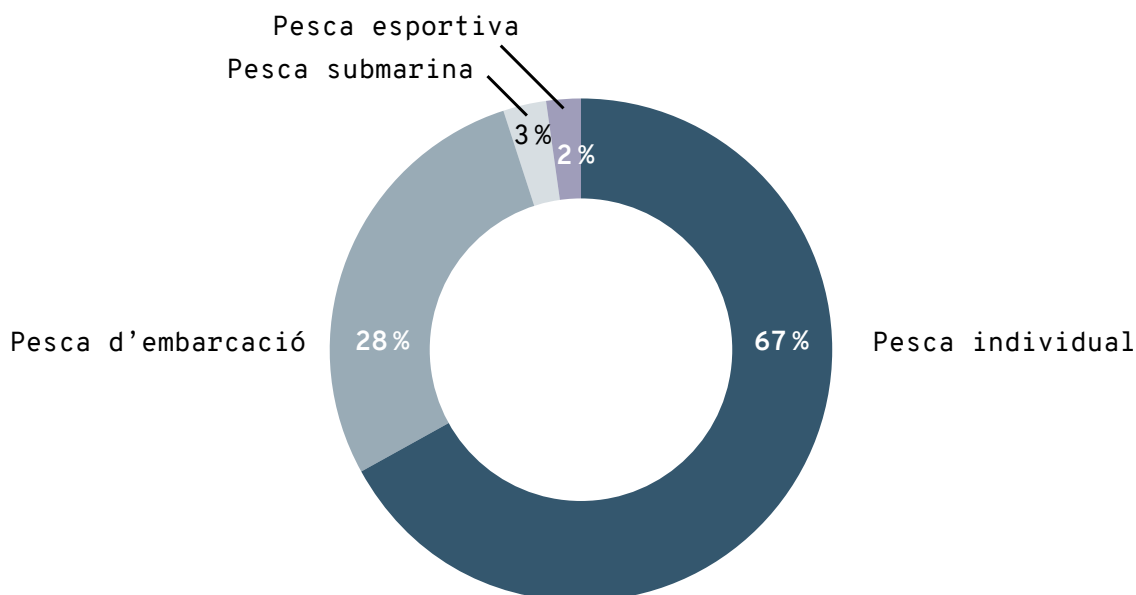


Figura 2. Percentatges totals del nombre de llicències vigents l'any 2019 dels quatre tipus de pesca recreativa marítima (individual, d'embarcació, submarina i esportiva). FONT: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

CONCLUSIONS

- S'observa un gran increment de llicències individuals entre els anys 1997-2004. Això es deu a canvis en la normativa vigent que generen modificacions en la durada i el cost de les llicències estatals i les autonòmiques.
- El màxim nombre total de llicències vigents (50.000-51.350) es registra entre els anys 2009-2012, i coincideix amb la crisi econòmica.
- Les llicències des d'embarcació mostren un increment gradual des del 2007 (any en què es varen establir, amb 1.703 llicències) fins al 2016 (~12.000 llicències), en què s'estabilitzen fins avui. Aquest increment es deu a la implementació de la normativa que l'any 2011 exigia llicència per a pesca des d'embarcació en aigües exteriors, i l'any 2014, llicència per a aigües interiors.
- Les llicències de pesca submarina són les que es mantenen més estables de totes les modalitats de pesca recreativa, amb aproximadament 1.400 llicències des de 2003.
- Les llicències de modalitat esportiva són les menys representatives, amb valors de 712 llicències l'any 2018.
- El 2019, les llicències totals vigents són 43.408. El tipus de llicència de pesca recreativa més sol·licitada és de pesca individual (67 %), seguida de la d'embarcació (28 %), de la submarina (3 %) i de l'esportiva (2 %).

REFERÈNCIES

¹ TRAGSATEC (2004). *Estudio del impacto socioeconómico de la pesca recreativa en el Mediterráneo español*. Madrid: Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Secretaria General de Pesca Marítima.

² SERVEI DE RECURSOS MARINS (2021). *Llibret de pesca recreativa a les Illes Balears [en línia]*. Palma: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.
<http://www.caib.es/govern/sac/fitxa.do?codi=32337&coduo=138143&lang=ca>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; GRAU, A. M.; MIRA, A.; MARSINYACH, E. (2021). «Nombre de llicències vigents de pesca marítima recreativa». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pesca/imb-pesca-llicencies-pesca-cat.pdf>>.

Platges

Ús de les platges

Nombre d'embarcacions ancorades
en platges

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, David Carreras i Eva Marsinyach.

Ús de les platges

1. Nombre d'usuaris
2. Densitat d'usuaris
3. Percentatge de capacitat de càrrega
4. Intensitat de pressió per accessos rodats

El principal recurs turístic de les Illes Balears és el seu litoral. Això provoca que durant els mesos d'estiu un gran nombre d'usuaris es concentri a les seves platges. Únicament es disposa de dades d'ús de platges per a l'illa de Menorca.

Les enquestes del Servei de Platges del Consell Insular de Menorca fetes a residents i visitants conclouen que la tranquil·litat, la conservació i la preservació dels espais naturals són alguns dels atractius més valorats de les platges de Menorca.¹

Per tant, una alta densitat d'usuaris a les platges hi podria causar impactes negatius, tant ambientals com socioeconòmics. Entre aquests figuren l'augment de la generació de residus, l'empitjorament de l'hàbitat, canvis geomorfològics i la sensació de massificació.

Per millorar el control i la gestió sostenible en el futur d'aquests sistemes naturals tan fràgils és necessari disposar d'informació sobre l'ús públic de les platges. Entre els indicadors que ajuden a mesurar l'estat de les platges hi ha el nombre d'usuaris, la densitat d'usuaris i la capacitat de càrrega de la platja.

METODOLOGIA

Des de l'any 2000, l'OBSAM (Observatori Socioambiental de Menorca de l'Institut Menorquí d'Estudis, IME),²⁻⁴ el Servei de Platges del Consell Insular de Menorca i els serveis de socorrisme d'alguns ajuntaments efectuen el recompte d'usuaris de platges. Els darrers quatre anys, l'Agència Menorca Reserva de Biosfera ha disposat d'un servei d'informadors a les platges de l'illa que, a més de les tasques d'informació i conscienciació, han estat els encarregats de fer-ne el recompte.^{1, 5, 6}

Per valorar l'estat de les platges s'utilitzen els indicadors següents:

→ Nombre d'usuaris: l'abundància màxima d'usuaris diaris.

→ Densitat d'usuaris: la superfície terrestre de repòs disponible per usuari a cada platja ($\text{m}^2/\text{persona}$).

→ Percentatge de capacitat de càrrega de les platges: la cabuda màxima d'usuaris que el sistema natural platja-duna pot suportar indefinidament sense patir impactes negatius i alhora satisfent les necessitats dels usuaris. Es calcula com la relació entre la superfície d'arena òptima per persona per tipus de platja (tipus A: $5 \text{ m}^2/\text{usuari}$, tipus B i C: $10 \text{ m}^2/\text{usuari}$)⁶ i la superfície total de cada platja. S'expressa en percentatge, en el qual valors superiors al 100 % indiquen platges per damunt de la capacitat de càrrega.

Al llarg dels anys, la presa de dades ha patit interrupcions i ha seguit metodologies diferents, sigui pel nombre de platges mostrejades, els dies de recompte o els equips humans involucrats. Per exemple, des de l'any 2006 es va triar un dia entre setmana i un dia de cap de setmana d'agost per tal de garantir el cens durant la setmana de més freqüentació i obtenir el valor màxim d'usuaris. No obstant això, per a algunes platges dels anys 2017 i 2018 els comptatges es varen fer un dia qualsevol de la setmana entre juny i setembre, i no totes les platges es varen poder comptar durant la primera quinzena d'agost, quan Menorca registra el nombre més gran de visitants.

D'ençà del 2018 es va ampliar el nombre de platges estudiades a 54, que coincideixen amb les més freqüentades (figura 1, taula 1), mentre que en anys anteriors es va restringir l'estudi a 21 platges. Per aquest motiu, per al seguiment temporal 2006-2020 s'ha pres com a referència l'estudi de 21 platges. Addicionalment es presenten amb detall les dades del període 2018-2020, incloent-hi les 54 platges d'estudi.

QUÈ ÉS?

L'estat de les platges es pot mesurar a través del nombre d'usuaris que les freqüenten mitjançant els indicadors següents (només es disposa de dades de l'illa de Menorca):

- Nombre d'usuaris: abundància màxima de persones comptades en un dia.
- Densitat d'usuaris: superfície terrestre de repòs disponible per a cada persona.
- Capacitat de càrrega: nombre òptim de persones per a cada platja.
- Intensitat de pressió per accessos rodats: mesura de la connexió amb la costa mitjançant els diferents tipus de vials rodats.

METODOLOGIA

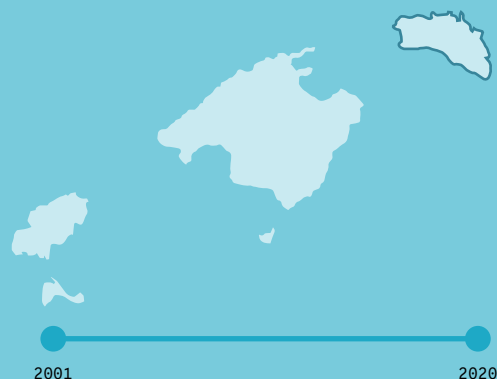
L'Observatori Socioambiental de Menorca de l'Institut Menorquí d'Estudis (OBSAM), els serveis de socorisme d'alguns ajuntaments, el Servei de Platges i l'Agència Menorca Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca han duit a terme recomptes d'usuaris a 54 platges de Menorca. Des de l'any 2001 fins al 2017 hi ha recomptes fets a 21 platges, mentre que des de l'any 2018 al 2020 s'han fet recomptes a 54 platges. S'han comptat les persones que són dins l'aigua i damunt l'arena, però no les persones que estaven en embarcacions ancorades. La superfície terrestre de cada platja es mesura utilitzant ortofotomapes i treball de camp, que s'integren en sistemes d'informació geogràfica. El Servei de Platges del Consell Insular de Menorca defineix valors òptims de superfície de 10 m²/persona a les platges verges, i de 5 m²/persona a les platges urbanes. Per a la capacitat de càrrega, el límit és el 100 %.

L'estimació de la pressió per accessos rodats al litoral prové del projecte «Avaluació de les pressions i amenaces al litoral i al medi marí de la Reserva de Biosfera de Menorca», elaborat l'any 2020 per l'OBSAM. S'identifiquen els camins rurals, senderes, carrers, carreteres i aparcaments en un radi d'1 km de la costa.

PER QUÈ?

La sobrefreqüentació d'usuaris en platges durant la temporada d'estiu pot generar pressions sobre aquests fràgils sistemes naturals. Algunes mesures futures de gestió de les platges podrien basar-se en el coneixement de la seva capacitat de càrrega.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

Nombre d'usuaris

L'any 2020, en comparació amb els anys 2019 i 2018, augmenta el nombre de platges amb 100-500 usuaris (30 platges de les 54 estudiades); mentre que les platges amb > 1.000 usuaris disminueixen (2 platges urbanes de les 54 estudiades, cala Galdana i Son Bou).

Densitat d'usuaris

L'any 2020, la superfície disponible per persona a 6 de les 54 platges estudiades és inferior a l'òptima (< 5 m²). Aquests valors són més petits que els dels anys 2019 i 2018 (8 i 7 platges, respectivament). Les platges amb menys superfície per usuari són: cala Tirant-Platges de Fornells, Son Xoriguer, cala en Turqueta, Macarelleta, cala Mitjana i Binidalf. Aquestes platges són urbanes i verges amb algun tipus de servei.

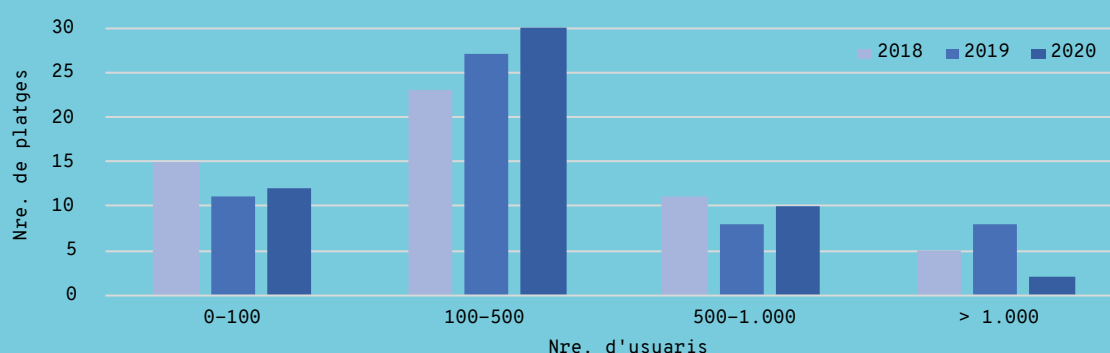
Les platges verges amb accés a peu augmenten considerablement la superfície mitjana disponible per persona de 16 m² (any 2019) a 50 m² (any 2020). Les urbanes l'augmenten de 6 m² a 11 m²; no obstant això, les platges verges amb algun tipus de servei la redueixen, i passen de 27,3 m² a 20,5 m².

Capacitat de càrrega

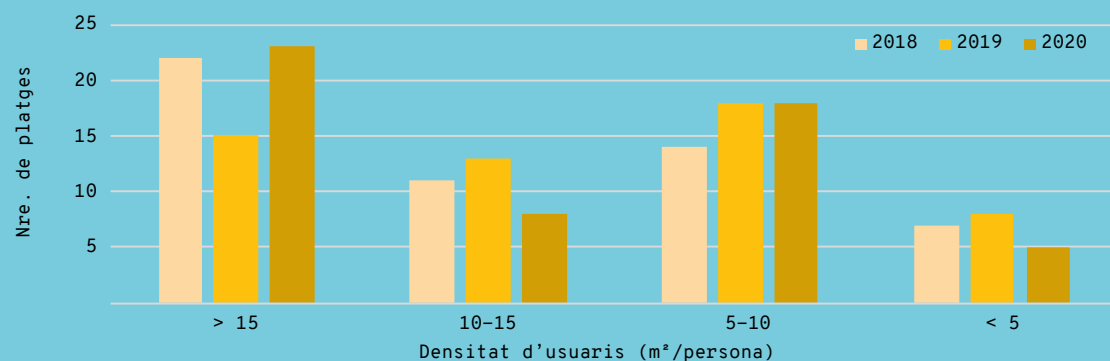
L'any 2020, 16 platges eren per damunt de la seva capacitat de càrrega (> 100 %), mentre que l'any 2019 eren 23. La majoria d'aquestes platges són verges amb algun tipus de servei.

Intensitat de pressió per accessos rodats

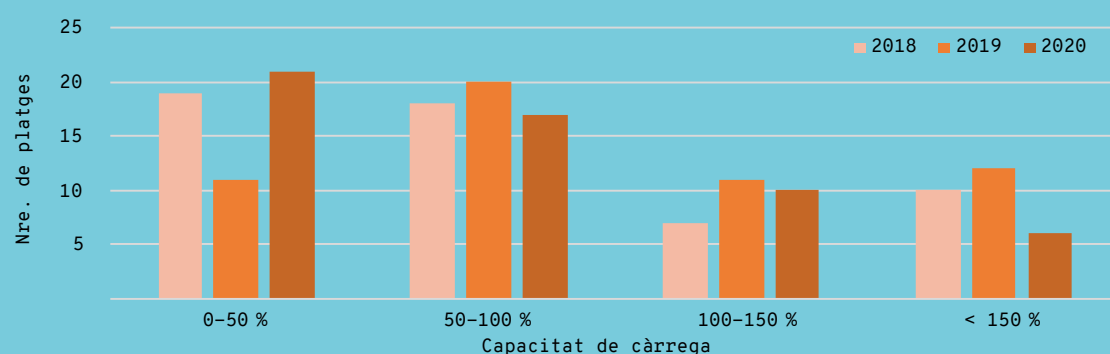
Les zones costaneres urbanitzades de Menorca són les que presenten més pressió per accessos rodats: Maó, Ciutadella, costa de Sant Lluís, cala en Porter, Son Bou, Sant Tomàs, Cala Galdana, el cap d'Artrutx, cala Morell, Fornells i Addaia.



Nombre d'usuaris de 54 platges de Menorca entre els anys 2018-2020. FONT: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).



Superfície disponible per persona a 54 platges de Menorca entre els anys 2018-2020. FONT: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).



Percentatge de capacitat de càrrega de 54 platges de Menorca objecte d'estudi entre els anys 2018-2020. FONT: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).

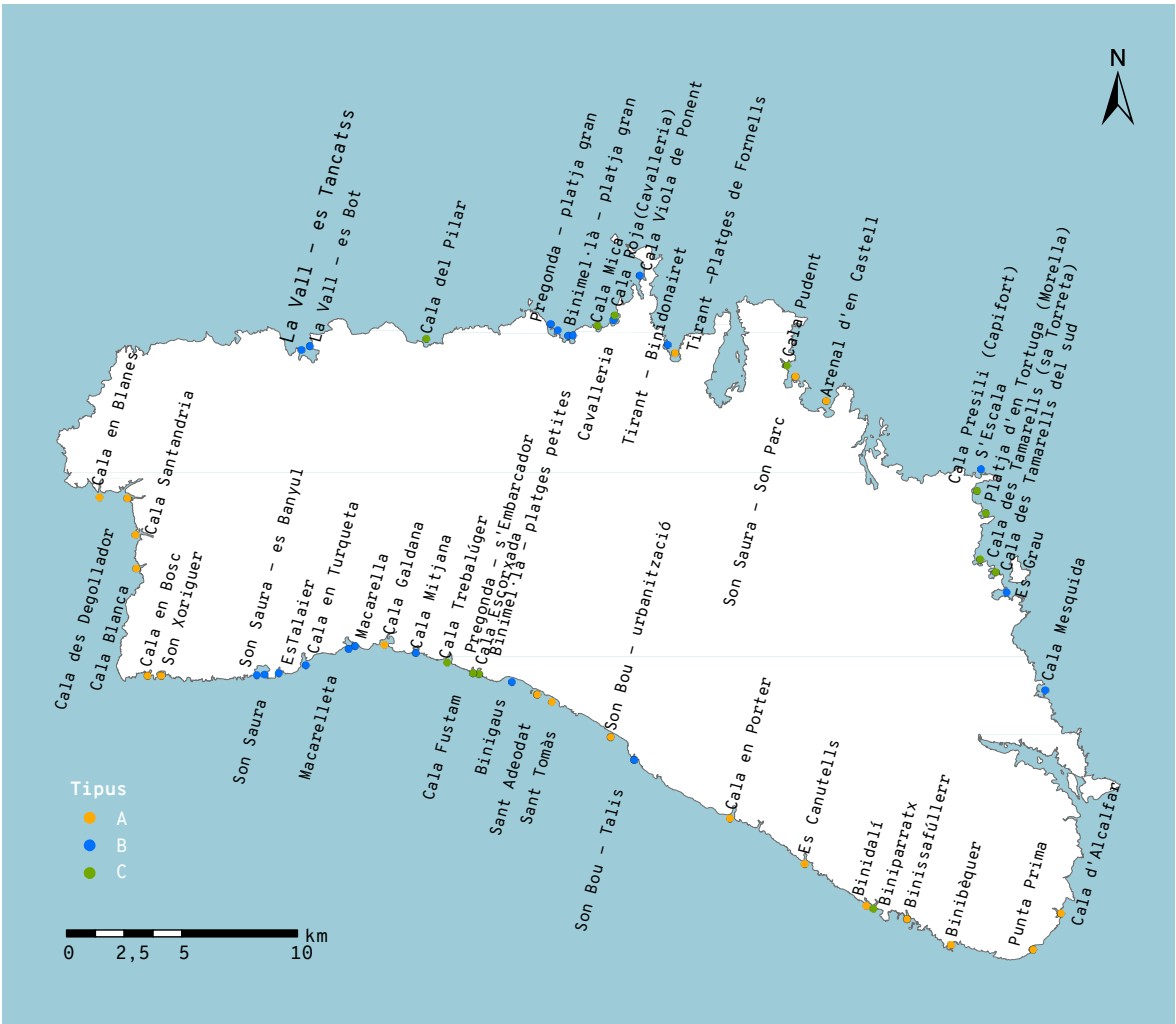


Figura 1. Mapa de Menorca que indica les 54 platges d'estudi i el tipus (A: urbana, B: verge amb algun tipus de servei, C: verge amb accés a peu). FONT: OBSAM i Agència Menorca Reserva de Biosfera.

S'inclouen platges dels tres tipus descrits a Roig:⁷

- Platges de tipus A: platges urbanes.
- Platges de tipus B: platges verges amb algun tipus de servei.
- Platges de tipus C: platges verges sense serveis, únicament accessibles a peu.

En la tria de les platges per al recompte es varen tenir en compte les condicions meteorològiques diàries, les nou platges prioritàries que necessitaven un mesurament per mes (taula 1), i es va valorar la superfície i la proximitat de les platges que s'havien de visitar per fer comptatges a més d'una platja al dia.

Taula 2. Nom i tipus de les 21 platges que han estat censades anualment des del 2006 fins al 2017. FONT: OBSAM i Agència Menorca Reserva de Biosfera.

| N | PLATGES | TIPUS |
|----|------------------------------------|-------|
| 1 | Santandria | A |
| 2 | Cala Blanca | A |
| 3 | Cala en Bosc | A |
| 4 | Son Xoriguer | A |
| 5 | Son Bou - urbanització | A |
| 6 | Cavalleria | B |
| 7 | Pregonda - s'Embarcador | B |
| 8 | Pregonda - platja gran | B |
| 9 | La Vall - es Bot | B |
| 10 | La Vall - es Tancats | B |
| 11 | Son Saura - es Banyul - Bellavista | B |
| 12 | Cala en Turqueta | B |
| 13 | Macarelleta | B |
| 14 | Macarella | B |
| 15 | Cala Mitjana | B |
| 16 | Binigaus | B |
| 17 | Son Bou - Talis | B |
| 18 | Platja d'en Tortuga (Morella) | C |
| 19 | Cala Presili (Capifort) | C |
| 20 | Cala del Pilar | C |
| 21 | Trebalúger | C |

Taula 1. Nom i tipus de les 54 platges estudiades a Menorca a partir de l'any 2018. *Les nou platges amb més usuaris i seguiment mensual. FONT: OBSAM i Agència Menorca Reserva de Biosfera.

| N | PLATGES | TIPUS | N | PLATGES | TIPUS |
|----|-----------------------------------|-------|----|-------------------------|-------|
| 1 | Cala Mesquida | B | 28 | Cala Blanca | A |
| 2 | Es Grau | B | 29 | Cala en Bosc* | A |
| 3 | Cala des Tamarells del sud | C | 30 | Son Xoriguer* | A |
| 4 | Cala des Tamarells (sa Torreta) | C | 31 | Son Saura - es Banyul | B |
| 5 | Platja d'en Tortuga (Morella) | C | 32 | Son Saura - Bellavista | B |
| 6 | Cala Presili (Capifort) | C | 33 | Es Talaier | B |
| 7 | S'Escala | B | 34 | Cala en Turqueta | B |
| 8 | Arenal d'en Castell* | A | 35 | Macarelleta | B |
| 9 | Son Saura - Son Parc | A | 36 | Macarella | B |
| 10 | Cala Pudent | C | 37 | Cala Galdana* | A |
| 11 | Tirant - Platges de Fornells | A | 38 | Cala Mitjana | B |
| 12 | Tirant - Binidonairet | B | 39 | Trebalúger | C |
| 13 | Cala Viola de Ponent | B | 40 | Cala Fustam | C |
| 14 | Cala Roja (Cavalleria) | C | 41 | Cala Escorxada | C |
| 15 | Cavalleria | B | 42 | Binigauss* | B |
| 16 | Cala Mica | C | 43 | Sant Adeodat* | A |
| 17 | Binimel·là - platges petites | B | 44 | Sant Tomàs* | A |
| 18 | Binimel·là - platja gran | B | 45 | Son Bou - Talis* | B |
| 19 | Pregonda - s'Embarcador | B | 46 | Son Bou - urbanització* | A |
| 20 | Pregonda - platja gran | B | 47 | Cala en Porter | A |
| 21 | Cala del Pilar | C | 48 | Es Canutells | A |
| 22 | La Vall - es Bot | B | 49 | Binidali | A |
| 23 | La Vall - es Tancats | B | 50 | Biniparratx | C |
| 24 | Cala en Blanes | A | 51 | Binissafúller | A |
| 25 | Cala des Degollador - Platja Gran | A | 52 | Binibèquer | A |
| 26 | Sa Caleta | A | 53 | Punta Prima | A |
| 27 | Santandria | A | 54 | Cala d'Alcalfar | A |

Els recomptes s'efectuen a peu de platja tres vegades al dia: a les 12, a les 14 i a les 17 h. El nombre d'usuaris es defineix com el valor màxim d'aquests tres recomptes. Per al comptatge, els treballadors es concentren en un mateix punt, des d'on avancen al mateix temps en direccions oposades fent un reconeixement progressiu de la platja. Cada informador segueix una línia recta i comptabilitza les persones que circulen o reposen dins el seu camp de visió. Es comptabilitzen les persones dins l'aigua, a l'arena i pels voltants naturals de l'entorn. No es compten les persones que estan damunt embarcacions ancorades.

El tractament de dades utilitza els valors màxims d'usuaris per evitar que els dies de condicions meteorològiques no favorables baixin els resultats. El càlcul de la superfície de les platges s'adapta en funció dels diferents ortofotomapes anuals disponibles. Aquests són dels anys 2006, 2007, 2008 i 2015, el darrer en què es varen mesurar, mitjançant sistemes d'informació geogràfica combinats amb treball de camp. La superfície de platja comptabilitza la zona de pins amb arena, però no comptabilitza altres zones ocupades per vegetació, dunes, aiguamolls, zona de batuda de litoral o zones d'accés a la platja.

Finalment, es presenta l'indicador «Intensitat de pressió per accessos rodats», derivat del projecte «Avaluació de les pressions i amenaces al litoral i el medi marí de la Reserva de Biosfera de Menorca», elaborat l'any 2020 per l'OBSAM.⁸ L'estimació de

la pressió deriva de la identificació, en un radi d'1 km de la costa, de camins rurals, senderes, carrers, carreteres i aparcaments.

RESULTATS

1. Nombre d'usuaris

A 54 platges (2018-2020)

El nombre màxim d'usuaris ha passat de 23.355 l'any 2018 a 26.609 usuaris l'any 2019 i 19.901 el 2020.

L'any 2020, la meitat de les 54 platges d'estudi presenten un rang de 0-300 usuaris, mentre que només 2 platges tenen > 1.000 usuaris (figura 2). Les platges de 300-400 usuaris (9 platges) superen en nombre les dels anys 2018 i 2019 (7 platges).

L'any 2020, no hi ha platges amb una freqüentació de 1.000-1.500 usuaris, i les de > 1.500 usuaris passen de 3 (els anys 2018 i 2019) a 2 platges. Aquestes platges són cala Galdana (2.210 usuaris) i Son Bou-urbanització (1.573 usuaris), ambdues de tipus A (urbanes). D'altra banda, les platges amb menys afluència de persones (< 50 usuaris) l'any 2020 són cala des Tamarells del sud i cala Mica (43 usuaris), cala Presili (36 usuaris) i s'Escala (20 usuaris). Totes aquestes platges són verges de tipus B i C.

La mitjana d'usuaris màxims diaris disminueix l'any 2020, sobretot a les platges urbanes de tipus A (figura 3).

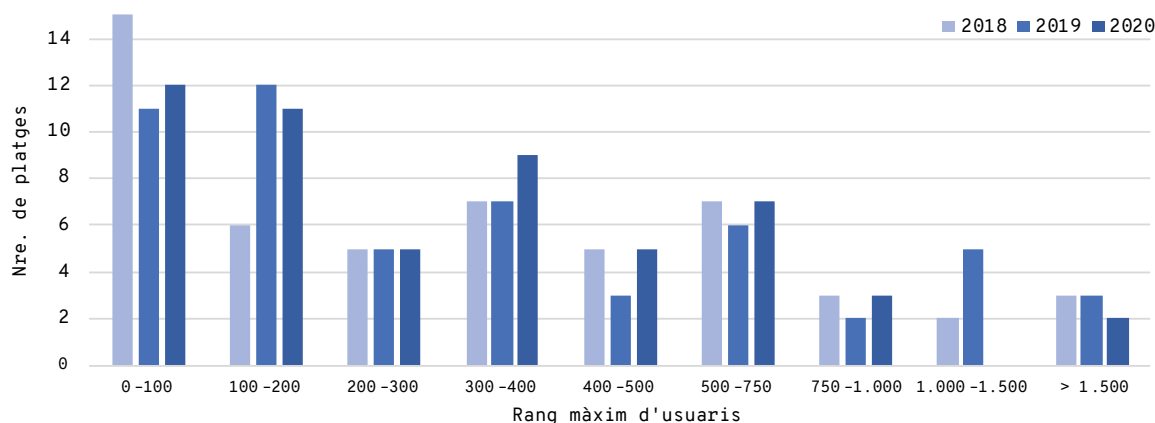


Figura 2. Rangs de distribució del nombre d'usuaris a les 54 platges d'estudi a Menorca (taula 1) entre els anys 2018-2020. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

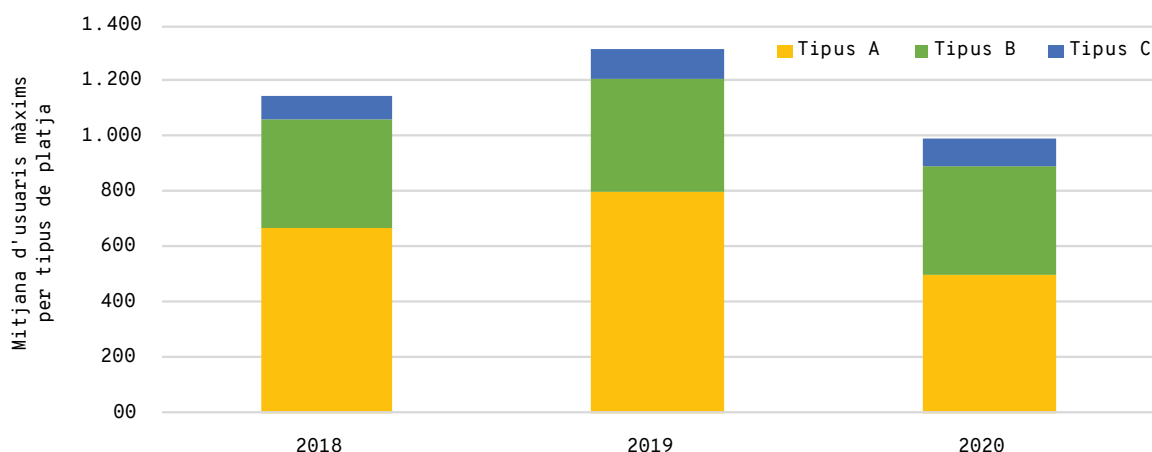


Figura 3. Mitjana d'usuaris màxims per tipus (A: urbana, B: verge amb algun tipus de servei, C: verge amb accés a peu) de les 54 platges d'estudi a Menorca (taula 1) entre els anys 2018-2020. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

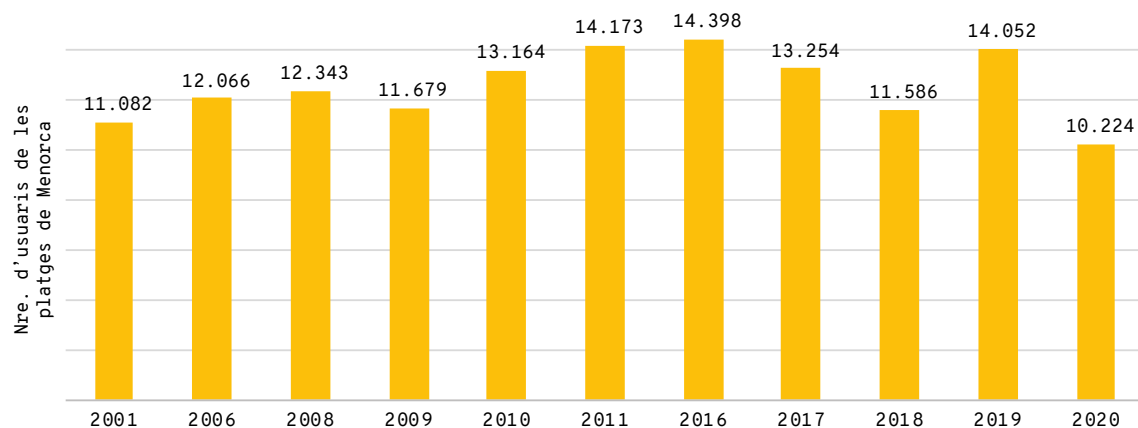


Figura 4. Evolució temporal del nombre màxim d'usuaris a 21 platges de Menorca (taula 2) els anys 2001, 2006, 2008-2011 i 2016-2020. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

A 21 platges

A les 21 platges considerades per a l'evolució temporal (taula 2) des del 2001 fins al 2019 es mostra un increment d'aproximadament 3.000 usuaris (figura 4). L'any 2016 s'assoleix el màxim recompte d'usuaris, 14.398.

Els anys 2017 i 2018 minva gradualment el nombre de persones, fins que arriba als 11.586 usuaris. Aquest descens es podria haver produït per un canvi en la metodologia del recompte, ja que per a algunes de les platges dels anys 2017 i 2018 els comptatges es varen dur a terme qualsevol dia de la setmana entre juny i

setembre, i no totes les platges es varen poder comptar durant la primera quinzena d'agost, que és quan Menorca rep més visitants. Els valors més grans del 2017 respecte del 2018 es poden explicar pel fet que l'equip de l'OBSAM va ajudar els informadors durant el mes d'agost de l'any 2017. Addicionalment, l'any 2018 hi va haver dues platges (cala Presili i platja d'en Tortuga) on únicament es podia accedir amb l'autobús amb destinació a Favàritx, la qual cosa probablement també va contribuir a baixar la mitjana d'usuaris.

L'any 2020, la crisi derivada de la COVID-19 produeix un descens de 3.828 usuaris en comparació amb l'any 2019.

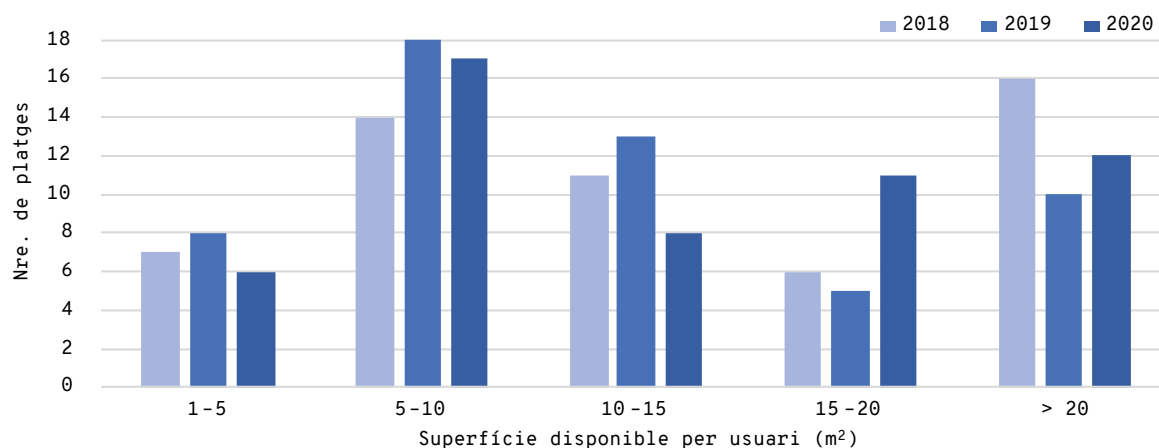


Figura 5. Densitat d'usuaris (m²/persona) a les 54 platges d'estudi (taula 1) entre els anys 2018-2020. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

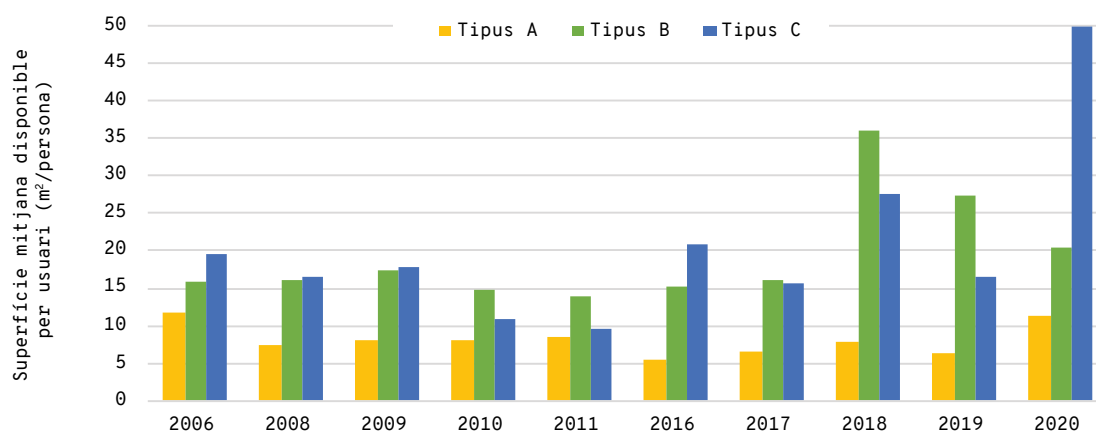


Figura 6. Dades de la superfície mitjana disponible per usuari i per tipus de platja a les 21 platges (taula 2) comptabilitzades els anys 2006, 2008-2011 i 2016-2020. A: urbana, B: verge amb algun tipus de servei, C: verge amb accés a peu. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

2. Densitat d'usuaris

A 54 platges (2018-2020)

A 30 platges de les 54 estudiades l'any 2020 hi ha una densitat òptima d'usuaris ($> 10 \text{ m}^2$) (figura 5). Aquests valors són més grans que els de l'any 2019 (28 platges) i més petits que els de l'any 2018 (33 platges).

El nombre de platges amb densitats $< 5 \text{ m}^2$ per persona —no aptes per a cap tipus de platja— és inferior l'any 2020 (6 platges) que els anys 2019 i 2018 (8 i 7 platges, respectivament).

L'any 2020, les platges amb menys espai per persona ($< 5 \text{ m}^2$) varen ser cala Tirant-Platges de Fornells ($4,6 \text{ m}^2$), Son Xoriguer ($4,9 \text{ m}^2$), cala en Turqueta ($4,9 \text{ m}^2$), Macarelleta ($2,4 \text{ m}^2$), cala Mitjana ($3,4 \text{ m}^2$) i Binidali ($1,6 \text{ m}^2$), que pertanyen a les tipologies A i B.

A 21 platges (2006-2020)

Tots els anys d'estudi, les platges urbanes (de tipus A) disposen de menys espai per als banyistes

(figura 6). Aquests valors s'han reduït lleugerament al llarg del temps, i han passat d' $11,8 \text{ m}^2/\text{usuari}$ l'any 2006 a $6,3 \text{ m}^2/\text{usuari}$ l'any 2019. L'any 2020 es produeix un increment de 5 m^2 de la superfície de les platges urbanes.

En canvi, a les platges de tipus B (verges amb serveis), des de l'any 2018 es registra un augment de la superfície disponible per usuari, superior als $20 \text{ m}^2/\text{persona}$.

Les platges de tipus C (verges amb accés a peu) són les que presenten una variabilitat interanual més gran. L'any 2018 s'obté una superfície més gran per usuari, que es pot deure al fet que aquell any es varen estudiar menys platges de tipus C (4 en lloc de 21), i només es varen censar Trebalúger, cala del Pilar, cala Presili i platja d'en Tortuga.

L'any 2020, en comparació amb les dades de l'any 2019, s'observa un augment considerable de 34 m^2 de la superfície disponible per persona de les platges de tipus C, que passa de 16 a 50 m^2 , mentre que les de tipus B la disminueixen $6,8 \text{ m}^2$, passant de $27,3 \text{ m}^2$ a $20,5 \text{ m}^2$. Finalment, les platges de tipus A (urbanes) augmenten la superfície de 6 a 11 m^2 .

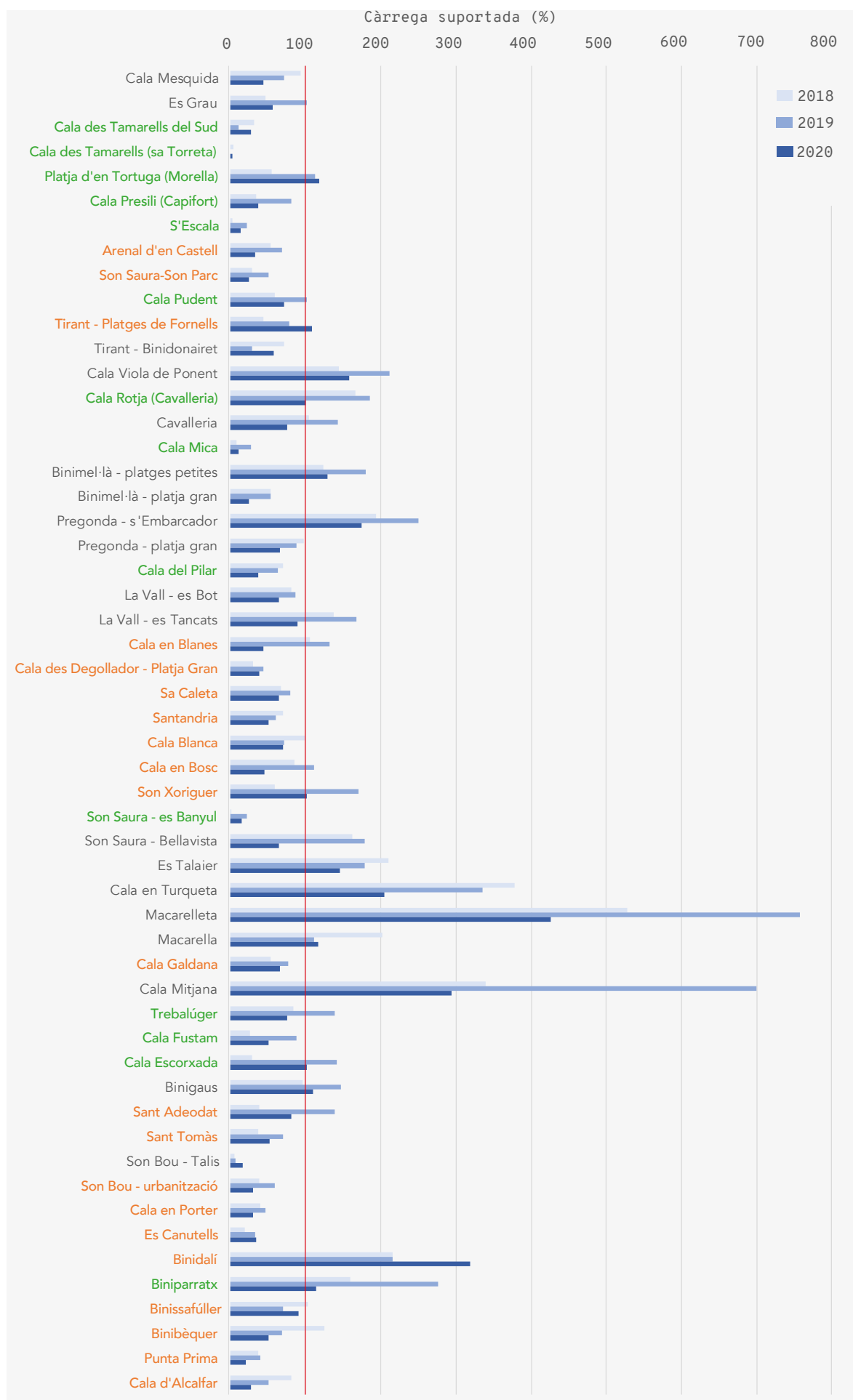


Figura 7. Percentatge de càrrega suportada a 54 platges de Menorca entre els anys 2018-2020. Els topònims de color taronja indiquen: platges de tipus A (urbanes); gris: platges de tipus B (verges amb algun tipus de servei); i verd, platges de tipus C (verges amb accés a peu). La línia vermella vertical indica el límit (100 %) a partir del qual les platges superen la seva capacitat de càrrega. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

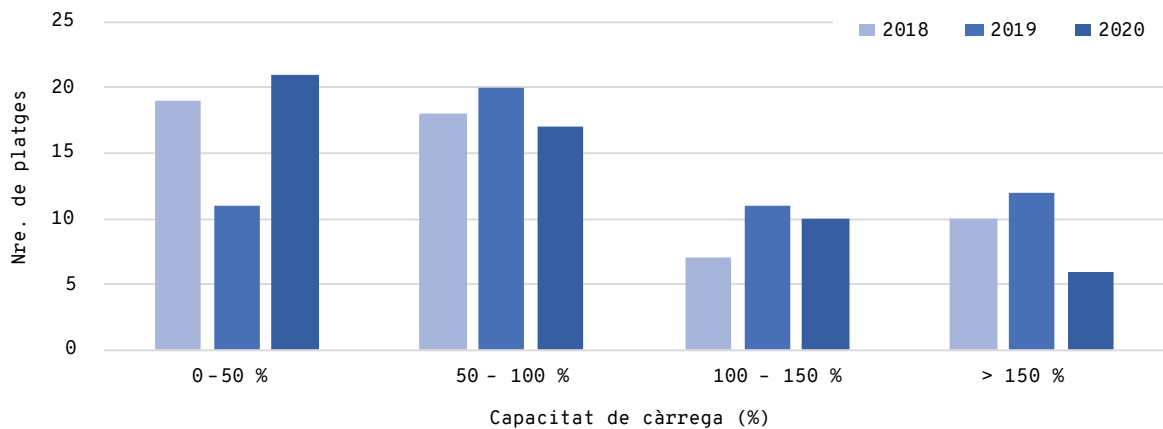


Figura 8. Percentatge de capacitat de càrrega a les 54 platges d'estudi entre els anys 2018-2020. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 5, 6}

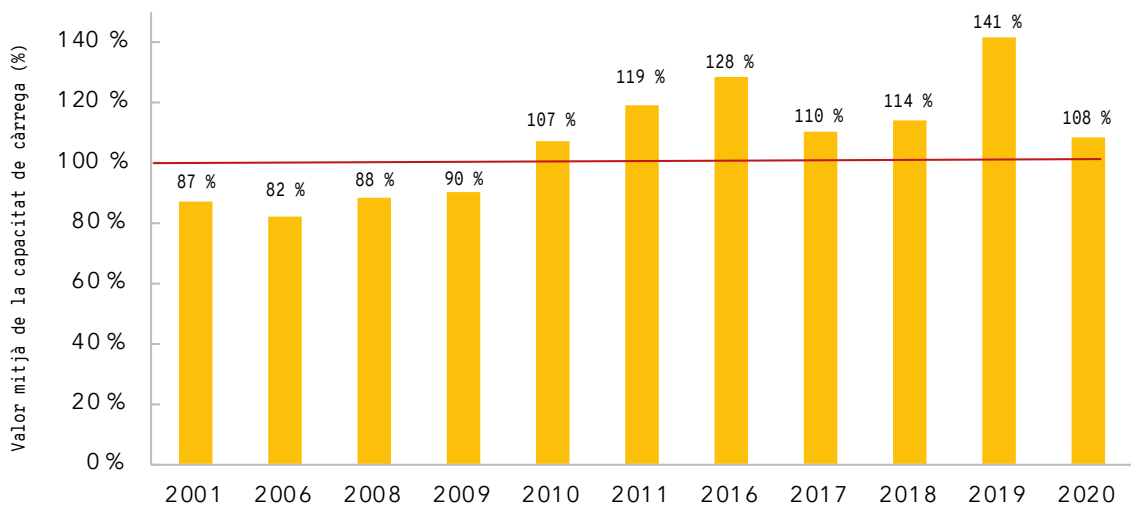


Figura 9. Valor mitjà de la capacitat de càrrega de les 21 platges estudiades de Menorca (taula 2). Sobre la línia de color vermell (> 100 %) s'indiquen les capacitats de càrrega per damunt del límit òptim. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca¹ i OBSAM-Institut Menorquí d'Estudis.⁶

3. Percentatge de capacitat de càrrega

A 54 platges (2018-2020)

L'any 2020, la capacitat de càrrega varia del 3 % al 426 %. Un total de 16 de les 54 platges estudiades presenten sobrefreqüentació (> 100 %) (figures 7 i 8).

Les platges amb més capacitat de càrrega l'any 2020 han estat Macarelleta (426 %), Binidali (319 %), cala Mitjana (294 %), cala en Turqueta (204 %), Pregonda-s'Embarcador (175 %) i cala Viola de Ponent (158 %) (figura 8). Totes són de tipus B excepte Binidali.

A 21 platges (2001-2020)

El seguiment temporal de les 21 platges estudiades des del 2001 mostra que el valor mitjà de la capacitat de càrrega va assolir el seu màxim l'any 2019

(141 %); posteriorment, l'any 2020 va decreixer fins al 108 %, valors similars als de l'any 2010 (figura 9). És important destacar que des de l'any 2020 els valors mitjans de capacitat de càrrega estan per damunt del límit del 100 %.

4. Intensitat de pressió per accessos rodats

La major part del litoral de Menorca mostra una intensitat de pressió baixa derivada de vials rodats.⁶ Les zones costaneres més urbanitzades són les que presenten una intensitat superior de pressió (notable, intensa): Maó, Ciutadella, costa de Sant Lluís, cala en Porter, Son Bou, Sant Tomàs, cala Galdana, el cap d'Artrutx, cala Morell, Fornells i Addaia (figura 10).⁶

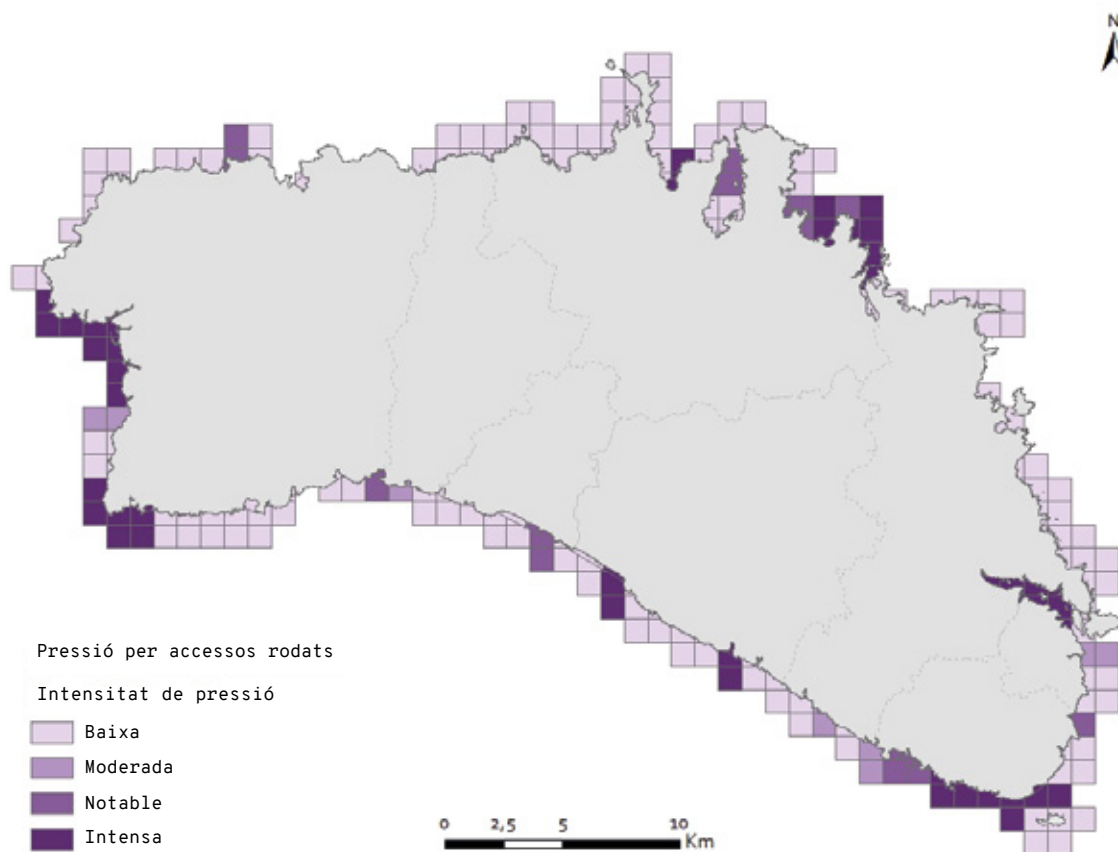


Figura 10. Mapa de Menorca representant l'estimació de la pressió exercida per vials rodats al litoral. FONT: Bagur *et al.*⁸

CONCLUSIONS

→ Nombre d'usuaris:

L'any 2020 decreix el nombre de platges amb valors > 1.000 usuaris de les 54 platges d'estudi, que va ser de 5 platges l'any 2018, de 8 platges l'any 2019 i de 2 platges el 2020.

Les platges més freqüentades l'any 2020 són urbanes: cala Galdana i Son Bou.

El 2020, les platges urbanes són les que més disminueixen en la mitjana màxima d'usuaris en comparació amb els anys 2018 i 2019, mentre que les platges verges es mantenen.

En comparació amb l'any 2019, el nombre d'usuaris màxim ha baixat un 25 %.

→ Densitat d'usuaris:

L'any 2020, les platges urbanes (tipus A) i verges amb algun tipus de servei (tipus B) són les que presenten més densitat. Les platges que disposen de valors no òptims de densitat (< 5 m² de superfície disponible per usuari) són: cala Tirant-Platges de Fornells, Son Xoriguer, cala en Turqueta, Macarelleta, cala Mitjana i Binidali.

Comparant les dades de 2019 i 2020:

- Dues platges menys tenen una densitat no òptima (< 5 m²/usuari).

- S'observa un gran augment de la superfície mitjana disponible per persona de les platges verges amb accés a peu (tipus C), que passen de 16 a 50 m². Les platges urbanes augmenten de 6 a 11 m². No obstant això, les platges verges amb algun tipus de servei (tipus B) disminueixen la seva superfície mitjana disponible per usuari de 27,3 m² a 20,5 m².

→ Capacitat de càrrega:

L'any 2020, la majoria de platges (16 platges) que superen la seva capacitat òptima de càrrega (> 100 %) són les de tipus B.

Des de l'any 2010, la mitjana de la capacitat de càrrega de les 21 platges estudiades supera anualment el límit de càrrega del 100 %.

→ Intensitat de pressió per accessos rodats:

L'any 2020 hi ha una intensitat de pressió alta a: Maó, Ciutadella, costa de Sant Lluís, cala en Porter, Son Bou, Sant Tomàs, cala Galdana, el cap d'Artrutx, cala Morell, Fornells i Addaia.

REFERÈNCIES

- ¹ CARRERA, L. *et al.* (2018). «Servei d'informadors de la Reserva de Biosfera de Menorca. Any 2018» [Informe tècnic de febrer]. Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- ² FLORIT, A. *et al.* (2016). «Estudi de l'afluència de persones a les platges de Menorca (2000-2016)». Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM)-Institut Menorquí d'Estudis.
- ³ OBSAM (2017). «Densitat d'usuaris a les platges de Menorca. Nombre d'usuaris 2000-2017» [Informe inèdit].
- ⁴ OBSAM (2017). «Densitat d'usuaris a les platges de Menorca. Capacitat de càrrega 2000-2017» [Informe inèdit].
- ⁵ FLORIT, A. *et al.* (2019). «Ús públic a les platges de la Reserva de Biosfera de Menorca. Any 2019. Informe tècnic 06/2019». Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- ⁶ GALARZA, N.; VILADOMAT, M.; DE PABLO, F. (2020). «Ús públic a les platges de la Reserva de Biosfera de Menorca. Any 2020. Informe tècnic 04/2020». Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- ⁷ ROIG, F. X. (2003). «Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de playas y calas. El caso de la isla de Menorca (I. Baleares)». *Boletín de la AGE*, 35.
- ⁸ BAGUR, M. *et al.* (2020). «Evaluación de las presiones y amenazas en el litoral y en el medio marino de la reserva de biosfera de Menorca». Observatori Socioambiental de Menorca; Fundació Marilles; Menorca Preservation Fund; Agència Menorca Reserva de Biosfera.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; CARRERAS, D.; MARSINYACH, E. (2021). «Ús de les platges». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/platges/imb-us-de-les-platges-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Eva Marsinyach i David Carreras.

Nombre d'embarcacions ancorades en platges

Aquests darrers anys, alguns usuaris que freqüenten les mateixes platges any rere any han observat un increment del nombre d'embarcacions ancorades al litoral balear.¹ Aquest augment de les embarcacions recreatives s'ha vist impulsat per una oferta turística fàcil per llogar-ne. Entre els efectes directes d'un augment incontrolat del nombre d'embarcacions hi ha els ancoratges prohibits damunt posidònia, el renou submarí i els abocaments de fuel i residus. Un altre efecte indirecte és l'augment del nombre d'amarratges.

Actualment, no es disposa d'un valor orientatiu del nombre total d'embarcacions recreatives que ancoren anualment a les platges de les Illes Balears per poder avaluar la pressió nàutica que exerceixen en el medi. No obstant això, des de l'any 2002 a Menorca es fa un seguiment històric del nombre d'embarcacions ancorades a les platges més freqüentades. L'elaboració d'aquest tipus de seguiment és un gran exemple per a la resta de les Illes, ja que podria contribuir a millorar la informació sobre els usuaris del sector nàutic per a no excedir els límits de capacitat de càrrega de cada platja. L'objectiu final és contribuir a millorar la gestió del sector nàutic present al litoral balear durant la temporada d'estiu.

METODOLOGIA

L'Agència Menorca Reserva de Biosfera, en col·laboració amb la Conselleria de Medi Ambient, Agri-

cultura i Pesca del Govern de les Illes Balears, el Consell Insular de Menorca i l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), han implantat un sistema de comptatge d'embarcacions ancorades.¹⁻⁴ S'estudien tres tipus de platges (descrits a Roig)⁵ repartides per tota la costa de Menorca (figura 1):

- Platges de tipus A: urbanes.
- Platges de tipus B: platges verges amb algun tipus de servei.
- Platges de tipus C: platges verges sense serveis i únicament accessibles a peu.

El criteri de selecció de les platges d'estudi consisteix que presentin unes condicions meteorològiques favorables perquè hi pugui haver embarcacions al litoral. En cada comptatge diari s'anota el nombre d'embarcacions ancorades en tres moments (a les 12, a les 14 i a les 17 h). En els resultats es reporten

QUÈ ÉS?

Fa referència al nombre màxim d'embarcacions diàries que durant la temporada d'estiu freqüenten i ancoren a les platges de Menorca.

METODOLOGIA

Equips humans de l'Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca) i l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) s'han encarregat de fer el comptatge de les embarcacions ancorades. Entre els anys 2001-2017 es van estudiar 30 platges de Menorca, i des de l'any 2018 es va ampliar l'estudi a 54 platges. S'estudien platges urbanes (de tipus A) i platges verges amb algun tipus de servei (de tipus B) o només accessibles a peu (de tipus C). En el recompte es reporta el nombre d'embarcacions d'una mateixa platja en tres moments (a les 12, les 14 i les 17 h), i es tria el nombre màxim diari assolit.

RESULTATS

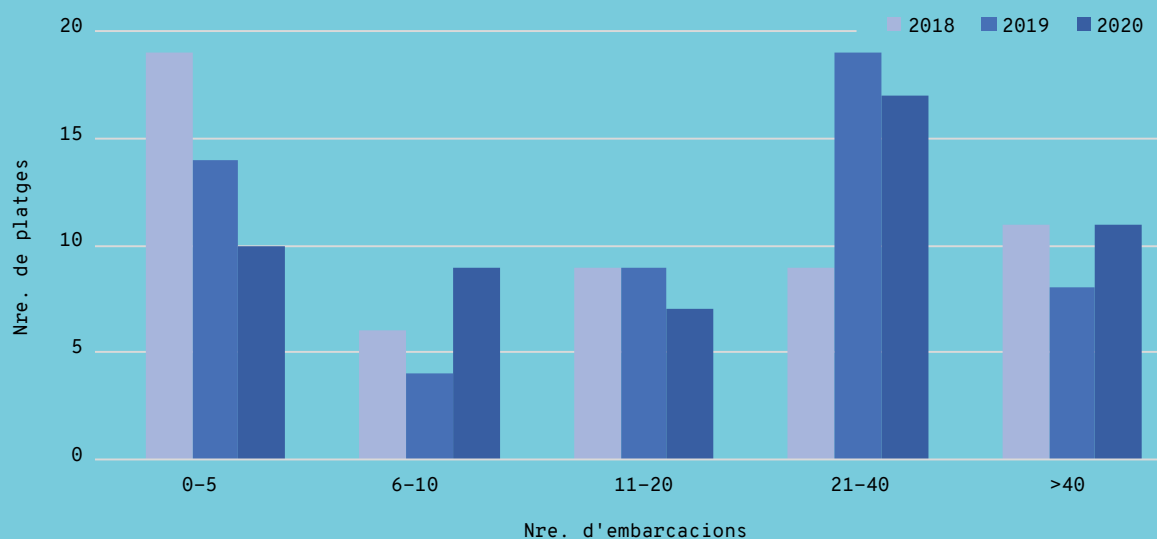
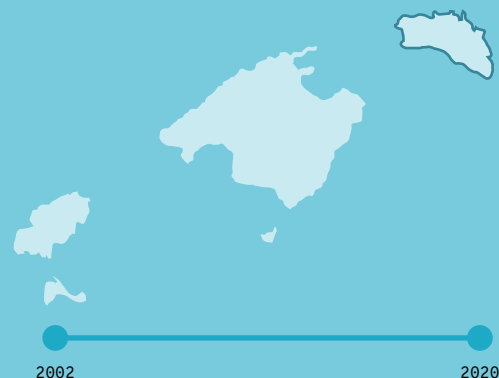
El recompte d'embarcacions màximes diàries ancorades mostra una disminució del nombre de platges amb menys ancoratges (de 19 l'any 2018 a 10 el 2020).

L'any 2020, tres platges més que al 2019 registren > 40 embarcacions.

PER QUÈ?

Aquest nombre proporciona informació orientativa sobre la pressió que pot arribar a exercir el sector nàutic recreatiu en el litoral. El coneixement d'aquesta informació és fonamental per poder prendre mesures de gestió òptimes en cas que sigui necessari.

LOCALITZACIÓ



Nombre de platges de Menorca amb el màxim d'embarcacions que hi han ancorat en un mateix dia d'estiu entre els anys 2018 i 2020. FONT: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).

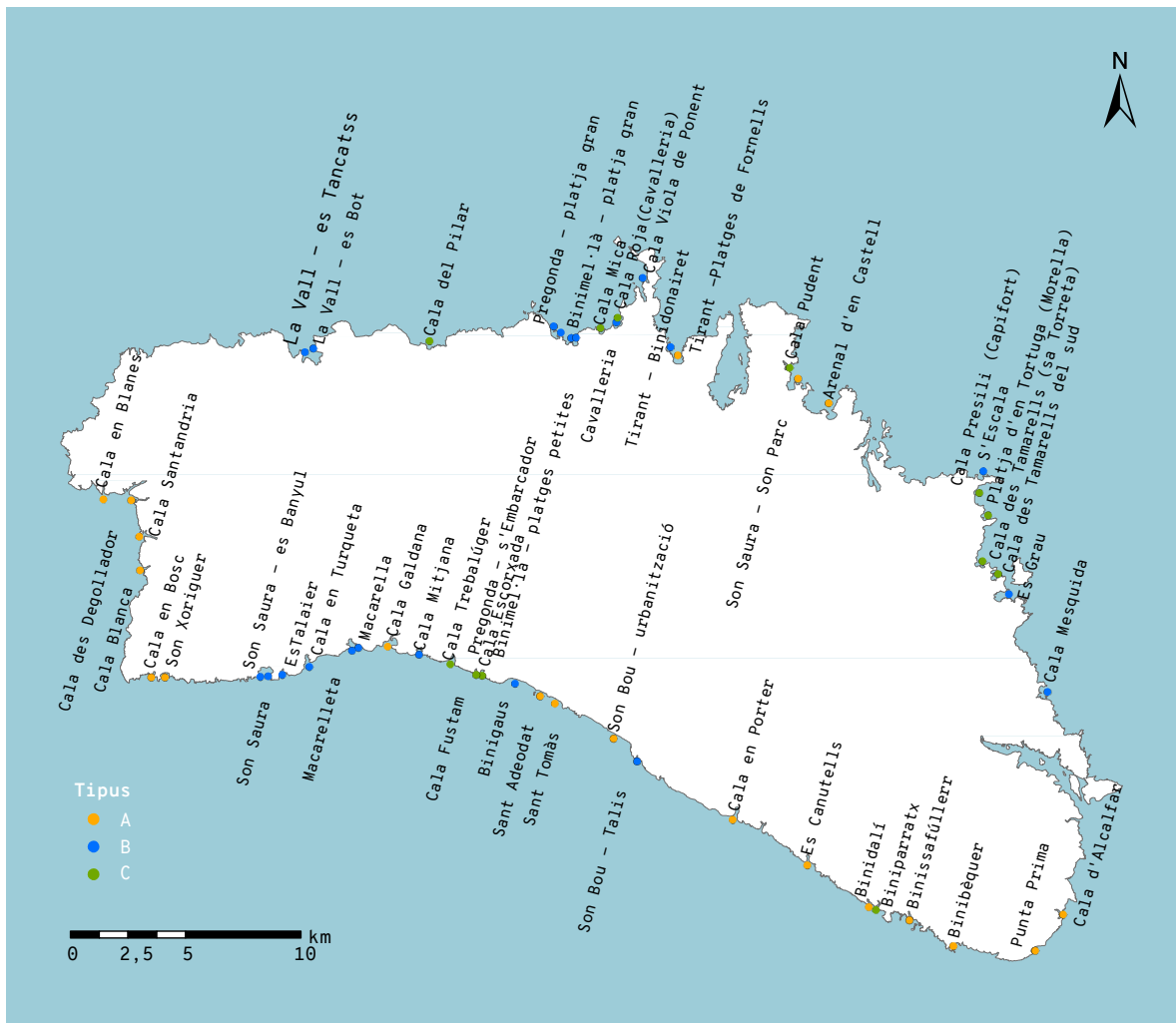


Figura 1. Mapa de l'illa de Menorca que mostra les 54 platges d'estudi l'any 2018 i el tipus (A: taronja, B: blau i C: verd). En negreta es mostren les 30 platges estudiades entre els anys 2002-2020. FONT: OBSAM i Aqència Menorca Reserva de Biosfera.

els valors màxims recollits diàriament a cada platja. En el recompte no es distingeix el tipus o la mida de l'embarcació, i no s'hi inclouen les embarcacions de tipus caiac, patins de pedals o barques de suport de iots.

→ Entre els anys 2002 i 2005, els recomptes es van fer durant els mesos de juliol i agost; entre el 2006 i el 2016, en dos dies del mes d'agost, i finalment, entre els anys 2017 i 2018, el comptatge es va fer durant un dia entre juny i setembre.

La metodologia quant al recompte i a la zona d'estudi varia al llarg dels anys:

Els resultats es presenten dividits en dues seccions: (1) ancoratges en 54 platges entre els anys 2018-2020^{1,3,4}; (2) ancoratges en 30 platges, on es mostra el seguiment històric dels ancoratges entre els anys 2002-2020.²⁻⁴

→ Entre els anys 2012 i 2015 no es va fer el seguiment per falta de recursos.

→ Entre els anys 2002 i 2017 es varen estudiar 30 platges dels 3 tipus (12 de tipus A, 12 de tipus B i 6 de tipus C), mentre que l'any 2018 es va ampliar l'estudi a 54 platges, que inclouen les zones d'estudi dels indicadors d'«Ús de les platges» (21 platges de tipus A, 21 platges de tipus B i 12 platges de tipus C) (figura 1). A 9 d'aquestes 54 platges, les que tenen més usuaris (Son Bou - urbanització, Son Bou - Talis, Sant Tomàs, Sant Adeodat, Binigaus, Son Xoriguer, cala en Bosc, cala Galdana i Arenal d'en Castell) s'ha efectuat un recompte mensual més detallat, mentre que a la resta es fa un recompte per temporada.

El canvi de metodologia i les interrupcions en el cens fan que les dades no tinguin la continuïtat ni l'homogeneïtat que es voldria. Això genera una limitació de les dades disponibles per poder fer estimacions de l'evolució de la pressió nàutica que s'exerceix sobre el litoral menorquí. No obstant això, aquesta informació proporciona una orientació sobre el nombre d'embarcacions que freqüenten cadascuna de les platges de Menorca. En el context actual de l'illa, amb l'ampliació de la figura de protecció de reserva de la biosfera cap a la mar, és necessari avaluar la pressió nàutica en el medi ambient per implantar regulacions en cas que sigui necessari.

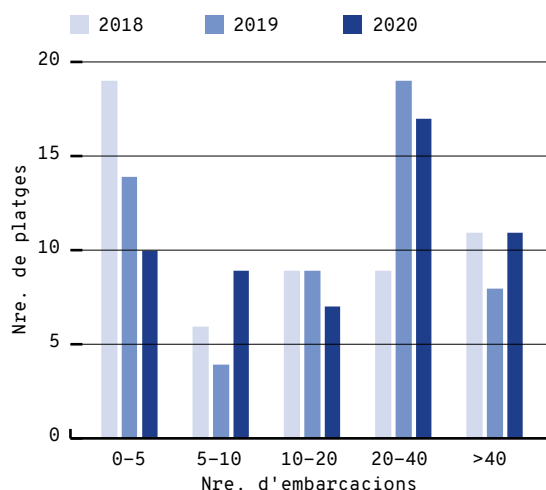


Figura 2. Nombre d'embarcacions diàries ancorades en l'estudi de 54 platges de Menorca durant els mesos de juny a setembre entre els anys 2018-2020. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 3, 4}

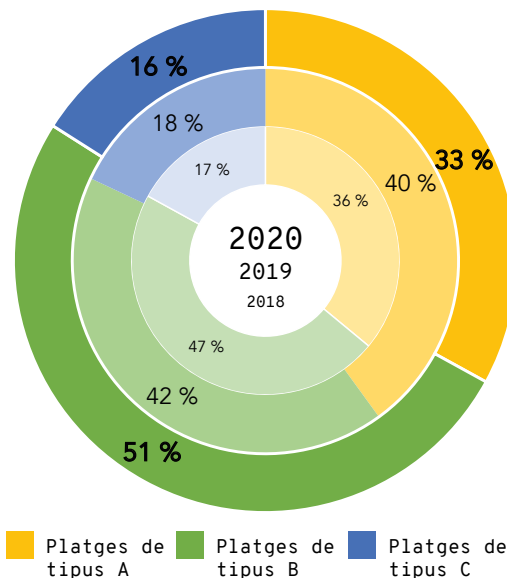


Figura 3. Percentatge d'embarcacions ancorades entre els anys 2018-2020 en 54 platges de Menorca de tipus: A (urbanes), B (verges amb algun tipus de servei) i C (verges sense serveis i únicament accessibles a peu). El cercle extern fa referència a l'any 2020, el central al 2019 i l'intern al 2018. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.^{1, 3, 4}

RESULTATS

Ancoratges en 54 platges (2018-2020)

Des de l'any 2018 fins al 2020, s'observa que disminueix el nombre de platges amb menys embarcacions (0-5), que passen de 19 a 10, respectivament (figura 2). Un altre canvi important es mostra a les platges amb 21-40 embarcacions ancorades, que augmenten de 9 a 12 platges. Finalment, 11 platges van tenir > 40 embarcacions, 2 platges més que l'any 2019.

El nombre màxim d'embarcacions ancorades l'any 2018 va ser de 134; l'any 2019, de 125; i el 2020, novament de 134. El valor màxim prové sempre de la platja des Grau, encara que s'ha de considerar que la majoria estaven ancorades a l'embarcador. L'any 2020, les platges amb més afluència d'embarcacions (~ 80 embarcacions) són Cala en Blanes, la Vall-es Tancats, Macarella i Macarelleta. Les segueixen, amb ~ 60 embarcacions, es Canutells i Binigaus.

El tipus de platja amb més embarcacions censades entre els anys 2018-2020 és el tipus B, platges ver-

ges amb algun tipus de servei (47-51 %) (figura 3). L'any 2020, la mitjana d'embarcacions diàries en platges de tipus B és de 35 embarcacions; el següent les platges de tipus A (urbanes), amb 23 embarcacions, i finalment, les platges de tipus C (verges només accessibles a peu), amb 19 embarcacions.

Ancoratges en 30 platges (2002-2020)

S'observa un nombre més gran d'embarcacions entre els anys 2008-2016 i 2019-2020 (> 70 embarcacions) respecte de 2002, 2006, 2017 i 2018 (< 70 embarcacions) (figura 4). La disminució del nombre mitjà d'embarcacions els anys 2017 i 2018 es pot deure a un canvi de la metodologia, ja que el comptatge va passar a fer-se dos dies aleatoris entre juny i setembre, i es podria haver passat per alt el dia amb més presència d'embarcacions, que sol ser a l'agost.

Al llarg dels anys, la freqüentació d'embarcacions ancorades en platges verges (de tipus B i C) ha anat en augment; sobretot les platges de tipus B (verges amb algun tipus de servei) són les més freqüentades l'any 2020 (figura 4).

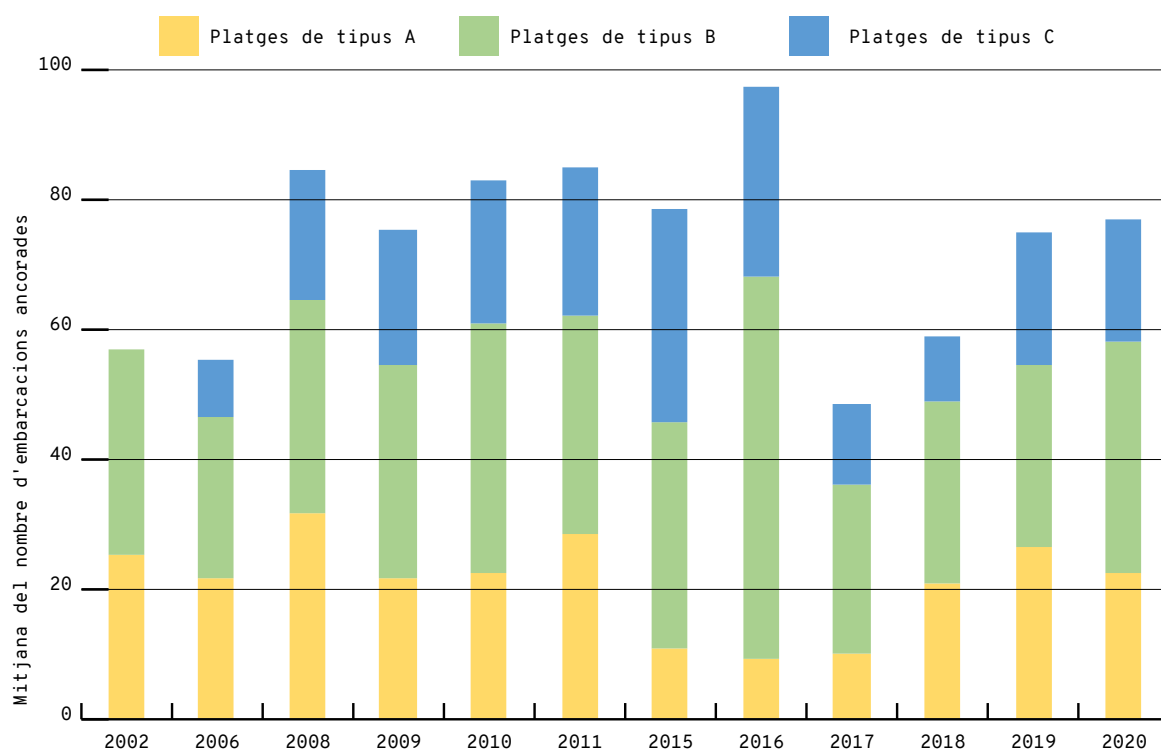


Figura 4. Mitjana del nombre d'embarcacions presents a 30 platges de Menorca (A: platja urbana, B: platja verge, C: platja verge amb accés a peu). Per a cada any, els valors s'han estandarditzat pel nombre de platges i tipus estudiats. FONT: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca i OBSAM-Institut Menorquí d'Estudis.²⁻⁴

CONCLUSIONS

- L'any 2020, el nombre de platges amb menys embarcacions disminueix de 19 a 20 respecte del 2018, mentre que 3 platges més que a l'any 2019 tenen > 40 embarcacions.
- L'any 2020, respecte del 2019, disminueix un 7 % el nombre d'embarcacions en platges urbanes i augmenta un 9 % el nombre d'ancoratges en platges verges amb algun tipus de servei.
- Des de l'any 2002, les platges de tipus B (platges verges amb algun tipus de servei) són les que

registren un nombre d'embarcacions més gran. Això indica que, en general, els usuaris valoren més ancorar en platges no urbanitzades.

- El nombre màxim assolit és de 134 embarcacions a es Grau els anys 2018 i 2020.
- L'any 2020, les platges amb un nombre màxim d'ancoratges (> 60 embarcacions) són: es Grau, cala en Blanes, la Vall-es Tancats, Macarella, Macarelleta, es Canutells i Binigauss.

REFERÈNCIES

- ¹ CARRERAS, L. *et al.* (2018). «Servei d'informadors de la Reserva de la Biosfera de Menorca» [informe tècnic 02/2018]. Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- ² OBSERVATORI SOCIOAMBIENTAL DE MENORCA (OBSAM) (2017). «Indicadors bàsics: Pressió nàutica a les platges de Menorca (2002-2017)» [en línia]. Maó: Institut Menorquí d'Estudis. [www.obsam.cat/documents/medi-natural].
- ³ FLORIT, A. *et al.* (2019). «Ús públic a les platges de la Reserva de Biosfera de Menorca. Any 2019. Informe tècnic 06/2019». Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- ⁴ GALARZA, N.; VILADOMAT, M.; DE PABLO, F. (2020). «Ús públic a les platges de la Reserva de Biosfera de Menorca. Any 2020. Informe tècnic 04/2020». Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- ⁵ ROIG, F. X. (2003). «Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de playas y calas. El caso de la isla de Menorca (Islas Baleares)». *Boletín AGE*, 35, 175-190.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; MARSINYACH, E.; CARRERAS, D. (2021) «Nombre d'embarcacions ancorades en platges». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalea.org/ca/platges/imb-embarcacions-a-platges-cat.pdf>>.

Pressions

Depuradores

Dessalinitzadores

Residus

Contaminants en sediments

IPH

Turisme

Superfície de costa urbanitzada

Renou submarí

Vaixells a ports

Espècies al·lòctones

Halimeda incrassata

Paraleucilla magna

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Juan Calvo, ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR)

1. Cabal d'aigua depurada
2. Cabal d'aigua depurada abocada a la mar
3. Cabal d'aigua regenerada
4. Indicador de l'adequació del cabal rebut al cabal de disseny (infradimensionament de les depuradores)
5. Demanda biològica d'oxigen (DBO) de l'aigua depurada abocada a la mar
6. Demanda química d'oxigen (DQO) de l'aigua depurada abocada a la mar
7. Sòlids en suspensió (SS) de l'aigua depurada abocada a la mar
8. Nitrogen total de l'aigua depurada abocada a la mar
9. Fòsfor total de l'aigua depurada abocada a la mar

L'abocament directe de les aigües residuals urbanes ha estat una de les principals fonts de contaminació de les aigües i degradació dels ecosistemes. Així mateix, l'abocament d'aigües mal depurades també pot ocasionar problemes de contaminació greus en la zona costanera. La xarxa de sanejament municipal recull les aigües residuals urbanes, que arriben a les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR). Allà es tracten per reduir-ne la càrrega contaminant i retornar-les al medi o reutilitzar-les en les millors condicions possibles.

Els abocaments d'aigües residuals depurades al medi marí són una de les principals fonts de nutrients provinents de terra.¹ L'increment de nutrients i matèria orgànica produeixen eutrofització,² un procés que afavoreix un increment de la proliferació d'algues en la columna d'aigua, que en fan augmentar la turbidesa i en redueixen la transparència. Aquests canvis en la disponibilitat de llum poden afectar la distribució de plantes i macroalgues marines. Per exemple, una disminució de la quantitat de llum disponible pot fer reduir la producció primària de les praderies de *Posidonia oceanica*, que podria conduir-la a una situació on les seves taxes de respiració fossin més grans que les de producció i, per tant, a una reducció neta de la quantitat d'oxigen.³

Les aportacions de nutrients i matèria orgànica produeixen un canvi de la vegetació submergida: de plantes marines de creixement lent i macroalgues de mida gran a macroalgues de creixement

ràpid i, en darrer terme, a una dominància del fitoplàncton quan hi ha una gran quantitat de nutrients.⁴ Els canvis en la composició de la vegetació marina tenen implicacions profundes en el funcionament i l'estructura dels ecosistemes. Les comunitats actives i denses de macròfits actuen com a embornals de nutrients, eliminant-los de la columna d'aigua,⁵ augmentant la resistència dels ecosistemes a l'eutrofització.^{4, 6}

L'eutrofització també causa un increment de la quantitat de matèria orgànica que arriba als sediments. En zones amb sediments carbonatats, com els que envolten les Illes Balears, es produeix un increment de la concentració de sulfhídric (H_2S), molt tòxic per als animals aquàtics⁷ i les plantes marines^{8, 9} —*Posidonia oceanica* és especialment vulnerable a concentracions superiors als $10 \mu mol H_2S/l$ ⁸—, i que disminueix la supervivència dels organismes en condicions de falta d'oxigen.¹⁰

QUÈ ÉS?

La depuració de les aigües residuals consisteix en l'eliminació de la càrrega contaminant de les aigües residuals urbanes, que prové del seu ús en l'àmbit domèstic, agrícola, turístic o industrial. És el pas previ per poder-la retornar al medi en condicions òptimes i amb els mínims riscos ambientals, o per destinar-la a altres usos secundaris, com el reg de jardins i camps de golf, la neteja de la via pública o l'ús industrial. A les Illes, l'aigua depurada sobrant que no es pot reutilitzar ni emprar per a reg es retorna als aqüífers mitjançant pous d'infiltració, o bé s'aboca directament a torrents, basses d'evaporació i la mar (a través d'emissaris).

1. Cabal d'aigua depurada. Volum total d'aigua que arriba a les depuradores i es tracta per poder retornar-la al medi o reutilitzar-la.

2. Cabal d'aigua tractada abocada a la mar. Volum d'aigua depurada que s'aboca a la mar.

3. Cabal d'aigua regenerada. Volum d'aigua tractada que es reutilitza per a diversos usos com són: reg urbà, de camps de golf o de cultius, neteja de carrers, neteja industrial de vehicles, sistemes contra incendis i usos industrials, entre d'altres.

4. Indicador de l'adequació del cabal rebut al cabal de disseny. Aquest indicador avalua l'estat del dimensionament de les EDAR, comparant el cabal d'aigua residual municipal que arriba a cada depuradora amb el seu cabal de disseny.

5. Demanda biològica d'oxigen (DBO) de l'aigua depurada abocada a la mar. Mesura la quantitat de matèria

susceptible de ser consumida o oxidada per la comunitat biòtica que conté una mostra líquida (també denominada demanda bioquímica d'oxigen). S'utilitza per determinar-ne el grau de contaminació. Es mesura transcorreguts cinc dies (DBO_5) i s'expressa en mil·ligrams d'oxigen per litre ($\text{mg O}_2/\text{l}$).

6. Demanda química d'oxigen (DQO) de l'aigua depurada abocada a la mar. És un paràmetre que mesura la quantitat de substàncies susceptibles de ser oxidades per processos químics. S'empra per mesurar el grau de contaminació de matèria orgànica, tot i que pateix interferències amb substàncies inorgàniques susceptibles de ser oxidades. S'expressa en mil·ligrams d'oxigen per litre ($\text{mg O}_2/\text{l}$). El seu valor sempre és superior al de la demanda biològica d'oxigen (DBO).

7. Sòlids en suspensió de l'aigua depurada abocada a la mar. Representen el conjunt de partícules sòlides de petites dimensions que es troben dissoltes en un líquid. És un paràmetre analític emprat per determinar la qualitat de l'aigua depurada i s'expressa en mil·ligrams per litre (mg/l).

8. Nitrogen total de l'aigua depurada abocada a la mar. El nitrogen és un nutrient essencial per a la vida perquè forma part dels aminoàcids, que constitueixen les proteïnes. El nitrogen total és la suma de les formes de nitrogen inorgànic —nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) i amoni (NH_4^+)— i de nitrogen orgànic.

9. Fòsfor total de l'aigua depurada abocada a la mar. El fòsfor és un altre nutrient essencial per a la vida.

LOCALITZACIÓ



PER QUÈ?

L'abocament directe de les aigües residuals urbanes ha estat una de les principals fonts de contaminació de les aigües i degradació dels ecosistemes. Així mateix, l'abocament d'aigües mal depurades també pot ocasionar greus problemes de contaminació en la zona costanera.

Els abocaments d'aigües residuals depurades al medi marí és una de les principals fonts de nutrients provinent de terra. L'increment de nutrients i matèria orgànica produeix eutrofització, un procés que afavoreix la proliferació d'algues en la columna d'aigua, que n'augmenten la terbolesa i en disminueixen la transparència. Aquests canvis en la disponibilitat de llum poden afectar la distribució de plantes i macroalgues marines.

METODOLOGIA

Es presenta una llista de totes les depuradores de les Illes Balears amb els cabals depurats els anys 2015 i el 2019, recollits en diversos documents elaborats per l'Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental (ABAQUA) i en la documentació elaborada per la Direcció General de Recursos Hídrics per a la redacció del Pla Hidrològic de les Illes Balears.

L'estudi se centra en el compliment dels límits legals en la qualitat de l'aigua depurada de les EDAR gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen directament a la mar a través d'emissaris entre els anys 2016 i 2019. Les dades s'han obtingut directament de l'entitat gestora de les diferents depuradores (ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000).

Es presenten els cabals totals depurats per a 23 depuradores d'ABAQUA que aboquen les aigües tractades directament a la mar a través d'emissaris submarins. En el cas de les depuradores gestionades per EMAYA i Calvià 2000, es presenten els volums d'aigua depurada, d'aigua reutilitzada i l'estima del volum abocat a la mar a través d'emissaris submarins.

S'ha comprovat si el cabal que reben les depuradores d'estudi ha estat inferior al cabal de disseny de

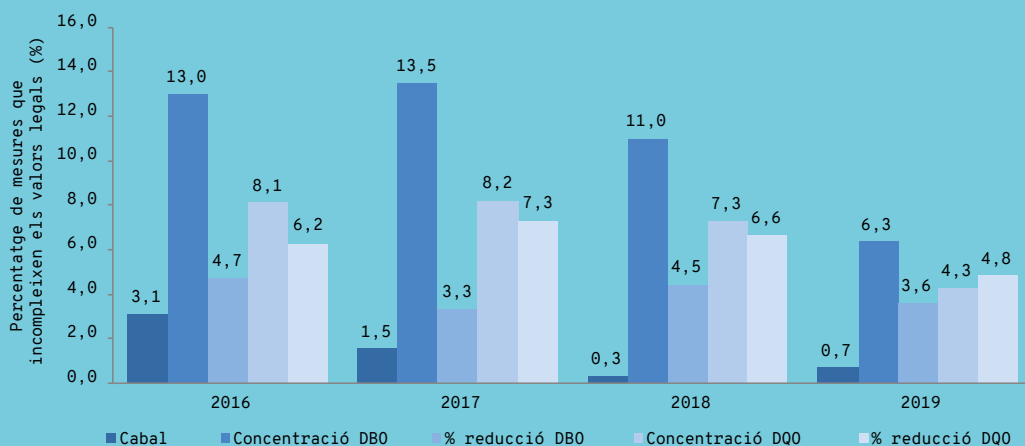
L'eutrofització causada per abocaments d'aigües riques en nutrients és un motor dels episodis de falta d'oxigen al medi marí. Aquests episodis poden produir impactes molt greus en les comunitats marines: fer que els organismes mòbils abandonin la zona, impactar greument les comunitats bentòniques que viuen fixades al fons marí i arribar a produir esdeveniments de mortalitats massives per falta d'oxigen.

La normativa europea i estatal estableix límits en les concentracions o percentatges de reducció dels indicadors 5-9, per tal d'assegurar que les aigües depurades abocades al medi marí estiguin en les millors condicions possibles per causar un impacte mínim en les zones on s'aboquen.

L'EDAR per a cada un dels mesos dels anys compresos entre 2016 i 2019. S'han registrat tots els incompliments de cabal. Per considerar que una depuradora està infradimensionada s'ha establert un llindar de més de dos mesos on se superi el seu cabal de disseny.

S'han recopilat els paràmetres de qualitat de l'aigua depurada (indicadors 5-9) i analitzat per separat el compliment dels requeriments establits de no superació de la concentració màxima permesa i del percentatge mínim de reducció. Segons la normativa estatal, es compleixen els requisits d'abocament si l'aigua depurada no supera les concentracions màximes permeses o si s'aconsegueix el percentatge mínim de reducció.

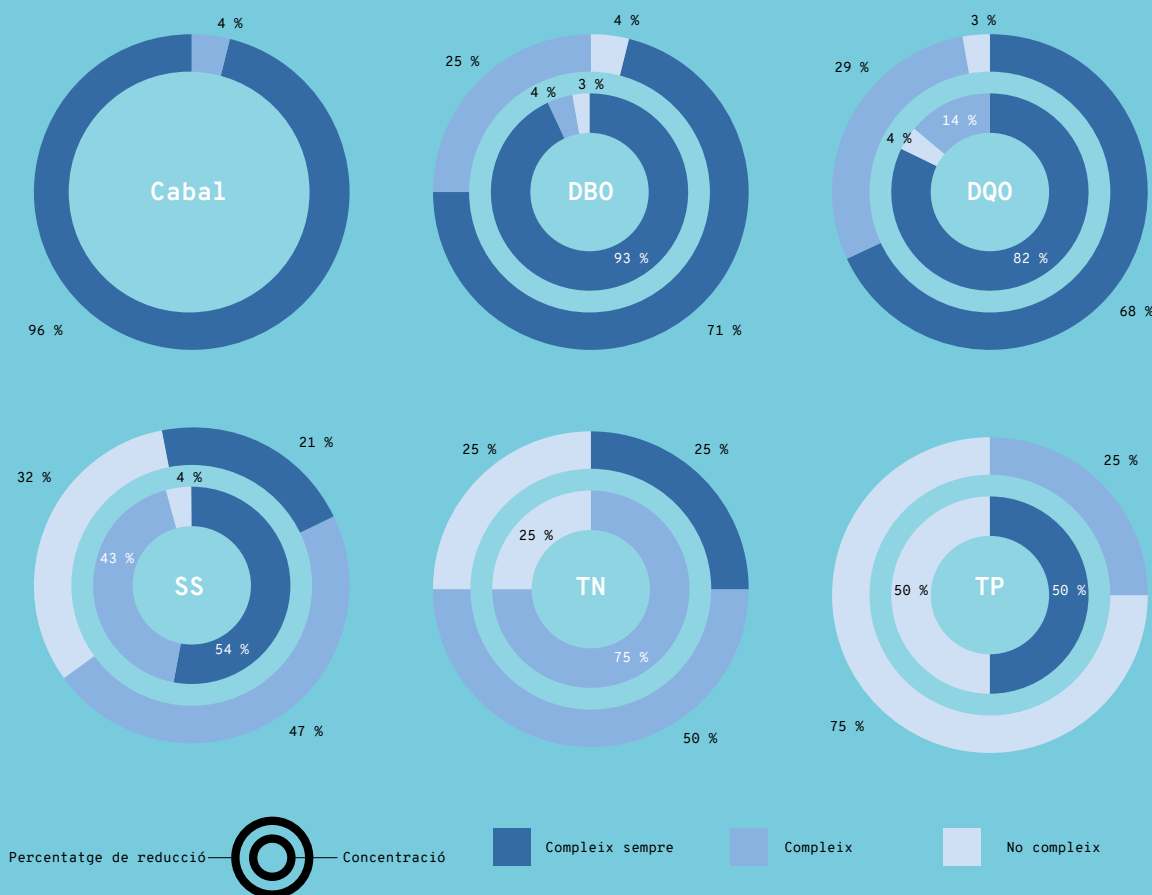
S'han registrat tots els incompliments dels paràmetres DBO, DQO, SS, nitrogen total i fòsfor total tant pel que fa a la concentració màxima establerta pel RD 509/1996 com al percentatge de reducció. Per considerar que una depuradora està incomplint algun dels paràmetres s'ha establert un llindar de més de 3 mesures on se superin aquests límits en el cas de tenir més de 16 mesures, i de 2 en el cas de tenir-ne un nombre inferior a 16.



Percentatge del nombre d'incompliments dels valors legals per als paràmetres demanda biològica d'oxigen (DBO), demanda química d'oxigen (DQO) i per al cabal, tant pel llindar de concentració com pel percentatge de reducció, de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

RESULTATS

- A les Illes Balears hi ha 143 depuradores: 50 de gestió privada i 93 de gestió pública; d'aquestes últimes, 79 estan gestionades per l'Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental (ABAQUA), 13 per ajuntaments i 1 —la de Cabrera— pel Consell de Mallorca.
- El volum d'aigua residual que arriba a les EDAR és molt variable al llarg de l'any a totes les illes, amb un fort pic estacional els mesos d'estiu, coincidint amb la temporada alta turística. Aquesta estacionalitat és més marcada a l'illa de Formentera, on els mesos d'estiu es triplica el cabal depurat durant la temporada baixa.
- El cabal de les depuradores gestionades per ABAQUA que aboquen a la mar a través d'emissaris ha augmentat entre els anys 1998 i 2020 a un ritme de 0,37 hm³/any ($R^2 = 0,71$, $p < 0,001$).
- L'aigua reutilitzada a les EDAR de Palma va variar entre els 13,4 hm³ l'any 2014 (46 %) i els 16,6 hm³ el 2015 (55 %). L'any 2019 es varen reutilitzar 16,5 hm³, un 53 % de l'aigua que va arribar a les depuradores de Ciutat.
- L'aigua reutilitzada a les EDAR de Calvià va variar entre un 76,2 % l'any 2020 (3,5 hm³) i un 59,6 % l'any 2017 (4,1 hm³). L'any 2019 es va reutilitzar un 60,6 % de l'aigua que va arribar a les depuradores de Calvià (4,3 hm³).
- De les estimes disponibles per al conjunt de les Balears, 68,23 hm³/any podrien ser aptes per a la reutilització (un 70,2 % del total). Un 32,6 % de l'aigua depurada presenta salinitats massa elevades per ser aptes per al reg. Per tant, la quantitat d'aigua realment susceptible de ser emprada per a usos agrícoles es redueix a 36,58 hm³/any (el 37,7 %).
- La majoria de depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen les aigües depurades a la mar no superen el cabal de disseny i no es pot considerar que estiguin infradimensionades. Durant el període 2016-2019 només la depuradora de cala Ferrera va incomplir aquest paràmetre els anys 2016 i 2017. Globalment hi va haver un incompliment del cabal de depuració de l'1,6 % entre els anys 2016 i 2019.
- Als incompliments de cabal caldria sumar-hi els possibles abocaments d'aigües sense depurar per puntes de cabal causats per episodis de pluges intenses, en els casos on les aigües pluvials no estan separades de les residuals.
- En el període 2016-2019 s'ha registrat 5 vegades un incompliment del paràmetre demanda biològica d'oxigen (DBO): 4 a l'EDAR d'Eivissa (tots els anys) i 1 a l'EDAR d'Andratx l'any 2018.
- En aquest període s'ha incomplert el paràmetre demanda química d'oxigen (DQO) un total de 9 vegades: 4 a l'EDAR d'Eivissa, 3 a la de Camp de Mar (2016-2018) i 2 a la de Santa Eulària des Riu (2017-2018).
- La legislació estatal estableix que el paràmetre de sòlids en suspensió és de compliment voluntari, per tant no s'incorre en il·legalitat si se'n superen els límits recomanats. En el període 2016-2019 aquest paràmetre s'ha incomplert 19 vegades: 4 a l'EDAR d'Eivissa (2016-2019); 3 a la de Camp de Mar (2016-2018) i a la d'Andratx (2016-2018); 2 a la de Santa Eulària des Riu (2017-2018), a la de cala Ferrera (2017-2018) i a Palma II (2016-2017); i 1 a Portocolom (2016), la platja d'en Bossa (2016) i sa Calobra (2018).
- Avui dia a les Balears, de les EDAR gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000, les depuradores de Peguera, cala en Porter, Maó-es Castell, Santa Ponça i cala Ferrera aboquen en zones sensibles per eutrofització. Aquestes depuradores tenen uns requeriments per a l'abocament de nutrients (15 mg N/l i 2 mg P/l). L'EDAR de cala Ferrera queda exempta de complir-los per tenir una capacitat inferior als 10.000 h.e.
- Les EDAR de Peguera, Santa Ponça, cala en Porter i Maó-es Castell han complert els requeriments legals de reducció de nitrogen tots els anys dels que es disposa de dades.
- Les EDAR de Peguera i Santa Ponça varen complir tots els anys els límits de concentració de fòsfor total permesos per a depuradores que aboquen en zones sensibles amb capacitat menor als 100.00 h.e. Cala en Porter va complir-los l'any 2018. La resta d'anys les depuradores varen abocar aigües enriquides en fòsfor per damunt dels valors legals.
- L'EDAR d'Eivissa incompleix tots els paràmetres legals (DBO, DQO) i recomanats (SS, nitrogen i fòsfor total). Requereix millores urgents per abocar aigües amb una qualitat acceptable.



Percentatge de compliment anual del cabal màxim de disseny, demanda biològica d'oxigen (DBO), demanda química d'oxigen (DQO), sòlids en suspensió (SS), nitrogen total (TN) i fòsfor total (TP) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar l'any 2019.



Fotografia aèria de l'estació depuradora d'aigües residuals de Can Picafort (Son Bosc).

Taula 1. Paràmetres, concentracions màximes permeses i percentatges mínims de reducció de l'aigua residual depurada establits a la normativa estatal (RD 509/1996). *El compliment del paràmetre de sòlids en suspensió és voluntari, segons aquesta normativa.

| Paràmetre | Concentració màxima permesa | Percentatge mínim de reducció |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Demanda biològica d'oxigen a 5 dies (DBO ₅) | 25 mg O ₂ /l | 70-90 % |
| Demanda química d'oxigen (DQO) | 125 mg O ₂ /l | 75 % |
| Sòlids en suspensió (SS)* | 35 mg/l | 90 % |

Taula 2. Paràmetres, concentracions màximes permeses i percentatges mínims de reducció de l'aigua residual depurada que s'aboca en zones sensibles per eutrofització segons el nombre d'habitants equivalents (h.e.) de la depuradora (sempre que se superin els 10.000 h.e.). *Els valors de concentració de N i P constituïran mitjanes anuals de les mostres obtingudes durant aquest període.

| Paràmetre | Concentració | Percentatge de reducció |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| P (10.000-100.000 h.e.) | 2mg/l | 80 % |
| P (> 100.000 h.e.) | 1mg/l | 80 % |
| N (10.000-100.000 h.e.) | 15 mg/l | 70-80 % |
| N (> 100.000 h.e.) | 10 mg/l ⁺ | 70-80 % |

La depuració de les aigües residuals consisteix en l'eliminació de la càrrega contaminant de les aigües residuals urbanes, que prové del seu ús en l'àmbit domèstic, agrícola, turístic o industrial. És el pas previ per poder-la retornar al medi en condicions òptimes i amb els mínims riscos ambientals, o per destinar-la a altres usos secundaris, com el reg de jardins i camps de golf, la neteja de la via pública o l'ús industrial. A les Illes, l'aigua depurada sobrant, que no es pot reutilitzar ni emprar per a reg, es retorna als aquífers mitjançant pous d'infiltració o s'aboca directament en torrents, basses d'evaporació i la mar (mitjançant emissaris).

Les depuradores més habituals són les que fan un tractament biològic de les aigües residuals. Els processos que es duen a terme es poden separar en la línia d'aigües i la línia de fangs.

A la línia d'aigües, primer es fa un pretractament conegut com sistema de cribratge o garbellament. A continuació, les aigües se sotmeten al tractament primari, que consisteix en la decantació primària, on s'eliminen sòlids en suspensió.

El tractament secundari més comú és el biològic o de fangs actius, on s'elimina una part de la càrrega contaminant. En depuradores que aboquen a llocs sensibles cal un tractament addicional al secundari. Si l'aigua ha de ser reutilitzada i requereix una millora de la seva qualitat, cal disposar d'un tractament terciari.

Durant el procés de depuració es generen llots que es tracten a la línia de fangs, on se sotmeten a processos d'espessiment, digestió i deshidratació.

Les depuradores es construeixen a partir d'un cabal esperat d'arribada d'aigua (cabal d'entrada) i el que es denomina «habitant equivalent» (h.e.). L'habitant equivalent és una unitat de població equivalent que correspon a la càrrega contaminant

mitjana de les aigües residuals, establida en 60 g de matèria orgànica per habitant i dia. El Reial Decret 509/1996 estableix que el valor d'habitant equivalent s'ha de calcular a partir del valor mitjà diari de la càrrega orgànica biodegradable corresponent a la setmana de màxima càrrega de l'any, sense tenir en consideració situacions produïdes per episodis de pluges intenses o altres circumstàncies excepcionals.

Si se superen els cabals d'entrada o la matèria orgànica que rep l'EDAR, aquesta no pot funcionar correctament i pot haver-hi abocaments d'aigües mal depurades o sense depurar al medi. Per tant, és important que aquests paràmetres es mantinguin per davall dels nivells establits.

La qualitat de les aigües depurades que aboquen al medi ha de complir certs paràmetres establits al RD 509/1996 (taula 1). Si no es compleixen aquests paràmetres s'incorreria en una il·legalitat. Els paràmetres d'obligat compliment segons aquest Reial Decret són la demanda biològica d'oxigen (DBO) i la demanda química d'oxigen (DQO). Tot i que també estableix uns límits recomanables de sòlids en suspensió (SS), només són voluntaris.

A més a més, la normativa estatal estableix la declaració de zones sensibles on s'exigeixen altres tipus de tractaments en funció de la seva naturalesa, sempre que la depuradora superi els 10.000 habitants equivalents (h.e.):

- En zones sensibles a l'eutrofització s'estableixen límits de nutrients: nitrogen i fòsfor (taula 2).
- En altres tipus de zones sensibles s'exigeix un tractament addicional al secundari, com nitrificació-desnitrificació, fisicoquímic més gestor anaerobi, filtres d'arena, ultrafiltració, desinfecció, etc.

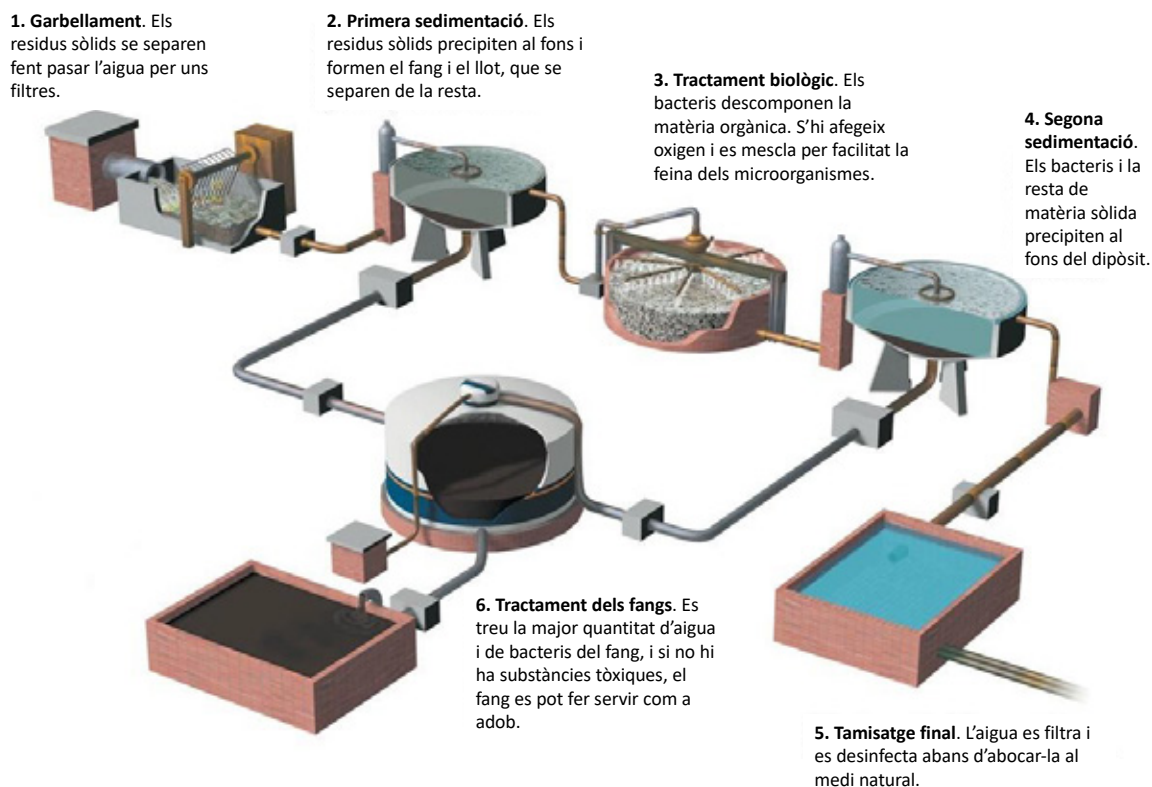


Figura 1. Esquema del funcionament d'una Estació Depuradora d'Aigua Residual (EDAR). FONT: ABAQUA.¹¹

NORMATIVA

- Directiva 91/271/CEE del Consell, de 21 de maig de 1991, sobre el tractament de les aigües residuals urbanes.
- Directiva 200/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 22 de desembre de 2000, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política de l'aigua (Directiva marc de l'aigua).
- Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).
- Reial Decret llei 11/1995, de 28 de desembre, pel qual s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.
- Reial Decret 509/1996, de 15 de març, de desenvolupament del Reial Decret llei 11/1995, de 28 de desembre, pel qual s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.
- Reial Decret 2116/1998, de 2 d'octubre, pel qual es modifica el Reial Decret 509/1996, de 15 de març, de desenvolupament del Reial Decret llei 11/1995, de 28 de desembre, pel qual s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.
- Decret 49/2003, de 9 de maig, pel qual es declaren les zones sensibles a les Illes Balears.
- Pla Hidrològic de les Illes Balears.

METODOLOGIA

Es presenta una llista de totes les depuradores de les Illes Balears amb els cabals depurats els anys 2015 i 2019, recollits en diversos documents elaborats per l'Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental (ABAQUA) i en la documentació elaborada per la Direcció General de Recursos Hídrics per a la redacció del Pla Hidrològic de les Illes Balears (taula 3).¹¹⁻¹³

Es presenten dades de les depuradores gestionades per ABAQUA que aboquen directament a la mar a través d'emissaris entre els anys 2010 i 2019, de les depuradores gestionades per EMAYA entre els anys 2014 i 2019 i de les gestionades per Calvià 2000 entre els anys 2015 i 2020. Les dades s'han obtingut directament de l'entitat gestora de les diferents depuradores (ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000) i del Portal de l'Aigua.¹⁴

La taula 4 mostra una llista de les depuradores que aboquen a la mar gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000, de les que es presenten els resultats detallats dels indicadors 2-9 amb el seu cabal de disseny, nombre d'habitants equivalent i si aboquen o no en una zona sensible.

1. Cabal d'aigua depurada

És el volum d'aigua residual que arriba a les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) i que es tracta per reduir-ne la càrrega de contaminants i poder ser reutilitzada o retornada al medi en les millors condicions possibles.

Es presenten dades dels cabals tractats per mesos de totes les depuradores de les illes gestionades per ABAQUA entre els anys 2016 i 2019. Addicionalment, es presenten dades de cabals anuals per illes de les depuradores gestionades per ABAQUA que aboquen directament a la mar a través d'emissaris submarins entre els anys 1998 i 2020. Les dades del 2020 són un avanç i podrien sofrir modificacions.

També es presenten els cabals tractats per les depuradores gestionades per EMAYA entre els anys 2014 i 2019, i de les gestionades per Calvià 2000 entre els anys 2015 i 2020.

Les dades dels cabals tractats per depuradores gestionades per les diferents entitats es presenten per separat per no disposar de dades de totes les entitats dels mateixos anys.

2. Cabal d'aigua tractada abocada a la mar

És el volum d'aigua depurada que s'aboca a la mar. Es presenten els cabals totals depurats de 24 depuradores d'ABAQUA que aboquen les aigües tractades directament a la mar a través d'emissaris submarins. El volum total que arriba a la mar pot ser inferior, perquè en alguns casos l'aigua tractada es destina també a la reutilització. No es tenen en compte les depuradores que aboquen aigües en torrents que, en alguns casos —si ho fan a prop de la desembocadura—, també podrien arribar a la mar.

En el cas de les depuradores gestionades per EMAYA i Calvià 2000 es presenten els volums d'aigua depurada, d'aigua reutilitzada i l'estima del volum abocat a la mar a través d'emissaris submarins.

3. Cabal d'aigua regenerada

És el volum d'aigua tractada que es reutilitza per a diversos usos com són: reg urbà, de camps de golf i de cultius, neteja de carrers, neteja industrial de vehicles, sistemes contra incendis i usos industrials, entre d'altres.

Només es disposa de dades anuals de cabal reutilitzat de les depuradores gestionades per EMAYA i Calvià 2000. Per a la resta de depuradores hi ha una estima de l'any 2019 que es presenta a la taula 3. El volum d'aigua realment reutilitzada pot ser molt inferior que l'estima que es presenta a la taula 3, perquè l'aigua tractada en certes depuradores pot tenir una salinitat superior al llindar a partir del qual no es considera apta per al reg (amb una conductivitat superior a 3 mS/cm).

4. Indicador de l'adequació del cabal rebut al cabal de disseny

Aquest indicador avalua l'estat del dimensionament de les EDAR, comparant el cabal d'aigua residual municipal que arriba a cada depuradora amb el seu cabal de disseny.

Per elaborar aquest indicador, s'ha comprovat si el cabal que rep cada una de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar ha estat inferior al cabal de disseny de l'EDAR per a cada un dels mesos dels anys compresos entre 2016 i 2019.

S'han recopilat les dades dels volums mensuals de totes les depuradores d'estudi (taula 4) i els volums totals per illa i any.

S'han registrat tots els incompliments de cabal, és a dir, cada vegada que l'EDAR ha rebut un cabal superior al cabal màxim de disseny. Per considerar que una depuradora està infradimensionada s'ha establert un llindar de més de dos mesos en què se superi el seu cabal de disseny.

5. Demanda biològica d'oxigen (DBO) de l'aigua depurada abocada a la mar

La demanda biològica d'oxigen (DBO), també denominada demanda bioquímica d'oxigen, mesura la quantitat de matèria susceptible de ser consumida o oxidada per la comunitat biòtica que conté una mostra líquida. S'utilitza per determinar-ne el grau de contaminació. Normalment es mesura transcorreguts cinc dies (DBO_5) i s'expressa en mil·ligrams d'oxigen per litre ($mg\ O_2/l$).

S'analitza per separat el compliment dels requisits establerts de no superació de la concentració màxima permesa i del percentatge mínim de reducció (taula 1).

Segons el Reial Decret 509/1996, de 15 de març, de desenvolupament del Reial Decret llei 11/1995, de 28 de desembre, pel qual s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes, es compleixen els requisits d'abocament si l'aigua depurada no supera les concentracions màximes permeses o si s'aconsegueix el percentatge mínim de reducció.

Per a la DBO, els límits establerts són de 25 $mg\ O_2/l$ o una reducció d'entre el 70 % i el 90 % (taula 1).

S'han registrat tots els incompliments del paràmetre demanda biològica d'oxigen (DBO), tant pel que fa a la concentració màxima establida pel RD 509/1996 com al percentatge de reducció. Per considerar que una depuradora està incomplint els valors de DBO s'ha establert un llindar de més de 3 mesures on se superin aquests límits legals en el cas de tenir més de 16 mesures, i de 2 mesures en el cas de tenir-ne un nombre inferior a 16.

6. Demanda química d'oxigen (DQO) de l'aigua depurada abocada a la mar

La demanda química d'oxigen (DQO) és un paràmetre que mesura la quantitat de substàncies susceptibles

de ser oxidades per processos químics. S'empra per mesurar el grau de contaminació en referència a la matèria orgànica, tot i que pateix interferències amb substàncies inorgàniques susceptibles de ser oxidades. S'expressa en mil·ligrams d'oxigen per litre ($\text{mg O}_2/\text{l}$).

El valor de DQO sempre és superior al de la demanda biològica d'oxigen (DBO), perquè usant aquest mètode també s'oxiden substàncies no biodegradables. La relació entre els dos paràmetres és indicativa de la qualitat de l'aigua.

El Reial Decret 509/1996 estableix una concentració màxima de $125 \text{ mg O}_2/\text{l}$ per a la demanda química d'oxigen (DQO) o un percentatge mínim de reducció del 75 % (taula 1).

S'han registrat tots els incompliments del paràmetre DQO, tant pel que fa a la concentració màxima establida pel RD 509/1996 com al percentatge de reducció. Per considerar que una depuradora està incomplint els valors de DQO s'ha establert un llindar de més de 3 mesures on se superin aquests límits legals en el cas de tenir més de 16 mesures, i de 2 mesures en el cas de tenir-ne un nombre inferior a 16.

7. Sòlids en suspensió de l'aigua depurada abocada a la mar

Els sòlids en suspensió representen el conjunt de partícules sòlides de petites dimensions que es troben dissoltes en un líquid. És un paràmetre analític emprat per determinar la qualitat de l'aigua depurada i s'expressa en mil·ligrams per litre (mg/l).

El Reial Decret 509/1996 estableix una concentració màxima de 35 mg/l per als sòlids en suspensió (SS) o un percentatge mínim de reducció del 90 % (taula 1), tot i que especifica que el compliment dels límits establits per a aquest contaminant és voluntari.

S'han registrat tots els incompliments del paràmetre SS, tant pel que fa a la concentració màxima establida pel RD 509/1996 com al percentatge de reducció. Per considerar que una depuradora està incomplint els valors de SS s'ha establert un llindar de més de 3 mesures on se superin aquests límits en el cas de tenir més de 16 mesures, i de 2 mesures en el cas de tenir-ne un nombre inferior a 16.

8. Nitrogen total de l'aigua depurada abocada a la mar

El nitrogen és un nutrient essencial per a la vida perquè forma part dels aminoàcids, que constitueixen les proteïnes. El nitrogen total és la suma de les formes de nitrogen inorgànic —nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) i amoni (NH_4^+)— i de nitrogen orgànic.

La legislació estatal (RD 509/1996) estableix límits legals de nutrients —tant de nitrogen total com de fòsfor total— per a emissaris que aboquen en zones sensibles per eutrofització de depuradores amb una capacitat superior als 10.000 h.e. (taula 2).

S'ha recopilat la informació sobre quins emissaris aboquen en zones sensibles per eutrofització i les dades de concentració de nutrients als cabals de sortida de les depuradores que requereixen complir els llindars de nutrients, i se n'han registrat tots els incompliments.

9. Fòsfor total de l'aigua depurada abocada a la mar

S'han recopilat les dades de concentració de fòsfor total als cabals de sortida de les depuradores que requereixen complir els llindars de nutrients i se n'han registrat tots els incompliments.

RESULTATS

A les Illes Balears actualment hi ha 143 depuradores (taula 3).¹² D'aquestes, 93 són públiques, 79 de les quals estan gestionades per l'Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental (ABAQUA): 56 a Mallorca, 12 a Menorca, 10 a Eivissa i 1 a Formentera; 13 estan gestionades per ajuntaments, que la majoria de vegades subcontracten altres empreses per a la seva gestió; i 1 —la de Cabrera— està gestionada pel Consell de Mallorca (taula 3). Les 50 depuradores restants tenen una gestió privada: 11 a Mallorca, 20 a Menorca, 9 a Eivissa i 10 a Formentera (taula 3). A més a més, hi ha una depuradora que abans estava gestionada per ABAQUA i actualment es troba en desús (Santa Gertrudis, Eivissa).

De les 143 EDAR en ús, 33 aboquen a la mar a través d'emissaris submarins, 45 a torrents i 7 a pous d'infiltració. Moltes d'elles aboquen a diversos llocs: emissari i reg, pou d'infiltració i reg, etc.

Aquest estudi se centra en les EDAR que aboquen directament a la mar a través d'emissaris de les quals es disposa de dades: 23 EDAR gestionades per ABAQUA, 2 gestionades per EMAYA i 3 gestionades per Calvià 2000 (taula 2).

1) Cabal d'aigua depurada

El volum d'aigua residual que arriba a les Estacions Depuradores d'Aigua Residual (EDAR) és molt variable al llarg de l'any a totes les illes, amb un fort pic estacional els mesos d'estiu, coincidint amb la temporada alta turística, tant per a les depuradores gestionades per ABAQUA com per a les gestionades per EMAYA i Calvià 2000 (figures 2-7). Aquesta estacionalitat és més marcada a l'illa de Formentera, on els mesos d'estiu es triplica el cabal depurat durant la temporada baixa (figura 7).

El cabal mensual depurat a les EDAR de l'illa de Mallorca gestionades per ABAQUA entre els anys 2016 i 2019 ha variat entre $1,42 \text{ hm}^3/\text{mes}$ el gener de 2016 i $2,94 \text{ hm}^3/\text{mes}$ l'agost de 2019 (figura 2, taula 3). El cabal de disseny d'aquestes depuradores és de $4,46 \text{ hm}^3/\text{mes}$. Cap mes se supera aquest cabal de disseny.

Taula 3. Llista de les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) de les Illes Balears, gestor responsable, població per a la qual es va dissenyar (en habitants equivalents [h.e.]), cabal per al qual es va dissenyar (hm³/any), cabal depurat els anys 2015 i 2019 (hm³/any), tipus de tractament, volum d'aigua reutilitzable i lloc d'abocament. FONT: Pla Hidrològic de les Illes Balears 2018, ABAQUA.¹¹⁻¹³

| Illa | EDAR | Gestor | Població de disseny (h.e.) | Cabal de disseny (hm³/any) | Cabal depurat 2015 (hm³/any) | Cabal depurat 2019 (hm³/any) | Tractament | Vol. reutilitzable (m³) | Lloc d'abocament | Clorurs a sortida de l'efluent > 250 mg/L |
|----------|--|-----------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---|
| Mallorca | Alaró | ABAQUA | 9.000 | 0,44 | 0,25 | 0,26 | Secundari | 248.058 | Torrent i reg | No |
| | Alcúdia-Port d'Alcúdia | Municipal | | | 5,48 | | Secundari | | Reg i emissari | Sí |
| | Algaida-Montuiri | ABAQUA | 7.000 | 0,44 | 0,24 | 0,29 | Terciari | 243.063 | Reg, depòsit i torrent | Sí |
| | Andratx-Port d'Andratx | ABAQUA | 35.000 | 1,83 | 0,63 | 0,94 | Terciari | 631.562 | Reg i emissari | Sí |
| | Artà | ABAQUA | 9.166 | 0,83 | 0,54 | 0,54 | Terciari | 541.765 | Bassa i torrent | Sí |
| | Banyalbufar | ABAQUA | 1.000 | 0,07 | 0,02 | 0,02 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Bendinat | Municipal | | | 0,77 | | Terciari | 769.365 | Reg i emissari | Sense dades |
| | Binissalem | ABAQUA | 14.667 | 0,80 | 0,31 | 0,39 | Secundari | | Bassa i terreny | No |
| | Cala d'Or | ABAQUA | 57.750 | 3,83 | 1,18 | 1,25 | Terciari | 1.180.787 | Emissari | Sí |
| | Cala Ferrera | ABAQUA | 8.750 | 0,55 | 0,44 | 0,31 | Terciari | 439.112 | Emissari | Si |
| | Cala Rajada-Capdepera | ABAQUA | | | 1,44 | | Terciari | 1.437.710 | Reg, bassa i emissari | Sí |
| | Cales de Mallorca | ABAQUA | 22.917 | 2,01 | 0,44 | 0,46 | Secundari | | Emissari | Sí |
| | Cales de Manacor | ABAQUA | 16.000 | 1,46 | 0,38 | 0,65 | Secundari | | Pou d'infiltració | Sí |
| | Calvià | Municipal | | | 0,15 | | Secundari | | Reg i torrent | No |
| | Camp de Mar | ABAQUA | 8.000 | 0,44 | 0,15 | - | Secundari + llacunatge | | Reg i emissari | Sense dades |
| | Campanet-Búger | ABAQUA | 3.083 | 0,18 | 0,21 | 0,28 | Secundari | | Torrent | No |
| | Càmping Club Platja Blava (Can Picafort) | Privat | | | | | Terciari | | | |
| | Campos | ABAQUA | 7.000 | 0,44 | 0,29 | 0,42 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Canyamel | ABAQUA | 13.125 | 0,82 | 0,14 | 0,23 | Secundari | 137.100 | Reg i emissari | Sí |
| | Cas Concos | ABAQUA | 52.500 | 3,65 | 0,02 | 1,56 | Biodisc (secundari) | | Torrent | Sí |
| | Club Pollentia | Privat | 700 | 0,05 | | 0,02 | Terciari | | | |
| | Club Resort Viva Cala Mesquida | Privat | | | | | Secundari | | | |
| | Colònia de Sant Jordi | ABAQUA | 21.000 | 1,64 | 0,43 | 0,54 | Secundari + N | 432.086 | Reg | Sí |
| | Colònia de Sant Pere | ABAQUA | 2.167 | 0,18 | 0,09 | 0,09 | Secundari | | Pou d'infiltració | Sí |
| | Consell | ABAQUA | 2.652 | 0,16 | 0,23 | 0,21 | Terciari | 226.971 | Reg, bassa i torrent | No |
| | Costitx | ABAQUA | 1.167 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Deià | ABAQUA | 3.100 | 0,17 | 0,09 | 0,11 | Biodisc (secundari) | | Pou d'infiltració | Sí |
| | Envasadora Binifaldó (Lluc) | Privat | | | | | Secundari | | | |
| | Envasadora Font Major (Lluc) | Privat | | | | | Secundari | | | |
| | Envasadora Font Roques Blanques (Cas Concos) | Privat | | | | | Secundari | | | |

| Illa | EDAR | Gestor | Població de disseny (h.e.) | Cabal de disseny (hm³/any) | Cabal depurat 2015 (hm³/any) | Cabal depurat 2019 (hm³/any) | Tractament | Vol. reutilitzable (m³) | Lloc d'abocament | Clorurs a sortida de l'efluent > 250 mg/L |
|----------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|
| Mallorca | Envasadora Font Sorda (Lloseta) | Privat | | | | | Secundari | | | |
| | Estellencs | ABAQUA | 790 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Felanitx | ABAQUA | 17.083 | 0,91 | 1,01 | 1,12 | Secundari + N + P | | Bassa i terreny | No |
| | Font de sa Cala | ABAQUA | 8.750 | 0,55 | 0,13 | 0,16 | Terciari | 127.158 | Reg i emissari | Sí |
| | Formentor | ABAQUA | 2.475 | 0,12 | 0,03 | 0,03 | Secundari | | Reg i aljub contra incendis | Sí |
| | Hospital Joan March (Bunyola) | Privat | | | | | Terciari | | | |
| | Inca | ABAQUA | 25.725 | 1,61 | 2,39 | 2,46 | Secundari | 2.391.228 | Reg, bassa i torrent | Sí |
| | Bugaderies Diana (Consell) | Privat | | | | | | | | |
| | Lloret de Vistalegre | ABAQUA | 1.400 | 0,09 | 0,05 | 0,06 | Secundari | | Torrent | No |
| | Lloseta | ABAQUA | 7.605 | 0,47 | 0,27 | 0,27 | Terciari | 268.984 | Torrent | No |
| | Llubí | ABAQUA | 3.646 | 0,23 | 0,09 | 0,10 | Secundari + llacunatge | | Torrent | Sí |
| | Lluc | ABAQUA | 875 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | Biodisc (secundari) | | Torrent | No |
| | Llucmajor-s'Arenal | ABAQUA | 79.500 | 5,80 | 2,02 | 2,00 | Terciari | 2.021.915 | Reg i emissari | Sí |
| | Manacor | Municipal | | | 1,72 | | Secundari | | Torrent** | Sense dades |
| | Mancor de la Vall | ABAQUA | 1.400 | 0,09 | 0,06 | 0,05 | Secundari | | Torrent | No |
| | Muro | ABAQUA | 9.375 | 0,68 | 0,38 | 0,35 | Terciari | 376.900 | Torrent | Sí |
| | Palma I (Sant Jordi) | Municipal (EMAYA) | 460.000 | 16,79 | 14,86 | 16,75 | Terciari | 14.860.791 | Reg, bassa i emissari | Sense dades |
| | Palma II (es Coll d'en Rabassa) | Municipal (EMAYA) | 360.000 | 23,72 | 18,78 | 16,66 | Terciari | 18.775.465 | Reg, bassa i emissari | Sense dades |
| | Peguera | Municipal | 27300 | 2,20 | 1,05 | | Terciari | 1.049.027 | Bassa i emissari | Sense dades |
| | Platja de Muro-Santa Margalida | ABAQUA | 62.115 | 4,56 | 2,02 | 2,91 | Secundari + llacunatge | | Pou d'infiltració | Sí |
| | Pollença-Port de Pollença | ABAQUA | 99.000 | 6,02 | 2,64 | 2,61 | Terciari | 2.638.848 | Reg i torrent | Sí |
| | Porreres | ABAQUA | 4.813 | 0,30 | 0,27 | 0,19 | Terciari | 266.611 | Torrent | Sí |
| | Portocolom | ABAQUA | 10.000 | 0,73 | 0,31 | 0,30 | Secundari | | Reg i emissari | Sí |
| | Porto Cristo | Municipal | | | 0,62 | | Terciari | 621.177 | Pou d'infiltració | Sí |
| | Puigpunyent | ABAQUA | 1.547 | 0,85 | 0,08 | 0,08 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Randa | ABAQUA | 938 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | Biodisc (secundari) | | Torrent | Sí |
| | Sa Calobra | ABAQUA | 1.963 | 0,06 | 0,01 | 0,01 | Biodisc (secundari) | | Emissari | Sí |
| | Sa Pobla | ABAQUA | 15.000 | 0,73 | 0,78 | 0,77 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Sa Ràpita-s'Estanyol | ABAQUA | 8.750 | 0,64 | 0,10 | 0,13 | Terciari | 104.994 | Llacuna i reg | Sí |
| | San Llorenç-sa Coma-s'illot | Municipal | | | 2,35 | | Terciari | 2.352.137 | Reg i emissari | Sí |
| | Sant Elm | ABAQUA | 5.833 | 0,37 | 0,05 | 0,05 | Secundari + N | | Torrent | Sí |
| | Sant Joan | ABAQUA | 2.500 | 0,18 | 0,13 | 0,18 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Santa Eugènia | ABAQUA | 1.313 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | Secundari | | Torrent | Sí |

| Illa | EDAR | Gestor | Població de disseny (h.e.) | Cabal de disseny (hm³/any) | Cabal depurat 2015 (hm³/any) | Cabal depurat 2019 (hm³/any) | Tractament | Vol. reutilitzable (m³) | Lloc d'abocament | Clorurs a sortida de l'efluent > 250 mg/L |
|----------|---------------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---|
| Mallorca | Santa Margalida | ABAQUA | 6.417 | 0,40 | 0,29 | 0,34 | Secundari | | Torrent | No |
| | Santa Maria | ABAQUA | 5.833 | 0,37 | 0,24 | 0,24 | Terciari | 239.253 | Reg, bassa i torrent | No |
| | Santa Ponça | Municipal | | | 4,74 | | Secundari | | Reg i emissari | Sense dades |
| | Santanyi | ABAQUA | 17.500 | 1,10 | 0,21 | 0,23 | Terciari | 211.245 | Pou d'infiltració | Sí |
| | Selva-Caimari | ABAQUA | 3.500 | 0,22 | 0,16 | 0,16 | Secundari | | Torrent | No |
| | Ses Salines | ABAQUA | 2.188 | 0,14 | 0,07 | 0,07 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Sineu-Petra-Maria-Ariany | ABAQUA | 11.667 | 0,73 | 0,46 | 0,52 | Secundari | 456.692 | Reg, bassa i torrent | Sí |
| | Sóller-Port de Sóller-Fornalutx | ABAQUA | 29.700 | 1,97 | 1,21 | 1,06 | Terciari | 1.212.259 | Emissari | Sí |
| | Son Serra de Marina | ABAQUA | 4.667 | 0,29 | 0,06 | 0,06 | Terciari | 58.936 | Pou d'infiltració | Sí |
| | Son Servera-Cala Millor | ABAQUA | 67.500 | 3,29 | 1,60 | 1,67 | Secundari | 1.595.250 | Reg, bassa i emissari | Sí |
| | Sun Club El Dorado (Llucmajor) | Privat | | | | | | | | |
| | Urbanització Son Gual | Privat | | | | | | | | |
| | Valldemossa | ABAQUA | 4.840 | 0,24 | 0,12 | 0,12 | Secundari | | Reg i torrent | No |
| | Vilafranca | ABAQUA | 3.500 | 0,22 | 0,21 | 0,26 | Secundari + llacunatge | 205510 | Reg, dipòsit i torrent | Sí |
| | TOTAL | | | | 75,62 | 50,79 | | 56.121.959 | | |
| Menorca | Aeroport de Menorca | Privat | | | | | | | | |
| | Alaior | ABAQUA | 18.154 | 0,91 | 0,40 | 0,41 | Secundari | | Torrent | Sí |
| | Apartaments Lord Nelson | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Los Sauces | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Mestral-Llebeig | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Pinimar | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Port d'Addaia | Privat | | | | | | | | |
| | Binidali | ABAQUA | - | | | | Secundari + N + P | | En projecte | |
| | Cala Galdana | ABAQUA | 8.750 | 0,55 | 0,29 | 0,32 | Secundari + N + P | | Torrent | Sí |
| | Cala en Porter | ABAQUA | 15.000 | 0,82 | 0,10 | 0,11 | Secundari | | Emissari | Sí |
| | Càmping S'Atalaia | Privat | | | | | | | | |
| | Càmping Son Bou | Privat | | | | | | | | |
| | Ciutadella Nord | ABAQUA | 19.052 | 1,28 | 0,29 | 0,30 | Secundari | | Pou d'infiltració | Sí |
| | Ciutadella Sud | ABAQUA | 87.500 | 5,48 | 3,48 | 4,36 | Secundari + N + P | 3.476.429 | Bassa i emissari | Sí |
| | Club Hotel Agua marina | Privat | | | | | | | | |
| | Quarter Sant Isidre | Privat | | | | | | | | |

| Illa | EDAR | Gestor | Població de disseny (h.e.) | Cabal de disseny (hm³/any) | Cabal depurat 2015 (hm³/any) | Cabal depurat 2019 (hm³/any) | Tractament | Vol. reutilitzable (m³) | Lloc d'abocament | Clorurs a sortida de l'efluent > 250 mg/L |
|---------|---|--------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
| Menorca | Es Mercadal | ABAQUA | 8.500 | 0,62 | 0,44 | 0,40 | Secundari + llacunatge | 443.371 | Reg, bassa i torrent | Sí |
| | Es Migjorn Gran | ABAQUA | 8.021 | 0,50 | 0,19 | 0,19 | Secundari + N + P | | Torrent | Sí |
| | Ferrerries | ABAQUA | 7.300 | 0,44 | 0,34 | 0,39 | Secundari + llacunatge | | Torrent | Sí |
| | Hotel Castell Playa-Arenal d'en Castell | Privat | | | 0,09 | | Secundari | | Pou d'infiltració i reg | |
| | Maó-es Castell | ABAQUA | 65.625 | 4,11 | 1,46 | 1,61 | Secundari + N + P | | Emissari | Sí |
| | Sant Climent | ABAQUA | 1.600 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | Secundari + N + P | | Pou de d'infiltració | Sí |
| | Sant Lluís | ABAQUA | 15000 | 1,10 | 0,46 | 0,53 | Terciari | 458.620 | Reg i serveis hotels | Sí |
| | Urbanització Cala Morell | Privat | | | | | | | | |
| | Urbanització Castellosa | Privat | | | | | | | | |
| | Urbanització Coves Noves | Privat | | | 0,00 | | Terciari | 3.600 | Reg | |
| | Urbanització es Canutells | Privat | | | | | | | | |
| | Urbanització San Jaime Mediterráneo | Privat | | | | | | | | |
| | Urbanització Ses Tanques | Privat | | | | | | | | |
| | Urbanització Son Bou | Privat | | | 0,16 | | Secundari | | Reg i torrent | |
| | Urbanització Son Parc | Privat | | | 0,14 | | Terciari | 140.220 | Reg i torrent | |
| | Urbanització Torre Soli Nou | Privat | | | | | | | | |
| | TOTAL | | | | 7,89 | 8,65 | | 4.522.240 | | |
| Eivissa | Aeroport d'Eivissa | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Cala Blanca i Cala Verde | Privat | 41.799 | 2,15 | | 1,20 | | | | |
| | Apartaments Miramar | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Port Cala Vadella | Privat | | | | | | | | |
| | Cala Llonga | ABAQUA | 10.208 | 0,06 | 0,21 | 0,19 | Secundari | | Reg i torrent | Sí |
| | Cala Tarida | ABAQUA | 14.070 | 1,28 | | 0,01 | Secundari | | Reg i emissari | Sí |
| | Cala Sant Vicenç | ABAQUA | 3.500 | 0,27 | 0,04 | 0,04 | Secundari + llacunatge | | Pou d'infiltració | No |
| | Platja d'en Bossa | ABAQUA | | | 1,52 | | Terciari | 1.515.146 | Emissari | Sí |
| | Club Aquarium | Privat | | | | | | | | |
| | Club Calimera Delfin Playa | Privat | | | | | | | | |
| | Club Hotel Tarida Beach | Privat | | | | | | | | |

| Illa | EDAR | Gestor | Població de disseny (h.e.) | Cabal de disseny (hm³/any) | Cabal depurat 2015 (hm³/any) | Cabal depurat 2019 (hm³/any) | Tractament | Vol. reutilitzable (m³) | Lloc d'abocament | Clorurs a sortida de l'efluent > 250 mg/L |
|--------------|----------------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|---|
| Eivissa | Club Paradise Aqualandia | Privat | | | | | | | | |
| | Eivissa | ABAQUA | 93.333 | 7,30 | 5,44 | 5,64 | Secundari | | Emissari | Sí |
| | Port de Sant Miquel | ABAQUA | 4.375 | 0,03 | 0,10 | 0,08 | Secundari | | Pou d'infiltració | Sí |
| | Portinatx | Municipal | | | 0,10 | | Secundari | | Emissari | Sense dades |
| | Roca Llisa (Golf de Eivissa) | Privat | | | | | | | | |
| | Sant Antoni | ABAQUA | 78.167 | 5,11 | 2,82 | 3,08 | Terciari | 2.820.661 | Emissari | Sí |
| | Sant Joan de Labritja | ABAQUA | 365 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | Secundari | | Torrent | No |
| | Sant Josep | ABAQUA | 1.380 | 0,13 | 0,06 | 0,06 | Biodisc (secundari) | | Torrent | Sí |
| | Sant Miquel | Municipal | | | | | | | | |
| | Santa Eulària des Riu | ABAQUA | 58.333 | 5,11 | 2,73 | 2,21 | Secundari | 2.729.883 | Bassa i emissari | Sí |
| | Santa Gertrudis | En desús | | | 0,04 | | Secundari | | Torrent | |
| | Urbanització Cala Vedella | Municipal | | | | | | | | Sense dades |
| | TOTAL | | | | 13,07 | 12,56 | | 7.065.690 | | |
| Formentera | Apartaments Els Arenals | Privat | | | | | | | | |
| | Apartaments Barba Roja (Ca Mari) | Privat | | | 0,01 | | Secundari | | Reg | |
| | Apartaments es Caló | Privat | | | | | | | | |
| | Club Formentera Playa | Privat | | | 0,01 | | Secundari | | Reg | |
| | Club Maryland | Privat | | | 0,01 | | Secundari | | Emissari | |
| | Formentera | ABAQUA | 30.260 | 1,30 | 0,52 | 0,57 | Secundari | 517.591 | Bassa i emissari | Sí |
| | Hostal Maysi | Privat | | | | | | | | |
| | Hostal Santi | Privat | | | | | | | | |
| | Hotel Cala Saona | Privat | | | 0,00 | | Secundari | | Reg | |
| | Hotel Club La Mola | Privat | | | 0,02 | | Secundari | | Emissari | |
| | Hotel Club Punta Prima | Privat | | | | | | | | |
| | TOTAL | | | | 0,56 | | | 517.591 | | |
| Cabrera | Cabrera | CMA | | | 0,00 | | Secundari | | Emissari | |
| SUMA BALEARS | | | | | 97,15 | | | 68.227.480 | | |

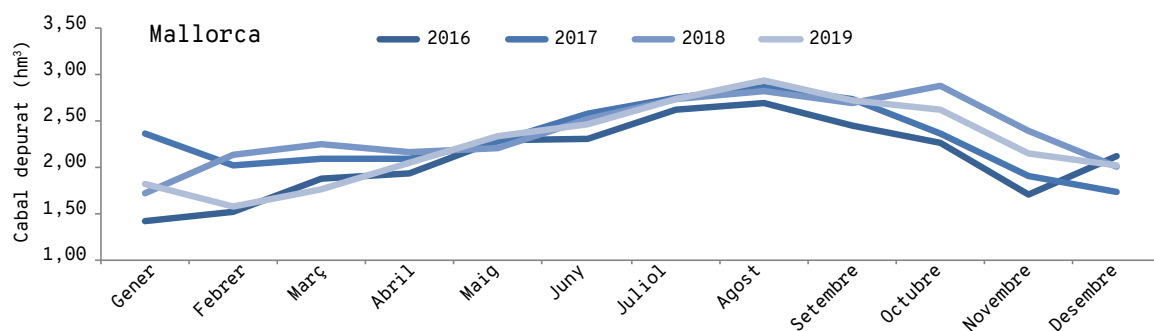


Figura 2. Cabal mensual depurat per les EDAR gestionades per ABAQUA a l'illa de Mallorca en hectòmetres cúbics (hm³) entre 2016 i 2019. Font: ABAQUA.¹¹

Taula 4. Llista de les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) de les Illes Balears que aboquen a la mar a través d'emissari, gestor responsable, població per a la qual es va dissenyar (en habitants equivalents [h.e.]), cabal per al qual es va dissenyar (hm³/any), cabal depurat l'any 2019 (hm³/any) i si aboca en una zona sensible (sensible per eutrofització o requereix tractament addicional al secundari [TAS]). *Dades de l'any 2018. Font: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.¹¹⁻¹³

| EDAR | Gestor | Població de disseny (h.e.) | Cabal de disseny (hm³/any) | Cabal depurat 2019 (hm³/any) | Aboca en zona sensible |
|-----------------------|-------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Andratx | ABAQUA | 35.000 | 1,83 | 0,94 | No |
| Cala d'Or | ABAQUA | 57.750 | 3,83 | 1,25 | No |
| Cala Ferrera | ABAQUA | 8.750 | 0,55 | 0,31 | Eutrofització i requereix TAS |
| Cales de Mallorca | ABAQUA | 22.917 | 2,01 | 0,46 | No |
| Camp de Mar | ABAQUA | 8.000 | 0,44 | - | Requereix TAS |
| Canyamel | ABAQUA | 13.125 | 0,82 | 0,23 | Requereix TAS |
| Capdepera | ABAQUA | 52.500 | 3,65 | 1,56 | No |
| Font de sa Cala | ABAQUA | 8.750 | 0,55 | 0,16 | No |
| Llucmajor | ABAQUA | 79.500 | 5,80 | 2,00 | Requereix TAS |
| Portocolom | ABAQUA | 10.000 | 0,73 | 0,30 | No |
| Sa Calobra | ABAQUA | 1.963 | 0,06 | 0,01 | Requereix TAS |
| Sant Elm | ABAQUA | 5.833 | 0,37 | 0,05 | No |
| Sóller | ABAQUA | 29.700 | 1,97 | 1,06 | No |
| Son Servera | ABAQUA | 67.500 | 3,29 | 1,67 | Requereix TAS |
| Palma I | EMAYA | 460.000 | 16,79 | 16,75 | Requereix TAS |
| Palma II | EMAYA | 360.000 | 23,72 | 16,66 | Requereix TAS |
| Santa Ponça | Calvià 2000 | 118.000 | 11,16 | 5,22* | Eutrofització i requereix TAS |
| Peguera | Calvià 2000 | 27.300 | 2,20 | 1,06* | Eutrofització i requereix TAS |
| Bendinat | Calvià 2000 | 20.000 | 1,80 | 0,78* | Requereix TAS |
| Cala en Porter | ABAQUA | 15.000 | 0,82 | 0,11 | Eutrofització i requereix TAS |
| Ciutadella Sud | ABAQUA | 87.500 | 5,48 | 4,36 | No |
| Maó-Es Castell | ABAQUA | 65.625 | 4,11 | 1,61 | Eutrofització |
| Cala Tarida | ABAQUA | 14.070 | 1,28 | 0,14 | No |
| Eivissa | ABAQUA | 93.333 | 7,30 | 5,64 | No |
| Can Bossa | ABAQUA | 41.799 | 2,15 | 1,20 | No |
| Sant Antoni | ABAQUA | 78.167 | 5,11 | 3,08 | No |
| Santa Eulària des Riu | ABAQUA | 58.333 | 5,11 | 2,21 | Requereix TAS |
| Formentera | ABAQUA | 30.260 | 1,30 | 0,57 | Requereix TAS |

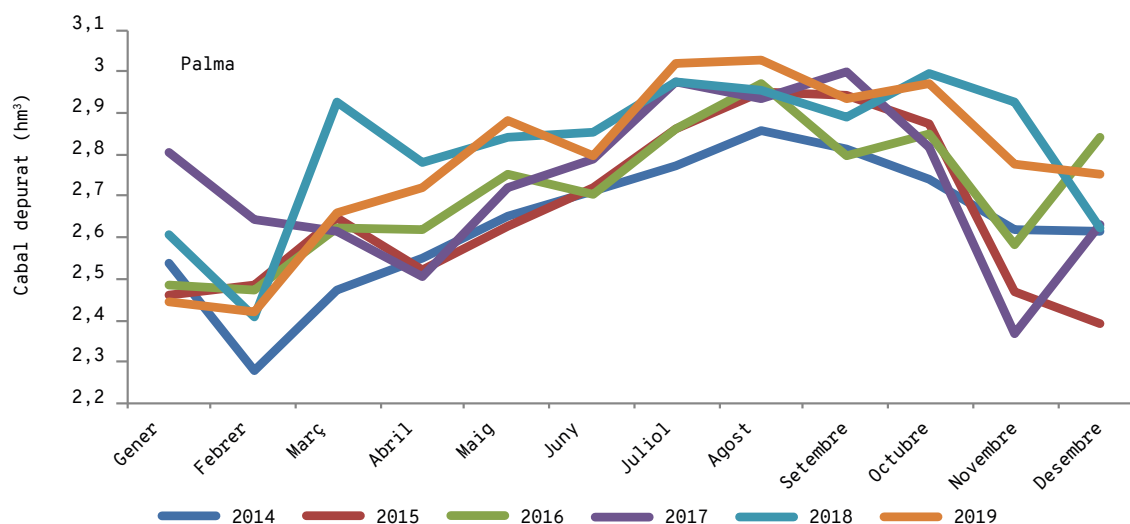


Figura 3. Cabal d'entrada a les depuradores gestionades per EMAYA per mesos entre els anys 2014 i 2019. FONT: EMAYA

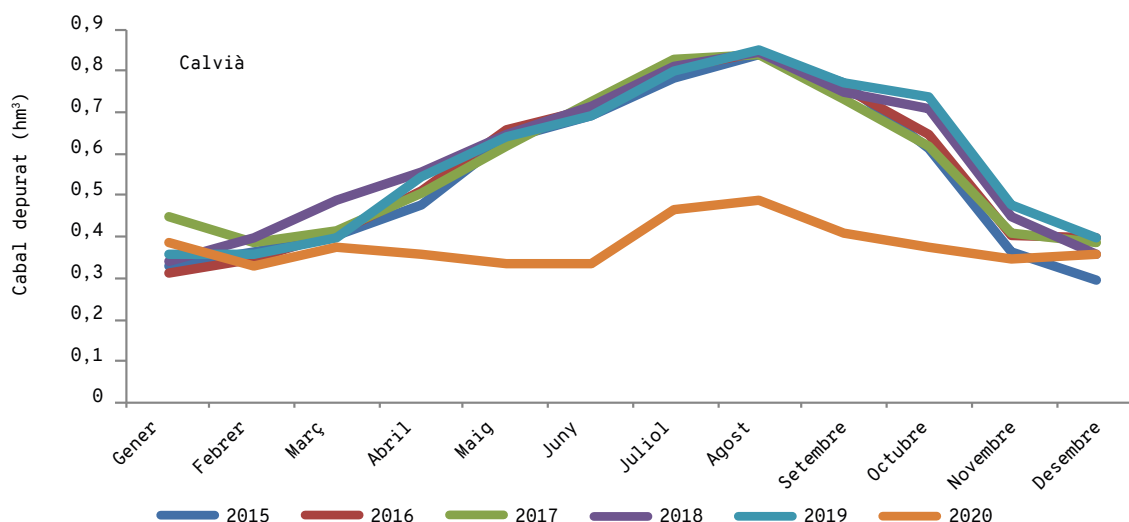


Figura 4. Cabal d'entrada a les depuradores gestionades per Calvià 2000 per mesos entre els anys 2015 i 2020. FONT: Calvià 2000.

Taula 5. Cabals mensuals mitjans, mínims i màxims de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 entre els anys 2016 i 2019 per illes i entitat gestora. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

| Illa | Entitat gestora | Cabal de disseny (hm³/mes) | Cabal mensual mitjà (hm³/mes) | Error estàndard (hm³/mes) | Cabal mensual mínim (hm³/mes) | Cabal mensual màxim (hm³/mes) |
|------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Mallorca | ABAQUA | 4,46 | 2,27 | 0,06 | 1,42 | 2,94 |
| Mallorca | EMAYA | 3,38 | 2,76 | 0,03 | 2,37 | 3,03 |
| Mallorca | Calvià 2000 | 1,26 | 0,57 | 0,02 | 0,30 | 0,85 |
| Menorca | ABAQUA | 1,32 | 0,68 | 0,02 | 0,29 | 1,16 |
| Eivissa | ABAQUA | 1,86 | 1,11 | 0,04 | 0,67 | 1,63 |
| Formentera | ABAQUA | 0,11 | 0,05 | 0,00 | 0,02 | 0,09 |

Per als mateixos anys, el cabal mensual depurat a les EDAR gestionades per EMAYA, que depuren les aigües residuals de Palma, ha variat entre 2,37 hm³ el mes de novembre de 2017 i 3,03 hm³ el mes d'agost de 2019 (figura 3, taula 3). És a dir, que les depuradores gestionades per EMAYA reben un cabal més gran que el de totes les depuradores de Mallorca gestionades per ABAQUA.

El cabal mensual de les depuradores gestionades per Calvià 2000 que aboquen a la mar —Santa Ponça, Peguera i Bendinat— entre els anys 2016 i 2020

va oscil·lar entre 0,30 hm³ el desembre de 2015 i 0,85 hm³ l'agost de 2019 (figura 4, taula 3).

A l'illa de Menorca el cabal mensual màxim depurat entre els anys 2016 i 2019 va ser d'1,16 hm³ durant el mes d'agost de 2019, i el mínim va ser de 0,29 hm³ el mes de febrer de 2018 (figura 5, taula 3).

A l'illa d'Eivissa, el cabal mensual va variar entre 0,67 i 1,63 hm³/mes, valors mesurats el desembre de 2018 i l'agost de 2016, respectivament (figura 6, taula 3).

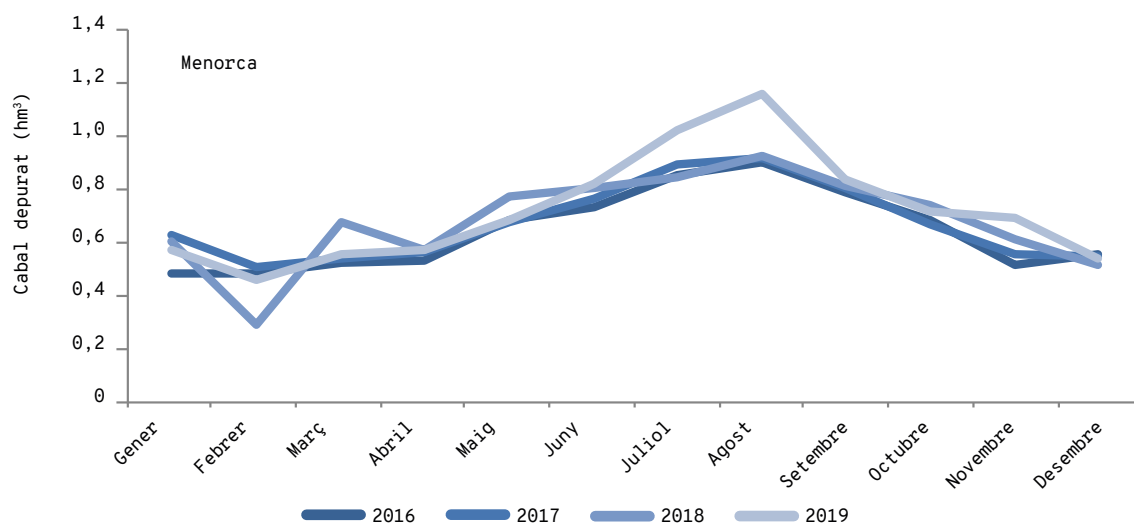


Figura 5. Cabal mensual depurat per les EDAR gestionades per ABAQUA a l'illa de Menorca en hectòmetres cúbics (hm³) per anys entre 2016 i 2019. FONT: ABAQUA.¹¹

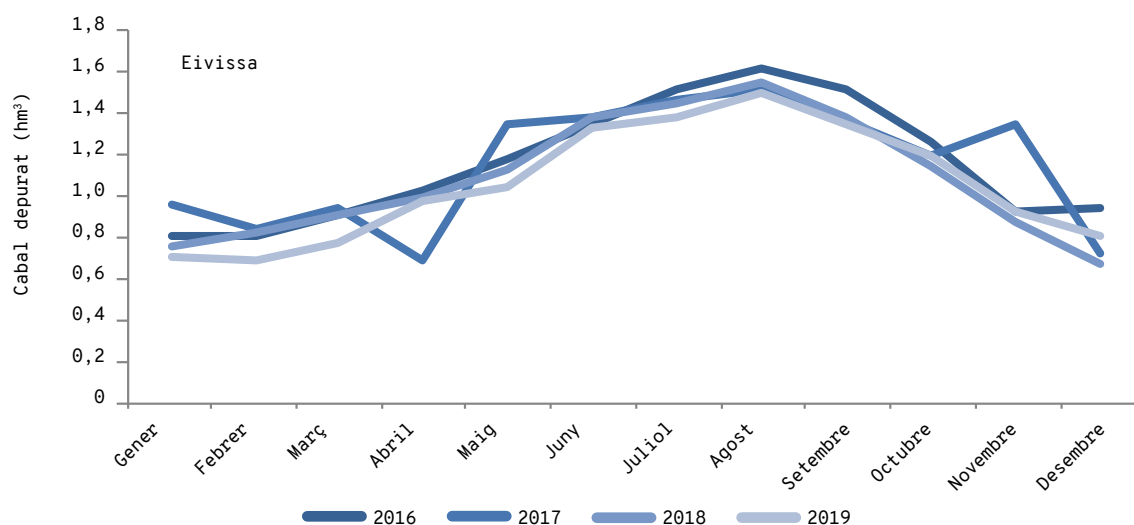


Figura 6. Cabal mensual depurat per les EDAR gestionades per ABAQUA a l'illa d'Eivissa en hectòmetres cúbics (hm³) entre 2016 i 2019. FONT: ABAQUA.¹¹

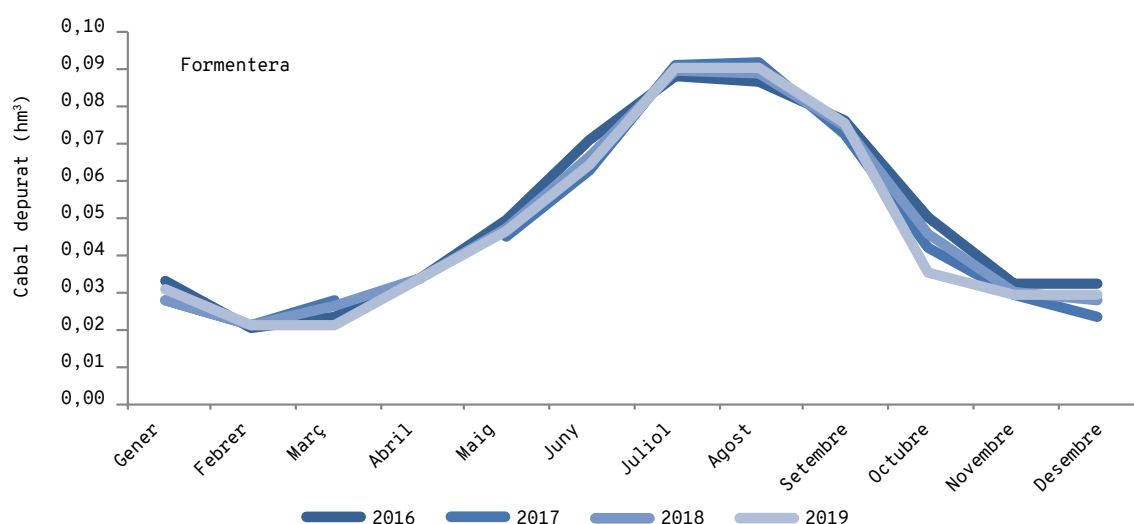


Figura 7. Cabal mensual depurat per les EDAR gestionades per ABAQUA a l'illa de Formentera en hectòmetres cúbics (hm³) entre 2016 i 2019. FONT: ABAQUA.¹¹

Si es consideren les depuradores gestionades per ABAQUA que aboquen a la mar a través d'emissaris submarins es comprova que els cabals depurats per aquestes EDAR han anat augmentant al llarg del temps a un ritme d'increment de 0,37 hm³/any ($R^2 = 0,71$, $p < 0,001$) entre 1998 i 2020. L'any 2020 s'ha reduït el cabal d'arribada

a les depuradores, probablement a causa de la reducció dràstica del nombre de turistes que han visitat les Illes com a conseqüència de la crisi social i sanitària produïda per la COVID-19. També cal tenir en compte que les dades de l'any 2020 són un avanç i poden sofrir modificacions.

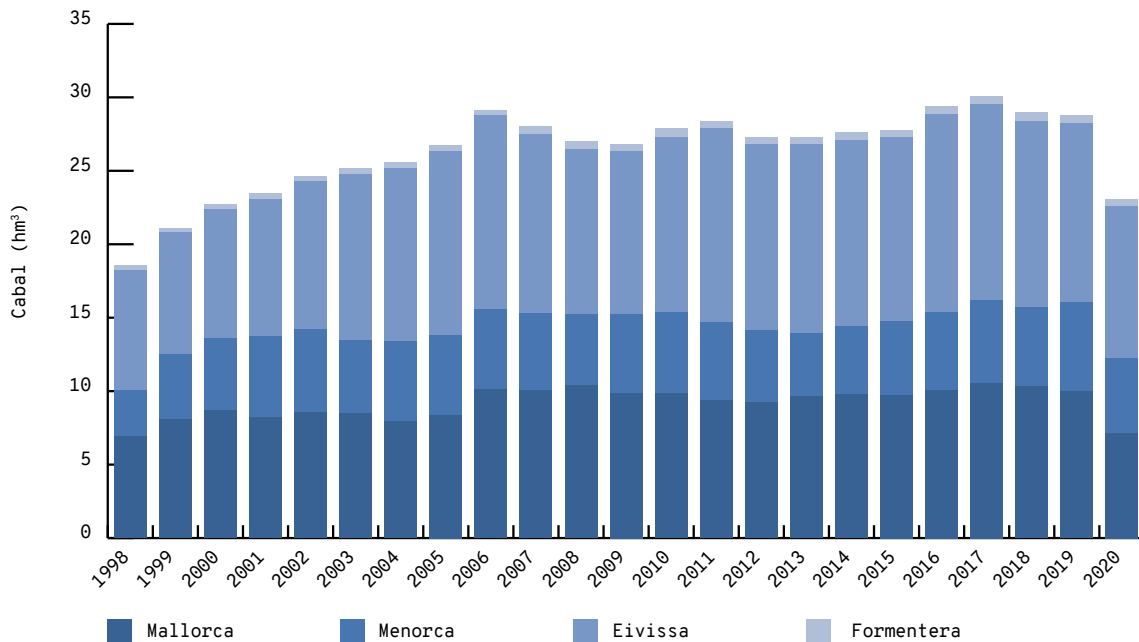


Figura 8. Cabal anual depurat a les EDAR gestionades per ABAQUA que aboquen les aigües depurades a la mar a través d'emissaris submarins en hectòmetres cúbics (hm³) per illes entre els anys 1998 i 2020. FONT: ABAQUA.

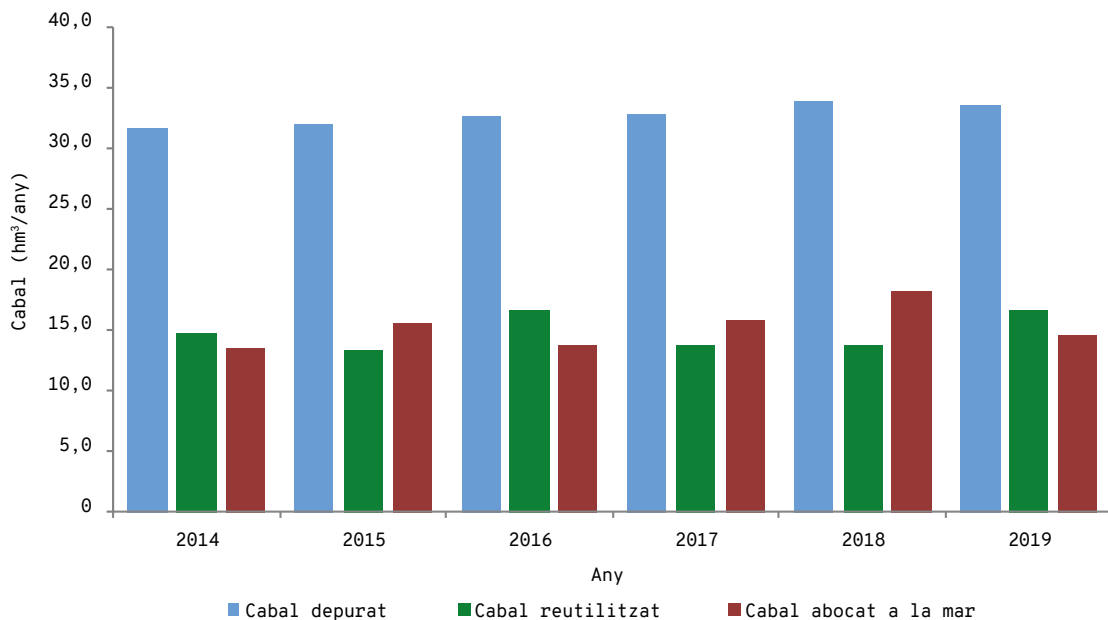


Figura 9. Cabal anual depurat (blau), reutilitzat (verd) i abocat a la mar a través d'emissari (vermell) de les dues Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) gestionades per EMAYA entre 2014 i 2019 en hectòmetres cúbics per any (hm³/any). FONT: EMAYA.

2. Cabal d'aigua tractada abocada a la mar

Només es disposa de dades de cabals estimats abocats a la mar a través d'emissari de les EDAR gestionades per EMAYA i per Calvià 2000 (figures 9-12).

El cabal anual abocat a la mar a través de l'emissari de les EDAR gestionades per EMAYA va variar entre els 13,5 hm³ l'any 2014 i els 18,2 hm³ l'any 2018 (figura 9). Això suposa que entre un 44 % i un 57 % de l'aigua depurada es va abocar a la mar. L'aigua que s'aboca a la mar a través de l'emissari submarí prové de les dues EDAR gestionades per EMAYA (Palma I i Palma II), que aboquen les aigües per una mateixa canonada. El tipus de tractament que reben és addicional al secundari, tal com marca la normativa, ja que la badia

de Palma es troba en una zona sensible on les aigües que s'hi aboquin requereixen aquest tractament.

El cabal anual abocat a la mar a través d'emissari de les depuradores gestionades per Calvià 2000 va variar entre 1,1 hm³ l'any 2020 i 2,9 hm³ l'any 2018 (figura 11). Això suposa que entre un 23,8 % i un 40,5 % de l'aigua depurada es va abocar a la mar.

Els mesos d'estiu, quan es rep un cabal d'aigua residual més gran, les EDAR de Palma i Calvià aboquen un cabal d'aigua depurada inferior al medi marí (figures 10 i 12); això es deu al fet que durant aquests mesos hi ha més demanda d'aigua regenerada per part de la comunitat de pagesos i regants, i augmenta el percentatge d'aigua reutilitzada en detriment del volum que s'aboca a la mar.

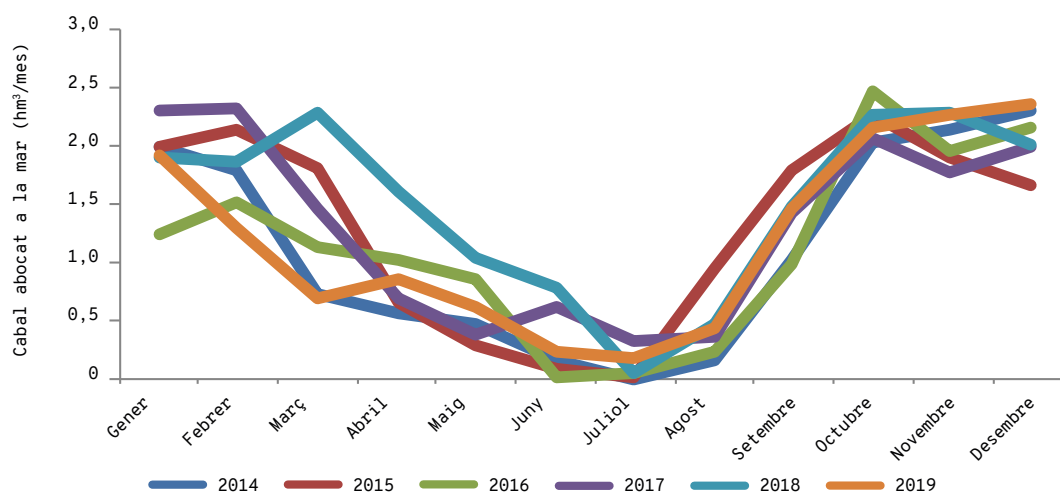


Figura 10. Cabal mensual abocat a la mar a través d'emissari de les dues Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) gestionades per EMAYA entre 2014 i 2019 en hectòmetres cúbics per mes (hm³/mes). FONT: EMAYA.

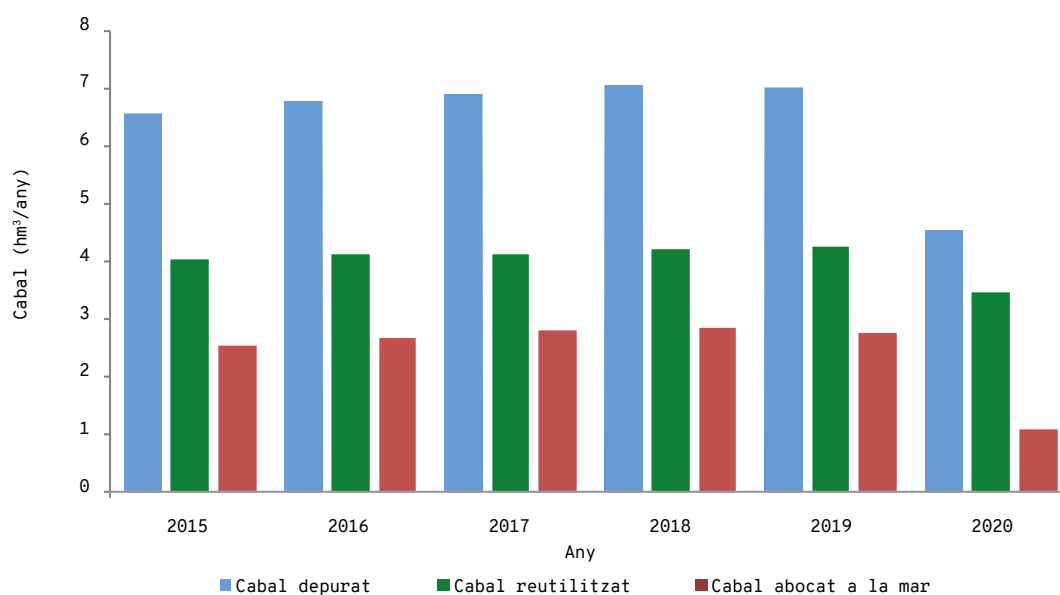


Figura 11. Cabal anual depurat (blau), reutilitzat (verd) i abocat a la mar a través d'emissari (vermell) de les tres Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) gestionades per Calvià 2000 entre 2015 i 2020 en hectòmetres cúbics per any (hm³/any). FONT: Calvià 2000.

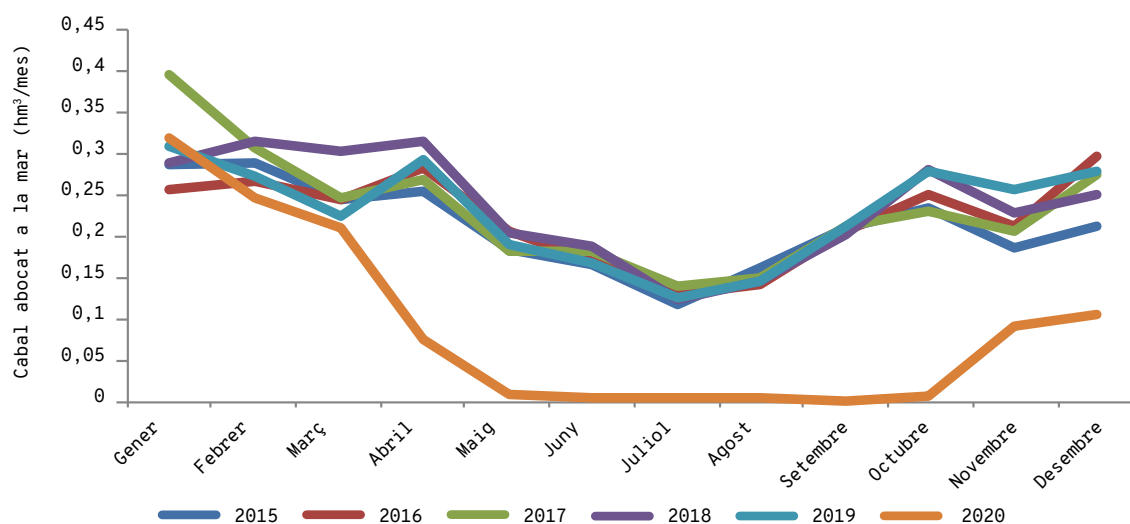


Figura 12. Cabal mensual abocat a la mar a través d'emissari de les tres Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) gestionades per Calvià 2000 entre els anys 2015 i 2020 en hectòmetres cúbics per mes (hm³/mes). FONT: Calvià 2000.

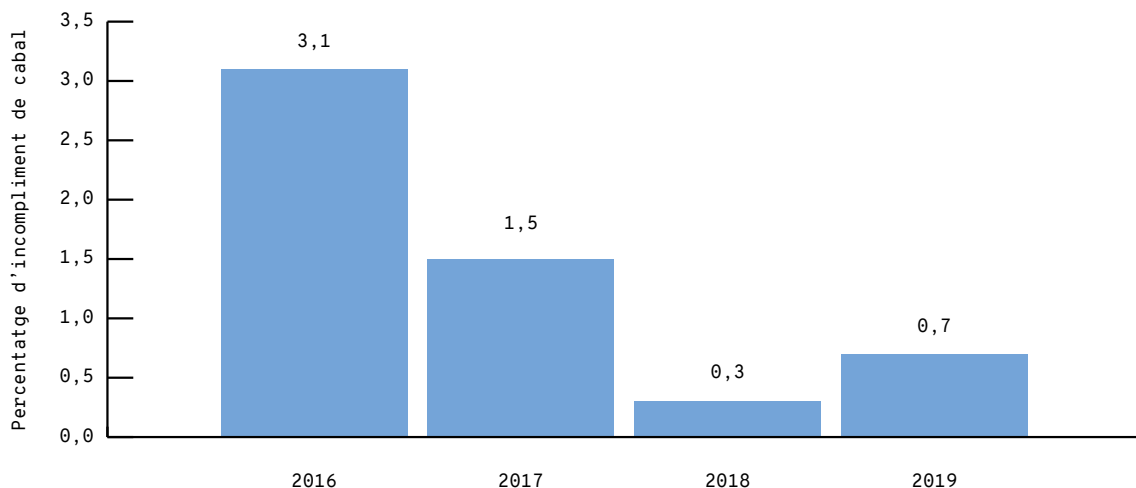


Figura 13. Percentatge del nombre d'incompliments del cabal màxim de disseny de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

3. Cabal d'aigua regenerada

Només es disposa de dades del volum d'aigua reutilitzada de les EDAR gestionades per EMAYA i per Calvià 2000 (figures 9 i 11).

A les EDAR de Palma, el volum d'aigua reutilitzada entre els anys 2014 i 2019 ha variat entre 13,4 hm³ l'any 2014 i 16,6 hm³ l'any 2015, el que suposa un 46 % i un 55 %, respectivament (figura 9). L'any 2019 es va reutilitzar un 53 % de l'aigua que va arribar a les depuradores de Ciutat, que suposa un total de 16,5 hm³ (figura 9).

A les depuradores gestionades per Calvià 2000 els percentatges de reutilització d'aigua depurada són lleugerament superiors als de les gestionades per EMAYA. Aquests percentatges varen variar entre un 76,2 % l'any 2020 i un 59,5 % l'any 2017, el que suposa 3,5 hm³ i 4,1 hm³, respectivament (figura 11). L'any 2019 es va reutilitzar un 60,6 % de l'aigua que va arribar a les depuradores de Calvià, que representa 4,3 hm³ (figura 11).

De les estimes que s'obtenen de la documentació del Pla Hidrològic de les Illes Balears (PHIB), per al conjunt de les Balears se suposa que 68,23 hm³/any són aptes per a la seva reutilització, el que representa un 70,2 % del total de l'aigua depurada (taula 2). Si es considera que l'aigua amb una concentració salina elevada no es pot emprar per al reg de cultius i s'estableix un llindar de conductivitat de 3 mS/cm, la quantitat d'aigua realment susceptible de ser emprada per a usos agrícoles es redueix a 36,58 hm³/any, és a dir, el 37,7 % de l'aigua depurada. Això significa que un 32,6 % de l'aigua depurada presenta salinitats massa elevades per considerar-les aptes per al reg. La causa d'aquesta salinitat elevada és una salinitat massa elevada de l'aigua d'entrada a les depuradores, potser deguda a trencaments de les canonades del clavegueram en zones pròximes a la costa, l'abocament puntual d'aigües procedents de plantes dessalinitzadores privades i un elevat nombre de sistemes de descalcificació de l'aigua.

4. Indicador de l'adequació del cabal rebut al cabal de disseny

En general, la majoria de depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen les aigües depurades a la mar no superen el cabal de disseny i no es pot considerar que estiguin infradimensionades (figures 13 i 14). Durant el període 2016-2019, 6 depuradores varen superar en algun moment el cabal de disseny, 3 a Mallorca, 1 a Menorca i 2 a Eivissa (figura 13):

- Cala Ferrera va incomplir el cabal de disseny durant dos anys consecutius: el 2016 i el 2017, un total de 6 i 4 mesos, respectivament.
- Sóller-Port de Sóller va incomplir el cabal de disseny un mes de l'any 2017 i un altre mes del 2018, el que representa un incompliment anual del 8,33 % aquests anys.
- Palma I va incomplir el cabal de disseny dos mesos de l'any 2016, amb un incompliment anual del 16,67 %.
- Ciutadella Sud va incomplir el cabal de disseny els mesos de juliol i agost de l'any 2019, el que representa un 16,7 % d'incompliment.
- Platja d'en Bossa va superar el cabal de disseny 1 mes de l'any 2016 (8,3 %).
- Sant Antoni va sobrepassar el cabal de disseny 1 mes de l'any 2016 (8,3 %).

Entre els anys 2016 i 2019 es pot apreciar una millora del compliment dels cabals màxims: mentre que l'any 2016 es va incomplir el cabal màxim un total de 10 vegades —és a dir, un 3,1 % de les mesures—, el 2019 es va incomplir només 2 vegades, el que representa un 0,7 % de les mesures (figura 11).

Anualment, només es considera que va incomplir el cabal la depuradora de Cala Ferrera els anys 2016 i 2017. Les altres EDAR, tot i incomplir el llindar de

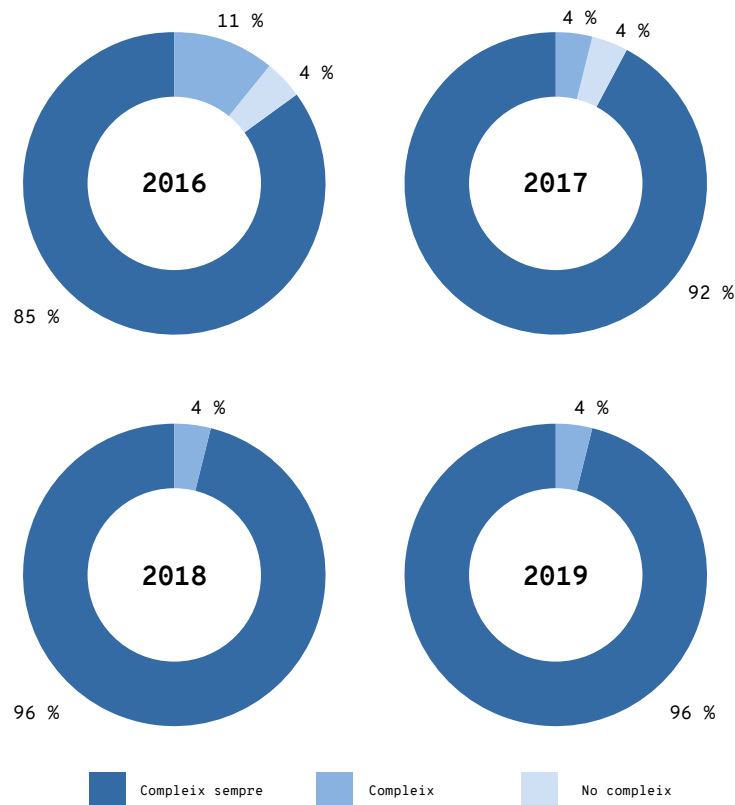


Figura 14. Percentatge de compliment anual del cabal màxim de disseny de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

cabal de depuració de disseny algun mes de l'any, es considera que varen complir aquest indicador, ja que no es varen superar les 3 mesures per damunt del llindar d'un total de 12 mesures (figura 13). Per tant, els anys 2018 i 2019 cap depuradora va incórrer en incompliment en no superar aquest llindar durant més de 3 mesos.

Globalment hi va haver un incompliment del cabal de depuració de l'1,6 % entre els anys 2016 i 2019 (figures 13 i 14).

L'any 2019 només la depuradora de Ciutadella Sud va superar el cabal de disseny durant 2 mesos. La resta de depuradores no varen superar aquest llindar.

A aquests incompliments cal sumar-hi el possible abocament d'aigües sense depurar per puntes de cabal causades per episodis de pluges intenses en els casos en què les aigües pluvials no estan separades de les aigües residuals. Aquests episodis són freqüents a la badia de Palma a causa de la inexistència de tancs de laminació de puntes de cabal i de l'obsolescència dels equips de l'actual depuradora EDAR II de Palma gestionada per EMAYA; s'han registrat nombrosos episodis d'abocaments d'aigües mixtes al torrent i a la badia de Palma que afecten l'activitat turística i l'estació depuradora («Memòria EMAYA 2017»).¹⁵ La badia de Palma no és l'únic lloc on es registren aquests abocaments d'aigües mixtes, molt freqüents en episodis de pluges copioses, causats per la no separació de les aigües pluvials de les fecals a la majoria de nuclis de les Illes.

5. Demanda biològica d'oxigen (DBO) de l'aigua depurada abocada a la mar

La demanda biològica d'oxigen dona una idea de la càrrega de matèria orgànica de l'aigua depurada. Segons la normativa estatal, aquesta no pot superar els 25 mg O₂/l o s'ha d'aconseguir una reducció mínima d'entre el 70 % i el 90 % respecte de la DBO del cabal d'entrada a l'EDAR. Si es compleix un d'aquests dos requisits s'estaria complint la legalitat.

Es presenta el percentatge de mesos d'incompliment d'aquest paràmetre, tant pel que fa al llindar de concentració com al compliment del percentatge de reducció (figures 15 i 16).

Hi ha un compliment més gran d'aquest paràmetre si s'observa el percentatge de reducció; en canvi, s'incompleix més vegades el màxim de concentració (figures 15 i 16).

Si es considera el percentatge de reducció, s'han registrat 5 incompliments de la DBO en el període 2016-2019:

- L'EDAR d'Eivissa ha incomplert aquest paràmetre tots els anys (2016-2019), el que suposa 4 dels 5 incompliments.
- L'EDAR d'Andratx va incomplir aquest paràmetre l'any 2018.

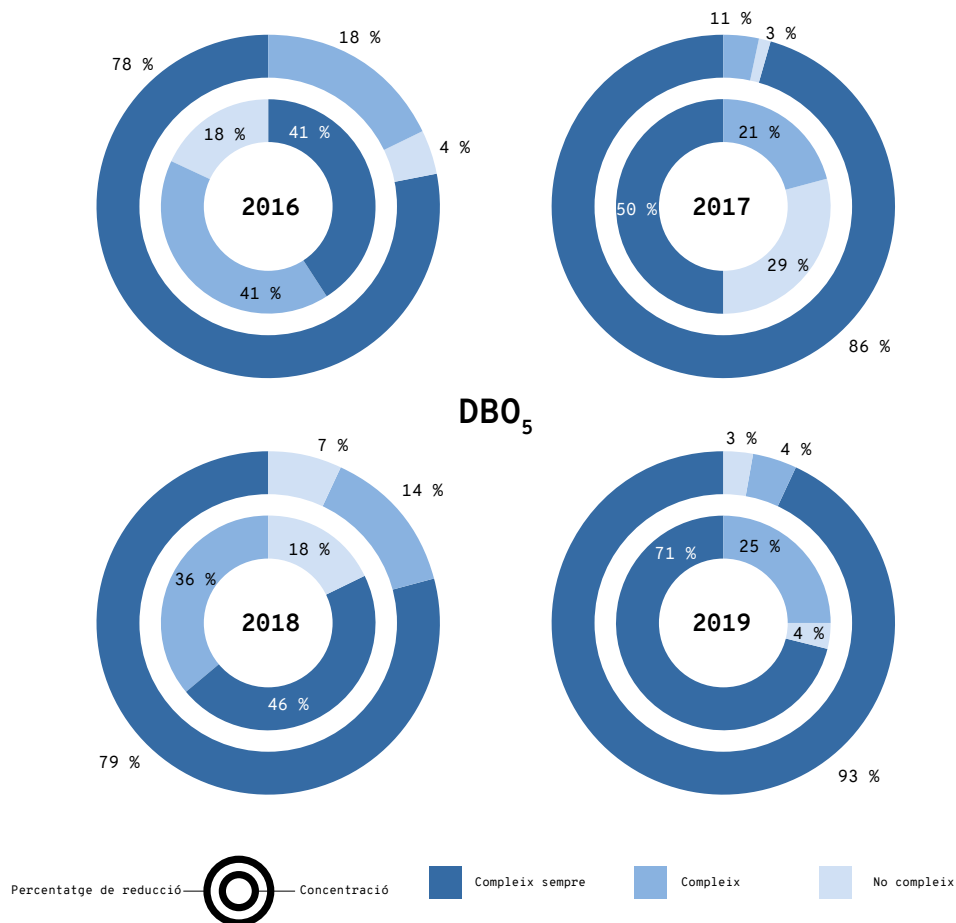


Figura 15. Percentatge de compliment anual del paràmetre demanda biològica d'oxigen (DBO₅) pel llindar de concentració (cercle intern) i pel percentatge de reducció (cercle extern) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

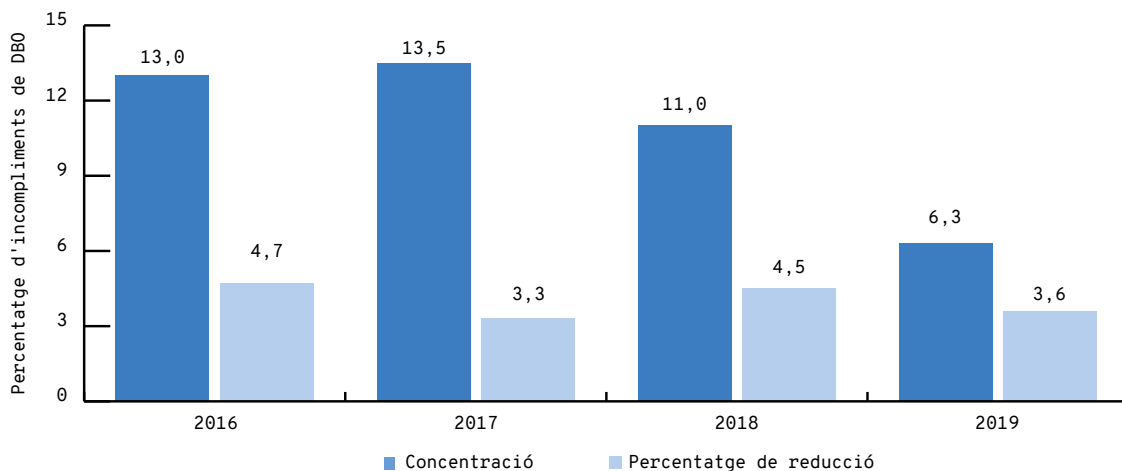


Figura 16. Percentatge del nombre d'incompliments del paràmetre demanda biològica d'oxigen (DBO₅) pel llindar de concentració (blau fosc) i pel percentatge de reducció (blau clar) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

Per tant, les úniques depuradores que no han complert amb els límits legals establerts durant el període 2016-2019 han estat les d'Eivissa i Andratx.

Si es considera el llindar de concentració de DBO, que seria desitjable complir, en aquest període hi ha hagut 17 incompliments:

- L'EDAR d'Eivissa l'ha incomplert tots els anys.
- Les EDAR d'Andratx, platja d'en Bossa i Portocolom el varen incomplir l'any 2016.
- Les EDAR de cala Ferrera i cala d'Or el varen incomplir els anys 2017 i 2018.

→ L'EDAR de Camp de Mar el va incomplir els anys 2016, 2017 i 2018.

→ L'EDAR de Santa Eulària des Riu el va incomplir els anys 2017 i 2018.

→ L'EDAR Palma II el va incomplir l'any 2017.

L'incompliment d'aquest paràmetre s'ha mantingut més o manco estable al llarg del temps, amb una única EDAR incomplint-lo els anys 2016, 2017 i 2019 (EDAR d'Eivissa) i 2 incomplint-lo l'any 2018 (Eivissa i Andratx).

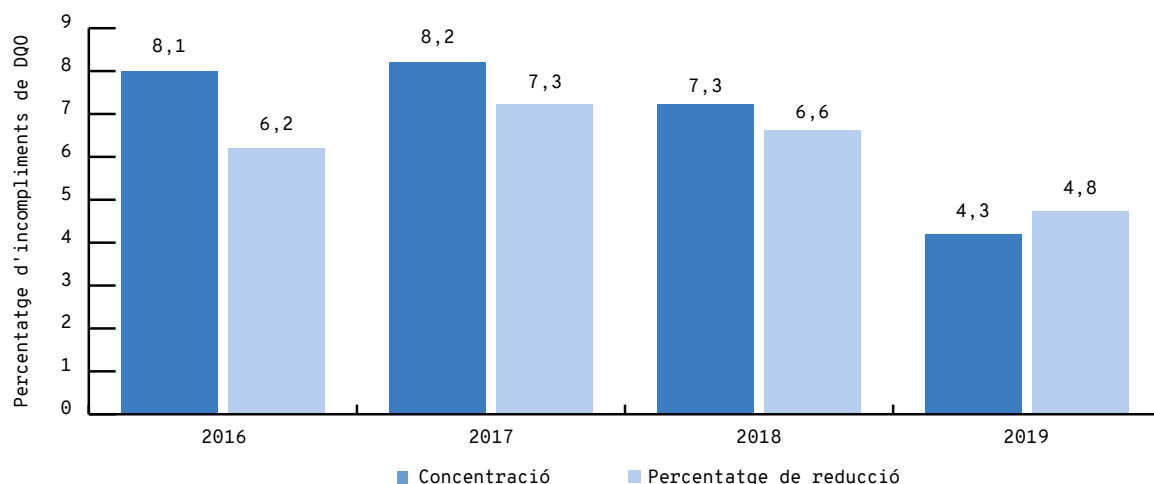


Figura 17. Percentatge del nombre d'incompliments del paràmetre demanda química d'oxigen (DQO) pel llindar de concentració (blau fosc) i pel percentatge de reducció (blau clar) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

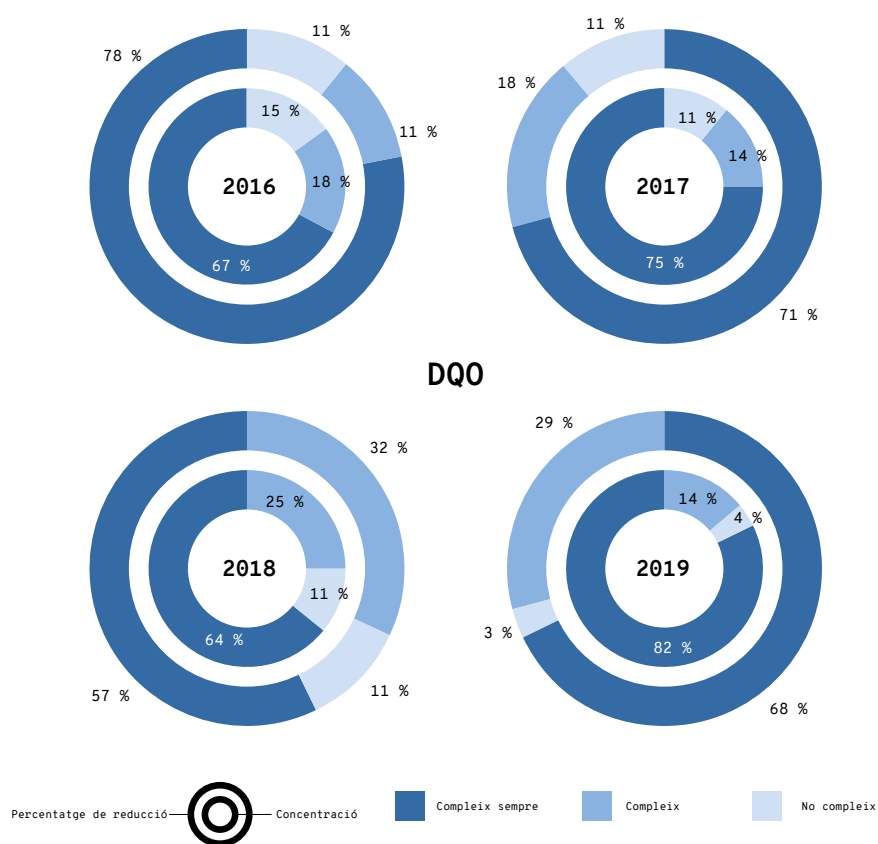


Figura 18. Percentatge de compliment anual del paràmetre demanda química d'oxigen (DQO) pel llindar de concentració (cercle intern) i pel percentatge de reducció (cercle extern) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

Durant els quatre anys d'estudi (2016-2019), s'ha incomplert aquest paràmetre un 10,8 % de les mesures si es considera el llindar de concentració (25 mg O₂/l) i un 4 % si es considera el percentatge de reducció.

6. Demanda química d'oxigen (DQO) de l'aigua depurada abocada a la mar

La demanda química d'oxigen (DQO), a l'igual que la DBO, dona una idea de la càrrega de matèria orgànica de l'aigua depurada. Segons la normativa estatal, aquesta no pot superar els 125 mg O₂/l o s'ha d'aconseguir una reducció mínima del 75 % respecte de la DQO del cabal d'entrada a l'EDAR.

Si es compleix un d'aquests dos requisits s'estaria complint la legalitat.

Es presenta el percentatge de mesos d'incompliment d'aquest paràmetre, tant pel llindar de concentració com pel percentatge de reducció (figures 17 i 18).

En el període 2016-2019 s'ha registrat un total de 9 incompliments d'aquest paràmetre:

- L'EDAR d'Eivissa l'ha incomplert durant els 4 anys.
- L'EDAR de Camp de Mar l'ha incomplert els anys 2016 i 2018.

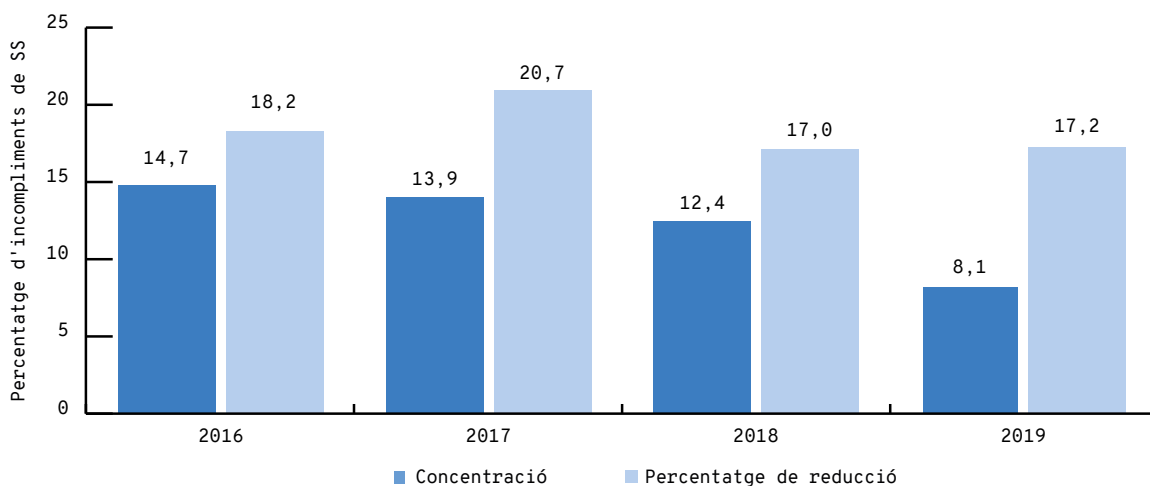


Figura 19. Percentatge del nombre d'incompliments mensuals dels valors recomanats del paràmetre sòlids en suspensió (SS) pel llindar de concentració (blau fosc) i pel percentatge de reducció (blau clar) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

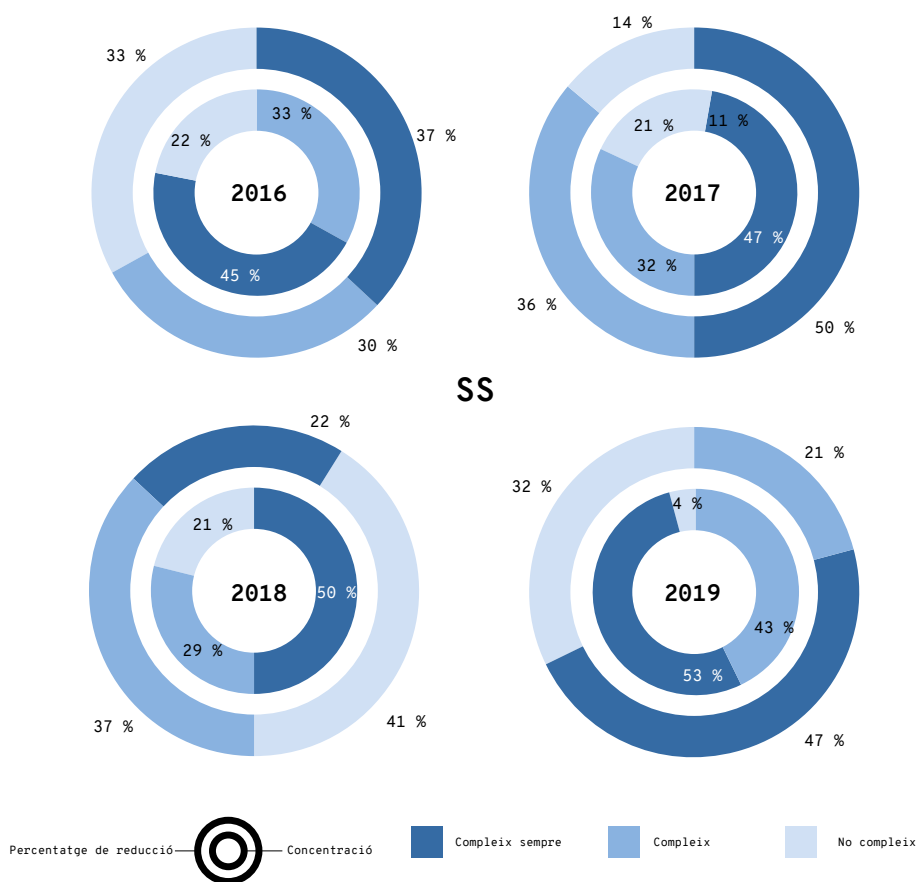


Figura 20. Percentatge de compliment anual del paràmetre sòlids en suspensió (SS) pel llindar de concentració (cercle intern) i pel percentatge de reducció (cercle extern) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

→ L'EDAR de Santa Eulària des Riu l'ha incomplert els anys 2017 i 2018.

Com en el cas de la DBO, hi ha un nombre més gran d'incompliments del llindar de concentració que del percentatge de reducció. Això podria indicar que les EDAR són capaces de reduir significativament aquests dos paràmetres, però el cabal d'entrada té una càrrega massa elevada de matèria orgànica (figures 17 i 18). Una excepció ha estat la depuradora de Portocolom, que l'any 2016 va complir la concentració màxima i, en canvi, va incomplir el percentatge de reducció.

Si es consideren els incompliments pel fet de superar la concentració màxima establida, a les EDAR que han incomplert (Eivissa, Camp de Mar i Santa Eulària des Riu) caldria sumar-hi les de platja d'en Bossa, que el va incomplir l'any 2016, i Palma II, que ho va fer els anys 2016 i 2017.

En el període comprès entre els anys 2016-2019 (quatre anys), si es considera el llindar de la concentració aquest paràmetre s'ha incomplert un 7,0 % del total de les mesures mensuals —és a dir, que el 7,0 % de les mesures han superat els 125 mg O₂/l—, i si es considera el percentatge de reducció el resultat és un 6,3 % de les mesures.

7. Sòlids en suspensió de l'aigua depurada abocada a la mar

El Reial Decret 509/1996 recomana uns valors màxims de concentració de sòlids en suspensió de 35 mg/l o una reducció mínima en aquest paràmetre del 70-90 % respecte de l'aigua d'entrada. El compliment d'aquests l·lindars és voluntari, per tant no s'incorre en il·legalitat en cas de superar-los, tot i que seria desitjable mantenir-los per davall d'aquests valors. Per tant, els percentatges que es presenten aquí representen un incompliment del que seria desitjable i no del que es requereix per imperatiu legal.

Per al paràmetre sòlids en suspensió s'observa un nombre d'incompliments superior quan es considera el percentatge de reducció que quan es considera el l·lindar de concentració (figures 19 i 20).

Entre els anys 2016 i 2019 aquest paràmetre s'ha incomplert un total de 19 vegades:

- L'EDAR d'Eivissa l'ha incomplert durant els 4 anys.
- Les EDAR d'Andratx i Camp de Mar el varen incomplir 3 anys entre 2016 i 2018.
- Les EDAR de cala Ferrera i Santa Eulària des Riu el varen incomplir els anys 2017 i 2018.
- L'EDAR Palma II va incomplir-lo els anys 2016 i 2017
- Les EDAR de Portocolom i platja d'en Bossa el varen incomplir l'any 2016.
- L'EDAR de sa Calobra el va incomplir l'any 2018.

Si es considera el percentatge de reducció de sòlids en suspensió, aquest s'ha incomplert un total de 39 vegades. A les depuradores ja esmentades—Eivissa, cala Ferrera, Santa Eulària des Riu, platja d'en Bossa, Camp de Mar, Andratx, Portocolom, sa Calobra i Palma II— caldria sumar-hi les de cala d'Or, Llucmajor-s'Arenal, Sant Elm, Sóller-Port de Sóller, cala Tarida, Sant Antoni, Formentera i Peguera, tot i que aquestes EDAR sí que han abocat aigües amb una concentració de sòlids en suspensió inferior a 35 mg/l.

Hem de recordar que el compliment d'aquest paràmetre és voluntari i per tant cap d'aquestes depuradores estaria incomplint la normativa vigent.

Entre els anys 2016-2019, el paràmetre sòlids en suspensió s'ha incomplert un 12,2 % de les mesures si es considera el l·lindar de concentració (35 mg O₂/l), i un 18,1 % si es considera el percentatge de reducció.

8. Nitrogen total de l'aigua depurada abocada a la mar

La legislació estatal només estableix límits legals de nutrients —tant de nitrogen total com de fòsfor total— per a emissaris que aboquen en zones sensibles per eutrofització d'EDAR de més de 10.000 h.e. (taula 2). Avui dia a les Balears, de les EDAR gestionades per ABAQUA, EMAYA o Calvià 2000 només 4 compleixen aquestes condicions: Peguera, cala en Porter, Maó-es Castell i Santa Ponça (taula 4). Addicionalment, l'emissari de l'EDAR de cala Ferrera aboca aigües en una zona sensible per eutrofització, però pel fet de tenir una capacitat inferior als 10.000 h.e. queda exempta de complir aquesta normativa.

Les depuradores de Peguera, cala en Porter i Maó-es Castell tenen una capacitat inferior als 100.000 h.e.; per tant, els seus requeriments de concentració de nitrogen total de l'aigua depurada són de 15 mg N/l. En canvi, l'EDAR de Santa Ponça, pel fet de superar els 100.000 h.e. (118.000 h.e.) de capacitat de disseny, hauria de tenir unes restriccions més grans i l'aigua que aboca a la mar no podria superar els 10 mg N/l. Atès que el cabal que rep aquesta depuradora està molt per davall del seu cabal de disseny (de mitjana depura a un 45,6 % de la seva capacitat) s'inclou dins el grup de les depuradores de cabal inferior als 100.000 h.e. i ha de complir un l·lindar de concentració de nitrogen de 15 mg N/l. També és acceptable una reducció del 70 % de la càrrega de nitrogen de l'aigua que reben (taula 2).

La depuradora de Maó-es Castell no ha complert els requeriments de concentració de nitrogen, però sí els de percentatge de reducció d'aquest nutrient entre els anys 2017 i 2019. Per tant, aquesta depuradora està complint la legalitat vigent.

L'EDAR de Peguera va incomplir el requeriment de concentració de nitrogen l'any 2016, però va complir el de percentatge de reducció; per tant, no va incomplir la legalitat. L'any 2017, al contrari de l'any anterior, va complir el requeriment de la concentració i va incomplir el percentatge de reducció. L'any 2018 va complir ambdós requeriments. Per tant, l'EDAR de Peguera ha complert els requeriments legals de reducció de nitrogen tots els anys dels que es tenen dades (figures 21 i 22).

La depuradora de cala en Porter va complir els requeriments tant de concentració com de percentatge de reducció de nitrogen entre els anys 2016 i 2019.

La depuradora de Santa Ponça compleix els requeriments per a les depuradores d'entre 10.000 i 100.000 h.e. No compliria els requeriments per a depuradores de més de 100.000 h.e, ja que ha abocat aigües amb una concentració superior als

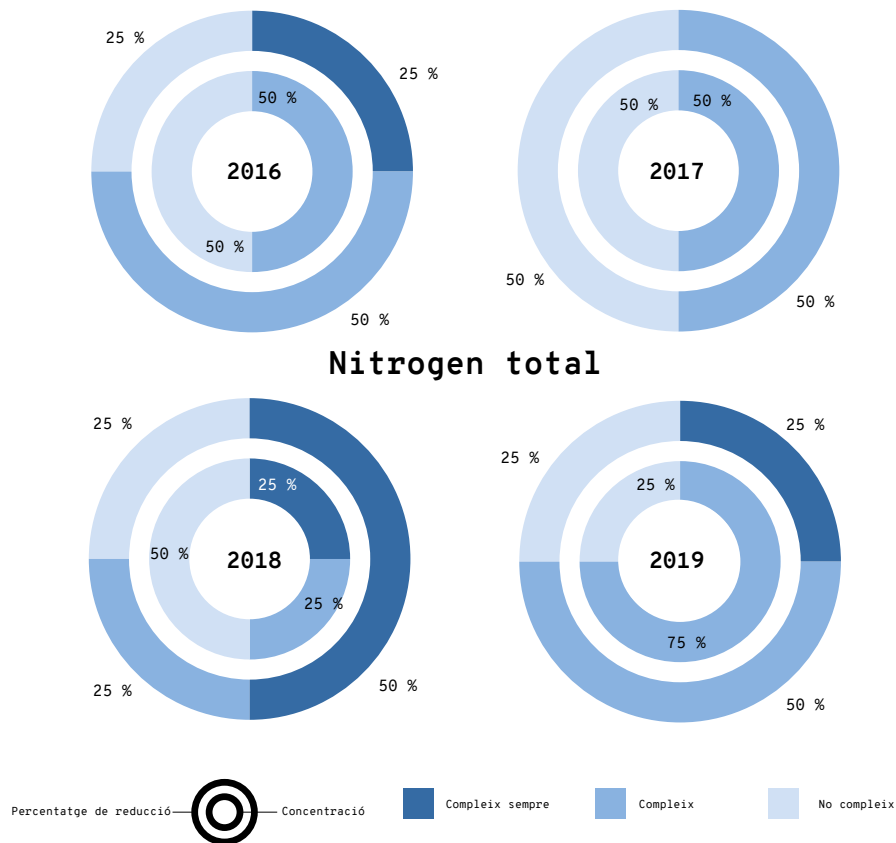


Figura 21. Percentatge de compliment anual del paràmetre nitrogen total (TN) pel llindar de concentració (cercle intern) i pel percentatge de reducció (cercle extern) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen aigües a la mar en zones sensibles per eutrofització entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

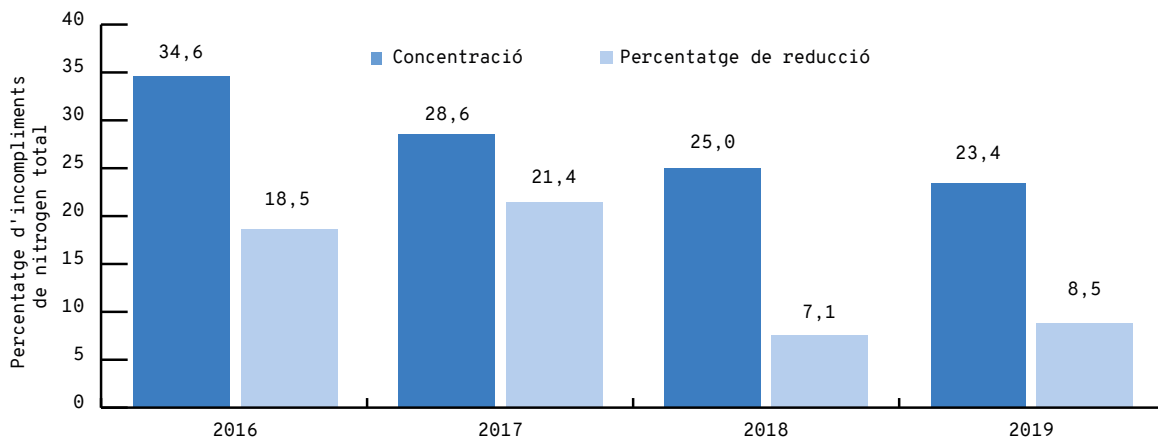


Figura 22. Percentatge del nombre d'incompliments dels valors legals del paràmetre nitrogen total pel llindar de concentració (blau fosc) i pel percentatge de reducció (blau clar) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar en zones sensibles per eutrofització entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

10 mg N/l els anys 2016 i 2017; en canvi, sí que hauria complert els anys 2018 i 2019, perquè la mitjana anual de la concentració de nitrogen que va abocar era inferior als 10 mg N/l.

L'EDAR de cala Ferrera, tot i no estar obligada a complir la normativa legal pel fet de tenir una capacitat inferior als 10.000 h.e., no compleix els llinars recomanats de concentració de nitrogen dissolt ni de percentatge de reducció.

És important el compliment de la reducció de nutrients i matèria orgànica perquè els increments en aportacions de nutrients al medi marí causen una

acceleració de la producció primària o eutrofització. Els símptomes inclouen un augment de l'activitat de *blooms* algals (també de taxons tòxics), l'acumulació de matèria orgànica i un excés del consum d'oxigen que du a una situació d'hipòxia —baixes concentracions d'oxigen— o anòxia —la completa absència d'oxigen.¹⁶

L'eutrofització causada per abocaments d'aigües riques en nutrients és un motor dels episodis de falta d'oxigen en el medi marí. Aquests episodis poden produir impactes molt greus en les comunitats marines: fer que els organismes mòbils abandonin la zona, causar impactes letals i subletals en les

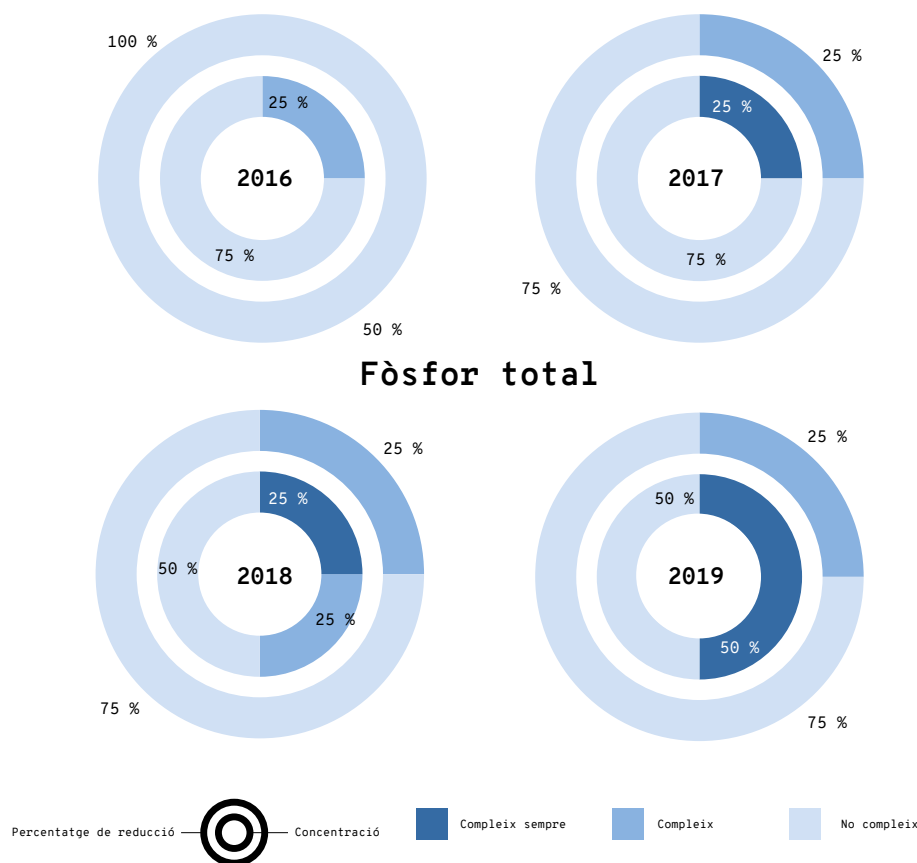


Figura 23. Percentatge de compliment anual del paràmetre fòsfor total pel llindar de concentració (cercle intern) i pel percentatge de reducció (cercle extern) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar en zones sensibles per eutrofització entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

comunitats bentòniques que viuen fixades al fons marí i arribar a produir esdeveniments de mortalitats massives per falta d'oxigen.^{17, 18}

Entre els anys 2016-2019, a les depuradores gestionades per ABAQUA i Calvià 2000 que aboquen a la mar a través d'emissaris en zones sensibles per eutrofització, el paràmetre nitrogen total s'ha incomplert un 11,7 % de les mesures si es considera el llindar de concentració, i un 14,1 % si es considera el percentatge de reducció (figures 21 i 22).

Els abocaments d'aigües residuals depurades contribueixen a l'eutrofització perquè són una font considerable de nitrogen a les aigües naturals d'arreu del món, especialment al medi marí.¹ Resultats experimentals han mostrat un increment de la producció bacteriana i una disminució de la producció primària i la respiració de la comunitat amb abocaments d'aigües residuals depurades; això fa que la comunitat bacteriana consumeixi més carboni, la qual cosa podria canviar els ecosistemes de l'autotròfia a l'heterotròfia, provocant un canvi de comunitats allà on la producció supera la respiració en comunitats que serien un embornal d'oxigen i podrien alimentar la falta d'oxigen o hipòxia.¹⁹

Les aportacions de nitrogen orgànic per aigües residuals tractades han accelerat les respostes de les comunitats planctòniques a l'escalfament, causant un increment superior de les taxes de respiració que les de producció; això podria ocasionar una disminució de la concentració d'oxigen dissolt, agreujant els episodis de falta d'oxigen.²⁰

9. Fòsfor total de l'aigua depurada abocada a la mar

Els requeriments de la legislació estatal en matèria de reducció de fòsfor de depuradores amb emissaris que aboquen en zones sensibles són de concentracions inferiors als 2 mg P/l en el cas d'EDAR amb una capacitat d'entre 10.000 i 100.000 h.e., és a dir, per a les depuradores de Peguera, cala en Porter i Maó-es Castell; i d'1 mg P/l en el cas d'EDAR amb capacitat superior als 100.000 h.e., com seria el cas de Santa Ponça —però atès que opera a un 45,6 % de la seva capacitat es considera inferior als 100.000 h.e. També seria acceptable una reducció del 70 % de la càrrega de fòsfor de l'aigua que reben (taula 2).

Les EDAR de Peguera i Santa Ponça varen complir aquests requeriments tots els anys d'estudi. De la resta de depuradores, Maó-es Castell els ha incomplert tots els anys. Si l'EDAR de Santa Ponça hagués de complir el requeriment de concentracions inferiors a 1 mg P/l, l'incompliria tots els anys. L'EDAR de cala en Porter només va complir el requeriment de reducció de fòsfor l'any 2018, mentre que la resta d'anys el va incomplir (figures 23 i 24).

L'EDAR de cala Ferrera també aboca en una zona sensible per eutrofització i, tot i no haver de complir els requeriments legals, seria desitjable que no aboqués aigües amb elevades concentracions de nutrients. Aquesta EDAR va abocar aigua amb concentracions superiors als 2 mg P/l tots els anys d'estudi.

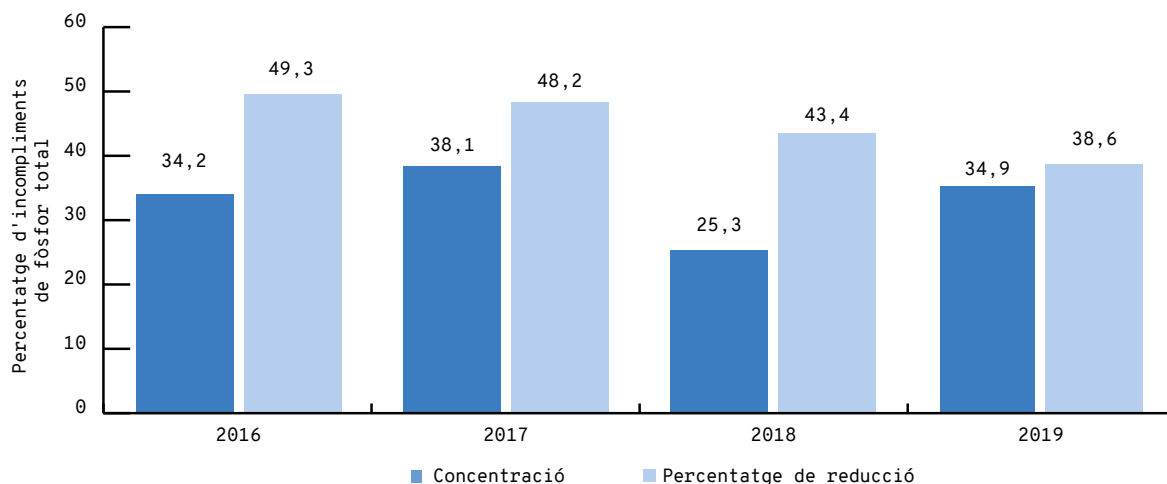


Figura 24. Percentatge del nombre d'incompliments dels valors legals per al paràmetre fòsfor total pel llindar de concentració (blau fosc) i pel percentatge de reducció (blau clar) de les depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen a la mar en zones sensibles per eutrofització entre els anys 2016 i 2019. FONT: ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000.

Entre els anys 2016-2019, a les depuradores gestionades per ABAQUA i Calvià 2000 que aboquen a la mar a través d'emissaris en zones sensibles per eutrofització, el fòsfor total s'ha incomplert un 33,1 % de les mesures si es considera el llindar de concentració, i un 44,8 % si es considera el percentatge de reducció (figures 23 i 24).

Les aportacions de nitrogen i fòsfor (nutrients) al medi marí poden produir eutrofització —un creixement incontrolat d'algues microscòpiques que causa una acumulació de matèria orgànica en el medi. L'eutrofització és un problema greu en zones costaneres que pot causar una reducció de la concentració d'oxigen, amb els conseqüents impactes negatius per a la vida marina, que necessita oxigen per viure. De fet, aquesta falta d'oxigen en zones costaneres, agreujada per aportacions de nutrients i matèria orgànica al medi marí, està sorgint com una de les principals amenaces per a la biodiversitat marina.¹⁸

Els increments de la concentració de fòsfor poden causar una proliferació de microalgues fixadores de nitrogen, causants de *blooms* fitoplanctònics lligats a episodis de falta d'oxigen.

CONCLUSIONS

- A les Illes Balears actualment hi ha 143 depuradores: 50 de gestió privada i 93 de gestió pública; d'aquestes últimes, 79 estan gestionades per l'Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental (ABAQUA), 13 per ajuntaments i 1 —la de Cabrera— pel Consell de Mallorca.
- El volum d'aigua residual que arriba a les EDAR és molt variable al llarg de l'any a totes les illes, amb un pic estacional fort els mesos d'es-

tiu, coincidint amb la temporada alta turística. Aquesta estacionalitat és més marcada a l'illa de Formentera, on els mesos d'estiu es triplica el cabal depurat durant la temporada baixa.

- El cabal de les depuradores gestionades per ABAQUA que aboquen a la mar a través d'emissaris ha augmentat entre els anys 1998 i 2020 a un ritme de 0,37 hm³/any ($R^2 = 0,71$, $p < 0,001$).
- L'aigua reutilitzada a les EDAR de Palma (gestionades per EMAYA) ha variat entre 13,4 hm³ l'any 2014 (46 %) i 16,6 hm³ el 2015 (55 %). L'any 2019 es varen reutilitzar 16,5 hm³, un 53 % de l'aigua que va arribar a les depuradores de Ciutat.
- El percentatge de reutilització d'aigua de les EDAR de Calvià (gestionades per Calvià 2000) va variar entre un 76,2 % l'any 2020 (3,5 hm³) i un 59,5 % l'any al 2017 (4,1 hm³). L'any 2019 es va reutilitzar un 60,6 % de l'aigua que va arribar a les depuradores de Calvià (4,3 hm³).
- De les estimes que s'obtenen de la documentació del Pla Hidrològic de les Illes Balears (PHIB), per al conjunt de les Balears un total de 68,23 hm³/any es consideren aptes per a la seva reutilització (un 70,2 % del total de l'aigua depurada). Si d'aquesta quantitat es resta l'aigua amb una concentració salina elevada, no apta per al reg de cultius (amb conductivitat > 3 mS/cm), la quantitat d'aigua realment susceptible de ser emprada per a usos agrícoles es redueix a 36,58 hm³/any (el 37,7 %). Per tant, un 32,6 % de l'aigua depurada presenta salinitats massa elevades per ser aptes per al reg.
- La majoria de depuradores gestionades per ABAQUA, EMAYA i Calvià 2000 que aboquen

les aigües depurades a la mar no superen el cabal de disseny i no es pot considerar que estiguin infradimensionades. Durant el període 2016-2019, 6 depuradores varen superar el cabal de disseny en algun moment: 3 a Mallorca (cala Ferrera, Sóller-Port de Sóller i Palma I), 1 a Menorca (Ciutadella Sud) i 2 a Eivissa (platja d'en Bossa i Sant Antoni). A nivell anual només l'EDAR de cala Ferrera va incomplir els límits de cabal els anys 2016 i 2017. Entre els anys 2016 i 2019 s'aprecia una millora en el compliment dels cabals màxims: mentre que l'any 2016 es va incomplir el cabal màxim un total de 10 vegades (és a dir, un 3,1 % de les mesures), el 2019 es va incomplir només 2 vegades (un 0,7 % de les mesures). Globalment hi va haver un incompliment del cabal de depuració de l'1,6 % entre els anys 2016 i 2019.

- Als incompliments de cabal caldria sumar-hi els possibles abocaments d'aigües sense depurar per puntes de cabal causades per episodis de pluges intenses, en els casos on les aigües pluvials no estan separades de les residuals.
- En el període 2016-2019, el paràmetre demanda biològica d'oxigen (DBO) es va incomplir 5 vegades: 4 vegades a la depuradora d'Eivissa (tots els anys) i 1 vegada a l'EDAR d'Andratx l'any 2018.
- En aquest mateix període s'ha incomplert el paràmetre demanda química d'oxigen (DQO) un total de 9 vegades: 4 a l'EDAR d'Eivissa (2016-2019), 3 a la de Camp de Mar (2016-2018) i 2 a la de Santa Eulària des Riu (2017-2018).
- La legislació estatal estableix que el paràmetre sòlids en suspensió és de compliment voluntari, per tant, no s'incorre en cap il·legalitat si se'n superen els límits recomanats. En el període 2016-2019 aquest paràmetre s'ha incomplert 19 vegades: 4 a l'EDAR d'Eivissa (2016-2019); 3 a la de Camp de Mar (2016-2018) i a la d'Andratx (2016-2018); 2 a la de Santa Eulària des Riu (2017-2018), a la de cala Ferrera (2017-2018) i a Palma II (2016-2017); 1 a la de Portocolom (2016), a la de platja d'en Bossa (2016) i a la de sa Calobra (2018). D'aquest paràmetre s'observa un nombre superior d'incompliments quan es considera el percentatge de reducció i no el llindar de concentració.
- Avui dia a les Balears, de les EDAR gestionades per ABAQUA, EMAYA o Calvià 2000, les

depuradores de Peguera, cala en Porter, Maó-es Castell, Santa Ponça i cala Ferrera aboquen aigües en zones sensibles per eutrofització. Aquestes depuradores tenen uns requeriments per a l'abocament de nutrients (15 mg N/l i 2 mg P/l). L'EDAR de cala Ferrera queda exempta de complir-los pel fet de tenir una capacitat inferior als 10.000 h.e.

- La depuradora de Maó-es Castell no ha complert els requeriments de concentració de nitrogen, però sí els de percentatge de reducció d'aquest nutrient entre els anys 2017 i 2019. Les EDAR de Peguera i cala en Porter han complert els requeriments legals de reducció de nitrogen tots els anys dels que es disposa de dades. La depuradora de Santa Ponça compleix tots els anys el llindar de 15 mg/l de nitrogen, però no compliria el de 10 mg N/l els anys 2016 i 2017 i sí que el compliria els anys 2018 i 2019.
- Les EDAR de Peguera i Santa Ponça varen complir tots els anys els límits de concentració de fòsfor total permesos per a depuradores que aboquen en zones sensibles. L'EDAR de cala en Porter va complir-los l'any 2018. La resta d'anys, les depuradores varen abocar aigües enriquides en fòsfor per damunt dels valors legals.
- L'EDAR de cala Ferrera, tot i no tenir l'obligació de complir la normativa legal pel fet de tenir una capacitat inferior als 10.000 h.e., no compleix els llindars recomanats de concentració de nitrogen ni de fòsfor dissolt, tampoc els de percentatge de reducció d'aquests nutrients.
- L'EDAR d'Eivissa incompleix tots els paràmetres legals (DBO, DQO) i recomanats (SS i nitrogen i fòsfor total). Requereix millores urgents per abocar aigües amb una qualitat acceptable.
- Les aportacions de nutrients i matèria orgànica de les aigües depurades poden causar problemes d'eutrofització en les zones on aboquen —un creixement incontrolat d'algues microscòpiques que causen una acumulació de matèria orgànica en el medi. Això pot tenir efectes greus, especialment si aquestes aigües s'aboquen en badies amb poca renovació o en zones sensibles a l'eutrofització, i podria ocasionar una reducció de la concentració d'oxigen dissolt, amb els conseqüents impactes negatius per a la vida marina, que necessita oxigen per viure.

REFERÈNCIES

- ¹ SEITZINGER, S. P. *et al.* (2005). «Sources and delivery of carbon, nitrogen, and phosphorus to the coastal zone: An overview of Global Nutrient Export from Watersheds (NEWS) models and their application». *Global Biogeochemical Cycles*, 19. DOI: doi:10.1029/2005GB002606.
- ² NIXON, S. W. (1995). «Coastal Marine Eutrophication - a Definition, Social Causes, and Future Concerns». *Ophelia*, 41, 199-219.
- ³ GACIA, E. *et al.* (2012). «Thresholds of irradiance for seagrass *Posidonia oceanica* meadow metabolism». *Marine Ecology Progress Series*, 466, 69-79. <https://doi.org/10.3354/meps09928>.
- ⁴ DUARTE, C. M. (1995). «Submerged Aquatic Vegetation in Relation to Different Nutrient Regimes». *Ophelia*, 41, 87-112.
- ⁵ GRALL, J.; CHAUVAUD, L. (2002). «Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts». *Global Change Biology*, 8, 813-830.
- ⁶ LLORET, J.; MARIN, A.; MARIN-GUIRAO, L. (2008). «Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change?». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 78, 403-412. DOI: 10.1016/j.ecss.2008.01.003.
- ⁷ THEEDE, H. *et al.* (1969). «Studies on resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulphide». *Marine Biology*, 2, 325-337.
- ⁸ CALLEJA, M. L.; MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (2007). «The relationship between seagrass (*Posidonia oceanica*) decline and sulfide porewater concentration in carbonate sediments». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 73, 583-588. DOI: 10.1016/j.ecss.2007.02.016.
- ⁹ TERRADOS, J. *et al.* (1999). «Are seagrass growth and survival constrained by the reducing conditions of the sediment?». *Aquatic Botany*, 65, 175-197. DOI: 10.1016/S0304-3770(99)00039-X.
- ¹⁰ VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2010). «Sulfide exposure accelerates hypoxia-driven mortality». *Limnology and Oceanography*, 55, 1075-1082.
- ¹¹ ABAQUA. (2019). «Memòria anual 2019». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori. Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA).
- ¹² DIRECCIÓ GENERAL DE RECURSOS HÍDRICS (2018). «Plan Hidrológico de las Illes Balears. Revisión anticipada del 2º ciclo 2015-2021». Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Direcció General de Recursos Hídrics.
- ¹³ DIRECCIÓ GENERAL DE RECURSOS HÍDRICS (2020). «Ficha nº 1: Reutilización e infiltración de aguas depuradas. Esquema de temas importantes. Tercer ciclo de planificación hidrológica IB (2021-2027)». Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Direcció General de Recursos Hídrics.
- ¹⁴ PORTAL DE L'AIGUA DE LES ILLES BALEARS: <http://www.caib.es/sites/aigua/ca/>.
- ¹⁵ EMAYA. (2017). «Memòria EMAYA 2017».
- ¹⁶ PAERL, H. W. (2006). «Assessing and managing nutrient-enhanced eutrophication in estuarine and coastal waters: Interactive effects of human and climatic perturbations». *Ecological Engineering*, 26, 40-54.
- ¹⁷ DIAZ, R. J. (2001). «Overview of hypoxia around the world». *Journal of Environmental Quality*, 30, 275-281. <https://doi.org/10.2134/jeq2001.302275x>.
- ¹⁸ VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2008). «Thresholds of hypoxia for marine biodiversity». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 15452-15457.

¹⁹ VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2016). «Effects of wastewater treatment plant effluent inputs on planktonic metabolic rates and microbial community composition in the Baltic Sea». *Biogeosciences*, 13, 4751-4765. DOI:10.5194/bg-13-4751-2016.

²⁰ VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2015). «Dissolved Organic Nitrogen Inputs from Wastewater Treatment Plant Effluents Increase Responses of Planktonic Metabolic Rates to Warming». *Environmental Science & Technology*, 49, 11411-11420. DOI: 10.1021/acs.est.5b00674.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; CALVO, J.; ABAQUA; EMAYA; CALVIÀ 2000. (2021) «Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imb-depuradores-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Sergio Martino i Juan Calvo.

Plantes dessalinitzadores: volum d'aigua potable produïda i abocaments de salmorra

La deficiència d'aigua dolça és un problema en augment a moltes zones mediterrànies que afecta particularment el sud-est de la Península Ibèrica i les Illes Balears. És deguda al desequilibri entre els recursos hídrics limitats i una demanda creixent, relacionada amb els canvis en els usos del sòl i la indústria turística. La dessalinització d'aigua a través de plantes d'osmosi inversa ha estat durant els darrers trenta anys una solució prometedora per superar aquesta deficiència.

A les Illes Balears, el procés de dessalinització és necessari per poder subministrar aigua potable. A Formentera, el 100 % de l'aigua potable urbana subministrada prové de la planta dessalinitzadora, mentre que a Eivissa suposa aproximadament el 70 %.

La dessalinització de l'aigua porta associada com a producte de rebuig aigua concentrada en sals (salmorra). La salmorra obtinguda en el procés de dessalinització és bàsicament aigua de mar concentrada en un factor que depèn de l'eficiència de les membranes d'osmosi inversa (55-60 %, amb concentracions màximes que arriben al 90 %).¹

La majoria d'abocaments de salmorra es realitzen al medi marí, ja sigui a través d'emissaris, de torrents o directament a la costa. Aquesta aigua de rebuig hipersalina origina plomes de descàrrega denses que potencialment poden afectar els organismes i les comunitats marines. Els seus efectes dependran dels ecosistemes que rebin aquests abocaments, les condicions hidrodinàmiques de la zona, la profunditat de descàrrega i el flux de salmorra.^{2,3}

Els estudis de monitoratge ecològic han registrat efectes variables que van des de l'absència d'impactes sobre les comunitats bentòniques —quan les descàrregues es produeixen en ambients amb poca mescla— a alteracions generalitzades de l'estructura de la comunitat en plantes marines, esculls de corall i ecosistemes de sediments tous. A les zones on la dissolució de l'aigua és més ràpida, els efectes

ambientals semblen limitar-se a desenes de metres dels emissaris.⁴

Les comunitats de plantes marines són particularment sensibles a aquests abocaments.^{5,6} La fanerògama *Posidonia oceanica* és especialment vulnerable als canvis de salinitat provocats pels abocaments de salmorra, i a salinitats de 39,1 psu (Unitats Pràctiques de Salinitat, per les seves sigles en anglès) i 38,4 psu mostra canvis significatius en la seva estructura i vitalitat, respectivament.⁶ Els feixos de *P. oceanica* disminueixen significativament el seu creixement i supervivència amb l'augment de salinitat.^{7,8} Quan s'arriba a salinitats superiors a 42 psu la mortalitat d'aquesta planta marina augmenta, arribant al 100 % amb salinitats de 50 psu.⁷

Només hi ha un estudi en el qual s'avaluen els efectes de la salmorra en praderies de posidònia a les Illes Balears, concretament a l'illa de Formentera, on els abocaments mitjans de salmorra entre 1994 i 2019 van ser de 0,59 hm³/any.⁵ Aquest estudi va mostrar una gran sensibilitat d'aquesta planta marina als efectes de la salinitat i l'eutrofització derivats dels abocaments de la dessalinitzadora. Les plantes mostraren canvis estructurals i fisiològics, tot i que no es va registrar una reducció extensiva de la praderia.⁵ Els autors atribueixen aquests resultats a l'alta radiació incident i la ràpida dilució i dispersió de la salmorra a causa de la situació de la praderia en aigües poc profundes.⁵

QUÈ ÉS?

Volum d'aigua potable dessalada produïda per les plantes dessalinitzadores de les Illes Balears en hectòmetres cúbics per any (hm³/any), és a dir, en milers de milions de litres per any.

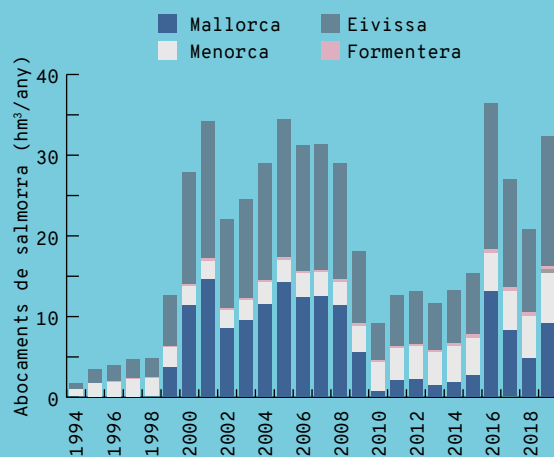
Volum de salmorra abocat a la mar per les plantes dessalinitzadores en hm³/any.

METODOLOGIA

Les dades procedeixen de l'Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA). S'han obtingut del [Portal de l'Aigua](#) de la Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.

RESULTATS

- Hi ha un total de vuit plantes dessalinitzadores actives a les Illes Balears.
- A Mallorca, la producció d'aigua dessalada s'ha quintuplicat en els darrers sis anys, la qual cosa comporta un augment dels abocaments de salmorra al medi marí. Per al total de les Illes l'augment entre 1994 i 2019 ha estat del 243 %.
- A Menorca, la planta dessalinitzadora va entrar en funcionament el maig de 2019, i aquell any va produir 0,7 hm³.
- L'any 2019 s'abocaren un total de 32,28 hm³—és a dir, 32.280 milions de litres— de salmorra a la mar Balear. Aquesta xifra és una mica més petita que la de l'any 2016, quan s'abocaren un total de 36,40 hm³, coincidint amb un període de sequera.
- Per evitar l'impacte mediambiental de la salmorra és important abocar-la de manera que es dilueixi ràpidament i en zones on no hi hagi praderia de *Posidonia oceanica*, particularment sensible als canvis de salinitat.



Abocaments de salmorra a la mar en hectòmetres cúbics per any (hm³/any) per cada illa i total de Balears entre 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.¹⁰

PER QUÈ?

La producció d'aigua potable dessalada està augmentant en moltes zones del Mediterrani a causa de l'escassetat d'aigua. Aquesta escassetat es produeix per un desequilibri entre els recursos hídrics limitats i una demanda creixent relacionada amb l'augment de població i la indústria turística.

El producte de rebuig del procés de dessalinització és aigua concentrada en sals (salmorra) que s'aboca a la mar, on pot afectar greument els seus ecosistemes.

Les praderies de *Posidonia oceanica* són particularment sensibles als canvis de salinitat i es veuen greument afectades pels abocaments de salmorra, sobretot en àrees amb poca mescla d'aigua.¹⁻⁴ Els abocaments de salmorra s'han de fer correctament per evitar un impacte negatiu en els ecosistemes marins.

LOCALITZACIÓ



REFERÈNCIES

- ¹ FERNÁNDEZ-TORQUEMADA, Y.; CARRATALÁ, A.; LIZASO, J. L. S. (2019). «Impact of brine on the marine environment and how it can be reduced». *Desalination and Water Treatment*, 167, 27-37. DOI: 10.5004/dwt.2019.24615.
- ² GACIA, E. *et al.* (2007). «Impact of the brine from a desalination plant on a shallow seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 72, 579-590. DOI: 10.1016/j.ecss.2006.11.021.
- ³ ROBERTS, D. A.; JOHNSTON, E. L.; KNOTT, N. A. (2010). «Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies». *Water Research*, 44, 5117-5128. DOI: 10.1016/j.watres.2010.04.036.
- ⁴ SÁNCHEZ-LIZASO, J. L. *et al.* (2008). «Salinity tolerance of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: recommendations to minimize the impact of brine discharges from desalination plants». *Desalination*, 221, 602-607. DOI: 10.1016/j.desal.2007.01.119.

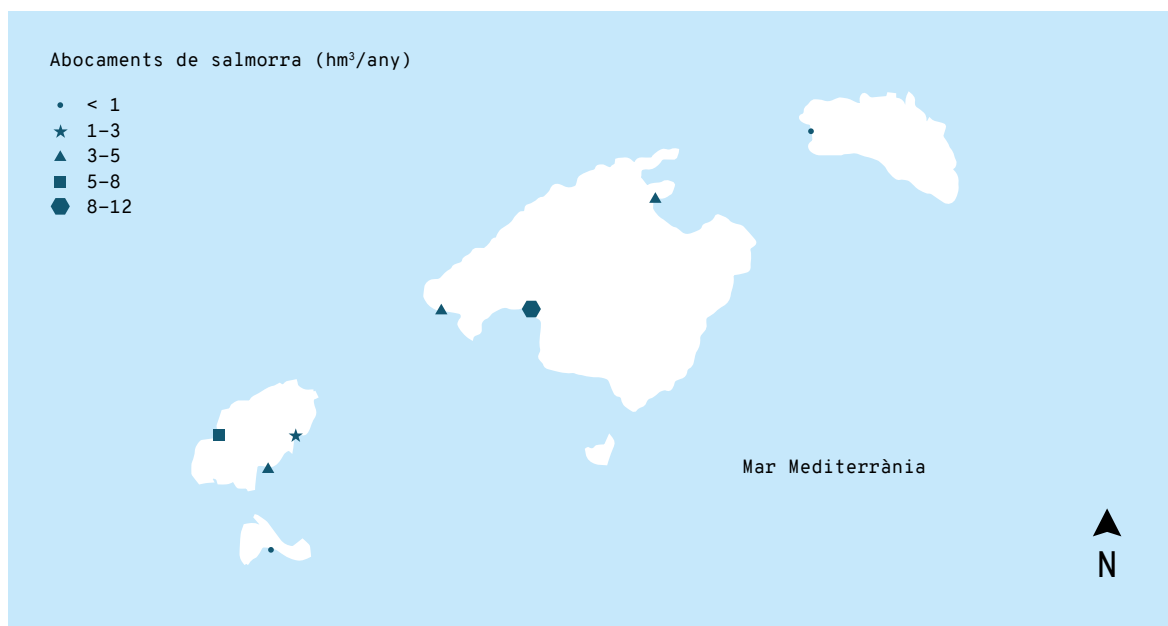


Figura 1. Distribució d'abocaments de salmorra segons el seu volum. FONT: Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.¹⁰

Adicionalment, una varietat de diferents substàncies —com additius anticalç, biocides, agents tensioactius o residus sòlids procedents de la neteja dels filtres— podrien acompanyar contínuament o esporàdicament els abocaments,⁹ amb els conseqüents impactes ambientals.⁵

Les plantes dessalinitzadores suposen una amenaça potencialment greu sobre els ecosistemes marins.⁴ Els impactes derivats dels abocaments de salmorra, la seva temperatura superior i contaminants associats afecten la qualitat de les aigües on s'aboquen. Tot i així, si els abocaments es realitzen en àrees amb una bona mescla i hidrodinamisme, l'impacte ambiental tendeix a reduir-se a una petita escala (desenes de metres de la zona d'abocament).⁴

NORMATIVA D'APLICACIÓ

- Decisió de la Comissió Europea, d'1 de setembre de 2010, sobre els criteris i les normes metodològiques aplicables al bon estat mediambiental de les aigües marines (2010/477/UE).
- Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).
- Directiva 2008/105/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 16 de desembre de 2008, relativa a les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües, per la qual es modifiquen i deroguen ulteriorment les directives 82/176/CEE, 85/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE i 86/280/CEE del Consell, i per la qual es modifica la Directiva 2000/60/CEE.

METODOLOGIA

Les dades dels volums d'aigua produïda per processos de dessalinització, els abocaments de salmorra, l'aigua captada i el tipus d'abocament s'han obtingut dels documents inicials per elaborar el Pla Hidrològic de la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears. Aquestes dades es troben disponibles al [Portal de l'Aigua](#)¹⁰ de la Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears, i procedeixen de l'Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA).

L'eficiència de les membranes d'osmosi inversa de les plantes de les Balears s'ha estimat en el 45 %; és a dir, que per cada litre d'aigua extret de la mar s'obté un poc menys de la meitat d'aigua dolça (0,45 litres) i es produeixen 0,55 litres de salmorra.¹¹

RESULTATS

Actualment hi ha un total de vuit instal·lacions dessalinitzadores d'aigua de mar (IDAM) a les Balears: 3 a l'illa de Mallorca (badia de Palma, Andratx i Alcúdia), 3 a Eivissa (Vila, Santa Eulària, Sant Antoni), 1 a Formentera i una altra a Menorca (Ciutadella) (figura 1). La planta dessalinitzadora de Ciutadella va entrar en funcionament el mes de maig de 2019. Totes pertanyen al Govern de les Illes Balears. La seva producció es destina al proveïment urbà.

La producció d'aigua dessalinitzada presenta una gran variabilitat estacional, amb pics durant els mesos d'estiu i menys activitat durant la temporada baixa. Això és degut a una demanda més gran durant l'estiu, coincidint amb una afluència més gran de turistes i amb el període de l'any de més sequera (figura 2).

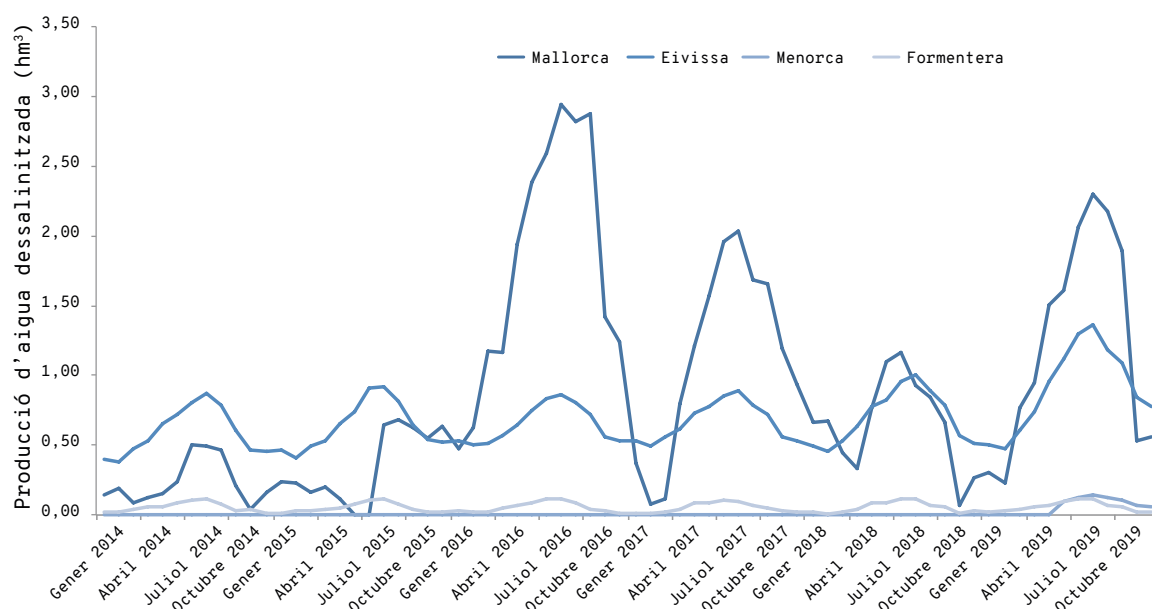


Figura 2. Producció d'aigua dessalinitzada entre els anys 2014 i 2019 en hectòmetres cúbics. FONT: Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA).¹²

L'any 2019 es varen produir un total de 26,41 hm³ d'aigua dessalada entre les vuit plantes dessalinitzadores de les Balears. Aquesta producció d'aigua dolça dugué associat un abocament de salmorra de 32,28 hm³, és a dir, 32.280 milions de litres (taula 1).

Els abocaments de salmorra han variat al llarg del temps (figures 2-4). L'any 1994 només estava en funcionament la planta dessalinitzadora de Vila (Eivissa), i el volum de salmorra abocat a la mar va ser d'1,72 hm³. En canvi, l'any 2016 hi havia sis plantes dessalinitzadores en funcionament (badia de Palma, Andratx, Alcúdia, Eivissa, Sant Antoni i Formentera), i fou l'any en què es va produir una quantitat més gran d'aigua potable (29,79 hm³) i, per tant, els abocaments més grans de salmorra a

la mar (36,40 hm³) (figures 3 i 4). Entre 1994 i 2019 la producció d'aigua dessalinitzada a les Illes Balears —i els seus abocaments de salmorra— han augmentat un 243 % (figures 3 i 4).

A l'illa de Mallorca la producció d'aigua dessalada quasi s'ha quintuplicat en els últims sis anys, passant de 3,02 hm³ l'any 2014 a 14,8 hm³ el 2019. Associat a aquest augment de la producció d'aigua potable dessalinitzada s'ha registrat un increment dels abocaments de salmorra al medi costaner (figures 2-4). L'augment més gran de producció d'aigua dessalada es va registrar durant els anys 2015 i 2016, quan a causa d'un període de sequera els pous de captació i els embassaments es trobaven a nivells molt baixos.

| Illla | Planta dessalinitzadora | Aigua produïda (hm ³ /any) | Abocament de salmorra (hm ³ /any) | Aigua captada (hm ³ /any) | Tipus d'abocament |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|
| Mallorca | Badia de Palma | 10,19 | 12,46 | 22,65 | Torrent |
| | Andratx | 2,81 | 3,43 | 6,25 | Emissari |
| | Alcúdia | 1,84 | 2,25 | 4,09 | Costa |
| | Total Mallorca | 14,84 | 18,14 | 32,99 | |
| Menorca | Ciutadella | 0,67 | 0,82 | 1,50 | Emissari |
| | Total Menorca | 0,67 | 0,82 | 1,50 | |
| Eivissa | Eivissa | 3,44 | 4,20 | 7,64 | Costa |
| | Santa Eulària | 2,59 | 3,16 | 5,75 | Emissari |
| | Sant Antoni | 4,17 | 5,10 | 9,27 | Costa |
| | Total Eivissa | 10,20 | 12,46 | 22,66 | |
| Formentera | Formentera | 0,70 | 0,85 | 1,55 | Emissari |
| | Total Formentera | 0,70 | 0,85 | 1,55 | |
| Total Illes Balears | | 26,41 | 32,28 | 58,70 | |

Taula 1. Producció d'aigua potable dessalinitzada, volum de salmorra abocat i aigua de mar captada en les diferents plantes dessalinitzadores, totals per illes i total de les Illes Balears l'any 2019. FONT: Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.¹⁰

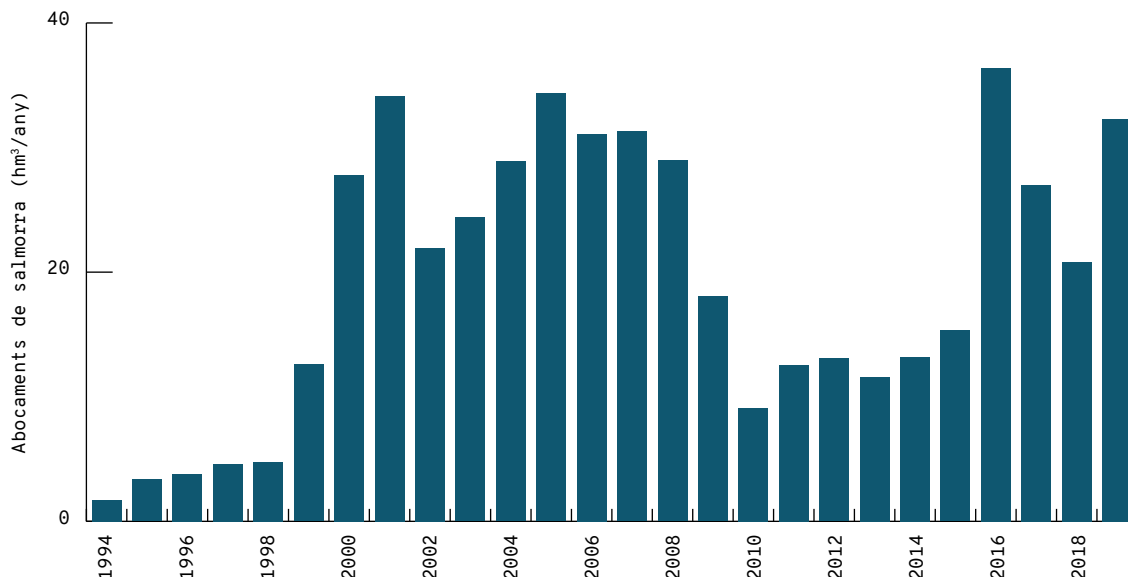


Figura 3. Abocaments totals de salmorra a la mar en hectòmetres cúbics per any entre 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.¹⁰

A Eivissa, l'augment de la producció d'aigua des-salinitzada dels darrers sis anys ha estat del 43 %, passant de 7,1 hm³ l'any 2014 a 10,2 hm³ el 2019. Aquest increment ha estat més gran durant la temporada alta que durant la temporada baixa (figura 2). Paral·lelament a aquest augment de la producció es registra un increment dels abocaments de salmorra al medi marí.

A Formentera, tota l'aigua urbana subministrada procedeix de la planta dessalinitzadora. La producció—i, per tant, els seus abocaments de salmorra—han augmentat un 6 % durant els últims sis anys. L'any 2015 es va fer una ampliació d'aquesta IDAM per augmentar-ne la capacitat màxima de 4.000 a 5.000 m³/dia, a causa de la gran demanda d'aigua durant els mesos de juliol i agost.

Des de l'any 1994, hi ha hagut sis anys en què els abocaments de salmorra han superat els 30.000 milions de litres (30 hm³): 2001, 2005, 2006, 2007, 2016 i 2019 (figura 2).

CONCLUSIONS

Les instal·lacions dessalinitzadores d'aigua de mar supleixen la demanda creixent d'aigua a les Illes Balears, arribant a generar el 100 % de l'aigua subministrada a l'illa de Formentera.

Les plantes dessalinitzadores suposen una amenaça potencialment greu sobre els ecosistemes marins. Els impactes derivats dels abocaments de salmorra, la seva temperatura superior i contaminants associats afecten la qualitat de les aigües on s'aboquen.

Les praderies de *Posidonia oceanica* són particularment sensibles als abocaments de salmorra.

A les Illes Balears hi ha actives un total de vuit instal·lacions dessalinitzadores d'aigua de mar.

La producció d'aigua potable ha variat entre 1,41 i 29,78 hm³ els anys 1994 i 2016, respectivament. Aquesta producció d'aigua dessalada ha provocat abocaments de salmorra que han variat entre 1,72 i 36,40 hm³.

Entre els anys 1994 i 2019 la producció d'aigua des-salinitzada a les Illes Balears —i els seus abocaments de salmorra— ha augmentat un 243 %.

Des que hi ha plantes de dessalinització actives a les Balears hi ha hagut sis anys en els quals s'han produït abocaments de salmorra al medi marí que superen els 30.000 milions de litres (30 hm³): 2001, 2005, 2006, 2007, 2016 i 2019.

A Mallorca, la producció d'aigua dessalada s'ha quintuplicat en els últims sis anys, la qual cosa ha dut a un augment dels abocaments de salmorra al medi costaner. El major augment de producció d'aigua dessalada es va registrar durant els anys 2015 i 2016 a causa d'un període de sequera.

Els estudis científics recomanen dissenyar i planificar les plantes dessalinitzadores en àrees sense presència de praderies de posidònia. Per evitar impactes mediambientals és important abocar la salmorra de manera que es dilueixi ràpidament.

A les zones on la dilució de la salmorra és relativament ràpida l'impacte ambiental tendeix a reduir-se a una petita escala (desenes de metres de la zona d'abocament).

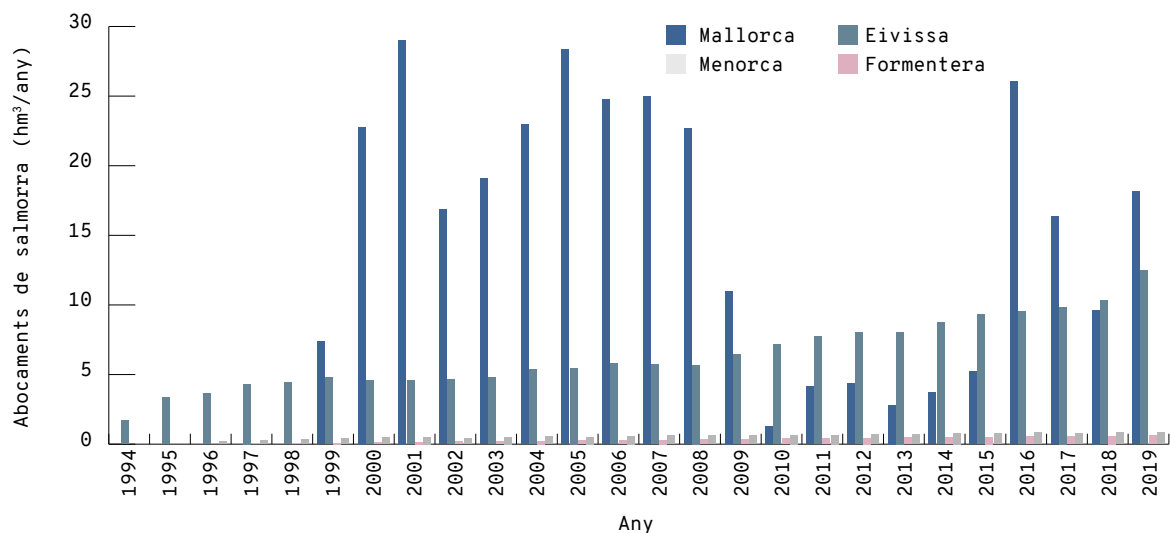


Figura 4. Abocaments de salmorra a la mar en hectòmetres cúbics per any a les diferents illes entre 1994 i 2019. FONT: Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.¹⁰

REFERÈNCIES

- ¹ FARIÑAS, M. (2001). «Novedades introducidas en la desalación de agua de mar por Ósmosis Inversa». *Publicaciones Asociación Española de Desalación y Reutilización*, 3, 13-16.
- ² HOPNER, T.; WINDELBERG, J. (1997). «Elements of environmental impact studies on coastal desalination plants». *Desalination*, 108, 11-18. DOI: 10.1016/s0011-9164(97)00003-9.
- ³ LATTEMANN, S.; HOPNER, T. (2008). «Environmental impact and impact assessment of seawater desalination». *Desalination*, 220, 1-15. DOI: 10.1016/j.desal.2007.03.009.
- ⁴ ROBERTS, D. A.; JOHNSTON, E. L.; KNOTT, N. A. (2010). «Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies». *Water Research*, 44, 5117-5128. DOI: 10.1016/j.watres.2010.04.036.
- ⁵ GACIA, E. *et al.* (2007). «Impact of the brine from a desalination plant on a shallow seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 72, 579-590. DOI: 10.1016/j.ecss.2006.11.021.
- ⁶ SÁNCHEZ-LIZASO, J. L. *et al.* (2008). «Salinity tolerance of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: recommendations to minimize the impact of brine discharges from desalination plants». *Desalination*, 221, 602-607. DOI: 10.1016/j.desal.2007.01.119.
- ⁷ FERNÁNDEZ-TORQUEMADA, Y.; SÁNCHEZ-LIZASO, J. L. (2005). «Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320, 57-63. DOI: 10.1016/j.jembe.2004.12.019.
- ⁸ FERNÁNDEZ-TORQUEMADA, Y.; CARRATALA, A.; LIZASO, J. L. S. (2019). «Impact of brine on the marine environment and how it can be reduced». *Desalination and Water Treatment*, 167, 27-37. DOI: 10.5004/dwt.2019.24615.
- ⁹ EINAV, R.; HARUSSI, K.; PERRY, D. (2003). «The footprint of the desalination processes on the environment». *Desalination*, 152, 141-154. DOI: 10.1016/s0011-9164(02)01057-3.
- ¹⁰ PORTAL DE L'AIGUA [<http://www.caib.es/sites/aigua/ca/>].
- ¹¹ ANDERSEN, J. H.; CONLEY, D. J. (2009). «Eutrophication in coastal marine ecosystems: towards better understanding and management strategies». *Hydrobiologia*, 629, 1-4.
- ¹² ABAQUA (2019). «Memòria anual 2019». Conselleria de Medi Ambient i Territori. Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA).

CITAR COM

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Martino, S.; Calvo, J. (2021). «Plantes dessalinitzadores: volum d'aigua potable produïda i abocaments de salmorra». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imb-pressions-dessaladores-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Carme Alomar, Montserrat Compa i Salud Deudero.

Residus a la mar Balear

1. Microplàstics en sediments costaners poc profunds de Mallorca
2. Macroresidus als hàbitats del fons marí de les Illes Balears
3. Ingesta de microplàstics en espècies del fons marí de les Illes Balears
4. Microplàstics a les aigües costaneres superficials de Mallorca

1. Microplàstics en sediments costaners poc profunds de Mallorca

Les acumulacions de fems en zones marines com els sediments són un problema emergent a causa de les seves conseqüències ecològiques i biològiques. Els plàstics amb una densitat superior a la de l'aigua de mar ($1,02 \text{ g/cm}^3$) s'enfonsen i acumulen en el sediment,¹ mentre que les partícules de baixa densitat tendeixen a flotar en la superfície² o bé es mantenen en suspensió en la columna d'aigua.³ Però mitjançant la modificació de la densitat, fins i tot els plàstics de baixa densitat poden arribar al fons marí.⁴ Una d'aquestes modificacions és la bioincrustació d'organismes —procariotes, eucariotes i invertebrats—, que pot causar un augment de la densitat dels polímers i provocar l'enfonsament dels microplàstics (MP, $< 5 \text{ mm}$).⁵ A més a més, se suggereix que els sediments són embornals de MP a llarg termini i tenen potencial per acumular aquest tipus de residus.⁶ ⁷ En aquests hàbitats sedimentaris els elements plàstics, específicament els MP, estan disponibles per als organismes que s'alimenten de dipòsits i detrits. Atesa la distribució global i les implicacions dels MP depositats és important estudiar la seva presència en els sediments marins.

NORMATIVA

→ Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina, MSFD):

- Descriptor 10. Les propietats i quantitats de residus marins no causen danys al medi costaner i marí.
- Descriptor 10.1. Característiques dels residus al medi marí i costaner: tendències de la quantitat, distribució i, quan sigui possible, composició de les micropartícules (en particular dels microplàstics) (10.1.3).

METODOLOGIA

Les mostres de sediments es van obtenir durant la tardor de l'any 2013 en aigües costaneres poc profundes de l'illa de Mallorca i l'illa de Cabrera (Illes Balears, Mediterrània occidental) (figura 1). Es van escollir tres punts de mostratge per a les anàlisis de microplàstics: Andratx, situat a Mallorca, i es Port i Santa Maria, situats al Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera (figura 1). Totes les

QUÈ ÉS?

Els residus marins són acumulacions de fems marins que poden trobar-se als sediments del llit marí, flotant a la superfície de la mar, en suspensió a la columna d'aigua o a l'interior de la biota si són ingerits. Pertanyen a diferents categories, per exemple: vidre, plàstic, metall, material de pesca, escòria, tela, cautxú i paper. La categoria de plàstics es classifica també en microplàstics (fragments < 5 mm).

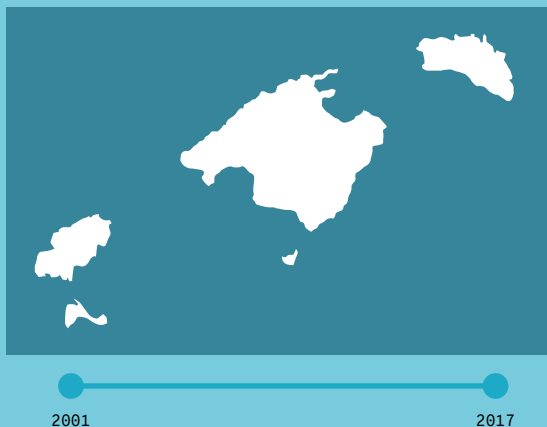
PER QUÈ?

És un indicador de les Estratègies Marines (Descritor 10: Les propietats i quantitats de residus marins no causen danys al medi costaner i marí). Els residus marins suposen greus problemes per a l'ecologia i la biologia marina, entre els que destaquen el deteriorament d'hàbitats i els danys digestius i físics als organismes.

METODOLOGIA

Els indicadors han estat calculats per científics del COB-IEO.¹⁻⁴ L'anàlisi dels residus marins en sediments es va fer a l'àrea marina protegida (AMP) del Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera, on es va dur a terme el mostratge mitjançant busseig científic. Per determinar la distribució espacial dels residus del fons marí es varen utilitzar 806 mostratges d'arrossegament de fons a bord de vaixells oceanogràfics. L'abundància es va calcular com el pes estandarditzat dels fems capturats per àrea estudiada (kg/km^2). Les campanyes de mostratge de ròssec també es van utilitzar per identificar la ingesta de microplàstics en 40 espècies diferents i per observar la distribució de microplàstics en aigües costaneres de 7 zones de Mallorca (63 mostratges).

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Els sediments mostrejats de l'arxipèlag de Cabrera contenen elevades concentracions de microplàstics, arribant a $0,9 \pm 0,1$ microplàstics/g.
- Al 88 % de les zones mostrejades amb arrossegament de fons es van trobar residus, amb una abundància mitjana d' $1,39 \pm 0,13 \text{ kg}/\text{km}^2$. Els residus plàstics es varen trobar en el 66 % dels mostratges, assolint en aquestes zones abundàncies mitjanes de $2,7 \pm 0,3 \text{ kg}/\text{km}^2$. En particular, la Serra de Tramuntana va mostrar una alta abundància de residus plàstics (entre 30-40 kg/km^2).
- El 45 % de les espècies mostrejades varen ingerir microplàstics (entre 0 i $2,0 \pm 1,09$ microplàstics/individu), mentre que el 15 % dels individus analitzats varen ingerir una mitjana de $0,30 \pm 0,40$ microplàstics/individu.
- Totes les xarxes d'arrossegament superficial varen mostrejar residus de plàstic, amb una abundància mitjana de $858.029 \pm 4.082.964$ objectes/ km^2 . Aquest valor indica que la costa de les Balears és una de les principals àrees d'acumulació de plàstics de la mar Mediterrània.



Fons marí mostrant residus a la vora d'un exemplar de vaca (*Serranus scriba*). FONT: Xavier Mas.

REFERÈNCIES

- ¹ ALOMAR, C. *et al.* (2020). «Spatial and temporal distribution of marine litter on the seafloor of the Balearic Islands (western Mediterranean Sea)». *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 155, 103178. DOI: 10.1016/j.dsr.2019.103178.
- ² ALOMAR, C.; ESTARELLAS, F.; DEUDERO, S. (2016). «Microplastics in the Mediterranean sea: Deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size». *Marine Environmental Research*, 115, 1-10. DOI:10.1016/j.marenvres.2016.01.005.
- ³ ALOMAR, C. *et al.* (2020). «Exploring the relation between plastic ingestion in species and its presence in seafloor bottoms». *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111641. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111641>.
- ⁴ COMPA, M. *et al.* (2020). «Nearshore spatio-temporal sea surface trawls of plastic debris in the Balearic Islands». *Marine Environmental Research*, 158, 104945. DOI: 10.1016/j.marenvres.2020.104945.

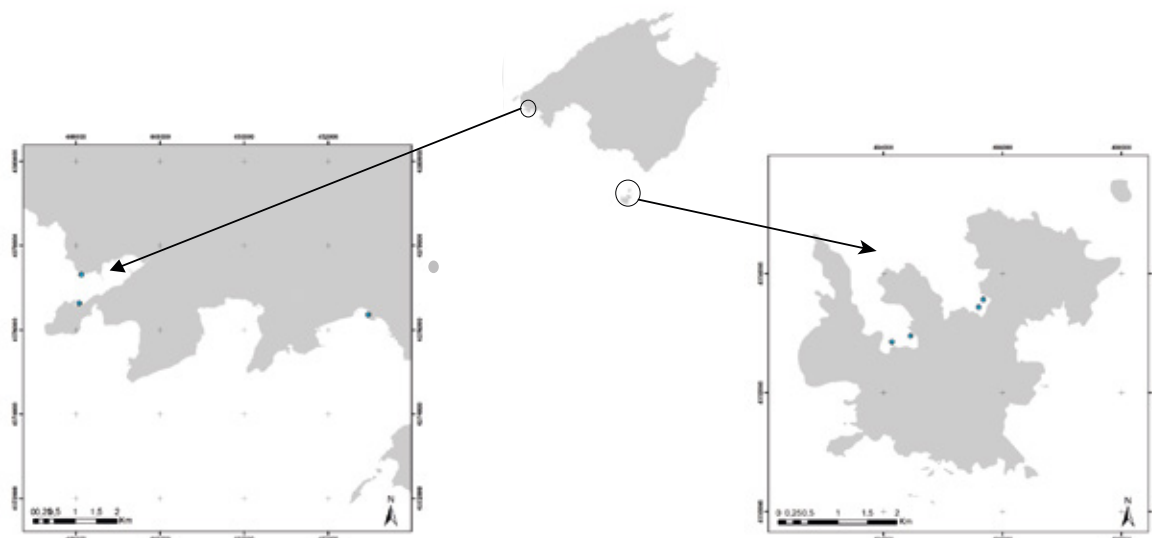


Figura 1. Mapa de les Illes Balears amb les localitzacions de mostreig: A1 i A2 a Andratx (Mallorca), P1 i P2 a es Port i S1 i S2 a Santa Maria (àrea marina protegida de Cabrera).

localitzacions se situen dins badies tancades amb diferent grau de pressió antropogènica.

Es van obtenir mostres de sediments de les tres localitzacions: Andratx, Santa Maria i es Port. A cada ubicació es van agafar mostres de dos punts: A1 i A2 a Andratx (illa de Mallorca), S1 i S2 a Santa Maria, i P1 i P2 a es Port (illa de Cabrera). A cada localització, bussos científics van recollir dues mostres replicades de sediments superficials (0-3,5 cm) utilitzant tubs mostrejadors (longitud: 30 cm; diàmetre: 3,5 cm). Les rèpliques de la mateixa localització es van separar 1,5 m i es van recollir a una profunditat d'entre 8 i 10 m en clapes d'arena situades a la vora de praderies de *Posidonia oceanica*.

Al laboratori, els sediments es van tamisar utilitzant agitador electrònic (sacs de tamisatge: 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 i 0,063 mm) i es va quantificar i descriure morfològicament el contingut de MP de cada fracció granulomètrica. Les mostres de nuclis de sediments es van assecat a 50 °C durant 48 h abans del tamisatge per eliminar l'excés d'humitat. Els MP retinuts de cada fracció tamisada es van extreure mitjançant un mètode de separació de densitats. Les partícules amb densitat més petita es van extreure de l'aigua i es van analitzar sota observació en un microscopi estereomètric (Euromex NZ 1903-S) amb augment

òptic de 6,7x a 40,5x. Les imatges dels MP es van fer amb una càmera CMEX de 3,0 MP acoblada al microscopi i es van mesurar utilitzant un software de calibratge especial, ImageFocus® 4.0 (Euromex). Els MP es van classificar en tipus de filaments o fragments (arrodonits, subarrodonits, angulars i subangulars) segons el subgrup tècnic sobre residus marins de la Directiva marc sobre l'estratègia marina.⁸ A més a més, es va identificar el color dels MP i es van indicar els MP per gram de sediment sec. Es van adoptar mesures per evitar la contaminació (a l'aire) durant la manipulació i el processament de les mostres.¹

RESULTATS

Els valors mitjans més baixos de MP es van detectar a les dues localitzacions de l'àrea marina protegida (AMP) de Cabrera, però no es van trobar diferències significatives entre les localitzacions (PERMANOVA, $p > 0,05$). No obstant això, es Port va presentar valors més baixos (P1: $0,10 \pm 0,06$ MP/g sed. sec i P2: $0,10 \pm 0,03$ MP/g sed. sec) en comparació amb la zona de reserva integral (zona de la reserva on es prohibeix tot tipus d'extracció pesquera) de l'AMP de Santa Maria (S1: $0,90 \pm 0,10$ MP/g sed. sec i S2: $0,24 \pm 0,03$ MP/g sed. sec). Els valors mitjans de MP/g sediment sec a la zona costanera poblada

Tabla 1. Microplàstics per gram de sediment sec (MP/g sed. sec) en cada fracció de tamís del sediment segons les localitzacions mostrejades. Entre parèntesis, nombre de rèpliques.

| Zona de mostreig | MP/g sediment sec | | | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| | $x > 2$ mm | $2 > x > 1$ mm | $1 > x > 0,5$ mm | $0,5 > x > 0,25$ mm | $0,25 > x > 0,125$ mm | $0,12 > x > 0,063$ mm |
| A1 (2) | $0,26 \pm 0,20$ | $0,70 \pm 0,96$ | $0,24 \pm 0,15$ | $0,04 \pm 0,03$ | $0,62 \pm 0,80$ | 0 |
| A2 (2) | $0,02 \pm 0,01$ | $0,08 \pm 0,07$ | $0,65 \pm 0,35$ | $4,54 \pm 2,67$ | $21,30 \pm 17,43$ | $28,19 \pm 18,65$ |
| P1 (2) | $0,23 \pm 0,26$ | $0,23 \pm 0,04$ | $0,13 \pm 0,11$ | $0,01 \pm 0,02$ | 0 | 0 |
| P2 (2) | 0 | $0,34 \pm 0,04$ | $0,10 \pm 5,89$ | $0,01 \pm 0,02$ | $0,06 \pm 2,95$ | 0 |
| S1 (2) | $2,94 \pm 2,53$ | $0,92 \pm 0,22$ | $0,76 \pm 0,46$ | $0,83 \pm 0,68$ | $31,67 \pm 4,48$ | $19,23 \pm 27,20$ |
| S2 (2) | $0,48 \pm 0,09$ | $0,16 \pm 0,04$ | $0,20 \pm 0,00$ | $0,23 \pm 0,33$ | 0 | 0 |

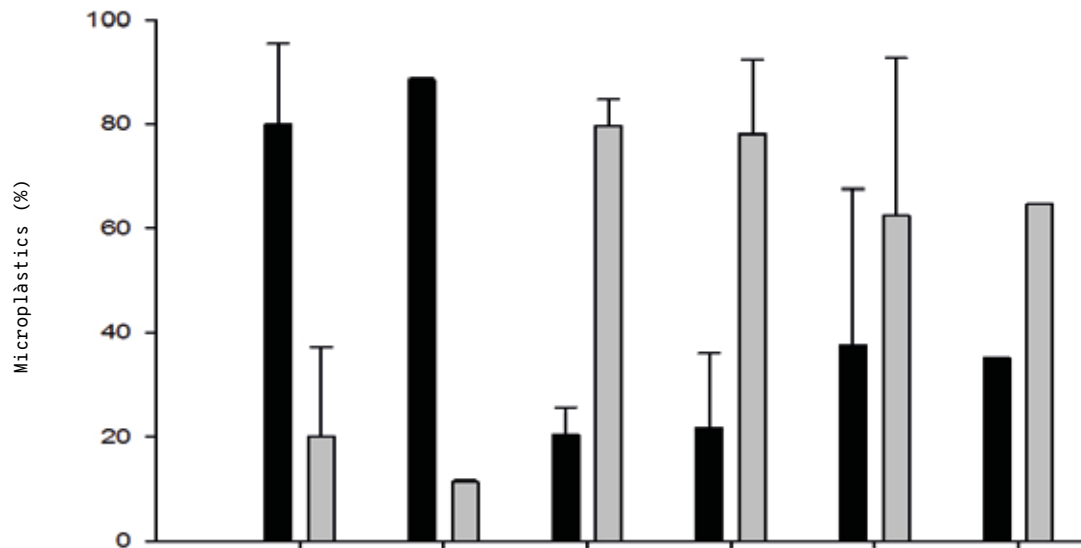


Figura 2. Percentatge global de tipus de microplàstic observat en cada lloc per localitzacions. Microplàstics classificats per filaments (color negre) i fragments (color gris). Les barres d'error representen la desviació estàndard (SD). Els codis de les zones de mostreig són els mateixos que els de la figura 1. Nombre de rèpliques: A1 (2), A2 (2), P1 (2), P2 (2), S1 (2) i S2 (2).

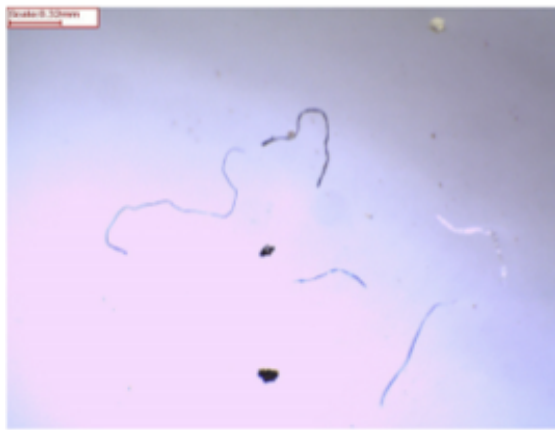


Figura 3. Microplàstics trobats en sediments marins costaners poc profunds.

d'Andratx van ser $0,16 \pm 0,09$ a A1 i $0,12 \pm 0,10$ a A2. Els MP eren presents en fraccions de tamís de 0,25 a 2 mm (taula 1).

Segons la descripció morfològica dels MP, a Andratx més del 60 % dels MP identificats eren filaments, mentre que a es Port i Santa Maria més del

60 % dels MP tenien una estructura fragmentada (figura 2). Segons el color, els MP trobats eren majoritàriament de color negre o blau (figura 3).

CONCLUSIONS

- Els sediments de les AMP contenen altes concentracions de microplàstics: fins a $0,90 \pm 0,10$ MP/g.
- Els resultats suggereixen la transferència de microplàstics des de les zones d'origen a les zones de destinació, com les AMP.
- Es va detectar una alta proporció de filaments microplàstic a prop de les zones poblades, mentre que els microplàstics de tipus fragment van ser més comuns a les AMP.

2. Macroresidus als hàbitats del fons marí de les Illes Balears

Els resultats d'aquest estudi representen una línia de base per a la investigació dels microplàstics en els compartiments de sediments poc profunds costaners i els ecosistemes de la mar Mediterrània occidental, especialment les AMP. A més a més, s'han de fer més esforços per aconseguir consistèn-

cia en les tècniques de mostreig i tenir en compte la importància d'analitzar la forma i la composició química dels MP per entendre l'embornal i les fonts d'aquest emergent, prioritant aquest contaminant en el medi ambient i la biota.

El fons marí s'ha considerat una possible destinació final dels residus marins.⁹ Atès que la plataforma continental i el talús superior estan sotmesos a impactes antropogènics com la pesca, el transport

marítim i les aportacions de residus terrestres, és important explorar els residus marins en aquestes zones, ja que estan exposades a la majoria dels principals contribuents de la contaminació per residus al medi marí. Atès que un gran percentatge de plàstics s'enfonsa en el fons marí i l'evidència de plàstics flotants a les Illes Balears, resulta significatiu avaluar els residus al fons marí d'aquesta part de la conca mediterrània.¹⁰ Això és especialment important perquè les Illes Balears estan exposades a factors d'estrès antropogènic que impacten en els hàbitats costaners.¹¹

NORMATIVA

→ Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina, MSFD):

- Descripteur 10. Les propietats i quantitats de residus marins no causen danys al medi costaner i marí.
- Descripteur 10.1. Característiques dels residus al medi marí i costaner: tendències de la quantitat de fons a la columna d'aigua (inclosa la que flota a la superfície) i dipositada al fons marí, inclosa l'anàlisi de la seva composició, distribució espacial i, quan sigui possible, el seu origen (10.1.2).

METODOLOGIA

Per avaluar la distribució espacial i temporal dels fons del fons marí, amb referència especial a la fracció de plàstic, es van analitzar les dades dels

estudis científics fets durant un període de 15 anys (2001-2015) des de la plataforma continental fins al talús mitjà als caladors circumdants de les Balears. Les dades es van recollir durant estudis anuals d'arrossegament de fons, seguint un protocol acordat internacionalment (MEDITS, International Bottom Trawl Survey in the Mediterranean).¹² Aquests estudis tenen com a objectiu obtenir informació bàsica estandarditzada sobre la densitat, la distribució i l'estructura demogràfica de les espècies bentòniques i demersals.

Es van fer campanyes oceanogràfiques anuals a bord del R/V Francisco de Paula Navarro (2001-2006, eslora: 30 m; 178 gtr; potència nominal del motor: 759 kw); R/V Cornide de Saavedra (2007-2013, eslora: 67 m; 1.113,13 gtr; potència nominal del motor: 1.500 p 750 kw); i R/V Miguel Oliver (2014-2015, eslora: 70 m; 2.495 gtr; potència nominal del motor: 2 x 1.000 kw) a final de primavera i principi d'estiu (taula 1). Els mostratges d'arrossegament de fons es van fer a profunditats d'entre 38 i 800 m. El mostreig es va dur a terme en horari diürn amb un art d'arrossegament de fons dissenyat per a la pesca experimental amb finalitats científiques (GOC 73), amb un cop de 20 mm. El nombre d'estacions per campanya va variar entre 41 i 69 (taula 1), amb una velocitat de remolc d'uns tres nusos i un temps d'arrossegament d'entre 20 i 60 minuts, segons la profunditat. Cada llançament es va rastrejar amb GPS i l'obertura de la xarxa es va controlar mitjançant un sistema SCANMAR. Les obertures horitzontal i vertical de la xarxa es van estimar, generalment, en 16 m i 2,7-3,2 m, respectivament.

A bord, els residus marins es van ordenar i classificar per diferents categories: vidre, plàstic, metall, material de pesca, escòria, tela, cautxú i paper. Per a tots els mostratges, l'abundància de

Taula 1. Resum de les prospeccions científiques considerades per a l'estudi de la distribució espacial i temporal dels plàstics del fons marí a les Illes Balears. S'indica l'any de mostreig, el rang de profunditat mostrejat, el nombre de llançaments d'arrossegament de fons analitzats i el percentatge de llançaments amb plàstics i fons marins.

| Any | Rang de profunditat (m) | Nre. de llançaments | Llançament amb fons marins (%) | Llançaments amb plàstics (%) |
|------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 2001 | 44 - 744 | 41 | 82,93 | 60,98 |
| 2002 | 55 - 739 | 59 | 88,14 | 76,27 |
| 2003 | 40 - 682 | 56 | 82,14 | 48,21 |
| 2004 | 38 - 738 | 69 | 82,61 | 66,67 |
| 2005 | 38 - 753 | 59 | 84,75 | 69,49 |
| 2006 | 39 - 755 | 64 | 85,94 | 59,38 |
| 2007 | 53 - 755 | 50 | 92,00 | 66,00 |
| 2008 | 52 - 749 | 50 | 100 | 68,00 |
| 2009 | 51 - 754 | 50 | 92,00 | 66,00 |
| 2010 | 51 - 754 | 50 | 90,00 | 80,00 |
| 2011 | 52 - 755 | 51 | 88,24 | 74,51 |
| 2012 | 50 - 744 | 50 | 88,00 | 62,00 |
| 2013 | 52 - 754 | 53 | 77,36 | 56,60 |
| 2014 | 50 - 754 | 58 | 87,93 | 70,69 |
| 2015 | 51 - 756 | 51 | 100 | 66,66 |

Taula 2. Pes mitjà (\pm error estàndard) de les vuit categories de residus marins obtinguts en els mostratges d'aquest estudi. La contribució de cada categoria a la quantitat total de residus marins (en pes) s'expressa en percentatge. Els valors mínims i màxims de cada categoria de residus s'han calculat sense tenir en compte els valors 0.

| Categoria | Pes mitjà (kg/km ²) | Contribució (%) | Rang (mín.-màx.) kg/km ² |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Vidre | 3,38 \pm 0,46 | 30,34 | 0,18 - 218,87 |
| Plàstic | 2,73 \pm 0,26 | 24,56 | 0,002 - 82,95 |
| Material de pesca | 1,50 \pm 0,47 | 13,49 | 0,03 - 300,70 |
| Metall | 1,42 \pm 0,46 | 12,80 | 0,08 - 295,16 |
| Escòria | 0,83 \pm 0,15 | 7,49 | 0,06 - 81,33 |
| Tela | 0,78 \pm 0,15 | 6,98 | 0,05 - 68,69 |
| Cautxú | 0,47 \pm 0,21 | 4,23 | 0,03 - 113,14 |
| Paper | 0,01 \pm 0,01 | 0,10 | 0,07 - 7,35 |
| Total | 1,39 \pm 0,13 | 100 | 0,002 - 300,70 |

cada fracció de fems es va calcular com el pes estandarditzat (kg) dels fems capturats per àrea estudiada (kg/km²).

RESULTATS

Es va analitzar un total de 806 mostratges científics d'arrossegament de fons durant 15 anys d'estudis (2001-2015) que cobrien un rang de profunditat de 38 a 800 m. Es van detectar fems marins al 88 % dels mostratges analitzats, amb un valor mitjà d' $1,39 \pm 0,13$ kg/km². En considerar el tipus i el pes dels fems, el vidre va ser el més abundant, amb un valor mitjà de $3,38 \pm 0,46$ kg/km², seguit del plàstic, amb un valor mitjà de $2,73 \pm 0,26$ kg/km². D'altra banda, el cautxú i el paper van ser les fraccions

menys comunes en termes de pes, amb valors mitjans de $0,47 \pm 0,21$ kg/km² i $0,01 \pm 0,01$ kg/km², respectivament (taula 2).

La fracció plàstica va ser present al 66 % dels mostratges analitzats, localitzant els valors més grans al llarg de la costa nord-oest de Mallorca (màx. 82,95 kg/km²) i els valors més petits a la part oriental de Mallorca i sud de Menorca (figura 1). Quant a la distribució temporal dels plàstics del fons marí, no es va observar cap tendència durant els 15 anys d'estudi. Els valors màxims de plàstics al fons marí es van observar l'any 2007 ($3,97 \pm 1,93$ kg/km²) i l'any 2012 ($4,40 \pm 1,93$ kg/km²), i l'abundància més petita en termes de pes es va observar l'any 2015 ($1,32 \pm 0,78$ kg/km²).

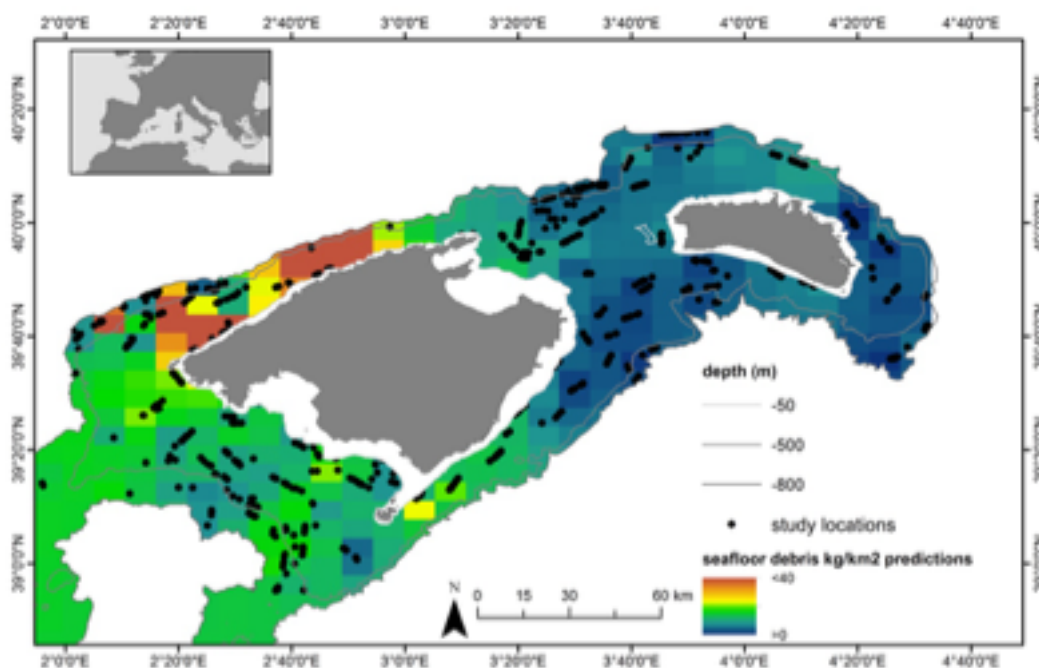


Figura 1. Prediccions dels plàstics del fons marí (kg/km²) a la zona d'estudi basades en els resultats de la ponderació inversa de la distància. Les isolínies batimètriques representen les profunditats de 50, 500 i 800 m i els punts negres són els punts de mostreig durant 15 anys d'estudis (2001-2015). Les prediccions dels plàstics del fons marí s'han emmascarat per reflectir la zona estudiada entre 50 i 800 m de profunditat.

Entre una sèrie de factors analitzats que poden explicar la distribució dels plàstics del fons marí en la zona d'estudi, es van identificar com a significatius l'àrea de mostratge, els estrats batimètrics i la distància a la línia de costa. Es van detectar quantitats altes de plàstics de fons marí al llarg de la costa nord-oest de Mallorca —la qual cosa podria estar relacionada amb les característiques oceanogràfiques— i a la plataforma continental, a prop de la línia de costa, així com al talús superior. No obstant això, no es va observar cap tendència temporal creixent o decreixent en l'abundància de plàstics del fons marí al llarg dels 15 anys d'estudis científics.

CONCLUSIONS

→ Es van detectar residus marins al 88 % dels llançaments mostrejats, amb un valor mitjà d' $1,39 \pm 0,13$ kg/km².

3. Ingesta de microplàstics en espècies del fons marí de les Illes Balears

Cal seguir avançant en la inclusió de factors naturals i antropogènics com les dades oceanogràfiques, la intensitat dels corrents o les pressions humanes (la pesca, el trànsit marítim, els abocaments d'aigües residuals) per aprofundir en l'anàlisi i la comprensió de les forces motrius que determinen la distribució espacial i temporal dels fons del fons marí a les Illes Balears.

La mar Mediterrània és una conca semitancada i un ecosistema sensible que està afectat pels fons marins⁸, que s'han quantificat en tots els compartiments de la mar: des de la superfície fins al fons marí i la ingesta en la biota. Ja s'han observat plàstics en espècies de diferents gremis tròfics com teleostis, elasmobranquis, cefalòpodes, bivalves i crustacis al llarg de la mar Mediterrània.¹¹ Els organismes que viuen i s'alimenten als fons marins o a prop d'ells corren un alt risc d'ingerir o enredar-se en els fons. Comprendre el grau en què la biota ingereix plàstics és essencial per controlar i definir els nivells que perjudiquen els organismes, les poblacions i, en darrera instància, el funcionament ecològic de les espècies, l'estructura de la comunitat.¹³

NORMATIVA

→ Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina, MSFD):

- Descriptor 10. Les propietats i quantitats de residus marins no causen danys al medi costaner i marí.

→ Els plàstics van ser presents al 66 % dels llançaments mostrejats, amb valors mitjans de $2,73 \pm 0,26$ kg/km².

→ Sense tendència temporal en 15 anys, es va detectar alta abundància de plàstic al llarg de la Serra de Tramuntana.

→ A les Illes Balears s'han obtingut valors mitjans de plàstic al fons marí més baixos que en altres zones properes i més allunyades de la conca mediterrània, la qual cosa mostra una clara evidència de la variabilitat dels plàstics dins d'aquesta conca semitancada.

→ L'àrea de mostratge, la profunditat i la distància a la costa són factors que poden explicar la distribució dels plàstics des de la plataforma continental fins al talús mitjà.

- Descriptor 10.1. Característiques dels residus al medi marí i costaner: tendències de la quantitat de fons a la columna d'aigua (inclosa la que flota a la superfície) i dipositada al fons marí, inclosa l'anàlisi de la seva composició, distribució espacial i, quan sigui possible, el seu origen (10.1.2).

METODOLOGIA

El mostratge es va dur a terme durant els estudis científics internacionals d'arrossegament de fons de la Mediterrània (MEDITS) l'any 2015. Es va fer un total de 55 llançaments a profunditats d'entre 46 i 756 m. Per estudiar la ingestió de microplàstics en les espècies marines es van analitzar les dades de 43 llançaments realitzats entre els 46 i els 756 m de profunditat. Una vegada a bord, es va seleccionar tota la captura, es va classificar i es van comptar i mesurar els individus. L'abundància d'espècies en cada llançament es va estandarditzar en un quilòmetre quadrat, utilitzant l'obertura horitzontal de la xarxa i la distància recorreguda en cada llançament, obtinguda mitjançant el sistema SCANMAR (Catch Control Systems, Scanmar As; Åsgårdstrand, Noruega) i el Sistema de Posicionament Global (GPS).

La identificació de microplàstics en els individus (taula 1) es va fer mitjançant la classificació visual dels tractes gastrointestinals sota un microscopi estereoscòpic (Euromex NZ 1903-S) amb augment òptic de $6,7\times$ a $40,5\times$ i amb una càmera CMEX de 3,0 MP acoblada utilitzant un software de calibratge, Image Focus® 4.0 (Euromex). Es va registrar el nombre d'elements de plàstic al tracte gastrointestinal de cada espècie. Es van adoptar mesures per evitar la contaminació (a l'aire) durant la manipulació i el processament de les mostres al laboratori.¹

RESULTATS

Es va analitzar la ingestió de microplàstics d'un total de 546 tractes gastrointestinals corresponents a 40 espècies (taula 1). De tots els individus mostrejats, el 15 % va ingerir microplàstics amb un valor mitjà de $0,30 \pm 0,04$ microplàstics/individu. De totes les espècies mostrejades, 18 espècies (que representen el 45 % de les espècies analitzades) van mostrar ingestió de microplàstics, mentre que 22 espècies (55 %) no van mostrar ingestió de microplàstics al seu tracte gastrointestinal (5-40 individus/espècie). Per tant, els valors mitjans d'ingestió de les espècies van oscil·lar entre 0 i $2,0 \pm 1,09$ microplàstics/individu. Aquest valor mitjà més alt va correspondre a *Spondyliosoma cantharus* (10 individus), seguit de *Raja clavata* (11 individus) i *Serranus cabrilla* (47 individus), amb $1,73 \pm 0,62$ microplàstics/individu i $1,06 \pm 0,17$ microplàstics/individu, respectivament.

Taula 1. Valors d'ingestió de microplàstics de les espècies mostrejades: nombre d'individus mostrejats per cada espècie (n), valors d'ingestió mitjana \pm error estàndard per a cada espècie i percentatge d'aparició d'individus amb microplàstics (MP) al seu tracte gastrointestinal (ingesta de MP [%]).

| Espècie | n | Mitjana \pm error estàndard | Ingesta de plàstic (%) |
|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------|
| <i>Argentina sphyraena</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Aristaeomorpha foliacea</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Aristeus antennatus</i> | 9 | $0,11 \pm 0,11$ | 11 |
| <i>Boops boops</i> | 24 | $0,33 \pm 0,18$ | 17 |
| <i>Capros aper</i> | 18 | 0 | 0 |
| <i>Centracanthus cirrus</i> | 10 | 0 | 0 |
| <i>Chelidonichthys cuculus</i> | 20 | $0,75 \pm 0,37$ | 35 |
| <i>Citharus linguatula</i> | 6 | 0 | 0 |
| <i>Engraulis encrasicolus</i> | 24 | 0 | 0 |
| <i>Gadiculus argenteus</i> | 12 | 0 | 0 |
| <i>Galeus melastomus</i> | 37 | $0,19 \pm 0,08$ | 16 |
| <i>Glossanodon leioglossus</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Helicolenus dactylopterus</i> | 10 | $0,20 \pm 0,20$ | 10 |
| <i>Hymenocephalus italicus</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Lepidotrigla cavillone</i> | 10 | 0 | 0 |
| <i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> | 22 | 0 | 0 |
| <i>Merluccius merluccius</i> | 8 | 0 | 0 |
| <i>Nephrops norvegicus</i> | 8 | $0,63 \pm 0,32$ | 38 |
| <i>Nezumia aequalis</i> | 20 | $0,20 \pm 0,16$ | 10 |
| <i>Octopus vulgaris</i> | 6 | 0 | 0 |
| <i>Pagellus acarne</i> | 8 | $0,63 \pm 0,26$ | 50 |
| <i>Pasiphaea multidentata</i> | 11 | 0 | 0 |
| <i>Phycis blennoides</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Plesionika martia</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Raja clavata</i> | 11 | $1,73 \pm 0,62$ | 64 |
| <i>Sardina pilchardus</i> | 7 | $0,14 \pm 0,14$ | 14 |
| <i>Scyliorhinus canicula</i> | 13 | $0,08 \pm 0,08$ | 8 |
| <i>Serranus cabrilla</i> | 47 | $1,06 \pm 0,17$ | 57 |
| <i>Serranus hepatus</i> | 10 | 0 | 0 |
| <i>Spicara smaris</i> | 39 | $0,51 \pm 0,21$ | 23 |
| <i>Spondyliosoma cantharus</i> | 10 | $2,0 \pm 1,09$ | 50 |
| <i>Synchiropus phaeton</i> | 26 | $0,04 \pm 0,04$ | 4 |
| <i>Synodus saurus</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Trachinus draco</i> | 15 | $0,07 \pm 0,07$ | 7 |
| <i>Trachurus mediterraneus</i> | 10 | $0,40 \pm 0,22$ | 30 |
| <i>Trachurus picturatus</i> | 5 | $0,20 \pm 0,20$ | 20 |
| <i>Trachurus trachurus</i> | 40 | 0 | 0 |
| <i>Trigloporus lastoviza</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Trisopterus minutus</i> | 5 | 0 | 0 |
| <i>Zeus faber</i> | 5 | 0 | 0 |
| Total | 546 | $0,30 \pm 0,04$ | 15 |

CONCLUSIONS

- Espècies amb diferent biologia i ecologia estan ingerint microplàstics amb una alta variabilitat dins de les espècies i entre elles, i els valors d'ingestió en la zona d'estudi són més petits que en altres localitzacions geogràfiques, on s'han quantificat quantitats més grans de plàstics ambientals.
- El 45 % de les espècies analitzades van ingerir microplàstics, amb valors que van oscil·lar entre 0 i $2,0 \pm 1,09$ microplàstics/individu.

→ El 15 % dels individus mostrejats van ingerir microplàstics amb un valor mitjà de $0,30 \pm 0,04$ microplàstics/individu.

Amb aquest estudi s'aporten dades quantitatives i valors predictius que poden ajudar a definir valors llindars de fems marins i índexs per a la conservació marina en zones protegides i no protegides de les Illes Balears, extrapolables a altres zones de la mar Mediterrània. Les dades d'aquest estudi són a disposició de les diferents parts interessades a promoure i mantenir el bon estat ambiental dels ecosistemes marins.

4. Microplàstics a les aigües costaneres superficials de Mallorca

A la mar Mediterrània, els fems marins flotants són un fenomen comú amb densitats similars a la gran illa de fems del Pacífic. Aquests residus s'analitzen sovint mitjançant l'observació a bord dels vaixells, les embarcacions de neteja de residus marins o l'obtenció de mostres amb una xarxa que frega la superfície de la mar per recollir les partícules petites.^{2, 10, 14} Les partícules recollides amb les xarxes són microplàstics (< 5 mm) que permeten conèixer la seva distribució espacial i temporal i la seva abundància. La majoria solen ser secundaris, generats a través del trencament o la meteorització d'elements més grans, mentre que els microplàstics primaris es produeixen en forma de nòduls (*nurdles*, en anglès). Tenir en compte la mida i l'abundància d'aquestes partícules és clau per poder entendre els danys potencials que poden causar en el medi ambient. Per exemple, les espècies depredadores poden confondre-les amb preses, ja que poden presentar característiques físiques similars.¹⁵ En general, és essencial determinar les tendències espacials a llarg termini dels microplàstics flotants a les Balears per identificar-ne les fonts i els embornals.

NORMATIVA

→ Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a

la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina, MSFD):

- Descripteur 10. Les propietats i quantitats de residus marins no causen danys al medi costaner i marí.
- Descripteur 10.1. Característiques dels residus al medi marí i costaner: tendències de la quantitat de fems a la columna d'aigua (inclosa la que flota a la superfície) i dipositada al fons marí, inclosa l'anàlisi de la seva composició, distribució espacial i, quan sigui possible, el seu origen (10.1.2).

METODOLOGIA

El mostratge amb xarxes d'arrossegament es va dur a terme mensualment l'any 2017 (juliol, agost i setembre) a set localitzacions de la costa de Mallorca (Illes Balears, mar Mediterrània occidental) (figura 1). Per a un total de 63 mostres, el mostratge es va fer amb una xarxa d'arrossegament per superfície marina Hydro-Bios (www.hydrobios.de), que permet operar en zones costaneres de mars calms. Aquesta xarxa té una obertura de marc amb dimensions de 40 ± 70 cm i una longitud de 2 m amb una mida de malla de 335 μ m. La xarxa es va acoblar a les embarcacions de neteja de la mar que el Govern de les Illes Balears opera com a part del seu sistema de neteja costanera i programa de monitoratge. A cada punt de mostratge la xarxa es va remolcar a una velocitat mitjana d'entre 1,5 i 3 milles nàutiques per hora paral·lela a la costa durant 15-30 minuts, d'acord amb les condicions meteorològiques.¹⁶

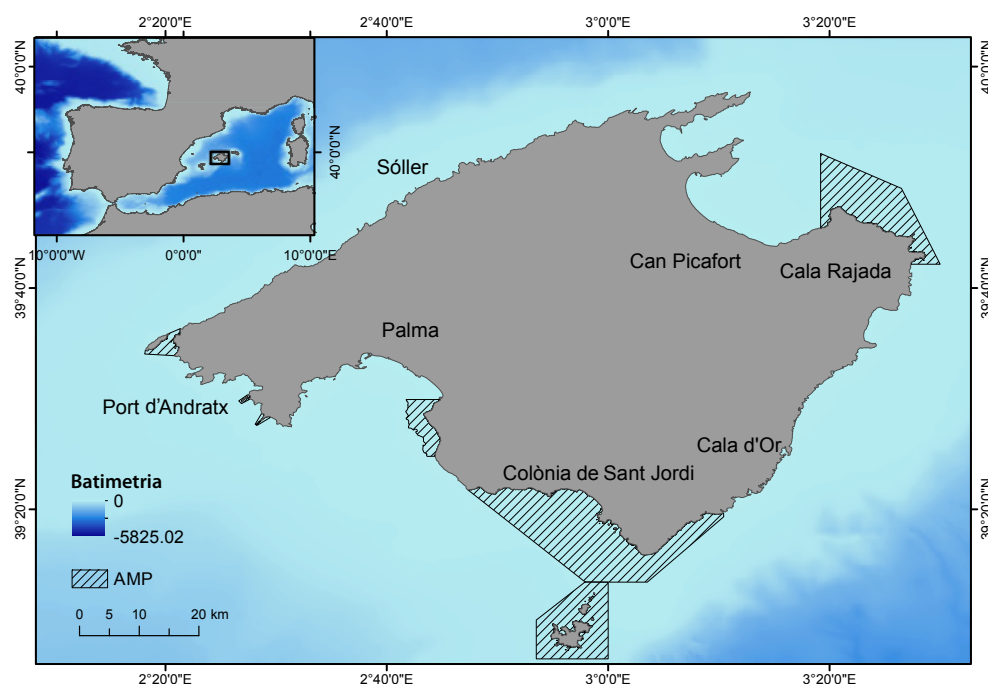


Figura 1. Mapa de la zona d'estudi de l'illa de Mallorca. Els punts negres indiquen les set zones on es van recollir mensualment tres mostres de juliol a setembre de l'any 2017.

Taula 1. Resum temporal dels estudis de mostratge d'arrossegament fets per determinar l'abundància mitjana (objectes/km²) i el pes mitjà (g de pes sec/km²) (mitjana \pm desviació estàndard) per a: A) totes les zones d'estudi i B) totes les zones d'estudi excepte les que mostren altes densitats.

| | Nre. de mostres | General | Juliol | Agost | Setembre |
|--|--------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| A) Totes les zones de mostratge | | | | | |
| Abundància (objectes/km ²) | 63 | 858.029 (\pm 4.082.964) | 656.051 (\pm 2.512.261) | 1.767.004 (\pm 6.619.270) | 151.034 (\pm 342.683) |
| Pes (g de pes sec/km ²) | 63 | 4.520 (\pm 22.806) | 2.644 (\pm 8.188) | 10.082 (\pm 36.648) | 833 (\pm 1.117) |
| B) Totes les zones de mostratge excepte les d'alta densitat | | | | | |
| Abundància (objectes/km ²) | 61 | 195.045 (\pm 356.611) | 111.022 (\pm 277.720) | 325.280 (\pm 416.446) | 151.034 (\pm 342.683) |
| Pes (g de pes sec/km ²) | 61 | 1.134 (\pm 1.969) | 920 (\pm 2.214) | 1.664 (\pm 2.361) | 833 (\pm 1.117) |

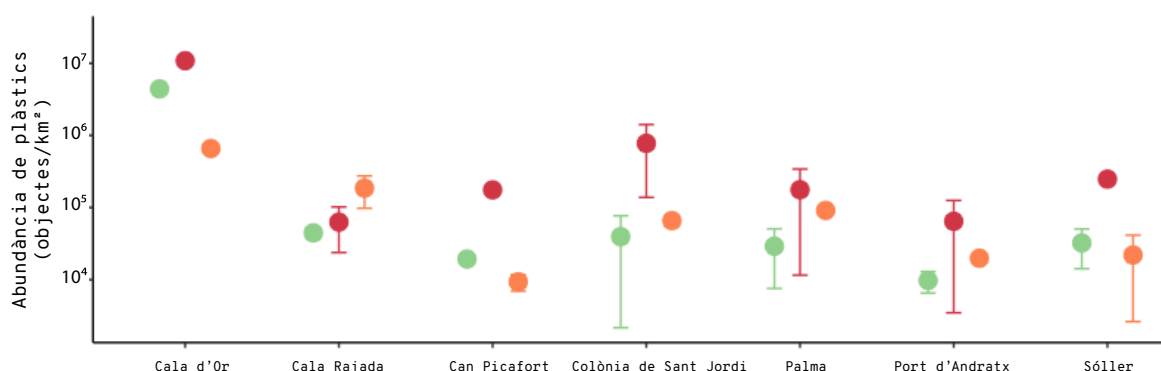


Figura 2. Abundància mitjana espaciotemporal (objectes/km²) d'objectes de plàstic procedents de xarxes d'arrossegament de la superfície de la mar a prop de la costa a cada una de les set localitzacions de mostratge durant els mesos de juliol (verd), agost (vermell) i setembre (taronja) de l'any 2017. Les barres d'error indiquen la desviació estàndard.

Al laboratori, les 63 mostres recollides es van classificar amb cura de forma visual, separant els elements plàstics i el material inorgànic del material orgànic utilitzant un microscopi estereoscòpic (Leica), i el material separat es va assecat a temperatura ambient en plaques de Petri de vidre.¹⁶ L'abundància d'aquestes mostres es va calcular d'acord amb el volum inicial de l'alíquota.

Per a cada mostra es van mesurar els elements micro i mesoplàstics i es van categoritzar per forma seguint sis categories: fragments, pel·lícules, pèllets, grànuls, filaments i espumes.¹⁶ Per determinar l'estructura química dels polímers es va aplicar l'espectroscòpia infraroja de transformada de Fourier (FTIR) (microscopi FTIR de la sèrie HYPERION) amb el software d'espectroscòpia OPUS amb els espectres registrats en reflectància total atenuada (ATR).

RESULTATS

Els residus marins plàstics eren presents a totes les xarxes d'arrossegament ($n = 63$) amb una abundància mitjana global de $858.029 \pm 4.082.964$ objectes/km² (mitjana \pm desviació estàndard), un pes de 4.520 ± 22.806 g (pes sec)/km² i la fracció microplàstica (74 %) dominant el tipus de mida. El polietilè (LDPE i HDPE) va ser el polímer més comú (70 %) amb una alta heterogeneïtat espacial, especialment

al llarg de la costa nord-oest. El mes d'agost es va recollir gairebé el doble de plàstic que la resta de mesos, i el nombre d'objectes va disminuir significativament amb la distància a la costa.

Es va detectar un alt rang en l'abundància de plàstic al llarg de Mallorca, mostrant el Port d'Andratx l'abundància mitjana més petita, de $31.318 (\pm 40.928)$ objectes/km², i Cala d'Or l'abundància mitjana més gran, de $5.317.431 (\pm 10.136.037)$ objectes/km² (figura 2). L'emplaçament de Cala d'Or es va considerar una zona d'alta densitat, on diverses mostres de juliol i agost van superar les concentracions mitjanes mensuals entre $4.417.834 (\pm 658.320)$ i $10.876.140 (\pm 17.082.799)$ objectes/km² (figura 2). Sense considerar les mostres d'alta densitat quantificades a Cala d'Or, l'abundància mitjana global va baixar de $858.029 (\pm 4.082.964)$ a $195.045 (\pm 356.611)$ objectes/km², amb un pes mitjà de 1135 ± 1969 g (pes sec)/km² (taula 1[B]).

Es va detectar una correlació positiva amb la dimensió fractal de la línia de costa, la qual cosa indica una retenció més gran de residus plàstics costaners en les zones amb una dimensió fractal més alta, i les simulacions de rastreig van indicar que els residus marins procedien principalment de fonts locals. Els resultats globals indiquen una important variabilitat a petita escala del plàstic marí costaner a les Illes Balears.

CONCLUSIONS

- Es van localitzar residus de plàstic en totes les xarxes d'arrossegament de la superfície de la mar ($n = 63$), amb una abundància mitjana global de $858.029 \pm 4.082.964$ objectes/km² (mitjana \pm desviació estàndard).
- Aquest estudi ha identificat que les zones costaneres properes a la costa de les Illes Balears presenten algunes de les àrees d'acumulació de residus plàstics més grans de la mar Mediterrània, ja que totes les mostres recollides contenien objectes de plàstic.
- L'abundància més gran no es detecta només durant la temporada alta de turisme (agost), ja que la majoria d'objectes era probablement d'origen local.

→ Els resultats d'aquest estudi s'haurien d'utilitzar per a futurs plans de gestió i conservació amb la finalitat de prendre decisions informades, especialment en zones amb condicions prístines com les àrees marines protegides de les Illes Balears. El present treball posa de manifest l'abundància de plàstic de mida petita i gran en aigües costaneres i pretén contribuir al desenvolupament d'un conjunt de dades a llarg termini per monitoritzar l'evolució dels residus marins plàstics propers a la costa a les Balears.

REFERÈNCIES

A) Referències associades als indicadors presentats

Microplàstics en sediments costaners poc profunds de Mallorca

ALOMAR, C. *et al.* (2020). «Spatial and temporal distribution of marine litter on the seafloor of the Balearic Islands (western Mediterranean Sea)». *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 155, 103178. DOI: 10.1016/j.dsr.2019.103178.

Macroresidus als hàbitats del fons marí de les Illes Balears

ALOMAR, C.; ESTARELLAS, F.; DEUDERO, S. (2016). «Microplastics in the Mediterranean sea: Deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size». *Marine Environmental Research*, 115, 1-10. DOI:10.1016/j.marenvres.2016.01.005.

Ingesta de microplàstics en espècies del fons marí de les Illes Balears

ALOMAR, C. *et al.* (2020). «Exploring the relation between plastic ingestion in species and its presence in seafloor bottoms». *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111641. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111641>.

Microplàstics a les aigües costaneres superficials de Mallorca

COMPA, M. *et al.* (2020). «Nearshore spatio-temporal sea surface trawls of plastic debris in the Balearic Islands». *Marine Environmental Research*, 158, 104945. DOI: 10.1016/j.marenvres.2020.104945.

B) Referències incloses al text dels indicadors

¹ WOODALL, L. *et al.* (2015). «Using a forensic science approach to minimize environmental contamination and to identify microfibrils in marine sediments». *Marine Pollution Bulletin*, 95 (1), 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.044>.

² SUARIA, G.; ALIANI, S. (2014). «Floating debris in the Mediterranean sea». *Marine Pollution Bulletin*, 86, 494-504. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.025>.

³ FOSSI, M. C. *et al.* (2012). «Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*)». *Marine Pollution Bulletin*, 64, 2374-2379. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.013>.

⁴ VAN CAUWENBERGHE, L. *et al.* (2015). «Microplastics are taken up by mussels (*Mytilus edulis*) and lugworms (*Arenicola marina*) living in natural habitats». *Environmental Pollution*, 199, 10-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.01.008>.

- ⁵ JORISSEN, F. J. (2014). «Colonization by the benthic foraminifer *Rosalina* (Tretomphalus) *concinna* of Mediterranean drifting plastics in CIESM 2014». A: Briand, F. (Ed.). *Marine litter in the Mediterranean and Black Seas*. Monaco: CIESM Publisher (CIESM Workshop Monograph, 46).
- ⁶ COZAR, A. *et al.* (2014). «Plastic debris in the open ocean». *PNAS*, 111, 10239-10244. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1314705111>.
- ⁷ NUELLE, M. T. *et al.* (2014). «A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments». *Environmental Pollution*, 184, 161-169. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.07.027.
- ⁸ GALGANI, F. *et al.* (2000). «Litter on the sea floor along European coasts». *Marine Pollution Bulletin*, 40, 516-527. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00234-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00234-9).
- ⁹ COURTENE-JONES, W. *et al.* (2017). «Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean». *Environmental Pollution*, 231, 271-280. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.08.026.
- ¹⁰ COMPA, M.; MARCH, D.; DEUDERO, S. (2019). «Spatio-temporal monitoring of coastal floating marine debris in the Balearic Islands from sea-cleaning boats». *Marine Pollution Bulletin*, 141, 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.027>.
- ¹¹ DEUDERO, S.; ALOMAR, C. (2015). «Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species». *Marine Pollution Bulletin*, 98, 58-68. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.012>.
- ¹² BERTRAND, J. A. *et al.* (2002). «The general specifications of the MEDITS surveys». *Scientia Marina*, 66, 9-17. DOI: <https://doi.org/10.3989/scimar.2002.66s29>.
- ¹³ FOSSI, M. C. *et al.* (2018). «Bioindicators for monitoring marine litter ingestion and its impacts on Mediterranean biodiversity». *Environmental Pollution*, 237, 1023-1040. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.019>.
- ¹⁴ COMPA, M. *et al.* (2020). «Nearshore spatio-temporal sea surface trawls of plastic debris in the Balearic Islands». *Marine Environmental Research*, 158, 104945. DOI: 10.1016/j.marenvres.2020.104945.
- ¹⁵ BAINI, M. *et al.* (2018). «Abundance and characterization of microplastics in the coastal waters of Tuscany (Italy): the application of the MSFD monitoring protocol in the Mediterranean Sea». *Marine Pollution Bulletin*, 133, 543-552. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.06.016.
- ¹⁶ VIRSEK, M. K. *et al.* (2016). «Protocol for microplastics sampling on the sea surface and sample analysis». *JoVE*, e55161. doi: 10.3791/55161.

CITAR COM

COMPA, M.; ALOMAR, C.; DEUDERO, S. (2021). «Residus a la mar Balear: microplàstics en sediments costaners poc profunds de Mallorca; macroresidus als hàbitats del fons marí de les Illes Balears; ingesta de microplàstics en espècies del fons marí de les Illes Balears; microplàstics a les aigües costaneres superficials de Mallorca». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pres-sions/imb-pressions-residus-cat.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Sergio Martino, Sebastià Albertí, Gabriel Martorell, Josep Pablo, Joan Cifre, José Francisco González, Maribel Cabra, Joan Miquel Cardona, Trinidad García, Esperança Tous i Marc Vidal.

Concentració de contaminants en sediments

1. Concentració de metalls pesants en sediments
2. Concentració de bifenils policlorats (PCB) en sediments
3. Concentració d'hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH) en sediments
4. Concentració de compostos orgànics volàtils (VOC) en sediments
5. Concentració de pesticides organoclorats en sediments

Els sediments acumulen una gran quantitat de contaminants que són perjudicials per al medi ambient i tòxics per als organismes marins i per a la salut humana. Alguns d'aquests contaminants són els **metalls pesants**, els **compostos bifenils policlorats** (PCB), els **hidrocarburs policíclics aromàtics** (PAH), els **compostos orgànics volàtils** (VOC) i els **pesticides organoclorats**. Molts d'aquests compostos estan inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües. La legislació europea estableix la necessitat de controlar i eliminar els abocaments d'aquestes substàncies al medi aquàtic per evitar-ne la contaminació i la possible afectació del medi ambient i els organismes marins.

Els resultats que presentam aquí pertanyen a l'estudi elaborat per tècnics dels Serveis Científico-tècnics de la Universitat de les Illes Balears per a la Direcció General de Recursos Hídrics titulat «Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11)». Aquest estudi es va fer entre els mesos de gener i octubre de l'any 2009 i es varen prendre mostres de sediments marins d'un total de 44 indrets diferents de les Illes: 27 a Mallorca, 2 a Cabrera, 7 a Eivissa, 3 a Formentera i 5 a Menorca.¹

NORMATIVA

- Decisió núm. 2455/2001/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 20 de novembre de 2001, per la qual s'aprova la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües, i per la qual es modifica la Directiva 2000/60/CE.
- Decisió de la Comissió Europea, d'1 de setembre de 2010, sobre els criteris i les normes metodològiques aplicables al bon estat mediambiental de les aigües marines (2010/477/UE).

→ Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).

→ Directiva 2008/105/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 16 de desembre de 2008, relativa a les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües, per la qual es modifiquen i deroguen ulteriorment les directives 82/176/CEE, 85/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE i 86/280/CEE del Consell, i per la qual es modifica la Directiva 2000/60/CEE.

1. Concentració de metalls pesants en sediments

Els metalls pesants generalment es defineixen com a metalls amb densitats, pesos atòmics o nombres atòmics relativament alts.²

Les activitats humanes han incrementat la quantitat i la distribució de metalls pesants a l'atmosfera, sòls, rius, llacs i mars d'arreu del món. Aquesta contaminació generalitzada i a la vegada difusa ha causat preocu-

QUÈ ÉS?

Els sediments acumulen una gran quantitat de contaminants que són perjudicials per al medi ambient i tòxics per als organismes marins i per a la salut humana.

Mostrem resultats de concentracions de diversos contaminants en sediments:

- (61) metalls pesants,
- (62) compostos bifenils policlorats (PCB),
- (63) hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH),
- (64) compostos orgànics volàtils (VOC) i
- (65) pesticides organoclorats.

METODOLOGIA

Els resultats pertanyen a l'estudi duit a terme l'any 2009 per tècnics dels Serveis Científicotècnics de la Universitat de les Illes Balears per a la Direcció General de Recursos Hídrics titulat «Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11)». Es varen prendre mostres d'un total de 44 indrets diferents de les illes: 27 a Mallorca, 2 a Cabrera, 7 a Eivissa, 3 a Formentera i 5 a Menorca.

En el cas de tres metalls inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües, també es mostren resultats d'un estudi elaborat l'any 2005: «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)».

No es disposa de valors de línies de base de concentracions de metalls pesants a les Balears que puguin servir per determinar si la concentració que presenten és natural o deguda a contaminació, i per això s'han d'emprar valors de tall basats en les concentracions mesurades (en aquest cas, la suma de la mitjana més la desviació estàndard).

PER QUÈ?

L'activitat humana ha augmentat la quantitat i la distribució de contaminants a l'atmosfera, la terra, els rius, llacs i mars. Una gran proporció d'aquestes substàncies s'acumula als sediments. Aquests contaminants poden ser bioacumulats per organismes marins i entrar així a la cadena tròfica, de manera que els predadors en reben dosis més elevades, que poden arribar a tenir efectes nocius per als éssers humans.

Molts d'aquests compostos estan inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües. La legislació europea estableix la necessitat de controlar i eliminar els abocaments d'aquestes substàncies al medi aquàtic per evitar-ne la contaminació i la possible afectació del medi ambient i els organismes marins.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

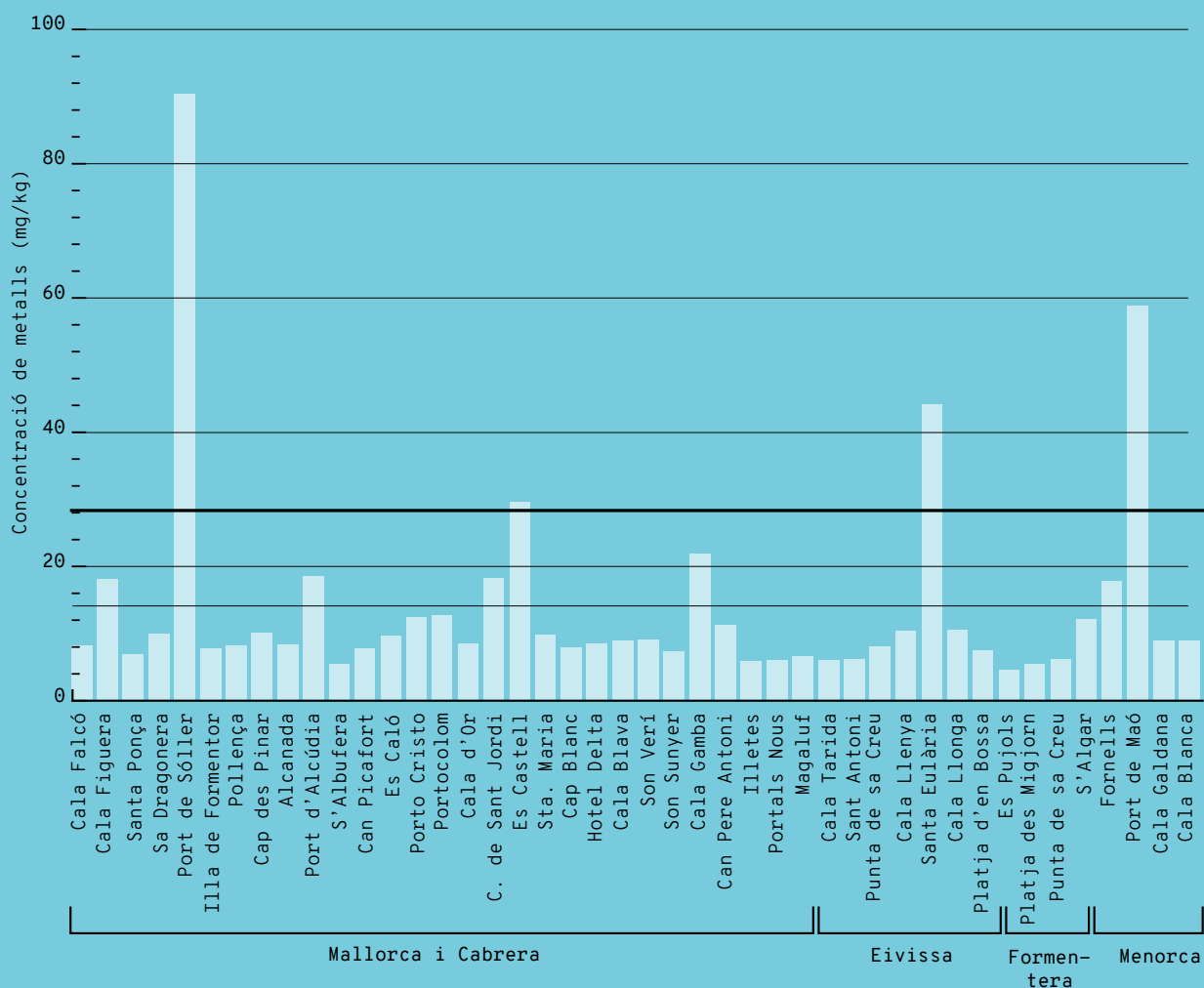
Les zones contaminades per metalls pesants en sediments segons l'estudi elaborat l'any 2009 són el port de Sóller (Mallorca) i el port de Maó (Menorca). Si també es consideren els resultats de l'estudi realitzat l'any 2005, la badia de Fornells (Menorca) i ses Roquetes (Eivissa) també s'han d'incloure a la llista de zones altament contaminades per metalls pesants.

Es va trobar contaminació per PCB a dos llocs d'estudi: Sant Antoni (Eivissa) i s'Algar (Menorca).

Hi ha tres llocs on s'ha detectat contaminació per hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH): cala Figuera, cala Gamba i el port de Maó. Es va trobar contaminació per compostos orgànics volàtils (VOC) a dos llocs: cala Figuera i el port d'Alcúdia.

Es va detectar contaminació per pesticides organoclorats a Sant Antoni (Eivissa), cala Blanca (Menorca), cala Gamba (Mallorca) i s'Algar (Menorca) quan es considera la suma de tots els pesticides organoclorats mesurats a l'estudi, i a cala Blanca quan només es consideren els compostos inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües.

Les dades que es tenen de contaminants en sediments a les Illes Balears provenen d'un únic estudi de l'any 2009 i, en el cas d'alguns metalls, d'un estudi addicional de l'any 2005, i poden haver variat amb el pas del temps. Seria recomanable actualitzar aquestes dades amb estudis nous per avaluar l'evolució de les concentracions de contaminants en sediments.



Suma de les concentracions dels metalls inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (cadmi, plom, mercuri i níquel) en mg de metall per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar l'any 2009. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Albertí i col·laboradors.

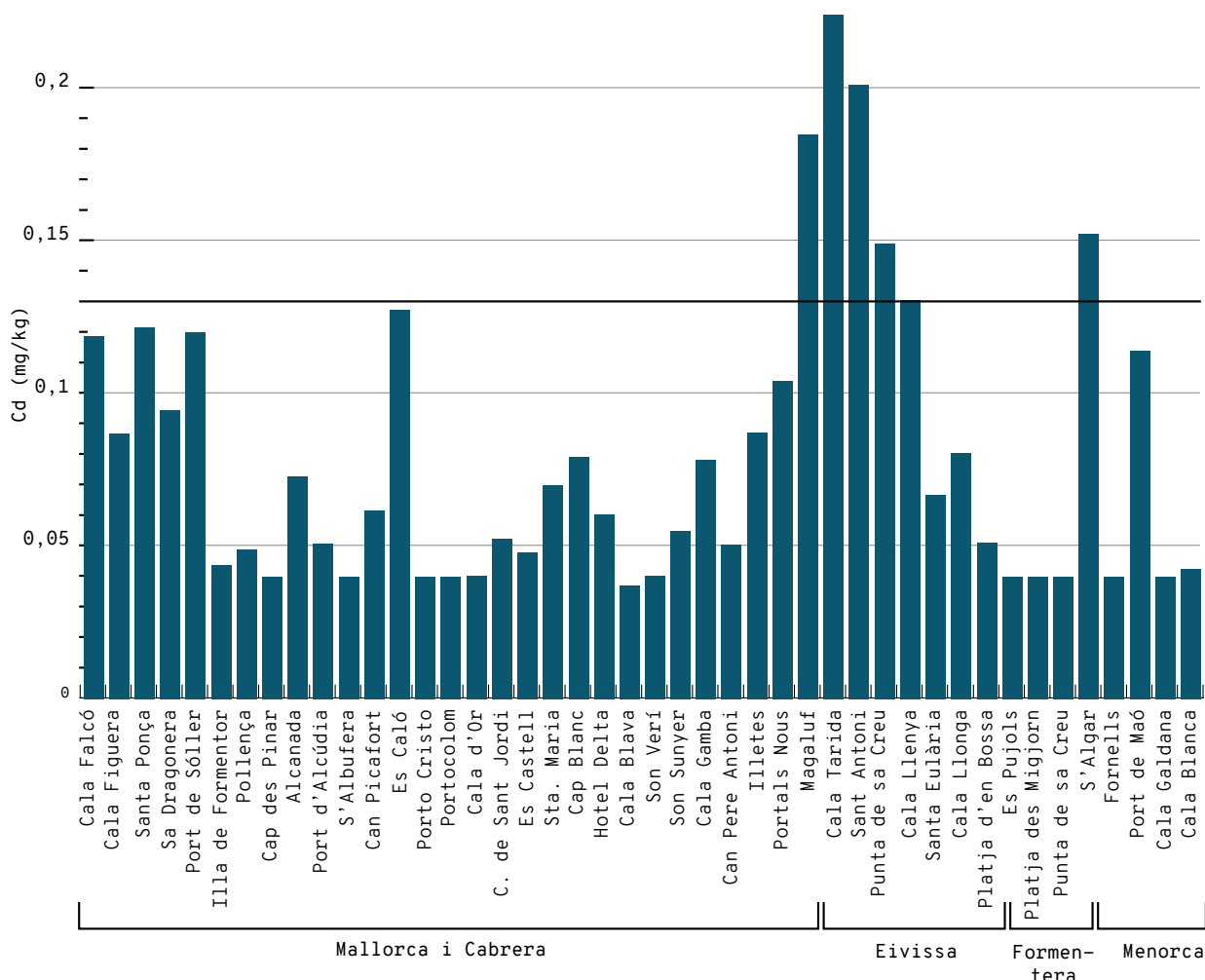


Figura 1. Concentració de cadmi (Cd) en mg per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar l'any 2009. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

pací sobre els seus possibles efectes en plantes, animals i éssers humans. Una gran proporció d'aquests metalls pesants s'acumula en els sediments.³

L'origen dels metalls en els ambients marins és tant natural com antropogènic. No són degradats per bacteris i, per tant, s'acumulen permanentment a la mar i als sediments.^{4,5} Els metalls intervenen en diversos mecanismes biogeoquímics (en rutes metabòliques i processos geològics), tenen una alta mobilitat i es poden bioacumular en els organismes marins i amplificar-se a la cadena tròfica —d'aquesta manera, els predadors rebrien dosis més altes d'aquestes substàncies conservatives—,⁵ cosa que pot tenir efectes nocius per a la salut humana (com en el cas del mercuri).⁴

Diversos estudis han demostrat que l'exposició a metalls pesants (tòxics) causa problemes de salut a llarg termini en les poblacions humanes. Aquests metalls són tòxics sistèmics coneguts per induir efectes adversos per a la salut en humans, entre els quals figuren malalties cardiovasculars, anormalitats del desenvolupament, trastorns neurològics, diabetis, pèrdua auditiva, trastorns hematològics i immunològics i diversos tipus de càncer. Tot i que es coneixen els efectes aguts i crònics que causen alguns metalls, es té molt poca informació de l'impacte sobre la salut de les mescles d'elements tòxics i els seus efectes sinèrgics.⁶

METODOLOGIA

La majoria dels resultats presentats aquí provenen de l'estudi d'Albertí i col·laboradors,¹ que varen emprar la metodologia següent.

Es varen mesurar els metalls següents en sediments: alumini (Al), coure (Cu), crom (Cr), ferro (Fe), níquel (Ni), zinc (Zn), arsènic (As), cadmi (Cd), plom (Pb), vanadi (V) i mercuri (Hg) fent servir les tècniques que es descriuen a continuació.

Per a l'anàlisi d'alumini (Al), coure (Cu), crom (Cr), ferro (Fe), níquel (Ni) i zinc (Zn), les mostres es varen tractar segons la norma UNE 77303, eixugant-les a 60 °C durant 48 hores. Es va tamisar i moldre la secció inferior a 2 mm. La submostra es va digerir segons la norma EPA 3051 i es va analitzar seguint la norma UNE-EN ISO 11885: 1998: espectrometria d'emissió atòmica mitjançant un plasma de radiofreqüència acoblat inductivament (ICP-OES). El mètode que es va utilitzar és el de la determinació d'elements dissolts.¹

Per a l'anàlisi d'arsènic (As), cadmi (Cd), plom (Pb) i vanadi (V), les mostres es varen tractar segons la norma UNE 77303, eixugant-les a 60 °C durant 48 hores. Es va tamisar i moldre la secció inferior a 2 mm. La submostra es va digerir segons la norma

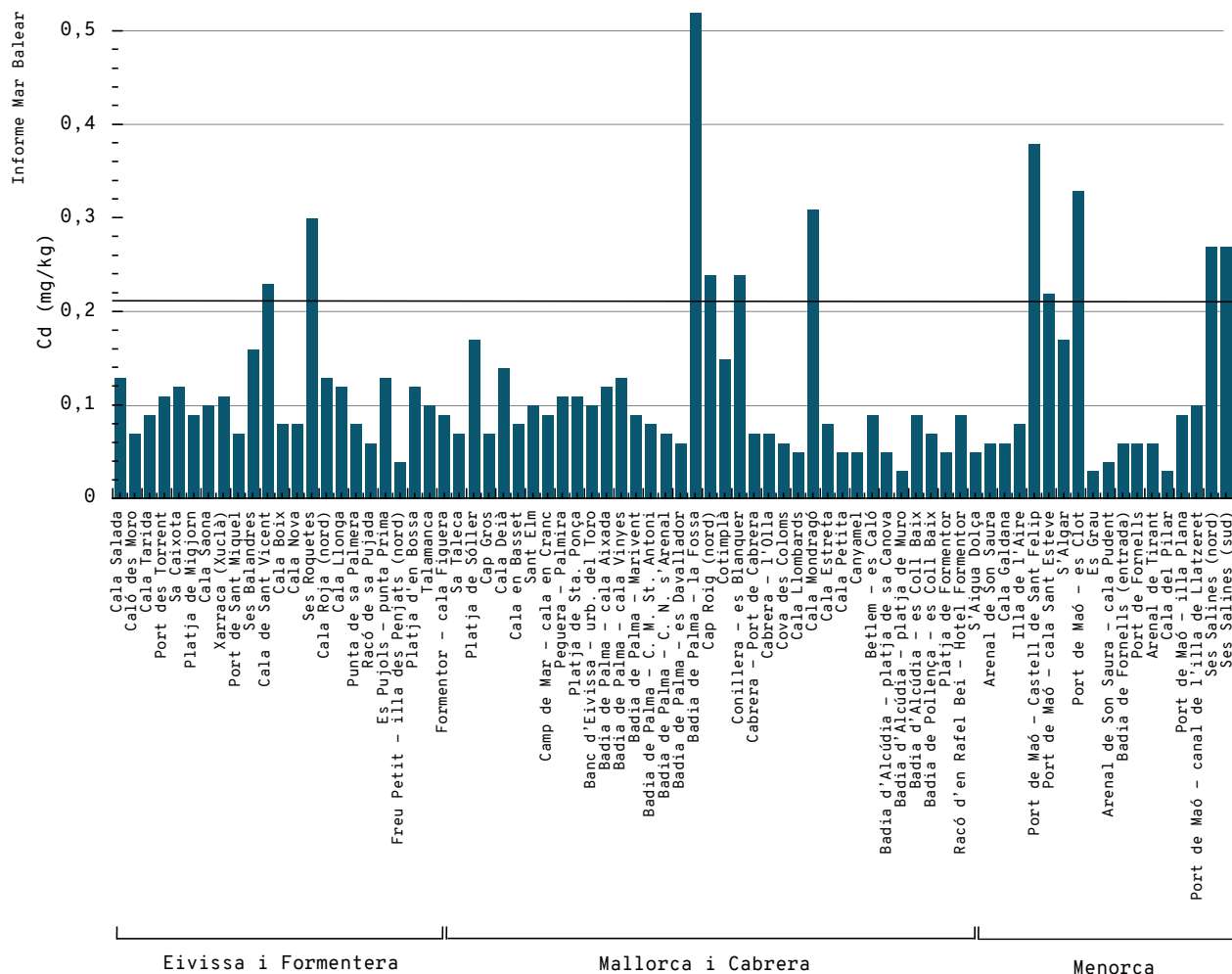


Figura 2. Concentració de cadmi (Cd) en mg per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar l'any 2005. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Ballesteros i col·laboradors.⁷

EPA 3051 i es va analitzar seguint la norma UNE-EN ISO 17294-1,2: espectrometria d'emissió atòmica mitjançant un plasma de radiofreqüència acoblat inductivament (ICP-MS). El mètode que es va utilitzar és el de la determinació d'elements dissolts.¹

Per a l'anàlisi de mercuri (Hg), les mostres es varen tractar segons la norma UNE 77303, eixugant-les a 60 °C durant 48 hores. Es va tamisar i moldre la secció inferior a 2 mm. La submostra es va digerir segons la norma EPA 3051 i es va analitzar seguint la norma UNE-EN ISO 1483: 1998: espectrometria d'absorció atòmica (tècnica de vapor fred). El mètode que es va utilitzar és el de la determinació d'elements dissolts.¹

Adicionalment, presentem uns resultats provinents de l'estudi elaborat entre els anys 2005 i 2007 «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 – març 2007)», liderat per Enrique Ballesteros,⁷ en el qual es varen analitzar les concentracions d'alguns metalls pesants (zinc [Zn], coure [Cu], plom [Pb], vanadi [V], cadmi [Cd], mercuri [Hg] i alumini [Al]) en sediments de 76 localitzacions repartides per les Illes Balears (36 entre Mallorca i Cabrera, 18 a Menorca, 19 a Eivissa i 3 a Formentera).

En aquest estudi es va seguir la metodologia següent per a l'anàlisi de metalls: les mostres es varen descongellar i liofilitzar. Per a cada mostra es varen pesar quantitats de 0,1 g aproximadament de sediment liofilitzat i triturat, i es varen digerir en recipients de tefló en una solució d'àcid nítric concentrat i de peròxid d'hidrogen (reactius Suprapur Merck®) a l'estufa a 90 °C durant 24 hores. Aquest procés també es va fer en un total de 42 blancs. La solució de sediments digerida es va diluir amb aigua Mili-Q i es va guardar a la nevera en tubs de polietilè. La concentració de metalls a la solució es va determinar mitjançant un espectrofotòmetre d'inducció de plasma acoblat (ICP-MS) als Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona. Els valors s'expressen en mil·ligrams de metall per quilogram de sediment (mg/kg).

No hi ha límits establits per a les concentracions màximes aconsellables d'aquests metalls en sediments ni una línia de base de condicions prístines amb la qual poder comparar aquestes concentracions. Per tal d'establir un valor de tall per poder identificar les zones que presenten més contaminació s'ha seleccionat la suma de la mitjana i de la desviació estàndard de tots els punts de mostratge per al paràmetre estudiat.¹

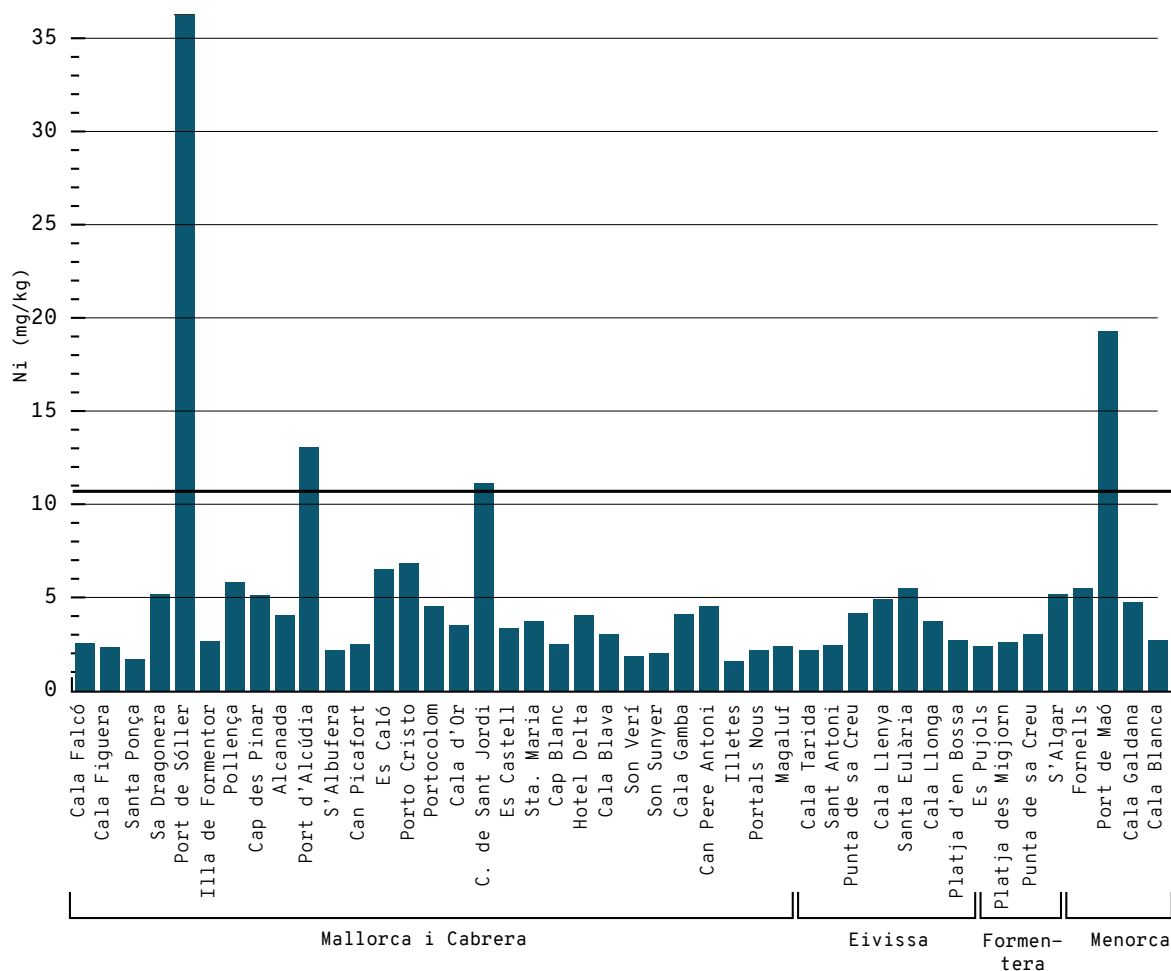


Figura 3. Concentració de níquel (Ni) en mg per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar l'any 2009. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

RESULTATS

Ens centrarem principalment en les concentracions de metalls pesants que estan inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües: cadmi (Cd), níquel (Ni), plom (Pb) i mercuri (Hg) (figures 1-5).

Cadmi (Cd)

El cadmi és un metall extremadament tòxic classificat com a cancerígen per als humans segons l'Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer. S'empria per galvanitzar, en pintures industrials i en piles de níquel i cadmi.

En el cas del cadmi, el valor de tall que resulta de sumar la mitjana i la desviació estàndard de totes les mesures de l'estudi realitzat l'any 2009 és de 0,13 mg/kg (figura 1). Les zones que han presentat més contaminació, per damunt d'aquest valor de tall, han estat Magaluf, a Mallorca; cala Tarida, Sant Antoni i la punta de sa Creu, a Eivissa, i s'Algar, a Menorca. Hi ha dues estacions més on els valors freguen aquest valor de tall: es Caló, a Mallorca, i cala Llenya, a Eivissa (figura 1). Segons aquest estudi, l'illa d'Eivissa presenta més llocs amb contaminació per cadmi en comparació amb la resta d'illes.

En el cas de les anàlisis fetes en sediments mostrejats

l'any 2005, el valor de tall va ser de 0,21 mg/kg, més alt que el valor de tall estimat per a l'any 2009 (figura 2). Quan es va fer aquest estudi, 11 dels 76 punts de mostreig varen presentar valors per damunt d'aquest valor de tall: dos situats dins la badia de Fornells i tres dins del port de Maó, a Menorca; dos punts a Eivissa: cala de Sant Vicenç i ses Roquetes, i quatre punts a Mallorca: badia de Palma, cala Mondragó, el cap Roig i sa Conillera (figura 2).

Aquest estudi mostra resultats diferents dels de l'estudi de l'any 2009, segurament a causa de les diferències entre els punts de mostratge. L'any 2005, l'illa que va presentar més localitzacions contaminades per cadmi va ser Menorca, ja que hi ha diversos punts de mostratge dins la badia de Fornells i dins el port de Maó, que són els llocs que presenten concentracions més grans d'aquest metall.

Níquel (Ni)

El níquel es troba de manera natural en sòls i aigües superficials, però certes activitats com la industrialització, les aigües residuals o l'ús de fertilitzants artificials o pesticides n'augmenten la concentració al medi ambient.⁸

El valor de tall resultant de la suma de la mitjana de les concentracions de níquel als llocs d'estudi

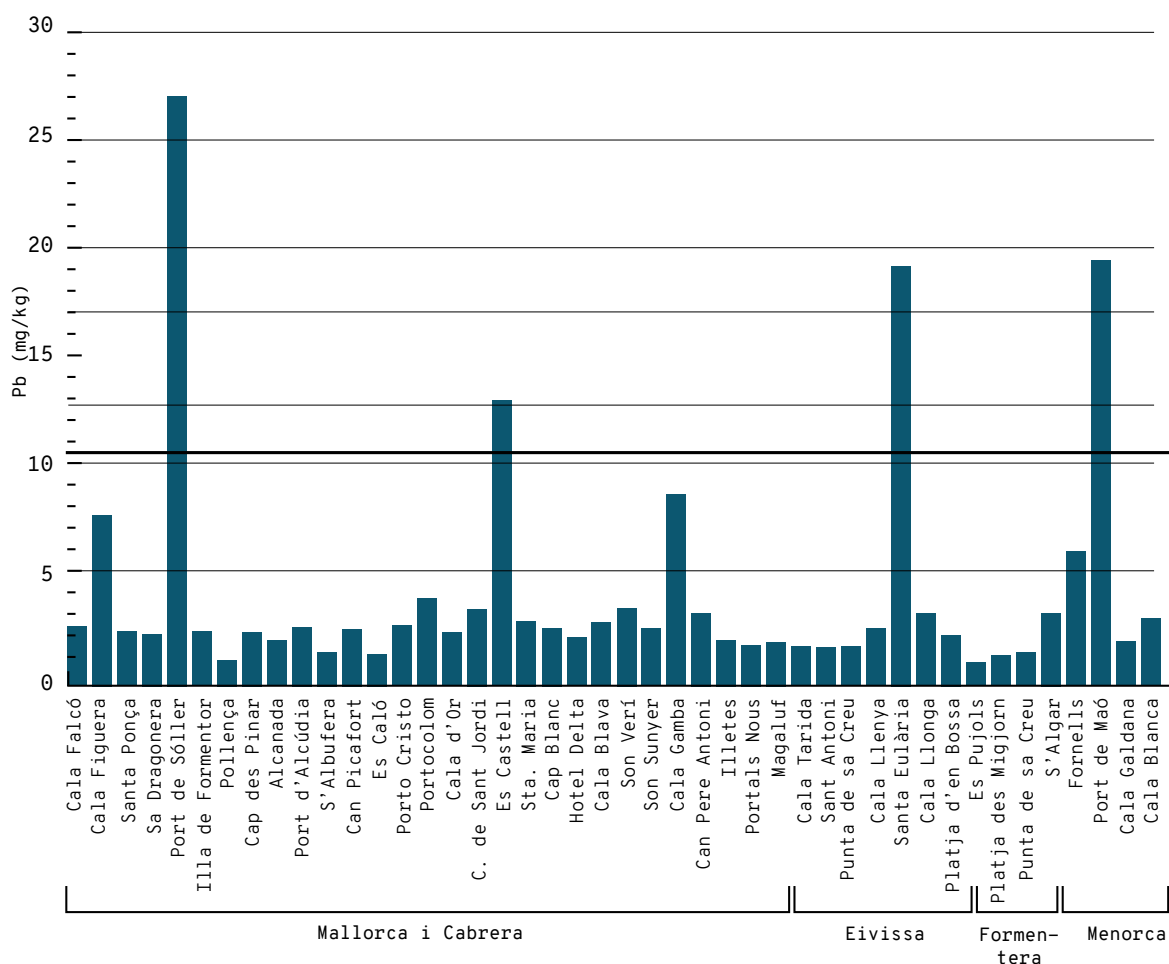


Figura 4. Concentració de plom (Pb) en mg per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar l'any 2009. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

més la desviació estàndard va ser de 10,91 mg/kg (figura 3). Les zones de l'estudi amb concentracions més grans de níquel —per damunt d'aquest valor de tall— varen ser els ports de Sóller i d'Alcúdia i la Colònia de Sant Jordi a Mallorca, i el port de Maó a Menorca (figura 3).

Plom (Pb)

El plom és un metall gris blavós que es presenta de forma natural a l'escorça terrestre. Tot i que es produeix de forma natural en el medi, algunes activitats antropogèniques com la crema de combustibles fòssils, la mineria i els processos industrials contribueixen a alliberar-ne concentracions elevades. El plom té diverses aplicacions industrials, agrícoles i domèstiques. Actualment s'utilitza en la producció de bateries de plom-àcid, municions, productes metàl·lics (soldadura i canonades) i dispositius per blindar els rajos X.⁶ En els darrers anys, l'ús industrial del plom s'ha reduït significativament de les pintures i els productes ceràmics, els calafataments i la soldadura de canonades.⁶

Per a les persones, l'exposició al plom es produeix principalment mitjançant la inhalació de partícules de pols o aerosols contaminats amb plom o la ingestió d'aliments, aigua o pintures contaminats amb plom.⁹ En el cos humà, el percentatge més gran de plom s'acumula als ronyons, seguidament al fetge i en altres teixits tous com el cor i el cervell, però el plom que s'acumula

a l'esquelet representa la fracció corporal més gran. El sistema nerviós és l'objectiu més vulnerable a la intoxicació per plom. Mal de cap, falta d'atenció, irritabilitat, pèrdua de memòria i somnolència són els primers símptomes dels efectes de l'exposició del sistema nerviós central al plom. L'exposició aguda al plom induïx danys cerebrals, danys renals i malalties gastrointestinals, mentre que l'exposició crònica pot causar efectes adversos sobre la sang, el sistema nerviós central, la pressió arterial, els ronyons i el metabolisme de la vitamina D.⁶ Des de finals dels anys setanta del segle XX, l'exposició al plom ha disminuït significativament com a resultat de múltiples esforços, entre els quals figuren l'eliminació d'aquest metall de la benzina, pintures, llaunes de menjar i beure i canonades.^{6,9}

Als llocs d'estudi analitzats l'any 2009, el valor de tall calculat va ser de 19,45 mg/kg. Aquest valor es va superar al port de Sóller, a Mallorca; as Castell, a Cabrera; a Santa Eulària, a Eivissa, i al Port de Maó, a Menorca. Hi va haver altres punts que en varen tenir altes concentracions, però sense superar el nivell de tall: cala Gamba i cala Figuera, totes dues a l'illa de Mallorca (figura 4).

L'estudi elaborat l'any 2005 va presentar un valor de tall per al plom de 19,71 mg/kg, molt semblant al de 19,45 mg/kg resultant de l'estudi de l'any 2009 (figura 5). Cinc punts de mostreig varen superar aquest valor de tall: quatre a Menorca i un a Eivissa.

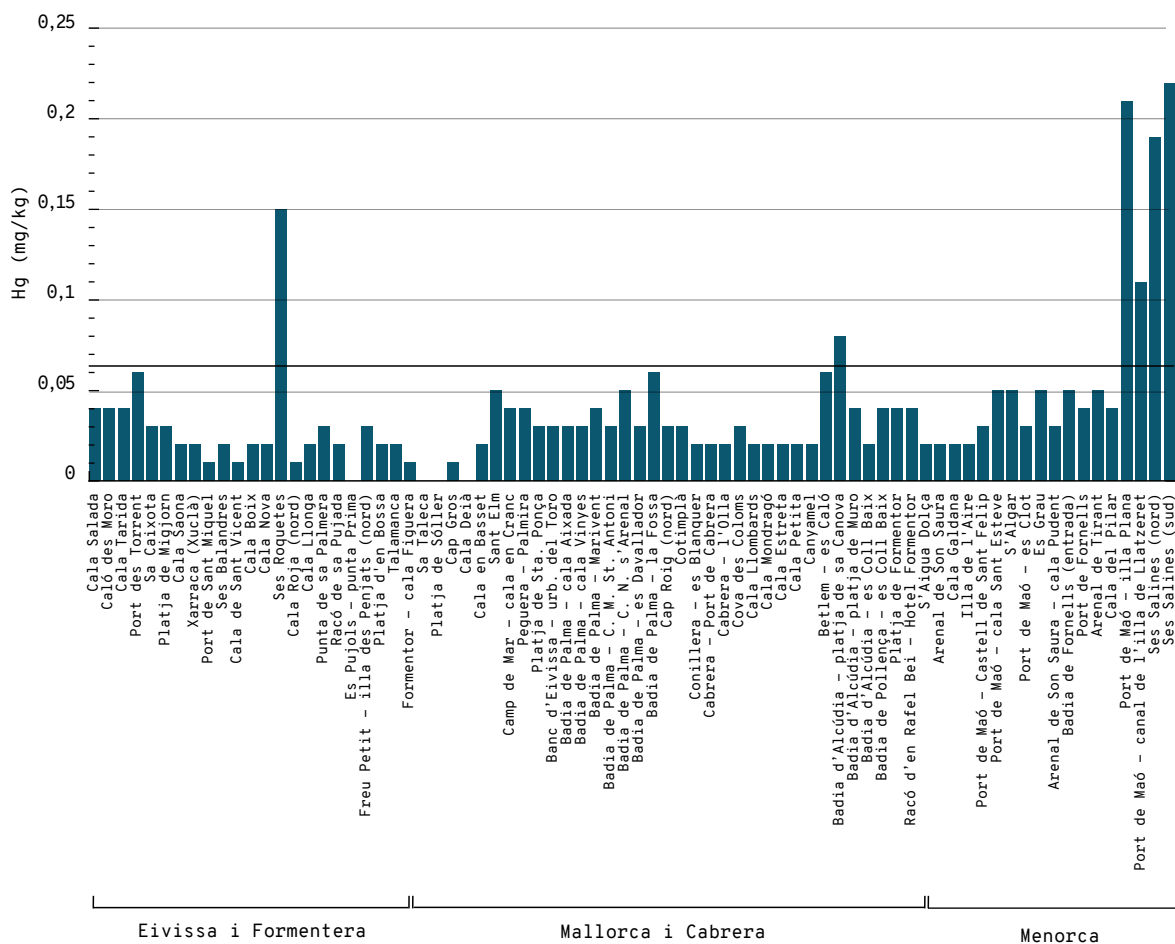


Figura 7. Concentració de mercuri (Hg) en mg per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar l'any 2005. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Ballesteros i col·laboradors.⁷

Els punts de Menorca amb una contaminació més gran per plom es varen trobar a la badia de Fornells (2) i al port de Maó (2). La contaminació més gran per plom es va detectar a Eivissa, a ses Roquetes, amb una concentració de 77,01 mg/kg.

Mercuri (Hg)

El mercuri és un metall tòxic i perillós que es troba de forma natural a l'escorça terrestre. Les principals fonts de mercuri en el medi ambient són processos naturals com l'erosió i les erupcions volcàniques, i algunes activitats antropogèniques com la fosa, la producció i l'ús industrial de metalls.¹⁰

El mercuri és molt pernicios per a la salut humana. El consum d'aquest metall a través d'aliments ha provocat brots catastròfics de malalties.¹⁰ Té una neurotoxicitat elevada, amb efectes particularment devastadors en els sistemes nerviosos centrals i perifèrics dels infants.¹⁰

La suma de la mitjana de les concentracions de mercuri a tots els llocs mesurats més la seva desviació estàndard ha donat com a resultat un valor de tall de 0,10 mg de Hg per kg de sediment (figura 6). Aquest valor es va superar al port de Maó, a Menorca, i a cala Llenya i a Santa Eulària, a Eivissa. Els valors de mercuri han estat particularment

alts al port de Maó, amb unes concentracions de 0,43 mg/kg (figura 6).

L'estudi realitzat l'any 2005 va presentar un valor de tall per al mercuri de 0,08 mg/kg, molt semblant però inferior al de 0,10 mg/kg resultant de l'estudi de l'any 2009 (figures 6 i 7). L'any 2005 es va mesurar la concentració més gran de mercuri dins la badia de Fornells, a l'estació de ses Salines sud, on es varen detectar 0,22 mg/kg de mercuri, un valor molt inferior al mesurat dins el port de Maó l'any 2009, de 0,43 mg/kg. A l'estudi de l'any 2005 també es varen detectar cinc punts de mostratge amb valors superiors al valor de tall: dos dins la badia de Fornells, dos dins el port de Maó i un a ses Roquetes (Eivissa) (figura 7).

SUMA DE LES CONCENTRACIONS DE CADMI,
NÍQUEL, PLOM I MERCURI

L'estudi realitzat l'any 2005 per Ballesteros i col·laboradors⁷ no va analitzar les concentracions de níquel, per la qual cosa no es pot incloure en aquest apartat. La suma de les concentracions dels metalls pesants inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (Cd, Ni, Pb i Hg) ha tengut un valor de tall de 29,53 mg/kg (figura de la fitxa). Els llocs d'estudi que han superat aquest va-

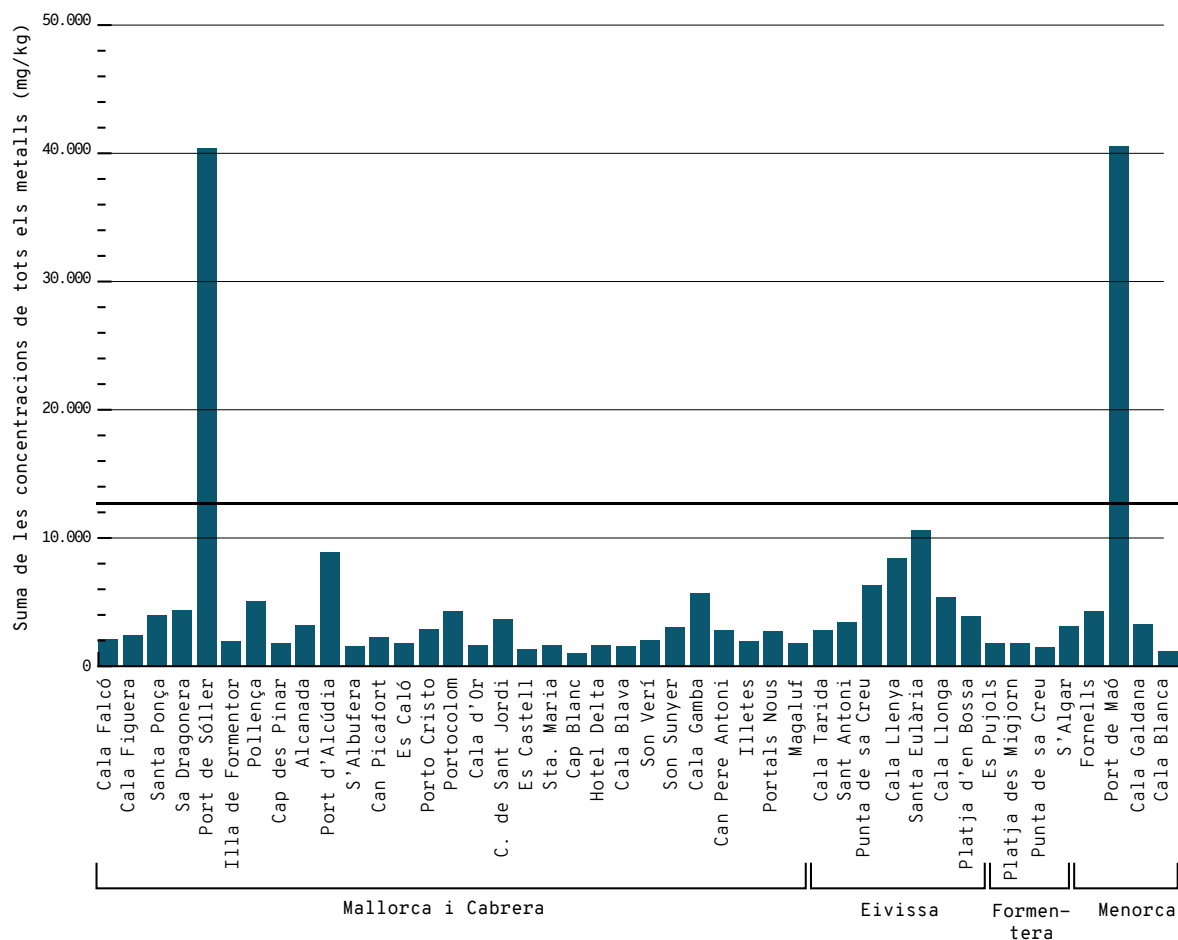


Figura 8. Suma de les concentracions de tots els metalls mesurats (alumini, coure, crom, ferro, níquel, zinc, arsènic, cadmi, plom, vanadi i mercuri) en mg de metall per kg de sediment per als diferents llocs on es va mesurar. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

lor han estat el port de Sóller (Mallorca), el port de Maó (Menorca), Santa Eulària (Eivissa) i es Castell (Cabrera) (figura de la fitxa).

Els llocs on la suma de les concentracions d'aquests metalls pesants tòxics està per damunt del valor de tall són ports i/o badies tancades. En aquests indrets, la contaminació per metalls s'ha anat acumulant al llarg del temps, i s'han convertit així en els llocs amb més contaminació de les Balears dels que s'han estudiat.

El port de Sóller mostra el valor més elevat de la suma de concentracions de metalls pesants inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües, amb un valor de 90,62 mg/kg: 61,09 mg/kg per damunt del valor de tall. Aquest fet mostra que és la zona més contaminada per aquests metalls pesants. També està per damunt dels valors de tall de concentracions de níquel i plom.

Al port de Maó la suma de les concentracions de metalls pesants inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües ha estat de 58,98 mg/kg. Aquest lloc ha superat els valors de tall per níquel, plom i mercuri. El port de Maó és una zona contaminada per metalls pesants tòxics.

SUMA DE LES CONCENTRACIONS DE TOTS ELS METALLS MESURATS: ALUMINI, COURE, CROM, FERRO, NÍQUEL, ZINC, ARSÈNIC, CADMI, PLOM, VANADI I MERCURI

Ens referirem només als resultats obtinguts l'any 2009 a l'estudi d'Albertí i col·laboradors,¹ ja que a l'estudi de l'any 2005 no es varen mesurar tants de metalls pesants com en aquest, cosa que no ens permet comparar-ne els resultats.

Si consideram tots els metalls d'estudi (alumini, coure, crom, ferro, níquel, zinc, arsènic, cadmi, plom, vanadi i mercuri), el valor de tall, resultant de sumar la mitjana i la desviació estàndard de totes les mesures, ha estat de 13.087,6 mg/kg. Dues localitzacions han superat aquest valor de tall: el port de Sóller i el port de Maó. Aquestes dues localitzacions són les que tenen més contaminació per metalls pesants a les Illes Balears de totes les zones incloses a l'estudi d'Albertí i col·laboradors. La possible causa d'aquestes elevades concentracions de metalls és el passat industrial d'aquests ports (figura 8).

2. Concentració de bifenils policlorats (PCB) en sediments

Els bifenils policlorats (PCB en les seves sigles en anglès) són compostos aromàtics organoclorats sin-

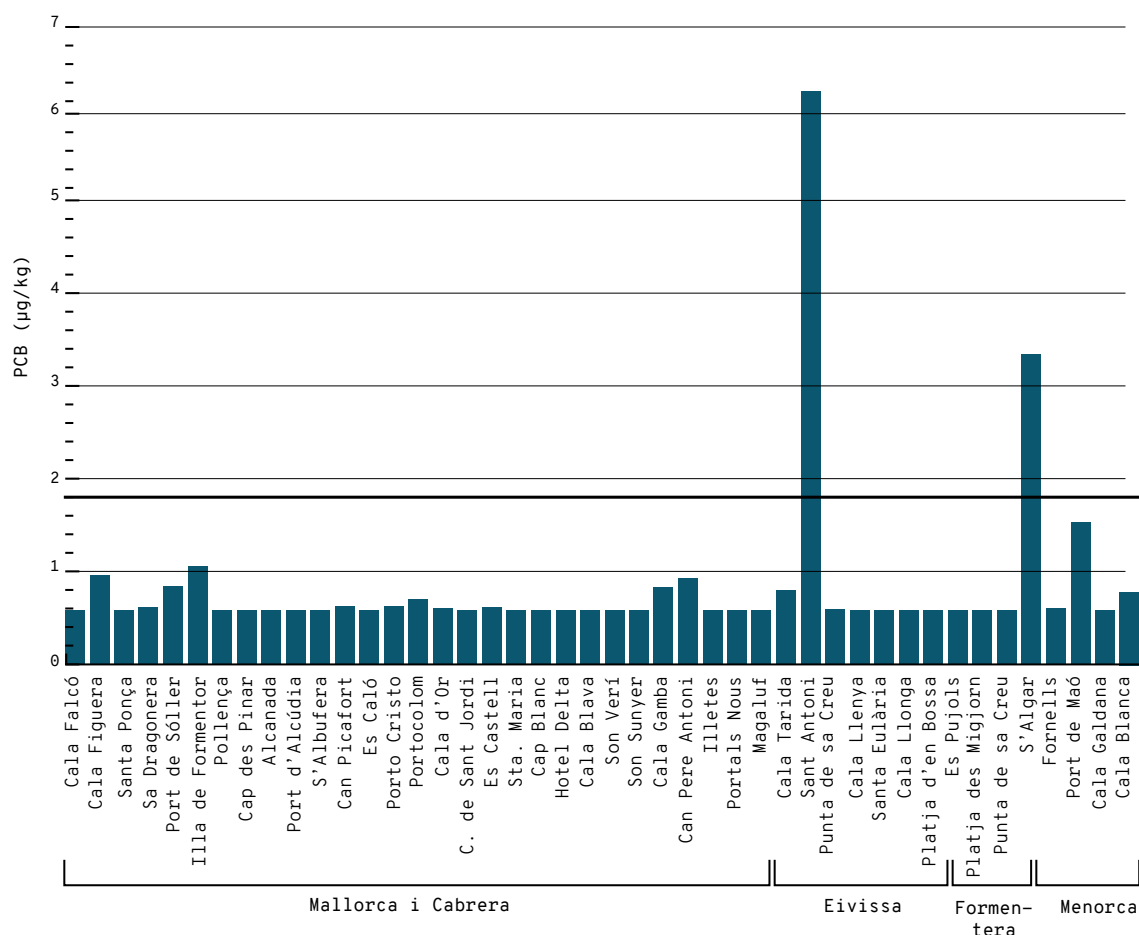


Figura 9. Suma de les concentracions de tots els compostos bifenils policlorats (PCB) en µg per kg de sediment per als diferents llocs on es varen mesurar. La línia negra representa la mitjana més la desviació estàndard de totes les mesures (valor de tall). FONT: Albertí i col·laboradors.¹

tètics (és a dir, compostos químics de forma plana formats per clor, carboni i hidrogen sintetitzats artificialment) i constitueixen una sèrie de 209 compostos, els quals es formen mitjançant la cloració del bifenil. La seva fórmula empírica és $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, en què n pot variar entre 1 i 10. Estan molt relacionats amb els pesticides organoclorats.¹¹⁻¹³

Els PCB són considerats contaminants orgànics persistents. Tenen una alta estabilitat química, per la qual cosa persisteixen en l'ambient i es bioacumulen als teixits animals (sobretot a la llet i derivats, el teixit adipós, el cervell i el fetge). Són tòxics per als animals i els humans. Gairebé totes les persones estan exposades a l'entrada d'aquests compostos al seu organisme malgrat les restriccions legals pel que fa a producció industrial, ús i emmagatzematge que s'hi han posat (es varen prohibir en els anys setanta i vuitanta). La companyia Monsanto va produir més del 50 % de tots els PCB produïts mundialment entre els anys 1930 i 1977.¹³

Els PCB es varen incloure l'any 2008 a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (Directiva 2008/105/CE).

METODOLOGIA

Es varen mesurar els bifenils policlorats (PCB) següents: PCB-18, PCB-28, PCB-31, PCB-44, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-149,

PCB-153, PCB-180 i PCB-194. La metodologia que es va seguir va ser: les mostres es varen liofilitzar durant 48 hores. Es va fer una extracció sòlid-líquid mitjançant Soxhlet amb una mescla d'acetona i hexà (1:1) durant 48 hores. Es va purificar la mostra amb Florisil® PR i coure pirogènic. Les mostres es varen analitzar mitjançant cromatografia de gasos (GC) acoblada a un detector de tipus ECD. Posteriorment es varen confirmar els compostos per cromatografia de gasos i espectrometria de masses (GC-MS).

RESULTATS

La suma de la mitjana i la desviació estàndard de les concentracions de tots els PCB mesurats en aquest estudi va donar com a resultat un valor de tall d'1,82 µg/kg. Hi ha dues localitzacions on es va superar aquest valor de tall: Sant Antoni, a Eivissa, amb una concentració total de PCB de 6,30 µg/kg, i s'Algar, a Menorca, amb una concentració de 3,41 µg/kg (figura 9). Cal destacar que encara que no supera el valor de tall, el punt corresponent al port de Maó, a Menorca, va presentar un valor pròxim a aquest.

3. Concentració d'hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH) en sediments

Els hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH) són un grup de més de cent compostos orgànics di-

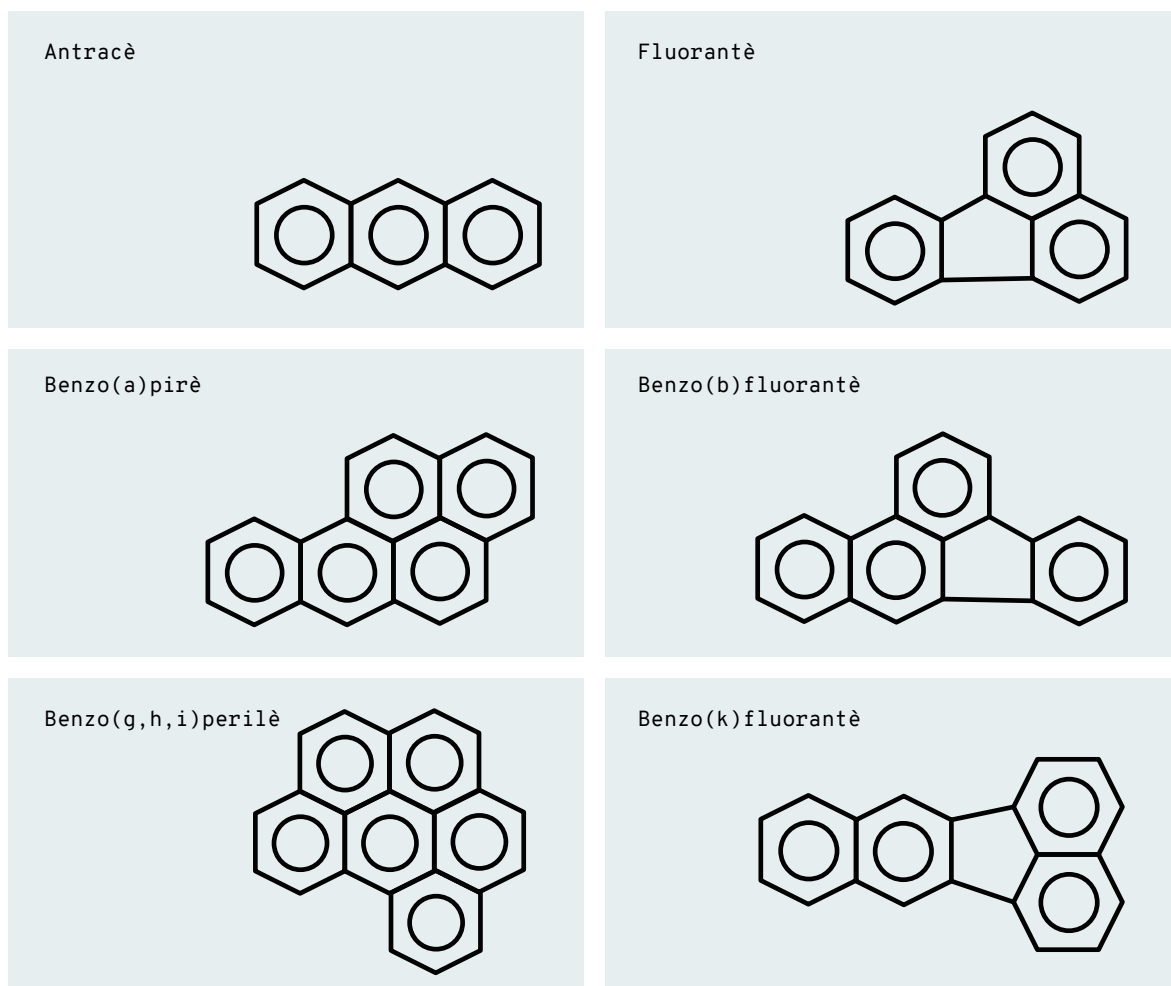


Figura 10. Estructura química dels sis hidrocarburs aromàtics policíclics inclosos a la llista de substàncies prioritàries.

ferents formats durant la crema incompleta de carbó, petroli i gas, residus orgànics o altres substàncies orgàniques com el tabac o la carn, i que tenen dos anells de benzè o més. Poden ser d'origen natural o causats per activitats humanes.¹⁴ Els PAH solen trobar-se com una mescla de dos d'aquests compostos o més.

Tot i que els efectes sobre la salut humana dels PAH individuals no són exactament els mateixos, alguns s'han identificat com a tòxics, mutàgens i cancerígens.¹⁴

METODOLOGIA

Es varen mesurar els següents PAH en sediments: acenaftilè, acenaftè, fluorè, fenantrè, antracè, fluorantè, pirè, benzo(a)antracè, crisè, benzo(b)fluorantè, benzo(k)fluorantè, benzo(a)pirè, dibenzo(a,h)antracè, benzo(ghi)perilè i indè(1,2,3-cd)pirè fent servir les tècniques següents: les mostres es varen liofilitzar durant 48 hores. Es va fer una extracció sòlid-líquid mitjançant Soxhlet amb una mescla d'acetona i hexà (1:1) durant 48 hores. Es va purificar la mostra amb Florisil® PR i coure pirogènic. Es va analitzar mitjançant cromatografia líquida d'alta resolució (HPLC) acoblada a un fluorímetre i a un detector de tipus PDA.

Tal com passa amb la resta de contaminants inclosos aquí, no hi ha límits establits per a les

concentracions màximes aconsellables d'aquests compostos en sediments, ni una línia de base de condicions prístines amb la qual poder comparar aquestes concentracions. Per tal d'establir un valor de tall per poder identificar les zones que en presenten més contaminació, s'ha seleccionat la suma de la mitjana i de la desviació estàndard de tots els punts de mostreig per al paràmetre estudiat.¹

RESULTATS

Hi ha sis hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH) inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües: antracè, fluorantè, benzo(a)pirè, benzo(b)fluorantè, benzo(ghi)perilè i benzo(k)fluorantè (figura 10), tots analitzats en aquest estudi. Els PAH en general també s'inclouen en aquesta llista.

La suma de les concentracions dels PAH inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües mostra tres estacions amb concentracions superiors al valor de tall, que ha estat de 20,13 µg/kg: cala Figuera, a Mallorca, amb una concentració de 62,18 µg/kg, seguida de cala Gamba, on se'n varen detectar 54,37 µg/kg, i del port de Maó, on se'n varen trobar 44,15 µg/kg (figura 11).

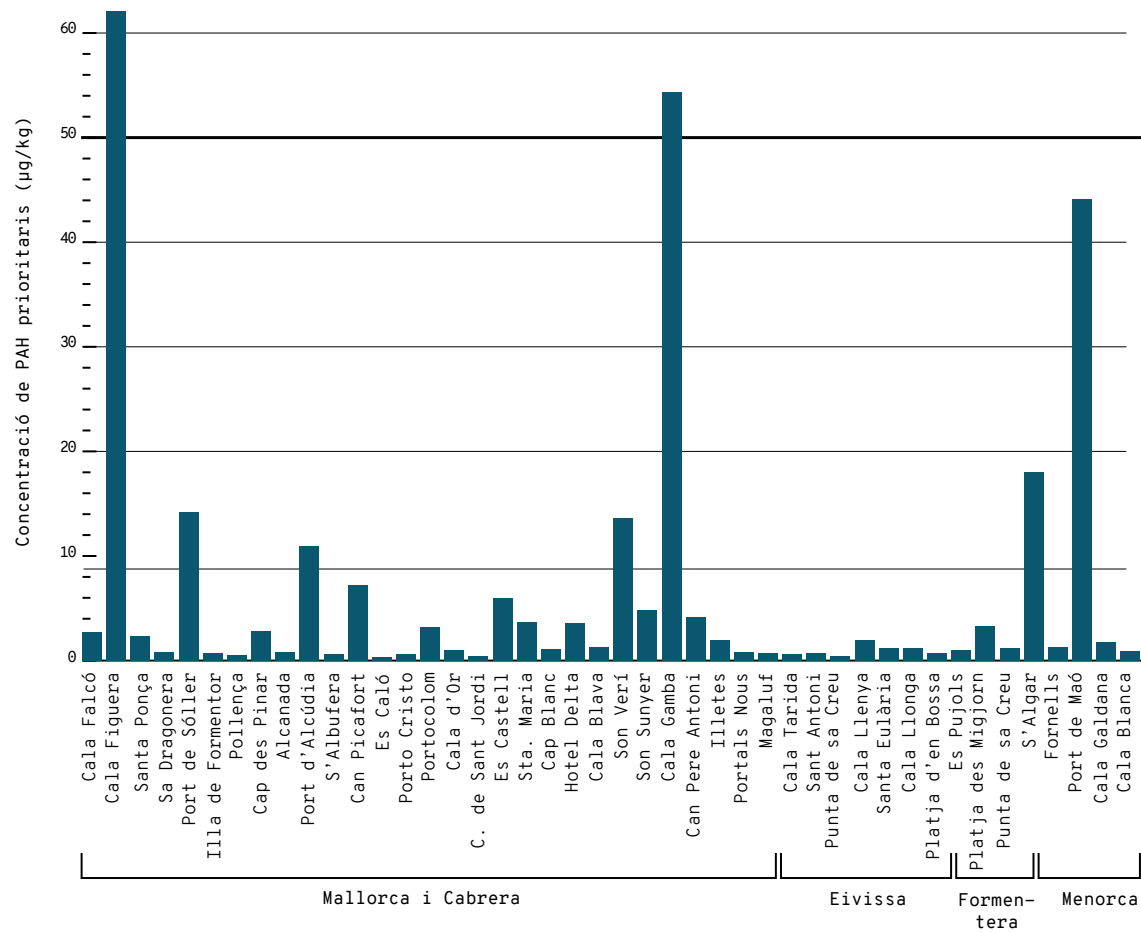


Figura 11. Suma de les concentracions d'hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH) inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (antracè, fluorantè, benzo(a)pirè, benzo(b)fluorantè, benzo(ghi)perilè i benzo(k)fluorantè) en sediments. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

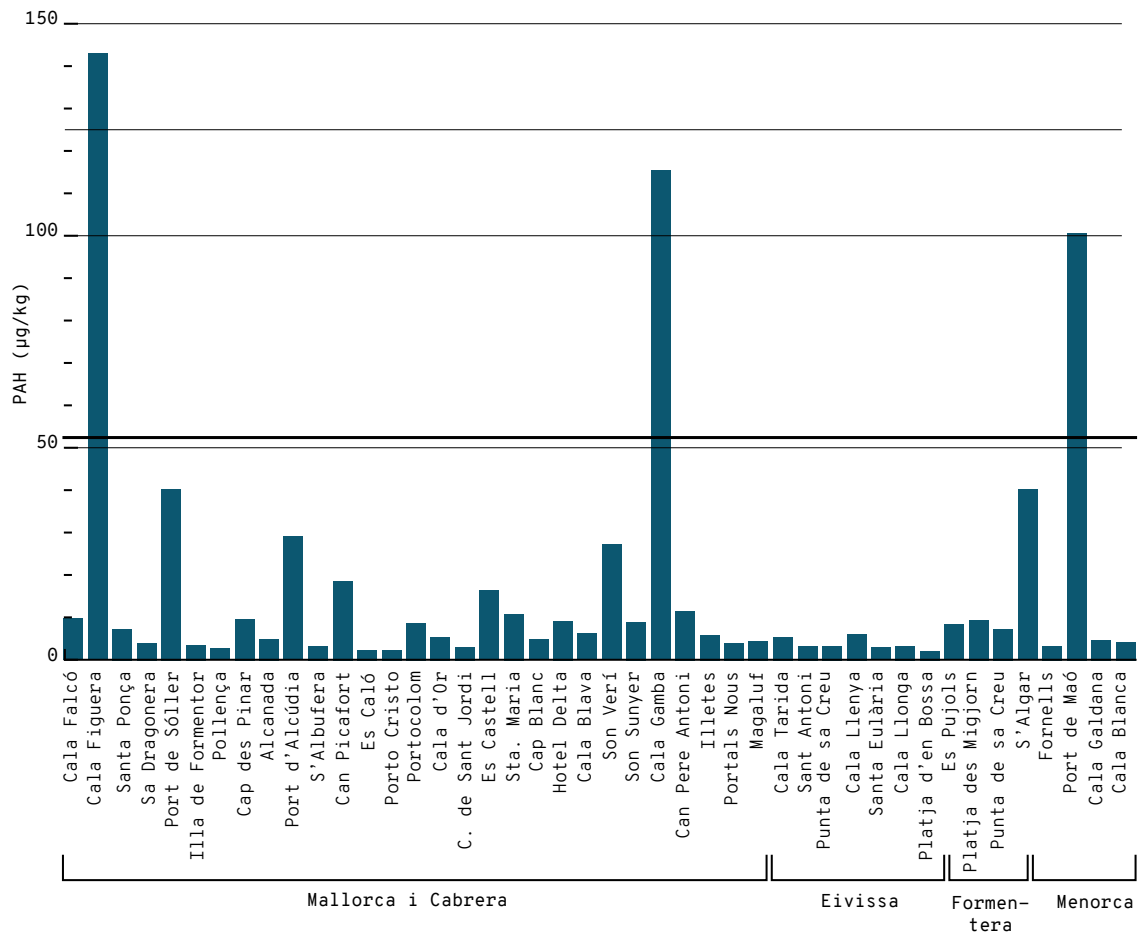


Figura 12. Suma de les concentracions de tots els hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH) mesurats en sediments. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

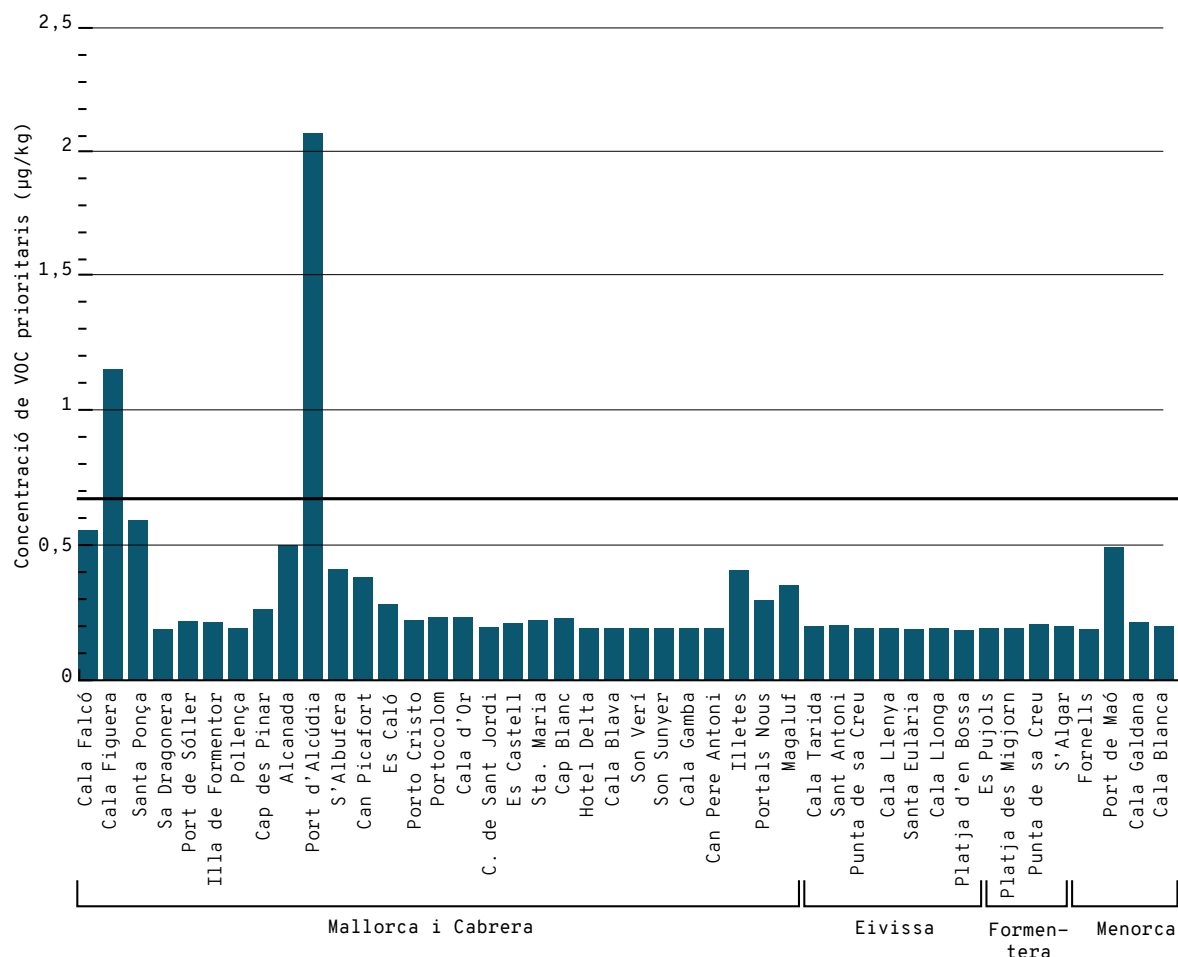


Figura 13. Suma de les concentracions de compostos orgànics volàtils (VOC) inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (benzè, 1,2-dicloroetà, naftalè, 1,2,4-triclorobenzè i cloroform) en sediments. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

El lloc on es va mesurar més contaminació per hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH) en sediments va ser cala Figuera, a Mallorca, amb una concentració de 143,15 µg/kg, seguida de cala Gamba, on se'n varen detectar 115,61 µg/kg, i del port de Maó, on se'n varen trobar 100,78 µg/kg. Aquests tres llocs de mostreig varen superar el valor de tall establert en 46,67 µg/kg (figura 12).

4. Concentració de compostos orgànics volàtils (VOC) en sediments

Els compostos orgànics volàtils (VOC en les seves sigles en anglès) són compostos orgànics que presenten una alta pressió de vapor a temperatura ambient ordinària. Els VOC són nombrosos, variats i omnipresents. Inclouen compostos químics naturals i també originats per activitats humanes. Alguns VOC són perillosos per a la salut humana o causen danys al medi ambient. Com que les concentracions solen ser baixes i els símptomes es desenvolupen lentament, és difícil investigar els VOC i els seus efectes.

METODOLOGIA

Es varen mesurar els compostos orgànics volàtils següents en sediments: cloroform, 1,2-dicloroetà,

benzè, tetraclorur de carboni, tricloroetilè, toluè, tetracloroetilè, clorobenzè, etilbenzè, p-xilè i m-xilè, o-xilè; 1,3-diclorobenzè, 1,4-diclorobenzè, 1,2-diclorobenzè, 1,3,5-triclorobenzè, 1,2,4-triclorobenzè, 1,2,3-triclorobenzè i naftalè fent servir les següents tècniques: les mostres es varen analitzar directament amb contacte amb aigua marina mitjançant un automostrejador aigua-sòlid acoblat a un cromatògraf de gasos amb detector de masses.

RESULTATS

Cinc dels compostos orgànics volàtils (VOC) analitzats estan inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües: benzè, 1,2-dicloroetà, naftalè, 1,2,4-triclorobenzè i cloroform. El valor de tall per a la suma d'aquests compostos ha estat de 0,66 µg/kg. Dos dels llocs de mostreig varen tenir concentracions d'aquests VOC superiors al valor de tall: el port d'Alcúdia, amb una concentració de 2,10 µg/kg, i cala Figuera, on es varen mesurar 1,19 µg/kg de VOC inclosos a la llista de substàncies prioritàries (figura 13).

La suma de tots els VOC mesurats durant l'estudi va tenir un valor de tall de 3,34 µg/kg. Els llocs de mostreig que varen presentar contaminació per VOC amb valors superiors al valor de tall varen ser

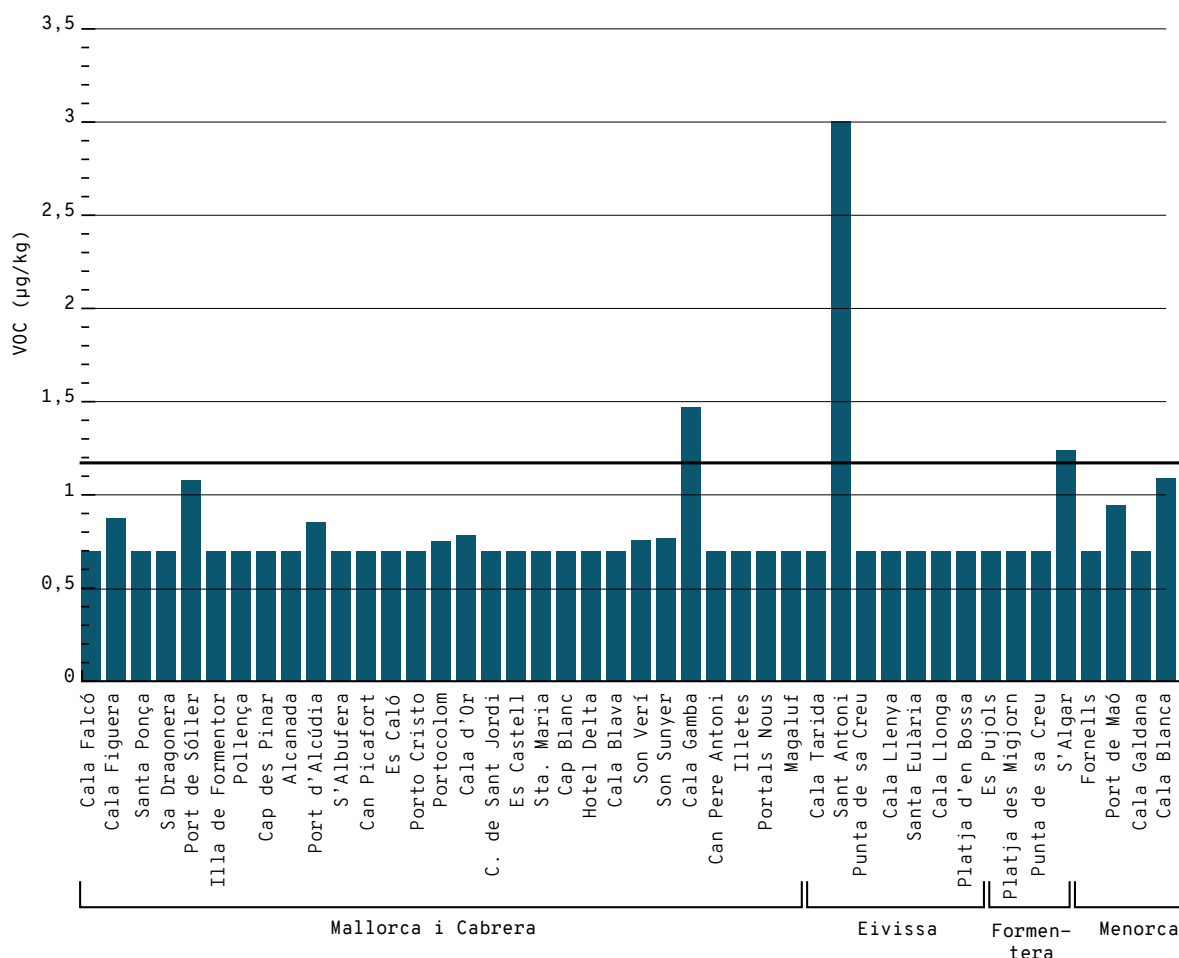


Figura 14. Suma de les concentracions de tots els compostos orgànics volàtils (VOC) mesurats en sediments. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

els mateixos que en varen presentar per la suma dels VOC inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües: cala Figuera, amb una concentració total de 10,94 µg/kg, i el port d'Alcúdia, amb 9,27 µg/kg (figura 14).

5. Concentració de pesticides organoclorats en sediments

Els pesticides organoclorats són uns plaguicides que varen ser àmpliament emprats en l'agricultura (com per exemple el DDT). Pertanyen a una família de compostos orgànics que contenen com a mínim un àtom de clor. Normalment són més densos que l'aigua, raó per la qual s'acumulen als sediments.

El seu ús ha estat dràsticament eliminat a la Unió Europea a causa de la seva elevada persistència en el medi ambient i pel fet que són bioacumulables en el greix dels animals.

METODOLOGIA

Es varen mesurar els pesticides organoclorats següents: hexaclorobutadiè, hexaclorobenzè, lindà, alaclor, aldrín, isodrin, 2,4-DDE, 4,4-DDE, dieldrina, 2,4-DDD, 4,4-DDD, 2,4-DDT i 4,4-DDT. Es varen fer servir les tècniques següents: les mostres es va-

ren liofilitzar durant 48 hores. Es va fer una extracció sòlid-líquid mitjançant Soxhlet amb una mescla d'acetona i hexà (1:1) durant 48 hores. Es va purificar la mostra amb Florisil® PR i coure pirogènic. Les mostres es varen analitzar mitjançant cromatografia de gasos (GC) acoblada a un detector de tipus ECD. Posteriorment es varen confirmar els compostos per cromatografia de gasos i espectrometria de masses (GC-MS).

RESULTATS

Tres dels pesticides organoclorats avaluats en aquest estudi estan inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües: alaclor, hexaclorobenzè i hexaclorobutadiè. El valor de tall per a aquestes substàncies prioritàries va ser de 0,24 µg/kg. Una única localització ha superat aquest valor de tall: cala Blanca, a Menorca, on se'n va mesurar una concentració de 0,70 µg/kg (figura 15).

Si es consideren tots els compostos de pesticides organoclorats mesurats a l'estudi, el valor de tall és d'1,17 µg/kg. La concentració més elevada de pesticides organoclorats es va mesurar a Sant Antoni (Eivissa), on se'n va estimar una concentració de 2,96 µg/kg, seguit de cala Blanca (Menorca), amb 1,59 µg/kg; de cala Gamba (Mallorca), amb 1,42 µg/kg i, finalment, de s'Algar (Menorca), amb

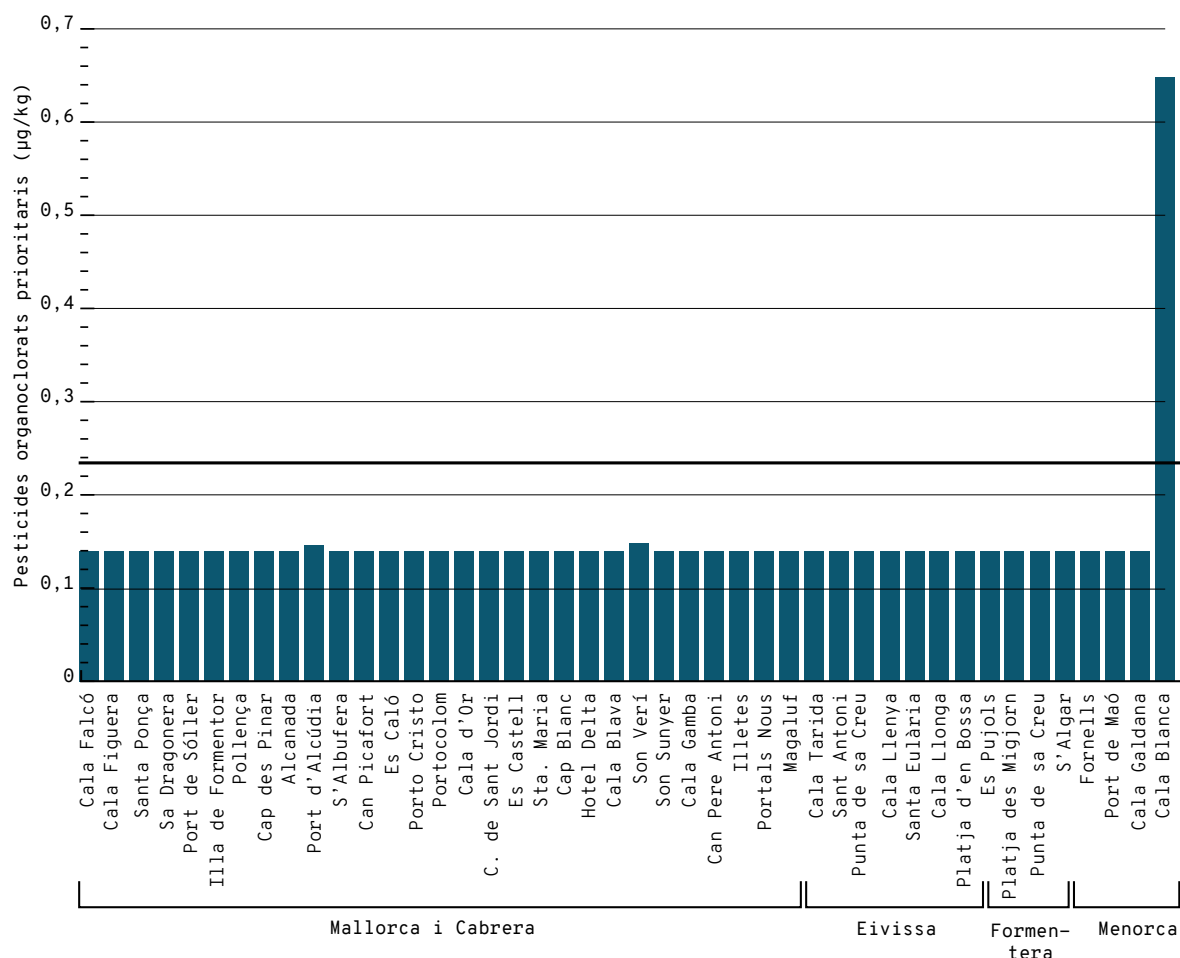


Figura 15. Suma de les concentracions de pesticides organoclorats inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (alaclor, hexaclorobenzè i hexaclorobutadiè) en sediments. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

1,19 µg/kg (figura 16). Aquests tres llocs de mostreig varen superar el valor de tall i es poden considerar contaminats per pesticides organoclorats.

CONCLUSIONS

- Els metalls pesants tendeixen a acumular-se als sediments marins i es poden bioacumular i amplificar a la cadena tròfica. D'aquesta manera, els predadors en reben dosis més grans, que poden ser perjudicials per a la salut humana.
- Hi ha quatre metalls pesants inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües: cadmi (Cd), níquel (Ni), plom (Pb) i mercuri (Hg), pels seus possibles efectes negatius sobre els organismes marins i la salut humana.
- Tant els metalls pesants com altres contaminants orgànics ocorren de forma natural en el medi ambient i calen valors de línia de base per poder determinar si la seva concentració és natural o deguda a activitats humanes. No disposam d'aquestes línies de base a les Balears, per això s'han d'emprar valors de tall basats en les concentracions mesurades. Aquí empram la suma de la mitjana més la desviació estàndard com a valor de tall.
- El valor de tall del cadmi l'any 2009 va ser de 0,13 mg/kg, mentre que l'any 2005 va ser molt superior: va arribar a 0,21 mg/kg. Les zones que en varen presentar més contaminació l'any 2009 varen ser Magaluf, a Mallorca; cala Tarida, Sant Antoni i la punta de sa Creu, a Eivissa, i s'Algar, a Menorca. L'any 2005, 11 dels 76 punts de mostreig varen mostrar contaminació per cadmi: 4 a Mallorca, 5 a Menorca (2 dins la badia de Fornells i 3 dins el port de Maó) i 2 a Eivissa: a cala de Sant Vicenç i a ses Roquetes.
- El valor de tall del níquel als llocs d'estudi va ser de 10,91 mg/kg. Les zones amb més concentració de níquel varen ser els ports de Sóller i d'Alcúdia i la Colònia de Sant Jordi a Mallorca, i el port de Maó a Menorca.
- El plom és un metall molt tòxic per a la salut humana. El valor de tall trobat als llocs d'estudi l'any 2009 va ser de 19,45 mg/kg, mentre que l'any 2005 va ser de 19,71 mg/kg. Les zones amb més contaminació per plom l'any 2009 varen ser el port de Sóller, es Castell (Cabreria), Santa Eulària i el port de Maó. L'any 2005, les zones més contaminades per plom varen ser la badia de Fornells i el port de Maó, a Menorca, i ses Roquetes a Eivissa.

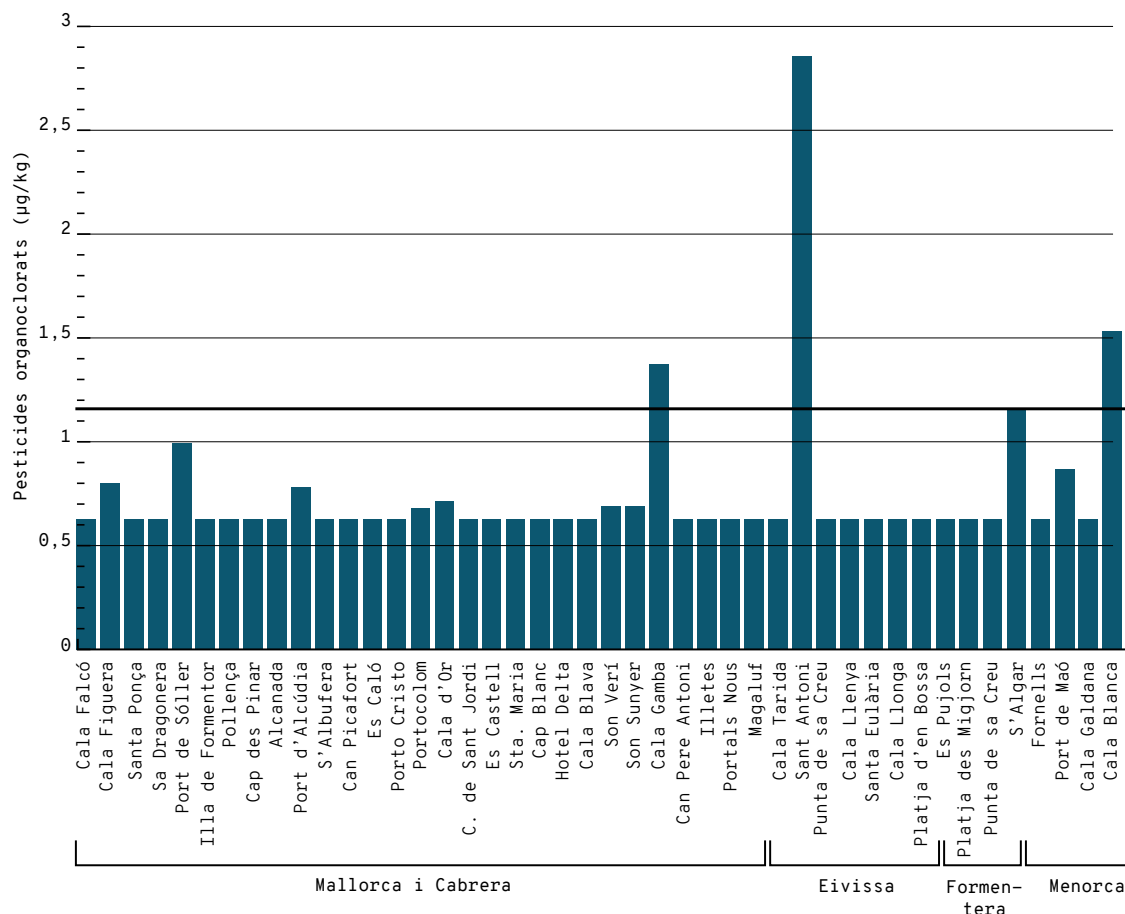


Figura 16. Suma de les concentracions de tots els pesticides organoclorats mesurats en sediments. FONT: Albertí i col·laboradors.¹

- El mercuri també té efectes nocius sobre la salut humana. El valor de tall per a les mostres analitzades l'any 2009 va ser de 0,10 mg/kg, mentre que l'any 2005 va ser de 0,08 mg/kg. On es va trobar més contaminació per mercuri l'any 2009 va ser al port de Maó, amb valors de 0,43 mg/kg. També se'n va superar el valor de tall a cala Llenya i a Santa Eulària, a Eivissa. L'any 2005, 5 dels 76 punts de mostratge varen mostrar contaminació per mercuri: 2 dins la badia de Fornells i 2 dins el port de Maó, a Menorca i 1 a Eivissa, a ses Roquetes.
- La suma de les concentracions dels quatre metalls pesants inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües (Cd, Ni, Pb i Hg) ha tengut un valor de tall de 29,53 mg/kg. Els llocs més contaminats, que superen aquest valor, han estat els ports de Sóller i de Maó, Santa Eulària i es Castell (Cabrera).
- La suma de les concentracions de tots els metalls mesurats (alumini [Al], coure [Cu], crom [Cr], ferro [Fe], níquel [Ni], zinc [Zn], arsènic [As], cadmi [Cd], plom [Pb], vanadi [V] i mercuri [Hg]) ha resultat en un valor de tall de 13.087,6 mg/kg. Dues localitzacions han superat aquest valor de tall: els ports de Sóller i de Maó, cosa que mostra que són les zones més contaminades per metalls pesants.
- Si només es tenen en compte els resultats provinents de l'estudi elaborat l'any 2009, les zones més contaminades per metalls pesants són els ports de Sóller i de Maó. Quan també es consideren els resultats de l'estudi de l'any 2005, es veu que la badia de Fornells i ses Roquetes també estan altament contaminades per metalls pesants.
- A dos dels llocs d'estudi es varen trobar concentracions de PCB més grans que el valor de tall: Sant Antoni (Eivissa) i s'Algar (Menorca).
- Hi ha tres llocs on s'ha detectat contaminació per hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH), tant per la suma de les concentracions dels PAH inclosos a la llista de substàncies prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües com per la suma de tots els PAH analitzats: cala Figuera, cala Gamba i el port de Maó.
- Dos dels punts de mostreig varen mostrar contaminació per compostos orgànics volàtils

(VOC): cala Figuera i el port d'Alcúdia, tots dos a Mallorca.

prioritàries en l'àmbit de la política d'aigües.

→ Es detecta contaminació per pesticides organoclorats a Sant Antoni (Eivissa), cala Blanca (Menorca), cala Gamba (Mallorca) i s'Algar (Menorca) quan es considera la suma de tots els pesticides organoclorats mesurats a l'estudi; i al port d'Alcúdia quan només es consideren els compostos inclosos a la llista de substàncies

→ Les dades que es tenen de contaminants en sediments a les Illes Balears provenen d'un únic estudi realitzat l'any 2009 i, en el cas d'alguns dels metalls, d'un estudi addicional de l'any 2005 i poden haver variat amb el pas del temps. Seria recomanable actualitzar aquestes dades amb estudis nous per avaluar l'evolució de les concentracions de contaminants en sediments.

REFERÈNCIES

- ¹ ALBERTÍ, S. *et al.* (2010). «Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11)». Palma: Direcció General de Recursos Hídrics. Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental.
- ² FERGUSSON, J. E. (1990). *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*. Oxford: Pergamon Press.
- ³ WARREN, L. J. (1981). «Contamination of sediments by lead, zinc and cadmium: A review». *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical*, 2, 401-436.
- ⁴ TRANCHINA, L. *et al.* (2008). «Distribution of Heavy Metals in Marine Sediments of Palermo Gulf (Sicily, Italy)». *Water Air and Soil Pollution*, 191, 245-256. DOI: 10.1007/s11270-008-9621-3.
- ⁵ CLARK, R. B. (2001). *Marine Pollution*. 5a ed. Oxford: Oxford University Press.
- ⁶ TCHOUNWOU, P. B. *et al.* (2012). *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology. Volum 3, Environmental Toxicology*. Berlín: Andreas Luch; Springer Basel AG, 133-164.
- ⁷ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ⁸ RATHOR, G.; CHOPRA, N.; ADHIKAR, T. (2014). «Nickel as a Pollutant and its Management». *International Research Journal of Environment Sciences*, 3, 94-98.
- ⁹ AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR) (1999). «Toxicological profile for Lead. (Draft for Public Comment)». Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- ¹⁰ TCHOUNWOU, P. B. *et al.* (2003). «Environmental exposure to mercury and its toxicopathologic implications for public health». *Environmental Toxicology*, 18, 149-175. DOI: 10.1002/tox.10116.
- ¹¹ BREIVIK, K. *et al.* (2016). «Tracking the Global Distribution of Persistent Organic Pollutants Accounting for E-Waste Exports to Developing Regions». *Environmental Science & Technology*, 50, 798-805. DOI: 10.1021/acs.est.5b04226.
- ¹² BREIVIK, K. *et al.* (2002). «Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach: 1. Global production and consumption». *Science of the Total Environment*, 290, 181-198. DOI: 10.1016/S0048-9697(01)01075-0.
- ¹³ BREIVIK, K. *et al.* (2007). «Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach: 3. An update». *Science of the Total Environment*, 377, 296-307. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.02.026.
- ¹⁴ HARITASH, A. K.; KAUSHIK, C. P. (2009). «Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): A review». *Journal of Hazardous Materials*, 169, 1-15. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.03.137.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARTINO, S.; ALBERTÍ, S.; MARTORELL, G.; PABLO, J.; CIFRE, J.; GONZÁLEZ, J. F.; CABRA, M.; CARDONA, J. M.; GARCÍA, T.; TOUS, E.; VIDAL, M. (2020) «Contaminants a sediments». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalea.org/ca/pressions/imb-contaminants-sediments-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Ivan Murray i Macià Blázquez.

Indicador de pressió humana (IPH) de les Illes Balears

L'indicador de pressió humana (IPH) estima la càrrega demogràfica real que suporta un territori en un període determinat. Pretén complementar la informació que es desprèn de les xifres oficials de població. En aquest sentit, es diferencia dels resultats obtinguts tant dels censos demogràfics com del padró municipal o les estimacions de població actual publicades per l'INE, unes operacions que se centren únicament en la població resident. A més a més, ateses les fonts estadístiques en què es basa el càlcul de l'IPH, la desagregació temporal de l'IPH és diària.

En una comunitat essencialment turística, on el nombre de persones presents es diferencia significativament de la població resident, el coneixement de la càrrega demogràfica real pot ajudar a aconseguir una correcta planificació i gestió dels recursos i dels residus produïts per la població.

FREQÜÈNCIA I ÀMBIT

L'indicador de pressió humana (IPH) desenvolupat per l'Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBES-TAT) recull la càrrega demogràfica real que suporta diàriament cada una de les illes que integren l'arxipèlag. Per a l'any en curs, es publica una sèrie d'avanç amb freqüència diària.

METODOLOGIA

L'indicador de pressió humana (IPH) es calcula mitjançant la suma de les estimacions diàries de la població resident i la població estacional. Això es fa anualment a partir de la població empadronada l'1 de gener de cada any, a la qual se sumen les entrades i sortides de passatgers a través dels ports i aeroports. Aquestes dades

obtingudes s'ajusten posteriorment mitjançant l'aplicació d'un factor de correcció per a cada any que es distribueix proporcionalment en funció del pes corresponent de l'indicador diari de pressió humana de cada dia de l'any. Això es fa per tal de compensar el creixement vegetatiu i les mancances en els registres de passatgers. Així, l'estimació definitiva de la població estacional diària incorpora dues correccions que requereixen informació de caràcter anual, fet que intervé sobre el flux net de passatgers i que influeix sobre la població estacional a 31 de desembre. Així, les estimacions de població estacional de l'any en curs s'han de considerar sempre com un avanç, perquè no es disposa de la informació total de l'any i, per tant, no es poden fer les correccions pertinents.^{1, 2}

En el cas d'Eivissa i Formentera, el registre de les arribades i sortides de passatgers entre les dues illes no es fa diàriament, sinó periòdicament, per això s'ha procedit —per manca de coherència de les dades mensuals— a distribuir els passatgers anuals entre la proporció dels passatgers entrants i sortints diaris al llarg de l'any a Eivissa, sense considerar les entrades i sortides a Formentera i des de Formentera.

QUÈ ÉS?

L'IPH (Indicador de Pressió Humana) pretén donar a conèixer la població real que, diàriament, hi ha a les Illes Balears.

METODOLOGIA

El càlcul de l'IPH es fa anualment a partir de la població empadronada més les entrades i sortides de passatgers a través dels ports i aeroports.

RESULTATS

El nombre màxim de persones que hi ha hagut a les Illes Balears en un mateix dia és de 2.071.124 persones. Per a l'illa de Mallorca, és de 1.473.873 persones; per a Menorca, de 224.486, i per a les Pitiüses, de 376.938. Tots aquests valors s'han registrat el mes d'agost de 2017.

Des de l'any 1997 s'observa una tendència d'augment de població, tant resident com visitant, equivalent a 56,5 persones al dia per a totes les Balears, i de 41,0 per a Mallorca; 3,0 per a Menorca i 12,4 per a les Pitiüses.

PER QUÈ?

Ens indica la població real cada dia de l'any.

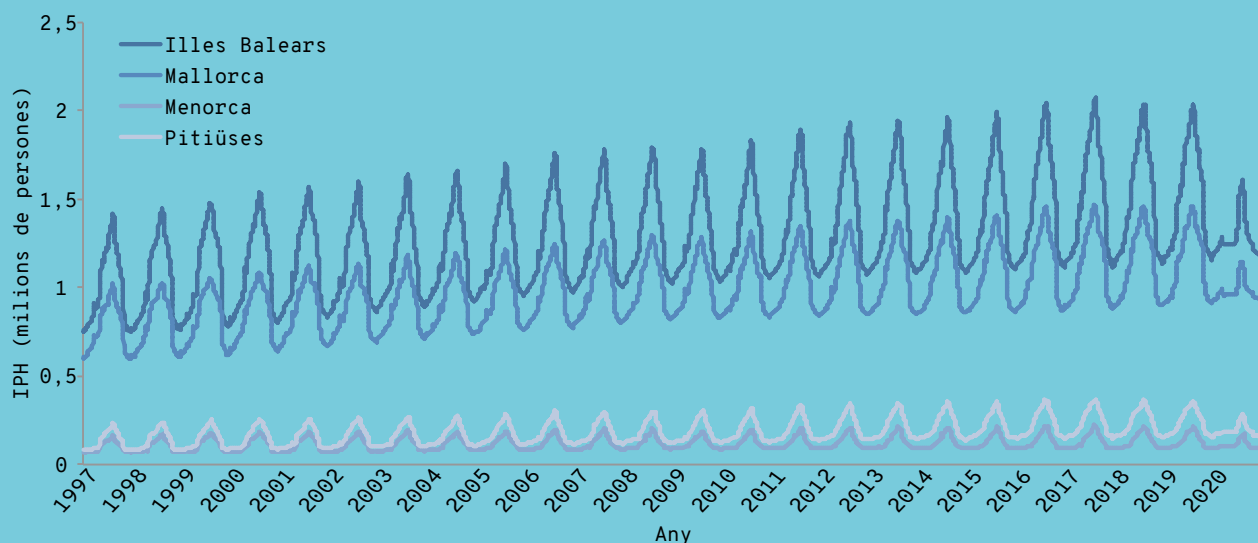
Dona una idea de la pressió humana a la qual estan sotmeses les Illes Balears.

LOCALITZACIÓ



En el cas de l'IPH mitjà, l'augment és de 20.367 persones anuals per a totes les Illes Balears, mentre que per a l'illa de Mallorca és de 17.493; per a Menorca, de 1.703, i per a les Pitiüses, de 5.586.

L'IPH de l'any 2020 ha estat molt diferent al de la resta d'anys a causa de la crisi social i sanitària provocada per la COVID-19. Els mesos de gener, febrer, mitjan març i desembre varen tenir un IPH superior al dels anys anteriors. A partir de la segona quinzena de març disminueix i es manté estable, sense seguir la corba de creixement típica dels altres anys, a causa de les mesures aplicades per controlar els contagis de COVID-19 (confinament).



Evolució de l'indicador de pressió humana diària (IPH) a les Illes Balears des de l'1 de gener del 1997 fins al 31 de desembre del 2020. FONT: IBESTAT.

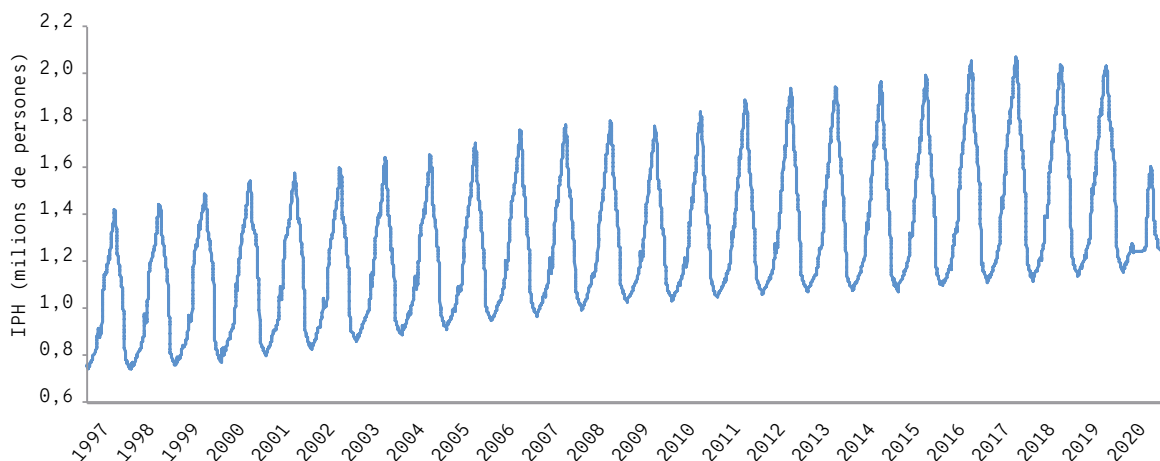


Figura 1. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2020. Les dades de l'any 2019 són provisionals i les del 2020 són un avanç, mentre que la resta són definitives. La línia sòlida representa la regressió lineal ($R^2 = 0,23$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

Les dades de l'IPH provenen de l'Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT).

FONTS DE L'IBESTAT:

- Arribades i sortides diàries de passatgers d'aeroports. Font: Aeroport de Son Sant Joan, Aeroport de Maó i Aeroport d'Eivissa (AENA, Ministeri de Foment).
- Arribades i sortides diàries de passatgers als ports de competència estatal. Font: Explotació pròpia de l'IBESTAT a partir de dades de Ports de l'Estat (Ministeri de Foment).
- Arribades i sortides diàries de passatgers als ports de competència autonòmica. Font: Ports de les Illes Balears (Conselleria d'Habitatge i Obres Públiques).
- Estimacions de població actual i projeccions de població a curt termini. Font: Institut Nacional d'Estadística (INE) i IBESTAT.

- Es pot trobar una descripció més detallada de la metodologia a l'enllaç següent de la pàgina web de l'IBESTAT:

https://ibestat.caib.es/ibfiles/content/files/IPH_VWF_esp.pdf.

Per analitzar les tendències temporals s'han emprat regressions lineals de mínims quadrats, en què R^2 és el coeficient de determinació de l'ajustament de la recta i representa la proporció de variació de resultats que explica l'ajustament de la recta (un R^2 de 0,80 indicaria que la recta explica el 80 % dels resultats); p-valor indica la significança de la regressió (valors inferiors a 0,05 indiquen que la regressió és significativa i que la variable X explica els canvis en la variable Y).

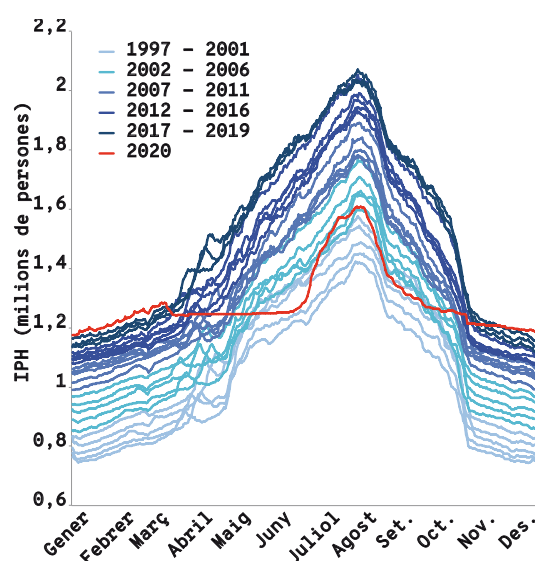


Figura 2. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2020 per al conjunt de les Illes Balears. L'eix X mostra els mesos de l'any. FONT: IBESTAT.¹

RESULTATS

Illes Balears

S'observa una clara tendència a l'alça de l'IPH per al conjunt de les Illes Balears, mostrant que la càrrega demogràfica que suporten augmenta any rere any fins al 2020, quan disminueix a causa de la crisi sanitària provocada per la COVID-19 (figures 1 i 2).

Per a totes les dades diàries es pot veure un augment de la pressió humana suportada per les Illes de 56,5 persones diàries ($R^2 = 0,23$; $p < 0,0001$) entre els anys 1997 i 2020 (figura 1).

L'any 2020 s'observa una disminució del nombre màxim de persones que són al territori balear a causa de la crisi sanitària provocada per la COVID-19 (figures 1 i 2).

Si s'observen els canvis per a cada dia de l'any dels diferents anys (figura 2) es veu que per a la immen-

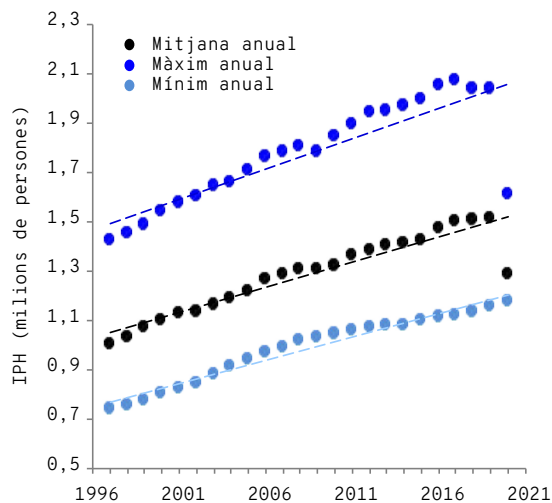


Figura 3. Mitjana anual (punts negres), màxim anual (blau fosc) i mínim anual (blau clar) de l'indicador de pressió humana (IPH) de les Illes Balears per als anys 1997-2020. Les línies discontinuïtes representen la regressió lineal mitjançant mínims quadrats. Mitjana ($R^2 = 0,88$; $p < 0,0001$), màxim ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$), mínim ($R^2 = 0,96$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

sa majoria dels dies de l'any, l'IPH augmenta cada any llevat del 2020, on es veuen les conseqüències de la crisi provocada per la COVID-19. Els primers mesos del 2020 l'IPH és superior al de tots els anys anteriors (des de gener fins a mitjan març) fins al moment en què es van implantar les mesures per controlar la COVID-19 (confinament), quan va caure abruptament. El mes de desembre, l'IPH també va superar el dels anys anteriors. Cal recordar que aquestes dades són un avanç i poden sofrir canvis en disposar de les dades definitives. S'observa també la variabilitat deguda al canvi de dia de les vacances de Setmana Santa (figura 2).

Quant al nombre màxim de persones que són al mateix temps a les Illes Balears, també es veu una tendència a l'alça. El màxim anual de l'IPH ha variat entre 1.423.380 i 2.071.124, ambdues dades registrades els dies 7 i 9 d'agost dels anys 1997 i 2017, respectivament (taula 1). Aquest nombre màxim de

persones que són al mateix temps a les Illes augmenta en 24.668 persones per any ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$) (figura 3). Els únics anys que tenen un màxim anual de l'IPH inferior al de l'any anterior són 2009, 2018, 2019 i 2020. La reducció en el màxim de l'IPH de 2009 respecte al de 2008 podria ser causada per la crisi econòmica patida aquells anys. A partir de l'any 2017 pareix que s'estabilitzen tant el nombre màxim com el mínim, així com la mitjana de persones que estan alhora en territori balear. L'any 2020 el màxim anual ha estat molt baix, comparable als nivells de l'any 2002. Aquesta reducció dràstica és resultat de la crisi sanitària provocada per la COVID-19.

La mitjana anual de l'IPH en el període 1997-2020 va variar entre 1.004.680 persones l'any 1997 i 1.514.068 l'any 2019. Aquesta mitjana ha anat augmentant en 20.367 persones l'any ($R^2 = 0,88$; $p < 0,0001$) (figura 3).

El mínim anual de l'indicador de pressió humana ha variat entre 743.835 persones registrades el 18 de desembre de 1997 i 1.175.389 persones el 3 de gener de 2020. El mínim anual de l'IPH ha anat augmentant en 18.892 persones l'any ($R^2 = 0,96$; $p < 0,0001$) (figura 3).

Si les dades de l'IPH s'estandarditzen per la superfície de totes les Illes, el màxim nombre de persones per quilòmetre quadrat que han estat presents alhora a les Illes Balears ha estat de 416,6 persones/km² registrades l'any 2017. La mitjana anual de persones per quilòmetre quadrat a les Illes Balears ha variat entre 202,1 i 304,6 persones/km², registrades els anys 1997 i 2019 respectivament. La mínima pressió humana anual per unitat de superfície durant els 24 anys d'estudi ha variat entre 149,6 i 225,1 persones/km², registrades els anys 1997 i 2020 respectivament (figura 4).

L'augment del màxim anual de l'IPH ha estat més accentuat que l'augment de la mitjana o el mínim anual (figura 3). Això mostra que l'augment de la població visitant és més gran que l'augment de població resident.

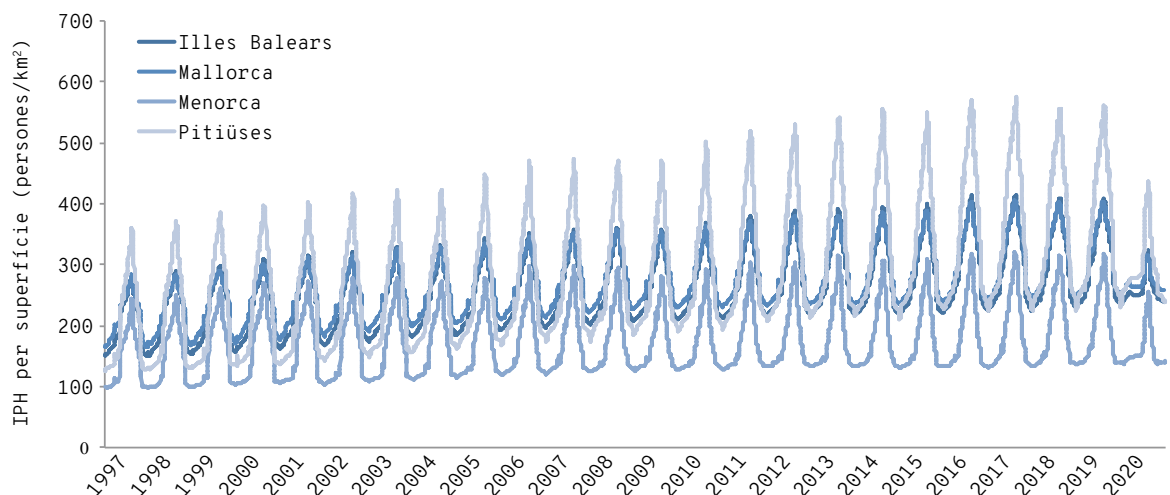


Figura 4. Indicador de pressió humana (IPH) estandarditzat per unitat de superfície en persones per quilòmetre quadrat entre els anys 1997 i 2020. FONT: IBESTAT.¹

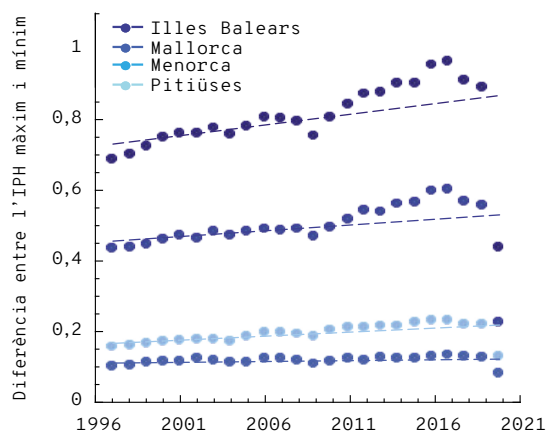


Figura 5. Diferència entre l'IPH màxim i mínim anual al llarg del temps. Les línies discontinües representen la regressió lineal mitjançant mínims quadrats. A totes les Illes Balears ($R^2 = 0,22$; $p < 0,03$); a Mallorca ($R^2 = 0,1$; $p > 0,05$); a Menorca ($R^2 = 0,1$; $p > 0,05$) i a les Pitiüses ($R^2 = 0,38$; $p < 0,002$). FONT: IBESTAT.¹

Si s'observa la diferència entre els valors màxims anuals i els valors mínims anuals de l'IPH, s'aprecia una tendència a l'alça (figura 5), cosa que indica que la població visitant ha anat augmentant al llarg del temps respecte de la població resident. Aquest augment en la diferència entre l'IPH màxim i mínim al llarg del temps també mostra una gran estacionalitat.

La ràtio entre l'IPH mínim i el màxim pot servir d'indicador de la saturació a la qual estan sotmeses les Illes. Serviria com a indicador del nombre de persones no residents que hi hauria per cada habitant. Aquesta ràtio mostra els valors més alts per a les Pitiüses, i indica que són les illes amb més pressió demogràfica i més proporció de població no resident (figura 6), amb una mitjana de 2,7 persones no residents per cada resident en el període comprès entre 1997 i 2020. La segona ràtio més gran entre l'IPH màxim i mínim es donaria a Menorca, amb una mitjana de 2,4 no residents per cada resident per al mateix període. Mallorca seria l'illa que presentaria una ràtio més petita en-

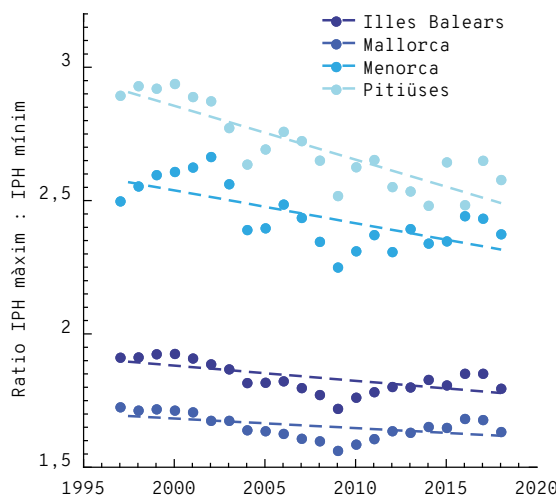


Figura 6. Ràtio dels IPH màxim i mínim anuals al llarg del temps. Les línies discontinües representen la regressió lineal mitjançant mínims quadrats. A totes les Illes Balears ($R^2 = 0,41$; $p < 0,0015$); a Mallorca ($R^2 = 0,26$; $p < 0,015$); a Menorca ($R^2 = 0,47$; $p < 0,0005$), i a les Pitiüses ($R^2 = 0,75$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

tre l'IPH màxim i mínim, amb una mitjana d'1,6 no residents per cada resident en els 24 anys d'estudi.

Aquesta ràtio entre l'IPH màxim i mínim ha disminuït al llarg del temps (figura 6), amb una disminució més accentuada en el cas de les Pitiüses i l'illa de Menorca. Aquesta disminució al llarg del temps indica que malgrat que segueixin amb una gran estacionalitat, la població resident augmenta any rere any, cosa que situa les Illes Balears com una de les principals potències demogràfiques de l'Estat espanyol. També podria indicar un augment de l'afluència de visitants durant els mesos d'hivern.

Mallorca

L'illa de Mallorca presenta, igual que totes les Illes Balears, un IPH amb una clara tendència a l'alça, amb la càrrega demogràfica que suporta que augmenta any rere any fins al 2020, quan hi ha una disminució abrupta causada per la crisi sanitària provocada per la COVID-19 (figures 7 i 8).

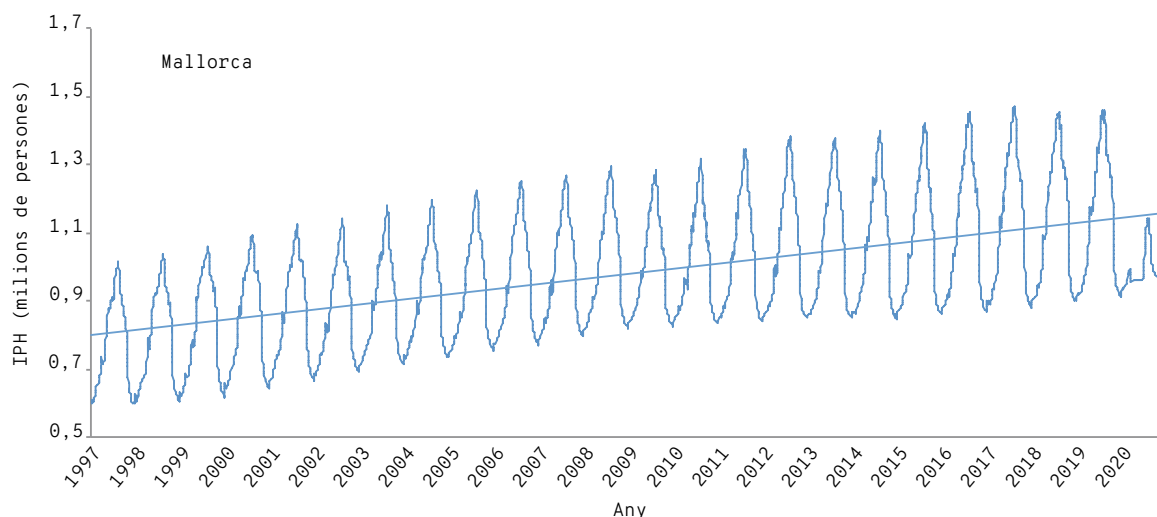


Figura 7. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2020 per a l'illa de Mallorca. Les dades de l'any 2019 són provisionals, les del 2020 són un avanç, mentre que la resta són definitives. La línia sòlida representa la regressió lineal ($R^2 = 0,28$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

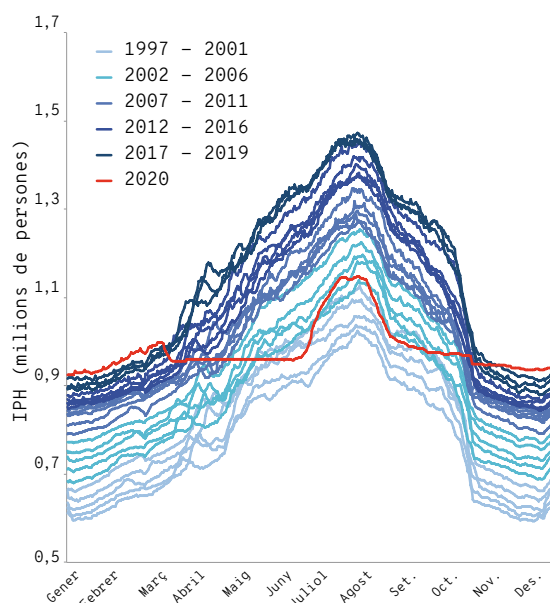


Figura 8. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2020 per a l'illa de Mallorca. L'eix X mostra els mesos de l'any. FONT: IBESTAT.¹

Per al conjunt de dades diàries s'observa un augment de la pressió humana suportada per l'illa de Mallorca de 41 persones diàries ($R^2 = 0,28$; $p < 0,0001$) (figura 7).

A partir de l'any 2017 hi ha una estabilització del nombre màxim de persones que són alhora a l'illa de Mallorca. L'any 2020 aquest nombre cau dràsticament fins als valors mitjans de l'any 2019 a causa de la crisi sanitària provocada per la COVID-19.

Els canvis per a cada dia de l'any dels diferents anys (figura 8) mostren que la immensa majoria dels dies de l'any l'IPH va augmentant en anys successius —llevat del 2020. Entorn del mes d'abril s'observa un pic amb una certa variabilitat diària, que es deu al canvi de dates de les vacances de Setmana Santa (figura 8).

La mitjana anual de l'IPH per a l'illa de Mallorca mostra una clara tendència a l'alça al llarg dels anys fins al 2020 (figura 9). Aquesta mitjana ha augmentat en 14.829 persones anuals en el període comprès entre l'1 de gener de 1997 i el 31 de desembre de 2020 ($R^2 = 0,87$; $p < 0,0001$).

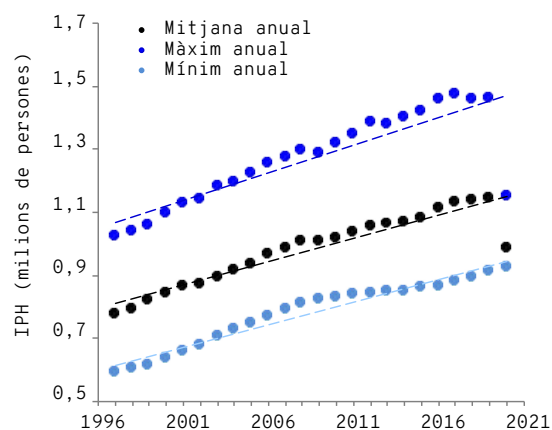


Figura 9. Mitjana anual (punts negres), màxim anual (blau fosc) i mínim anual (blau clar) de l'indicador de pressió humana (IPH) de l'illa de Mallorca per al període comprès entre els anys 1997 i 2020. Les línies sòlides representen la regressió lineal mitjançant mínims quadrats. Mitjana ($R^2 = 0,87$; $p < 0,0001$), màxim ($R^2 = 0,73$; $p < 0,0001$), mínim ($R^2 = 0,93$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

El màxim anual de l'IPH a l'illa de Mallorca ha variat entre 1.023.769 i 1.473.873 persones registrades el 7 d'agost de l'any 1997 i el 8 d'agost de 2017 respectivament (taula 1). Aquest màxim anual ha augmentat a un ritme de 17.493 persones l'any entre els anys 1997 i 2020. El màxim anual de l'any 2017 ha estat més gran que el dels anys posteriors (figura 9). Sembla que a partir de l'any 2017 hi ha una estabilització del nombre màxim de persones que estan alhora a l'illa de Mallorca. Com a totes les Illes Balears, a l'illa de Mallorca el màxim anual s'ha incrementat a un ritme més gran que la mitjana o el mínim anuals, cosa que indica que el turisme creix a més velocitat que la població resident (taula 2).

El mínim anual de l'IPH a l'illa de Mallorca ha variat entre 592.537 i 925.032, dades registrades els dies 18 de desembre de 1997 i el 3 de gener de 2020, respectivament. Aquest mínim anual ha augmentat en 14.205 persones l'any els darrers 24 anys.

Taula 2. Resultats de les relacions lineals temporals per al conjunt de les dades, les mitjanes, els màxims i els mínims al llarg del temps. FONT: IBESTAT.¹

| | ILLES BALEARS | MALLORCA | MENORCA | PITIÜSES |
|--|---------------|----------|----------|----------|
| Conjunt de dades | | | | |
| (augment diari del nombre de persones) | 56,5 | 41,0 | 3,0 | 12,4 |
| R^2 | 0,23 | 0,28 | 0,04 | 0,21 |
| p | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Mitjana | | | | |
| (augment anual de persones) | 20.367 | 14.829 | 1.069 | 4.452 |
| R^2 | 0,88 | 0,87 | 0,72 | 0,90 |
| p | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Màxim | | | | |
| (augment anual de persones) | 24.668 | 17.493 | 1.703 | 5.586 |
| R^2 | 0,73 | 0,73 | 0,56 | 0,77 |
| p | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |
| Mínim | | | | |
| (augment anual de persones) | 18.892 | 14.205 | 1.244 | 3.328 |
| R^2 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,98 |
| p | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 |

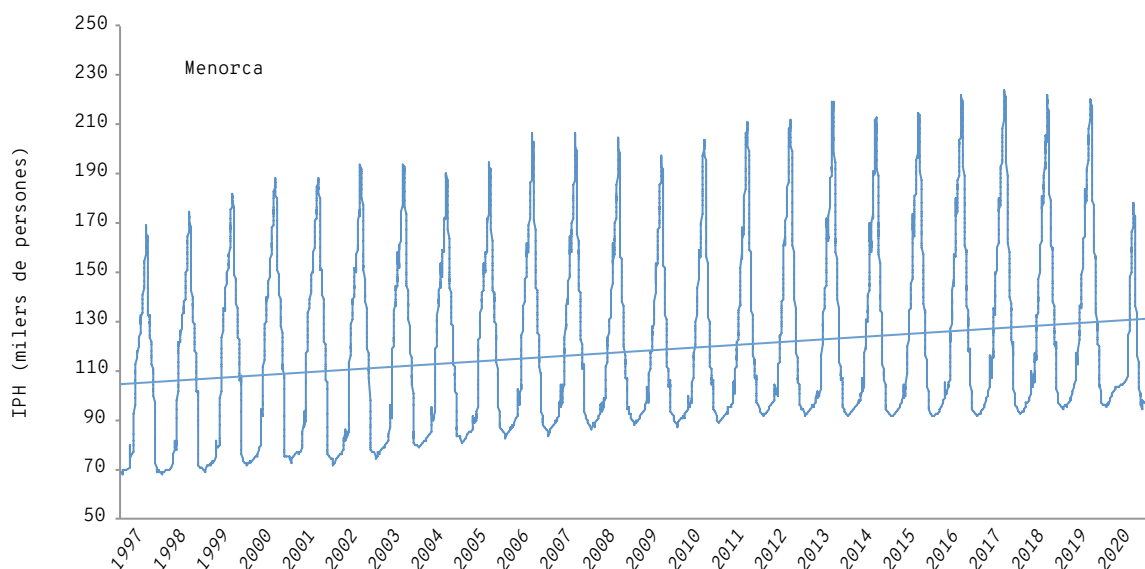


Figura 10. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2018 per a l'illa de Menorca. Les dades de l'any 2019 són provisionals, les de 2020 són un avanç, mentre que la resta són definitives. La línia sòlida representa la regressió lineal ($R^2 = 0,05$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

Taula 1. Comparativa dels valors màxims de l'indicador de pressió humana (IPH) per al conjunt de les Illes Balears i per a cada illa amb el dia que es va assolir. FONT: IBESTAT.¹

| LLOC | IPH MÀXIM | DIA |
|---------------|-----------|----------|
| Illes Balears | 2.071.124 | 09/08/17 |
| Mallorca | 1.473.873 | 08/08/17 |
| Menorca | 224.486 | 12/08/17 |
| Pitiüses | 376.938 | 09/08/17 |

Si estandarditzam les dades anuals de l'IPH per la superfície de l'illa de Mallorca, observam que la mitjana anual de persones per quilòmetre quadrat a l'illa ha variat entre 213,5 i 316,0 persones/km² registrades els anys 1997 i 2019 respectivament. La mínima pressió humana anual per unitat de superfície durant els 24 anys d'estudi a l'illa de Mallorca ha variat entre 163,6 i 255,4 persones/km² registrades els anys 1997 i 2020 respectivament. Els màxims anuals estandarditzats per superfície varen variar entre 282,6 i 406,9 persones/km² registrades els anys 1997 i 2017 respectivament (figura 4).

Menorca

L'illa de Menorca presenta, igual que totes les Illes Balears, un IPH amb una clara tendència a l'alça, cosa que mostra la càrrega demogràfica que suporta l'illa augmenta any rere any (figures 10 i 11). Així i tot, aquesta illa mostra un creixement inferior respecte a les altres illes.

Per al conjunt de dades diàries s'observa un augment de la pressió humana suportada per l'illa de Menorca de 3,0 persones diàries ($R^2 = 0,04$; $p < 0,0001$) (figura 10), molt per davall de les 41 persones al dia registrades a l'illa de Mallorca o de l'increment en 56,5 persones diàries per a totes les Illes.

Els darrers anys (2018-2020) s'aprecia una disminució del nombre màxim de persones que són alhora a l'illa de Menorca (figures 10 i 11).

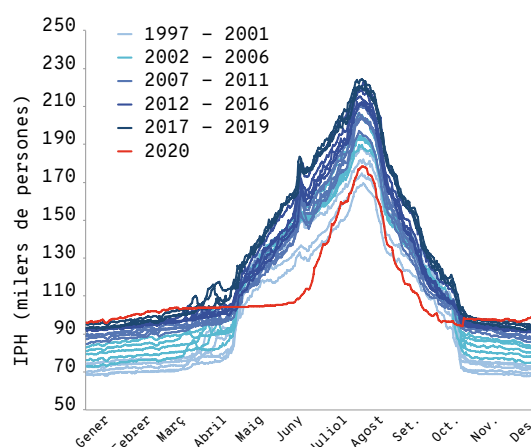


Figura 11. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2020 per a l'illa de Menorca. L'eix X mostra els mesos de l'any. FONT: IBESTAT.¹

Els canvis per a cada dia de l'any en els diferents anys (figura 11) mostren la mateixa tendència a totes les Illes i a l'illa de Menorca, on la immensa majoria dels dies de l'any l'IPH va augmentant en anys successius. Entorn del mes d'abril s'observa un pic amb una certa variabilitat diària a causa dels canvis en les dates de les vacances de Setmana Santa (figura 11).

A l'illa de Menorca, la mitjana anual de l'indicador de pressió humana ha anat augmentant any rere any fins al 2017, quan s'estabilitza el creixement (figura 12). La mitjana anual de l'IPH en el període d'estudi ha variat entre 98.801 i 132.203 persones els anys 1997 i 2019, respectivament. La mitjana anual de l'illa ha augmentat en 1.069 persones l'any entre els anys 1997 i 2020 ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$) (figura 12).

El màxim anual registrat a Menorca ha variat entre 169.374 i 224.486 persones registrades els dies 13 d'agost de 1997 i 12 d'agost de 2017, respectivament. El màxim anual s'ha incrementat en 1.703 persones cada any ($R^2 = 0,56$; $p < 0,0001$) (figura 12).

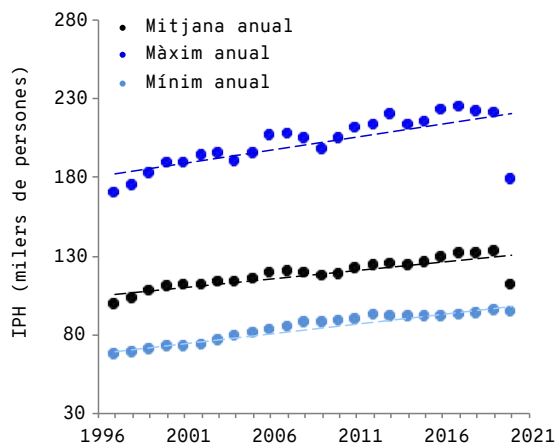


Figura 12. Mitjana anual (punts negres), màxim anual (blau fosc) i mínim anual (blau clar) de l'indicador de pressió humana (IPH) de l'illa de Menorca per al període comprès entre 1997 i 2020. Les línies sòlides representen la regressió lineal mitjançant mínims quadrats. Mitjana ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$), màxim ($R^2 = 0,56$; $p < 0,0001$), mínim ($R^2 = 0,93$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

A l'illa de Menorca, el mínim anual registrat entre els anys 1997 i 2020 ha variat entre 67.756 i 94.680 persones registrades els dies 23 de desembre de 1997 i el 18 de gener de l'any 2019, respectivament. Aquest mínim anual ha augmentat en 1.244 persones l'any ($R^2 = 0,93$; $p < 0,0001$) (figura 12).

Tenint en compte el nombre de persones per quilòmetre quadrat presents al mateix temps a l'illa de Menorca, s'ha observat que el màxim va ser de 323,1 persones/km² i es va registrar l'any 2017. Aquesta densitat de població màxima és inferior a la registrada a la resta de les Illes. La mitjana anual de persones per quilòmetre quadrat a l'illa ha variat entre 142,2 i 190,3 persones/km² registrades els anys 1997 i 2019 respectivament. La mínima pressió humana anual per unitat de superfície durant els 24 anys d'estudi a l'illa de Menorca ha variat entre 97,5 i 136,3 persones/km², registrades els anys 1997 i 2019 respectivament. Els màxims anuals estandarditzats per superfície varen variar entre 243,8 i 323,1 persones/km², registrades els anys 1997 i 2017 respectivament. L'illa de Menorca és la que té una densitat demogràfica més petita, tant en valors mitjans com

en valors mínims, mentre que els valors màxims són comparables als de la resta d'illes (figura 4).

A l'illa de Menorca, a diferència del conjunt de les Illes Balears i a l'illa de Mallorca, la mitjana anual ha augmentat a un ritme inferior als màxims i mínims anuals, mentre que en els altres casos la mínima anual era la que s'incrementava a un ritme menor.

Pitiüses

Les dades de l'IPH per a les illes d'Eivissa i Formentera estan agrupades. Aquestes dades estan calculades d'una manera un poc diferent que les de les altres illes perquè el registre de les arribades i sortides de passatgers entre les dues illes no es fa diàriament, sinó periòdicament; per això les dades es calculen distribuint els passatgers anuals entre la proporció dels passatgers entrants i sortints diaris al llarg de l'any a Eivissa, sense tenir en compte les entrades i les sortides a Formentera i des de Formentera.

Les Pitiüses mostren un clar augment en l'indicador de pressió humana al llarg del temps (figures 13 i 14).

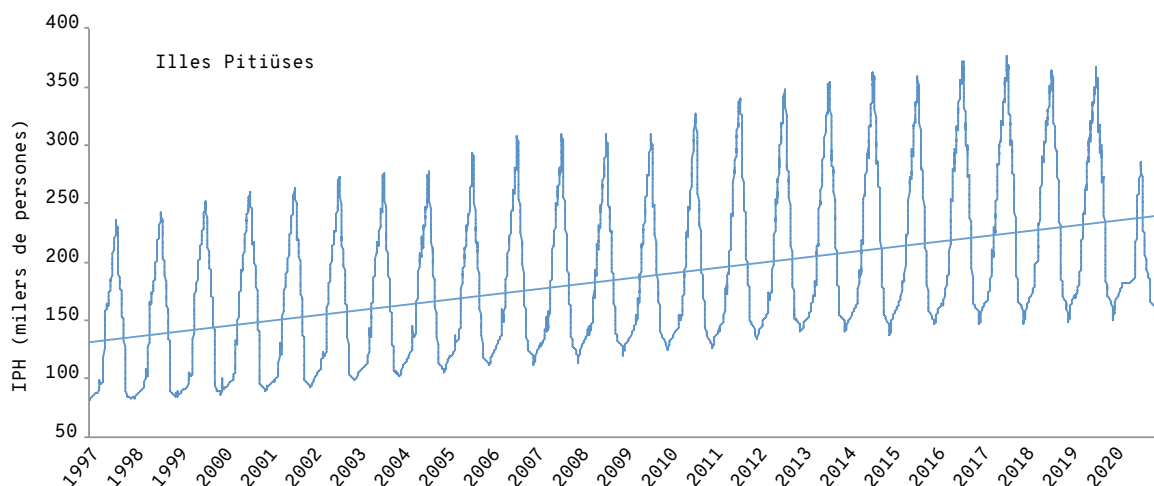


Figura 13. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de 1997 fins al 31 de desembre de 2020 per a les Pitiüses. Les dades de l'any 2019 són provisionals i les de 2020 són un avanç, mentre que la resta són definitives. La línia sòlida representa la regressió lineal ($R^2 = 0,21$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

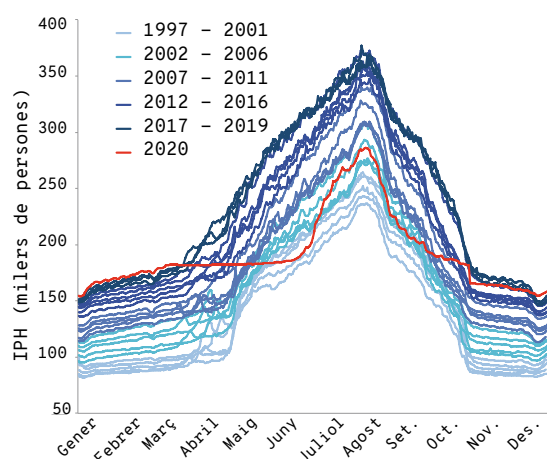


Figura 14. Evolució de l'indicador de pressió humana (IPH) diària des de l'1 de gener de l'any 1997 fins al 31 de desembre de 2020 per a les Illes Pitiüses. L'eix X mostra els mesos de l'any. FONT: IBESTAT.¹

Per a totes les dades diàries registrades entre l'1 de gener de 1997 i el 31 de desembre de 2020, aquest augment va ser de 12,4 persones diàries ($R^2 = 0,21$; $p < 0,0001$) (figura 13).

Si estandarditzam les dades de l'IPH per la superfície de les Illes Pitiüses, la mitjana anual de persones per quilòmetre quadrat va variar entre 202,6 i 362,5 persones/km², registrades els anys 1997 i 2019 respectivament. La mínima pressió humana anual per unitat de superfície durant els 24 anys d'estudi ha variat entre 124,8 i 235,5 persones/km², registrades els anys 1997 i 2020 respectivament. El nombre màxim de persones per quilòmetre quadrat que han estat presents alhora a les Pitiüses ha variat entre 361,5 i 576,1 persones/km², registrades els anys 1997 i 2017 respectivament. Les Pitiüses són les illes que suporten una càrrega demogràfica més gran per unitat de superfície (figura 4).

A les Pitiüses, la mitjana anual de l'IPH ha anat augmentant a un ritme de 4.452 persones l'any (figura 15). Aquest increment és més gran que el de l'illa de Menorca, però més petit que el de Mallorca i el del conjunt de les Illes Balears (taula 2).

El valor màxim anual per a les Illes Pitiüses ha estat de 376.938 persones registrades el dia 9 d'agost de l'any 2017 (taula 1). Els valors màxims anuals de l'IPH han augmentat en aquestes illes a un ritme de 5.586 persones l'any (figura 15, taula 2). L'any que es va registrar el mínim valor del màxim anual va ser el 1997 (el primer del qual es tenen dades) i va ser de 236.529 persones el 13 d'agost.

Els valors mínims anuals per a les Pitiüses entre els anys 1997 i 2020 han variat entre 81.675 i 154.069 persones, registrades els dies 6 de gener de 1997 i el 3 de gener de 2020 respectivament. Aquests valors mínims anuals han anat incrementant a un ritme de

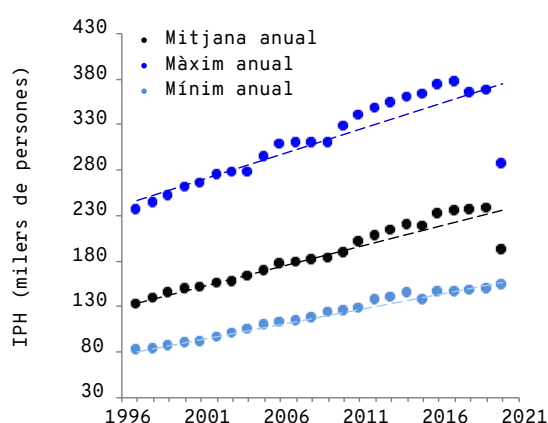


Figura 15. Mitjana anual (punts negres), màxim anual (blau fosc) i mínim anual (blau clar) de l'indicador de pressió humana (IPH) de les Illes Pitiüses per al període comprès entre 1997 i 2020. Les línies sòlides representen la regressió lineal mitjançant mínims quadrats. Mitjana ($R^2 = 0,90$; $p < 0,0001$), màxim ($R^2 = 0,77$; $p < 0,0001$), mínim ($R^2 = 0,98$; $p < 0,0001$). FONT: IBESTAT.¹

3.329 persones l'any (figura 15, taula 2). Aquest augment és més gran que el de l'illa de Menorca i més petit que el de Mallorca i de totes les Illes Balears.

CONCLUSIONS

- L'indicador de pressió humana mostra una clara tendència a l'alça a totes les Illes Balears, amb un augment de 56,5 persones diàries per al conjunt de les Illes. Aquest augment és més gran en el cas de l'illa de Mallorca, seguit pel de les illes Pitiüses (Eivissa i Formentera) i en darrer lloc pel de Menorca, que és l'illa que presenta una taxa de creixement poblacional més petita, tant resident com visitant.
- L'any 2020 ha estat un any anòmal a causa de la crisi social i sanitària provocada per la COVID-19. Aquest any, l'IPH dels mesos de gener, febrer, mitjan març i desembre va ser superior al de tots els anys anteriors. En canvi, a partir de la segona quinzena de març disminueix i es manté estable, sense seguir la corba de creixement dels altres anys, a causa de les mesures aplicades per controlar els contagis de COVID-19 (confinament).
- L'augment de la població visitant provoca pics de més de 2 milions de persones alhora a les Illes Balears (taula 1). El creixement més gran de l'IPH es dona per als valors màxims anuals (taula 2), fet que mostra que el turisme és el principal motor d'aquest increment.
- Aquest indicador és molt rellevant i és molt positiu que l'IBESTAT l'hagi incorporat a les seves operacions estadístiques.

REFERÈNCIES

¹ INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE LES ILLES BALEARS (IBESTAT). <https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/poblacio>, https://ibestat.caib.es/ibfiles/content/files/IPH_VWF_esp.pdf.

² MURRAY, I. *et al.* (2010). *Els indicadors de sostenibilitat socioecològica de les Illes Balears (2003-2008)*. Palma: Universitat de les Illes Balears.

CITAR COM

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Murray, I.; Blázquez, M. (2021) «Indicador de pressió humana (IPH) de les Illes Balears». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemar-balear.org/ca/pressions/imb-iph-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Joan Moranta i Joaquim Valdivielso.

Nombre de turistes i de places turístiques

Les Illes Balears són una comunitat essencialment turística, ja que el turisme n'és el principal motor econòmic. Aquest fet causa un gran nombre d'impactes sobre el medi marí. El principal tipus de turisme que acullen les Illes és el de sol i platja, que concentra l'activitat a la franja de costa. El sector turístic representa el 45 % del producte interior brut (PIB) de les Illes Balears, i la major part de l'economia gira entorn dels serveis vinculats al turisme i al mercat immobiliari relacionat, cosa que fa de les Balears un cas únic en tot el món quant a intensitat turística.^{1, 2}

El nombre de turistes que arriben cada any modifica un altre indicador ja presentat, el de pressió humana, ja que altera la càrrega demogràfica que suporta el territori i té una gran influència sobre els recursos consumits i els residus produïts per la càrrega demogràfica total que suporta un territori tan fràgil com són les Illes.

La zona costanera està especialment afectada pel turisme. Segons les dades de l'anuari de turisme de l'any 2018 de l'Agència d'Estratègia Turística de les Illes Balears (AETIB), als municipis de les Illes amb costa es concentra el 99,2 % de totes les places turístiques.

METODOLOGIA

Les dades referents al nombre de places turístiques i al nombre de turistes que visiten les Illes s'han obtingut de l'article científic publicat per Valdivielso i Moranta.² Les seves dades provenen de Murray *et al.*³ actualitzades amb dades de l'Agència d'Estratègia Turística de les Illes Balears (AETIB)⁴ (<https://www.caib.es/seucaib/ca/organigrama/475>). L'actualització d'aquestes dades, des de l'any 2017 fins al 2020, s'ha extret de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT).⁵

RESULTATS

El nombre de turistes que visiten les Illes cada any s'ha incrementat de 321.222 turistes l'any 1959 a 16.561.348 turistes l'any 2018. Això suposa un increment de més de 16 milions de turistes (16.240.126) en 59 anys (taula 1, figura 1).² Aquest nombre de turistes s'ha doblat al llarg d'aquest segle, de 8 a 16 milions, mentre que la població resident és d'1,1 milions de persones aproximadament (taula 1, figura 1).²

L'any 2019 hi va haver una petita disminució del nombre de turistes que varen viatjar a les Balears, passant de 16,56 milions l'any 2018 a 16,44 l'any 2019. L'any 2020 només 3 milions de turistes van venir a les Illes Balears. Això suposa una reducció dràstica del nombre de visitants a causa de la crisi sanitària provocada per la COVID-19.

Paral·lelament a l'augment del nombre de turistes, hi ha hagut un increment del nombre de places turístiques, que ha passat de 14.609 l'any 1959 a 623.624 l'any 2019; un augment de més de 600.000 places turístiques al llarg de 60 anys.²

QUÈ ÉS?

Nombre de places turístiques legals registrades a les Illes entre els anys 1959 i 2019.

Nombre total de turistes que visiten les illes entre els anys 1959 i 2020.

METODOLOGIA

Les dades provenen de Valdivielso i Moranta (2019), que al temps provenen de Murray *et al.* (2017) actualitzades amb dades de l'Agència d'Estratègia Turística de les Illes Balears (AETIB). L'actualització de les dades del nombre de turistes (2017-2020) prové de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT).

RESULTATS

El nombre de turistes que visiten les Illes Balears cada any s'ha incrementat i ha passat de 320.000 turistes l'any 1959 a 16,6 milions de turistes l'any 2018, un increment de més de 16 milions de turistes en 59 anys. Al llarg d'aquest segle s'ha doblat, i ha passat de 8 a 16 milions.

L'any 2019 la xifra va ser de 16,4 milions, una mica inferior a la del 2018. L'any 2020 el nombre de turistes que ha visitat les Illes s'ha reduït dràsticament fins als 3 milions, a causa de la crisi sanitària provocada per la COVID-19.

El nombre de places turístiques ha augmentat de 14.609 places l'any 1959 a 623.624 places turístiques l'any 2019, amb un increment de més de 600.000 places turístiques al llarg de 60 anys.

L'increment tant del nombre de places turístiques com de turistes que reben les Illes té conseqüències importants en el consum de recursos i en la producció de residus.

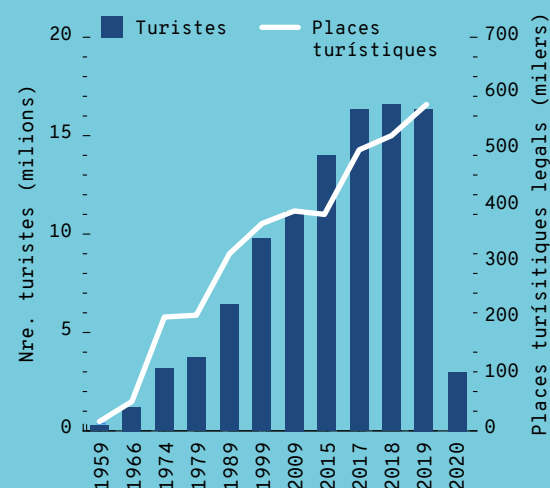
PER QUÈ?

Les Illes Balears són una comunitat essencialment turística, ja que el turisme n'és el principal motor econòmic (45 % del PIB), i això causa nombrosos impactes sobre el medi marí.

El 99,2 % del total de les places turístiques es concentren a municipis amb costa.

El nombre de turistes que arriben cada any modifica l'indicador de pressió humana (IPH) i altera la càrrega demogràfica que suporta el territori, alhora que exerceix una gran influència sobre els recursos consumits i els residus produïts.

LOCALITZACIÓ



Evolució del nombre de turistes (barres) i de places turístiques legals (línia blanca) entre l'any 1959 i l'actualitat. FONT: Valdivielso i Moranta (2019) i IBESTAT.

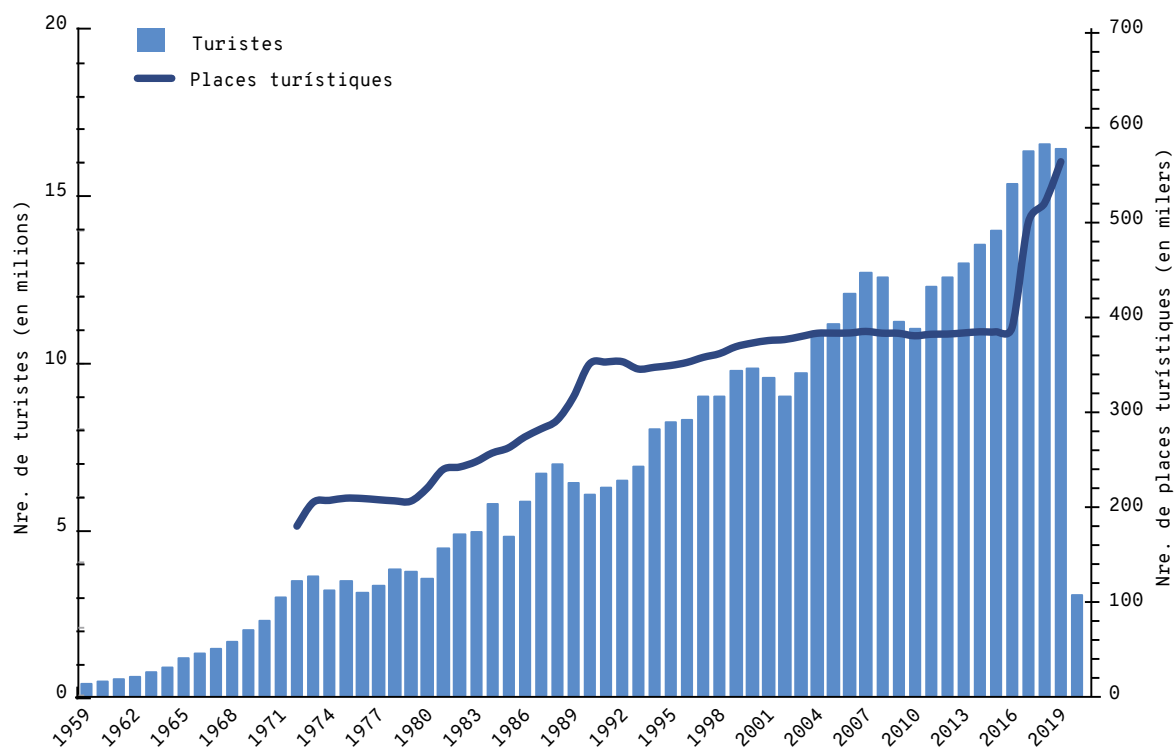


Figura 1. Nombre de turistes (en milions) que visiten les Illes per any en columnes blau clar, i nombre de places turístiques legals (en milers) en blau fosc. FONT: Valdivielso i Moranta², IBESTAT⁵.

Aquest augment del nombre de places turístiques i de turistes que visiten les Illes s'ha anat produint escaionadament, seguint diversos *booms* turístics. Rullan⁵ va establir la tipologia dels diferents *booms* segons el model territorial de cada un. Així, el primer *boom* es va produir entre els anys 1959 i 1974, amb una urbanització intensiva i vertical d'hotels a zones concretes de la costa. El segon *boom* es va produir entre els anys 1978 i 1989, amb una expansió al llarg de la zona costanera, amb construccions horitzontals d'hotels apartament i complexos turístics. El tercer *boom*, comprès entre els anys 1993 i el 2008, va dur les construccions residencials cap a l'interior de l'illa i va incorporar propietats rurals disperses en el negoci del turisme.

Taula 1. Nombre de places turístiques legals i nombre de turistes en milions. FONT: Valdivielso i Moranta,² IBESTAT.⁵

| ANY | PLACES TURÍSTIQUES LEGALS | NRE. DE TURISTES (MILIONS) |
|------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1959 | 14.609 | 0,32 |
| 1974 | 227.406 | 3,17 |
| 1978 | 226.883 | 3,80 |
| 1989 | 348.019 | 6,42 |
| 1993 | 381.108 | 6,88 |
| 2008 | 423.054 | 12,58 |
| 2011 | 421.782 | 12,29 |
| 2015 | 424.663 | 14,01 |
| 2017 | 552.680 | 16,34 |
| 2018 | 575.196 | 16,56 |
| 2019 | 623.624 | 16,44 |
| 2020 | | 3,01 |

L'any 2017 es va aprovar la modificació de la Llei de turisme (Llei 6/2017),⁶ en la qual es regulava la comercialització d'estades turístiques en habitatges. Amb l'aprovació d'aquesta llei es produeix un augment considerable del nombre de places turístiques, així com del nombre de visitants que reben les Illes (taula 1, figura 1). Entre els anys 2015 i 2017, el nombre de places turístiques legals augmenta en 128.017 places i el nombre de turistes, en 2.320.000 (taula 1).

CONCLUSIONS

- El nombre de turistes i de places turístiques ha anat augmentant al llarg del temps fins a l'any 2018, amb un augment de més de 16 milions en 59 anys. L'any 2019 va ser lleugerament inferior al de l'any anterior, passant de 16,56 milions el 2018 a 16,44 el 2019.
- Aquest increment ha estat molt més accentuat durant aquest segle, ja que s'ha doblat el nombre de turistes que reben les Illes Balears.
- L'any 2020 el nombre de turistes que han visitat les Illes s'ha reduït dràsticament, més d'un 80 %, fins a arribar a només 3 milions de turistes a causa de la crisi sanitària provocada per la COVID-19. Aquests nivells tan baixos no es repetien des de mitjan anys setanta.
- L'increment tant del nombre de places turístiques com de turistes que reben les Illes té conseqüències importants en el consum de recursos i en la producció de residus.

REFERÈNCIES

- ¹ MANERA, C.; NAVINES, F. (2018). *La indústria invisible, 1950-2016: el desenvolupament del turisme a l'economia balear* [The invisible industry, 1950-2016. The development of tourism in the Balearic economy]. Palma: Leonard Muntaner.
- ² VALDIVIELSO, J.; MORANTA, J. (2019). «The social construction of the tourism degrowth discourse in the Balearic Islands». *Journal of Sustainable Tourism*, 27 (4), 1-17. DOI: 10.1080/09669582.2019.1660670.
- ³ MURRAY, I.; YRIGOY CADENA, I.; BLÁZQUEZ-SALOM, M. (2017). «The role of crises in the production, destruction and restructuring of tourist spaces: the case of the Balearic Islands». *Investigaciones Turísticas*, 13, 1-29. DOI: 10.14461/inturi2017.13.01.
- ⁴ AGÈNCIA D'ESTRATÈGIA TURÍSTICA DE LES ILLES BALEARS (AETIB).
<<https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/economia/turisme/fluxe-turistes-frontur/043d7774-cd6c-4363-929a-703aaa0cb9e0>>.
- ⁵ INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE LES ILLES BALEARS (IBESTAT).
<<https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/economia/turisme/fluxe-turistes-frontur/043d7774-cd6c-4363-929a-703aaa0cb9e0>>.
- ⁶ RULLAN, O. (1998). «De la cova de Canet al Tercer Boom turístic: una primera aproximació a la geografia històrica de Mallorca». A: *El medi ambient a les Illes Balears: qui és qui?* [Actes de les Jornades a Can Tàpera]. Palma: "Sa Nostra", Obra Social i Cultural de la Caixa de Balears.
- ⁷ Llei 6/2017, de 31 de juliol, de modificació de la Llei 8/2012, de 19 de juliol, del turisme de les Illes Balears, relativa a la comercialització d'estades turístiques en habitatges. <<https://www.boe.es/eli/es-ib/l/2017/07/31/6>>.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MORANTA, J.; VALDIVIELSO, J. (2021) «Nombre de turistes i de places turístiques». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021*. <<https://www.informemarbalea.org/ca/pressions/imb-n-de-places-turistiques-cat.pdf>>.

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

Superfície de costa urbanitzada

L'augment de la urbanització i de les superfícies artificials que han transformat zones humides, maresmes, dunes, platges i altres zones costaneres és una amenaça greu per a la costa a l'Estat espanyol. A les comunitats autònomes turístiques, aquesta urbanització de la costa encara és una amenaça més greu, i creix a un ritme més gran que a les comunitats amb menys intensitat turística.

La indústria turística i el sector immobiliari, que són dos dels sectors econòmics més importants, tenen un paper crucial en la transformació dels espais naturals en espais artificials.¹⁻³ Aquesta alteració s'ha produït durant dècades i ha modificat de manera significativa la zona costanera.³

Els canvis en l'ocupació del sòl, sobretot a través del procés d'urbanització, són un bon indicador de la pèrdua de serveis ecosistèmics de la zona litoral, on les àrees naturals es transformen i es cobreixen amb edificacions i zones encimentades.²

METODOLOGIA

Les dades sobre la superfície de costa urbanitzada s'han obtingut del treball de fi de màster de Jaime Rudolf Rosselló-Beck, dirigit per Ivan Murray l'any 2017 a la Universitat de les Illes Balears (UIB).³

Fonts de Rosselló-Beck (2017):

- Institut Geogràfic Nacional (IGN).⁴
- CORINE Land Cover files 1990 i 2012.⁵
- Línia de costa espanyola.
- NUTS II (Nomenclatura d'Unitats Territorials Estadístiques).

Per poder extreure la informació desitjada, es va fer un tractament de les dades geogràfiques de cobertura terrestre emprant el programa informàtic d'informació geogràfica ARCGIS. Amb aquest programa es va crear una capa de la zona costanera d'un quilòmetre de llargària, i emprant les dades de cobertura procedents de CORINE⁵ es va elaborar una relació de les dades del tipus de

cobertura per a cada una de les dues sèries temporals avaluades en aquest estudi. Finalment, es va estimar el canvi dels tipus de cobertura entre els anys 2009 i 2012.

Es pot trobar una descripció més detallada de la metodologia a la tesi de fi de màster de Rosselló-Beck a l'enllaç següent: <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/146590>.

RESULTATS

Les Illes Balears tenen una línia de costa de 1.341 km, dels quals prop de 1.000 km són àrees rocoses i penyals² difícilment urbanitzables.

La superfície artificial en el primer quilòmetre de costa de les Illes Balears va variar entre 97,6 km² (12,5 % del total de costa) l'any 1990 i 134,3 km² (17,2 %) l'any 2012 (figura 1). Això representa un augment del 37,6 % de la superfície artificial present a les Illes en dotze anys.

Aquest increment en l'àrea urbanitzada s'ha produït a zones que anteriorment estaven dedicades a l'agricultura, eren boscos, zones humides o masses d'aigua (figura 2).

Aquesta urbanització de la costa és heterogènia als diferents municipis de les Illes; per exemple, Eivissa té fins al 85 % (3,2 km²) dels primers 500 metres de costa urbanitzats.² El segon municipi de les Illes amb un percentatge més gran de costa artificial és Calvià, amb el 63 % de la superfície de la costa urbanitzat (11,5 km²).²

L'any 2005, vuit dels deu municipis amb un percentatge més gran de costa urbanitzada pertanyien a l'illa de Mallorca (el 80 %); un a l'illa d'Eivissa (10 %) i el restant, a l'illa de Menorca (10 %) (taula 1).⁶

QUÈ ÉS?

Superfície artificial en el primer quilòmetre de la costa.

METODOLOGIA

Les dades sobre la zona de costa urbanitzada s'han obtingut del treball de fi de màster de Jaime Rudolf Rosselló-Beck, dirigit per Ivan Murray l'any 2017 a la Universitat de les Illes Balears (UIB).

RESULTATS

En les dues darreres dècades la presència de superfícies artificials en el primer quilòmetre de costa ha augmentat un 37,6 %, amb els conseqüents impactes sobre el medi ambient.

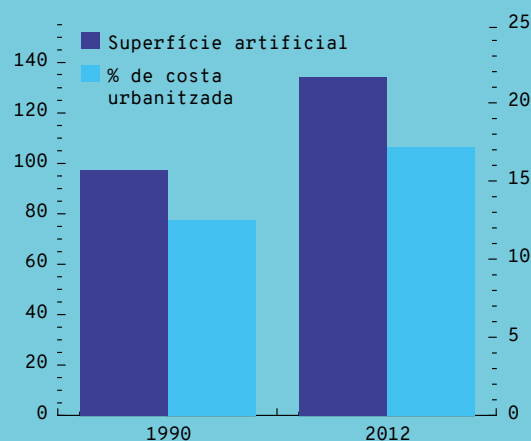
És necessari tenir informació cartogràfica actualitzada dels canvis d'ocupació del sòl a la zona costanera com a eina de gestió davant els potencials efectes del canvi climàtic en aquesta zona.

PER QUÈ?

L'augment de la urbanització i de les superfícies artificials és una amenaça greu per a la costa, i encara més a les comunitats autònomes turístiques, perquè hi creix a un ritme més gran que a les comunitats amb menys intensitat turística.

Els canvis en l'ocupació del sòl, sobretot a través del procés d'urbanització, són un bon indicador de la pèrdua de serveis ecosistèmics de la zona litoral, on les àrees naturals es transformen i es cobreixen amb edificacions i zones cimentades.

LOCALITZACIÓ



Superfície artificial en quilòmetres quadrats (km²) al primer quilòmetre de costa, en blau fosc. FONT: Rosselló-Beck (2017).



Fotografia aèria d'Alcanada, Mallorca. FONT: Sebastià Torrens.

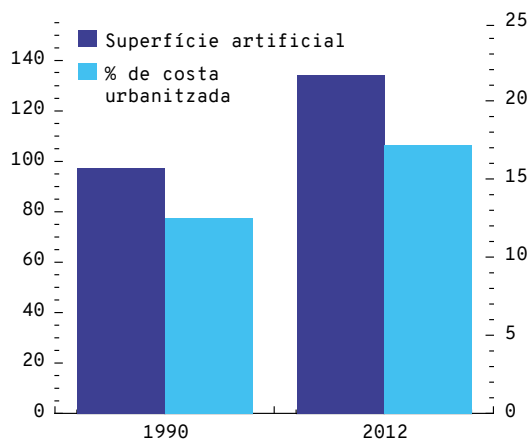


Figura 1. Superfície artificial en quilòmetres quadrats (km²) al primer quilòmetre de costa, en blau fosc. Les columnes marcades en blau clar mostren el percentatge de costa urbanitzada. FONT: Rosselló-Beck.³

| MUNICIPI | SUPERFÍCIE ARTIFICIAL (KM2) | SUPERFÍCIE ARTIFICIAL (%) |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Eivissa | 3,18 | 85 |
| Calvià | 11,52 | 63 |
| Sant Lluís | 4,05 | 57 |
| Son Servera | 2 | 51 |
| Sant Llorenç des Cardassar | 1,37 | 42 |
| Palma | 8,53 | 40 |
| Manacor | 3,95 | 35 |
| Capdepera | 3,75 | 34 |
| Santa Margalida | 1,66 | 34 |
| Muro | 0,91 | 33 |

Taula 1. Llista dels deu municipis de les Illes amb una superfície artificial més gran als primers 500 metres de costa l'any 2005. FONT: Murray.⁶

Les zones protegides, l'artificialització de les quals no és possible, comprenen una superfície important: representen el 49,45 % del primer quilòmetre de la franja litoral de les Balears (figura 3).

Si comparam el percentatge de superfície urbanitzada a les Illes Balears amb el de la resta de comunitats autònomes de l'Estat, ocupava el setè lloc de la llista l'any 2012, mentre que n'ocupava el vuitè l'any 1990.³ Això es deu al fet que les Illes tendeixen a tenir un menor grau d'urbanització de la costa que la Península, a causa de factors com l'aïllament geogràfic, l'estacionalitat i altres factors físics i socioeconòmics.⁷

CONCLUSIONS

- En les dues darreres dècades la presència de superfícies artificials en el primer quilòmetre de costa ha augmentat un 37,6 %, principalment per l'expansió urbana i les activitats comercials relacionades amb el turisme, amb els conseqüents impactes sobre el medi ambient.³
- Una gestió integrada de la costa és crucial per prevenir impactes en el litoral i promoure un ús sostenible dels recursos costaners i un desenvolupament sostenible.
- És necessari tenir informació cartogràfica actualitzada dels canvis d'ocupació del sòl a la zona costanera, particularment com a eina de gestió davant els potencials efectes del canvi climàtic en aquesta zona.

REFERÈNCIES

- ¹ MIR-GUAL, M. (2014). «Anàlisi, caracterització i dinàmica de les formes erosives Blowout en sistemes dunars de Mallorca i Menorca (Illes Balears)». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Treball de fi de màster]
- ² PRIETO, F.; RUIZ, J. B. (2013). *Costas inteligentes*. Estudio realizado para Greenpeace España. Madrid.
- ³ ROSSELLÓ-BECK, J. R. (2017). «The urban transformation of the Spanish coast: Land Cover Change Analysis 1990-2012». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Treball de fi de màster]
- ⁴ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN). Centro de Descargas. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>.
- ⁵ COPERNICUS (2015). «Copernicus Land Service – Pan-European Component: CORINE Land Cover». Copenhagen: European Environment Agency. Disponible a: <http://land.copernicus.eu/user-corner/publications/clc-flyer/view>.
- ⁶ MURRAY, I. (2013). «Anàlisi per comunitats autònomes: Illes Balears». A: PRIETO, F.; RUIZ, J. B. *Costas Inteligentes*. Estudio realizado para Greenpeace España. Madrid.
- ⁷ PONS, A.; RULLAN, O. (2014). «Artificialization and Islandness on the Spanish Tourist Coast». *Miscellanea Geographica: Regional Studies on Development*, 18, 5-16. DOI: 10.2478/mgrsd-2014-0010.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MURRAY, I. (2020) «Superfície de costa urbanitzada». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020*. <<https://www.informemarbalear.org/ca/pressions/imb-costa-urbanitzada-cat.pdf>>.

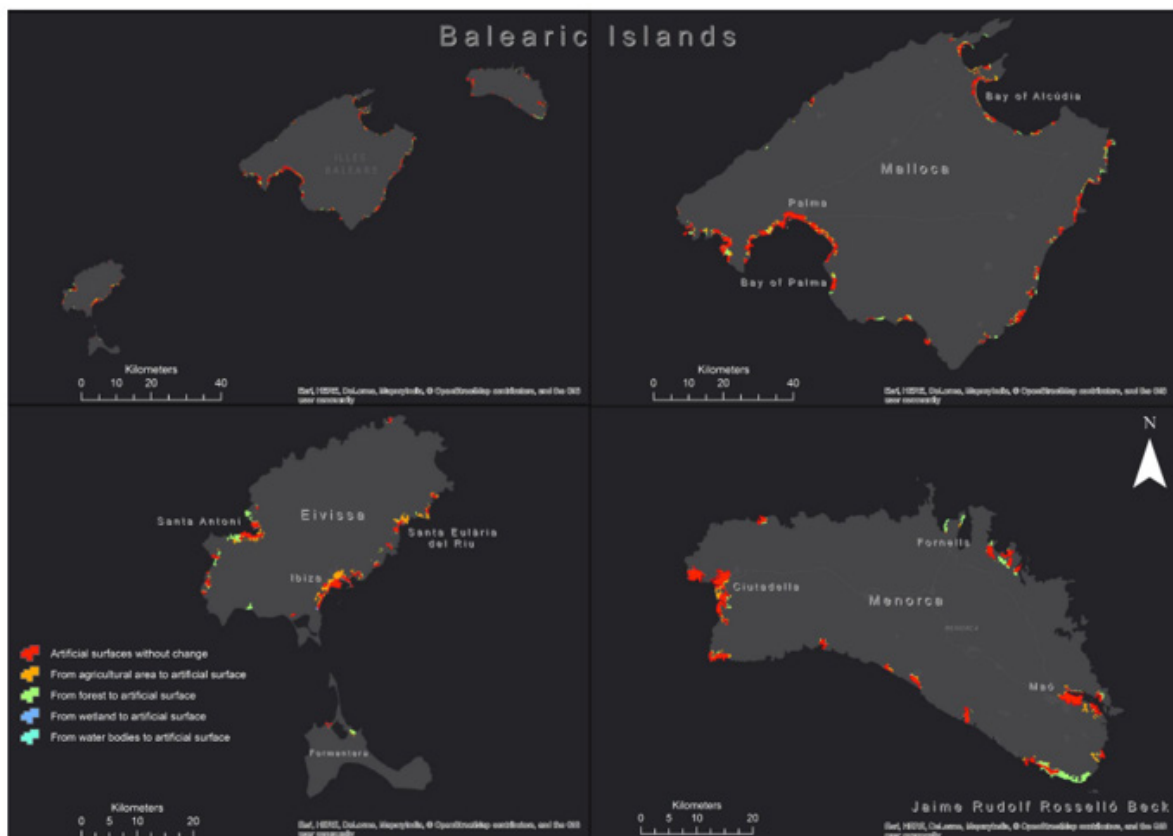


Figura 2. Mapa dels canvis en l'ús del sòl del primer quilòmetre de franja costanera entre els anys 1990 i 2012. S'hi marquen les superfícies artificials i, en diferents colors, el tipus d'ús que tenien abans de passar a ser artificials. En vermell es marquen les superfícies artificials sense canvi; en taronja, les superfícies que tenien un ús; en verd, les superfícies que eren bosc; en blau fosc, les àrees que eren zones humides, i en blau clar, les zones que es corresponien amb masses d'aigua. FONT: Rosselló-Beck.³



Figura 3. Mapa que mostra la superfície natural protegida en verd; la superfície artificial en vermell, i la disponible per a noves construccions, en gris. FONT: Rosselló-Beck.³

Renou submarí

A l'oceà hi ha una gran varietat de sons naturals, tant biòtics com provinents del medi. Entre aquests darrers, es poden diferenciar els sons normals, com ara el vent o les ones, i els produïts per esdeveniments catastròfics, moviments sísmics o volcans submarins, que evidentment poden causar impactes sobre la fauna.

Entre els sons naturals, n'hi ha alguns de gran intensitat instantània, com són els clics dels catxalots, que constitueixen la font sonora animal amb més potència. Tot i així, els nivells d'energia que hi estan associats no són comparables amb els dels sonars humans d'alta intensitat, per la qual cosa posar al mateix nivell ambdues fonts sonores no és raonable.¹ Cal considerar que les espècies s'han adaptat al llarg d'un temps evolutiu a les condicions acústiques del seu medi, mentre que la contaminació acústica humana s'ha propagat de forma significativa en els darrers cent anys, i ha produït canvis d'importància en l'ambient acústic marí normal en àmplies zones marines.

S'han de distingir dos escenaris, recollits a la Decisió 2010/477/UE, d'1 de setembre de 2010, sobre els criteris i les normes metodològiques per al bon estat mediambiental de les aigües marines, que són:

- La presència de renous impulsius d'alta, mitjana i baixa freqüència en què les fonts sonores antropogèniques superin els nivells que poden produir un impacte significatiu als animals marins, mesurats a la banda de freqüències de 10 Hz a 10 kHz com a nivell d'exposició sonora (en dB re 1μPa 2.s) o com a nivell de pressió acústica de pic (en dB re 1μPa peak) a un metre.
- El renou continu de baixa freqüència, o renou ambiental a les bandes d'1/3 d'octava 63 i 125 Hz (freqüència central) (re 1μPa RMS).

Malgrat que aquest darrer punt, recollit a les directrius per a la *Guia per al control del renou subaquàtic en aigües europees*,² suggereix el càlcul del renou ambient a 1/3 de les bandes de 63 i 125 Hz (centre de freqüència) re 1μPa RMS com a indicador de l'activitat antròpica, hi ha altres autors que recomanen també el mostratge sobre les bandes de 250 i 500 Hz, ja que aquestes es veuen més afectades per les embarcacions ràpides.³ Tot i això, com que la informació que hi ha en zones costaneres de baixa profunditat és molt reduïda, per tal de valorar l'efecte de les activitats antròpiques a la banda costanera balear —al marge de les bandes esmentades— s'hauria de calcular la mitjana de l'energia a les bandes d'un terç d'octava de 1.000, 2.000, 4.000, 8.000, 16.000 i 32.000.

El renou produït per les activitats humanes és un contaminant regulat legalment a Espanya, però en l'àmbit marí, la legislació en aquest sentit presenta un endarreriment considerable, ja que hi ha un desconeixement tradicional sobre l'ús del so per part de la fauna marina i el seu paper estructurador en l'ecosistema aquàtic, perquè facilita certes funcions vitals de nombrosos tàxons animals, des de mamífers a peixos i invertebrats.

Malgrat una certa incertesa científica en alguns casos, és evident que el renou antròpic marí és una forma de contaminació que danya la vida marina i, per tant, cal controlar-ne les emissions.

QUÈ ÉS?

El renou de l'oceà es pot produir de forma natural (l'emeten organismes o el medi) o de forma humana (a partir dels darrers cent anys, aproximadament). El renou antròpic suposa una forma de contaminació acústica que es produeix en àmplies zones marines i utilitza freqüències que competeixen amb els sons naturals, com els que produeixen els cetacis per comunicar-se. Aquest indicador proporciona informació sobre la quantitat d'activitat antròpica que hi ha en una determinada àrea marina. Actualment constitueix un descriptor del bon estat ambiental marí.

METODOLOGIA

Les dades de renou submarí han estat recollides en els projectes que ha dut a terme l'Associació Tursiops: Els nostres dofins, CALMA i CALMADOS (aquests dos darrers, amb el suport de la Fundació Biodiversitat).

Els censos acústics es fan mitjançant hidròfons que es descarreguen dels vaixells. Els resultats mostren les gravacions de sons antròpics a les àrees marines protegides (AMP) dels Freus d'Eivissa i Formentera l'any 2018 i dels Illots de Ponent l'any 2019. S'estudien diferents bandes de freqüències per mesos.

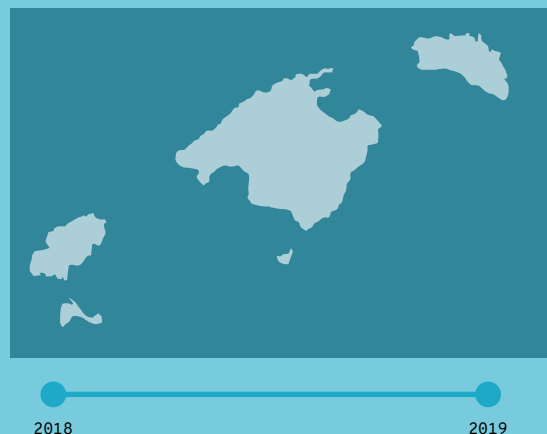
RESULTATS

→ Els renous detectats als Freus d'Eivissa i Formentera estan associats a les activitats de navegació. En aquesta AMP la quantitat d'energia acústica és més gran a l'estiu (> 15 dB), quan les embarcacions ràpides enregistren les freqüències més altes.

PER QUÈ?

Tot i que encara hi ha un desconeixement general sobre l'ús del so per part de la fauna marina, s'ha evidenciat que la contaminació acústica afecta certes funcions vitals de mamífers, peixos i invertebrats. Hi ha normativa i convenis nacionals i internacionals en aquest sentit, però encara urgeix controlar-la millor per esmorteir-ne l'impacte.

LOCALITZACIÓ



→ Durant l'any 2019, el renou submarí de l'AMP dels Illots de Ponent mostra un pas intermitent de les embarcacions a les proximitats de l'hidròfon.

→ Calen més estudis per establir la rellevància del renou d'origen antròpic, comptabilitzant la variabilitat dels renous naturals de cada àrea.



Imatge de la instal·lació d'un hidròfon, aparell emprat per mesurar els sons submarins. FONT: Associació Tursiops.

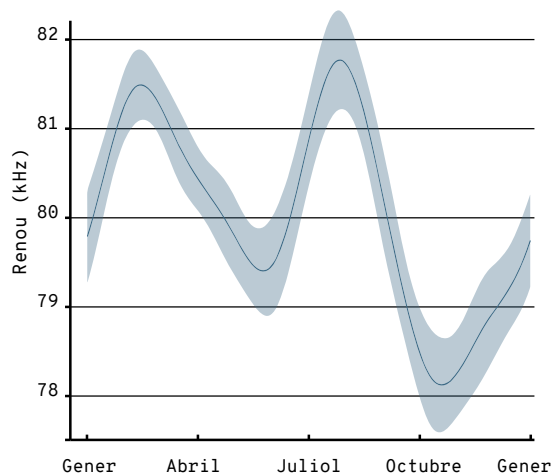


Figura 1. Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 63 Hz. Any 2018, Freus d'Eivissa i Formentera. FONT: Associació Tursiops.

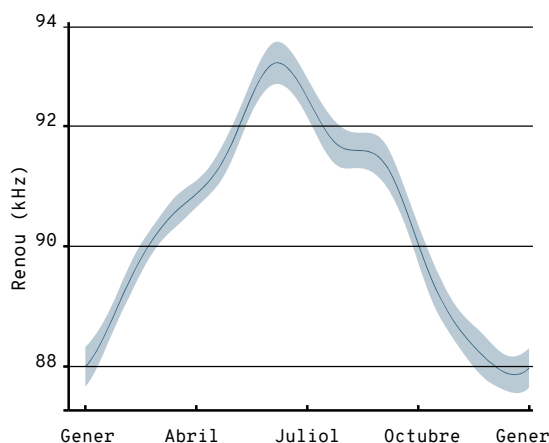


Figura 2. Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 4.000 Hz. Any 2018, Freus d'Eivissa i Formentera. FONT: Associació Tursiops.

Un benefici d'aquest control és que el renou no pateix bioacumulació, la contaminació acústica desapareix quan se'n deté la font d'emissió, amb la qual cosa les mesures mitigadores tenen un efecte positiu immediat.

METODOLOGIA

Les dades existents sobre renou submarí a les Illes Balears provenen dels projectes Els nostres dofins, CALMA i CALMADOS, aquests dos darrers amb el suport de la Fundació Biodiversitat, i desenvolupats tots per Tursiops. S'han obtingut gravacions amb una taxa de mostratge de 96 kHz amb un protocol de gravació de 3 minuts per 15 a 3 localitzacions d'Eivissa i de 4 minuts per 30 a dues muntanyes submarines del canal de Mallorca, i s'han calculat les pressions sonores segons el que s'ha argumentat a la descripció. Es mostren les dades per als Freus d'Eivissa i Formentera de l'any 2018, on es pot comprovar com el pas d'embarcacions ràpides a l'estiu eleva l'energia especialment a la franja d'alta freqüència (figures 1 i 2). Això és constatable fefaentment observant-ne el pas diari (figura 3).

L'any 2019, l'hidròfon dels Freus d'Eivissa i Formentera es va fer malbé i es van perdre els enregistraments, per la qual cosa no es pot actualitzar la informació d'aquesta localització. No obstant això, de l'any 2019 es tenen dades de la mateixa naturalesa provinents dels Illots de Ponent (figura 4).

RESULTATS

L'any 2018, als Freus d'Eivissa i Formentera es va poder diagnosticar bé el nivell de renou submarí associat a la navegació i descriure'n el patró. De manera resumida, la quantitat d'energia acústica derivada de la navegació va augmentar els mesos

d'estiu i va superar els 15 dB a les mesures basals. Però aquesta contaminació no va ser homogènia a les diferents freqüències, i va ser molt marcat l'efecte de les embarcacions ràpides a altes freqüències durant el període estival.

L'any 2019 es van obtenir dades anuals de nivell de renou als Illots de Ponent. Excepte la banda de 32.000 Hz, els nivells de renou submarí mostren màxims per primavera i un descens fins al mes de setembre/octubre, amb una minva de pendent descendent a l'estiu. Aquest escenari dificulta la significació de l'aportació antròpica a l'energia sonora. A grans trets es pot descriure una àrea més silenciosa durant els mesos perimetrals a l'estiu. La incertesa, derivada de registres amb grans diferències d'intensitat, pot respondre al pas intermitent d'embarcacions a les proximitats de l'hidròfon, que es troba fora de les rutes més habituals.

En vista de la gran variabilitat dels nivells sonors entre localitzacions, bandes de freqüència i patrons temporals, es fa patent que per a la descripció de l'indicador renou submarí és necessària una dedicació més gran d'esforços tècnics per determinar la rellevància del renou d'origen antròpic, tenint en compte la variabilitat dels renous naturals de cada àrea.

NORMATIVA

La legislació nacional aplicable actualment és la Llei 37/2003 de renou, així com la Llei 41/2010 de protecció del medi marí, la Llei 42/2007 del patrimoni natural i la biodiversitat i la Llei 9/2006 d'avaluació d'impacte ambiental, perquè el renou és una font d'impacte potencial sobre la vida silvestre i perquè la introducció d'energia, incloent-hi el renou subaquàtic, és un dels descriptors per determinar el bon estat ambiental. A més de la legislació que ja hi ha en l'àmbit nacional, la contaminació acústica marina s'inclou en el marc del

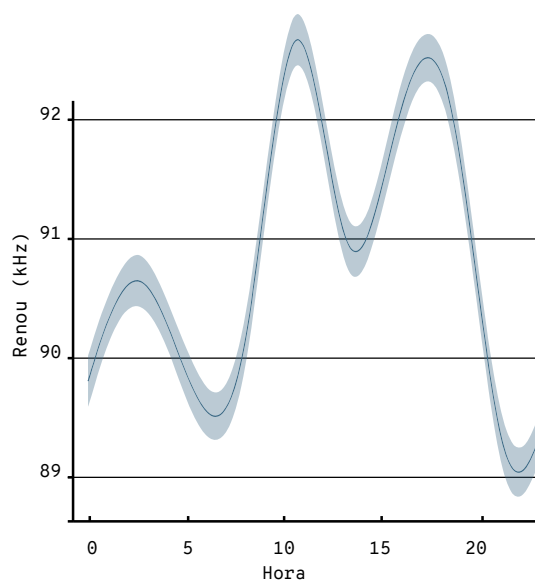


Figura 3. Generalized Additive Model (GAM) per hores diàries, banda 4.000 Hz. Any 2018, Freus d'Eivissa i Formentera. FONT: Associació Tursiops.

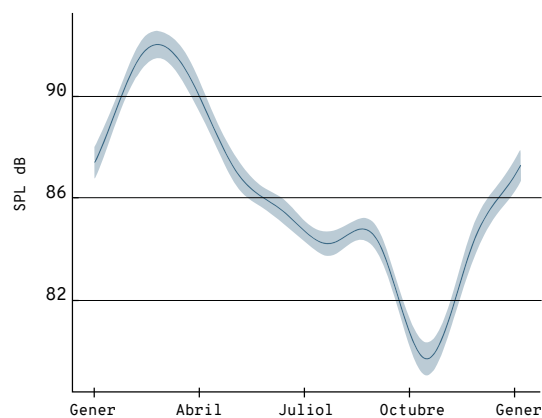
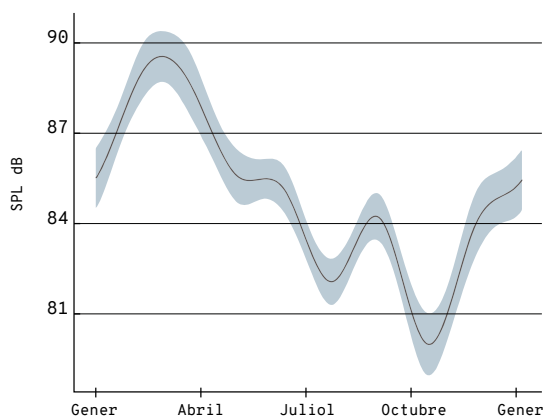
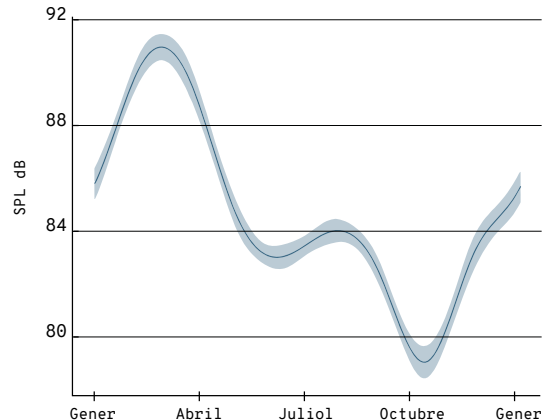
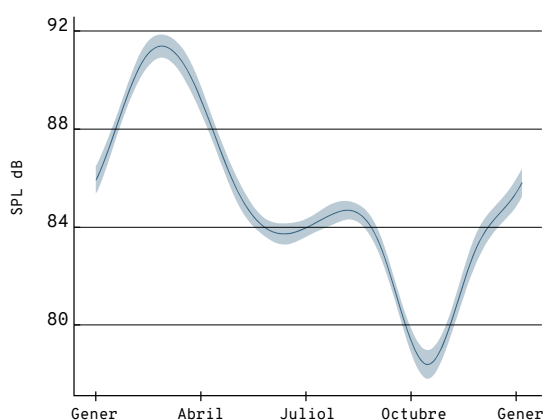


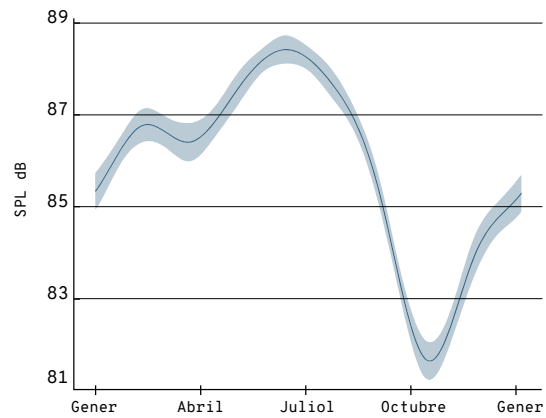
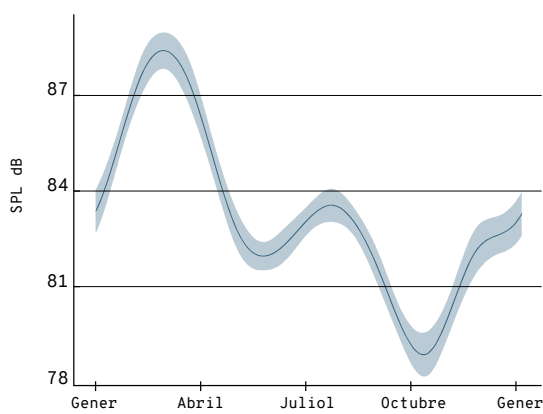
Figura 4. Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 63 Hz (a l'esquerra), banda 125 Hz (a la dreta). Any 2019, Illots de Ponent. FONT: Associació Tursiops.



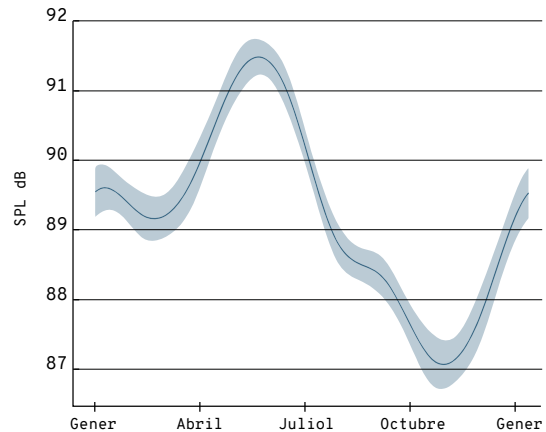
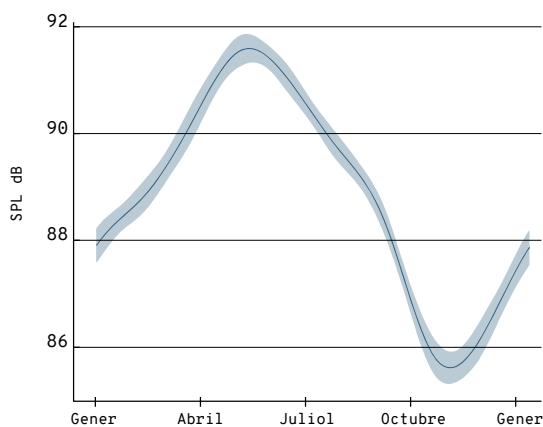
Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 250 Hz (a l'esquerra), banda 500 Hz (a la dreta). Any 2019, Illots de Ponent. FONT: Associació Tursiops.

dret internacional, tant a través d'instruments normatius com a través de resolucions procedents de diferents institucions, com ara el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (ONU-PNUMA), l'Organització Marítima Internacional (OMI), la Convenció sobre el Dret de la Mar de les Nacions Unides (UNCLOS), les institucions de la Unió Europea, i nombrosos convenis de gestió i conservació

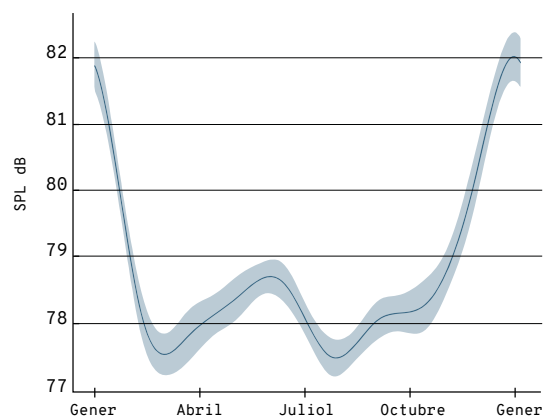
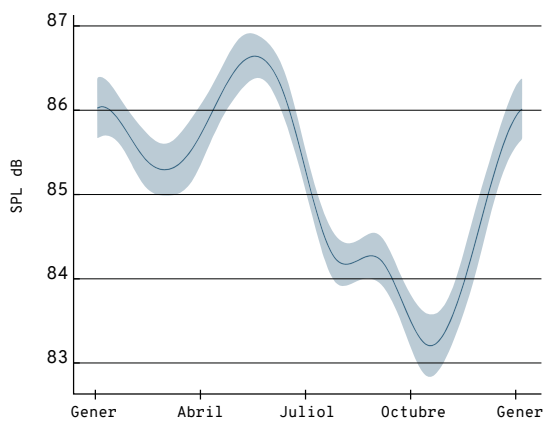
del medi marí: OSPAR, ACCOBAMS, ASCOBANS, CBI. En aquests textos i resolucions es reflecteix una preocupació sobre l'impacte no regulat de la contaminació acústica i es convoca el principi de precaució i la posada en marxa de mesures de mitigació d'impacte. Espanya participa en la major part d'aquests convenis internacionals i urgeix actuar en conseqüència.



Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 1.000 Hz (esquerra), banda 2.000 Hz (dreta). Any 2019, Illots de Ponent. FONT: Associació Tursiops.



Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 4.000 Hz (esquerra), banda 8.000 Hz (dreta). Any 2019, Illots de Ponent. FONT: Associació Tursiops.



Generalized Additive Model (GAM) per dies (eix amb mesos), banda 16.000 Hz (esquerra), banda 32.000 Hz (dreta). Any 2019, Illots de Ponent. FONT: Associació Tursiops.

REFERÈNCIES

- ¹ MADSEN, P. (2005). «Marine mammals and noise: Problems with root mean square sound pressure levels for transients». *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117, 3952-3957.
- ² DEKELING, R. *et al.* (2014). «Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications». JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN. Luxemburg: Oficina de Publicacions de la Unió Europea.
- ³ MERCHANT, N. D. *et al.* (2014). «Monitoring ship noise to assess the impact of coastal developments on marine mammals». *Marine Pollution Bulletin*, 78, 85-95.

CITAR COM

ASSOCIACIÓ TURSIOPS (2021). «Renou submarí». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imb-renou-submari-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i l'Autoritat Portuària de Balears.

Vaixells a ports

1. Nombre total de trànsit de vaixells per any i port
2. Nombre de creuers per any i port
3. Nombre de ferris per any i port
4. Nombre de petroliers per any i port
5. Nombre de cimenters per any i port
6. Nombre de vaixells de càrrega horitzontal (*ro-ro*) per any i port

Els vaixells a ports fan referència al nombre d'escales que diversos tipus d'embarcacions efectuen als ports principals de les Balears. Per tant, proporcionen una visió sobre el trànsit marítim professional que freqüenta les Illes.

A causa de la insularitat, a les Balears hi ha una gran dependència del transport marítim de l'exterior i entre illes. Aquest fet suposa una freqüentació elevada d'embarcacions, que exerceix una pressió sobre la mar Balear.

Principalment, la presència d'embarcacions a ports pot generar impactes d'escala ambiental i social. Entre les amenaces ecològiques destaquen la contaminació de l'aire (emissions atmosfèriques producte de la crema de combustibles que emeten gasos i partícules contaminants en suspensió) i de la mar (abocaments no controlats o accidentals, descàrregues d'aigües de llast). Addicionalment, les embarcacions contribueixen a la contaminació acústica del medi marí produïda pel renou submarí, que genera impactes negatius en la fauna marina.

En darrer lloc, els creuers per la Mediterrània actualment suposen una modalitat turística en auge. Atesa la creixent activitat d'aquest tipus de turisme a les Balears, es poden generar problemes socials en termes de capacitat de càrrega humana.

a granel carboners, vaixells de càrrega a granel cimenters, vaixells cerealers de càrrega a granel, altres vaixells, vaixells de passatge ràpids, vaixells de pesca litoral, remolcadors, vaixells de càrrega horitzontal rodada, vaixells de càrrega horitzontal de cotxes, tancs de gasos líquids, tancs d'altres líquids i tancs petroliers.

En els resultats s'inclouen les dades de tots els vaixells (indicador 1) i dels vaixells per tipus més freqüents o més relacionats amb els indicadors de pressió humana i turisme (2-6):

- **Creuers turístics:** inclou els creuers mediterranis que fan escala a les Illes.
- **Ferris (transbordadors):** inclou ferris de càrrega o passatge, ferris de passatge o cotxes i vaixells de passatge ràpids. Transporten tant passatgers com vehicles i solen tenir horaris diaris programats que permeten el trànsit directe entre dos punts.
- **Petroliers:** tancs petroliers.
- **Cimenters:** vaixells de càrrega a granel cimenters.
- **Vaixells de càrrega horitzontal rodada:** vaixells de càrrega horitzontal de cotxes, vaixells de càrrega horitzontal de contenidors. El nom que de vegades s'empria per designar aquests vaixells (*ro-ro*) prové de l'anglès *roll-on roll-off system*, i fa referència als vaixells que transporten càrrega rodada (camions contenidors, cotxes de lloguer, etc.).

METODOLOGIA

S'han adquirit les dades en línia de la pàgina web de Ports de Balears.¹ Les dades provenen dels cinc ports urbans gestionats per l'Autoritat Portuària de Balears.

Els tipus de vaixells trobats es resumeixen en desset categories: vaixells de guerra nacionals, convencionals, creuers turístics, ferris de càrrega o passatge, ferris de passatge o cotxes, vaixells de càrrega

QUÈ ÉS?

Els vaixells a ports fan referència al nombre d'escales d'embarcacions (comptant-hi l'embarcament i el desembarcament) que es produeixen als ports gestionats per l'Autoritat Portuària de Balears. S'hi inclouen diferents tipus d'embarcacions: vaixells de guerra, creuers, ferris, tancs petrolers, vaixells de càrrega horitzontal (vaixells de càrrega rodada), vaixells de càrrega a granel, remolcadors, tancs de gasos i líquids, vaixells de pesca litoral i altres vaixells.

METODOLOGIA

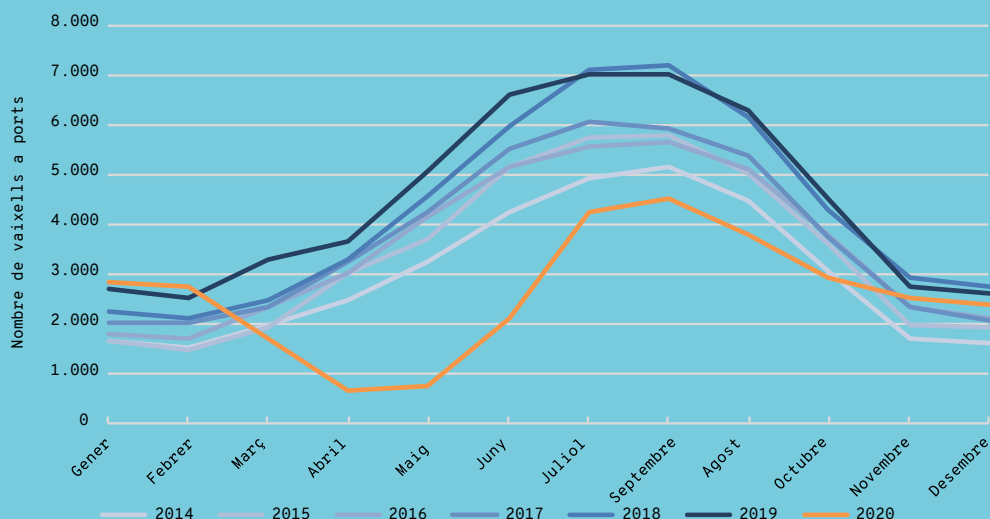
S'inclouen dades de les escales fetes entre 2014-2020 als cinc ports gestionats per Ports de Balears (Autoritat Portuària de Balears):

- Mallorca: Port de Palma i Port d'Alcúdia.
- Menorca: Port de Maó.
- Eivissa: Port d'Eivissa.
- Formentera: Port de la Savina.

Les dades estan publicades per Internet a la pàgina: www.portsdebalears.com/ca/buques-en-puerto.

RESULTATS

- Entre els anys 2019 i 2020, el nombre anual de vaixells a ports disminueix un 42,3 % (passant de 54.002 escales l'any 2019 a 31.151 l'any 2020).
- Entre els anys 2014 i 2019, el total mensual de vaixells a ports mostra tendències creixents en el nombre d'escales. En aquests sis anys van augmentar les escales a ports amb aproximadament 1.000 vaixells més per mes.
- En general, el nombre total d'escales mostra estacionalitat, arribant als màxims durant els mesos de juliol i agost.
- L'any 2019 es registren aproximadament de 2.600 a 7.000 vaixells mensuals, mentre que l'any 2020 el nombre mensual de vaixells disminueix, amb 650 (abril) i 4.518 (agost).

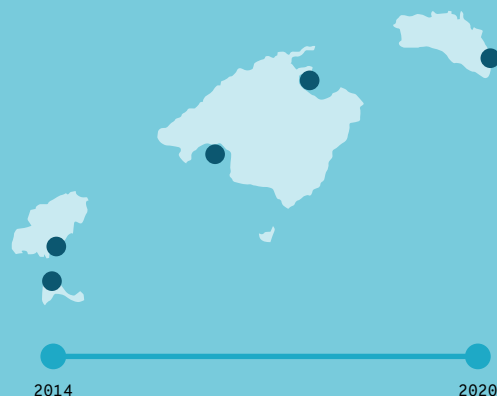


Trànsit total dels vaixells de tots els ports de les Balears (Palma, Alcúdia, Maó, Eivissa i la Savina) per mesos entre els anys 2014-2020. FONT: Autoritat Portuària de Balears.

PER QUÈ?

La informació sobre el nombre total i el tipus d'embarcació proporciona un marc de referència per entendre la pressió ambiental a la qual se sotmeten el medi marí i el terrestre.

LOCALITZACIÓ



- Els ports d'Eivissa i la Savina són els que registren més navegació de les Illes Balears (un ordre de magnitud més gran). Això és pel gran nombre de ferris que circulen entre Eivissa i Formentera. Aquests dos ports són els que registren una reducció d'escales més gran l'any 2020 (al voltant de -10.000 vaixells a cada port en comparació amb l'any 2019).
- Durant els mesos de juliol i agost de l'any 2020 els valors augmenten, tot i que mantenint-se per sota dels mateixos mesos de l'any 2014 (- 600 vaixells mensuals).

Si comparem els anys 2019 i 2020, el nombre d'escales de tots els tipus de vaixells analitzats disminueix excepte per als cimenters, que es mantenen. Els creuers turístics són els que més disminueixen, un 95 %; seguits dels vaixells que transporten càrrega horitzontal (*ro-ro*), un 49 %; els ferris, un 40 %; i els petrolers, un 29 %.

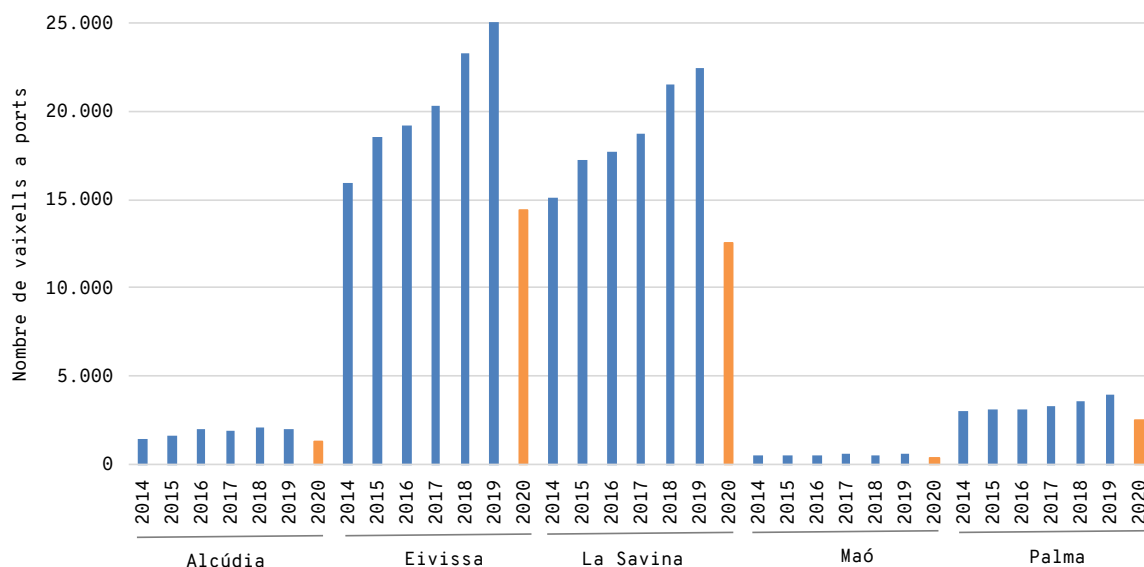


Figura 1. Trànsit total de vaixells als ports d'Alcúdia, Eivissa, la Savina, Maó i Palma entre 2014-2020. FONT: Autoritat Portuària de Balears.

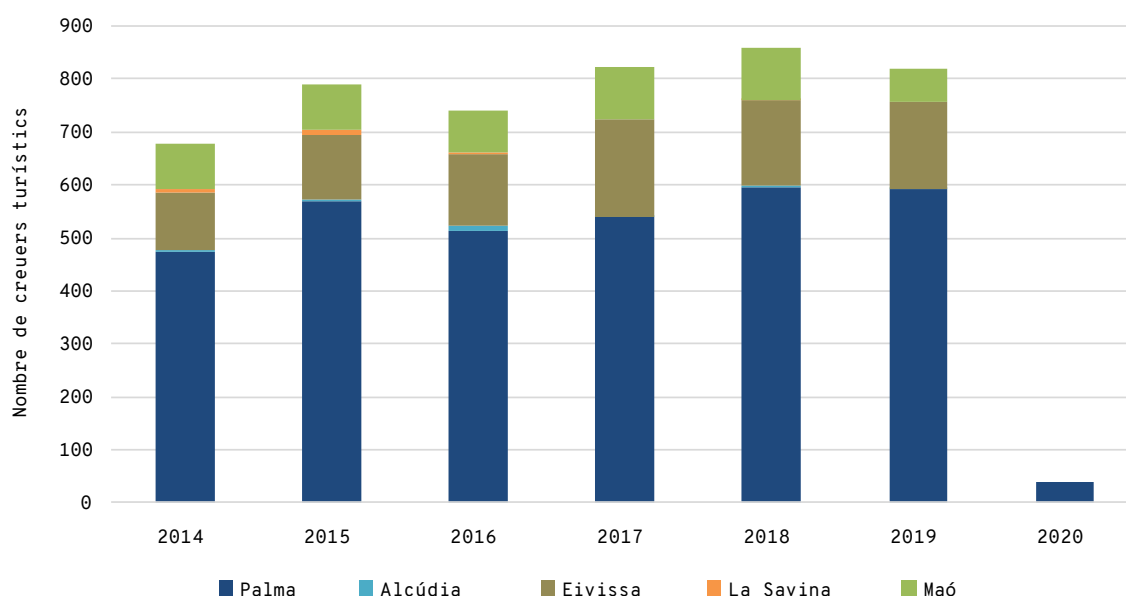


Figura 2. Nombre d'escales de creuers als ports de Palma, Alcúdia, Eivissa, la Savina i Maó entre 2014-2020. FONT: Autoritat Portuària de Balears.

RESULTATS

1. Nombre total de trànsit de vaixells per any i port

L'any 2020, tots els ports mostren un nombre d'escales anuals inferior al de l'any 2014 (figura 1).

Entre 2014 i 2019, dels cinc ports d'estudi destaquen els d'Eivissa i la Savina, que superen en un ordre de magnitud el nombre anual d'embarcacions (màxim de 25.000 vaixells anuals) (figura 1) de la resta de ports (figura 1). Eivissa i la Savina mostren un increment de ~ 8.000 vaixells des de l'any 2014 fins al 2019.

El port de Maó és el que presenta menys trànsit de tots, amb un màxim de 616 escales anuals.

2. Nombre de creuers per any i port

El port que rep més escales de creuers és el de Palma (~ 500-600 anuals), seguit del d'Eivissa (~ 100-200 anuals) i el de Maó (~ 50-100 anuals) (figura 2). Alcúdia i la Savina mostren el nombre anual més petit d'escales de creuers dels cinc ports d'estudi (< 10).

L'any 2020 el nombre total de creuers cau de 819 (l'any 2019) a 39, la qual cosa suposa una disminució del 95 %. Només el port de Palma rep escales de creuers turístics l'any 2020.

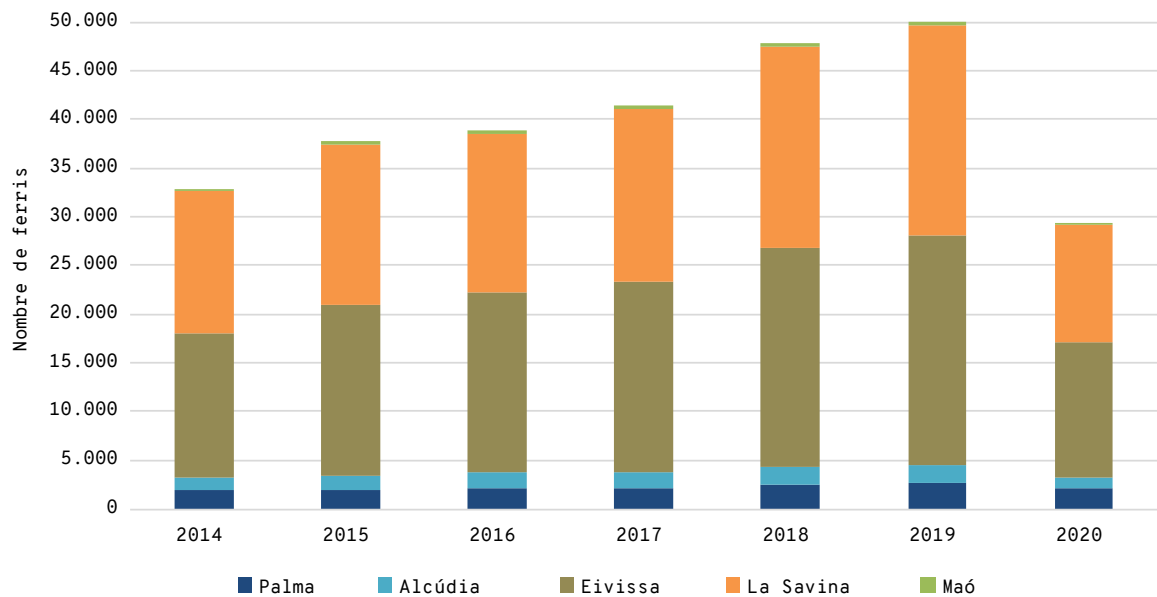


Figura 3. Nombre d'escales de ferris als ports de Palma, Alcúdia, Eivissa, la Savina i Maó entre els anys 2014-2020. FONT: Autoritat Portuària de Balears.

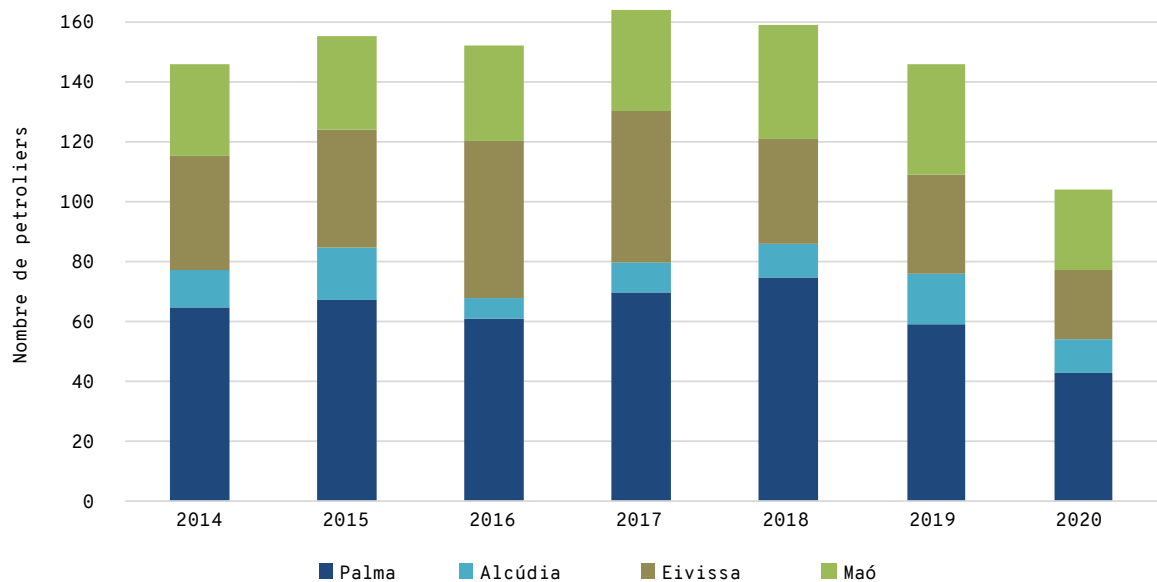


Figura 4. Nombre d'escales de petroliers als ports de Palma, Alcúdia, Eivissa i Maó entre 2014-2020 (no es mostra el Port de la Savina, ja que no té escales d'aquest tipus de vaixells). FONT: Autoritat Portuària de Balears.

3. Nombre de ferris per any i port

En general, els cinc ports registren un increment anual del nombre d'escales entre els anys 2014-2019, fins a arribar als 50.000 ferris (figura 3). Destaquen en nombre els ports de les Pitiüses, que són un ordre de magnitud més gran que la resta.

L'any 2020, el nombre total de ferris és < 30.000. Això suposa un descens del 40 % (- 20.000 escales en comparació amb l'any 2019), derivat especialment dels ports de les Pitiüses.

4. Nombre de petroliers per any i port

La Savina és l'únic port on no es registra la presència de petroliers entre els anys 2014-2020. Entre els anys 2014-2019 el nombre anual de petroliers oscil·la entre 146 i 164 (figura 4). L'any 2020 els petroliers arriben al mínim de 104 escales anuals.

5. Nombre de cimenters per any i port

La Savina és l'únic port que no té cimenters atracats durant els anys 2014-2020. Des de l'any 2014 fins al 2020 el nombre de cimenters ha augmentat de 77 a 114, respectivament (figura 5). L'any 2020 les escales són les mateixes que el 2019 (114).

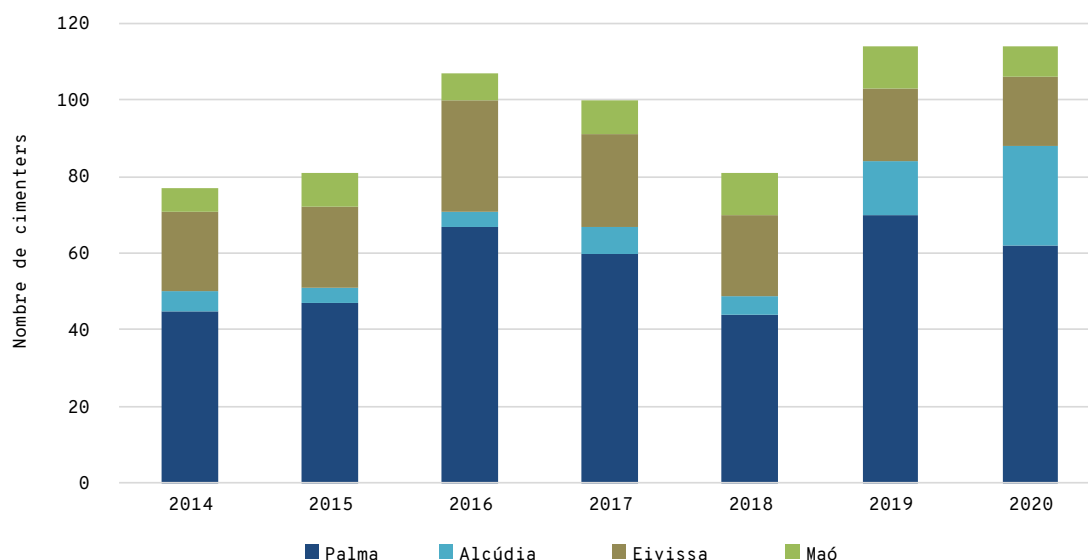


Figura 5. Nombre d'escales de cimenters als ports de Palma, Alcúdia, Eivissa i Maó entre 2014-2020 (no es mostra el Port de la Savina, ja que no té escales d'aquest tipus de vaixells). FONT: Autoritat Portuària de Balears.

6. Nombre de vaixells de càrrega horitzontal (ro-ro) per any i port

Els vaixells amb càrrega horitzontal (ro-ro) no fan escales a La Savina, mentre que a Alcúdia només en fan entre l'any 2014 i l'any 2017 (figura 6). El valor màxim d'escales de vaixells de càrrega horitzontal es registra els anys 2014 i 2015 (~ 450 vaixells anuals). Aquests valors màxims provenen principalment d'escales a Eivissa i, en segon lloc, a Palma. Entre els anys 2016 i 2019 els valors disminueixen entre 157 i 235 escales de ro-ro anuals, mentre que l'any 2020 s'arriba al valor mínim de 108 escales.

CONCLUSIONS

→ El total de vaixells als ports de les Balears augmenta temporalment entre els anys 2014 i 2019.

→ L'any 2020, el total de vaixells dels cinc ports principals de les Illes disminueix amb valors inferiors als de l'any 2014. Entre l'any 2019 i el 2020 la disminució és del 42,3 % (passant de 54.002 escales l'any 2019 a 31.151 escales l'any 2020).

→ Els ports de les Pitiüses són els que registren més navegació de totes les Illes (arribant a les 25.000 escales anuals de vaixells a Eivissa l'any 2019). Aquesta diferència s'explica principalment pel gran nombre de ferris que freqüenten Eivissa i Formentera.

→ L'any 2020 el nombre de creuers disminueix un 95 % en comparació amb l'any 2019. Entre 2014 i 2019 el nombre d'escales de creuers turístics és més gran al port de Palma (~ 500-600 anuals), seguit del d'Eivissa (~ 100-200 anuals) i el de Maó (~ 50-100 anuals). A Alcúdia i la Savina són menys freqüents (< 10 anuals).

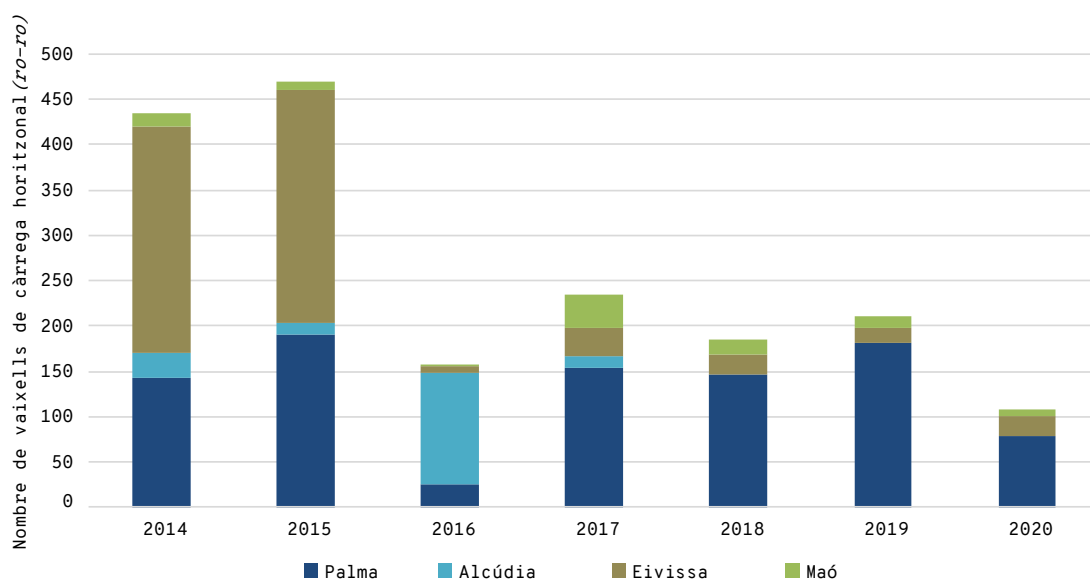


Figura 6. Nombre d'escales de vaixells de càrrega horitzontal (vaixells que transporten càrrega rodada) als ports de Palma, Alcúdia, Eivissa i Maó entre 2014-2020 (no es mostra el Port de la Savina, ja que no té escales d'aquest tipus de vaixells). FONT: Autoritat Portuària de Balears.¹

- El nombre de ferris és el més alt de tots els tipus de vaixells analitzats (arribant a les 50.000 escales anuals l'any 2019) i, per tant, dirigeix les tendències temporals de tots els vaixells a ports. Els ports de les Pitiüses són els que tenen més tràfic de ferris. L'any 2020 el nombre total de ferris disminueix un 40 %.
- L'any 2020 el nombre de petroliers disminueix un 29 % en comparació amb l'any 2019. Les escales anuals oscil·len entre 104 i 164.
- Els cimenters fan entre 77 i 114 escales anuals. L'any 2020 es manté el nombre d'escales (114) en comparació amb l'any 2019.
- L'any 2020 les escales de vaixells de càrrega horitzontal (vaixells amb càrrega rodada) disminueixen un 48,6 % en comparació amb l'any 2019, arribant a les 108 escales.

REFERÈNCIES

¹ PORTS DE BALEARS: <http://www.portsdebalears.com/ca/buques-en-puerto>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; AUTORITAT PORTUÀRIA DE BALEARS (2021). «Vaixells a ports». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imbuc-a-ports-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Lydia Png, Maria Elena Cefalì, Robert Comas González, Enric Ballesteros i Aina Carbonell.

Espècies exòtiques i invasores a la mar Balear

Les espècies que desenvolupen un caràcter invasor solen ser un petit percentatge del nombre total d'espècies exòtiques que s'estableixen en els diferents hàbitats marins. Entre les espècies incloses al Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores (EEI) (Llei 42/2007, [BOE-A-2007-21490]) hi ha un grup d'algues macròfites marines que es desenvolupen a la zona infralitoral, i a les Balears s'han establert poblacions a diferents localitzacions de les espècies següents: *Acrothamnion preissii*, *Asparagopsis taxiformis*, *Caulerpa cylindracea*, *Caulerpa taxifolia*, *Halimeda incrassata*, *Lophocladia lallemandii* i *Womersleyella setacea*. Així mateix, des de principi de la primera dècada del segle XXI s'hi inclou també el crustaci decàpode *Percnon gibbesi*, que es desenvolupa a la zona mediolitoral i infralitoral. Més recentment, el crustaci decàpode *Callinectes sapidus*, amb interès comercial i estès a les zones peninsulars, prolifera des de l'any 2015 a l'arxipèlag balear.

La informació qualitativa i quantitativa sobre l'abundància i l'extensió espacial d'aquestes espècies invasores en una àrea determinada es considera un dels criteris fixats per la Directiva marc de les estratègies marines (DMEM, Decisió 2017/848/EU) per dur a terme una avaluació del bon estat ambiental (BEA). L'ús d'indicadors (valors mètrics d'abundància o cobertura) i descriptius (extensió i distribució) d'aquestes espècies serveix per establir tendències en l'impacte tant sobre la biodiversitat com sobre la integritat del fons marí.

El seguiment del grup d'algues macròfites invasores a Menorca el fa el personal de l'Estació d'Investigació Jaume Ferrer (del Govern de les Illes Balears i l'Institut Espanyol d'Oceanografia) (EIJF-

GOIB-IEO), en col·laboració amb el Dr. Enric Ballesteros del Centre d'Estudis Avançats de Blanes del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CEAB-CSIC), creador i responsable del programa iniciat l'any 2008.

La informació procedent d'aquest programa de seguiment,^{1,2}—de campanyes pilot de biodiversitat fetes a la zona infralitoral,³ de campanyes pròpies,⁴ de publicacions científiques i de ciència ciutadana^{5,6}—s'ha emprat per elaborar les fitxes actualitzades del seguiment de les espècies invasores a l'arxipèlag balear. Addicionalment s'inclou informació sobre l'estatus de cada espècie tant a nivell nacional com europeu (EASIN, European Alien Species Information Network).⁷

Callinectes sapidus Rathbun, 1896

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica comercial (Llista de denominacions comercials d'espècies pesqueres i d'aqüicultura admeses a Espanya, BOE-A-2016-3357).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Espècie de l'Atlàntic occidental que viu naturalment a la costa est d'Amèrica, des de Nova Escòcia i el Canadà fins al nord de l'Argentina.¹

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

C. sapidus va ser citada per primera vegada a la Mediterrània oriental l'any 1935.³ L'any 2005 se'n varen trobar dues larves megalopes a les aigües oceàniques de la mar Balear,⁴ però no va ser fins a l'any 2015 que se'n varen identificar exemplars adults a Eivissa (Santa Eulària des Riu, ses Salines d'Eivissa i Formentera). Posteriorment es varen registrar més exemplars adults de l'espècie a les diferents illes: 19 a Mallorca (s'Albufera i el Port de Pollença) i 3 a Menorca (torrent de cala Galdana i s'Albufera des Grau).⁵ Des de llavors, l'espècie s'ha anat expandint en aigües salobres, amb un increment considerable de registres en els dos darrers anys.



Figura 1. Localitzacions de *C. sapidus* a les Illes Balears obtingudes de publicacions i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.

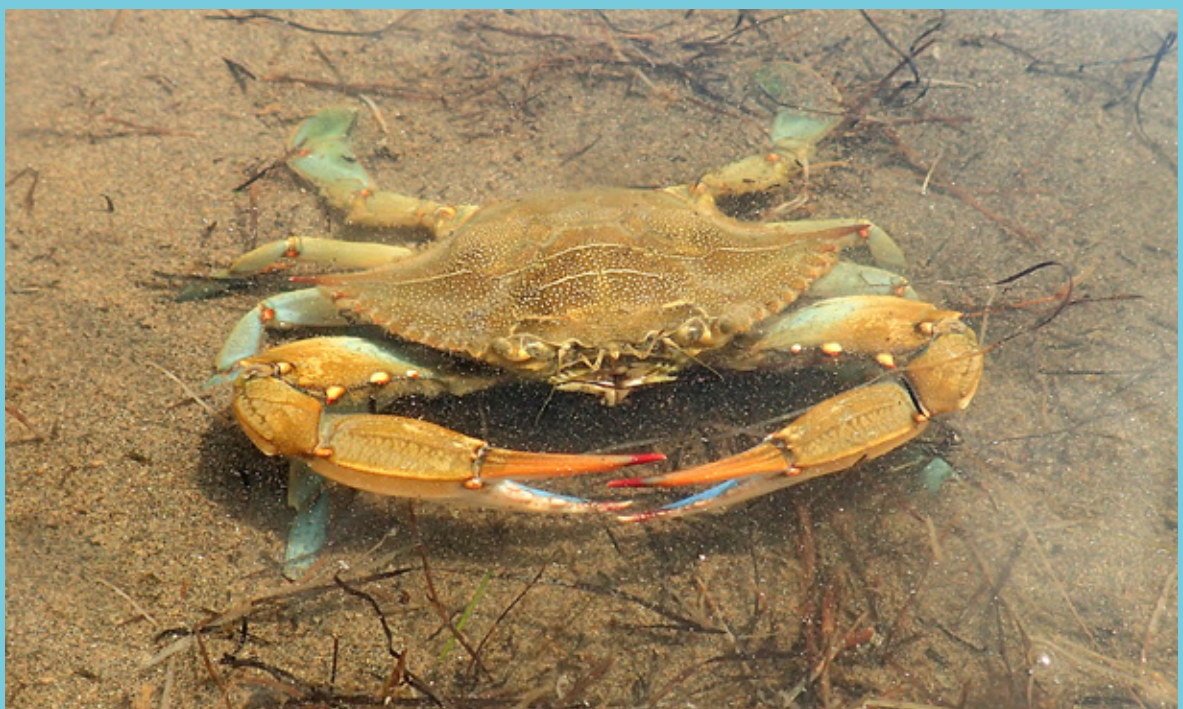


Figura 2. Imatge de *C. sapidus*. FONT: Enric Ballesteros

Lophocladia lallemandii (Montagne) F. Schmitz, 1893

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Alga originària de la mar Roja i la zona Indopacífica.

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ

Canal de Suez.

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

L. lallemandii es va detectar per primera vegada l'any 1998 a Eivissa⁸ i, des de llavors, s'ha anat expandint ràpidament per les illes de Formentera,⁹ Mallorca^{10, 11} i Menorca.^{12, 13}

RESULTATS

Fins a l'any 2014 presentava una abundància en cobertura per transecte superior al 50 % a l'oest de Menorca, i entre l'1 i el 5 % al nord i a l'est,¹² però els darrers anys s'ha observat que la seva distribució s'ha estès al sud i a l'est de l'illa (figura 1). No obstant això, la seva abundància mitjana ha disminuït respecte dels primers anys, i actualment representa menys del 25 % de la cobertura per transecte.² En profunditat, la seva cobertura màxima es dona entre els 5 i 25 metres, amb una presència gairebé nul·la a més fondària exceptuant l'any 2016, quan la població es va desplaçar cap a cotes més profundes. L'any 2018, però, va tornar a profunditats més somes (figura 2).

2008

2020



Figura 1. Localitzacions de *L. lallemandii* a la xarxa d'estacions del programa de seguiment l'any 2008 i l'any 2020. FONT: EIJF (GOIB-IEO).

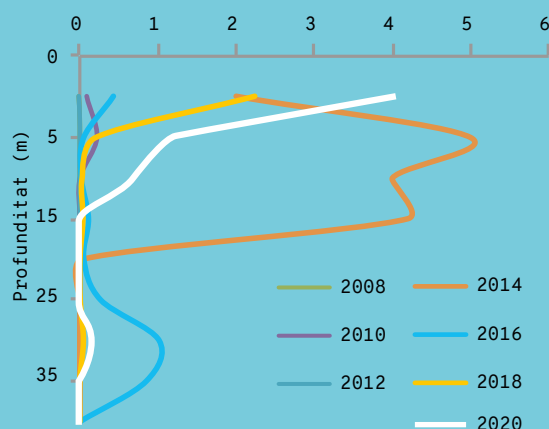


Figura 2. Percentatge (%) de cobertura mitjana de *L. lallemandii* entre 0 i 50 m de profunditat des de l'any 2008 fins al 2020. FONT: EIJF (GOIB-IEO).

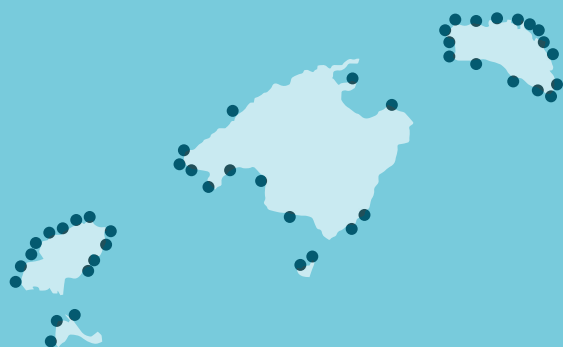


Figura 3. Localitzacions de *L. lallemandii* obtingudes de publicacions, programes de seguiment i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.



Figura 4. Alga invasora *L. lallemandii*. FONT: Enric Ballesteros.

Caulerpa cylindracea Sonder, 1845

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Espècie d'origen australià, concretament del sud-oest d'Austràlia.

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

C. cylindracea es troba en tota mena de fons de 0 a 70 metres de profunditat. A les Balears es va registrar per primera vegada a les costes mallorquines l'any 1998.¹⁴ Des de llavors s'ha expandit notablement per tot l'arxipèlag,^{10, 12, 13, 15, 16} presentant gran abundància en zones determinades.¹⁵



Figura 1. Localitzacions de *C. cylindracea* a la xarxa d'estacions del programa de seguiment l'any 2008 i l'any 2020. FONT: EIJF (GOIB-IEO).



Figura 3. Localitzacions de *C. cylindracea* obtingudes de publicacions, programes de seguiment i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ I EXPANSIÓ

Transport marítim (aigües de last i *biofouling*) i aquariofilia.

RESULTATS

Des de l'any 2008 fins avui s'ha expandit progressivament des de l'Illa de l'Aire a tot Menorca.¹² La cobertura mitjana no és molt elevada, i des de l'any 2016 s'ha observat una tendència general decreixent.¹³ Actualment s'han registrat valors propers al 25 % de cobertura només a dos punts de mostreig al sud-est i nord de l'illa.¹³ En canvi, a la resta de l'illa la cobertura mitjana no supera el 5 % (figura 1).

En analitzar la sèrie temporal, a nivell batimètric i per a tota l'illa, es pot observar que l'espècie ha anat augmentant de cobertura des de l'any 2010, especialment a les zones profundes, i en menor mesura en els primers 10 metres de profunditat. Els valors màxims de cobertura es varen detectar l'any 2016 a partir dels 25 metres. Des de llavors s'observa una disminució gradual de la cobertura mitjana fins a assolir valors inferiors a l'1 % l'any 2020, tot i que amb presència en tot el rang batimètric¹³ (figura 2).

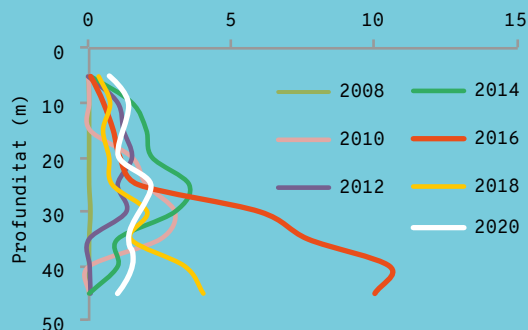


Figura 2. Percentatge (%) de cobertura mitjana de *C. cylindracea* entre 0 i 50 m de profunditat des de l'any 2008 fins al 2020. FONT: EIJF (GOIB-IEO).



Figura 4. Imatge de *C. cylindracea*. FONT: Enric Ballesteros.

Womersleyella setacea (Hollenberg) R. E. Norris, 1992

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Descrita originalment a les illes hawaianes i posteriorment en regions tropicals del Pacífic i l'Atlàntic.

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ I EXPANSIÓ

Transport marítim (aigües de llast) i dispersió per xarxes de pesca.

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

Es troba en fons rocosos amb comunitats d'algues esciòfiles, i hi forma estores gruixades i resistents.¹⁷



Figura 1. Localitzacions de *W. setacea* a la xarxa d'estacions del programa de seguiment l'any 2008 i l'any 2020. FONT: EIJF (COB-IEO).



Figura 3. Localitzacions de *W. setacea* obtingudes de publicacions, programes de seguiment i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.

W. setacea està establida a Menorca des de fa un parell de dècades,¹⁴ i és més abundant a la zona nord de l'illa a causa de la morfologia de la costa, que està formada per fons més profunds i de més pendent, constituïts per hàbitats de coral·lígens i algues hemiesciòfiles.¹²

RESULTATS

Les dades recollides des de l'any 2008 fins al 2014 mostraven una tendència a la disminució de l'abundància a tot Menorca,¹ amb un canvi en la tendència de recessió l'any 2016 i l'any 2018, quan va tornar a ser abundant.¹³ No obstant això, el 2020 va tornar a disminuir, sobretot al sud i a l'oest de Menorca, arribant a ser absent en algunes de les estacions mostrejades.¹³

A la figura 2 s'observa com *W. setacea* es distribueix entre els 20 i els 45 m de profunditat. Fins a l'any 2018 presentava la seva màxima cobertura a 40 m, amb una tendència decreixent. Però l'any 2020 la seva cobertura mitjana (de tots els punts de mostratge) va presentar valors històrics més baixos i un lleuger desplaçament de la cota de cobertura màxima, des dels 40 fins als 30 m de fondària.¹³

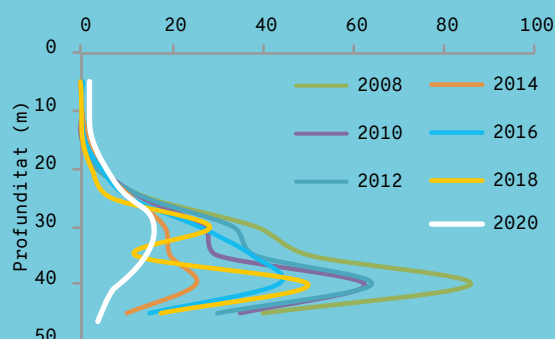


Figura 2. Percentatge (%) de cobertura mitjana de *W. setacea* entre 0 i 50 m de profunditat des del 2008 fins al 2020. FONT: EIJF (G0IB-IEO).

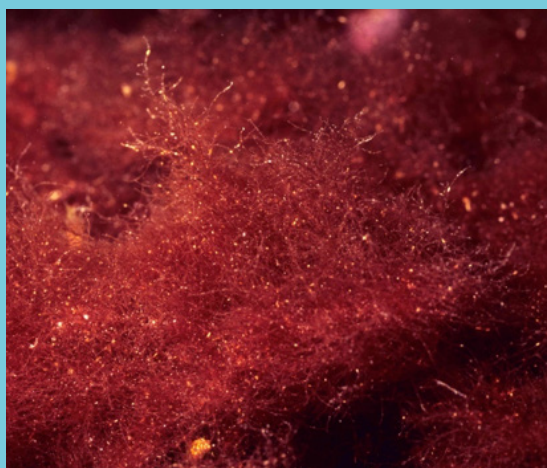


Figura 4. Imatge de *W. setacea*. FONT: Enric Ballesteros.

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Originària de l'oest d'Austràlia, amb una distribució molt àmplia a totes les mars tropicals i subtropicals.

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ I EXPANSIÓ

Transport marítim (aigües de llast).

RESULTATS

En el programa de seguiment d'algues invasores de l'Estació d'Investigació Jaume Ferrer (Menorca) s'ha observat que *A. taxiformis* no representa una espècie dominant en una comunitat ni desplaça altres espècies; per tant, no presenta un caràcter invasor a l'illa.¹³ És present a totes les illes de l'arxipèlag balear i actualment es considera una alga establida a les Balears.

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

Es va citar per primera vegada a les Illes Balears l'any 1993, concretament a Ciutadella (Menorca)¹⁸. Actualment es troba àmpliament distribuïda per l'arxipèlag.^{10, 12, 13, 15, 16} Es tracta d'una alga amb un cicle de vida que presenta dues fases diferenciades morfològicament: una fase esporofítica a l'hivern i a la primavera, localitzada en comunitats fotòfiles a poca profunditat, i una fase gametofítica, present tot l'any, encara que més comuna a la primavera i a l'estiu en comunitats hemies-ciòfiles situades entre 10 i 30 m de profunditat.¹²



Figura 1. Localitzacions d'*Asparagopsis taxiformis* obtingudes de programes de seguiment i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.



Figura 2. Imatge d'*Asparagopsis taxiformis*. FONT: Enric Ballesteros.

Acrothamnion preissii E. N. Wollaston, 1968

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

És originària de l'Indopacífic i nativa de l'oest d'Austràlia, Nova Zelanda, Sud-àfrica i el Japó.

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ I EXPANSIÓ

Transport marítim, incrustacions en el buc de les embarcacions (*biofouling*).

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

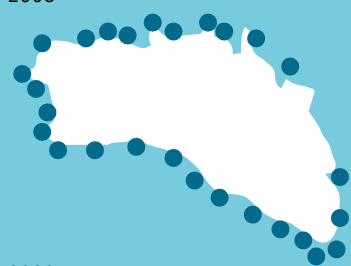
Es tracta d'una espècie que creix a llocs on la llum és tènue, entre 5 i 70 metres de profunditat. Creix sobre els rizomes de *Posidonia oceanica* i altres algues esciòfiles de la zona infralitoral. D'altra banda, pot formar denses estores i arribar a desplaçar la flora i fauna de la zona. Està instal·lada a les Illes Balears com a mínim des de fa vint anys,¹⁹ i ja es considera una alga establida.^{10, 12, 13}

RESULTATS

Fins a l'any 2018, el recobriment d'aquesta espècie va presentar un patró de disminució amb valors mitjans d'entre el 5 % i el 25 %.¹³ Però l'any 2020 es va registrar un canvi de tendència amb valors superiors al 50 %, especialment al sud-est de l'illa i a la costa de Ciutadella.¹³

A nivell batimètric, *A. preissii* es distribueix entre els 5 i fins als 35 m de profunditat aproximadament. La seva cobertura mitjana (de tots els punts de mostreig) ha anat disminuint progressivament al llarg dels anys fins al 2018. Avui dia, la cobertura màxima es localitza en el rang batimètric entre els 10 i els 20 m de profunditat, amb una mitjana del 10 %. No obstant això, l'any 2020 es varen registrar valors de cobertura màxima de l'espècie de fins al 60 % en alguns punts de mostreig.¹³

2008



2020



Figura 1. Localitzacions d'*A. preissii* a la xarxa d'estacions del programa de seguiment l'any 2008 i l'any 2020. FONT: EIJF (GOIB-IEO).

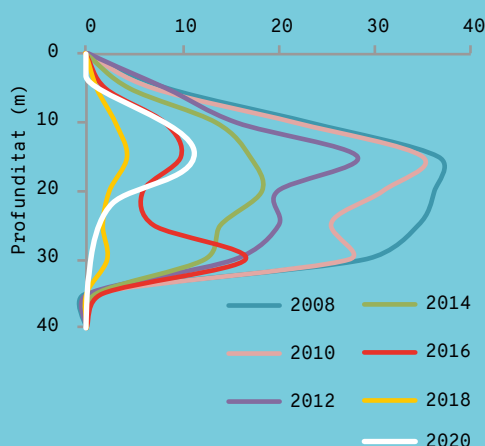


Figura 2. Percentatge (%) de cobertura mitjana d'*A. preissii* entre 0 i 40 m de profunditat des de l'any 2008 fins al 2020. FONT: EIJF (GOIB-IEO).



Figura 3. Localitzacions d'*A. preissii* obtingudes de programes de seguiment, publicacions i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.



Figura 3. Imatge d'*A. preissii*. FONT: Enric Ballesteros.

Percnon gibbesi (H. Milne Edwards, 1853)

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Es distribueix naturalment per l'oceà Pacífic des de Xile fins a Califòrnia, a l'Atlàntic des del Brasil fins a Florida, i des del golf de Guinea fins a Madeira.

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ I EXPANSIÓ

Transport marítim (aigües de llast i/o incrustacions) i mitjançant el transport de larves per part dels corrents.

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

Percnon gibbesi va ser citada per primera vegada a la Mediterrània l'any 1999, concretament a l'illa de Linosa, a Itàlia.²⁰ Aquell mateix any va ser citada a les Balears^{21, 22} i posteriorment es va expandir amb rapidesa per tota la Mediterrània. Avui dia, aquesta espècie mostra poblacions establides i estables a l'arxipèlag balear,^{7, 10, 16} la qual cosa en dificulta l'erradicació. Viu en hàbitats rocosos de la zona infralitoral, entre els 0,5 i els 8 metres de profunditat, en escletxes, ports comercials i marines esportives, amb el màxim d'abundància a 1 m de profunditat.²³



Figura 1. Localitzacions de *P. gibbesi* obtingudes de publicacions, programes de seguiment i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.



Figura 2. Imatge de cranc aranya (*P. gibbesi*). FONT: Xavier Salvador.

Caulerpa taxifolia (M. Vahl) C. Agardh, 1817

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica invasora (Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores; Reial decret 630/2013, de 2 d'agost).

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Espècie del Carib, l'Atlàntic sud i el Pacífic, de zones tropicals i subtropicals.

VIA D'INTRODUCCIÓ

De manera accidental, a la Mediterrània occidental a causa d'una fuga d'aigua amb propàguls dels aquaris del Museu Oceanogràfic de Mònaco l'any 1984.²⁴

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

Va ser citada per primera vegada a cala d'Or (Mallorca) l'any 1992,²⁵ a on es va mantenir present sense arribar a ocupar molta extensió.^{10, 31, 32}



Figura 1. Localitzacions de presència de *Caulerpa taxifolia* obtingudes de publicacions i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.



Figura 2. Imatge de *Caulerpa taxifolia*. FONT: Enric Ballesteros.

Halimeda incrassata (J. Ellis) J. V. Lamouroux, 1816

ESTATUS NACIONAL

Espècie exòtica.

ESTATUS EASIN

Espècie exòtica.

DISTRIBUCIÓ NATIVA

Es distribueix naturalment a l'oceà Atlàntic tropical i l'oceà Indopacífic.²⁶

POSSIBLES VIES D'INTRODUCCIÓ I EXPANSIÓ

Aqüicultura i transport marítim (incrustacions en àncores i iots).²⁷

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL

H. incrassata es va citar per primera vegada a la Mediterrània l'any 2011, específicament a la Reserva Marina de la Badia de Palma, i es va localitzar al llarg de la costa sud-oest de l'illa de Mallorca.²⁷ L'any 2014 es va detectar a la part occidental de la badia de Palma, a Portals Vells.²⁷ Avui dia està estesa per la costa sud-oest de Mallorca,^{7, 10, 16} i es posiciona com una espècie nova potencialment invasora a les Balears. Creix sobre fons arenosos, mates de *Posidonia oceanica* i sobre zones rocoses, i pot arribar a formar praderies molt extenses. És productora de matèria orgànica i formadora de carbonat càlcic en sediments,^{28, 29} presenta una taxa de creixement alta ^{28, 30} i interactua amb espècies natives. Consegüentment, pot amenaçar l'estructura i el funcionament de l'ecosistema natiu.



Figura 1. Localitzacions de presència d'*Halimeda incrassata* obtingudes de publicacions, programes de seguiment i ciència ciutadana. FONT: COB-IEO.



Figura 2. Imatge d'*Halimeda incrassata*. FONT: Enric Ballesteros.

REFERÈNCIES

- ¹ WILLIAMS, A. B. (1984). *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- ² GALIL, B. *et al.* (2002). *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean (Vol. 2: Crustaceans: decapods and stomatopods)*. Mònaco: Briand F. (ed.), CIESM Publishers.
- ³ GIORDANI-SOIKA, A. (1951). «Il *Neptunus pelagicus* (L.) nell'alto Adriatico». *Natura*, 42, 18-20.
- ⁴ CARBONELL, A. *et al.* (2014). «Environmental driving forces determining the epipelagic Decapod larval community distribution in the Balearic Sea (Western Mediterranean)». *Crustaceans*, 87(6), 686-714.
- ⁵ GARCÍA, L. *et al.* (2018). «The first recorded occurrences of the invasive crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in coastal lagoons of the Balearic Islands (Spain)». *BioInvasions Records*, 7, 191-196.
- ⁶ BOX, A. *et al.* (2020). «Next step of the colonization of the Balearic Islands (Spain) by invasive Atlantic blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Portunidae)». *BioInvasions Records*, 9(2), 259-265.
- ⁷ BIODIBAL: <https://biodibal.uib.cat>
- ⁸ PATZNER, R. A. (1998). «The invasion of *Lophocladia* (Rhodomelaceae, Lophotalieae) at the northern coast of Ibiza (Balears, western Mediterranean Sea)». *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 41, 75-80.
- ⁹ FISCHER, ST. *et al.* (2007). «Studies on the ichthyofauna of the coastal waters of Ibiza (Balearic Islands, Spain)». *Rostocker Meeresbiologische Beiträge*, 18, 30-62.
- ¹⁰ OBSERVADORES DEL MAR: www.observadoresdelmar.es
- ¹¹ DEUDERO, S. *et al.* (2010). «Interaction between the invasive macroalga *Lophocladia lallemandii* and the bryozoan *Reteporella grimaldii* at seagrass meadows: density and physiological responses». *Biological Invasions*, 12, 41-52.
- ¹² MASSUTÍ, E. *et al.* (2015). «Convenio de colaboración para la puesta en marcha y el desarrollo científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (La Mola, Menorca). Informe final 2010-2015». Conselleria d'Innovació, Investigació i Turisme del Govern de les Illes Balears-Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO).
- ¹³ CEFALI, M. E. *et al.* (2020). «Informe final 2016-2020 del Convenio de Colaboración para la Consolidación y el Desarrollo Científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (La Mola, Menorca)». Conselleria d'Innovació, Investigació i Turisme del Govern de les Illes Balears-Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO).
- ¹⁴ BALLESTEROS, E. *et al.* (1999). «Contribució al coneixement algològic de la Mediterrània espanyola». *Acta Bot. Barc.*, 44, 29-37.
- ¹⁵ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2018) «Informe de resultados campaña piloto INFRAROCK2016». Institut Espanyol d'Oceanografia-Centre Oceanogràfic de Balears.
- ¹⁶ AGUILÓ ARCE, J. (2020). «Caracterización de especies invasoras en la bahía de Palma por métodos de muestreo rápidos y taxonomía integrativa». Universitat de les Illes Balears. [Treball de fi de màster].
- ¹⁷ CEBRIÁN, E.; RODRÍGUEZ-PRIETO, C. (2012). «Marine invasion in the Mediterranean Sea: the role of abiotic factors when there is no biological resistance». *PloS one*, 7(2): e31135.
- ¹⁸ BALLESTEROS, E.; RODRÍGUEZ, C. (1996). «Presència d'*Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan a Balears». *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 39.
- ¹⁹ FERRER, E. *et al.* (1994). «The spread of *Acrothamnion preissii* (Sonder) Wollaston (Rhodophyta, Ceramiaceae) in the Mediterranean Sea: New record from the Balearic Islands». *Flora Mediterranea*, 4, 163-166.

- ²⁰ RELINI, M. *et al.* (2000). «The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the Central Mediterranean». *Scientia Marina*, 64(3), 337-340.
- ²¹ GARCÍA, L.; REVIRIEGO, B. (2000). «Presència del cranc subtropical *Percnon gibbesi* a les Illes Balears. Primera cita a la Mediterrània occidental. Biologia». *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 43, 81-89.
- ²² MÜLLER, C. (2001). «First record of *Percnon gibbesi* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) for the Balearic Islands». *Senckenbergiana Maritima*, 31, 83-89.
- ²³ DEUDERO, S. *et al.* (2005). «Distribution and densities of the decapod crab *Percnon gibbesi*, an invasive Grapsidae, in western Mediterranean waters». *Marine Ecology Progress Series*, 285, 151-156.
- ²⁴ MEINESZ, A.; HESSE, B. (1991). «Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale». *Oceanologica Acta*, 14(4), 415-426.
- ²⁵ POU, S. *et al.* (1993). «Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en aguas costeras de Mallorca». *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 36, 83-90.
- ²⁶ GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. (2016). *ALGAEBASE*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. www.algaebase.org
- ²⁷ ALÓS, J. *et al.* (2016). «Fast-spreading Green beds of recently introduced *Halimeda incrassata* invade Mallorca island (NW Mediterranean Sea)». *Marine Ecology Progress Series*, 558, 153-158.
- ²⁸ WEFER, G. (1980). «Carbonate production by algae *Halimeda*, *Peniculus* and *Padina*». *Nature*, 285, 323-324.
- ²⁹ MULTER, H. G. (1988). «Growth rate, ultrastructure and sediment contribution of *Halimeda incrassata* and *Halimeda monile*, Nonsuch and Falmouth Bays, Antigua, W.I.». *Coral Reefs*, 6, 179-186.
- ³⁰ VAN TUSSENBROEK, B. I.; VAN DIJK, J. K. (2007). «Spatial and temporal variability in biomass and production of psammophytic *Halimeda incrassata* (Bryopsidales chlorophyta) in a Caribbean reef lagoon 1». *Journal of Phycology*, 43(1), 69-77.
- ³¹ BOX, A. *et al.* (2010). «Seasonality of caulerpenyne content in native *Caulerpa prolifera* and invasive *C. taxifolia* and *C. racemosa* var. *cylindracea* in the Western Mediterranean Sea». *Botanica Marina*, 53, 367-375.
- ³² INFANTES, E. *et al.* (2011). «Assessment of substratum effect on the distribution of two invasive *Caulerpa* (Chlorophyta) species». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91, 434-441.

Des de l'any 2016 s'ha establert un programa integrat de monitoratge i avaluació, amb criteris d'avaluació per a tota la mar Mediterrània i la seva costa, denominat Integrated Monitoring and Assessment Programme and Related Assessment Criteria for the Mediterranean Sea and Coast (IMAP), que s'emmarca en la Convenció de Barcelona (del Programa de les Nacions Unides pel Medi Ambient, UNEP) i en el que participen els països ribereños de la mar Mediterrània. El programa es va aprovar amb l'objectiu d'assegurar l'anàlisi i l'avaluació del medi ambient marí de manera coherent a nivell subregional i regional a tota la Mediterrània.

L'IMAP promou l'estandardització dels programes de seguiment als països contractants de la Convenció de Barcelona per avaluar el bon estat del medi ambient marí (BEA) a la mar Mediterrània. En total, l'IMAP va acordar onze objectius ecològics (OE), entre els quals hi ha el d'aconseguir que les espècies exòtiques i invasores (EEI) introduïdes per l'activitat humana es mantinguin a nivells que no afectin adversament l'ecosistema (OE2).

Per avaluar aquest objectiu es va desenvolupar un indicador comú (IC6) que es va definir com «les tendències en abundància, ocurrència temporal i distribució espacial d'espècies no natives, particularment d'espècies invasives, en àrees de risc», coincidint la definició de l'IMAP amb l'establida per la Directiva marc sobre l'estratègia marina de la Unió Europea. Els indicadors són l'instrument de planificació del medi marí que s'estableixen en el marc d'acció de la UE (Directiva de la Comissió EU 2017/845; Decisió de la Comissió EU 2017/848 aplicada a les Estratègies marines de l'Estat espanyol, EEMM).

La definició d'EEI s'estableix diferenciant les espècies exòtiques —que són espècies introduïdes fora de la seva àrea de distribució normal—, de les espècies exòtiques invasores, que són espècies que en establir-se fora de la seva àrea de distribució i propagar-se modifiquen els ecosistemes, els hàbitats o altres espècies. Dins l'indicador es distingeixen dos criteris: el criteri primari de noves introduccions (D2C1), que estableix el nombre de noves espècies al·lòctones introduïdes per l'activitat humana per període d'avaluació (cada 6 anys); i el primer criteri secundari per a les espècies establides (D2C2), que mesura la seva tendència d'abundància i distribució espaciotemporal, mentre que el segon criteri secundari (D2C3) mesura la proporció (taxa) d'aquestes espècies en relació amb les espècies natives i n'estudia els efectes adversos.

Els principals vectors d'introducció deguts a l'activitat humana (introducció primària) són el transport marítim —tant per l'alliberament d'aigües de llast com per organismes bioincrustants que viatgen als bucs de les embarcacions— i la introducció d'organismes no nadius a través de l'aqüicultura o l'alliberament a la mar d'exemplars exòtics del comerç d'aquariofília. Una altra via d'introducció (en aquest cas secundària, per expansió de l'àrea de distribució) és el corredor del canal de Suez,

que afavoreix la introducció i expansió a la mar Mediterrània d'espècies més típiques de zones circumtropicals de l'oceà Índic.

L'èxit de la introducció i l'establiment de les EEI depèn de la quantitat i la freqüència amb què n'arriben els propàguls o primers individus. La seqüència des d'una introducció a una invasió comença des de la fase I, quan l'espècie apareix en el nou hàbitat; a la fase II, l'espècie és capaç de reproduir-se en el nou hàbitat; a la fase III, passa a considerar-se localitzada i estranya; a la fase IVa, es considera estesa i poc abundant; a la fase IVb, es considera estesa i abundant; i a la fase V, es considera invasora quan esdevé dominant en l'hàbitat, afectant la biodiversitat o alterant la xarxa tròfica de l'ecosistema.

Un inventari actualitzat de la llista d'espècies exòtiques situa el nombre d'espècies registrades fins a l'any 2017 en 249 EEI a tota la Mediterrània occidental.⁸ Aquesta xifra es mostra bastant estable, amb una lleugera disminució en relació amb la llista de referència d'espècies establertes fins a l'any 2011.⁹

La llista d'EEI de les Illes Balears contempla les espècies detectades i establides a l'arxipèlag. Aquesta llista, que s'ha actualitzat respecte a la publicada a l'INFORME MAR BALEAR 2020, elimina espècies d'algues unicel·lulars que poden causar floracions marines nocives (dinoflagel·lats), microorganismes com bacteris i protozous paràsits causants potencials de mortalitat massiva en els mol·luscos bivalves —en no haver-se comprovat el seu origen exòtic—, i espècies macrobentòniques i pelàgiques de les quals no s'han trobat referències a la presència d'exemplars adults.

BASES DE DADES

La llista d'EEI que hi ha a la mar Balear s'ha elaborat a partir de registres i publicacions emmagatzemades a la base de dades SIEAI de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (<http://barretosm.md.iao.es/arcgis/reest/services/MSFD-Spain/>), i amb la revisió i la consulta de diverses fonts de dades pròpies i dades externes, que inclouen mitjans de comunicació i plataformes en línia de biodiversitat (<https://biodibal.uib.cat/>), específiques sobre espècies al·lòctones (<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin/>) i informació i validacions procedents de la ciència ciutadana (<http://www.observadoresdelmar.es/>). Les espècies criptogèniques i criptoexpandibles —espècies sense evidència definitiva de ser natives o no per no ser clara la procedència de la introducció des de la seva àrea o rang de distribució original, o bé per la falta de dades suficients— no s'inclouen a la llista, que se centra en espècies macrobentòniques tant sèssils com vàgils.

L'estatus d'EEI^{10, 11} es valora per a les espècies de les quals es disposa d'informació a partir de la classificació següent:

a) CASUAL és una espècie que s'ha registrat una

vegada o dues.

pidament, amb impactes documentats en l'ecosistema.

b) ESTABLIDA és una espècie de la qual almenys se'n coneix una població a la natura, fins i tot si no hi ha evidència de reproducció.

d) ALIEN quan no se'n pot determinar l'estatus amb fiabilitat.

c) INVASORA, si l'espècie establida s'està estenent rà-

Taula 1. Llista actualitzada per al període 2018-2024 de les espècies exòtiques invasores a la mar Balear. A: alien; I: invasora; Est: establida; Cas: casual.

| REGISTRE | ESPÈCIE | ESTATUS |
|-----------------------|--|---------|
| Grup algues | | |
| 1 | <i>Acrothamnion preissii</i> (Sonder) E. M. Wollaston, 1968 | Est |
| 2 | <i>Anotrichium furcellatum</i> (J. Agardh) Baldock, 1976 | A |
| 3 | <i>Antithamnion amphigeneum</i> A. Millar, 1990 | Est |
| 4 | <i>Apoglossum gregarium</i> (E. Y. Dawson) M. J. Wynne, 1985 | Est |
| 5 | <i>Asparagopsis armata</i> Harvey, 1855 | I |
| 6 | <i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845 | Est |
| 7 | <i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot, 1891 | Est |
| 8 | <i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh, 1823 | A |
| 9 | <i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder, 1845 | I |
| 10 | <i>Caulerpa taxifolia</i> (M. Vahl) C. Agardh, 1817 | I |
| 11 | <i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh, 1817 | A |
| 12 | <i>Codium fragile</i> subsp. <i>fragile</i> (Suringar) Hariot, 1889 | I |
| 13 | <i>Colaconema codicola</i> (Børgesen) H. Stegenga, J. J. Bolton & R. J. Anderson, 1997 | A |
| 14 | <i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier, 1851 | A |
| 15 | <i>Goniotrichopsis sublittoralis</i> G. M. Smith, 1943 | A |
| 16 | <i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamouroux) C. Agardh, 1822 | Est |
| 17 | <i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J. V. Lamouroux, 1816 | A |
| 18 | <i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützinger, 1847 | Est |
| 19 | <i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F. Schmitz, 1893 | I |
| 21 | <i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun & J. N. Norris, 1982 | Est |
| 22 | <i>Pyropia koreana</i> (M. S. Hwang & I. K. Lee) M. S. Hwang, H. G. Choi Y. S. Oh & I. K. Lee, 2011 | A |
| 23 | <i>Pyropia suborbiculata</i> (Kjellman) J. E. Sutherland, H. G. Choi, M. S. Hwang & W. A. Nelson, 2011 | Est |
| 24 | <i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt, 1955 | I |
| 25 | <i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R. E. Norris, 1992 | I |
| Grup poliquets | | |
| 26 | <i>Branchiomma bairdi</i> (McIntosh, 1885) | A |
| 27 | <i>Branchiomma luctuosum</i> (Grube, 1870) | Est |
| 28 | <i>Erinaceusyllis serratosetosa</i> (Hartmann-Schröder, 1982) | A |
| 29 | <i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923) | I |
| 30 | <i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873) | Est |
| 31 | <i>Hydroides dirampha</i> Mörch, 1863 | Est |
| 32 | <i>Hydroides elegans</i> (Haswell, 1883) [nomen protectum] | Est |
| 33 | <i>Leiochrides australis</i> Augener, 1914 | A |
| 34 | <i>Lumbrineris perkinsi</i> Carrera-Parra, 2001 | A |
| 35 | <i>Lysidice collaris</i> Grube, 1870 | Est |
| 36 | <i>Neanthes agulhana</i> (Day, 1963) | Est |
| 37 | <i>Novafabricia infratorquata</i> (Fitzhugh, 1973) | A |
| 38 | <i>Pista unibranchia</i> Day, 1963 | Est |
| 39 | <i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802 | A |
| 40 | <i>Sigambra parva</i> (Day, 1963) | Est |

| REGISTRE | ESPÈCIE | ESTATUS |
|-------------------------|---|---------|
| Grup crustacis | | |
| 41 | <i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896 | A |
| 42 | <i>Caprella scaura</i> Templeton, 1835 | Est |
| 43 | <i>Paracaprella pusilla</i> Mayer, 1890 | A |
| 44 | <i>Paranthura japonica</i> Richardson, 1909 | A |
| 45 | <i>Penaeus japonicus</i> Spence Bate, 1888 | Est |
| 46 | <i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853) | I |
| 47 | <i>Processa macrodactyla</i> Holthuis, 1952 | Cas |
| Grup peixos | | |
| 48 | <i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758 | A |
| 49 | <i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902 | A |
| 50 | <i>Epinephelus aeneus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) | A |
| 51 | <i>Epinephelus fasciatus</i> (Forsskål, 1775) | A |
| 52 | <i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838 | Cas |
| 53 | <i>Lagocephalus sceleratus</i> (Gmelin, 1789) | A |
| 54 | <i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880 | A |
| 55 | <i>Scorpaena maderensis</i> Valenciennes, 1833 | A |
| Mol·luscs | | |
| 56 | <i>Biueve fulvipunctata</i> (Baba, 1938) | Est |
| 57 | <i>Bursatella leachii</i> Blainville, 1817 | Est |
| 58 | <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793) | A |
| 59 | <i>Pinctada imbricata radiata</i> (Leach, 1814) | A |
| 60 | <i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850) | Est |
| Grup cnidaris | | |
| 61 | <i>Aurelia coerulea</i> von Lendenfeld, 1884 | A |
| 62 | <i>Clytia hummelincki</i> (Leloup, 1935) | A |
| 63 | <i>Clytia linearis</i> (Thorneley, 1900) | A |
| 64 | <i>Eucheilota paradoxia</i> Mayer, 1900 | A |
| 65 | <i>Filellum serratum</i> (Clarke, 1879) | Est |
| 66 | <i>Halicercera bigelowi</i> Kramp, 1947 | Cas |
| Grup ascídids | | |
| 67 | <i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776) | Est |
| 68 | <i>Cystodytes dellechiaiei</i> (Della Valle, 1877) | A |
| 69 | <i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902 | A |
| 70 | <i>Microcosmus squamiger</i> Michaelsen, 1927 | A |
| 71 | <i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823) | A |
| Grup briozous | | |
| 72 | <i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758) | Est |
| 73 | <i>Schizoporella errata</i> (Waters, 1878) | A |
| Grup ctenòfors | | |
| 74 | <i>Mnemiopsis leidyi</i> A. Agassiz, 1865 | Est |
| Grup equinoderms | | |
| 75 | <i>Protoreaster nodosus</i> (Linnaeus, 1758) | A |
| Grup esponges | | |
| 76 | <i>Paraleucilla magna</i> Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 | Est |

NORMATIVA

- Decisió (UE) 2017/848 de la Comissió, de 17 de maig de 2017, per la qual s'estableixen els criteris i les normes metodològiques aplicables al bon estat mediambiental de les aigües marines, així com especificacions i mètodes normalitzats de seguiment i avaluació, i per la qual es deroga la Decisió 2010/477/UE (text pertinent a efectes de l'EEE) [en línia]. <http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj>.
- Directiva (UE) 2017/845 de la Comissió, de 17 de maig de 2017, per la qual es modifica la Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell pel que fa a les llistes indicatives d'elements que cal considerar a l'hora d'elaborar estratègies marines (text pertinent a efectes de l'EEE) [en línia]. <http://data.europa.eu/eli/dir/2017/845/oj>.
- Reial decret 630/2013, de 2 d'agost, pel qual es regula el Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores (BOE-A-2013-8565).
- Llei 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat. Capítol III. Prevenció i control de les espècies exòtiques invasores. Article 64. Catàleg espanyol d'espècies exòtiques invasores (BOE-A-2007-21490).
- Resolució, de 28 de març de 2016, de la Secretaria General de Pesca, per la qual es publica la llista de denominacions comercials d'espècies pesqueres i d'aqüicultura admeses a l'Estat espanyol (BOE-A-2016-3357).

- UNEP/IMAP (2016). Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria UNEP/MAP.

RESULTATS

A la mar Balear s'han confirmat 76 EEI (taula 1), de les quals 25 són algues macròfites —7 d'elles són espècies invasores (RD 630/2013); 15 corresponen a poliquets introduïts en ambients portuaris per les aigües de llast i en bucs de vaixells per bioincrustacions; els segueix el grup dels peixos (8 espècies); crustacis decàpodes (7 espècies); mol·luscos i ascídids (5 espècies). La resta de grups —briozous, ctenòfors, equinoderms i esponges— es presenten amb una o dues espècies més.

FONTS DE DADES PÚBLIQUES EMPRADES

EASIN:

<https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin/>

Ciència ciutadana:

<http://www.observadoresdelmar.es/> ;

<https://biodibal.uib.cat/>

WoRMS (2016):

<http://www.marinespecies.org>

IEO:

<http://barretosm.md.ieo.es/arcgis/rest/services/MSFD-Spain>

REFERÈNCIES

- ¹ MASSUTÍ, E. *et al.* (2015). «Convenio de colaboración para la puesta en marcha y el desarrollo científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (La Mola, Menorca). Informe final 2010-2015». Conselleria d'Innovació, Investigació i Turisme del Govern de les Illes Balears-Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO).
- ² CEFALÌ, M. E. *et al.* (2020). «Informe final 2016-2020 del Convenio de Colaboración para la Consolidación y el Desarrollo Científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (La Mola, Menorca)». Conselleria d'Innovació, Investigació i Turisme del Govern de les Illes Balears-Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO).
- ³ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2018) «Informe de resultados campaña piloto INFRAROCK2016». Institut Espanyol d'Oceanografia-Centre Oceanogràfic de Balears.
- ⁴ AGUILÓ ARCE, J. (2020). «Caracterización de especies invasoras en la bahía de Palma por métodos de muestreo rápidos y taxonomía integrativa». Universitat de les Illes Balears. [Treball de fi de màster].
- ⁵ OBSERVADORES DEL MAR: www.observadoresdelmar.es.
- ⁶ BIODIBAL: <https://biodibal.uib.cat>.
- ⁷ EASIN-EUROPEAN ALIEN SPECIES INFORMATION NETWORK: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin>.
- ⁸ TSIAMIS, K. *et al.* (2020). «JRC Technical Report. Marine Strategy Framework Directive Descriptor 2, Non-indigenous species». [Informe inèdit].
- ⁹ TSIAMIS, K. *et al.* (2019). «Non-indigenous species refined national baseline inventories: A synthesis in the context of the European Union's Marine Strategy Framework Directive». *Marine Pollution Bulletin*, 145, 429-435.
- ¹⁰ ZENETOS, A. *et al.* (2017). «Uncertainties and validation of alien species catalogues: The Mediterranean as an example». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 191, 171-187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2017.03.031>.
- ¹¹ ZENETOS, A. *et al.* (2018). «Deep cleaning of alien and cryptogenic species records in the Greek Seas (2018 update)». *Management of Biological Invasions*, 9. DOI: 10.3391/mbi.2018.9.3.04.

CITAR COM

PNG-GONZALEZ, L.; CEFALÌ, M. E.; COMAS-GONZÁLEZ, R.; BALLESTEROS, E.; CARBONELL, A. (2021). «Espècies exòtiques i invasores a la mar Balear». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imb-especies-invasores-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Fiona Tomàs, Antoni Vivó i Josep Alós.

Àrea colonitzada per l'alga invasora *Halimeda incrassata*

L'escalfament global propicia la colonització de la mar Mediterrània per part d'espècies d'origen tropical i subtropical. Aquest fenomen es coneix com a *tropicalització* de la Mediterrània.¹ La tropicalització du associat un canvi en la distribució de les espècies, en la biodiversitat i en el funcionament dels ecosistemes. Una d'aquestes espècies tropicals que s'ha establert aquests darrers anys en aigües de la Mediterrània és la macroalga invasora *Halimeda incrassata*.

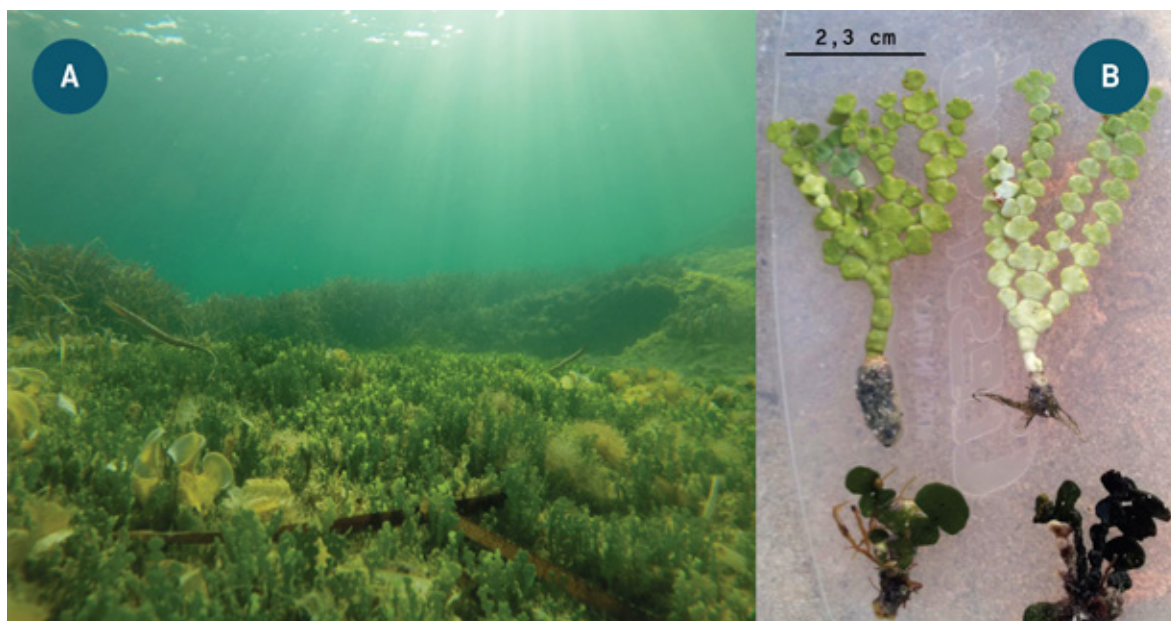


Figura 1. A. Fotografia d'un fons colonitzat per l'espècie invasora *Halimeda incrassata*. B. Individus de l'espècie invasora *Halimeda incrassata* (part superior) comparats amb l'espècie nativa *H. tuna* (part inferior). FONT: Fiona Tomàs (A) i Laura Royo (B).

La macroalga *Halimeda incrassata* (Bryopsidales, Chlorophyta) és una alga verda calcària tropical (figures 1 i 2). L'any 2011 es va localitzar per primera vegada a les Illes Balears, en concret dins la Reserva Marina de la Badia de Palma.² Com que és una alga calcària, té el potencial de variar les condicions de les zones on s'estableix perquè és una important productora d'arena i pot canviar la morfologia de l'hàbitat.

Fer un seguiment de la variació en la distribució és essencial per poder conèixer l'estat d'invasió de l'espècie

i els possibles efectes que pot causar sobre la diversitat i les funcions dels ecosistemes que colonitza.

METODOLOGIA

D'ençà que se'n va identificar la presència a la Reserva Marina de la Badia de Palma, investigadors de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats han fet un seguiment de la seva distribució en aquesta àrea marina protegida.

QUÈ ÉS?

La macroalga *Halimeda incrassata* (*Bryopsidales*, *Chlorophyta*) és una alga verda calcària tropical. L'any 2011 es va localitzar per primera vegada a les Illes Balears, dins la Reserva Marina de la Badia de Palma.

METODOLOGIA

D'ençà que es va identificar la seva presència a la Reserva Marina de la Badia de Palma, un grup d'investigadors de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats n'ha fet un seguiment. Aquest seguiment s'ha fet mitjançant videocàmeres submarines en una àrea d'estudi de 6,4 km², fondejades cada mes d'agost entre els anys 2011 i 2018. Aquests vídeos es varen analitzar i es va determinar la presència o l'absència de la macroalga *Halimeda incrassata* a cada punt geogràfic avaluat. La seva distribució i àrea colonitzada es varen estimar emprant eines d'anàlisi espacial, per interpolació lineal convencional basada en una malla de cel·les de 50 x 50 metres per predir la seva presència o l'absència a l'àrea d'estudi.

RESULTATS

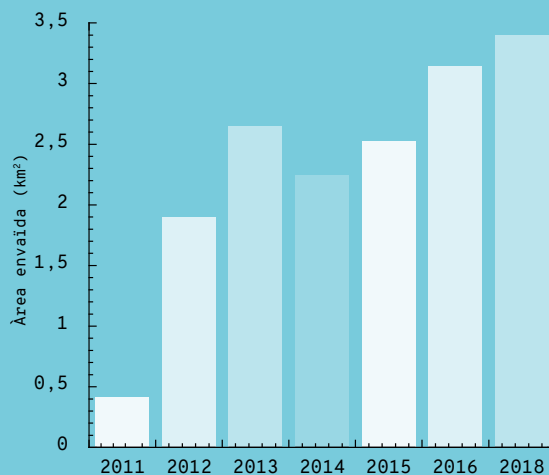
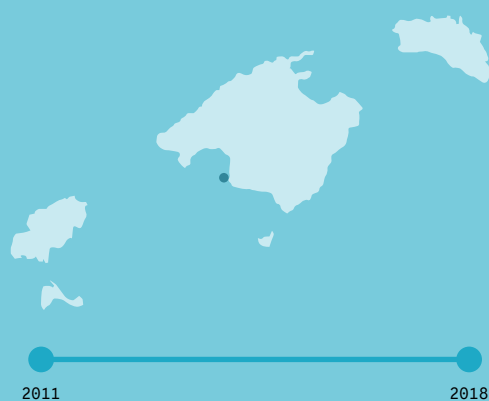
La macroalga invasora *Halimeda incrassata* està colonitzant ràpidament la zona arenosa de la Reserva Marina de la Badia de Palma. L'any 2011, l'àrea colonitzada era de 0,41 km², xifra que representava un 6,25 % de l'àrea d'estudi, mentre que l'any 2018 ja era de 3,4 km² (el 52,5 % de l'àrea avaluada). Això representa un increment de 8 vegades en 7 anys.

PER QUÈ?

L'escalfament global propicia la colonització de la mar Mediterrània per part d'espècies d'origen tropical i subtropical, un fenomen conegut com a *tropicalització* de la Mediterrània. La tropicalització du associat un canvi en la distribució de les espècies, en la biodiversitat i en el funcionament dels ecosistemes.

Fer un seguiment de la variació en la seva distribució és essencial per poder saber quin és l'estat d'invasió de l'espècie i els possibles efectes que pot causar sobre la diversitat i les funcions dels ecosistemes que colonitza.

LOCALITZACIÓ



Àrea colonitzada per la macroalga invasora *Halimeda incrassata* dins la Reserva Marina de la Badia de Palma entre els anys 2011 i 2018.

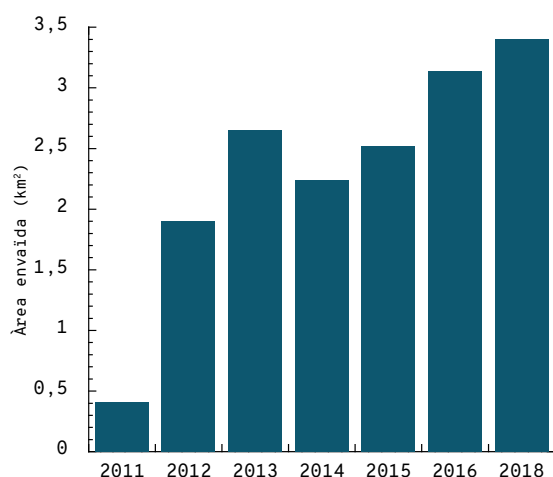


Figura 2. Àrea colonitzada per la macroalga invasora *Halimeda incrassata* dins la Reserva Marina de la Badia de Palma en els diversos anys d'estudi (entre 2011 i 2018). FONT: Vivó.³

El seguiment ha consistit a fondejar càmeres submarines en una àrea d'estudi de 6,4 km². Les càmeres de vídeo es varen fondejar cada mes d'agost entre els anys 2011 i 2018 en un nombre diferent de punts geogràfics aleatoris dins la zona d'estudi. Aquests vídeos es varen analitzar i es va determinar la presència o l'absència de la macroalga *Halimeda incrassata* a cada punt geogràfic avaluat. La distribució de la macroalga i la seva àrea colonitzada es va estimar emprant eines d'anàlisi espacial. Es va emprar interpolació lineal convencional basada en una malla de cel·les de 50 x 50 metres per predir la presència o l'absència d'aquesta espècie invasora a l'àrea d'estudi. Per poder avaluar l'àrea colonitzada mitjançant interpolació lineal, és un requisit que les dades estiguin autocorrelacionades espacialment, i per comprovar-ho es va estimar l'autocorrelació espacial de les dades emprant l'índex d'autocorrelació I de Moran. Els resultats varen demostrar que les dades estaven espacialment autocorrelacionades. Les anàlisis es varen dur a terme emprant el programa R (R core Team 2015).^{2, 3}

RESULTATS

Quan es va fer el primer seguiment, l'any 2011, l'àrea colonitzada per *Halimeda incrassata* era de 0,41 km², xifra que representava un 6,25 % de l'àrea d'estudi (figura 2 i Alós *et al.*, 2016). L'any 2018 aquesta àrea s'havia incrementat fins als 3,4 km² (el 52,5 % de l'àrea avaluada).³

Aquesta espècie ha colonitzat ràpidament els fons arenosos, amb preferència per arenes fines, de la zona d'estudi. Entre els anys 2011 i 2015 va augmentar gairebé 7 vegades la seva àrea de distribució (un augment de 6,75 vegades en 4 anys);² mentre que entre els anys 2011 i 2018 aquest increment ha estat de 8 vegades³ (figures 2 i 3). Això mostra que els darrers anys se n'ha alentit la velocitat de dispersió.

Tot i que durant els darrers anys les noves àrees envaïdes dins l'àrea d'estudi han augmentat a un ritme inferior, aquesta espècie invasora s'ha localitzat a diferents àrees fora de la reserva marina. Ja ha estat identificada a la zona de la Colònia de Sant de

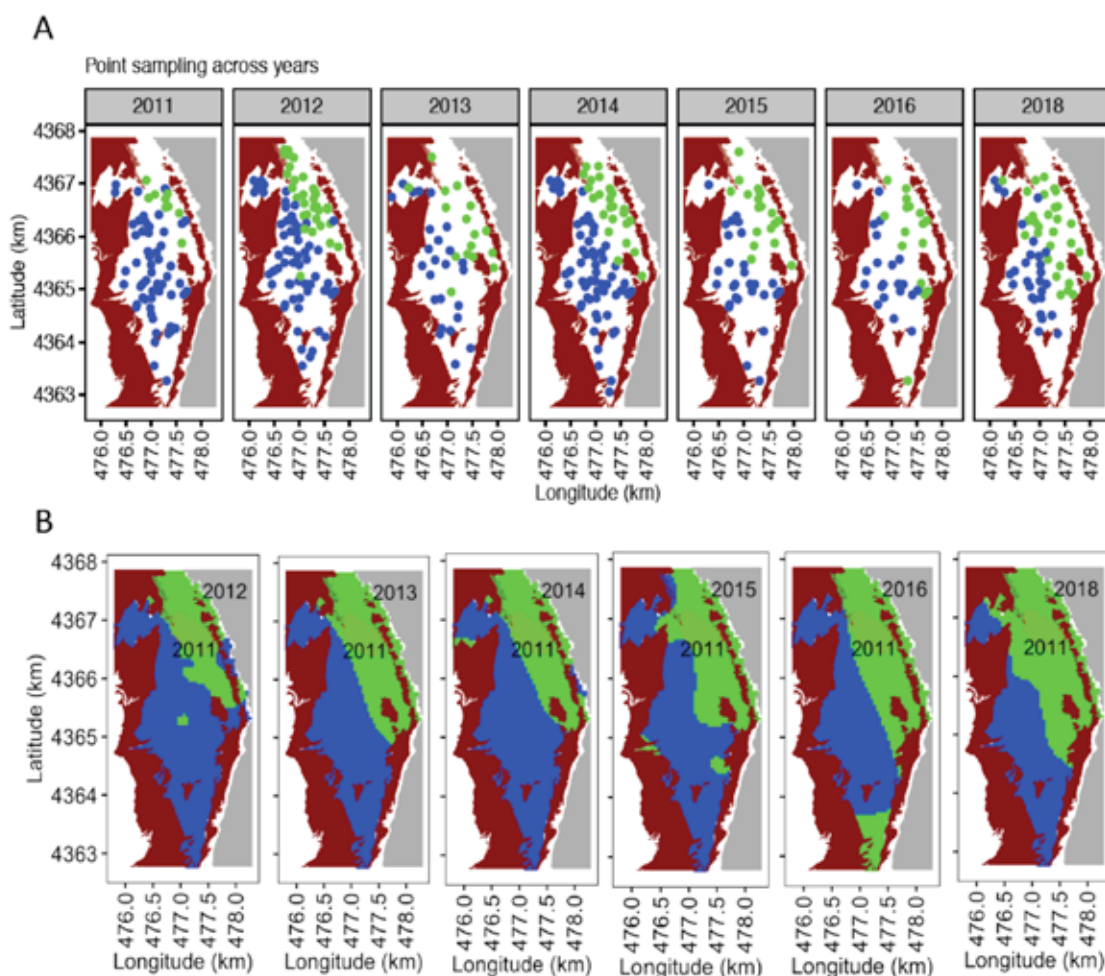


Figura 3. A. Punts de mostreig dels diferents anys d'estudi a la Reserva Marina de la Badia de Palma. La presència d'*Halimeda incrassata* està marcada amb punts de color verd, i l'absència, amb punts de color blau. B. Extensió ocupada per l'espècie invasora *H. incrassata* estimada mitjançant interpolació lineal per als diversos anys estudiats. FONT: Vivó.³

Jordi i dins el port de Cabrera, la qual cosa indica que té una gran capacitat de dispersió (Tomàs, comentari personal, Observadors del Mar).

POSSIBLES IMPLICACIONS

Les espècies invasores —espècies exòtiques que s'estableixen i dispersen amb èxit en una àrea nova— poden tenir diversos impactes sobre els ecosistemes que colonitzen. Aquests impactes poden afectar la biodiversitat, la biogeoquímica i les funcions dels ecosistemes que envaeixen, i d'aquesta manera poden causar pèrdues econòmiques importants.⁴⁻⁶

Aquesta espècie invasora pot tenir efectes negatius, positius o neutres sobre les comunitats en què s'estableix. Fins ara hi ha pocs estudis que mostrin els efectes que la colonització d'aquesta espècie pugui provocar sobre els ecosistemes envaïts.

S'ha demostrat que la macroalga invasora *Halimeda incrassata* produeix estrès oxidatiu a una

espècie de macroalga nativa, *Dasycladus vermicularis*, mentre que no afecta la fanerògama marina *Posidonia oceanica*.⁷ De fet, la presència de *P. oceanica* indueix estrès oxidatiu a la macroalga invasora *H. incrassata*, i possiblement això impedeix que aquesta espècie invasora colonitzi àrees on hi ha praderies de posidònia.⁷ Per tant, el primer cas seria un exemple d'interacció negativa entre la macroalga invasora i la nativa *D. vermicularis*; mentre que el segon cas mostraria una interacció neutra amb la fanerògama *P. oceanica*, a la qual no provocaria estrès oxidatiu.

Aquesta espècie invasora també té la capacitat de variar les dinàmiques d'oxigen i carboni a les àrees que colonitza. Com que és un productor primari, aquesta espècie produeix oxigen mitjançant la fotosíntesi i en consumeix amb la respiració. El balanç entre aquestes dues taxes metabòliques afecta les dinàmiques d'oxigen de l'hàbitat que ha colonitzat. S'ha observat que a les praderies de la fanerògama marina *Cymodocea nodosa* colonitzades per *Halimeda incrassata* la

producció primària neta torna negativa amb l'augment de temperatura.⁸ Això vol dir que el consum biològic d'oxigen és més gran que la seva producció i porta a una reducció de l'oxigen dissolt disponible en aquest ecosistema. D'altra banda, les praderies colonitzades per *H. incrassata* varen augmentar notablement la producció de diòxid de carboni (CO₂) en augmentar la temperatura, amb els consegüents efectes sobre l'escalfament global.⁸

La presència d'aquesta macroalga invasora també afecta la distribució i l'abundància de diverses espècies de peixos.³ En particular, s'ha vist que el raor (*Xyrichtys novacula*), una espècie molt important per a la pesca recreativa, es veu atret per les àrees colonitzades per *Halimeda incrassata*.⁹ El fet que la presència d'aquesta espècie invasora atregui els raors es deu probablement al fet que la macroalga afavoreix un increment de diverses espècies de crustacis¹⁰ que són aliment d'aquest peix.¹¹

CONCLUSIONS

- La macroalga invasora *Halimeda incrassata* està colonitzant ràpidament la zona arenosa de la Reserva Marina de la Badia de Palma. L'any 2011, l'àrea colonitzada era de 0,41 km², xifra que representava un 6,25 % de l'àrea d'estudi, mentre que l'any 2018 ja era de 3,4 km² (el 52,5 % de l'àrea avaluada). Això representa un increment de 8 vegades en 7 anys.
- Seria convenient continuar fent el seguiment de l'evolució de la colonització d'aquesta espècie invasora i ampliar-ne l'àrea.
- Una altra mesura que ens podria ajudar a tenir una visió més global sobre els possibles efectes d'aquesta espècie invasora seria ampliar el nombre d'estudis sobre els efectes i les interaccions que produeix aquesta macroalga invasora sobre les espècies i les comunitats natives i sobre els cicles biogeoquímics dels hàbitats que colonitza. S'ha comprovat que la presència d'*Halimeda incrassata* fa disminuir la producció primària neta quan augmenta la temperatura.

REFERÈNCIES

- ¹ BIANCHI, C. M.; MORRI, C. (2003). «Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects». *Biogeographia*, 24, 319-327.
- ² ALÓS, J. *et al.* (2016). «Fast-spreading green beds of recently introduced *Halimeda incrassata* invade Mallorca island (NW Mediterranean Sea)». *Marine Ecology Progress Series*, 558, 153-158. DOI: 10.3354/meps11869.
- ³ VIVÓ, A. (2019). «Dispersion and effect on native fish communities by the invasive seaweed *Halimeda incrassata*». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Treball de fi de màster].
- ⁴ ANTON, A. *et al.* (2019). «Global ecological impacts of marine exotic species». *Nature Ecology & Evolution*, 3, 787-800. DOI: 10.1038/s41559-019-0851-0.
- ⁵ BAX, N. *et al.* (2003). «Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity». *Marine Policy*, 27, 313-323. DOI: 10.1016/s0308-597x(03)00041-1.
- ⁶ CATFORD, J. A.; BODE, M.; TILMAN, D. (2018). «Introduced species that overcome life history tradeoffs can cause native extinctions». *Nature Communications*, 9. DOI: 10.1038/s41467-018-04491-3.
- ⁷ SUREDA, A. *et al.* (2017). «Oxidative stress response in the seagrass *Posidonia oceanica* and the seaweed *Dasycladus vermicularis* associated to the invasive tropical green seaweed *Halimeda incrassata*». *Science of the Total Environment*, 601, 918-925. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.05.261.
- ⁸ BARCONS, J. (2017). «Efectos del aumento de la temperatura sobre el metabolismo de praderas de *Cymodocea nodosa* afectadas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata*». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Treball de fi de màster].
- ⁹ ALÓS, J. *et al.* (2018). «Spatial distribution shifts in two temperate fish species associated to a newly-introduced tropical seaweed invasion». *Biological Invasions*, 20, 3193-3205. DOI: 10.1007/s10530-018-1768-2.
- ¹⁰ ZABARTE, I. (2017). «Estudio de la mesofauna en fondos arenosos y de *Halimeda incrassata* (Chlorophyta, Bryopsidales) del Cap Enderrocat, Mallorca». La Coruña: Universidade da Coruña. [Treball de fi de màster].
- ¹¹ CASTRIOTA, L.; GRAZIA FINOIA, M.; ANDALORO, F. (2005). «Trophic interactions between *Xyrichtys novacula* (Labridae) and juvenile *Pagrus pagrus* (Sparidae) in the central Mediterranean Sea». *Electronic Journal of Ichthyology*, 1, 54-60.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; TOMAS, F.; VIVÓ, A.; ALÓS, J. (2020). «Àrea envaïda per *Halimeda incrassata*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://informemarbalear.org/ca/pressions/imb-halimeda-incrassata-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Pere Ferriol, Antoni M. Sureda i Julio A. Díaz.

Paraleucilla magna:

1. Localització

2. Biomarcadors d'estrès oxidatiu

Actualment, l'esponja *Paraleucilla magna* és l'única declarada invasora a la Mediterrània.^{1, 2}



Figura 1. Imatge de l'esponja invasora *Paraleucilla magna* (blanca) amb l'alga roja *Peyssonellia squamaria*. FONT: Julio A. Díaz (UIB).

Aquesta esponja és de composició calcària, fràgil i de color blanc cru. Fa entre 1-10 cm, formant lòbuls o tubs curts que acaben en orificis de 2 a 6 mm de diàmetre (figura 1). Té un cicle de vida estacional.³ Tolera hàbitats del litoral rocós amb ombra i ha estat observada com a epífita, vivint sobre altres esponges, algues, mol·luscs (per exemple, musclos) o directament sobre roques. Per tant, pot competir per aliments amb altres organismes marins nadius.

Es desconeix el lloc de procedència de *P. magna*. El caràcter invasor d'aquesta espècie va ser descrit per primer cop en 2004 a la badia de Rio de Janeiro (Brasil).⁴ Inicialment colonitzava zones eutrofita-

des, tot i que actualment també s'observa en aigües amb bona qualitat del litoral mediterrani.^{1, 3}

A la mar Balear no es disposa, ara per ara, d'un seguiment continuat ni exhaustiu de l'espècie, però se sap que té períodes en els quals apareix i desapareix.⁵

NORMATIVA

→ Estratègies Marines: espècie inclosa en els «Programas de Seguimiento Segundo Ciclo (2018-2024). Estrategia de seguimiento de especies alóctonas invasoras y programas de seguimiento asociados».⁶

QUÈ ÉS?

Paraleucilla magna és una espècie d'esponja blanca de composició calcària que fa entre 1-10 cm.

METODOLOGIA

A través d'immersions d'apnea i submarinisme s'ha observat la presència de *P. magna* al litoral balear. L'espècie va ser reconeguda a través de la identificació de la seva estructura al microscopi.

L'efecte que *P. magna* té quan creix sobre altres espècies autòctones —l'alga roja *Peyssonellia squamaria*— s'avalua mitjançant la presència de biomarcadors d'estrès oxidatiu produïts per l'esponja (catalasa, superòxid dismutasa, glutatió peroxidasa i glutatió reductasa).

RESULTATS

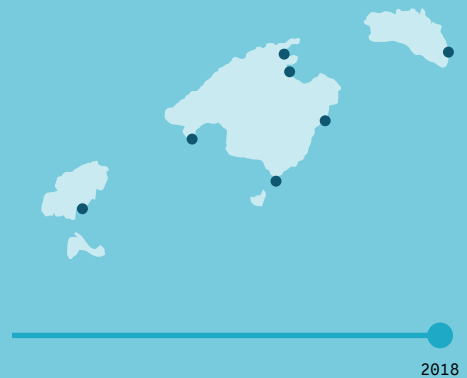
S'ha detectat presència de *P. magna* a set localitzacions: (1) Port de Maó, (2) Badia d'Alcúdia, (3) Badia de Pollença, (4) Cala Morlanda, (5) Cap de ses Salines, (6) Cala Portals Vells, (7) Port d'Eivissa. Es tracta de localitats amb freqüència de tràfic marítim, la qual cosa ha pogut suposar un possible mitjà d'introducció.

PER QUÈ?

És l'única esponja declarada invasora de la mar Mediterrània, i la seva procedència és desconeguda. Ja ha estat observada colonitzant les costes rocoses del litoral balear.

Per tant, és necessari conèixer la seva distribució i els possibles efectes que indueix sobre la fauna i flora autòctones de la mar Balear.

LOCALITZACIÓ



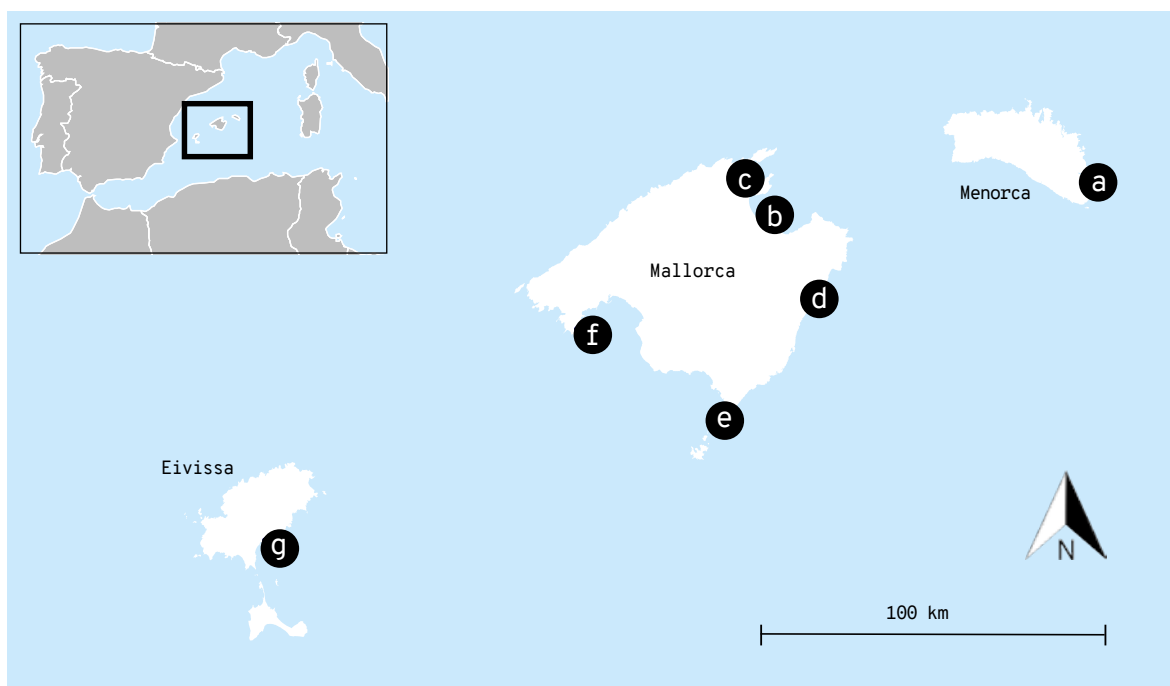


Figura 2. Mapa de les Illes Balears mostrant les localitzacions de l'esponja invasora *Paraleucilla magna*.
FONT: Guzzetti *et al.*⁵

METODOLOGIA

Les dades presentades procedeixen de l'estudi de Guzzetti *et al.*⁵ S'han detectat les localitzacions que colonitza *P. magna* sobre la base d'immersions d'apnea o submarinisme l'any 2018. Cal considerar que l'elecció de les zones de mostreig no es va fer expressament.

La identificació d'aquesta espècie d'esponja es realitza observant-ne l'estructura (espícules i disposició esquelètica) amb el microscopi, tant convencional com de rastreig.

Adicionalment, s'estudia l'efecte d'aquesta esponja quan creix sobre l'alga roja marina *Peyssonellia squamaria*, nativa de la mar Balear. En fons rocosos, es col·lectaren mostres de *P. squamaria* sense *P. magna* (grup de control) i individus de *P. squamaria* epifitats per *P. magna*. En aquestes algues es van fer anàlisis de biomarcadors de l'estrès oxidatiu produïts per l'esponja invasora. Els enzims antioxidants estudiats són: catalasa, superòxid dismutasa, glutatió peroxidasa i glutatió reductasa.

RESULTATS

Les zones de la mar Balear on s'ha detectat la presència de *P. magna* són set (figura 2):

(a) Port de Maó, (b) Badia d'Alcúdia, (c) Badia de Pollença, (d) cala Morlanda, (e) Cap de ses Salines, (f) cala Portals Vells, (g) Port d'Eivissa.

Aquestes localitzacions es troben directament relacionades amb zones d'alt transport marítim, que és un dels principals vehicles d'introducció d'espècies.

En aquestes zones que colonitza, s'observa que l'alga roja (nativa) *P. squamaria* respon a l'epifitisme per aquesta esponja amb un augment de les activitats de tots els enzims antioxidants estudiats. Això implica que l'alga té una resposta adaptativa a la presència de l'esponja que s'evidencia amb una inducció dels mecanismes de defensa antioxidant.

El metabolisme oxidatiu de les cèl·lules origina de forma fisiològica espècies reactives d'oxigen, que si no s'eliminen de forma eficaç poden reaccionar

amb biomolècules i provocar dany cel·lular.^{7, 8} Davant d'una situació estressant, com és la presència d'una espècie invasora, es produeix un augment en la producció d'espècies reactives com resposta metabòlica a l'estrès. En conseqüència, l'augment dels enzims antioxidants s'interpreta com una resposta adaptativa de l'alga nativa a causa d'una competició directa de l'esponja invasora.

Finalment, a les zones d'estudi en aigües costaneres de Mallorca s'observa que *P. magna* mostra un cicle de vida estacional,⁵ apareixent durant la primavera i tardor i desapareixent durant l'hivern. D'aquest fet es deriva que els seus efectes en l'ecosistema puguin veure's restringits als mesos més càlids.

CONCLUSIONS

Es reporta la presència de l'espècie invasora *P. magna* a Mallorca (5 zones), Menorca (1 zona) i Eivissa (1 zona). No obstant això, possiblement aquesta només sigui una petita mostra de totes les zones que podria colonitzar, ja que encara no s'ha fet un seguiment exhaustiu de la presència d'aquesta espècie en el litoral balear.

S'ha observat un cicle de vida estacional de *P. magna*, amb una aparició superior per primavera i tardor.

A través de l'estudi de biomarcadors es deriva que, quan l'espècie invasora *P. magna* cohabita sobre *P. squamaria*, la seva presència indueix estrès en l'alga nativa.

REFERÈNCIES

- ¹ LONGO, C.; MASTROTOTARO, F.; CORRIERO, G. (2007). «Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea». *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom*, 87, 1749-1755.
- ² GUARDIOLA, M.; FROTSCHER, J.; URIZ, M. J. (2016). «High genetic diversity, phenotypic plasticity, and invasive potential of a recently introduced calcareous sponge, fast spreading across the Atlanto-Mediterranean basin». *Mar. Biol.*, 163(5), 1-16. DOI: 10.1007/s00227-016-2862-6.
- ³ LONGO, C. *et al.* (2012). «Life-cycle traits of *Paraleucilla magna*, a calcareous sponge invasive in a coastal Mediterranean Basin». *PLoS One* 7(8):e42392-e42392. 10.1371/journal.pone.0042392.
- ⁴ KLAUTAU, M.; MONTEIRO, L.; BOROJEVIC, R. (2004). «First occurrence of the genus *Paraleucilla* (Calcarea, Porifera) in the Atlantic Ocean: *P. magna* sp.nov». *Zootaxa*, 710. DOI: 10.5281/zenodo.158320.
- ⁵ GUZZETTI, E. *et al.* (2019). «Oxidative stress induction by the invasive sponge *Paraleucilla magna* growing on *Peyssonnelia squamaria* algae». *Marine Environmental Research*, 150:104763. DOI: 10.1016/j.marenvres.2019.104763.
- ⁶ MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2018). «Estrategias Marinas. Programas de Seguimiento Segundo Ciclo (2018-2024)». Estrategia de seguimiento de especies alóctonas invasoras y programas de seguimiento asociados». Madrid: Gobierno de España. Vicepresidencia Cuarta del Gobierno.
- ⁷ LIVINGSTONE, D. R. (2001). «Contaminant-stimulated Reactive Oxygen Species Production and Oxidative Damage in Aquatic Organisms». *Marine Pollution Bulletin*, 42(8), 656-66. DOI: 10.1016/s0025-326x(01)00060-.
- ⁸ REGOLI, F. *et al.* (2002). «Oxidative stress in ecotoxicology: from the analysis of individual antioxidants to a more integrated approach». *Marine Environmental Research*, 54(3), 419-423. DOI: 10.1016/s0141-1136(02)00146-0.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; FERRIOL, P.; SUREDA, A. M.; DÍAZ, J. A. (2021) «*Paraleucilla magna*». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://www.informemarbalea.org/ca/pressions/imb-pressions-p-magna-cat.pdf>>.

Qualitat de l'aigua

Abundància de coliformes
MEDOCC
CARLIT
POMI

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Conselleria de Salut i Consum.

Abundància de coliformes

Escherichia coli
Enterococs intestinals

L'anàlisi microbiològica de bacteris associats a abocaments fecals forma un paràmetre de control i seguiment de la qualitat de les zones de bany. S'utilitzen dos tipus d'indicadors microbiològics de contaminació fecal: *Escherichia coli* i enterococs intestinals.

Aquests bacteris arriben al medi marí mitjançant abocaments incontrolats d'aigües residuals a través d'emissaris submarins, canonades o el clavegueram. Aquests abocaments es poden produir pel reblliment de la capacitat d'aigua a les estacions de depuració (per exemple, en dies de pluja intensa) o pel tractament incomplet de les aigües depurades originat per una gestió inadequada (falta d'inversió o manteniment, presència de punts d'abocaments il·legals).

Aquests abocaments són nocius per als ecosistemes marins perquè aporten una gran quantitat de nutrients (eutrofització), la qual cosa provoca una disminució de l'oxigen de l'aigua (hipòxia). A més, si s'assoleixen valors de bacteris superiors als aconsellables per als banyistes (> 500 NMP/100 ml per a *E. coli* i > 200 NMP/100 ml per a enterococs intestinals) es poden produir infeccions (otitis), erupcions cutànies, disrupcions digestives i problemes oculars.

Per tant, és necessari mesurar aquests indicadors microbiològics, tant per protegir la salut humana com per conservar i millorar el medi ambient. Els límits òptims de quantitat de coliformes s'estableixen a través de directives europees i estatals. Els objectius d'aquesta normativa són:

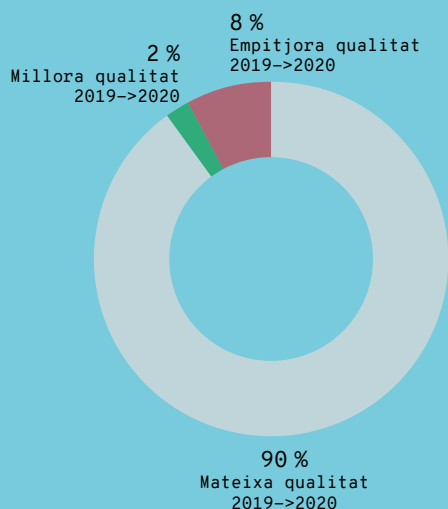
- Garantir la qualitat sanitària de les aigües de bany per protegir la població.
- Millorar les mesures de gestió per disminuir riscos:
 - Identificar les possibles fonts de contaminació.
 - Eliminar o minimitzar les causes contaminants.
 - Evitar el contacte dels banyistes amb l'aigua a través d'actuacions de prohibició o recomanació de no banyar-s'hi.
- Informar els organismes públics i la població sobre la qualitat de les zones de bany que freqüenten.

QUÈ ÉS?

Estat de les aigües de bany de les Illes Balears mesurat a partir de la quantitat de bacteris d'origen fecal (*E. coli* i enterococs intestinals).

METODOLOGIA

El Servei de Salut Ambiental, adscrit a la Direcció General de Salut Pública i Participació de la Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears, analitza l'aigua de mar de 193 punts repartits en 157 zones de bany de Mallorca, Menorca i les Pitiüses. Els mètodes de referència es defineixen al Reial decret 1341/2007 sobre la qualitat de les aigües de bany, en el qual es descriuen els rangs d'abundància d'*E. coli* i enterococs intestinals a partir dels quals s'estima la qualitat de les aigües.



Comparativa del percentatge de qualitat de les zones de mostratge entre els anys 2019 i 2020 (gris: igual; verd: millora; vermell: empitjora). FONT: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).

PER QUÈ?

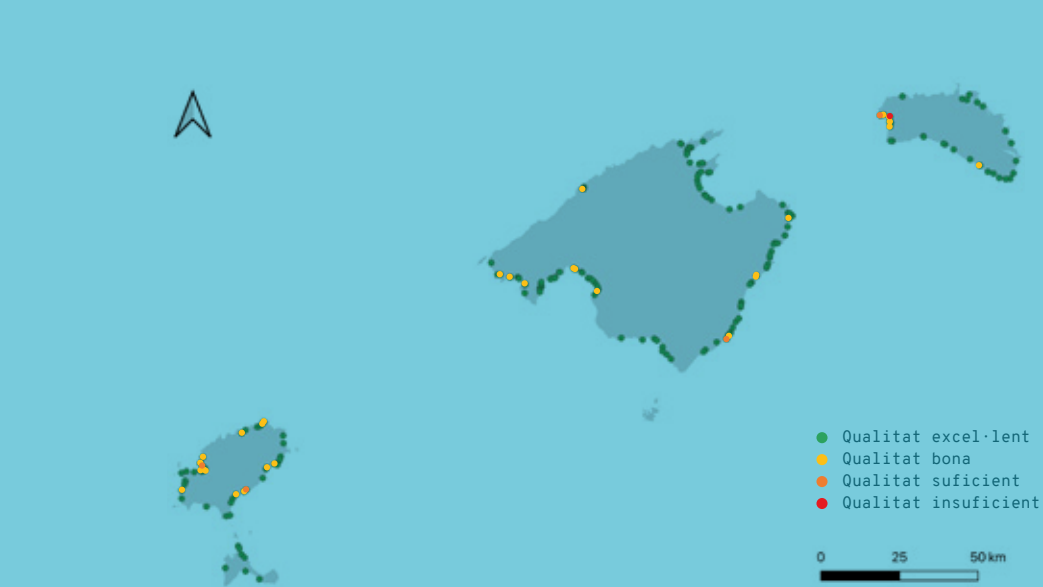
Saber quina és la qualitat de les zones de bany de les Balears a través d'anàlisis microbiològiques és molt important, ja que condiciona l'estat dels ecosistemes i la salut humana. Aquesta informació es pot utilitzar per informar banyistes i organismes públics, així com per disminuir riscos i millorar la gestió de les possibles fonts de contaminació.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Des de l'any 2010, la qualitat excel·lent de les aigües de bany de les Illes disminueix de 188 a 157 punts de mostratge.
- El descens de la qualitat excel·lent es deu a un augment de la qualitat bona dels punts de mostratge, que passa de 0 (l'any 2010) a 29 (l'any 2020) punts de mostratge.
- En general, les platges urbanes de les Illes Balears mostren una qualitat inferior a excel·lent.



Qualitat de les zones de mostratge de totes les Illes Balears. FONT: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).



Figura 1. Localització dels 193 punts de mostreig de coliformes en aigües de Mallorca, les Pitiüses i Menorca. FONT: Conselleria de Salut i Consum.

Taula 1. Criteris per valorar la qualitat de l'aigua segons els valors guia de bany apte, no recomanat i prohibit. UFC: Unitats Formadores de Colònies; NMP: Nombre Més Probable per cada 100 ml. FONT: Conselleria de Salut i Consum.

| Paràmetres (en UFC o NMP/100 ml) | Valoració de les aigües de bany | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------|
| | Bany apte | Bany no recomanat | Bany prohibit |
| Enterococs intestinals | ≤ 200 | 201-1.000 | > 1.000 |
| <i>Escherichia coli</i> | ≤ 500 | 501-2.000 | > 2.000 |

NORMATIVA

- Directiva 2006/7/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de febrer de 2006, relativa a la gestió de la qualitat de les aigües de bany.
- Reial decret 1341/2007, d'11 d'octubre, sobre la gestió de la qualitat de les aigües de bany.

METODOLOGIA

El Servei de Salut Ambiental, adscrit a la Direcció General de Salut Pública i Participació de la Conselleria de Salut i Consum (Govern de les Illes Balears)¹ registra la qualitat de les aigües de bany mitjançant l'anàlisi de mostres d'aigua de mar.

Des de l'any 2000, a les Illes Balears s'estudien devers 157 zones de bany repartides entre cales i arenals. El total de zones de mostreig a Mallorca és de 115 punts; a Eivissa, de 41 punts; a Menorca, de 30 punts; i a Formentera, de 7 punts. El total de punts de mostreig és de 193 (figura 1). Les anàlisis s'efectuen cada 15-21 dies, per la qual cosa cada zona aporta com a mínim 8 mostres per analitzar. Això equival a 1.818 mostres analitzades a totes les Illes durant la temporada 2020. S'ha de tenir en compte que no totes les zones de bany de les Illes s'inclouen en el mostreig.

La temporada d'anàlisi se sol definir cada any i se sol efectuar entre l'abril i l'octubre a tots els punts

de mostreig. Les mostres s'analitzen en laboratoris de salut pública de Mallorca i Eivissa utilitzant els mètodes definits pel RD 1341/2007. Habitualment s'estima el nombre d'*E. coli* i d'enterococs intestinals pel mètode del nombre més probable (NMP), encara que també es fa un recompte directe en placa d'unitats formadores de colònies (UFC) (taula 1). Si les anàlisis mostren més de 500 NMP/100 ml d'*E. coli* i més de 200 NMP/100 ml d'enterococs intestinals, no es recomana el bany. D'altra banda, el bany es prohibeix quan se superen els 2.000 NMP/100 ml d'*E. coli* i els 1.000 NMP/100 ml d'enterococs. Les incidències amb una consegüent recomanació de no banyar-se o una prohibició de bany solen tenir una durada de 24 hores.

Al final de la temporada de bany es fa l'estudi estadístic de les mostres que s'han pres i es classifica l'estat de les aigües com a excel·lent, bo, suficient i insuficient (taula 2).

RESULTATS

Des de l'any 2010 s'observa que la qualitat d'aigües excel·lents de totes les Illes Balears és un ordre de magnitud més gran que la resta de valoracions (figura 2). L'any 2015 s'observa una disminució de la qualitat de l'aigua de 10 punts de mostreig, que passa d'una qualitat excel·lent a una qualitat bona. Aquesta disminució de la qualitat no s'ha tornat a recuperar. El nombre de mostratges de qualitat su-

Taula 2. Criteri d'avaluació de la qualitat de les aigües de bany d'acord amb l'avaluació del percentil 95 (excel·lent i bona) i 90 (suficient i insuficient).¹UFC: Unitats Formadores de Colònies. FONT: Conselleria de Salut i Consum.

| Paràmetres | Excel·lent | Bona | Suficient | Insuficient |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Enterococs intestinals | 95 % dels mostratges | 95 % dels mostratges | 90 % dels mostratges | < 90 % dels mostratges |
| | < 100 UFC/ml | < 200 UFC/ml | < 185 UFC/ml | < 185 UFC/ml |
| <i>Escherichia coli</i> | 95 % dels mostratges | 95 % dels mostratges | 90 % dels mostratges | < 90 % dels mostratges |
| | < 250 UFC/ml | < 500 UFC/ml | < 500 UFC/ml | < 500 UFC/ml |

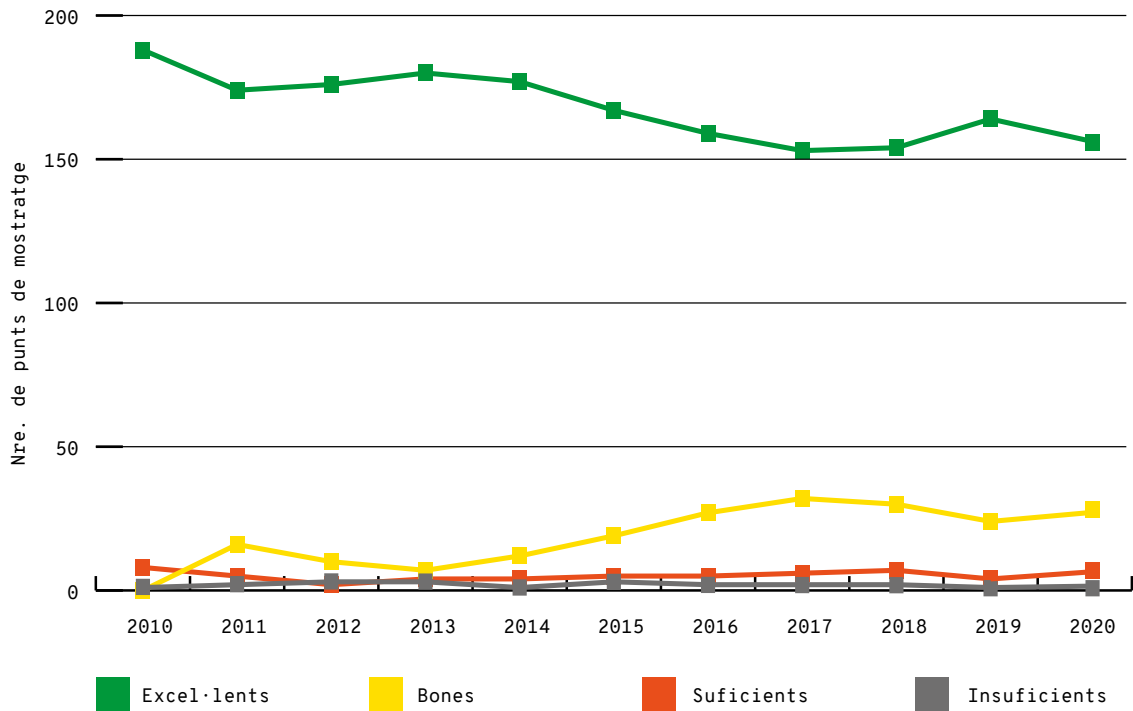


Figura 2. Qualitat de les aigües de bany a partir dels 193 punts de mostreig repartits a les Illes Balears. La qualitat es valora a partir de les anàlisis microbiològiques (*E. coli* i enterococs intestinals) dels anys 2010-2020. FONT: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).¹

ficient fluctua entre 8 i 2, mentre que el de qualitat insuficient oscil·la entre 1 i 3.

A Mallorca, dels 115 punts d'estudi, entre 89 i 113 mostratges anuals presenten una qualitat excel·lent (figura 3). A partir del 2016 disminueix la qualitat excel·lent de 8 punts de mostreig, que passen a tenir una qualitat bona. Els mostratges de qualitat bona a Mallorca varien entre 2 i 20 durant els 11 anys d'estudi; els de qualitat suficient, entre 5 i 1, i els de qualitat insuficient, entre 0 i 2. La zona de mostreig de cala d'Egos no es va poder avaluar l'any 2020 pel fet de disposar només de 9 mostres de les 16 que són necessàries; no obstant això, aquestes 9 mostren una qualitat suficient.

A Eivissa, dels 41 punts analitzats, la qualitat excel·lent s'assoleix cada any a 31-41 zones. El 2016 disminueix a una qualitat bona (que augmenta de 2 a 9 punts) i una qualitat suficient (de 0 a 2 punts) (figura 3). El nombre de zones de qualitat insuficient varia entre 0 i 1.

A Menorca, de les 30 zones estudiades, els mostratges amb una qualitat excel·lent oscil·len entre 23 i 28 (figura 3). L'any 2017 es produeix una disminució de la qualitat excel·lent de 6 punts de mostreig, que passen a tenir una qualitat bona, i que no es recuperen. Els mostratges de qualitat suficient es donen a 0-4 punts i els de qualitat insuficient, a 0-1 punt.

A Formentera únicament hi ha platges amb una qualitat excel·lent, i aquests valors s'han mantingut estables des del 2010 als 7 punts de mostreig (figura 3).

L'any 2020, el 82 % dels punts de mostreig es van considerar de qualitat excel·lent; el 15 %, de qualitat bona; el 3 %, de qualitat suficient, i un 1 %, de qualitat insuficient (figura 4). Per illes, Mallorca és la que, després de Formentera (100 %), presenta un percentatge d'excel·lència més elevat (89 %), seguida de Menorca (77 %) i Eivissa (63 %) (figura 3). D'altra banda, els valors més alts de suficiència es donen a Eivissa (7 %), seguida de Menorca (3 %)

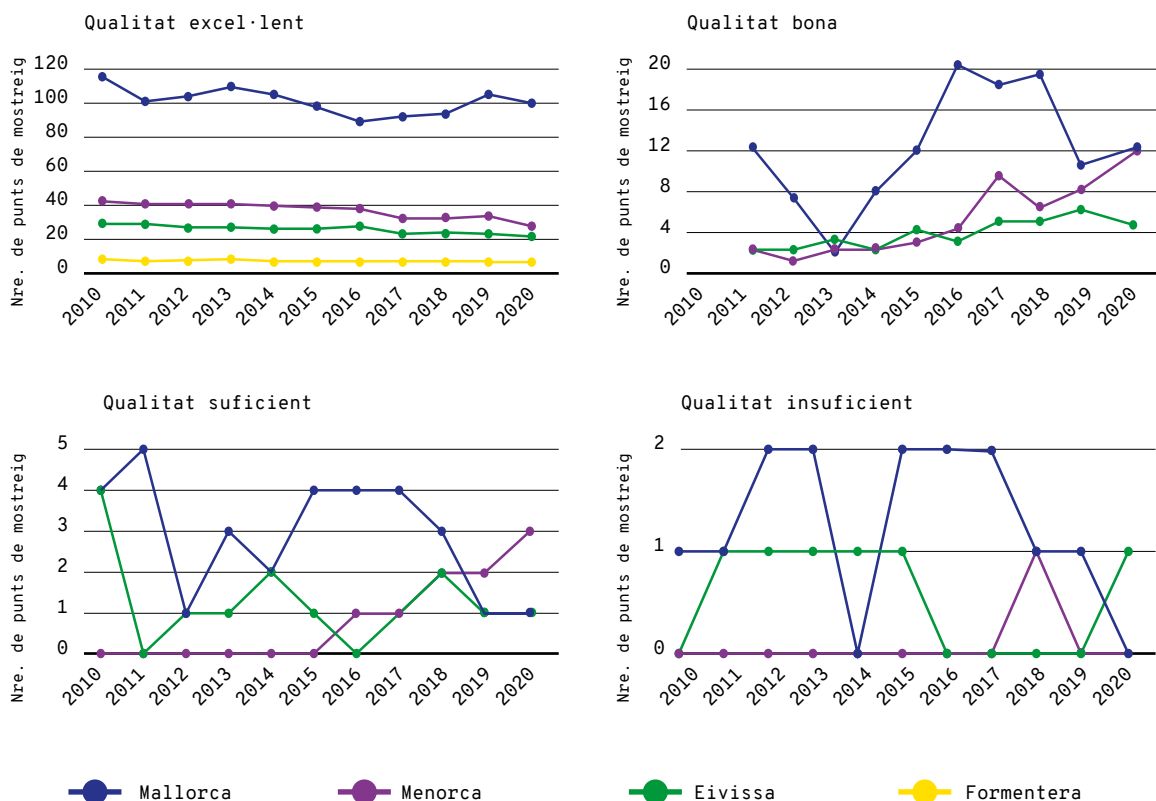


Figura 3. Valoració de la qualitat de les 193 zones de mostratge de les 157 zones de bany estudiades (excel·lent, bona, suficient i insuficient) a Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera durant l'any 2020. FONT: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).¹

i Mallorca (1 %). Només Menorca presenta un 3 % dels punts de mostratge com a insuficient.

En general, les platges urbanes de les Illes solen tenir una qualitat inferior (bona, suficient i insuficient). L'any 2020 les platges de Mallorca amb qualitat bona han estat: Camp de Mar, Brismar, Santa Ponça, Font de sa Cala, s'Arenal, Porto Cristo, Can Pere Antoni, cala Esmeralda i Port de Sóller. A cala d'Egos es van registrar 9 mostres de qualitat suficient, tot i que es precisa un mínim de 16 mostres per avaluar el seu estat durant la temporada.

A Menorca, la qualitat bona es registra a sa cala Blanca, cala en Blanes, la platja Gran, Santandria i es Canutells. Mentre que la qualitat suficient es dona a cala en Forcat, i la insuficient, a sa Caleta.

A Eivissa, les zones amb qualitat bona són: ses Figueretes, Talamanca (a la dreta de la platja), cala Gració, caló des Moro, cala Pada, la platja des Riu, Arenal Gros, Port de Sant Miquel, Portinatx, badia de Sant Antoni, cala Vedella i la platja des Pinet. Les zones de qualitat suficient es registren a Talamanca (a l'esquerra de la platja) i Sant Antoni.

CONCLUSIONS

- Des de l'any 2010, la qualitat excel·lent de les aigües de bany disminueix de 188 a 157 punts de mostratge i passa a ser de qualitat bona a Mallorca, Menorca i Eivissa.
- Des del 2010, Formentera sempre presenta una qualitat excel·lent d'aigües de bany a les 7 zones d'estudi.
- El nombre de platges de qualitat suficient de totes les Illes Balears varia entre 8 i 2 punts de mostratge anuals, mentre que el de qualitat insuficient oscil·la entre 1 i 3 punts de mostratge anuals.
- El 2020, el 82 % de les platges de les Illes Balears tenen una qualitat excel·lent. Formentera té el 100 % de les platges amb una qualitat excel·lent, seguida de Mallorca amb un 90 %; Menorca amb un 77 % i Eivissa amb un 75,6 %.
- L'any 2020, la qualitat de suficiència i insuficiència és més elevada a Eivissa (7 % dels punts de mostratge), seguida de Menorca (6 %) i Mallorca (1 %).
- Les platges urbanes de les Illes Balears són les que solen mostrar una qualitat més baixa—sense arribar a excel·lent—de les aigües de bany.

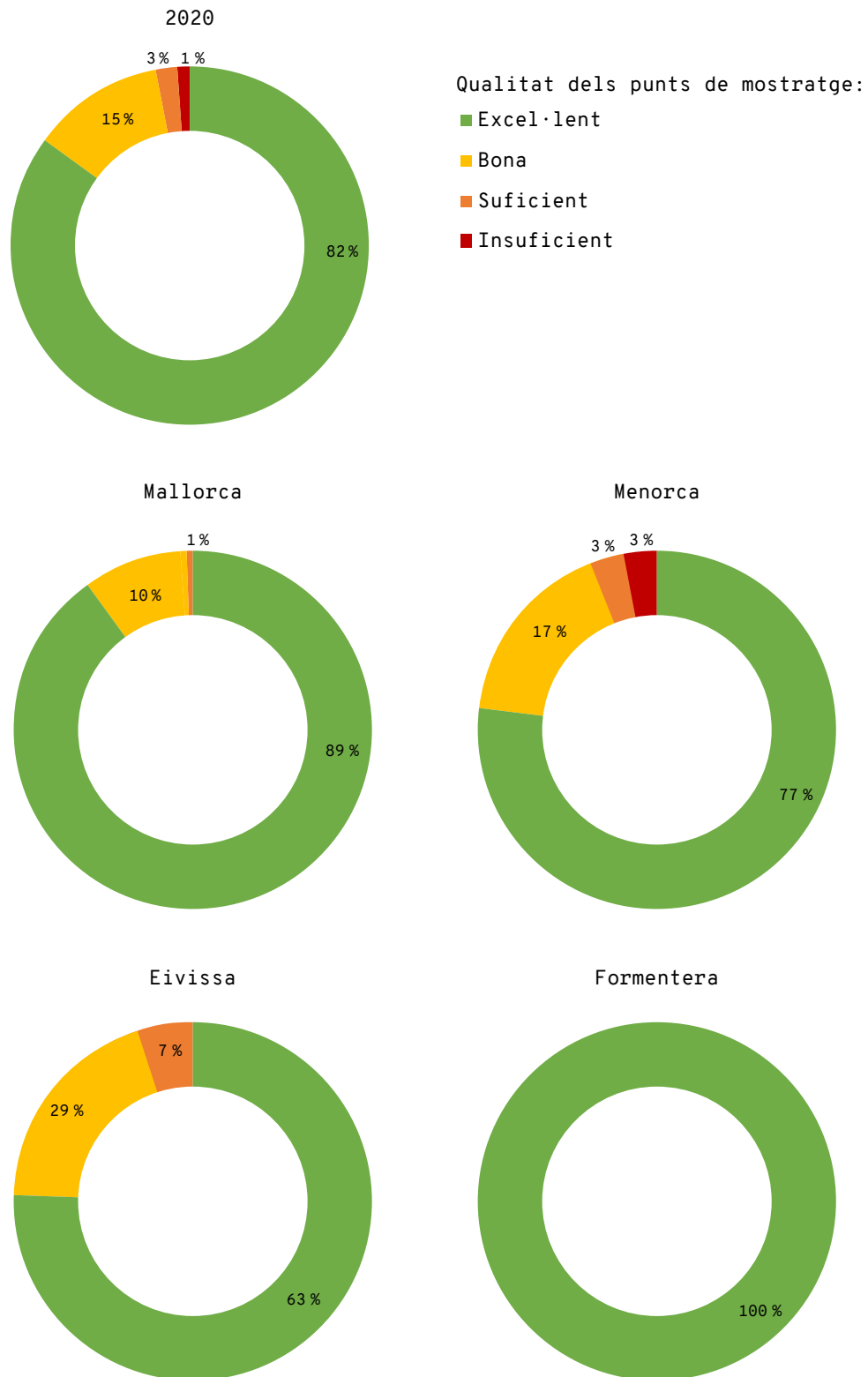


Figura 4. Percentatges de qualitat dels punts de mostratge de les Illes Balears l'any 2020. FONT: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).¹

REFERÈNCIES

¹ CONSELLERIA DE SALUT I CONSUM DEL GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2020). «Control sanitari de les aigües de bany de les Illes Balears» [en línia]. <https://www.caib.es/sites/salutambiental/f/339320>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; CONSELLERIA DE SALUT I CONSUM (2021). «Abundància de coliformes». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/qualitat-aigua/imb-platges-abundancia-coliformes-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Sergio Martino i Enric Ballesteros.

Indicador biològic de macroinvertebrats: índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC)

Les activitats humanes poden alterar profundament els ecosistemes marins, el medi ambient, la composició d'espècies i el funcionament dels ecosistemes. Els índexs biòtics s'empren per poder identificar aquestes alteracions. Per exemple, es poden emprar espècies o grups la funció, la població o l'estat dels quals reflecteixi la qualitat ambiental. Així, els índexs biòtics mostren la presència o l'absència de certs organismes o grups d'organismes i ens donen informació sobre la qualitat de l'aigua de la zona. La presència o l'abundància d'un cert organisme indica que els seus requeriments biològics estan satisfets. En canvi, la rarefacció o la desaparició d'alguns organismes ens pot indicar un canvi en l'ambient.¹

Les comunitats de macroinvertebrats bentònics presents en una determinada àrea ens donen una informació integrada en el temps de la qualitat del sediment i alhora de la massa d'aigua on es troben. Els macroinvertebrats bentònics tenen certes característiques que els fan adequats per mesurar correctament l'estat ecològic de les aigües costaneres. D'una banda, la seva naturalesa sedentària i longevitat els permeten reflectir les condicions locals integrades al llarg del temps. De l'altra, la seva localització en els primers centímetres del sediment, on els contaminants s'acumulen i on es poden donar processos de falta d'oxigen (hipòxia)

a causa de processos d'eutrofització i acumulació de matèria orgànica, els fa idonis per determinar la qualitat del sediment.² L'oxigen és essencial per als organismes pluricel·lulars i la seva absència pot produir canvis catastròfics en els ecosistemes.³ Diferents espècies tenen diferents graus de sensibilitat i/o tolerància a les pertorbacions segons la seva capacitat d'adaptació als canvis. Per tant, la composició de la comunitat de macroinvertebrats bentònics, depenent del seu grau de sensibilitat, ens aporta una informació cabdal per poder saber quin és l'estat de la qualitat de l'aigua i del sediment.

QUÈ ÉS?

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC) és un dels índexs biòtics que s'utilitzen per determinar l'estat de les masses d'aigües costaneres definides per la Directiva marc de l'aigua. Empra les comunitats de macroinvertebrats bentònics per determinar la qualitat de l'aigua i del sediment.

METODOLOGIA

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC) el va desenvolupar un equip del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC) liderat per Enric Ballesteros, utilitzant dades de Catalunya i de les Illes Balears i basant-se en l'índex AMBI, creat per investigadors del centre de recerca AZTI, liderats per Àngel Borja. Es desenvolupa sobre la base teòrica de la capacitat que tenen les comunitats de respondre a les variacions induïdes per l'home en les condicions ambientals, i més concretament, a l'enriquiment en matèria orgànica dels sediments, segons la successió descrita per Pearson i Rosenberg.

Els resultats que es presenten aquí es basen en dos estudis elaborats per l'equip del CEAB-CSIC dirigit pel doctor Ballesteros que es varen fer els anys 2005 i 2007: «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicators. Informe final 2009-2010» i «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicators (maig 2005 - març 2007)».

L'any 2005 es varen mostrejar un total de 76 estacions, i es va obtenir l'estat ecològic per a només 42, ja que la resta d'estacions varen tenir sediments gruixuts i aquest índex només és aplicable a zones amb sediments fins. L'any 2007 es varen mostrejar un total de 72 estacions, i es va obtenir l'estat ecològic de 40.

El càlcul de l'índex MEDOCC s'obté a partir dels percentatges de l'abundància de cada grup ecològic segons el seu grau de tolerància a l'enriquiment en matèria orgànica. El valor resultant està comprès entre 0 i 6. Els valors baixos de MEDOCC n'indiquen una bona qualitat, i a mesura que el valor augmenta, la qualitat ambiental empitjora. La Directiva marc de l'aigua (DMA) estableix que l'estat ecològic (EQR) es calcula comparant els valors d'estat ecològic obtinguts a la zona d'estudi amb les condicions biològiques d'una condició de referència i fixa que l'EQR ha de tenir uns valors compresos entre 0 i 1. Com que els valors de l'índex MEDOCC varien entre 0,5 i 6, s'han de transformar i convertir a escala 0-1, en què valors propers a 1 indiquen un bon estat ecològic i valors propers a 0 indiquen un estat ecològic dolent.

PER QUÈ?

La Directiva marc de l'aigua (DMA 2000/60/CEE) estableix les bases per a la vigilància, la protecció i la millora de l'estat ecològic dels sistemes aquàtics dels països membres de la Unió Europea. El principal objectiu és aconseguir (o mantenir) almenys un estat ecològic bo a les masses d'aigua europees per a l'any 2015. Aquesta directiva introdueix l'ús obligatori de bioindicators per avaluar l'estat ecològic dels sistemes aquàtics.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

→ S'ha trobat un empitjorament de l'estat ecològic de les masses d'aigua de les Balears entre els anys 2005 i 2007. Mentre que l'any 2005 el 51,9 % dels sectors analitzats varen presentar un estat ecològic molt bo, l'any 2007 només ho varen fer l'11,5 %. L'any 2005 només un sector (3,7 %) va presentar un estat ecològic moderat, mentre que el 2007 varen ser 5 sectors (19,2 %).

→ Dels 26 sectors avaluats l'any 2007, 5 varen incomplir la DMA perquè tenien un estat ecològic moderat: la serra de Tramuntana, la badia de Pollença, Cabrera, la badia de Fornells i el port de Maó.



Estat ecològic dels sectors de costa mostrats a les Illes Balears l'any 2007 segons l'índex MEDOCC. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros et al., 2010.

Aquí presentam els resultats de dos estudis dirigits pel doctor Enric Ballesteros duts a terme els anys 2005 i 2007 a la costa de les Balears, en els quals s'analitzen les principals variables fisicoquímiques considerades determinants de l'estat de les comunitats dels fons tous, es caracteritzen les comunitats de macroinvertebrats i s'estudia la relació entre les comunitats observades i les variables ambientals. L'estat biològic s'avalua mitjançant l'aplicació de l'índex MEDOCC.^{2, 4}

NORMATIVA

- Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE).
- Reial decret 907/2007, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la planificació hidrològica.
- Decret llei 1/2015, de 10 d'abril, pel qual s'aprova la Instrucció de planificació hidrològica per a la demarcació hidrogràfica intracomunitària de les Illes Balears.
- Reial decret 817/2015, d'11 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris de seguiment i avaluació de l'estat de les aigües superficials i les normes de qualitat ambiental.

METODOLOGIA

S'ha avaluat l'estat ecològic de les aigües costaneres de les Illes Balears utilitzant la macrofauna com a indicador. Els resultats presentats provenen de dos estudis en què s'ha emprat l'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC), basat en l'estudi de les comunitats bentòniques de fons tous.^{2, 4}

Punts de mostratge i masses d'aigua

El Govern de les Illes Balears va definir 31 masses d'aigua (MA): 16 a Mallorca, 10 a Eivissa i Formentera i 5 a Menorca.

A l'estudi de l'any 2005 es varen mostrejar dues estacions per a cada massa d'aigua i algunes estacions addicionals, que varen fer un total de 76 estacions. Només es va obtenir l'estat ecològic per a 42 estacions, ja que la resta d'estacions varen tenir sediments gruixats i aquest índex només és aplicable a zones amb sediments fins (taula 1).⁴

A l'estudi de l'any 2007 es varen intentar substituir les estacions amb sediments massa gruixats per estacions amb sediments fins. També es varen modificar les posicions d'algunes estacions. Es varen eliminar les 21 estacions de sediments gruixats i es varen afegir 17 estacions noves, i es va mostrejar un total de 72 estacions (taula 1).²

| ILLA | MA | Estació 2007/2005 | Codi | X | Y | Fondària (m) | Gra mitjà (mm) | Cate-goria sedimen-tària | MO (%) | Ambient |
|----------|-------|---|------|-----------|----------|--------------|----------------|--------------------------|--------|----------------|
| MALLORCA | MA-1A | Badia de Palma - cala Aixada | 51 | 39°28'750 | 2°31'658 | 9,7 | 215 | F | 1,95 | Aigües obertes |
| | MA-1A | Badia de Palma - illa del Sec | 51A | - | - | | | | | |
| | MA-1A | Banc d'Eivissa | 52 | 39°28'683 | 2°28'902 | 7,7 | 359 | M | 1,05 | |
| | MA-2 | Platja de Santa Ponça | 53 | 39°30'993 | 2°28'135 | 10,7 | 134 | F | 1,42 | |
| | MA-2 | Peguera - Palmira | 54 | 39°32'077 | 2°27'094 | 7,1 | 167 | F | 1,46 | |
| | MA-1B | Cala en Cranc | 55 | 39°32'212 | 2°24'495 | 6,5 | 98 | MF | 1,43 | |
| | MA-1B | Sant Elm | 56 | 39°34'690 | 2°21'093 | 7,7 | 201 | F | 1,70 | |
| | MA-3A | Cala en Basset | 57A | - | - | | | | | |
| | MA-3A | Cala Deià | 58 | 39°45'785 | 2°38'485 | 8,1 | 244 | F | 1,26 | |
| | MA-4 | Port de Sóller (far / cap Gros) | 59 | 39°47'720 | 2°41'678 | 6,0 | 881 | MF | 3,34 | |
| | MA-4 | Platja de Sóller | 60 | 39°47'613 | 2°41'560 | 7,3 | 229 | F | 2,64 | |
| | MA-3B | Sa Taleca | 23 | 39°49'817 | 2°44'927 | 7,3 | 348 | M | 1,09 | |
| | MA-3B | Formentor - cala Figuera | 24A | - | - | | | | | |
| | MA-3B | Cala Murta | 25 | 39°54'471 | 3°10'942 | 5,4 | 126 | F | 2,23 | |
| | MA-5 | Cala Formentor | 26A | - | - | | | | | |
| | MA-5 | Badia de Pollença el Caló / Hotel Formentor | 27 | 39°54'727 | 3°06'714 | 4,8 | 108 | MF | 2,24 | |
| | MA-5 | Badia de Pollença - Mal Pas | 28 | 39°52'141 | 3°08'319 | 9,8 | 274 | M | 1,73 | |
| | MA-6 | Badia d'Alcúdia - es Coll Baix | 29 | 39°51'898 | 3°11'359 | 8,5 | 393 | M | 0,84 | |
| | MA-7 | Badia d'Alcúdia - platja de Muro | 30 | 39°47'476 | 3°08'247 | 7,9 | 156 | F | 1,66 | |
| | MA-7 | Badia d'Alcúdia - platja de sa Canova | 31 | 39°44'333 | 3°14'880 | 10,0 | 221 | F | 1,83 | |
| | MA-8 | Betlem - es Caló | 32 | 39°45'661 | 3°27'463 | 7,2 | 338 | M | 1,42 | |
| | MA-8 | Cala Agulla | 33 | 39°43'528 | 3°27'463 | 9,6 | 338 | M | 2,28 | |
| | MA-9 | Canyamel | 34 | 39°32'915 | 3°21'379 | 9,1 | 186 | F | 2,10 | |
| | MA-9 | Cala Petita | 35 | 39°39'282 | 3°26'721 | 10,7 | 261 | M | 2,28 | |
| | MA-10 | Cala d'Or | 36 | 39°22'354 | 3°14'118 | 8,2 | 137 | F | 2,64 | |
| | MA-10 | Portocolom - cala Estreta | 36A | - | - | | | | | |
| | MA-10 | Cala Mondragó | 37 | 39°21'000 | 3°11'526 | 11,3 | 173 | F | 2,36 | |
| | MA-11 | Cala Llombards | 38 | 39°19'518 | 3°08'617 | 9,9 | 214 | F | 1,29 | |
| | MA-11 | Punta de sa Cova des Coloms | 42 | 39°21'646 | 2°53'874 | 9,0 | 310 | M | 1,19 | |
| | MA-13 | Cotimplà | 43 | 39°22'044 | 2°48'403 | 11,5 | 327 | M | 1,72 | |
| | MA-13 | Cap Roig | 44 | 39°22'843 | 2°46'427 | 8,7 | 277 | M | 2,73 | |
| | MA-14 | Cap de Regana - sa Fossa | 45 | 39°26'711 | 2°44'699 | | | | | |
| | MA-14 | Cap de Regana | 45A | - | - | 8,2 | 627 | G | 1,55 | |
| | MA-14 | Cap Enderrocat - es Davallador | 46 | 39°26'000 | 2°44'761 | 7,7 | 501 | G | 2,12 | |

| ILLA | MA | Estació 2007/2005 | Codi | X | Y | Fondària (m) | Gra mitjà (mm) | Cate-goria sedimen-tària | MO (%) | Ambient |
|----------|-------|---|------|-----------|----------|--------------|----------------|--------------------------|--------|--------------------|
| MALLORCA | MA-14 | Cap Enderrocat | 46A | - | - | | | | | Aigües obertes |
| | MA-15 | Badia de Palma - s'Arenal | 47 | 39°30'358 | 2°44'215 | 10,3 | 113 | MF | 1,85 | |
| | MA-15 | Badia de Palma - Can Pastilla | 48 | 39°31'694 | 2°43'123 | 8,4 | 125 | MF | 1,79 | |
| | MA-16 | Badia de Palma - cala Major / Marivent | 49 | 39°33'010 | 2°36'491 | 10,3 | 177 | F | 1,88 | |
| | MA-16 | Badia de Palma - cala Vinyes | 50 | 39°28'756 | 2°31'660 | 9,0 | 168 | F | 2,89 | |
| | MA-12 | Conillera - es Blanquer | 39 | 39°11'117 | 2°58'264 | 55,7 | 391 | M | 1,00 | |
| | MA-12 | Cabrera - l'Olla | 40 | 39°08'760 | 2°57'609 | 10,6 | 209 | F | 1,18 | |
| | MA-12 | Cabrera - port de Cabrera | 41 | 39°08'884 | 2°56'161 | 77,6 | 506 | G | 2,25 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| MENORCA | ME-2 | Badia de Fornells (entrada) | 61 | 40°03'594 | 4°08'092 | 6,4 | 76 | M | 2,87 | Indret tancat |
| | ME-2 | Port de Fornells | 62 | 40°03'388 | 4°08'025 | 4,1 | 99 | M | 2,58 | |
| | ME-2 | Badia de Fornells - ses Salines (N) | 63 | 40°02'492 | 4°07'648 | 7,4 | 134 | F | 17,37 | |
| | ME-2 | Badia de Fornells - ses Salines (S) | 64 | 40°03'003 | 4°07'872 | 4,7 | 327 | M | 10,06 | |
| | ME-1A | Cap Gros / cala Pudent | 65 | 40°02'310 | 4°09'817 | 7,8 | 383 | M | 3,19 | |
| | ME-1B | Es Grau | 66 | 39°57'163 | 4°16'354 | 8,9 | 373 | M | 2,68 | Aigües obertes |
| | ME-3 | Port de Maó - es Clot | 67A | - | - | | | | | |
| | ME-3 | Port de Maó - canal de l'illa des Llatzeret | 68 | 39°52'652 | 4°18'482 | 6,2 | 189 | F | 8,95 | Aigües modificades |
| | ME-3 | Port de Maó - illa Plana | 69 | 39°52'974 | 4°18'122 | 8,7 | 200 | F | 5,99 | |
| | ME-3 | Port de Maó - cala Llonga | 70 | 39°03'294 | 4°17'760 | 11,5 | 145 | F | 5,67 | |
| | ME-3 | Port de Maó - cala Rata | 71 | 39°53'621 | 4°16'779 | 11,3 | 48 | FA | 7,62 | |
| | ME-3 | Port de Maó - castell St. Felip | 72A | - | - | | | | | |
| | ME-3 | Port de Maó - cala Sant Esteve | 73 | 39°51'925 | 4°18'295 | 7,7 | 270 | M | 3,31 | |
| | ME-1C | Alcalfar - s'Algar | 74 | 39°49'742 | 4°17'749 | 6,0 | 37 | G | 1,36 | |
| | ME-4 | Illa de l'Aire | 75A | - | - | | | | | Aigües obertes |
| | ME-4 | Binissafúller | 76 | 39°49'566 | 4°13'238 | 9,4 | 67 | M | 2,10 | |
| | ME-4 | Cala Galdana | 77 | 39°56'235 | 3°57'469 | 8,6 | 81 | F | 1,79 | |
| | ME-5 | Arenal de Son Saura | 78 | 39°55'494 | 3°53'713 | 9,0 | 93 | F | 2,09 | |
| | ME-5 | S'Aigua Dolça | 79A | - | - | | | | | |
| | ME-5 | Cala Santandria | 80 | 39°58'830 | 3°49'995 | 9,7 | 83 | M | 1,88 | |
| | ME-1A | Algaiarens | 81 | 40°03'039 | 3°55'329 | 7,0 | 406 | M | 2,78 | |
| | ME-1A | Cala del Pilar | 82A | - | - | | | | | |
| | ME-1A | Platja de Cavalleria | 83 | 40°03'793 | 4°04'310 | 9,7 | 94 | M | 2,58 | |
| | ME-1A | Arenal de Tirant | 84A | - | - | | | | | |

| ILLA | MA | Estació 2007/2005 | Codi | X | Y | Fondària (m) | Gra mitjà (mm) | Cate- goria sedimen- tària | MO (%) | Ambient |
|------------|--------|--------------------------------------|------|-----------|-----------|--------------|----------------|-------------------------------------|--------|----------------|
| EIVISSA | IB-1A | Sa Caixota | 17 | 38°52'473 | 01°17'745 | 9,2 | 178 | F | 1,60 | Aigües obertes |
| | IB-1A | Cala Tarida | 18 | 38°56'451 | 01°13'966 | 11,3 | 219 | F | 2,07 | |
| | IB-2 | Caló de s'Oli | 19 | 38°58'437 | 1°17'342 | 3,3 | 579 | G | 1,73 | |
| | IB-2 | Port des Torrent | 19A | - | - | | | | | |
| | IB-2 | Cala Gració | 20 | 38°59'572 | 1°17'342 | 3,4 | 446 | M | 2,28 | |
| | IB-2 | Caló des Moro | 20A | - | - | | | | | |
| | IB-1B | Cala Salada | 21 | 39°00'693 | 1°17'952 | 3,3 | 408 | M | 1,62 | |
| | IB-1B | Ses Balandres | 22 | 39°03'088 | 1°19'568 | 11,3 | 206 | F | 1,67 | |
| | IB-3 | Port de Sant Miquel | 1 | 39°05'118 | 1°26'369 | 8,7 | 197 | F | 1,57 | |
| | IB-3 | Cala Xarraca (Xucrà) | 2 | 39°06'317 | 1°30'544 | 9,8 | 337 | M | 1,39 | |
| | IB-4 | Cala Sant Vicent | 3 | 39°04'527 | 1°35'786 | 8,3 | 113 | MF | 1,69 | |
| | IB-4 | Cala Negra | 4 | 39°01'801 | 1°37'116 | 7,2 | 260 | M | 2,43 | |
| | IB-4 | Cala Boix | 4A | - | - | | | | | |
| | IB-5 | Cala Nova | 5 | 39°00'466 | 1°35'120 | 6,6 | 306 | M | 1,86 | |
| | IB-5 | Sta, Eulària - ses Roquetes | 6 | 38°59'177 | 1°32'975 | 7,8 | 200 | F | 1,98 | |
| | IB-6 | Cala Llonga | 7 | 38°57'253 | 1°31'442 | 5,7 | 132 | F | 1,33 | |
| | IB-6 | Cala Roja (nord) | 8 | 38°55'072 | 1°28'867 | 9,3 | 240 | F | 1,17 | |
| | IB-7 | Cala Talamanca | 9 | 38°54'899 | 1°27'660 | 5,6 | 292 | M | 1,26 | |
| | IB-7 | Platja d'en Bossa | 10 | 38°53'447 | 1°24'738 | 5,0 | 148 | F | 2,21 | |
| | IBFO-8 | Punta de sa Torre | 11 | 38°49'908 | 1°24'255 | 9,4 | 285 | M | 1,97 | |
| | IBFO-8 | Freu Petit - illa des Penjats (N) | 11A | - | - | | | | | |
| FORMENTERA | IBFO-8 | Illa de ses Porreres | 12 | 38°44'073 | 1°27'173 | 7,7 | 280 | M | 2,04 | |
| | IBFO-8 | Es Pujols - punta Prima | 12A | - | - | | | | | |
| | FO-10 | Racó de sa Pujada | 13A | - | - | | | | | |
| | FO-10 | Punta de sa Palmera | 14A | - | - | | | | | |
| | FO-9 | Platja de Migjorn | 15A | - | - | | | | | |
| | FO-9 | Caló d'en Trull - cala Saona | 16 | 38°41'925 | 1°23'282 | 7,9 | 242 | F | 2,16 | |

Taula 1. Estacions de fons blans mostrejades durant els anys 2005 i 2007.

* S'indiquen els sectors de costa o massa d'aigua (MA), les coordenades (X, Y, en graus i minuts), la fondària, la mida mitjana de gra, la categoria sedimentària (MG: molt gruixats, G: gruixats, M: mitjans, F: fins, MF: molt fins, i FA: fangs), el percentatge en matèria orgànica i el tipus d'ambient. Les estacions noves es ressalten en negreta. El guionet representa les estacions mostrejades el 2005 i no mostrejades el 2007. FONT: Ballesteros *et al.*²

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC)

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC) el va desenvolupar un equip del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC) utilitzant dades de Catalunya i de les Illes Balears.⁵ Aquest índex es basa en l'índex AMBI, creat per investigadors del centre de recerca AZTI, liderats per Àngel Borja.⁶ La base teòrica sobre la qual es desenvolupa és la capacitat que tenen les comunitats de respondre a les variacions induïdes per l'home, a les condicions ambientals i, més concretament, a l'enriquiment en matèria orgànica dels sediments, segons la successió descrita per Pearson i Rosenberg.⁷

Les espècies es classifiquen en quatre grups, segons la

sensibilitat que tenen a un gradient de pertorbacions:

- **GI. Sensibles:** espècies molt sensibles a l'enriquiment orgànic i només presents en condicions no pertorbades.
- **GII. Indiferents:** espècies indiferents a l'enriquiment orgànic. Sempre es troben en densitats molt baixes.
- **GIII. Tolerants:** espècies tolerants a l'enriquiment de matèria orgànica. Augmenten de densitat amb l'enriquiment en matèria orgànica.
- **GIV. Oportunistes:** espècies oportunistes.

El càlcul de l'índex s'obté a partir de la fórmula següent,^{2,5} basada en els percentatges de l'abundància de cada grup ecològic:

$$\text{MEDOCC} = ((0 \cdot \text{GI}) + (2 \cdot \text{GII}) + (4 \cdot \text{GIII}) + (6 \cdot \text{GIV})) / 100$$

En què GI, GII, GIII i GIV són els diferents grups ecològics als quals s'assignen les espècies d'una comunitat segons el seu grau de tolerància a l'enriquiment en matèria orgànica. El valor resultant està comprès entre 0 i 6. Els valors baixos de MEDOCC indiquen una bona qualitat, i a mesura que el valor augmenta, la qualitat ambiental empitjora.

Condicions de referència, obtenció de l'estat ecològic (EQR) i l·lindars entre estats ecològics

La Directiva marc de l'aigua estableix que l'estat ecològic (Ecology Quality Ratio o EQR) es calcula comparant els valors d'estat ecològic obtinguts a la zona d'estudi amb les condicions biològiques d'una condició de referència, per poder relacionar l'estat ecològic real amb el potencial, que marca la condició de referència.

En els estudis del 2005 i 2007 es va seleccionar com a EQR de referència el valor de MEDOCC més baix trobat a la costa catalana i balear, i es va millorar eliminant-ne les espècies tolerants (GIII) i oportunistes (GIV). Així es va considerar com a condició de referència una comunitat amb un 90 % d'espècies sensibles (GI) i un 10 % d'espècies indiferents (GII), cosa que va donar com a resultat un valor de MEDOCC de 0,2.

Com que les Illes Balears presenten una gran abundància d'espècies tolerants i una menor abundància d'espècies sensibles, es va adaptar el valor de referència atenent les particularitats de les Illes, definint una condició de referència basada únicament en les dades de les zones d'estudi. Així, partint de la condició de referència de 0,2 i utilitzant les dades dels estudis dels anys 2005 i 2007, es varen calcular els EQR de les diferents estacions emprant diferents condicions de referència amb valors entre 0,2 i 0,7, per poder triar el que explicàs millor els resultats obtinguts. Es va seleccionar un valor de MEDOCC de 0,5 com el mínim a partir del qual es reflecteixen les condicions de referència de les Illes Balears, ja que es va detectar un salt qualitatiu de les valoracions

de l'estat ecològic quan es trobaven una comunitat amb el 80 % d'espècies sensibles (GI), el 15 % d'espècies indiferents (GII) i el 5 % d'espècies tolerants (GIII).²

Per valorar l'estat ecològic d'un lloc, el valor obtingut de MEDOCC s'ha de corregir per la condició de referència. Tenint en compte aquesta condició de referència, els valors de MEDOCC oscil·len entre 0,5 i 6 (0,5 és la millor situació que ens podem trobar a les comunitats de fons tous de la costa balear).

La Directiva marc de l'aigua estableix que l'EQR ha de tenir uns valors compresos entre 0 i 1. Com que els valors de MEDOCC varien entre 0,5 i 6, s'han de transformar i invertir a escala 0-1, en què valors propers a 1 indiquen un bon estat ecològic i els valors propers a 0 indiquen un estat ecològic dolent. Així, l'EQR es calcula de la manera següent:

$$\text{EQR} = 1 - [(\text{MEDOCC} - 0,5) / (6 - 0,5)]$$

Els valors de l'índex MEDOCC i els l·lindars de l'EQR que delimiten els cinc estats ecològics proposats per la DMA es detallen a la taula 2.

| ESTAT ECOLÒGIC | MEDOCC (0-6) | LLINDARS EQR (1-0) |
|------------------|----------------------|--------------------|
| Molt bo | 0 < MEDOCC < 1,60 | 1,00 - 0,73 |
| Bo | 1,60 < MEDOCC < 3,20 | 0,73 - 0,47 |
| Moderat | 3,20 < MEDOCC < 4,77 | 0,47 - 0,20 |
| Deficient | 4,77 < MEDOCC < 5,50 | 0,20 - 0,08 |
| Dolent | 5,50 < MEDOCC < 6 | < 0,08 |

Taula 2. Valors de l'índex MEDOCC per establir els estats ecològics proposats per la DMA i la seva equivalència amb els valors d'EQR. FONT: Ballesteros *et al.*²

L'estat ecològic molt bo (*high*) representa una situació de no pertorbació en què les comunitats bentòniques de fons blans estan dominades per espècies sensibles (GI), que suposen més d'un 40 % de l'abundància total.

L'estat ecològic bo (*good*), es caracteritza per presentar entre un 20 i un 50 % d'espècies tolerants (GIII), però les espècies sensibles continuen essent importants a la comunitat (entre un 10 i un 40 % de l'abundància total).

Un estat ecològic moderat (*moderate*) es dona quan apareixen fins a un 50 % d'espècies tolerants i menys d'un 45 % d'espècies oportunistes.

Els estats ecològics deficient (*poor*) i dolent (*bad*), es caracteritzen per la dominància d'espècies oportunistes (GIV: més d'un 45 % i d'un 80 %, respectivament).

RESULTATS

Característiques del sediment

A l'estudi de l'any 2007, de les 72 estacions mostrejades, 31 varen pertànyer a la categoria d'arenes fines (43 %), 6 a la d'arenes molt fines (8 %), i 1 a fangs (2 %); 29 eren d'arenes mitjanes (40 %) i 5 d'arenes gruixades (7 %) (taula 1). Així, un total de 38 estacions varen tenir una granulometria adequada per determinar el MEDOCC (inferior a arenes mitjanes), i s'hi varen afegir dues estacions més, que malgrat que varen presentar una mitjana d'arenes mitjanes, en una rèplica presentaren arenes fines (taula 1).

Menorca va ser l'illa que presentà un percentatge d'arenes fines més elevat, amb les estacions del port de Maó i la badia de Fornells, mentre que Mallorca en presentà a cala en Cranc i al port de Sóller.

Es varen trobar valors especialment alts de matèria orgànica (> 5 %) en els ambients del tipus indret tancat amb escassa renovació a la badia de Fornells i a la massa d'aigua molt modificada del port de Maó. També es varen trobar valors elevats de matèria orgànica (3-5 %) al port de Sóller, al cap Gros i a cala Sant Esteve. 25 estacions més (12 a Mallorca, 7 a Menorca i 6 a Eivissa i Formentera) varen presentar valors relativament alts, entre el 2 i el 3 % (taula 1).

Caracterització de la comunitat

L'any 2005, de les 76 estacions mostrejades per a l'estudi biològic de les comunitats de fons tous, només es va poder establir l'estat ecològic de 42 estacions d'arenes fines; mentre que l'any 2007, de les 72 estacions mostrejades, la caracterització només es va poder dur a terme a 40 estacions amb sediments fins. Això es deu al fet que els sediments gruixats s'associen a un hidrodinamisme elevat i els organismes que hi viuen no reflecteixen la qualitat de l'aigua.

L'any 2007 el grup d'organismes amb més riquesa d'espècies va ser el dels anèl·lids (poliquets), amb 8.800 individus repartits en 160 tàxons, dels quals el 12 % varen ser sensibles, el 48 % indiferents, el 21 % tolerants i el 10 % oportunistes.

Aquell any, el grup més abundant va ser el dels mol·luscs, amb 11.874 individus, i també va ser el grup amb més tàxons sensibles (50 %), seguit del grup dels crustacis (35 %).

L'abundància total (nombre d'individus) va disminuir de 2005 a 2007, mentre que la riquesa específica (nombre de tàxons) no va mostrar grans canvis entre els dos anys mostrejats (taula 3).

| Codi | Abundància total | | Riquesa | |
|---------|------------------|-------|---------|------|
| | 2005 | 2007 | 2005 | 2007 |
| 1 | 313 | 237 | 36 | 26 |
| 3 | 538 | 185 | 31 | 24 |
| 6 | 496 | 178 | 45 | 28 |
| 7 | 338 | 130 | 43 | 25 |
| 8 | 117 | 125 | 25 | 24 |
| 10 | - | 161 | - | 15 |
| 16 | 108 | 58 | 31 | 21 |
| 17 | 147 | 157 | 38 | 27 |
| 18 | 112 | 73 | 32 | 30 |
| 22 | 223 | 261 | 24 | 18 |
| 25 | - | 507 | - | 35 |
| 27 | - | 178 | - | 20 |
| 30 | 61 | 90 | 25 | 33 |
| 31 | 63 | 188 | 24 | 26 |
| 34 | 236 | 57 | 40 | 24 |
| 35 | 91 | 145 | 21 | 34 |
| 36 | - | 494 | - | 36 |
| 37 | 224 | 165 | 21 | 19 |
| 38 | 246 | 227 | 19 | 25 |
| 40 | 83 | 279 | 31 | 32 |
| 47 | 215 | 178 | 43 | 46 |
| 48 | 270 | 100 | 40 | 32 |
| 49 | 348 | 168 | 44 | 31 |
| 50 | 457 | 417 | 39 | 37 |
| 51 | - | 539 | - | 34 |
| 53 | 328 | 264 | 40 | 37 |
| 54 | - | 196 | - | 34 |
| 55 | 644 | 159 | 35 | 31 |
| 56 | 139 | 349 | 30 | 36 |
| 58 | 18 | 24 | 10 | 9 |
| 59 | 120 | 175 | 22 | 23 |
| 60 | 338 | 172 | 44 | 26 |
| 63 | 30 | 129 | 11 | 28 |
| 68 | 1.131 | 1.008 | 76 | 77 |
| 69 | 491 | 372 | 52 | 62 |
| 70 | - | 574 | - | 61 |
| 71 | - | 726 | - | 39 |
| 73 | 375 | 307 | 51 | 38 |
| 77 | 264 | 347 | 35 | 29 |
| 78 | 169 | 257 | 32 | 19 |
| Mitjana | 273 | 218 | 34 | 30 |
| Màxim | 1.131 | 1.008 | 76 | 77 |
| Mínim | 18 | 24 | 10 | 9 |

Taula 3. Abundància total (nombre d'individus) i riquesa específica (nombre de tàxons per mostra) de les estacions mostrejades per als anys 2005 i 2007. *Es presenten les mitjanes, el màxim i el mínim per any, calculats considerant només les estacions comunes als mostratges de 2005 i 2007. FONT: Ballesteros *et al.*²

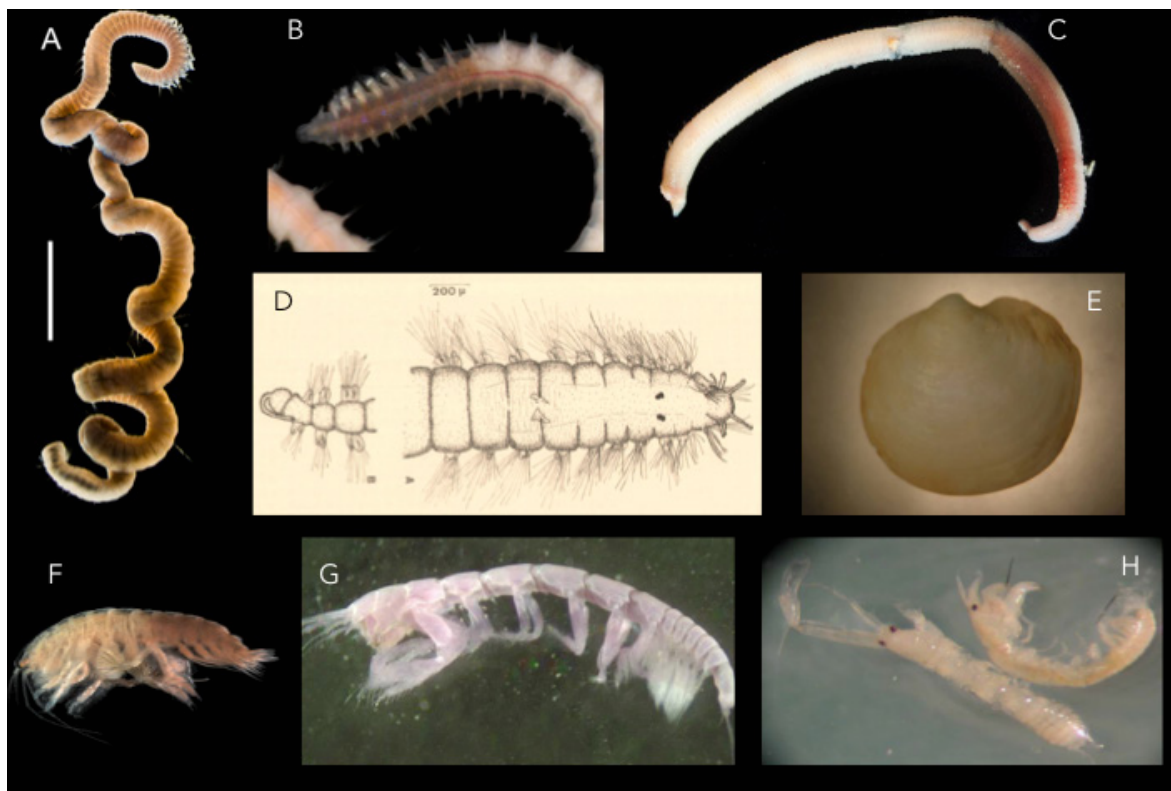


Figura 1. Macroinvertebrats dominants a les comunitats de les Illes Balears. Els poliquets A: *Paradoneis armata* (tolerant); B: *Prionospio fallax*; C: *Abyssoninoe hibernica* (indiferent); D: *Micronephtys maryae* (tolerant); el bivalve tolerant E: *Loripes lacteus*; els crustacis F: *Ampelisca brevicornis* (sensible); G: *Apseudes latreillii* (indiferent) i H: *Leptochelia savignyi*. FONTS: A: Erdogan-Dereli i Cinar⁸; B: <http://www.aphotomarine.com/>; C: Universitat d'Oslo, 2011; D: San Martín;⁹ E, G i H: Ballesteros *et al.*⁴ i F: Hans Hillewaert.

L'any 2007 es varen trobar diferències clares entre les comunitats d'aigües obertes de les Balears (dominades pel bivalve tolerant *Loripes lacteus*) i les d'aigües modificades (port de Maó i s'Arenal), dominades per oligoquets, nematodes, nemertins, el crustaci *Leptochelia savignyi* i els poliquets *Micronephtys maryae* i *Prionospio fallax*, tots tolerants i oportunistes (figura 1).

Les espècies característiques de les comunitats de les aigües obertes de les estacions de 2007 a tota la costa balear varen ser el bivalve *Loripes lacteus* (tolerant), el poliquet *Paradoneis armata* (tolerant) i els crustacis *Apseudes latreillii* (indiferent) i *Ampelisca brevicornis* (sensible). Les aigües obertes de les Illes Balears varen presentar una abundància elevada d'espècies tolerants (p. e. *Loripes lacteus*) i una menor abundància d'espècies sensibles, fins i tot en zones on no hi ha pressions antròpiques. Aquesta abundància d'espècies tolerants podria estar relacionada amb els elevats continguts de matèria orgànica d'origen natural (restes vegetals, sobretot de *Posidonia oceanica*) trobats al sediment, i no indicarien enriquiment orgànic d'origen antròpic (figura 1).

A les aigües modificades, les comunitats del port de Maó, on varen ser més abundants els nematodes (tolerants) i exclusius els poliquets *Micronephtys maryae* (tolerant) i *Abyssoninoe hibernica* (indiferent), es varen diferenciar de les comunitats del port de s'Arenal, on varen ser més abundants el crustaci *Leptochelia savignyi* i el bivalve *Loripes lacteus* (ambdues espècies tolerants), i exclusius els oligoquets (oportunistes) (figura 1).

A l'estació de la badia de Fornells (63) es va trobar una comunitat diferenciada de la de les aigües obertes. Aquesta zona és molt tancada, per la qual cosa es va proposar que sigui considerada de tipus indret tancat amb escassa renovació.²

Avaluació de l'estat ecològic

De les 42 estacions avaluades l'any 2005, 20 varen presentar un estat molt bo (47,6 %); 19, un estat bo (45,2 %), i 3, un estat ecològic moderat (7,1 %) (taula 4).

L'any 2007, de les 40 estacions avaluades, 6 varen presentar un estat molt bo (15 %); 25, un estat bo (62,5 %), i 9, un estat moderat (22,5 %) (taula 4).

De les 32 estacions que es varen avaluar tant l'any 2005 com el 2007, 12 estacions varen baixar de categoria, 2 estacions en varen pujar i 18 estacions es varen mantenir a la mateixa. Les estacions que varen passar d'un estat molt bo a bo varen ser: a Eivissa, el port de Sant Miquel (1), cala Sant Vicent (3), ses Roquetes (6), cala Roja (8) i cala Tarida (18), i a Mallorca, la platja de sa Canova (31), Canyamel (34), cala Petita (35), cala Deià (58) i el port de Sóller (59). Varen passar d'un estat bo a moderat les estacions de l'Olla a Cabrera (40) i la platja de Sóller (60) a Mallorca. Les estacions que varen millorar de categoria i varen passar d'un estat bo a molt bo varen ser sa Caixota (17) a Eivissa i s'Arenal (47) a Mallorca (taula 4).

En general, s'observa un empitjorament de l'estat ecològic de les estacions entre els anys 2005 i 2007.

| Illa | MA | Estacions | Codi | EQR 2005 | EQR 2007 | Estat ecològic 2005 | Estat ecològic 2007 |
|----------|-------|---|------|----------|----------|---------------------|---------------------|
| MALLORCA | MA-3B | Cala Murta | 25 | - | 0,47 | - | Moderat |
| | MA-5 | Badia de Pollença - el Caló / Hotel Formentor | 27 | NA | 0,45 | NA | Moderat |
| | MA-5 | Badia de Pollença - urb. Mal Pas | 28 | 0,85 | NA | Molt bo | NA |
| | MA-6 | Badia d'Alcúdia - es Coll Baix | 29 | 0,95 | NA | Molt bo | NA |
| | MA-7 | Badia d'Alcúdia - platja de Muro | 30 | 0,84 | 0,77 | Molt bo | Molt bo |
| | MA-7 | Badia d'Alcúdia - platja de sa Canova | 31 | 0,79 | 0,52 | Molt bo | Bo |
| | MA-8 | Betlem - es Caló | 32 | NA | NA | NA | NA |
| | MA-8 | Cala Agulla | 33 | - | NA | - | NA |
| | MA-9 | Canyamel | 34 | 0,76 | 0,63 | Molt bo | Bo |
| | MA-9 | Cala Petita | 35 | 0,81 | 0,54 | Molt bo | Bo |
| | MA-10 | Cala d'Or | 36 | - | 0,48 | - | Bo |
| | MA-10 | Cala Mondragó | 37 | 0,55 | 0,56 | Bo | Bo |
| | MA-11 | Cala Llombards | 38 | 0,53 | 0,51 | Bo | Bo |
| CABRERA | MA-12 | Conillera - es Blanquer | 39 | NA | NA | NA | NA |
| | MA-12 | Cabrera - l'Olla | 40 | 0,7 | 0,47 | Bo | Moderat |
| | MA-12 | Cabrera - port de Cabrera | 41 | NA | NA | NA | NA |
| MALLORCA | MA-11 | Punta de sa Cova des Coloms | 42 | 0,57 | NA | Bo | NA |
| | MA-13 | Cotimplà | 43 | NA | NA | NA | NA |
| | MA-13 | Cap Roig | 44 | NA | NA | NA | NA |
| | MA-15 | Badia de Palma - s'Arenal | 47 | 0,67 | 0,76 | Bo | Molt bo |
| | MA-15 | Badia de Palma - Can Pastilla | 48 | 0,65 | 0,63 | Bo | Bo |
| | MA-16 | Badia de Palma - cala Major / Marivent | 49 | 0,69 | 0,51 | Bo | Bo |
| | MA-16 | Badia de Palma - cala Vinyes | 50 | 0,7 | 0,53 | Bo | Bo |
| | MA-1A | Badia de Palma - cala Aixada | 51 | - | 0,49 | - | Bo |
| | MA-1A | Banc d'Eivissa | 52 | NA | NA | NA | NA |
| | MA-2 | Platja de Santa Ponça | 53 | 0,68 | 0,57 | Bo | Bo |
| | MA-2 | Peguera - Palmira | 54 | NA | 0,56 | NA | Bo |
| | MA-1B | Cala en Cranc | 55 | 0,7 | 0,55 | Bo | Bo |
| | MA-1B | Sant Elm | 56 | 0,52 | 0,52 | Bo | Bo |
| | MA-3A | Cala Deià | 58 | 0,88 | 0,65 | Molt bo | Bo |
| | MA-4 | Port de Sóller (far / cap Gros) | 59 | 0,81 | 0,56 | Molt bo | Bo |
| | MA-4 | Platja de Sóller | 60 | 0,6 | 0,42 | Bo | Moderat |

| Illa | MA | Estacions | Codi | EQR 2005 | EQR 2007 | Estat ecològic 2005 | Estat ecològic 2007 |
|---------|-------|---|------|----------|----------|---------------------|---------------------|
| MENORCA | ME-2 | Badia de Fornells (entrada) | 61 | NA | NA | NA | NA |
| | ME-2 | Port de Fornells | 62 | 0,56 | NA | Bo | NA |
| | ME-2 | Badia de Fornells - ses Salines (N) | 63 | 0,44 | 0,47 | Moderat | Moderat |
| | ME-2 | Badia de Fornells - ses Salines (S) | 64 | 0,48 | NA | Bo | NA |
| | ME-1A | Cap Gros / cala Pudent | 65 | 0,79 | NA | Molt bo | NA |
| | ME-1B | Es Grau | 66 | 0,71 | NA | Bo | NA |
| | ME-3 | Port de Maó - canal de l'illa des Llatzeret | 68 | 0,40 | 0,41 | Moderat | Moderat |
| | ME-3 | Port de Maó - illa Plana | 69 | 0,41 | 0,42 | Moderat | Moderat |
| | ME-3 | Port de Maó - cala Llonga | 70 | - | 0,40 | - | Moderat |
| | ME-3 | Port de Maó - cala Rata | 71 | - | 0,36 | - | Moderat |
| | ME-3 | Port de Maó - cala Sant Esteve | 73 | 0,56 | 0,48 | Bo | Bo |
| | ME-1C | Alcalfar - s'Algar | 74 | NA | NA | NA | NA |
| | ME-4 | Binissafúller | 76 | - | NA | - | NA |
| | ME-4 | Cala Galdana | 77 | 0,68 | 0,48 | Bo | Bo |
| | ME-5 | Arenal de Son Saura | 78 | 0,66 | 0,49 | Bo | Bo |
| | ME-5 | Cala Santandria | 80 | - | NA | - | NA |
| | ME-1A | Algaiarens | 81 | - | NA | - | NA |
| | ME-1A | Platja de Cavalleria | 83 | - | NA | - | NA |
| EIVISSA | IB-3 | Port de Sant Miquel | 1 | 0,85 | 0,73 | Molt bo | Bo |
| | IB-3 | Cala Xarraca (Xuçlà) | 2 | 0,76 | NA | Molt bo | NA |
| | IB-4 | Cala Sant Vicent | 3 | 0,85 | 0,64 | Molt bo | Bo |
| | IB-4 | Cala Negra | 4 | - | NA | - | NA |
| | IB-5 | Cala Nova | 5 | 0,81 | NA | Molt bo | NA |
| | IB-5 | Sta. Eulària - ses Roquetes | 6 | 0,92 | 0,69 | Molt bo | Bo |
| | IB-6 | Cala Llonga | 7 | 0,80 | 0,74 | Molt bo | Molt bo |
| | IB-6 | Cala Roja (N) | 8 | 0,83 | 0,66 | Molt bo | Bo |
| | IB-7 | Cala Talamanca | 9 | NA | NA | NA | NA |
| | IB-7 | Platja d'en Bossa | 10 | NA | 0,57 | NA | Bo |
| | FO8 | Punta de sa Torre | 11 | - | NA | - | NA |
| | FO8 | Illa de ses Porreres | 12 | - | NA | - | NA |
| | FO-9 | Caló d'en Trull - cala Saona | 16 | 0,76 | 0,80 | Molt bo | Molt bo |
| | IB-1A | Sa Caixota | 17 | 0,72 | 0,82 | Bo | Molt bo |
| | IB-1A | Cala Tarida | 18 | 0,76 | 0,72 | Molt bo | Bo |
| | IB-2 | Caló de s'Oli | 19 | - | NA | - | NA |
| | IB-2 | Cala Gració | 20 | - | NA | - | NA |
| | IB-1B | Cala Salada | 21 | 0,65 | NA | Bo | NA |
| | IB-1B | Ses Balandres | 22 | 0,89 | 0,93 | Molt bo | Molt bo |
| | MA-3B | Sa Taleca | 23 | 0,92 | NA | Molt bo | NA |

Taula 4. EQR i estat ecològic de les estacions de les Illes Balears segons l'índex MEDOCC.

*NA: no avaluat (estacions d'arenes gruixades); (-): 15 estacions noves de 2007 (no mostrejades l'any 2005). FONT: Ballesteros *et al.*²

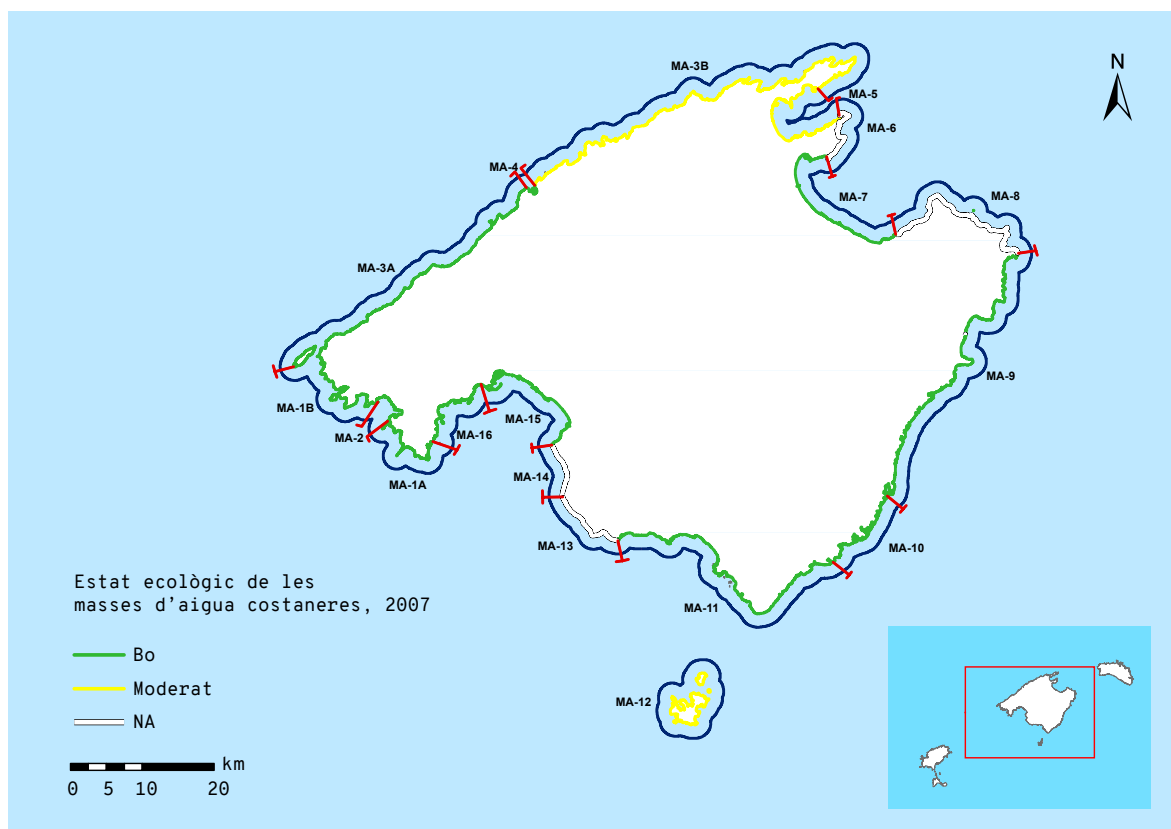


Figura 2. Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a Mallorca i Cabrera l'any 2007. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*²

L'any 2005 es varen poder avaluar un total de 27 sectors dels 36 definits a les Illes. La resta no va presentar una mida de sediment apropiada per poder aplicar l'índex MEDOCC. D'aquests 27 sectors, 14 varen presentar un estat molt bo (51,9 %); 12, un estat bo (44,4 %), i 1, un estat moderat (3,7 %) (taula 5, figures 2-4).

L'any 2007 es varen avaluar 26 sectors, dels quals 3 varen presentar un estat molt bo (11,5 %); 18, un estat bo (69,2 %), i 5, un estat moderat (19,2 %) (taula 5, figures 2-4).

Aquell mateix any, dels 26 sectors l'estat ecològic dels quals es va poder avaluar, 3 es varen mantenir en un estat molt bo, 7 varen passar de molt bo a bo, 9 es varen mantenir en un estat bo, 2 que no havien estat avaluats l'any 2005 varen estar en un estat bo, 2 varen passar d'un estat molt bo a moderat, 2 varen passar d'un estat bo a moderat i 1 es va mantenir en un estat moderat (taula 5, figures 2-4).

Les masses d'aigua que han empitjorat i que han passat d'un estat molt bo a un de moderat o de bo

a moderat, han tengut un esforç de mostreig baix, amb només una estació mostrejada per massa d'aigua. Aquest ha estat el cas de les masses d'aigua de la serra de Tramuntana (MA-3B) i de la badia de Pollença (MA-5), que varen passar d'un estat molt bo a un de moderat. També és el cas de les masses d'aigua de Cabrera (MA-12) i de la badia de Fornells (ME-2), que varen passar d'un estat bo a moderat. També s'ha de tenir en compte que a les masses d'aigua de la serra de Tramuntana i la badia de Pollença no es varen avaluar les mateixes estacions l'any 2005 i el 2007.

L'estat moderat de les masses d'aigua de la serra de Tramuntana (MA-3B) i de les badies de Pollença (MA-5) i Fornells (ME-2) era molt proper al llindar de categoria entre bo i moderat. Així i tot, en general hi ha una disminució de la qualitat de l'aigua de les masses d'aigua de la mar Balear entre els anys 2005 i 2007.

Cal destacar que l'any 2007 va quedar sense avaluar pràcticament tot el nord de Menorca (exceptuant la badia de Fornells, ME-2) a causa de la manca de sediments adequats per poder aplicar l'índex MEDOCC.

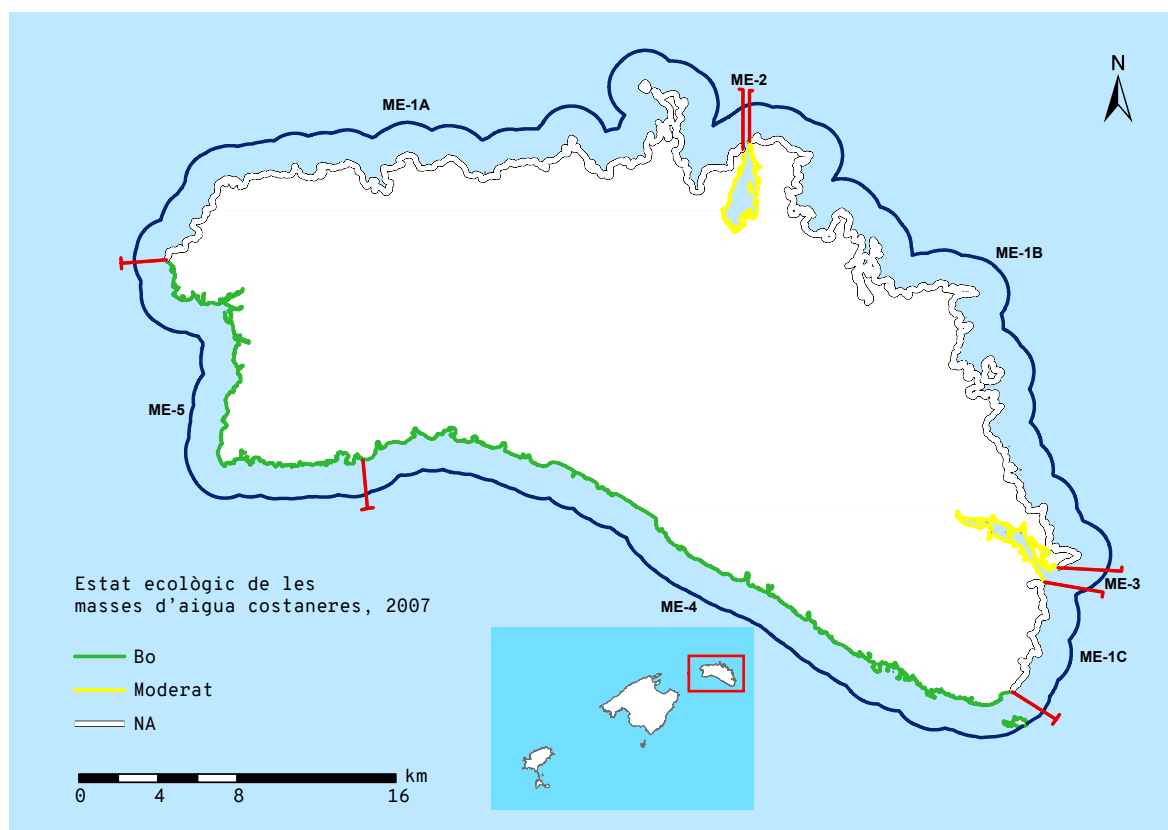


Figura 3. Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a Menorca l'any 2007. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*²

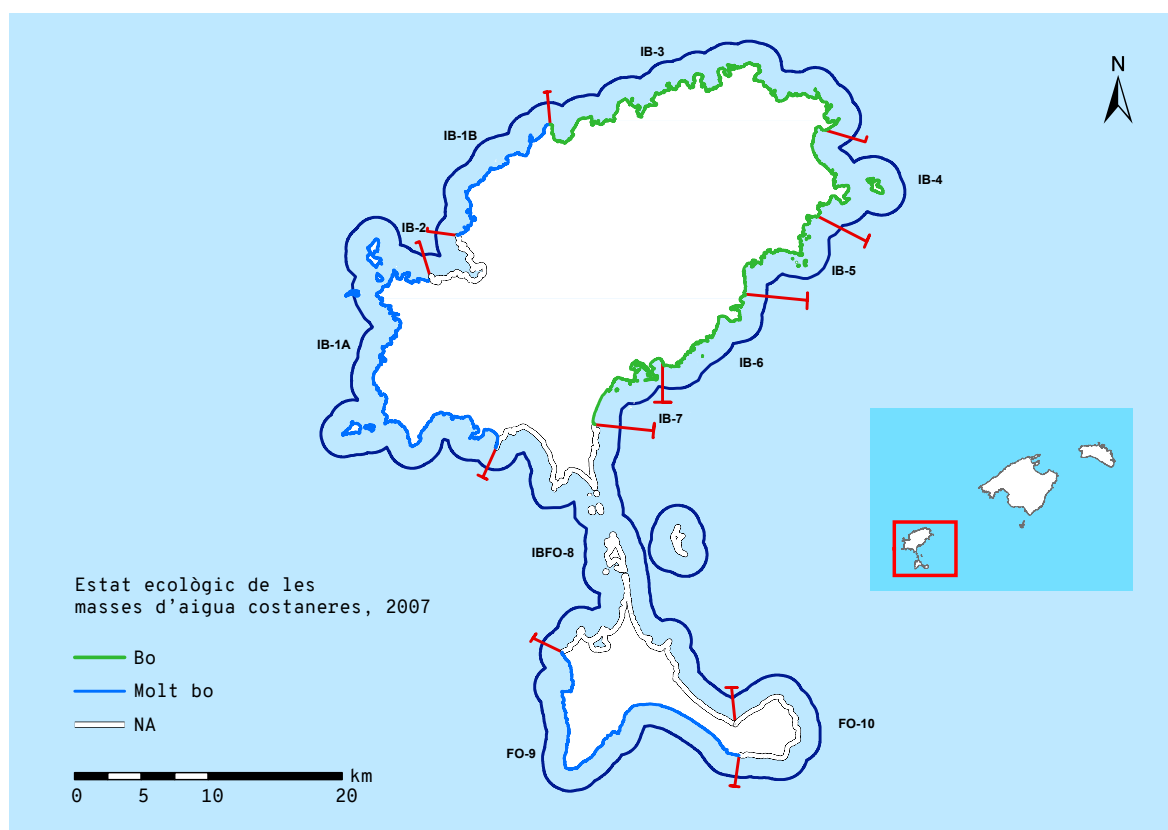


Figura 4. Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a Eivissa i Formentera l'any 2007. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*²

| Illa | MA | EQR MA 2005 | EQR MA 2007 | Percentatge de canvi 2007-2005 | Tipus de canvi | Estat ecològic MA 2005 | Estat ecològic MA 2007 |
|----------|--------|-------------|-------------|--------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| MALLORCA | MA-1A | NA | 0,49 | | | NA | Bo |
| | MA-1B | 0,61 | 0,54 | -11,5 | Empitjora | Bo | Bo |
| | MA-2 | 0,68 | 0,57 | -16,2 | Empitjora | Bo | Bo |
| | MA-3A | 0,88 | 0,65 | -26,1 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | MA-3B | 0,92 | 0,47 | -48,9 | Empitjora | Molt bo | Moderat |
| | MA-4 | 0,71 | 0,49 | -31,0 | Empitjora | Bo | Bo |
| | MA-5 | 0,85 | 0,45 | -47,1 | Empitjora | Molt bo | Moderat |
| | MA-6 | 0,95 | NA | | | Molt bo | NA |
| | MA-7 | 0,82 | 0,65 | -20,7 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | MA-8 | NA | NA | | | NA | NA |
| | MA-9 | 0,79 | 0,59 | -25,3 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | MA-10 | 0,55 | 0,52 | -5,5 | Empitjora | Bo | Bo |
| | MA-11 | 0,55 | 0,51 | -7,3 | Empitjora | Bo | Bo |
| CABRERA | MA-12 | 0,7 | 0,47 | -32,9 | Empitjora | Bo | Moderat |
| MALLORCA | MA-13 | NA | NA | | | NA | NA |
| | MA-14 | NA | NA | | | NA | NA |
| | MA-15 | 0,66 | 0,70 | 6,1 | Millora | Bo | Bo |
| | MA-16 | 0,70 | 0,52 | -25,7 | Empitjora | Bo | Bo |
| MENORCA | ME-1A | 0,79 | NA | | | Molt bo | NA |
| | ME-1B | 0,71 | NA | | | Bo | NA |
| | ME-1C | NA | NA | | | NA | NA |
| | ME-2 | 0,49 | 0,47 | -4,1 | Empitjora | Bo | Moderat |
| | ME-3 | 0,46 | 0,41 | -10,9 | Empitjora | Moderat | Moderat |
| | ME-4 | 0,68 | 0,48 | -29,4 | Empitjora | Bo | Bo |
| | ME-5 | 0,66 | 0,49 | -25,8 | Empitjora | Bo | Bo |
| EIVISSA | IB-1A | 0,74 | 0,77 | 4,1 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | IB-1B | 0,77 | 0,93 | 20,8 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | IB-2 | NA | NA | | | NA | NA |
| | IB-3 | 0,81 | 0,73 | -9,9 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | IB-4 | 0,85 | 0,64 | -24,7 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | IB-5 | 0,87 | 0,69 | -20,7 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | IB-6 | 0,82 | 0,70 | -14,6 | Empitjora | Molt bo | Bo |
| | IB-7 | NA | 0,57 | | | NA | Bo |
| | IBFO-8 | NA | NA | | | NA | NA |
| | FO-9 | 0,76 | 0,80 | 5,3 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | FO-10 | - | - | | | - | - |

Taula 5. EQR per als anys 2005 i 2007, percentatge de canvi entre aquests dos anys i estat ecològic de les masses d'aigua de la costa de les Illes Balears segons l'índex MEDOCC
 *NA: no avaluat (estacions d'arenes gruixades). FONT: Ballesteros *et al.*²

CONCLUSIONS

- A les Illes Balears les espècies tolerants són molt abundants, en detriment de les espècies sensibles. Com a condició de referència es va escollir un valor de MEDOCC de 0,5, que es correspon amb una composició del 80 % d'espècies sensibles, el 15 % d'espècies indiferents, i el 5 % d'espècies tolerants.
- Dels 27 sectors de costa avaluats l'any 2005, 14 varen presentar un estat molt bo (51,9 %); 12, un estat bo (44,4 %), i 1, un estat moderat (3,7 %).
- Dels 26 sectors de costa avaluats a les Illes Balears l'any 2007, 3 varen presentar un estat molt bo (11,5 %); 18, un estat bo (69,2 %), i 5, un estat moderat (19,2 %). 10 sectors no es varen poder avaluar per falta d'estacions d'arenes fines.
- L'any 2007, 3 masses d'aigua es varen mantenir en un estat molt bo, 7 varen passar d'un estat molt bo a un de bo, 9 es varen mantenir en un estat bo, 2 varen passar d'un estat molt bo a un de moderat, 2 varen passar d'un estat bo a un de moderat i 1 es va mantenir en estat moderat. Per tant, es veu una disminució de la qualitat de l'aigua entre els anys 2005 i 2007.
- Dels 26 sectors avaluats l'any 2007, 5 varen incomplir la DMA perquè tenien un estat ecològic moderat: la serra de Tramuntana (MA-3B), la badia de Pollença (MA-5), Cabrera (MA-12), la badia de Fornells (ME-2) i el port de Maó (ME-3).
- El port de Maó (ME-3) es va trobar en estat moderat tant l'any 2005 com el 2007 (estacions 68-71). En aquest port hi ha problemes de confinament dels sediments, i s'hi troben altes concentracions de matèria orgànica i metalls. Es tracta d'una massa d'aigua molt modificada.
- La badia de Sóller, tot i tenir un estat ecològic bo, va incloure una estació amb un estat ecològic moderat, que concorda amb la baixa qualitat fisicoquímica trobada als sediments del port de Sóller.
- Tres estacions varen presentar risc d'incompliment de la DMA, ja que malgrat trobar-se en un estat ecològic bo, estaven properes al llindar moderat. Es tracta de cala d'Or (36) a Mallorca, i cala Sant Esteve (73) i cala Galdana (77) a Menorca; totes tres amb un valor d'EQR de 0,48.
- Només es disposa de dades de l'índex MEDOCC per als anys 2005 i 2007. Actualment s'ha licitat un projecte per elaborar un estudi que avaluï aquest índex i l'índex CARLIT durant l'any 2020.

REFERÈNCIES

- ¹ PERSONNIC, S. *et al.* (2014). «An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the Posidonia oceanica Seagrass Meadow». *PLoS ONE*, 9. DOI: 10.1371/journal.pone.0098994.
- ² BALLESTEROS, E. *et al.* (2010). «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ³ VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2008). «Thresholds of hypoxia for marine biodiversity». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 15452-15457.
- ⁴ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ⁵ CARLETTI, A.; HEISKANEN, A.-S. (ed.) (2008) «Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters», 67-75. Luxemburg: Comissió Europea. Oficina de Publicacions de la Unió Europea. Institute for Environment and Sustainability.
- ⁶ BORJA, A.; FRANCO, J.; PÉREZ, V. (2000). «A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments». *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1100-1114. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00061-8.
- ⁷ PEARSON, T. H.; ROSENBERG, R. (1978). «Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment». *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16, 229-311.
- ⁸ ERDOGAN-DERELI, D.; CINAR, M. E. (2019). «The genus *Paradoneis* (Annelida: Paraonidae) from the Sea of Marmara, with descriptions of two new species». *Zootaxa*, 4686, 465-496. DOI: 10.11646/zootaxa.4686.4.2.
- ⁹ SAN MARTIN, G. (1982). «Una nueva especie de Nephtyidae (Poliquetos: Errantes) del Mediterráneo: *Micro-nephtys maryae* n. sp.». *Cahiers de Biologie Marine*, 23, 427-434.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARTINO, S.; BALLESTEROS, E. (2020) «Indicador biològic de macroinvertebrats: índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalea.org/ca/qualitat-aigua/imb-medocc-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Sergio Martino i Enric Ballesteros.

Indicador biològic de macroalgues: CARLIT

La metodologia CARLIT es basa en la cartografia de les comunitats bentòniques litorals que es desenvolupen sobre substrat rocós.¹ Aquesta metodologia permet fer una valoració precisa de l'estat ecològic del litoral mitjançant un estudi no destructiu continuat de la costa que no requereix treball de laboratori, sinó un tractament de les dades amb un sistema d'informació geogràfica (SIG). Així, permet comparar els canvis de les comunitats algals al llarg del temps, i per tant, observar l'evolució de l'estat ecològic de la zona costanera.²

Les comunitats de *Cystoseira* (fucals: *Ochrophyta*; actualment les espècies mediterrànies del gènere han estat reagrupades en tres gèneres diferents: *Cystoseira*, *Carpodesmia* i *Treptacantha*) dominen els fons rocosos infralitorals a les zones amb baix impacte antròpic de la Mediterrània, on estan ben estructurades, i són complexes, altament productives i suporten una alta biodiversitat (figura 1).³ Aquestes comunitats han estat afectades per la degradació ambiental de diverses àrees i estan sotmeses a una disminució en la seva distribució a la Mediterrània. L'eutrofització és la principal causa de la rarefacció de les espècies de *Cystoseira*,⁴ tot i que altres factors també hi podrien tenir un paper important, com la contaminació inorgànica, l'augment de la terbolesa, l'herbivorisme i el canvi climàtic.³ La seva presència en àrees poc contaminades i la seva desaparició de zones contaminades, especialment per eutrofització, les converteixen en uns bons indicadors de la qualitat de l'aigua.^{3, 5}

La metodologia CARLIT s'ha anat desenvolupant a la costa catalana des del període 1999-2000,

segons les directrius de la Directiva marc de l'aigua (DMA). Es basa en l'agrupació de la gran diversitat d'espècies presents al llarg de la costa en poques categories, cadascuna amb un valor de qualitat ambiental assignat. Aquesta agrupació és imprescindible tant en termes pràctics, a l'hora d'elaborar la cartografia, com en termes científics, a l'hora d'interpretar-ne els resultats. La categoria assignada indica l'espècie o espècies més abundants a la costa prospectada, i juntament amb la seva valoració i el tram de costa que ocupa, proporciona un valor de qualitat ecològica. Els valors d'EQR (Ecological Quality Ratio) s'obtenen mitjançant el quocient entre el valor de qualitat ecològica obtingut i el valor a les zones de referència. Els valors de l'EQR s'associen a les masses d'aigua, que són l'entitat de gestió ambiental a la Directiva marc de l'aigua (DMA). D'aquesta manera, es compleixen les directrius de la directiva que requereixen donar un estatus ecològic a les masses d'aigua per tal d'aplicar plans de gestió que evitin el deteriorament de les comunitats litorals i de l'estat ecològic.²

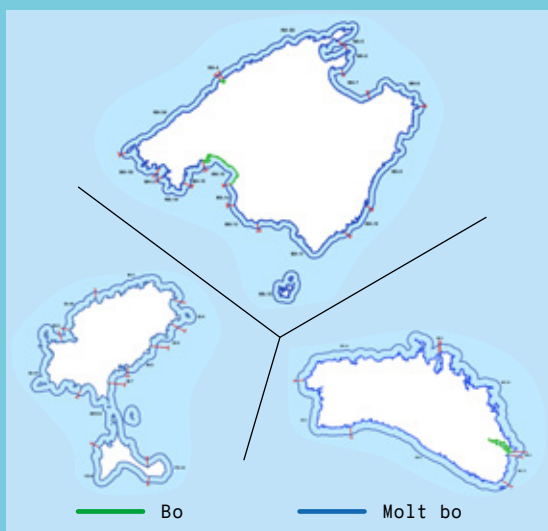
QUÈ ÉS?

La metodologia CARLIT es basa en la cartografia de les comunitats bentòniques litorals que es desenvolupen sobre substrat rocós. És un dels índexs biòtics que s'utilitzen per determinar l'estat de les masses d'aigües costaneres definides per la Directiva marc de l'aigua (DMA).

METODOLOGIA

La metodologia es basa en l'agrupació de la gran diversitat d'espècies presents al llarg de la costa en unes quantes categories amb un valor de qualitat ambiental assignat. La categoria assignada indica l'espècie o espècies més abundants a la costa prospectada, i amb la seva valoració i el tram de costa que ocupa, proporciona un valor de qualitat ecològica. Els valors d'EQR (Ecological Quality Ratio) s'obtenen mitjançant el quocient entre el valor de qualitat ecològica obtingut i el valor a les zones de referència. Els valors d'EQR s'associen a les masses d'aigua, que són l'entitat de gestió ambiental a la Directiva marc de l'aigua (DMA). Permet fer una valoració precisa de l'estat ecològic del litoral mitjançant un estudi no destructiu continuat de la costa i comparar els canvis de les comunitats algals al llarg del temps i l'evolució de l'estat ecològic de la zona costanera.

Els resultats que es presenten aquí es basen en dos estudis elaborats per l'equip del CEAB-CSIC liderat pel doctor Ballesteros dels anys 2006 i 2009: «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010» i «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)».



Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a les Illes Balears l'any 2009 segons la metodologia CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.* (2010).

PER QUÈ?

El principal objectiu de la Directiva marc de l'aigua (DMA 2000/60/CEE) és aconseguir (o mantenir) com a mínim un estat ecològic bo a les masses d'aigua europees. Aquesta directiva introdueix l'ús obligatori de bioindicadors per avaluar l'estat ecològic dels sistemes aquàtics. Les comunitats de macroalgues de substrats rocósos infralitorals són uns bons indicadors de la qualitat de l'aigua. En concret, les comunitats de *Cystoseira* són bones indicadores de l'eutrofització marina, ja que són molt sensibles a aquesta pressió.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Segons l'aplicació de la metodologia CARLIT, el 91,7 % de la costa balear es troba en un estat ecològic molt bo (33 sectors d'un total de 36), i el 8,3 % (3 sectors), en un estat ecològic bo.
- Les tres masses d'aigua en estat ecològic bo són: la badia de Sóller (MA-4), la badia de Palma (MA-15) i el port de Maó (ME-3). A la badia de Palma i el port de Maó, la substitució de *Cystoseira amentacea* per *Corallina-Halimnion* pareix relacionada amb pressions antròpiques.
- A la badia de Sóller (MA-4) s'ha detectat un descens de l'estat ecològic, que ha passat de molt bo el 2006 (amb un EQR de 0,86) a bo el 2009 (EQR de 0,71), amb una disminució de l'EQR del 17,4 %.
- Al port de Maó hi ha una massa d'aigua molt modificada (ME-3) — amb el 78 % molt modificat (interior del port i altres estructures artificials), i no va ser avaluat. Per tant, la valoració d'estat bo obtinguda no és representativa de tota la massa d'aigua. A la cala Sant Esteve, la comunitat estava dominada per *Cystoseira amentacea*, cosa que n'indica un estat molt bo. El límit sud d'aquesta massa d'aigua (amb la massa ME-1C) es podria redefinir per millorar les necessitats de gestió.
- Cap dels sectors de costa estudiats a Mallorca presenta un percentatge alt d'ocupació per *Cystoseira amentacea* molt abundant. A la resta d'illes, aquesta categoria presenta valors més alts, però tampoc no predomina a cap dels sectors de costa.

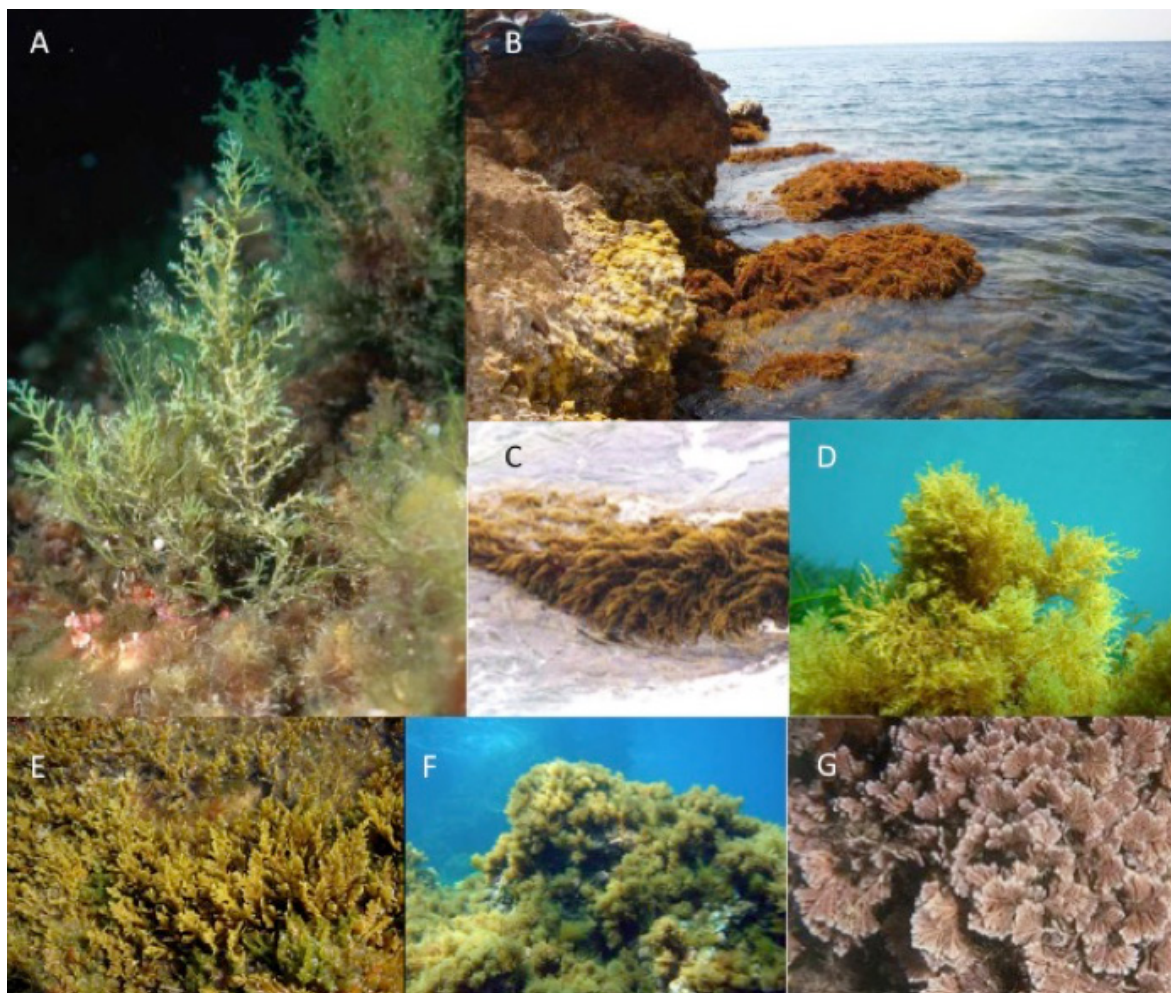


Figura 1. Comunitats de macroalgues dominants en substrats rocosos infralitorals de la Mediterrània. A: *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa*. B: comunitat de *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* davant el far des Botafoc, Eivissa. C: comunitat típica d'ambients batuts i nets del litoral dominada per *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* al sud de Menorca (cap d'en FONT). D: exemplar de *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa* a un parell de metres de fondària (Portinatx, Eivissa). E: *Cystoseira compressa*. F: comunitat algal fotòfila dominada per *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa* i *dictyotals* (Portinatx, Eivissa). G: *Corallina elongata*. FONTS: A, E i G: Ballesteros *et al.*⁶; B, C, D i F: Ballesteros *et al.*²

NORMATIVA

- Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE)
- Reial decret 907/2007, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la planificació hidrològica.
- Decret llei 1/2015, de 10 d'abril, pel qual s'aprova la Instrucció de planificació hidrològica per a la demarcació hidrogràfica intracomunitària de les Illes Balears.
- Reial decret 817/2015, d'11 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris de seguiment i avaluació de l'estat de les aigües superficials i les normes de qualitat ambiental.

METODOLOGIA

Aquí presentam els resultats de dos estudis dirigits pel doctor Enric Ballesteros, duits a terme els anys 2006 i 2009 a la costa de les Balears, en què s'avalua l'estat biològic de les masses d'aigua de les Illes mitjançant l'aplicació de l'índex CARLIT.^{2,6}

Prospecció visual

Es va fer una prospecció de la costa amb una embarcació pneumàtica durant les primaveres dels anys 2006 i 2009 (d'abril a juny), coincidint amb un desenvolupament òptim de les comunitats de fucals per permetre'n una valoració ràpida i adequada.²

El mostratge van consistir en l'observació visual de les principals espècies que constitueixen les comunitats presents sobre substrat rocós, i van quedar sense valorar les zones d'arena i l'interior dels ports. Es van tenir en compte els ambients tancats que podrien ser considerats ports naturals: el port de Maó i la badia de Fornells.

Es va estimar la unitat mínima de tram de costa per valorar en un mínim de cinquanta metres de longitud de costa recorreguda en barca pneumàtica a uns tres metres de la vorera.

La prospecció visual va consistir a diferenciar una sèrie de categories, l'extensió de les quals es va marcar directament sobre una fotografia aèria de l'*Aeroguia del litoral* (Editorial Planeta, S. A., amb fotografies en color a escala 1:10.000 o 1:20.000)

un cop recorregut cada lloc. Cada categoria es respon al tipus i a l'abundància de les comunitats de la zona infralitoral superior:^{2, 6}

- *Cystoseira* 5 (Cs5). L'horitzó de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* és continu, dens i molt ben constituït.
- *Cystoseira* 4 (Cs4). L'horitzó de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* és continu només als indrets més favorables al desenvolupament d'aquesta comunitat (substrat horitzontal).
- *Cystoseira* 3 (Cs3). L'horitzó de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* és discontinu; només està ben constituït en aquells llocs més favorables per a l'espècie, i hi pot haver trams més o menys llargs de costa on la *Cystoseira* sigui absent o només n'hi hagi individus separats.
- *Cystoseira* 2 (Cs2). Les poblacions de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* són poc denses i només es troben de forma esparsa als llocs més favorables.
- *Cystoseira* 1 (Cs1). S'observen individus aïllats de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* i en cap cas es pot parlar d'horitzó. Amb aquesta categoria es vol constatar només la presència d'aquesta espècie.
- En indrets molt calcats on *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* no es desenvolupa s'han considerat altres espècies de *Cystoseira* (sobretot *Cystoseira compressa* i, excepcionalment, *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *crinita*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *barbata*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *algeriensis*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *ballesterosii* var. *tenuior* i *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *brachycarpa*).
- *Corallina-Halimnion*. Tot i que *Corallina elongata* i *Halimnion virgatum* són presents gairebé arreu, aquesta categoria està definida per l'abundància d'aquestes espècies sempre que no hi hagi individus de *Cystoseira*. De fet, les categories 1 i 2 de *Cystoseira* (i part de la categoria 3) són, a la pràctica, horitzons de *Corallina elongata* o *Halimnion virgatum* amb *Cystoseira amentacea*. A la costa balear, sovint es troba *Corallina elongata* en substrats desplomats o verticals, i hi sol haver *Halimnion virgatum* en indrets més assolellats.
- Algues fotòfiles. Es troben generalment algues brunes de tal·lus erecte, com *Dictyota fasciola*, *Dictyota ligulata* o *Dictyota dichotoma*, que substitueixen les algues del gènere *Cystoseira* en substrats ben il·luminats i amb menys hidrodinamisme.
- *Mytilus*. Aquesta categoria està definida pel musclo com l'espècie més abundant, en absència de *Cystoseira*.

→ Ulvàcies. Categoria caracteritzada per l'absència de *Cystoseira* spp. i l'abundància d'ulvàcies (*Ulva*) i altres clorofícies (*Cladophora* i *Chaetomorpha*).

→ *Lithophyllum*. Les espècies més abundants són les coral·linàcies incrustants de tal·lus llis. Principalment es tracta de *Neogoniolithon brassica-florida*, així com bases de *Corallina elongata* i d'altres coral·linàcies.

→ *Tenassa*. L'existència d'una tenassa de l'alga *Lithophyllum byssoides* a la zona mediolitoral inferior dificulta o impossibilita el desenvolupament d'un horitzó de *Cystoseira* spp. o d'altres algues fotòfiles en el nivell litoral estret. Habitualment s'hi estableix un poblament d'algues esciòfiles dominat per *Corallina elongata*, però que cal diferenciar de l'horitzó fotòfil de *Corallina*.

→ *Dendropoma*. Aquesta estructura biogènica resulta de l'associació de dues espècies, el vermètid gasteròpode *Dendropoma petraeum* amb l'alga coral·linàcia *Neogoniolithon brassica-florida*. Malgrat que té una forma variable, habitualment es tracta d'una plataforma horitzontal a prop del nivell de la mar, a pocs centímetres de la superfície. En alguns llocs se'n poden trobar d'acompanyades de *Cystoseira* spp. o *Palisada tenerima*.

→ *Cianofícies*. Categoria pròpia de llocs altament contaminats on el poblament dominant està constituït per cianofícies acompanyades d'altres algues molt resistents a la contaminació (derbesials, ulvàcies).

A part d'aquestes categories, se'n varen afegir altres de poc habituals, definides *a posteriori*. En alguns casos es va indicar també l'abundància d'una espècie determinada dins cada categoria (per exemple: *Cystoseira* 3 amb *C. compressa*).

També es varen prendre notes sobre els paràmetres geomorfològics que influeixen en la composició de les comunitats durant la prospecció visual:

- La naturalesa del substrat: natural (N) o artificial (A).
- El tipus de costa: costa baixa (CB) o costa alta (CA).
- El tipus de blocs: blocs decimètrics de mida petita (BD) o blocs mètrics de mida gran (BM).
- El grau d'inclinació de la paret: horitzontal (H), subvertical (SV), vertical (V), o desplom (D).

Tractament de dades

La informació obtinguda durant la prospecció visual es va traslladar a un sistema d'informació geogràfic (SIG), al programa ArcGIS versió 9.2. Es varen utilitzar com a suport de dades les ortofotografies en

color del litoral balear realitzades a partir de l'any 2002 i la línia de costa elaborada l'any 1995, corregides en fer el SIG a escala 1:5.000. Es va modificar la línia de costa per adequar-la a l'actual, que és alterada per la contínua proliferació d'obres noves (construcció de ports nous, espigons, etc.).

Del conjunt de dades del SIG es poden extreure dos tipus d'informació: en primer lloc, la distribució i l'estat de les comunitats que es poden trobar a la zona infralitoral superior de la costa balear, i en segon lloc, un índex de qualitat ambiental, l'EQR, associat a cada tram de costa a partir del quocient entre el valor de qualitat ecològica obtingut al litoral balear i el valor de referència.

L'agrupació dels trams de costa amb la mateixa comunitat en funció de diferents criteris (territorials, geomorfològics, etc.) i la posterior representació en forma de gràfics permet veure clarament l'ocupació territorial de les diferents comunitats i la seva evolució en comparar anys successius. Això ha d'ajudar a detectar la presència no desitjada de determinades comunitats indicadores de perturbacions i a obtenir una visió global del paisatge costaner de les Illes Balears.

La DMA estableix que l'índex EQR s'ha de calcular comparant els valors de l'indret estudiat (les diferents masses d'aigua de la costa balear) amb les condicions biològiques de les zones de referència. Aquest índex relaciona l'estat ecològic real de la zona estudiada, obtingut durant el monitoratge, amb l'estat ecològic potencial, marcat per les condicions de referència. Com a condicions de referència s'han escollit zones en un estat ecològic excel·lent, a partir d'un mostreig fet l'any 2001. Són la façana marítima del Parc Natural Regional de Còrsega, la Reserva dels Freus de Formentera i Eivissa i la Reserva del Nord de Menorca.

L'obtenció d'un índex de qualitat, l'EQR (Ecological Quality Ratio), és un procés relativament complex i requereix una sèrie de càlculs. Primer s'ha d'assignar la qualitat ecològica de les comunitats establides en una zona de costa (EQ). Aquests EQ tenen en compte les longituds de costa ocupada per cada comunitat (l_i) i la valoració de la seva qualitat ambiental per a tot el tram de costa recorregut. Els valors de qualitat ambiental assignats a cada comunitat (taula 1) varen ser establits prèviament pel grup de recerca del CEAB-CSIC que va desenvolupar la metodologia CARLIT. Aquestes valoracions no són valors fixos, i es podrien modificar més endavant. L'EQ es calcula així:

$$EQ_{SSI} = \frac{\sum (l_i * SL_i)}{\sum l_i}$$

En què EQ_{SSI} és la qualitat ecològica d'un determinat tram de costa; l_i , la longitud de la línia de costa ocupada pel tipus de comunitat i , i SL_i , la valoració de la qualitat ambiental de la comunitat i .

Per calcular l'índex EQR, es compara el valor EQ_{SSI} que s'obté en l'estudi de la costa balear amb l' EQ_{SSI} obtingut en l'estudi de les zones de referència:

$$EQR = \frac{EQ \text{ per a la zona estudiada } (EQ_{SSI})}{EQ \text{ per a les zones de referència } (EQ_{RSI})}$$

| COMUNITATS | SL _i | COMUNITATS | SL _i |
|------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Cs (calmat) | 20 | Cs1 + U | 10 |
| Fanerògames | 20 | Co | 8 |
| Cs5 | 20 | Co + Cer | 8 |
| T | 20 | Co + Cy | 8 |
| Af + Cs (calmat) | 20 | Co + Gel + L | 8 |
| Cs4 | 19 | Co + Gel + M | 8 |
| Cs4 + M | 19 | Co + L | 8 |
| Cs4 + T | 19 | Co + L + U | 8 |
| Cs4 + U | 19 | Gel | 8 |
| Cs3 | 15 | Co + M | 7 |
| Cs3 + M | 15 | Co + M + Cy | 7 |
| Cs3 + M + T | 15 | Co + M + T | 7 |
| Cs3 + T | 15 | Co + U | 7 |
| Cs3 + U | 15 | Gel + M | 7 |
| Cs2 | 12 | Cer | 6 |
| Cs2 + L | 12 | L | 6 |
| Cs2 + T | 12 | L + M | 6 |
| Cs2 + T + U | 12 | M | 6 |
| Cs2 + U | 12 | Gel + M + U | 5 |
| Co + T | 12 | Gel + U | 5 |
| Af | 12 | L + U | 5 |
| H | 12 | M + U | 5 |
| Cs1-2 | 11 | Co + U + Cy | 3 |
| Cs1-2 + T | 11 | U | 3 |
| Cs1 | 10 | U + Cer | 3 |
| Cs1 + L | 10 | U + Cy | 3 |

Taula 1. Valoració de les comunitats i combinacions d'aquestes a les costes espanyoles i a les zones de referència

*Cs1: *Cystoseira* 1; Cs2: *Cystoseira* 2; Cs3: *Cystoseira* 3; Cs4: *Cystoseira* 4; Cs5: *Cystoseira* 5; Cs1-2: *Cystoseira* 1-2; Cs2-3: *Cystoseira* 2-3; Cs3-4: *Cystoseira* 3-4; Cs4-5: *Cystoseira* 4-5; T: tenassa; Co: *Corallina*; L: *Lithophyllum*; M: *Mytilus*; U: ulvàcies; Cer: ceramiàcies; Gel: *Gelidium*; Af: algues fotòfiles; Hv: *Halimnion* *virgatum*.

S'ha de tenir en compte la importància dels paràmetres geomorfològics a l'hora de determinar la composició de les comunitats. Es varen seleccionar dos paràmetres que, d'acord amb els treballs del grup de recerca del CEAB-CSIC, són els que influeixen més sobre les comunitats en ambients poc afectats o gens per perturbacions humanes: (1) la naturalesa del substrat (natural o artificial); i (2) el tipus de costa (costa alta, costa baixa o blocs mètrics).

Es varen establir unes condicions de referència per a cada combinació d'aquests dos paràmetres geomorfològics (taula 2). D'aquesta manera, l'EQR es va calcular comparant els trams de costa amb la mateixa combinació de paràmetres amb la corresponent condició de referència per assegurar que les diferències detectades en l'estat de les comunitats dels trams de costa avaluats eren degudes a canvis en la qualitat ambiental, i no a aquests altres factors.

| Comunitat | Mallorca (%) | Menorca (%) | Pitiüses (%) |
|--------------------------------------|--------------|-------------|--------------|
| <i>Cystoseira</i> molt abundant | 36,62 | 46,39 | 55,67 |
| <i>Cystoseira</i> abundant | 35,21 | 27,12 | 27,20 |
| <i>Cystoseira</i> poc abundant | 13,50 | 8,48 | 10,13 |
| <i>Cystoseira compressa</i> | 0,67 | 0,16 | 0,23 |
| <i>Cystoseira</i> de zones calma des | 0,76 | 6,09 | 0,54 |
| <i>Corallina-Haliptilon</i> | 11,87 | 11,09 | 5,04 |
| Altres | 1,37 | 0,67 | 1,19 |

Taula 4. Percentatge de recobriment de les comunitats per illa.

| TIPUS DE COSTA | NATURALES DEL SUBSTRAT | EQ _{PSI} |
|----------------|------------------------|-------------------|
| BM | A | 12 |
| CB | A | 12 |
| CA | A | 8 |
| BM | N | 12 |
| CB | N | 17 |
| CA | N | 15 |

Taula 2. Qualitat ecològica de les zones de referència per als diferents paisatges possibles.

Els valors d'EQR oscil·len entre 0 i 1, i indiquen un bon estat ecològic quan són propers a 1, mentre que indiquen un mal estat ecològic quan s'acosten a 0. Dividint aquest rang entre cinc, s'han definit els valors de l'índex EQR que limiten els cinc estats ecològics proposats per la DMA (taula 3).

| EQR | ALTERACIÓ | ESTAT ECOLÒGIC |
|-------------|--------------------------|----------------|
| > 0,75-1,00 | Inexistent o molt petita | Molt bo |
| > 0,60-0,75 | Lleugera | Bo |
| > 0,40-0,60 | Moderada | Moderat |
| > 0,25-0,40 | Gran | Deficient |
| 0,0-0,25 | Molt gran | Dolent |

Taula 3. Categories de l'estat ecològic en funció de l'EQR.

RESULTATS

No hi ha grans diferències en les comunitats algals entre les diferents illes, on, en conjunt, les comunitats de *Cystoseira* ocupen més del 85 % del recobriment total. La distribució d'aquest percentatge de recobriment entre les diferents categories de *Cystoseira* sí que varia entre illes. Les illes Pitiüses (Eivissa i Formentera) tenen una proporció més gran de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, amb més del 90 % d'ocupació, que és molt abundant en un 56 % de la seva costa. A Menorca, és destacable que el 6 % de la costa està ocupada per espècies de *Cystoseira* de zones calma des (*Cystoseira* (*Treptacantha*) *barbata*, *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *brachycarpa*, etc.), fet que, juntament amb el 82 % ocupat per *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, n'indica el bon estat de conservació. En canvi, Mallorca presenta un percentatge inferior d'ocupació d'espècies del gènere *Cystoseira*, i les seves abundàncies són les més baixes trobades. La comunitat de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* amb alts recobriments només es troba en un 37 % de la costa. L'ocupació per Corallina-Haliptilon és molt similar a Mallorca i Menorca, amb un 11 % de recobriment a les dues illes, i és més baixa a les Pitiüses (5 %) (taula 4).

| Illa | MA | Delimitació | EQR 2006 | EQR 2009 | Percentatge de canvi 2009-2006 | Tipus de canvi | Estat ecològic 2006 | Estat ecològic 2009 |
|----------|-------|--------------------------------|----------|----------|--------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| MALLORCA | MA-1A | Cala Falcó - na Foradada | 1 | 0,98 | -2,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-1B | Punta Castellot - punta Negra | 1 | 0,99 | -1,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-2 | Badia de Santa Ponça | 0,82 | 0,76 | -7,3 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-3A | Punta Negra - cap Gros | 1 | 1 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | MA-3B | Ses Puntes - illa de Formentor | 0,99 | 0,96 | -3,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-4 | Badia de Sóller | 0,86 | 0,71 | -17,4 | Empitjora | Molt bo | Bo |

| Illa | MA | Delimitació | EQR 2006 | EQR 2009 | Percentatge de canvi 2009-2006 | Tipus de canvi | Estat ecològic 2006 | Estat ecològic 2009 |
|----------|-------|---|----------|----------|--------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| MALLORCA | MA-5 | Badia de Pollença | 0,97 | 0,94 | -3,1 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-6 | Cap des Pinar - illa d'Alcanada | 0,99 | 1 | 1,0 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-7 | Illa d'Alcanada - Colònia de Sant Pere | 0,92 | 0,88 | -4,3 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-8 | Colònia de Sant Pere - punta de Capdepera | 1 | 0,95 | -5,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-9 | Punta de Capdepera - Portocolom | 0,91 | 0,87 | -4,4 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-10 | Punta des Joncs - cala Figuera | 0,87 | 0,81 | -6,9 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-11 | Cala Figuera - cala Beltran | 0,91 | 0,98 | 7,7 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-12 | Cabrera | 1 | 0,92 | -8,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-13 | Cala Beltran - cap de Regana | 1 | 0,99 | -1,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | MA-14 | Cap de Regana - cap Enderrocat | 1 | 1 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | MA-15 | Cap Enderrocat - cala Major | 0,69 | 0,75 | 8,7 | Millora | Bo | Bo |
| | MA-16 | Cala Major - cala Falcó | 0,96 | 0,91 | -5,2 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| MENORCA | ME-1A | Cap de Bajolí - cap de Fornells | 0,97 | 0,97 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | ME-1B | Es Morters - punta des Clot | 1 | 0,99 | -1,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | ME-1C | Cala Sant Esteve - punta Prima | 0,99 | 1 | 1,0 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | ME-2 | Badia de Fornells | 1 | 1 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | ME-3 | Port de Maó | 0,70 | 0,72 | 2,9 | Millora | Bo | Bo |
| | ME-4 | Punta Prima - punta na Pruna | 0,93 | 0,95 | 2,2 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | ME-5 | Punta na Pruna - cap de Bajolí | 0,91 | 0,86 | -5,5 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| EIVISSA | IB-1A | Punta des Jondal - punta de sa Pedrera | 0,96 | 0,98 | 2,1 | Millora | Molt bo | Molt bo |

| Illa | MA | Delimitació | EQR 2006 | EQR 2009 | Percentatge de canvi 2009-2006 | Tipus de canvi | Estat ecològic 2006 | Estat ecològic 2009 |
|----------------------|--------|--|----------|----------|--------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| EIVISSA I FORMENTERA | IB-1B | Cap Negret - cap des Mossons | 0,93 | 0,85 | -8,6 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | IB-2 | Badia de Sant Antoni | 1 | 0,98 | -2,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | IB-3 | Cap des Mossons - punta Grossa | 0,99 | 0,96 | -3,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | IB-4 | Punta Grossa - cala Llenya | 0,98 | 1 | 2,0 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | IB-5 | Cala Llenya - punta Blanca | 1 | 1 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | IB-6 | Punta Blanca - punta des Andreus | 1 | 1 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | IB-7 | Punta des Andreus - punta de la Mata | 0,93 | 0,95 | 2,2 | Millora | Molt bo | Molt bo |
| | IBFO-8 | Freus d'Eivissa i Formentera | 1 | 1 | 0,0 | Sense canvis | Molt bo | Molt bo |
| | FO-9 | Punta de la Gavina - punta de ses Pesqueres | 1 | 0,99 | -1,0 | Empitjora | Molt bo | Molt bo |
| | FO-10 | Punta de ses Pesqueres - punta de ses Pedreres | 0,98 | 1 | 2,0 | Millora | Molt bo | Molt bo |

Taula 5. Valors d'EQR per a cada sector de costa o massa d'aigua (MA) de les Balears, obtinguts mitjançant la metodologia CARLIT, que corresponen als llindars entre les cinc categories d'estat ecològic proposades per la DMA.

*S'indica el percentatge de canvi entre el mostratge de l'any 2006 i el de l'any 2009, la tipologia del canvi (empitjora, sense canvis o millora) i l'estat ecològic resultant de l'aplicació d'aquest índex.

No hi ha canvis significatius entre els dos anys de mostratge (2006 i 2009) (taula 5). Dels 36 sectors de costa avaluats, cap es troba en risc d'incompliment, 33 presenten un estat ecològic molt bo i 3, un estat ecològic bo (taula 5).

Només una massa d'aigua, la badia de Sóller (MA-4), ha canviat de categoria i ha passat de molt bo el 2006 (amb un EQR de 0,86) a bo el 2009 (amb un EQR de 0,71), amb una disminució de l'EQR del 17,4 %. Aquesta diferència no es pot explicar per un augment de la longitud de costa mostrejada, ja que el 2006 es va prospectar un 91 % de la massa d'aigua. El canvi de les comunitats presents podria estar relacionat amb les obres d'ampliació del port durant l'any 2006, o amb causes naturals. S'hauria de fer, per tant, un seguiment més exhaustiu d'aquesta massa d'aigua per saber quin és l'origen de la pertorbació (taula 5, figura 2).

Les altres dues masses d'aigua que han presentat una valoració d'estat bo, la badia de Palma (MA-15) i el port de Maó (ME-3), ja presentaven aquesta valoració el 2006. Es corresponen a les masses d'aigua més antropitzades, on s'ubiquen les capitals de les illes de Mallorca i Menorca (taula 5, figures 2-3).

L'illa de Mallorca és la que presenta més sectors de costa en estat ecològic bo, amb dues masses d'aigua, la de la badia de Sóller (MA-4) i la de la badia de Palma (MA-15) amb aquesta categoria. A més, la massa d'aigua de la badia de Santa Ponça (MA-2) presenta un valor d'EQR de 0,76, proper al 0,75, que és el límit entre les categories de bo i molt bo, i ha empitjorat un 7,3 % entre els anys 2006 i 2009 (taula 5, figura 2).

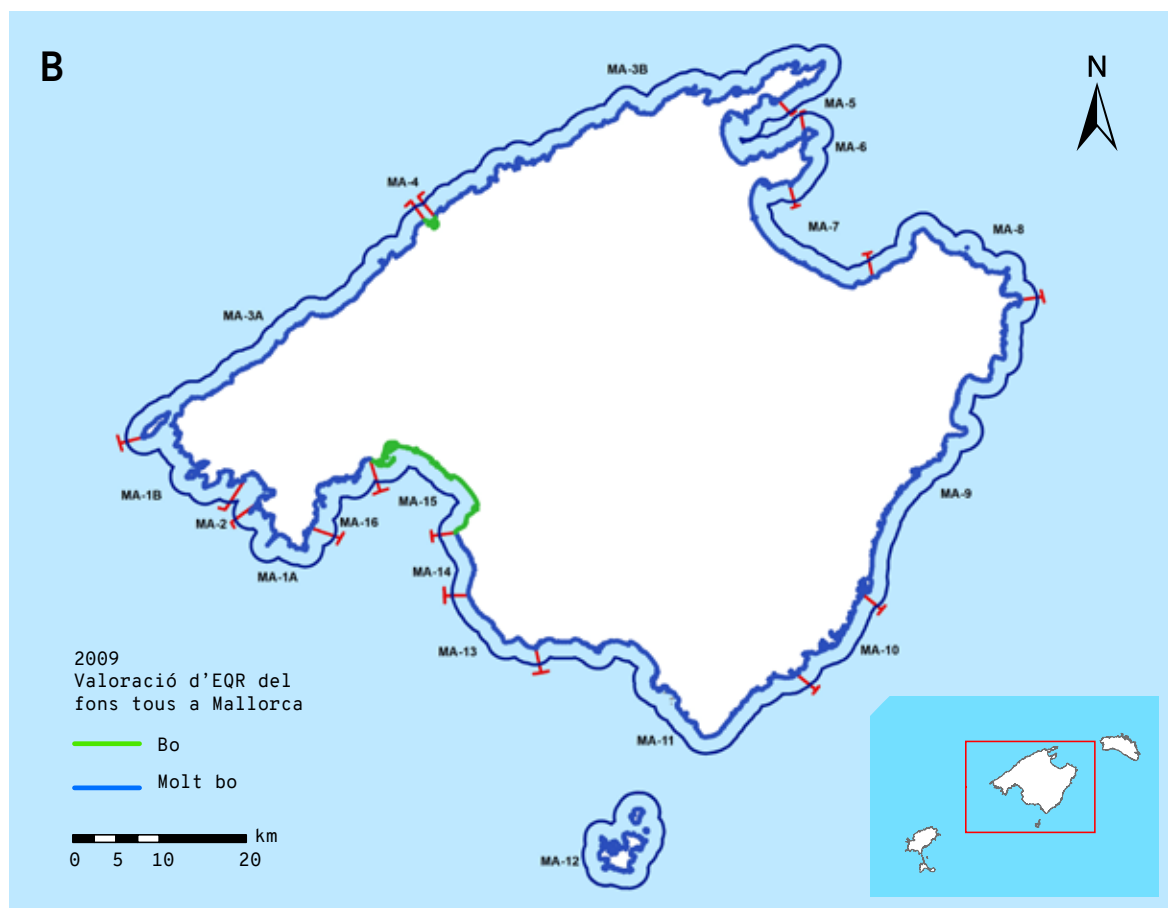
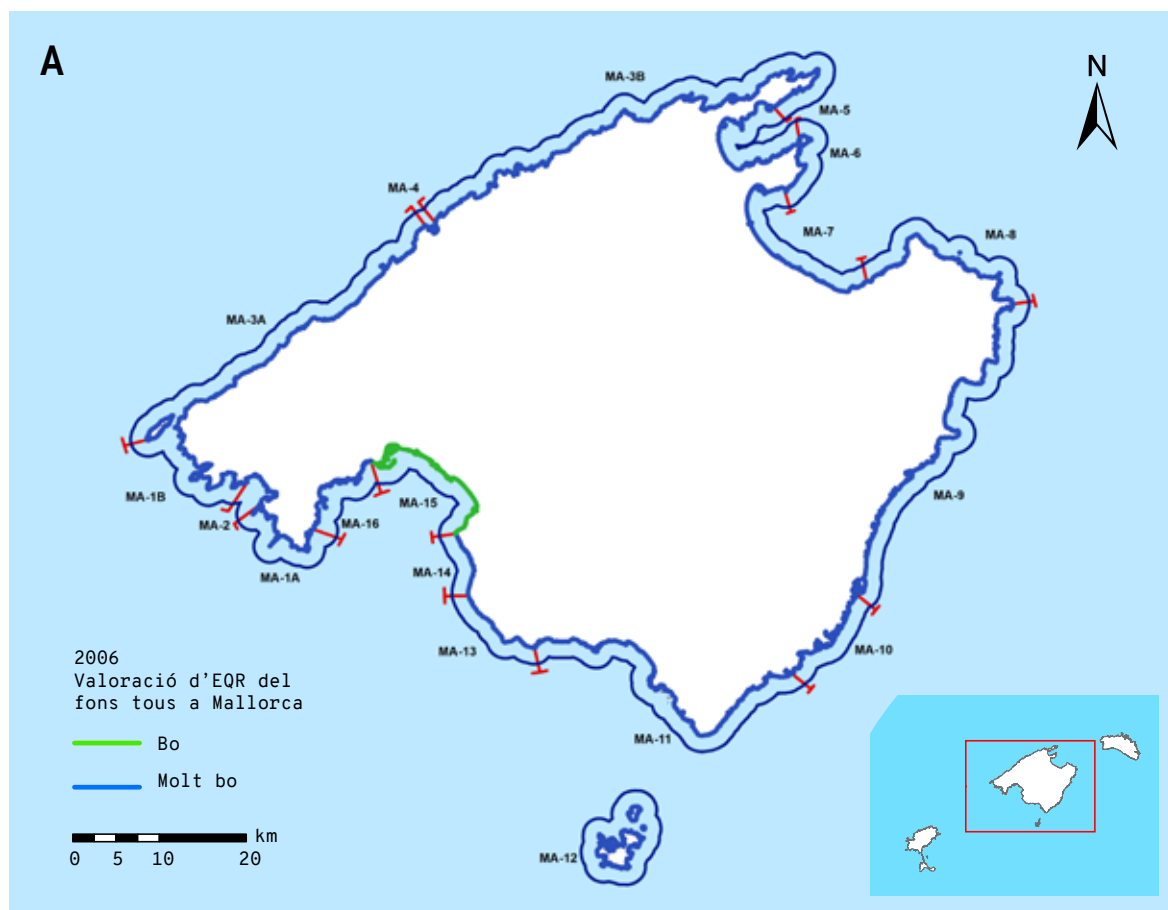


Figura 2. Valors d'EQR per a cada sector de costa a les illes de Mallorca i Cabrera l'any 2006 (A) i 2009 (B) segons l'índex CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.*²

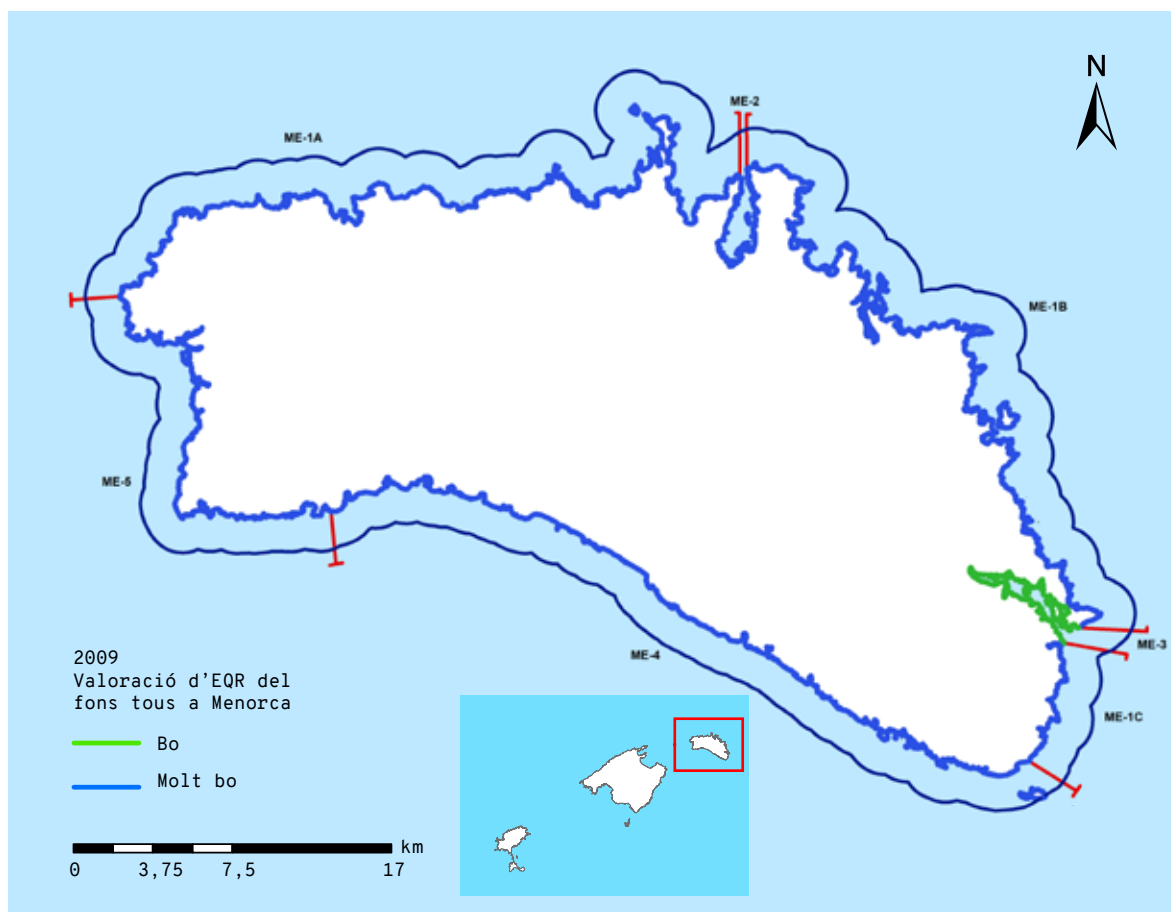


Figura 3. Valors d'EQR per a cada sector de costa a l'illa de Menorca l'any 2009 segons l'índex CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.*²

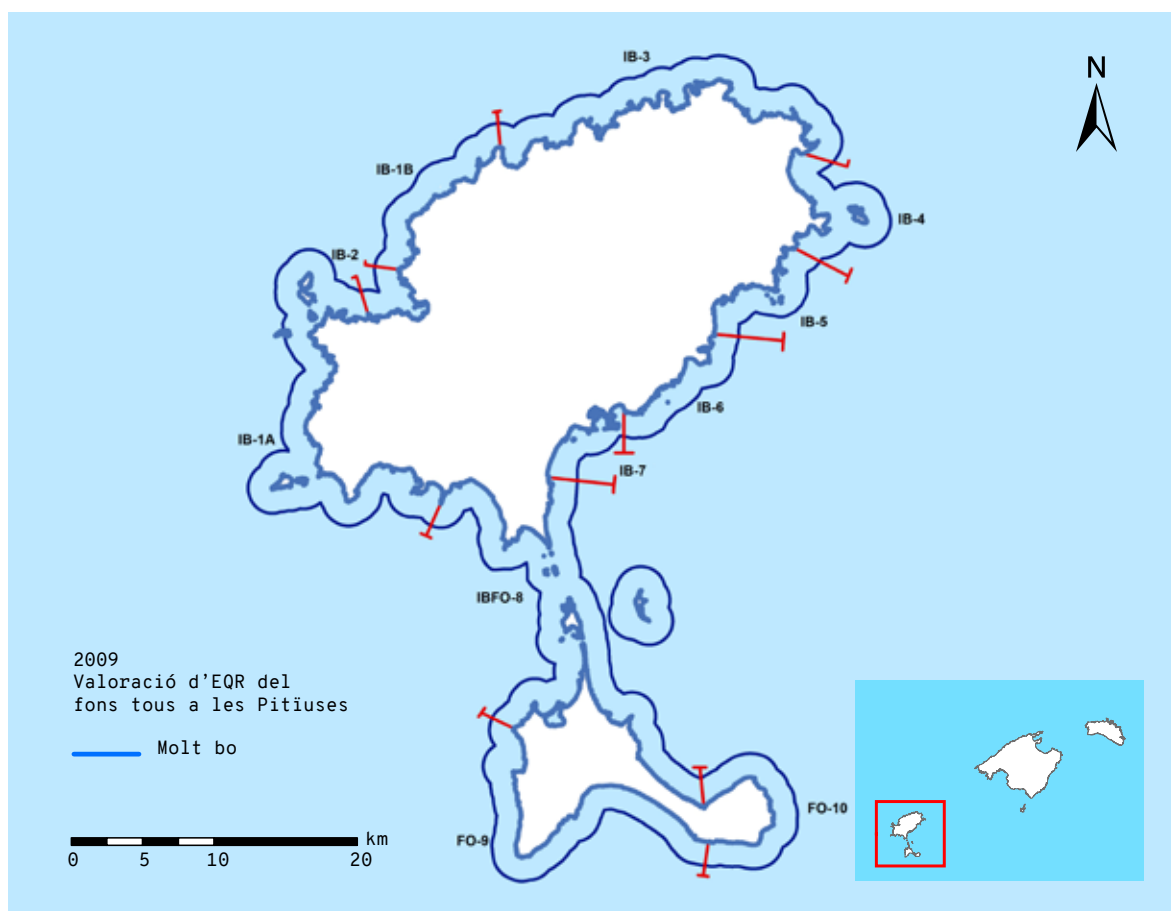


Figura 4. Valors d'EQR per a cada sector de costa a les illes d'Eivissa i Formentera l'any 2009 segons l'índex CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.*²

Dels cinc sectors de la costa de Menorca, només el del port de Maó (ME-3) presenta un estat ecològic bo. Es tracta d'una massa d'aigua molt modificada per a la qual no es requereix l'avaluació de l'estat ecològic, sinó el d'un potencial ecològic (que encara no s'ha definit) (taula 1, figura 3).

Els onze sectors d'Eivissa i Formentera presenten un estat ecològic molt bo (taula 5, figura 4).

CONCLUSIONS

- Es va avaluar gairebé d'una manera contínua tota la costa balear (un 93 %) amb la metodologia CARLIT. En un 7 % de la costa no es va poder aplicar aquesta metodologia perquè eren costes d'arena, interiors de ports i zones inaccessibles com ara zones militars. Les masses d'aigua on hi va haver un percentatge de costa no avaluada més alt són: Pollença (MA-5), Alcúdia (MA-7), Palma (MA-15), Eivissa (IB-7) i Maó (ME-3). Una part important de la costa balear està constituïda per substrats desplomats, on no es pot desenvolupar la comunitat de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* (Cs4 i Cs5).
- Dels 36 sectors de costa definits a la costa balear, 33 es troben en un estat ecològic molt bo, i 3 en un estat ecològic bo. Aquests tres en estat bo són la badia de Sóller (MA-4), la badia de Palma (MA-15) i el port de Maó (ME-3). En el cas de la badia de Palma i el port de Maó, la substitució de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* per *Coralina-Halimnion* en certes zones sembla relacionada amb l'efecte de les pressions antròpiques.
- A la badia de Sóller (MA-4) s'ha detectat un descens de l'estat ecològic, que ha passat de molt bo l'any 2006 a bo l'any 2009. Aquest fet podria haver estat causat en part per les obres d'ampliació del port durant el 2006. No obstant això, la limitació en el desenvolupament de la comunitat de *Cystoseira* pot ser en part natural, ja que la presència de penya-segats mitjans, amb un escàs substrat horitzontal, impedeix el creixement d'un horitzó continu de *Cystoseira*. Es recomana fer un seguiment més exhaustiu d'aquesta massa d'aigua en els pròxims anys per detectar un possible empitjorament del seu estat ecològic.
- Tenint en compte que, algunes vegades, les pressions antròpiques es distribueixen de manera heterogènia dins una mateixa massa d'aigua, es poden trobar comunitats de diferent categoria de qualitat ecològica segons els trams prospectats. Si aquestes masses no es prospecten senceres, podria ser que els trams escollits no fossin representatius de tota la massa d'aigua. Això passa a les masses MA-5, MA-7 i MA-16.
- En el cas de la massa d'aigua molt modificada del port de Maó (ME-3), el 78 % està fortament modificat (interior del port i altres estructures artificials) i no ha estat avaluat. Per tant, la valoració en estat bo obtinguda no és representativa de tota la massa d'aigua. D'altra banda, a la cala Sant Esteve la comunitat està dominada per *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, cosa que n'indica un estat molt bo. El límit sud d'aquesta massa d'aigua (amb la massa ME-1C) es podria redefinir per atendre'n millor les necessitats de gestió.
- Cap dels sectors de costa estudiats a Mallorca presenta un percentatge alt d'ocupació per *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* molt abundant (Cs5). A la resta d'illes, aquesta categoria presenta valors més alts, però tampoc predomina a cap dels sectors de costa.
- Només es disposa de dades de CARLIT per als anys 2006 i 2009. Actualment s'ha licitat un projecte per elaborar un estudi que avaluï l'EQR seguint la metodologia CARLIT i l'índex MEDOCC durant l'any 2020.

REFERÈNCIES

- ¹ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 172-180. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.038.
- ² BALLESTEROS, E. *et al.* (2010). «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ³ SALES, M.; BALLESTEROS, E. (2009). «Shallow Cystoseira (Fucales: Ochrophyta) assemblages thriving in sheltered areas from Menorca (NW Mediterranean): Relationships with environmental factors and anthropogenic pressures». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84, 476-482. DOI: 10.1016/j.ecss.2009.07.013.
- ⁴ ARÉVALO, R.; BALLESTEROS, E.; PINEDO, S. (2007). «Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 104-113. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.023.
- ⁵ ARÉVALO, R.; BALLESTEROS, E.; PINEDO, S. (2015). «Seasonal dynamics of upper sublittoral assemblages on Mediterranean rocky shores along a eutrophication gradient». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 161, 93-101. DOI:10.1016/j.ecss.2015.05.004.
- ⁶ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARTINO, S.; BALLESTEROS, E. (2020) «Indicador biològic de macroalgues: CARLIT». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalea.org/ca/qualitat-aigua/imb-carlit-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Benjamí Reviriego, Mar Santandreu i Sergio Martino.

Índex Multivariant *Posidonia oceanica* (POMI)

La Directiva marc de l'aigua (DMA 2000/60/CEE) estableix les bases per a la vigilància, protecció i millora de l'estat ecològic dels sistemes aquàtics dins dels països membres de la Unió Europea. El principal objectiu de la DMA és assolir (o mantenir) almenys un estat ecològic bo de les masses d'aigua europees per a l'any 2015.

Aquesta directiva introdueix l'ús obligatori de bio-indicadors per avaluar l'estat ecològic dels sistemes aquàtics.

Per a les aigües costaneres marines, els organismes que s'han fet servir com a bioindicadors (Biological Quality Elements, BQE) són: fitoplàncton, macroalgues, macroinvertebrats i angiospermes.

En el cas de les fanerògames marines (angiospermes), s'ha triat l'ús de l'espècie *Posidonia oceanica* i l'Índex Multivariant POMI.

La planta marina *Posidonia oceanica* té certes característiques que la fan adequada per mesurar correctament l'estat ecològic de les aigües costaneres. D'una banda, té una alta sensibilitat a les pertorbacions ambientals —per exemple, a la disminució de la transparència de l'aigua, l'eutrofització, la contaminació o l'erosió. D'una altra, és una espècie àmpliament distribuïda al llarg de la costa mediterrània i a les Illes Balears n'és la planta marina dominant. Finalment, el gran coneixement de la seva biologia, l'ecologia de l'espècie i les seves respostes específiques associades a impactes antropogènics la converteixen en bona candidata per ser emprada eficientment com a element biològic de qualitat a la mar Mediterrània.

NORMATIVA

→ Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, que estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües (Directiva marc de l'aigua).

→ Directiva 2008/56/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de juny de 2008, per la qual s'estableix un marc d'acció comunitària per a la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina).

→ Llei 62/2003, de 30 de desembre, de mesures fiscals, administratives i de l'ordre social que inclou, al seu article 129, la modificació del text de la Llei d'aigües, aprovat pel Reial decret legislatiu 1/2001, de 20 de juliol, per la qual s'incorpora al dret espanyol la Directiva 2000/60/CE, establint un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües.

→ Decret llei 1/2015, de 10 d'abril, pel qual s'aprova la Instrucció de planificació hidrològica per a la demarcació hidrogràfica intracomunitària de les Illes Balears (BOIB núm. 52 d'11 d'abril de 2015).

→ Reial decret 907/2007, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la planificació hidrològica.

METODOLOGIA

S'ha avaluat l'estat ecològic de les aigües costaneres de les Illes Balears utilitzant la fanerògama marina *Posidonia oceanica* com a indicador, seguint les directrius de la Directiva marc de l'aigua (DMA). Els resultats presentats provenen de tres estudis¹⁻³ en els quals s'ha emprat l'Índex Multivariant de *Posidonia oceanica* (POMI en les seves sigles en anglès), basat en l'estudi de variables fisiològiques, morfològiques, estructurals i a nivell d'ecosistema que es poden relacionar inequívocament amb la qualitat de l'aigua.⁴

QUÈ ÉS?

És un dels índexs biològics que s'empren per determinar l'estat de les masses d'aigua costaneres definides per la Directiva marc de l'aigua (DMA). Utilitza l'angiosperma marina *Posidonia oceanica* per determinar la qualitat de l'aigua.

Aquesta planta té determinades característiques que la fan adequada per ser emprada eficientment com a element biològic de qualitat: té una alta sensibilitat a les pertorbacions ambientals, és una espècie àmpliament distribuïda al llarg de la costa mediterrània —a les Illes Balears n'és l'espècie de planta dominant—, i hi ha un gran coneixement de la seva biologia, ecologia de l'espècie i les seves respostes específiques associades a impactes antropogènics.

METODOLOGIA

S'ha avaluat l'estat ecològic de les aigües costaneres de les Illes Balears utilitzant la *Posidonia oceanica* com a indicador seguint les directrius de la Directiva marc de l'aigua (DMA). Els resultats presentats provenen de tres estudis¹⁻³ on s'ha emprat l'Índex Multivariant de *Posidonia oceanica* (POMI).⁴

El POMI es basa en la combinació, mitjançant l'anàlisi de components principals (PCA), de descriptors fisiològics, morfològics, estructurals i a nivell d'ecosistema que estan relacionats inequívocament amb la qualitat ambiental.⁴ Els valors de l'eix principal es normalitzen a una escala entre 0 i 1 (EQR) emprant valors d'estacions de referència òptims i pèssims —estacions virtuals construïdes amb la mitjana del 10 % dels millors valors de cada una de les mètriques emprades per calcular el POMI en el cas de l'òptim, i del 10 % dels pitjors valors en el cas del pèssim.⁴ Els estats ecològics es classifiquen d'acord amb els valors obtinguts d'EQR.

S'han emprat metodologies diferents per calcular les estacions de referència entre l'estudi realitzat els anys 2017-2018 i els dos anteriors, per tant els resultats no són comparables.

RESULTATS

- Emprant la *Posidonia oceanica* com a indicador seguint les directrius de la Directiva marc de l'aigua (DMA), s'ha observat un declivi gradual de la qualitat de les masses d'aigua de les Balears.
- Els anys 2005 i 2006 gairebé totes les estacions estaven en estat molt bo (43,6 %) o bo (52,7 %) i només 2 estacions tenien un estat moderat (3,6 %). Una única massa d'aigua tenia un estat moderat: la badia de Palma —del cap Enderrocat a cala Major.
- Els anys 2008 i 2009 es va triplicar el nombre d'estacions en un estat ecològic moderat, incomplint la Directiva marc de l'aigua (Port d'Alcúdia, cala Gamba, Can Picafort, Magaluf, el cap Negret i Santa Eulària). El nombre de masses d'aigua en estat moderat va

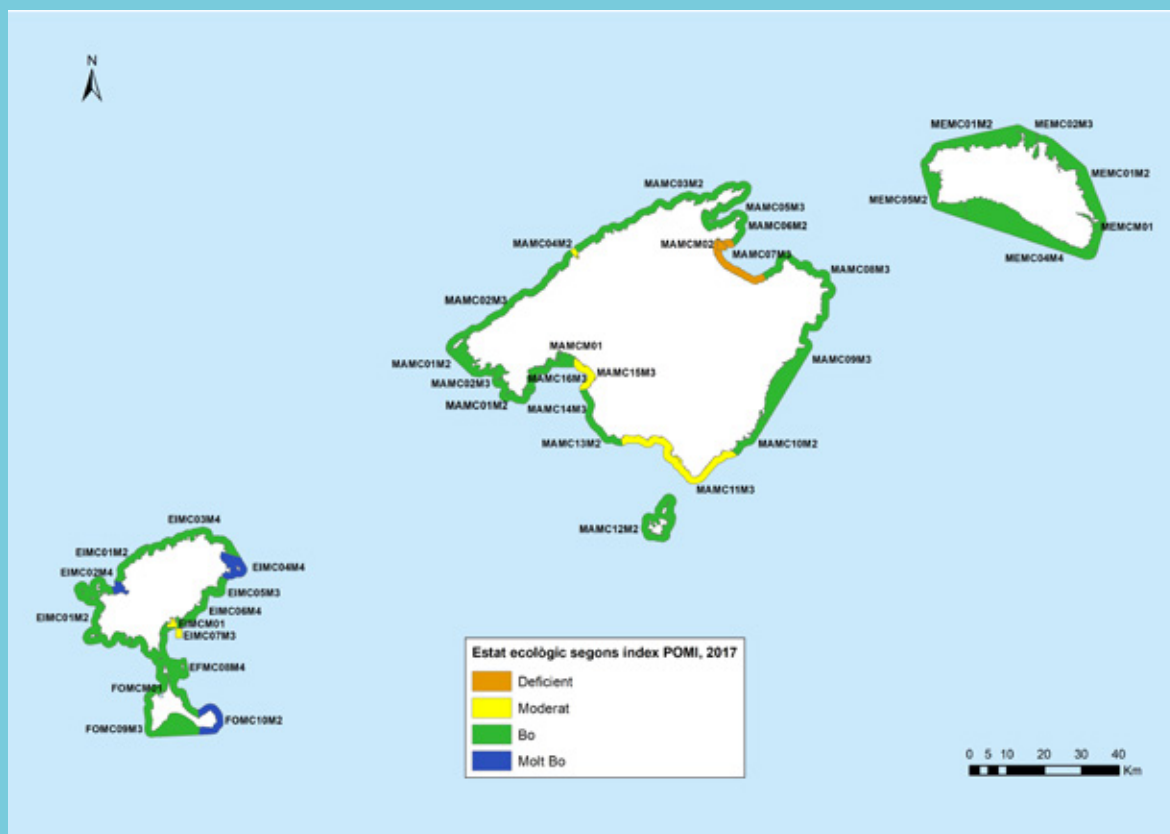
PER QUÈ?

El principal objectiu de la Directiva marc de l'aigua (DMA 2000/60/CEE) és aconseguir (o mantenir) almenys un estat ecològic bo de les masses d'aigua europees. Aquesta directiva introdueix l'ús obligatori de bioindicadors per avaluar l'estat ecològic dels sistemes aquàtics. Les comunitats d'angiospermes marines i en concret la *Posidonia oceanica* és adequada per mesurar correctament l'estat ecològic de les aigües costaneres.

LOCALITZACIÓ



- passar d'1 a 2: badia d'Alcúdia i de cala Llenya a la punta Blanca (zona de Santa Eulària, Eivissa).
- S'han emprat diferents metodologies per calcular els valors de referència. Per tant, no es poden comparar els resultats dels estudis realitzats els anys 2005-2006 i 2008-2009 amb l'estudi dels anys 2017-2018.
- S'aprecia una disminució de la qualitat de l'aigua entre els anys 2005 i 2017. Els anys 2017-2018 es van trobar per primera vegada 2 masses d'aigua en estat ecològic deficient (6 %): badia d'Alcúdia i Port d'Alcúdia, i 4 masses d'aigua en estat ecològic moderat: del cap Enderrocat a cala Major, badia de Sóller, de cala Figuera a cala Beltran i el Port d'Eivissa.



Estat ecològic de les diferents masses d'aigua per als anys 2017-2018. FONT: Santandreu *et al.*³

REFERÈNCIES

- ¹ DUARTE, C. M. *et al.* (2010). «Estudi d'implementació de la directiva marc de l'aigua a Balears: Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant indicadors i índex biològics. Element biològic de qualitat: *Posidonia oceanica*. 2008-2009». Palma: Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- ² DUARTE, C. M. *et al.* (2007). «Estudi d'implementació de la directiva marc de l'aigua a Balears: Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant indicadors i índex biològics. Element biològic de qualitat: *Posidonia oceanica*». Palma: Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- ³ SANTANDREU, M. M. *et al.* (2019). «Monitoreo y Evaluación del Estado Ecológico de las masas de aguas costeras de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears utilizando el elemento biológico de calidad *Posidonia oceanica*. 2017» [Informe tècnic]. FOA Ambiental S.L.-Centre Balear de Biologia Aplicada; Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.
- ⁴ ROMERO, J. *et al.* (2007). «A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD)». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 196-204. DOI:10.1016/j.marpolbul.2006.08.032.

PUNTS DE MOSTREIG I MASSES D'AIGUA

El Govern de les Illes Balears va definir 31 masses d'aigua (MA) l'any 2005: 16 a Mallorca, 10 a Eivissa i Formentera i 5 a Menorca. El nombre de masses d'aigua es va augmentar fins a 38 els anys 2008-2009 (19 a Mallorca, 8 a Menorca i 11 a Eivissa i Formentera) i es va reduir a 37 l'any 2017 (18 a Mallorca, 5 a Menorca i 14 a Eivissa i Formentera) (taula 1). Per tant, les masses d'aigua dels diferents estudis no són exactament les mateixes, i hi ha masses d'aigua de les quals només s'obtenen dades en un dels estudis.

El nombre d'estacions mostrejades als diversos estudis ha anat augmentant al llarg del temps. Mentre que a l'estudi realitzat els anys 2005-2006 es van analitzar un total de 58 estacions,² a l'estudi fet els anys 2008-2009¹ varen ser 73 estacions, i els anys 2017-2018 se'n van analitzar 76 (taula 1).³

Taula 1. Nombre de masses d'aigua i estacions de cada un dels estudis.

| ANY | NRE. MASSES D'AIGUA | NRE. ESTACIONS |
|------|---------------------|----------------|
| 2005 | 31 | 58 |
| 2008 | 38 | 73 |
| 2017 | 37 | 76 |

ANÀLISI

De cada massa d'aigua es varen quantificar:

→ Descriptors estructurals:

- Cobertura de la praderia.
- Densitat total de feixos.
- Densitat d'apexs de rizomes horitzontals (plagiòtrops) i verticals (ortòtrops).
- % d'apexs de rizomes horitzontals (plagiòtrops).
- Superfície foliar.
- % de fulles necrosades i longitud foliar necrosada per feix.

→ Descriptors químics:

- Concentració de nitrogen a fulles i rizomes.
- Concentració de fòsfor a fulles i rizomes.
- Concentració de sofre total a fulles i rizomes.
- Concentració de nitrogen a epífits foliars.
- Abundància isotòpica de ¹⁵N a fulles i rizomes.
- Abundància isotòpica de ³⁴S a fulles i rizomes.
- Contingut en metalls de rizomes (Ag, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) (només analitzats els anys 2005-2006).

→ Descriptors fisiològics:

- Concentració de carbohidrats no estructurals —sacarosa i midó— a rizomes.

→ Descriptors demogràfics (només 9 praderies de l'estudi realitzat els anys 2008-2009):

- Taxa anual específica de mortalitat (M, any⁻¹)
- Reclutament (R, any⁻¹)
- Creixement net de la població (μ, any⁻¹)

L'anàlisi de les concentracions de nutrients (nitrogen i fòsfor) i sofre, així com l'abundància natural de l'isòtop 15 de nitrogen i 34 de sofre als diferents teixits (fulles i rizomes) i a la comunitat epífita, permeten cobrir diferents possibles escales temporals de canvi. Mentre que els rizomes tenen generalment una vida més llarga que les fulles —arribant a viure més de 50 anys en alguns casos—, les fulles tenen una vida màxima de 300 dies.⁵ Així, els rizomes poden acumular una quantitat més gran de nutrients en els seus teixits, els nutrients de les fulles donen una estimació de l'estat de l'aigua de l'any anterior, i els epífits que recobreixen les fulles serveixen d'indicador de la quantitat de nutrients a l'ambient.

L'abundància isotòpica de ¹⁵N a fulles i rizomes és un descriptor que ajuda a esbrinar l'origen del nitrogen que forma part dels teixits de *P. oceanica*. El senyal isotòpic del nitrogen atmosfèric és proper a zero; per tant, si els teixits de les plantes tenen un senyal isotòpic proper a zero hauran adquirit aquest nitrogen mitjançant la fixació de nitrogen atmosfèric.

L'abundància isotòpica de ³⁴S indica si ha hagut intrusió d'àcid sulfhídric (H₂S) a la planta a través del sediment. La posidònia és una planta especialment sensible a la intrusió d'àcid sulfhídric, i baixes concentracions (10 μM) causen la seva mortaldat.⁶ Valors inferiors al 19-20 % de ³⁴S a les fulles indiquen que hi ha hagut intrusió i, per tant, la planta es troba afectada per aquesta substància.⁷

CLASSIFICACIÓ DE LES MASSES D'AIGUA

Per classificar les masses d'aigua costanera de les Balears emprant com a Element Biològic de Qualitat (BQE en les seves sigles en anglès) *Posidonia oceanica*, s'ha emprat l'Índex Multivariant POMI (*Posidonia oceanica* Multivariate Index), seguint la metodologia descrita per Romero i col·laboradors.⁴

El POMI es basa en la combinació, a través de l'anàlisi de components principals (PCA), de descriptors (o mètriques) fisiològics, morfològics, estructurals i a nivell d'ecosistema que estan relacionats inequívocament amb la qualitat ambiental.⁴ Els valors de l'eix principal es normalitzen a una escala entre 0 i 1 (EQR) emprant estacions de referència òptimes i pèssimes —estacions virtuals, construïdes amb la mitjana del 10 % dels millors valors de cada una de les mètriques emprades per calcular el POMI en el cas de l'òptima, i del 10 % dels pitjors valors en el cas de la pèssima.⁴ Els estats ecològics es classifiquen segons els valors obtinguts d'EQR (taula 2).

Taula 2. Categories de l'estat ecològic depenent de l'EQR.⁴

| ESTAT ECOLÒGIC | EQR |
|----------------|---------------|
| Molt bo | 0,775 - 1 |
| Bo | 0,550 - 0,774 |
| Moderat | 0,325 - 0,549 |
| Deficient | 0,1 - 0,324 |
| Dolent | < 0,1 |

Taula 3. Llista de descriptors emprats als diferents estudis.^{1-4,8}

| | POMI 14 | POMI 5 | POMI 9 | POMI 11 |
|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|
| Descriptors | Romero <i>et al.</i> ⁴ | Estudis 2005-2006 i 2008-2009 ^{1,2} | Bennet <i>et al.</i> ⁸ | Estudi 2017-2018 ³ |
| Densitat de feixos | X | | X | X |
| Cobertura | X | X | X | X |
| Percentatge de feixos plagiotròpics | X | | | X |
| Superfície foliar | X | | X | X |
| Percentatge de fulles necrosades | X | | X | X |
| Contingut en nitrogen dels rizomes | X | X | | X |
| Contingut en fòsfor dels rizomes | X | X | | X |
| Concentració de carbohidrats no estructurals a rizomes | X | | X | X |
| Abundància isotòpica de ¹⁵ N a rizomes | X | X | X | X |
| Abundància isotòpica de ³⁴ S a rizomes | X | X | X | X |
| Concentració de nitrogen a epífits foliars | X | | X | X |
| Concentració de coure a rizomes | X | | | |
| Concentració de plom a rizomes | X | | X | |
| Concentració de zinc a rizomes | X | | | |

Romero i col·laboradors van proposar aquest índex basant-se en 14 mètriques (POMI 14):

- 5 mètriques representatives del nivell fisiològic (contingut en nitrogen, fòsfor, i sacarosa i abundància isotòpica de ¹⁵N i ³⁴S a rizomes).
- 2 del nivell individual (percentatge de fulles amb necrosis i àrea foliar).
- 3 del nivell de població (cobertura de la praderia, densitat de feixos i percentatge de rizomes plagiotrops —horitzontals—).
- 1 del nivell de comunitat (contingut en nitrogen d'epífits).
- 3 indicadors de contaminació (concentració de coure, plom i zinc a rizomes).

Un altre estudi va concloure que emprant només 9 mètriques (POMI 9) —excloent el contingut en fòsfor, nitrogen, coure i zinc de rizomes i el percentatge de rizomes plagiotrops—, s'obtenien els mateixos resultats que emprant-ne 14 (POMI 14).⁸

Algunes mètriques utilitzades mostren una gran variabilitat estacional, com per exemple la superfície foliar o longitud necrosada de les fulles. Això podria donar lloc a errades i classificacions errònies de l'estat de la qualitat de l'aigua. Per minimitzar diferències de l'estat ecològic (EQR) causades per diferències en el moment del mostreig, en els estudis fets per personal investigador de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) (els anys 2005-2006 i 2008-2009) es va optar per incloure

només 5 mètriques en l'anàlisi de components principals (taula 3):

- Cobertura de la praderia.
- Contingut en nitrogen dels rizomes.
- Contingut en fòsfor dels rizomes.
- Abundància isotòpica de ¹⁵N a rizomes.
- Abundància isotòpica de ³⁴S a rizomes.

Als estudis realitzats per l'IMEDEA els anys 2005-2006 i 2008-2009 per determinar una estació de referència òptima i pèssima es varen emprar les mitjanes dels 3 millors valors de cada una de les mètriques utilitzades per calcular el POMI en el cas de l'òptima, i dels 3 pitjors valors en el cas de la pèssima, d'estacions tant de les Balears com de Catalunya que havien estat mostrejades durant el mateix període. Es va optar per incloure estacions de Catalunya perquè els valors pèssims obtinguts per a les Balears eren propers als valors de l'estat òptim d'altres zones de la Mediterrània (com per exemple Catalunya). Aquesta metodologia es va adoptar en col·laboració amb l'investigador Javier Romero, qui va desenvolupar l'índex POMI.

A l'estudi elaborat els anys 2017-2018 es varen incloure en l'anàlisi de components principals les 11 mètriques establertes al plec de condicions de la licitació de l'estudi. En aquest estudi es varen emprar el 10 % dels millors i pitjors valors mesurats a les Balears per calcular les estacions de referència òptima i pèssima respectivament, tal

com es va descriure a l'article científic on es desenvolupa l'índex POMI.⁴ A més de calcular el POMI 11, es va afegir un annex calculant el POMI 5 amb els descriptors emprats en estudis anteriors com a eina comparativa. Els autors defensen la validesa del POMI 11 i al·leguen que el POMI 5 no és estadísticament correcte, en donar com a resultat una estació en estat dolent amb presència de posidònia quan pel sol fet de ser-hi ja no es podria considerar un estat dolent. A més a més, aquesta estació té un valor d'EQR més petit que el de l'estació de referència pèssima.³

El fet de calcular de forma diferent els valors de referència òptim i pèssim provoca que els diversos estudis no siguin comparables i no es pugui establir quina ha estat la tendència de la qualitat de l'aigua de les diferents estacions i masses d'aigua.

RESULTATS

Estat ecològic de les estacions

A l'estudi realitzat els anys 2005 i 2006 es va determinar l'estat ecològic d'un total de 55 estacions (de les 58 mostrejades). La majoria d'estacions estaven en un estat ecològic molt bo (24 estacions, 43 %) o bo (29 estacions, 53 %), i només dues en estat moderat (4 %).² Aquestes dues estacions en estat moderat incomplirien la Directiva marc de l'aigua (DMA) en trobar-se en un estat ecològic pitjor de bo. Es tracta de Son Verí i Port d'Alcúdia, amb pràcticament el mateix EQR. Els anys 2005-2006 no es va trobar cap estació en estat deficient o moderat (taula 4, figura 1).

Taula 4. Valors d'EQR i estat ecològic de les estacions mostrejades segons l'índex POMI, que corresponen a les cinc categories d'estat ecològic proposades per la DMA. FONT: Duarte *et al.*, Santandreu *et al.*¹⁻³

| Massa d'aigua | Estació | EQR 05/06 | EQR 08/09 | EQR 17/18 POMI 5 | EQR 17/18 POMI 11 | Estat ecològic 05/06 | Estat ecològic 08/09 | Estat ecològic 17/18 POMI 5 | Estat ecològic 17/18 POMI 11 |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| MAMC12M2 | Es Castell (Cabrera) | 0,982 | 0,748 | 0,870 | 0,739 | Molt bo | Bo | Molt bo | Bo |
| EFMC08M4 | Ses Illetes (Formentera) | 0,939 | 0,752 | 0,899 | 0,810 | Molt bo | Bo | Molt bo | Molt bo |
| MAMC12M2 | S'Olla (Cabrera) | 0,914 | | 0,803 | 0,699 | Molt bo | | Molt bo | Bo |
| MAMC01M2 | Cala Marmassen | 0,906 | 0,753 | 0,745 | 0,670 | Molt bo | Bo | Bo | Bo |
| FOMC09M3 | Platja des Migjorn | 0,898 | 0,764 | 0,910 | 0,712 | Molt bo | Bo | Molt bo | Bo |
| MAMC12M2 | Santa Maria (Cabrera) | 0,893 | 0,882 | 0,917 | 0,740 | Molt bo | Molt bo | Molt bo | Bo |
| EFMC08M4 | Cala Torreta | 0,888 | 0,742 | 0,879 | 0,740 | Molt bo | Bo | Molt bo | Bo |
| EFMC08M4 | Es Pujols | 0,877 | 0,856 | 0,849 | 0,760 | Molt bo | Molt bo | Molt bo | Bo |
| EIMC01M2 | Cap des Mossons | 0,875 | 0,652 | 0,612 | 0,627 | Molt bo | Bo | Bo | Bo |
| EFMC08M4 | Ses Salines | 0,87 | | 0,717 | 0,623 | Molt bo | | Bo | Bo |
| MAMC05M3 | Illa de Formentor | 0,861 | 0,825 | 0,818 | 0,599 | Molt bo | Molt bo | Molt bo | Bo |
| MAMC03M2 | Cap de Formentor | 0,856 | 0,758 | 0,646 | 0,604 | Molt bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC03M2 | Cala Deià | 0,84 | 0,693 | 0,758 | 0,559 | Molt bo | Bo | Bo | Bo |
| EIMC01M2 | Cala Llonga | 0,835 | 0,747 | 0,639 | 0,695 | Molt bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC08M3 | Cala Matzoc | 0,834 | | 0,839 | 0,673 | Molt bo | | Molt bo | Bo |
| EIMC07M3 | Platja d'en Bossa | 0,823 | 0,776 | 0,665 | 0,755 | Molt bo | Molt bo | Bo | Bo |
| MEMC01M2 | Arenal de s'Olla | 0,822 | 0,748 | 0,748 | 0,642 | Molt bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC01M2 | Sa Dragonera | 0,818 | 0,847 | 0,684 | 0,646 | Molt bo | Molt bo | Bo | Bo |
| MAMC09M3 | Cala Millor | 0,818 | | 0,639 | 0,516 | Molt bo | | Bo | Moderat |
| MAMC05M3 | Pollença | 0,815 | 0,797 | 0,859 | 0,769 | Molt bo | Molt bo | Molt bo | Bo |
| EIMC04M4 | Punta d'en Valls | 0,811 | 0,722 | 0,793 | 0,765 | Molt bo | Bo | Molt bo | Bo |
| EIMC02M4 | Sant Antoni | 0,807 | 0,769 | 0,721 | 0,788 | Molt bo | Bo | Bo | Molt bo |
| MEMC02M3 | Fornells | 0,805 | 0,837 | 0,725 | 0,655 | Molt bo | Molt bo | Bo | Bo |
| MEMC01M2 | Platja des Grau | 0,784 | | 0,714 | 0,763 | Molt bo | | Bo | Bo |
| EIMC07M3 | Talamanca | 0,771 | 0,777 | 0,582 | 0,649 | Bo | Molt bo | Bo | Bo |
| Port de Palma | Ses Illetes | 0,764 | 0,771 | 0,622 | 0,563 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC16M3 | Magaluf | 0,762 | 0,519 | 0,716 | 0,640 | Bo | Moderat | Bo | Bo |
| EIMC01M2 | Cap Llentrisca | 0,758 | 0,744 | 0,722 | 0,599 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC11M3 | Colònia de Sant Jordi | 0,755 | | 0,405 | 0,408 | Bo | | Moderat | Moderat |
| MAMC06M2 | Cap de Menorca | 0,744 | 0,782 | 0,679 | 0,655 | Bo | Molt bo | Bo | Bo |
| MEMC05M2 | Arenal de Son Saura | 0,744 | 0,755 | 0,678 | 0,624 | Bo | Bo | Bo | Bo |

| Massa d'aigua | Estació | EQR 05/06 | EQR 08/09 | EQR 17/18 POMI 5 | EQR 17/18 POMI 11 | Estat ecològic 05/06 | Estat ecològic 08/09 | Estat ecològic 17/18 POMI 5 | Estat ecològic 17/18 POMI 11 |
|--------------------|----------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| MAMC13M2 | Cap Blanc | 0,725 | 0,837 | 0,728 | 0,657 | Bo | Molt bo | Bo | Bo |
| MEMC05M2 | Cala Blanca | 0,722 | 0,626 | 0,636 | 0,526 | Bo | Bo | Bo | Moderat |
| EIMC03M4 | Punta des Gat | 0,711 | 0,655 | 0,665 | 0,654 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MEMC01M2 | Illa de ses Bledes | 0,703 | 0,73 | 0,811 | 0,691 | Bo | Bo | Molt bo | Bo |
| MAMC09M3 | Porto Cristo | 0,695 | 0,655 | 0,580 | 0,528 | Bo | Bo | Bo | Moderat |
| EIMC06M4 | Punta des Andreus | 0,693 | 0,793 | 0,639 | 0,728 | Bo | Molt bo | Bo | Bo |
| MAMC01M2 | Cala Figuera (Portals Vells) | 0,689 | 0,7 | 0,666 | 0,669 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC07M3 | Can Picafort | 0,687 | 0,512 | 0,050 | 0,180 | Bo | Moderat | Dolent | Deficient |
| MEMC01M2 | S'Algar | 0,684 | 0,669 | 0,626 | 0,727 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MEMC04M4 | Cap de ses Penyes | 0,681 | 0,591 | 0,513 | 0,517 | Bo | Bo | Moderat | Moderat |
| FOMC09M3 | Punta Rasa | 0,679 | 0,75 | 0,636 | 0,703 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC10M2 | Cala d'Or | 0,674 | 0,581 | 0,433 | 0,439 | Bo | Bo | Moderat | Moderat |
| MAMC10M2 | Mondragó | 0,663 | 0,659 | 0,769 | 0,765 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MEMC04M4 | Biniangolla | 0,66 | 0,713 | 0,734 | 0,787 | Bo | Bo | Bo | Molt bo |
| MAMC10M2 | Portocolom | 0,653 | | 0,636 | 0,517 | Bo | | Bo | Moderat |
| EIMC05M3 | Santa Eulària | 0,645 | 0,539 | 0,724 | 0,612 | Bo | Moderat | Bo | Bo |
| MAMC02M2 | Santa Ponça | 0,643 | 0,645 | 0,660 | 0,649 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MEMC04M4 | Cala Galdana | 0,618 | 0,72 | 0,430 | 0,556 | Bo | Bo | Moderat | Bo |
| MAMC15M3 | Cala Gamba | 0,606 | 0,486 | 0,260 | 0,371 | Bo | Moderat | Deficient | Moderat |
| Port de Maó | Port de Maó | 0,579 | 0,633 | 0,460 | 0,593 | Bo | Bo | Moderat | Bo |
| EIMC01M2 | Cala Tarida | 0,572 | 0,767 | 0,819 | 0,732 | Bo | Bo | Molt bo | Bo |
| MAMC14M3 | Hotel Delta | 0,567 | 0,66 | 0,579 | 0,646 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC07M3 | Port d'Alcúdia | 0,484 | 0,366 | 0,120 | 0,103 | Moderat | Moderat | Deficient | Deficient |
| MAMC15M3 | Son Verí | 0,483 | 0,618 | 0,476 | 0,505 | Moderat | Bo | Moderat | Moderat |
| FOMC10M2 | Punta de sa Creu (Formentera) | | 0,647 | 0,842 | 0,904 | | Bo | Molt bo | Molt bo |
| EIMC04M4 | Cala Llenya | | 0,731 | 0,787 | 0,830 | | Bo | Molt bo | Molt bo |
| MAMC01M2 | El Toro | | 0,786 | 0,861 | 0,827 | | Molt bo | Molt bo | Molt bo |
| EIMC01M2 | Cap Negret | | 0,531 | 0,810 | 0,768 | | Moderat | Molt bo | Bo |
| MAMC11M3 | Es Caragol | | 0,681 | 0,803 | 0,767 | | Bo | Molt bo | Bo |
| Port de Formentera | La Savina | | | 0,898 | 0,762 | | | Molt bo | Bo |
| MAMC06M2 | Cap Pinar | | 0,88 | 0,764 | 0,750 | | Molt bo | Bo | Bo |
| MAMC03M2 | Cala Tuent | | | 0,860 | 0,721 | | | Molt bo | Bo |
| MAMC01M2 | Punta de na Galinda | | 0,837 | 0,777 | 0,661 | | Molt bo | Molt bo | Bo |
| MAMC14M3 | Cap Enderrocat | | | 0,698 | 0,653 | | | Bo | Bo |
| MAMC13M2 | Punta Llobera | | 0,748 | 0,689 | 0,646 | | Bo | Bo | Bo |
| EIMC03M4 | Punta de sa Creu (Eivissa) | | 0,848 | 0,601 | 0,632 | | Molt bo | Bo | Bo |
| MEMC01M2 | Cala Morell | | 0,722 | 0,712 | 0,622 | | Bo | Bo | Bo |
| MAMC09M3 | Cala Rajada | | | 0,722 | 0,621 | | | Bo | Bo |
| MEMC04M4 | Cala en Porter | | 0,655 | 0,598 | 0,580 | | Bo | Bo | Bo |
| MAMC08M3 | Es Caló | | 0,751 | 0,632 | 0,552 | | Bo | Bo | Bo |
| Port d'Eivissa | Port d'Eivissa | | | 0,506 | 0,535 | | | Moderat | Moderat |
| MAMC04M2 | Port de Sóller | | 0,65 | 0,584 | 0,505 | | Bo | Bo | Moderat |
| MAMC11M3 | S'Estanyol | | 0,563 | 0,370 | 0,355 | | Bo | Moderat | Moderat |
| MAMC07M3 | Son Serra de Marina | | 0,564 | 0,152 | 0,148 | | Bo | Deficient | Deficient |
| Port d'Alcúdia | Port d'Alcúdia Zona 2 | | | 0,132 | 0,103 | | | Deficient | Deficient |

Estacions



Figura 1. Percentatge d'estacions en cada un dels diferents estats ecològics per als diferents estudis. En el cas de l'estudi realitzat els anys 2017-2018 es presenten els resultats amb les dues metodologies diferents (POMI 11 i POMI 5). FONT: Duarte *et al.*, Santandreu *et al.*¹⁻³

Els anys 2008-2009 hi va haver un lleuger empitjorament de la qualitat de les masses d'aigua. Es va passar de tenir un 43 % de les estacions en molt bon estat ecològic els anys 2005-2006 a només un 24 % (15 estacions). La majoria d'estacions varen passar a un estat ecològic bo (42 estacions, 67 % del total).¹ També es va incrementar el nombre d'estacions en un estat moderat, que es va triplicar, passant de 2 a 6 estacions (9 %) (figura 1, taula 4). Aquestes 6 estacions en estat moderat, i que per tant incompleixen la DMA, en ordre d'EQR més petit a més gran—de pitjor a millor estat—són: Port d'Alcúdia, cala Gamba, Can Picafort, Magaluf, el cap Negret i Santa Eulària. Els anys 2008-2009 no es va trobar cap estació en estat deficient o moderat (taula 4, figura 1).

A l'estudi realitzat els anys 2017-2018 no es va emprar la mateixa metodologia que als dos estudis anteriors, per tant els resultats no són comparables. Tot i així, s'observa un empitjorament considerable de l'estat de les masses d'aigua, tant emprant la metodologia POMI 5 (com en els dos estudis anteriors, llevat dels valors de referència) com la POMI 11.

Els resultats que s'obtenen emprant aquestes dues metodologies són diferents, sobretot en el cas dels EQR de les diverses estacions; per als estats ecològics de les masses d'aigua aquestes diferències es redueixen.

Seguint la metodologia POMI 5, als anys 2017-2018 es varen obtenir 21 estacions en estat molt bo, el que representa el 28 % del total; 42 en estat bo (55 %); 8 en estat moderat (11 %); 4 en estat deficient (5 %) i 1 en estat dolent (1 %)³ (figura 1, taula 4). Als estudis anteriors no s'havien trobat mai estacions en estat deficient o dolent. Un total de 13 estacions estan en un estat ecològic pitjor que bo, incomplint la DMA. Aquestes estacions, en ordre de pitjor a millor EQR (estat ecològic) són: Can Picafort (en estat dolent); Port d'Alcúdia, Port d'Alcúdia Zona II, Son Serra de Marina i cala Gamba (en estat deficient); i s'Estanyol, Colònia de Sant Jordi, cala Galdana, Port d'Eivissa i el cap de ses Penyes (en estat moderat).

L'estació en estat dolent (Can Picafort) va tenir un EQR més petit que el valor de referència pèssim, cosa no permesa per la metodologia POMI.³ Hem de recordar que l'aplicació del POMI 5 en aquest estudi es va realitzar únicament com a eina comparativa i els resultats presentats pels autors són els obtinguts aplicant el POMI 11.

El nombre d'estacions que es troben en els diversos estats ecològics va ser diferent seguint la metodologia POMI 11. Es va obtenir un total de 6 estacions en estat molt bo (8 %), 54 en estat bo (71 %), 12 en estat moderat (16 %), 4 en estat deficient (5 %) i cap en estat dolent³ (figura 1, taula 4).

Masses d'aigua



Figura 2. Percentatge de les masses d'aigua en cada un dels diferents estats ecològics als diferents estudis.¹⁻³

Seguint aquesta metodologia es va trobar un total de 16 estacions que incompleixen la DMA per trobar-se en un estat ecològic pitjor que bo. En aquest cas, les estacions en estat deficient varen ser: Port d'Alcúdia, Port d'Alcúdia Zona II, Son Serra de Marina i Can Picafort; en estat moderat: s'Estanyol, cala Gamba, Colònia de Sant Jordi, cala d'Or, Son Verí, Port de Sóller, cala Millor, el cap de ses Penyes, Portocolom, cala Blanca, Porto Cristo i Port d'Eivissa.

Cala Galdana i Port de Maó incompleixen la DMA emprant el POMI 5, però no si s'usa el POMI 11, on es classificarien en estat ecològic bo. En canvi, el Port de Sóller, cala Millor, Portocolom, cala Blanca i Porto Cristo incomplirien la DMA només si s'empra el POMI 11, i no emprant la metodologia POMI 5. Per tant, hi ha estacions que incompleixen la DMA emprant el POMI 11 que no la incompleixen si s'usa el POMI 5, i viceversa.

Estat ecològic de les masses d'aigua

Els anys 2005-2006 gairebé la meitat de les masses d'aigua tenia un molt bon estat ecològic (14 masses d'aigua, 48 %), 14 masses d'aigua tenien un estat ecològic bo (48 %) i només 1 tenia un estat ecològic moderat (4 %) (figures 2 i 3, taula 5). La massa d'aigua que no complia la Directiva marc de l'aigua

per tenir un estat ecològic pitjor que bo era la de la badia de Palma —del cap Enderrocat a cala Major (MAMC15M3). Hi va haver 3 masses d'aigua classificades a la categoria de bon estat que es trobaven properes al llindar de transició a estat moderat ($EQR < 0,6$): badia d'Alcúdia, Port de Maó i del cap de Regana al cap Enderrocat (taula 5).²

Els anys 2008-2009 es va reduir el nombre de masses d'aigua en estat ecològic molt bo, passant d'un 48 % a un 24 % (9 masses d'aigua). 26 masses d'aigua estaven en estat ecològic bo (70 %). Hi va haver 2 masses d'aigua amb un estat ecològic moderat, incomplint la DMA: badia d'Alcúdia i de cala Llenya a la punta Blanca (EIMC05M3, zona de Santa Eulària, Eivissa). La massa d'aigua de la badia de Palma (MAMC15M3), que havia tingut un estat ecològic moderat a l'estudi previ, ara el tenia bo, però proper al llindar de la transició a moderat, per tant requeria especial vigilància. En aquesta mateixa situació es trobava la massa d'aigua de cala Figuera a cala Beltrán (MAMC11M3) (figures 2 i 4, taula 5).¹

Per als anys 2017-2018 el nombre de masses d'aigua en cada un dels diferents estats variava depenent de la metodologia emprada —POMI 5 o POMI 11. Així i tot, el nombre de masses d'aigua que incompleixen la DMA (en estat moderat i deficient) es mantenia estable independentment del mètode usat.

Estat ecològic segons index POMI, 2008

| | |
|----------|---------|
| (White) | n/a |
| (Yellow) | Moderat |
| (Green) | Bo |
| (Blue) | Molt bo |

0 5 10 20 30 40 Km

Figura 4. Estat ecològic de les masses d'aigua els anys 2008-2009. FONT: Duarte *et al.*¹

Així, 2 masses d'aigua estaven en estat ecològic deficient (6 %): badia d'Alcúdia i Port d'Alcúdia, i 4 masses d'aigua en estat ecològic moderat: del cap Enderrocat a cala Major (MAMC15M3), badia de Sóller (MAMC04M2), de cala Figuera a cala Beltrán (MAMC11M3) i el Port d'Eivissa.

Si s'emprava la metodologia POMI 5 hi havia un total de 6 masses d'aigua en estat molt bo (17 %); en canvi, en usar POMI 11 es reduïa a 3 masses d'aigua (9 %). Si s'emprava el POMI 5 hi havia un total de 23 masses d'aigua (66 %) en estat ecològic bo, que augmentava fins a 26 (74 %) amb el POMI 11 (figura 2, taula 5).³

CONCLUSIONS

→ A l'estudi realitzat els anys 2005 i 2006 gairebé totes les estacions estaven en estat molt bo (43,6 %) o bo (52,7 %) i només 2 estacions tenien un estat moderat (3,6 %). Això es va traduir en una única massa d'aigua en estat moderat: la badia de Palma —del cap Enderrocat a cala Major (MAMC15M3).

→ Els anys 2008 i 2009 es va triplicar el nombre d'estacions en un estat ecològic moderat i que, per tant, incompleixen la Directiva marc

Taula 5. Valors d'EQR i estat ecològic de les masses d'aigua segons l'índex POMI, que corresponen a les cinc categories d'estat ecològic proposades per la DMA. FONT: Duarte *et al.*, Santandreu *et al.*¹⁻³

| Massa d'aigua | Nom | EQR 05/06 | EQR 08/09 | EQR 17/18 POMI 5 | EQR 17/18 POMI 11 | Estat ecològic 05/06 | Estat ecològic 08/09 | Estat ecològic 17/18 POMI 5 | Estat ecològic 17/18 POMI 11 |
|----------------|--|--------------|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Port d'Alcúdia | Port d'Alcúdia | | | 0,103 | 0,132 | | | Deficient | Deficient |
| MAMC07M3 | Badia d'Alcúdia | 0,586 | 0,519 | 0,146 | 0,107 | Bo* | Moderat | Deficient | Deficient |
| MAMC15M3 | Cap Enderrocat a cala Major | 0,545 | 0,552 | 0,438 | 0,368 | Moderat | Bo* | Moderat | Moderat |
| MAMC04M2 | Badia de Sóller | | 0,650 | 0,505 | 0,584 | | Bo | Moderat | Bo |
| MAMC11M3 | Cala Figuera a cala Beltran | 0,812 | 0,563 | 0,510 | 0,526 | Molt Bo | Bo* | Moderat | Moderat |
| Port d'Eivissa | Port d'Eivissa | | | 0,535 | 0,506 | | | Moderat | Moderat |
| MAMC09M3 | Cap de Capdepera a Portocolom | 0,818 | 0,655 | 0,555 | 0,647 | Molt Bo | Bo | Bo | Bo |
| Port de Palma | Port de Palma | | | 0,563 | 0,622 | | | Bo | Bo |
| MAMC10M2 | Punta des Junc a cala Figuera | 0,669 | 0,620 | 0,573 | 0,613 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MEMC05M2 | Punta de na Bruna al cap de Bajolí | 0,733 | 0,691 | 0,575 | 0,657 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| Port de Maó | Port de Maó | 0,579 | 0,633 | 0,593 | 0,46 | Bo* | Bo | Bo | Moderat |
| MEMC04M4 | Punta Prima a la punta de na Bruna | 0,618 | 0,67 | 0,610 | 0,569 | Bo | | Bo | Bo |
| EIMC05M3 | Cala Llenya a la punta Blanca | 0,645 | 0,539 | 0,612 | 0,724 | Bo | Moderat | Bo | Bo |
| MAMC08M3 | Colònia de Sant Pere al cap de Capdepera | 0,834 | 0,751 | 0,612 | 0,736 | Molt Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC03M2 | Punta Negra a l'Illa de Formentor | 0,838 | 0,781 | 0,628 | 0,755 | Molt Bo | | Bo | Bo |
| MAMC16M3 | Cala Major a cala Falcó | 0,763 | 0,645 | 0,640 | 0,716 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| EIMC03M4 | Cap des Mossons a la punta Grossa | 0,711 | 0,651 | 0,643 | 0,633 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC02M2 | Badia de Santa Ponça | 0,643 | 0,645 | 0,649 | 0,66 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC14M3 | Cap de Regana al cap Enderrocat | 0,567 | 0,660 | 0,650 | 0,638 | Bo* | Bo | Bo | Bo |
| MAMC13M2 | Cala Beltran al cap de Regana | 0,725 | 0,793 | 0,651 | 0,709 | Bo | Molt Bo | Bo | Bo |
| MEMC02M3 | Badia de Fornells | 0,805 | 0,837 | 0,655 | 0,725 | Molt Bo | Molt Bo | Bo | Bo |
| MAMC05M3 | Badia de Pollença | 0,838 | 0,797 | 0,684 | 0,838 | Molt Bo | Molt Bo | Bo | Molt Bo |
| EIMC01M2 | Punta Jondal al cap des Mossons | 0,735 | 0,684 | 0,684 | 0,72 | Bo | | Bo | Bo |
| MEMC01M2 | Cap de Bajolí a la punta Prima | 0,784 | 0,723 | 0,689 | 0,722 | Molt Bo | | Bo | Bo |
| MAMC01M2 | Cala Falcó a la punta Negra | 0,797 | 0,770 | 0,695 | 0,747 | Molt Bo | | Bo | Bo |

| Massa d'aigua | Nom | EQR 05/06 | EQR 08/09 | EQR 17/18 POMI 5 | EQR 17/18 POMI 11 | Estat ecològic 05/06 | Estat ecològic 08/09 | Estat ecològic 17/18 POMI 5 | Estat ecològic 17/18 POMI 11 |
|--------------------|---|-----------|-----------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| EIMC07M3 | Punta des Andreus a la punta de sa Mata | 0,797 | 0,777 | 0,702 | 0,624 | Molt Bo | Molt Bo | Bo | Bo |
| MAMC06M2 | Cap des Pinar a l'Illa d'Alcanada | 0,744 | 0,831 | 0,703 | 0,722 | Bo | Molt Bo | Bo | Bo |
| FOMC09M3 | Punta de sa Gavina a la punta de ses Pesqueres | 0,789 | 0,757 | 0,707 | 0,773 | Molt Bo | Bo | Bo | Bo |
| MAMC12M2 | Cabrera | 0,930 | 0,815 | 0,726 | 0,863 | Molt Bo | Molt Bo | Bo | Molt Bo |
| EIMC06M4 | Punta Blanca a la punta des Andreus | 0,764 | 0,770 | 0,728 | 0,639 | Bo | Bo | Bo | Bo |
| EFMC08M4 | Es Freus d'Eivissa i Formentera | 0,901 | 0,758 | 0,733 | 0,836 | Molt Bo | Bo | Bo | Molt Bo |
| Port de Formentera | Port de Formentera | | | 0,762 | 0,898 | | | Bo | Molt Bo |
| EIMC02M4 | Badia de Sant Antoni | 0,807 | 0,708 | 0,788 | 0,721 | Molt Bo | Bo | Molt Bo | Bo |
| EIMC04M4 | Punta Grossa a cala Llenya | 0,811 | 0,726 | 0,798 | 0,79 | Molt Bo | Bo | Molt Bo | Molt Bo |
| FOMC10M2 | Punta de ses Pesqueres a la punta de ses Pedreres | | 0,848 | 0,904 | 0,842 | | Molt Bo | Molt Bo | Molt Bo |

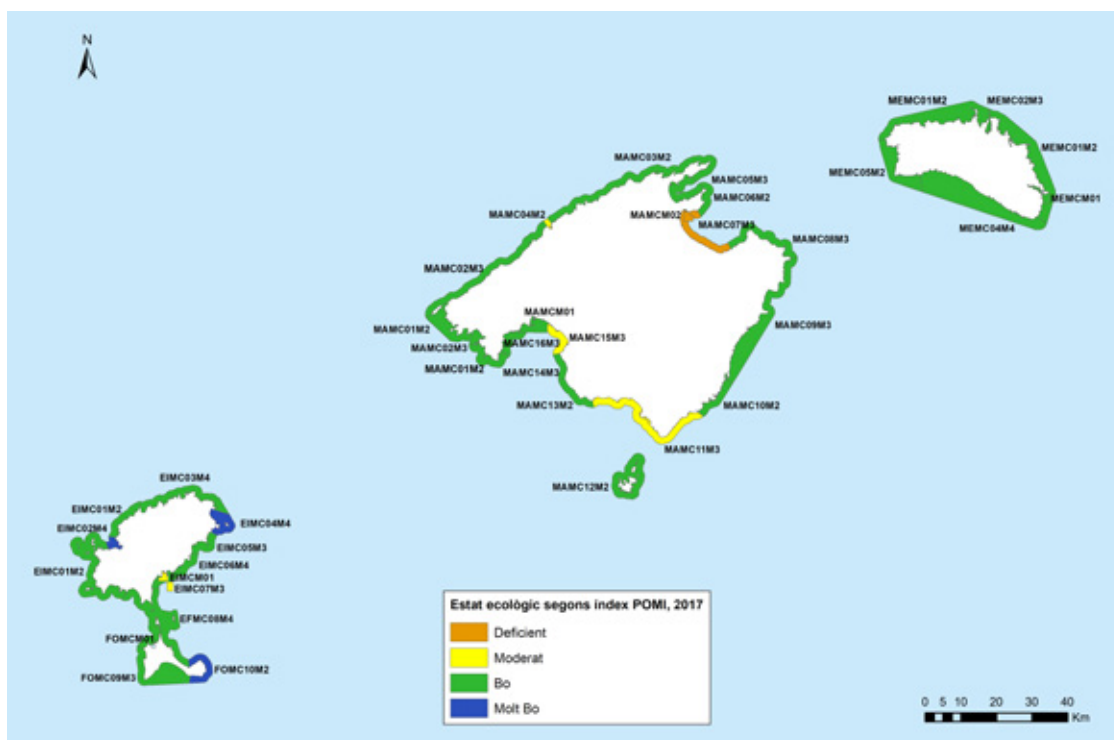


Figura 5. Estat ecològic de les masses d'aigua els anys 2017-2018. FONT: Santandreu *et al.*³

de l'aigua (Port d'Alcúdia, cala Gamba, Can Picafort, Magaluf, el cap Negret i Santa Eulària). Així, el nombre de masses d'aigua en estat moderat va passar d'1 a 2: badia d'Alcúdia i de cala Llenya a la punta Blanca (zona de Santa Eulària, Eivissa).

→ S'han emprat diferents metodologies per calcular els valors de referència. Per tant, no es poden comparar els resultats dels estudis realitzats els anys 2005-2006 i 2008-2009 amb l'estudi dels anys 2017-2018.

→ Tot i això, s'aprecia una disminució gradual de la qualitat de l'aigua entre els anys 2005 i 2017.

A l'estudi de 2017-2018 hi va haver 2 masses d'aigua en estat ecològic deficient (6 %): badia d'Alcúdia i Port d'Alcúdia. Mai s'havien trobat masses d'aigua en aquest estat en estudis anteriors. També es varen trobar 4 masses d'aigua en estat ecològic moderat: del cap Enderrocat a cala Major, badia de Sóller, de cala Figuera a cala Beltrán i Port d'Eivissa.

→ Emprant *Posidonia oceanica* com a indicador seguint les directrius de la Directiva marc de l'aigua (DMA) s'ha observat un declivi gradual en la qualitat de les masses d'aigua de les Balears.

REFERÈNCIES

- ¹ DUARTE, C. M. *et al.* (2010). «Estudi d'implementació de la directiva marc de l'aigua a Balears: Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant indicadors i índex biològics. Element biològic de qualitat: *Posidonia oceanica*. 2008-2009». Palma: Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- ² DUARTE, C. M. *et al.* (2007). «Estudi d'implementació de la directiva marc de l'aigua a Balears: Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant indicadors i índex biològics. Element biològic de qualitat: *Posidonia oceanica*». Palma: Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- ³ SANTANDREU, M. M. *et al.* (2019). «Monitoreo y Evaluación del Estado Ecológico de las masas de aguas costeras de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears utilizando el elemento biológico de calidad *Posidonia oceanica*. 2017» [Informe tècnic]. FOA Ambiental S.L.-Centre Balear de Biologia Aplicada; Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears.
- ⁴ ROMERO, J. *et al.* (2007). «A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD)». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 196-204. DOI:10.1016/j.marpolbul.2006.08.032.
- ⁵ ROMERO, J. a: *International Workshop on Posidonia Beds: the Second International Workshop on Posidonia Oceanica Beds, Ischia, Italie, 7-11 October 1985*. Charles-François Boudouresque (ed.). Marsella (França): GIS Posidonie.
- ⁶ CALLEJA, M. L.; MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (2007). «The relationship between seagrass (*Posidonia oceanica*) decline and sulfide porewater concentration in carbonate sediments». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73, 583-588
- ⁷ GARCIA, R. *et al.* (2012). «Warming enhances sulphide stress of Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*)». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 113, 240-247. DOI:10.1016/j.ecss.2012.08.010.
- ⁸ BENNETT, S. *et al.* (2011). «Ecological status of seagrass ecosystems: An uncertainty analysis of the meadow classification based on the *Posidonia oceanica* multivariate index (POMI)». *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1616-1621. DOI:10.1016/j.marpolbul.2011.06.016.

CITAR COM

Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N.; Martino, S.; Reviriego, B.; Santandreu, M. (2021) «Índex Multivariant *Posidonia oceanica* (POMI)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://www.informemarbalear.org/ca/qualitat-aigua/imb-pomi-cat.pdf>>.

Resposta social

Nombre de boies d'amarrada de
baix impacte

Servei de Vigilància de la Posidònia

Educació ambiental marina

Ciència ciutadana marina

Recollida de residus flotants

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Institut Balear de la Natura (IBANAT) i
Conselleria de Medi Ambient i Territori.

Nombre de boies d'amarrada de baix impacte

Els darrers anys, durant la temporada d'estiu s'ha produït un increment del nombre d'embarcacions d'oci que ancoren en el litoral balear. La planta marina *Posidonia oceanica* està protegida en l'àmbit europeu, nacional i autonòmic com a espècie i com a hàbitat, i s'ha observat que l'ancoratge mitjançant corda o cadena utilitzant àncores o morts l'erosiona¹ (figura 1). Aquesta erosió produïda per les males pràctiques d'ancoratge pot destruir praderies que s'han acumulat durant milers d'anys² a causa del lent creixement d'aquesta planta (~ 2 cm/any).³



Figura 1. Exemples d'abradió produïts per (A) àncores o (B) cadenes sobre fons amb *Posidonia oceanica*.
FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

La conservació d'aquesta planta és fonamental a causa dels nombrosos beneficis ecològics que aporta a les aigües mediterrànies, com ara l'oxigenació, l'absorció de nutrients i de carboni i la regeneració d'hàbitats propicis per a l'augment de la productivitat i la biodiversitat.

Per pal·liar l'abradió dels fons de *Posidonia oceanica* s'han instal·lat boies flotants d'amarrada adaptades a l'ancoratge d'embarcacions de diferents eslores (figura 2).

NORMATIVA

Directives europees

- Directiva 92/43/CEE del Consell, de 21 de maig de 1992, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i la flora silvestres.
- Decisió de la Comissió, de 19 de juliol de 2006, per la qual s'adopta, de conformitat amb la Directiva 92/43/CEE, la llista de llocs d'importància comunitària (LIC) de la regió biogeogràfica mediterrània (DOCE 2006/613/CE).

QUÈ ÉS?

La Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears disposa de zones d'ancoratge regulat mitjançant boies d'amarrada de baix impacte ecològic a llocs d'importància comunitària (LIC) de les Illes Balears.

METODOLOGIA

En els resultats únicament s'inclouen els camps de boies de zones LIC, que són els que gestiona la Conselleria de Medi Ambient i Territori (CMAT). Actualment, l'empresa CBBA, adjudicatària del concurs públic, s'encarrega de la gestió diària d'aquests camps. Les boies estan a disposició dels navegants des de l'1 de juny fins al 30 de setembre.

Els camps de boies a LIC gestionats actualment per la CMAT són:

- Mallorca (2): cala Blava i Sant Elm.
- Menorca (2): badia de Fornells i illa d'en Colom.
- Eivissa (1): ses Salines.
- Formentera (2): s'Espalmador i caló de s'Oli.

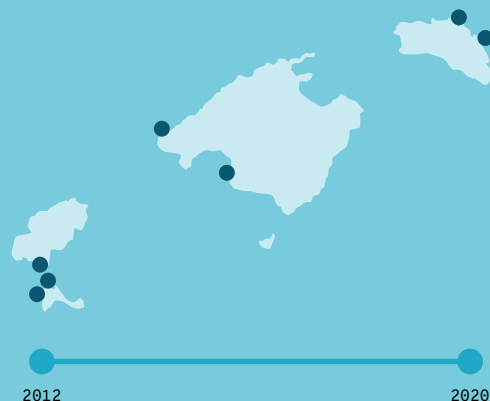
Adicionalment, hi ha camps d'ancoratge amb boies a l'illa de Cabrera, gestionades pel Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.

És necessari considerar que hi ha una àmplia diversitat d'organismes que gestionen camps de boies fora dels LIC de les Balears (per exemple: Ports IB, Fundació Nous Vents, associacions de veïnats, etc.). Intentar recopilar tota aquesta informació serà l'objectiu de futures versions de l'INFORME MAR BALEAR.

PER QUÈ?

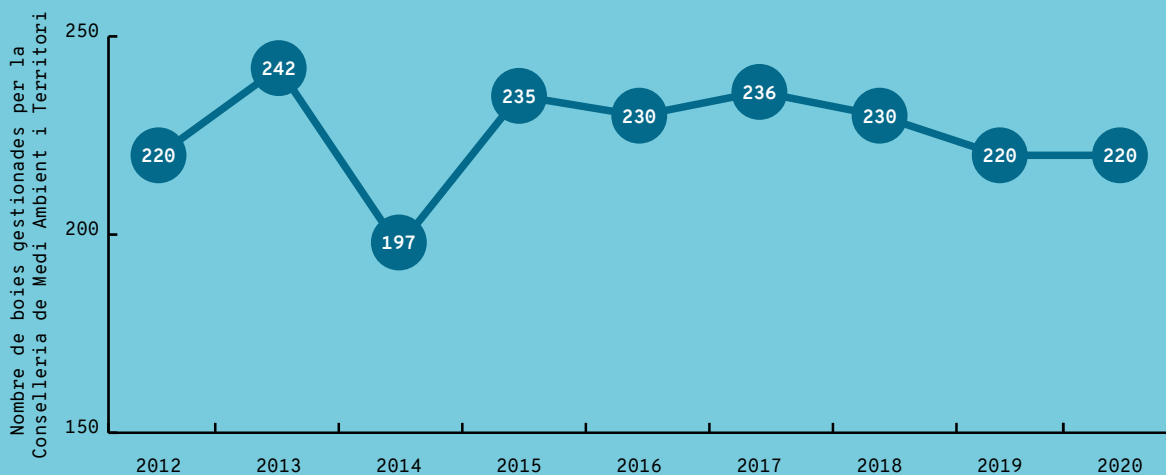
La gestió d'aquestes boies proporciona una mesura de resposta ambiental amb l'objectiu de fer compatibles la navegació recreativa i la protecció de les praderies de *Posidonia oceanica*.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- El nombre de boies gestionades per la CMAT des del 2012 ha variat entre 197 (2014) i 242 (2013).
- El mínim de 197 boies s'explica a causa de la cessió de la gestió de quatre camps de boies.
- Els anys 2019 i 2020 la CMAT ha gestionat 220 boies a Mallorca, Menorca i les Pitiüses, repartides en set zones LIC.
- El Parc Nacional de Cabrera gestiona 100 boies, de les quals 50 estan instal·lades tot l'any, mentre que les altres 50 s'instal·len entre maig-octubre al port (20) i a es Burrí (30).
- L'any 2020, a les Balears hi ha 320 boies gestionades per la CMAT i el Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.



Nombre de boies a Mallorca, Menorca i les Pitiüses gestionades entre els anys 2012 i 2020 per la Conselleria de Medi Ambient i Territori. Si considerem també les de Cabrera, cal sumar 100 boies a aquestes xifres. FONT: IBANAT, Conselleria de Medi Ambient i Territori.



Figura 2. Embarcacions d'esbarjo ancorades mitjançant boies d'amarrada de baix impacte a Sant Elm (Mallorca). FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

Legislació estatal

- Llei 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat (BOE núm. 299, 14/12/2007).
- Reial decret 1421/2006, d'1 de desembre, pel qual es modifica el Reial decret 1997/1995, de 7 de desembre, pel qual s'estableixen mesures per contribuir a garantir la biodiversitat mitjançant la conservació dels hàbitats naturals i de la flora i fauna silvestres (BOE núm. 288, 2/12/2006).
- 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 de les espècies amenaçades (BOE núm. 46, 23/2/2011).
- Decret 19/2007, de 16 de març, pel qual s'aprova el Pla d'Ordenació dels Recursos Naturals de la Serra de Tramuntana.
- Acord del Consell de Govern, de 16 de maig de 2003, pel qual s'aprova definitivament el Pla d'Ordenació dels Recursos Naturals de s'Albufera des Grau.
- Decret 29/2006, de 24 de març, pel qual s'aprova l'ampliació de la llista de llocs d'importància comunitària (LIC) i es declaren més zones d'especial protecció per a les aus (ZEPA) en l'àmbit de les Illes Balears.
- Acord del Consell de Govern, de 3 de març de 2006, pel qual s'aprova definitivament la llista de llocs d'importància comunitària (LIC) aprovada per l'Acord del Consell de Govern de 28 de juliol de 2000 en l'àmbit de les Illes Balears.

Legislació autonòmica

- Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO).
- Decret 25/2018, de 27 de juliol, sobre la conservació de la *Posidonia oceanica* a les Illes Balears.
- Decret 132/2005, de 23 de desembre, pel qual s'aprova el Pla Rector d'Ús i Gestió del Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera.
- Decret 58/2006, d'1 de juliol, pel qual s'aprova el Pla Rector d'Ús i Gestió del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera per al període 2006-2012.
- Reial decret 1431/1992, de 27 de novembre, pel qual s'aprova el Pla Rector dels Recursos Naturals del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.
- Decret 25/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Sa Dragonera (ES0000221).
- Decret 26/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Àrea Marina del Sud de Menorca (ES5310036).
- Decret 27/2007, de 30 de març de 2007, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Arxipèlag de Cabrera - secció Àrea Costanera del Migjorn de Mallorca (ES0000083).
- Decret 28/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió dels llocs d'importància comunitària (LIC) d'Addaia a s'Albufera (ES 0000233) i s'Albufera des Grau (ES000234).

- Decret 29/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Àrea Marina del Nord de Menorca (ES5310035).
- Decret 32/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Cap de Barbaria (ES5310025).
- Decret 33/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Cap Enderrocat - Cap Blanc (ES0000081).
- Decret 34/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Es Vedrà - Es Vedranell (ES0000078).
- Decret 35/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) La Mola (ES5310024).
- Decret 36/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Costa de Llevant de Mallorca (ES5310030).
- Decret 37/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Illots de Ponent d'Eivissa (ES5310023).
- Decret 38/2007, de 30 de març, pel qual s'aprova el Pla de Gestió del Lloc d'Importància Comunitària (LIC) Tagomago (ES0000082).
- Decret 47/2015, de 22 de maig, pel qual s'aprova el Pla de Gestió Natura 2000 de l'Arxipèlag de Cabrera.
- Decret 48/2015, de 22 de maig, pel qual s'aprova el Pla de Gestió Natura 2000 de ses Salines d'Eivissa i Formentera.

- Decret 49/2015, de 22 de maig, pel qual s'aprova el Pla de Gestió Natura 2000 de la Serra de Tramuntana.

METODOLOGIA

La instal·lació de camps de boies al litoral balear es va iniciar l'any 2004 en el marc del projecte LIFE Posidònia Balears «Protecció de praderies de posidònia a llocs d'interès comunitari (LIC) de les Balears» (LIFE00 NAT/E/007303), per petició de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears. En aquest projecte varen col·laborar la Direcció General de Pesca, la Fundació Bosch i Gimpera i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats. Les zones d'instal·lació es localitzen principalment en àrees catalogades com a LIC. Des que es varen establir, s'han implantat camps de boies a les zones següents:

- Mallorca
 - **Punta de l'Avançada (Pollença).** No vigent des de l'any 2014.
 - **Badia de Formentor.** Camp de boies gestionat per la Fundació Nous Vents (vinculada a l'ONG Projecte Home Balears), que actualment consta de 94 boies (23 ≤ 8 m; 28 ≤ 15 m; 17 ≤ 25 m; 7 ≤ 35 m; 4 > 40 m; 15 boies per a residents > 10 m).
 - **Sant Elm.***
 - **Cala Blava.***
 - **Portopetro,** gestionat per Ports IB (Club Nàutic de Portopetro) des del 2014.
 - **Portocolom,** gestionat per Ports IB (Club Nàutic de Portocolom) des del 2014.
- Menorca
 - **Badia de Fornells.***
 - **Illa d'en Colom - es Tamarells.***
 - Hi ha zones de Menorca, com s'Albufera des Grau, on els camps de boies són gestionats per associacions de veïnats.
- Eivissa
 - **Ses Salines.***

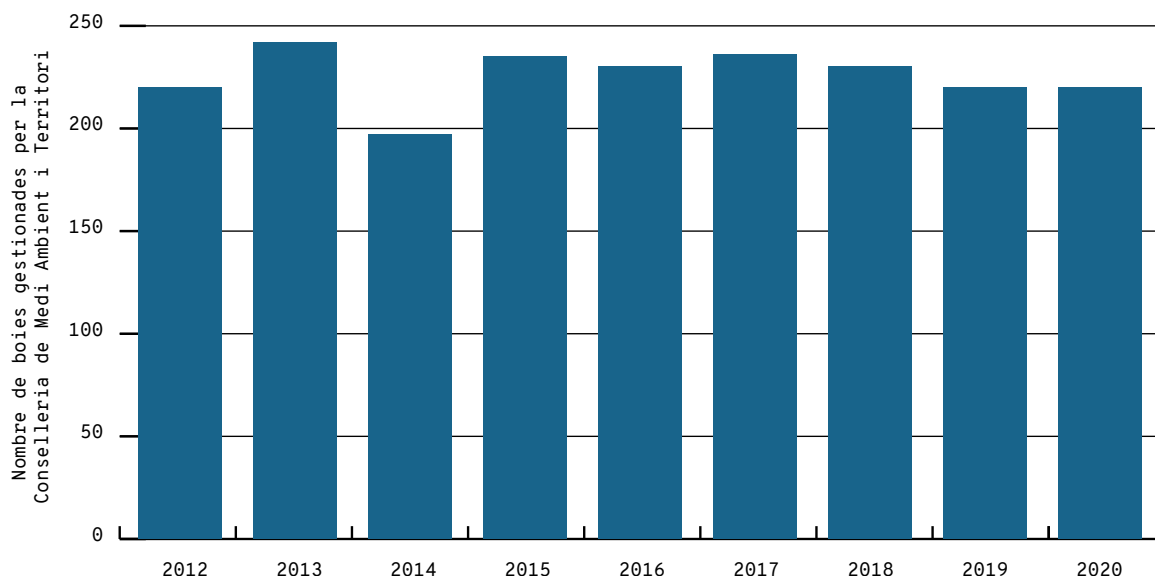


Figura 3. Nombre de boies per a l'ancoratge de baix impacte gestionades per la Conselleria de Medi Ambient i Territori entre els anys 2012 i 2020. No s'hi inclouen les dades de camps de boies de Cabrera. FONT: IBANAT, Conselleria de Medi Ambient i Territori.

- Formentera
 - S'Espalmador.*
 - Caló de s'Oli.*

- Cabrera
 - **Camps d'ancoratge gestionats pel Parc Nacional Marítim-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera.** Hi ha un camp en funcionament tot l'any amb 50 boies nocturnes de pagament. Des de maig fins a octubre, el parc disposa de 50 boies més, diürnes i gratuïtes: 20 al port de Cabrera i 30 a es Burrí.

(*) Indica els camps de boies gestionats directament per la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. Els resultats de l'evolució del nombre de boies es basen en aquests set camps.

Hi ha diferents tipus de boies d'amarrada que, en general, es diferencien en funció de l'eslora de l'embarcació, que té un radi de borneig diferent:

- ≤ 8 m d'eslora.
- ≤ 15 m d'eslora.
- ≤ 20 m d'eslora (des de 2018).
- ≤ 25 m d'eslora (des de 2018).
- ≤ 35 m d'eslora (fins a 2012).

Segons el tipus d'hàbitat de fons, els ancoratges de baix impacte són de tipus diferents:

- Fons arenosos: morts de formigó.
- Fons de posidònia: hèlix.

- Fons rocosos: mitjançant un tac químic que consisteix en ferros fixats a la roca amb epoxi.

El període de disposició de les boies s'estén de l'1 de juny fins al 30 de setembre, i els percentatges més elevats d'ocupació es produeixen des de mitjan juliol fins a final d'agost. Fins al 2011 l'ocupació de boies va ser gratuïta. Actualment la majoria de les boies es lloguen, i el seu preu varia entre 10 i 200 € diaris (per proposta de l'empresa adjudicatària) aproximadament, en funció dels metres d'eslora de cada embarcació.

Les limitacions per interpretar el nombre de boies rau en el fet que són gestionades per organismes diferents i amb mètodes de gestió diversos al llarg del temps. Han estat gratuïtes, de pagament, un any no se'n varen instal·lar (2011), etc., cosa que fa impossible tenir una visió completa de les tendències en el temps, encara que sí orientativa.

RESULTATS

El nombre de boies d'amarrada gestionades per la Conselleria de Medi Ambient i Territori des del 2013 (sense comptabilitzar Cabrera) mostra valors que oscil·len entre 197 i 242 boies (figura 3). El mínim de 197 boies s'assoleix el 2014, a causa en part al lliurament de la gestió de les boies a altres organismes —com és el cas del camp de boies de Formentor, que es va cedir a la Fundació Nous Vents. A més, es va eliminar el camp de boies de la punta de l'Avançada (Pollença) i es va cedir a Ports IB la gestió dels camps de boies de Portopetro i Portocolom.

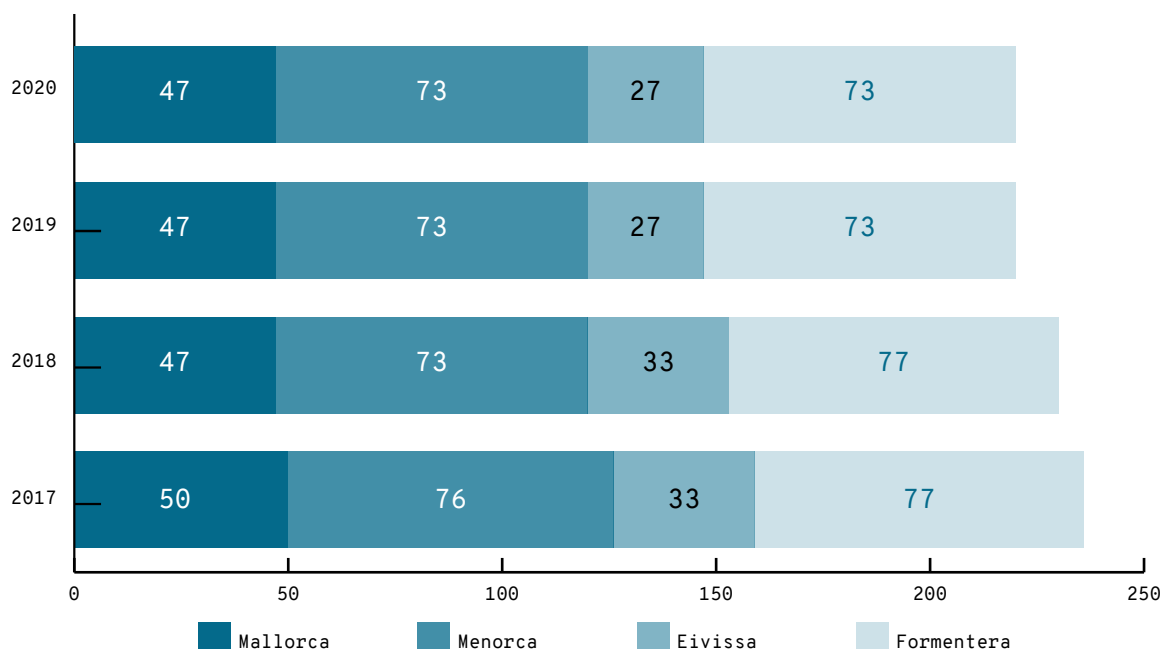


Figura 4. Detall per illes del nombre de boies gestionades per la Conselleria de Medi Ambient i Territori entre els anys 2017 i 2020. FONT: IBANAT, Conselleria de Medi Ambient i Territori.

En general, les disminucions també es poden interpretar pel fet que algunes fixacions de boies no s'han trobat o bé s'han deteriorat.

Les dades dels darrers quatre anys per illes mostren que Formentera (73-77 boies) i Menorca (76-73 boies) disposen de més boies, seguides de Mallorca (47-50 boies) i Eivissa (27-33 boies) (figura 4). Els anys 2019 i 2020 disminueixen les boies a les Pitiüses respecte de les del 2018 (amb 6 boies menys a Eivissa i 4 boies menys a Formentera).

gestionat 220 boies a set camps de boies de juny a setembre. Si agregam a aquestes dades les del Parc Nacional de Cabrera, l'any 2020 s'han gestionat 320 boies.

- La disminució més gran del nombre de boies s'observa l'any 2014, a causa de la finalització de la gestió de quatre camps de boies per part de la Conselleria de Medi Ambient i Territori.
- A les Pitiüses, els anys 2019 i 2020 es gestionen 10 boies menys que l'any 2018.

CONCLUSIONS

- La gestió de les boies d'amarrada de baix impacte ha anat variant des que es varen establir. L'any 2020, igual que l'any 2019, la Conselleria de Medi Ambient i Territori ha

En pròximes versions de l'INFORME MAR BALEAR s'inclouran millores en la implementació d'aquest indicador amb la introducció de tots els organismes que gestionen camps de boies (Fundació Nous Vents, Ports IB, sector privat, etc.).

REFERÈNCIES

- ¹ DEMARTINI, C. *et al.* (2010). «Stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages des navires de plaisance». DREAL PACA; Préfecture Maritime de la Méditerranée; Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement Méditerranée.
- ² MATEO, M. A. *et al.* (1997). «Dynamics of Millenary Organic Deposits Resulting from the Growth of the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 103-110. DOI: 10.1006/ecss.1996.0116.
- ³ MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (1998). «Rhizome elongation and seagrass clonal growth». *Marine Ecology Progress Series*, 174, 269-280. DOI:10.3354/meps174269.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; IBANAT; CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT I TERRITORI (2021) «Nombre de boies d'amarrada de baix impacte». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/resposta-social/imb-resposta-social-boies-baix-impacte-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Institut Balear de la Natura (IBANAT).

Servei de Vigilància de la Posidònia

1. Nombre d'embarcacions de vigilància
2. Nombre d'embarcacions informades / assessorades / comprovades / mogudes
3. Nombre d'infraccions per ancoratge indegut

La presència d'embarcacions al litoral balear va en augment. La vigilància dels ancoratges sobre la planta marina *Posidonia oceanica* suposa un requisit fonamental per protegir-la i conservar-la, i té com a objectiu conscienciar la societat de l'obligatorietat de complir la normativa que prohibeix ancorar-hi a damunt.

El Servei de Vigilància de *Posidonia oceanica* de la mar Balear és pioner a la Mediterrània quant a la tasca de vigilar que els vaixells respectin la prohibició d'ancorar damunt posidònia. Aquest Servei funciona a totes les illes i s'encarrega principalment d'informar, d'assessorar sobre l'ancoratge i reubicar les embarcacions mal ancorades. Aquesta resposta promou els bons hàbits de l'ancoratge damunt arena o utilitzant boies d'amarrada, i d'aquesta manera es pal·lien els impactes futurs sobre els hàbitats fràgils del fons marí.

- Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO). Estableix diferents penalitzacions en cas d'infracció.
- Directiva Hàbitats 92/43/CEE del Consell, de 21 de maig, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestre (annex I: l'hàbitat 1120 *Posidonia oceanica* és un tipus d'hàbitat prioritari per a la conservació).

Declaració dels llocs d'importància comunitària (LIC) Natura 2000 Illes Balears

- Acord del Consell de Govern, de dia 3 de març de 2006, pel qual s'aprova definitivament la llista de LIC aprovada per l'Acord del Consell de Govern de 28 de juliol de 2000 en l'àmbit de les Illes Balears.

NORMATIVA

Protecció de la posidònia i legislació ambiental

- Decret 25/2018, de 27 de juliol, sobre la conservació de *Posidonia oceanica* a les Illes Balears (BOIB núm. 93, de 28 de juliol de 2018). És la norma que prohibeix ancorar-hi a damunt.
- Llei 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat.
- Reial decret 139/2011, de 4 de febrer, per al desenvolupament de la Llista d'espècies en règim de protecció especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades.
- Decret 132/2005, de 23 de desembre, pel qual s'aprova el Pla rector d'ús i gestió del Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera. Es prohibeix per primera vegada ancorar damunt posidònia i altres fanerògames marines.

METODOLOGIA

El Servei de Vigilància de la Posidònia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears utilitza embarcacions i patrons professionals amb la titulació necessària per prestar el servei i poder dur una embarcació de llista sisena per fer la vigilància (figura 1). Únicament els agents de Medi Ambient (AMA) poden aixecar actes de denúncia per infracció, i acompanyen el Servei de Vigilància una mitjana de 3 a 4 dies per setmana. S'afegeixen a la vigilància les embarcacions de l'Institut Balear de la Natura (IBANAT), organisme públic encarregat de gestionar el Parc Natural de s'Albufera des Grau a Menorca, el Parc Natural de ses Salines

QUÈ ÉS?

El Servei de Vigilància de la Posidònia és un equip marítim que s'encarrega d'informar, assessorar i comprovar l'ancoratge damunt la planta marina protegida *Posidonia oceanica*. En cas de trobar embarcacions mal ancorades, tal com dicta la normativa (Decret 25/2018), es mouen a zones d'ancoratge permeses sense posidònia, i es poden sancionar.

METODOLOGIA

Es comptabilitzen les actuacions del Servei a totes les illes, sense incloure-hi Cabrera. Aquest Servei és gestionat per la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears i opera principalment en aigües dels Llocs d'Importància Comunitària (LIC) Natura 2000 de les Illes Balears. Si a bord de les embarcacions de vigilància hi ha un agent de Medi Ambient (AMA), es poden aixecar actes. La temporada de vigilància es du a terme del 15 de maig al 30 de setembre a les Pitiüses, i de l'1 de juny al 30 de setembre a Mallorca i Menorca. L'any 2020 la temporada s'ha fet a totes les illes entre l'1 de juny i el 30 de setembre.

RESULTATS

Des que es va implantar el Servei a totes les Balears, l'any 2017, i fins a l'any 2019, s'observa un augment en el temps quant al nombre d'embarcacions de vigilància, el nombre d'embarcacions assessorades i mogudes, i el nombre d'actes d'infracció. Això mostra una millora significativa de gestió del Servei amb el pas del temps.

L'any 2020 s'observa un descens del nombre d'embarcacions assessorades, mogudes i actes d'infracció.

Cada any es redueix més el percentatge de les embarcacions revisades que presenten un ancoratge indegut sobre posidònia, passant del 17 % (l'any 2018) al 7,8 % (l'any 2020).

PER QUÈ?

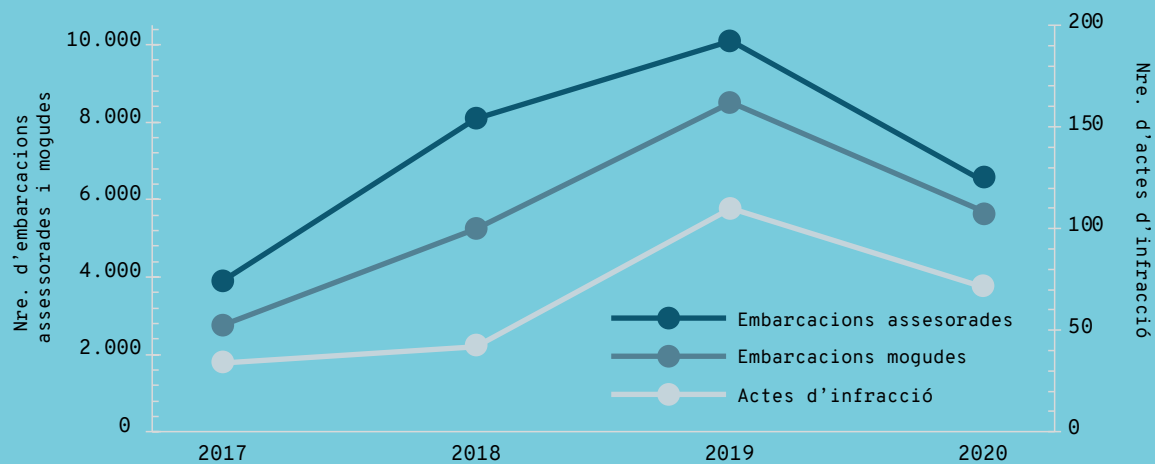
Les dades sobre el Servei de Vigilància proporcionen una visió sobre el comportament de la societat arran de la prohibició d'ancorar sobre aquesta planta. Aquesta resposta es pot utilitzar per millorar la gestió ambiental dels hàbitats de posidònia.

LOCALITZACIÓ

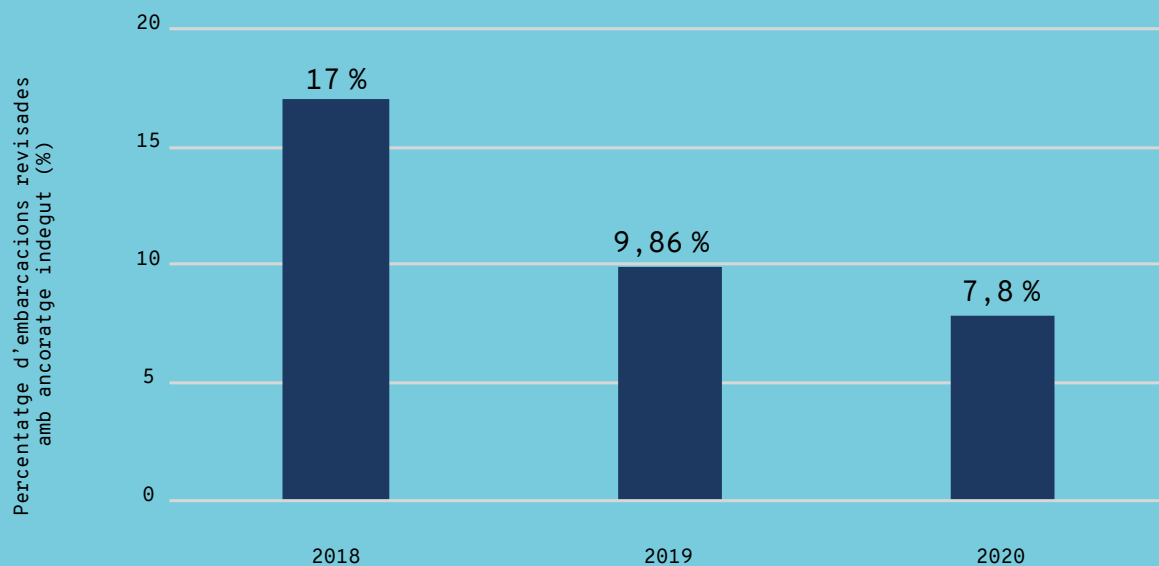


Servei de Vigilància de la Posidònia

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|-------|
| Nre. d'embarcacions de vigilància | 10 | 15 | 15 | 15 |
| Nre. d'embarcacions assessorades | 3.914 | 8.083 | 10.104 | 6.467 |
| Nre. d'embarcacions mogudes | 2.764 | 5.239 | 8.504 | 5.694 |
| Nre. d'actes d'infracció | 34 | 42 | 110 | 71 |



Nombre d'actuacions (embarcacions assessorades, embarcacions mogudes i actes d'infracció) del Servei de Vigilància de la Posidònia entre els anys 2017-2020. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.



Percentatge del total d'embarcacions revisades a Mallorca, Menorca i les Pitiüses que presenten un ancoratge indegut sobre posidònia entre els anys 2018-2020. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

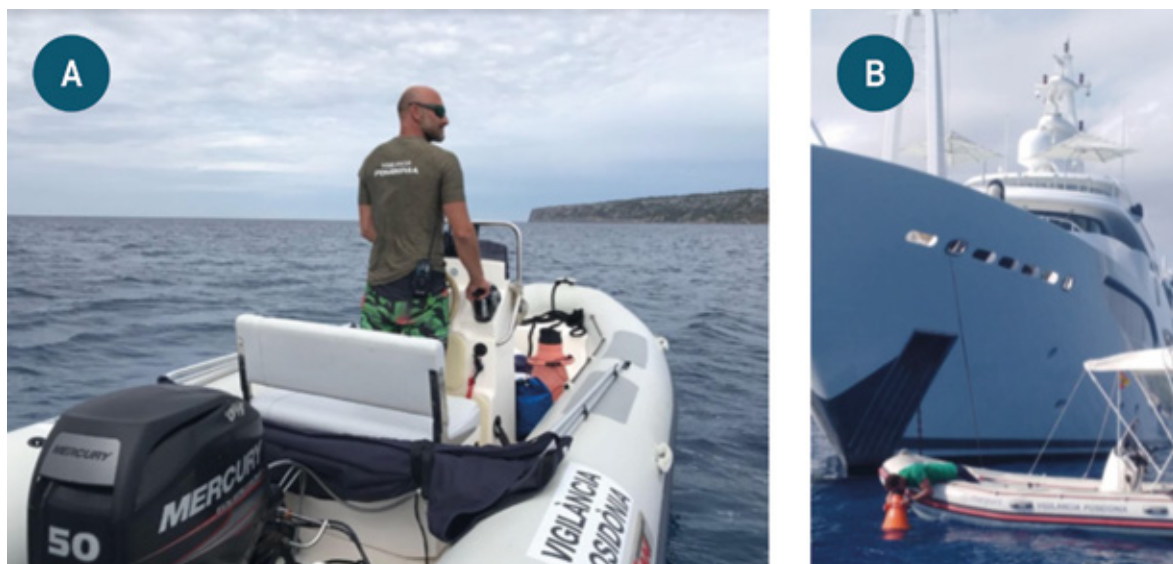


Figura 1. Actuacions del Servei de Vigilància de la Posidònia amb embarcació (A) i duent a terme comprovacions superficials de l'ancoratge amb mirafons (B). FONT: IBANAT.

d'Eivissa i Formentera, les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent, a Eivissa, i del Parc Nacional Maritimoterrestre de l'arxipèlag de Cabrera.

El 2012 s'inicia un protocol de vigilància compartit amb tots els agents competents (reserves marines, Servei Marítim de la Guàrdia Civil, IBANAT, AMA) a Formentera, específicament al Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera. Aquest servei s'inicia en aquesta zona perquè presenta una alta freqüència d'ancoratges d'embarcacions recreatives de gran es-lora i una alta afluència de vaixells en general durant la temporada estiuenca, que com que no caben a les taques d'arena, produeixen ancoratges i afeccions molt greus sobre els fons, sancionables pel Decret 132/2005. L'any 2013 s'estableix el Servei de Vigilància com a tal i el 2017 s'implanta a la resta de les illes.

El període de vigilància es du a terme del 15 de maig al 30 de setembre a les Pitiüses, mentre que a Mallorca i Menorca s'estableix de l'1 de juny al 30 de setembre. No obstant això, en la temporada de 2020 s'ha realitzat de l'1 de juny al 30 de setembre a totes les illes, a causa de la situació derivada de la COVID-19. Els ciutadans també hi poden contribuir telefonant a l'112 per activar el protocol de vigilància, i l'112 contacta amb la Central d'Incendis Forestals de l'IBANAT, des d'on s'envia un patró de vigilància a la zona, un AMA o un agent de la Guàrdia Civil. Si les embarcacions estan mal ancorades damunt posidònia, es desplacen a una zona d'ancoratge adequada. En cas que a l'embarcació de vigilància hi hagi un AMA, se'n pot aixecar una acta.

Avui dia, la informació que recullen l'IBANAT, els patrons de vigilància i els AMA fa referència a:

- 1) Nombre d'embarcacions de vigilància.
 - 2) Nombre d'embarcacions informades.
 - 3) Nombre d'embarcacions assessorades.
 - 4) Nombre d'embarcacions comprovades.
 - 5) Nombre d'embarcacions mogudes.
 - 6) Nombre d'actes d'infracció per ancoratge indegut.
- Encara que no es disposa d'un registre continu tem-

poral de tota aquesta informació, es presenta tota la informació facilitada en els resultats. Se n'exclou la informació referent a l'illa de Cabrera, que s'intentarà recopilar en futures versions de l'INFORME MAR BALEAR.

Quant al nombre d'embarcacions, aquests resultats fan referència exclusivament a les del Servei de Vigilància de la Posidònia de l'IBANAT. Actualment, el Servei està format per quinze embarcacions a totes les illes: cinc a Mallorca (repartides entre Palma, la Colònia de Sant Jordi, Portocolom, la Colònia de Sant Pere, les badies de Pollença i Alcúdia, el cap de Cala Figuera i Calvià); dues a Menorca (Ciutadella i Maó); tres a Eivissa i cinc a Formentera (Parc Natural de ses Salines, platja de Tramuntana, cala Saona i Tagomago).

Entre els anys 2017-2020 es disposa de més informació, i s'estandarditzen els resultats per nombre d'embarcació de vigilància per facilitar la comparació entre anys i entre illes (taula 1).

Taula 1. Nombre d'embarcacions per illa i per any utilitzades per a l'estandardització de les actuacions. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

| Embarcacions de vigilància | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Mallorca | 3 | 5 | 5 | 5 |
| Menorca | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Eivissa | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Formentera | 4 | 5 | 5 | 5 |

RESULTATS

El nombre d'embarcacions del Servei de Vigilància de la Posidònia ha augmentat des de 2013 de 2 a 15 embarcacions (figura 2). Aquests valors han anat oscil·lant amb un mínim de 2 embarcacions, únicament a Formentera, entre els anys 2013-2016. L'any 2017 augmenten a 10 embarcacions (3 a Mallorca, 4 a Formentera, 2 a Eivissa i 1 a Menorca). A partir del 2018, el nombre d'embarcacions de vigilància és de 15 (5 a

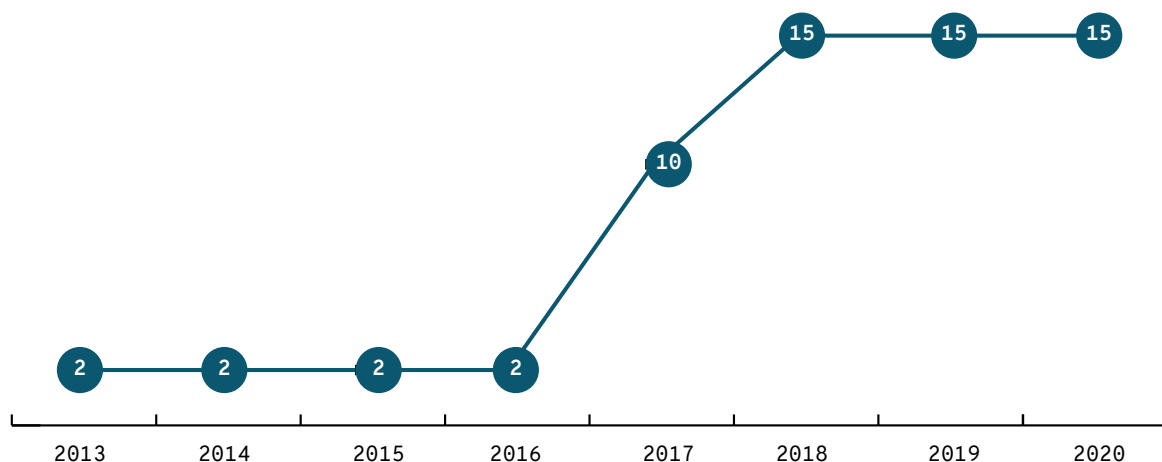


Figura 2. Nombre d'embarcacions del Servei de Vigilància de la Posidònia entre els anys 2013-2020. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

Mallorca, 2 a Menorca, 3 a Eivissa i 5 a Formentera). A cada embarcació hi ha un patró de vigilància.

Entre els anys 2017 i 2019 hi ha un augment del nombre d'embarcacions assessorades sobre l'ancoratge i del nombre d'embarcacions mogudes (figura 3). Aquest increment pot relacionar-se amb un augment de l'efectivitat de l'operatiu amb el pas dels anys, ja que disposa de més temps per patrullar a causa del coneixement de les zones per part dels patrons d'embarcació i perquè en algunes àrees ja no s'han d'assessorar tant els vaixells de gran eslora. L'any 2020, el nombre d'embarcacions assessorades i el de mogudes disminueix, tot i disposar del mateix nombre d'embarcacions de vigilància (15) que els anys 2018 i 2019.

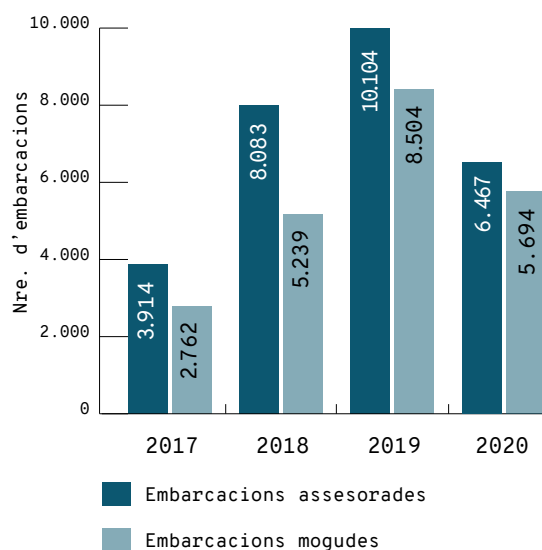


Figura 3. Nombre d'embarcacions assessorades o informades sobre l'ancoratge i nombre d'embarcacions mogudes pel Servei de Vigilància de la Posidònia a totes les illes (anys 2017-2020). FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

Quan s'analitzen les dades de totes les actuacions per embarcació de vigilància, el nombre d'embarcacions mogudes puja de 276 per embarcació l'any 2017 a 567 embarcacions mogudes per embarcació l'any 2019 (figura 4). L'any 2020 aquestes dades disminueixen a 431 embarcacions assessorades i 380 embarcacions mogudes.

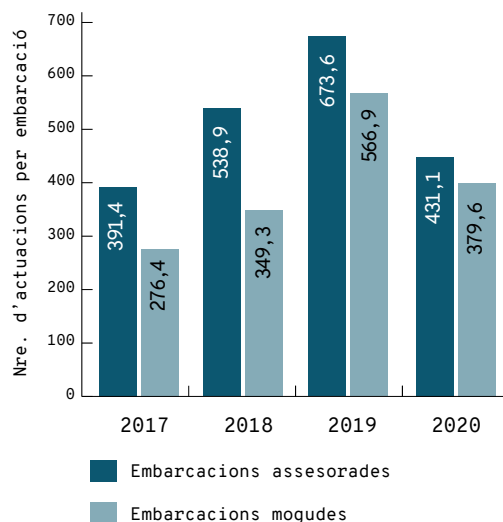


Figura 4. Nombre d'intervencions estandaritzades per embarcació de vigilància del Servei de Vigilància de la Posidònia per a l'assessorament sobre l'ancoratge (blau clar) i per recol·locar embarcacions mal ancorades (blau fosc). L'any 2017, amb 10 embarcacions de vigilància, i els anys 2018-2020, amb 15 embarcacions de vigilància. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

L'any 2019, el nombre d'embarcacions informades s'ha incrementat sobretot a Menorca amb ~ 6.800 (figura 5). Aquest augment en tasques informatives a Menorca deriva de la poca freqüència de vaixells de gran eslora (> 25 m) al litoral menorquí, per la qual cosa el Servei es dedica més temps a informar que a assessorar. A Mallorca predomina l'assessorament a embarcacions de petita i mitjana eslora (fins a 15 m), amb un total de 3.550 embarcacions, mentre que al Parc Natural de ses Salines d'Eivissa i Formentera les embarcacions assessorades són d'eslores superiors (> 25 m).

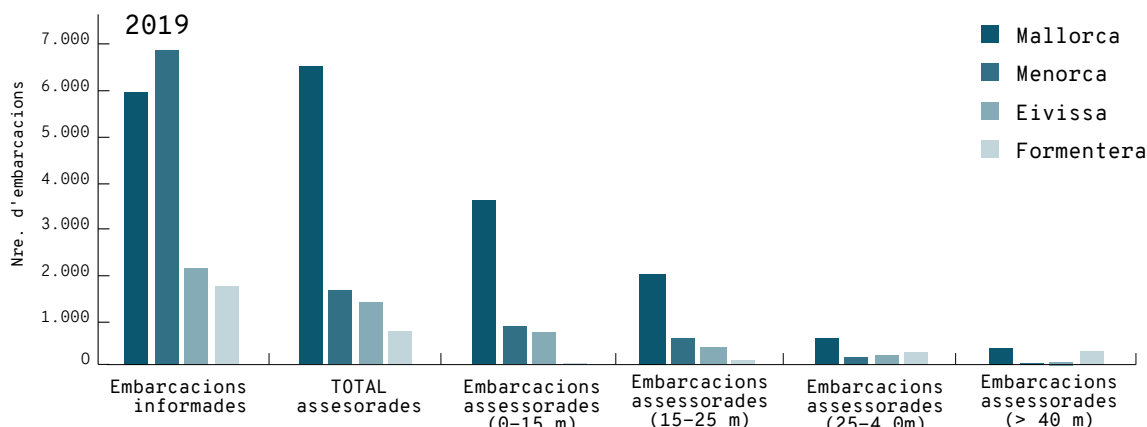


Figura 5. Nombre d'embarcacions informades i assessorades per tipus d'eslora i per illa l'any 2019 entre maig i setembre. Dades elaborades a partir dels resultats de les 15 embarcacions del Servei de Vigilància de la Posidònia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

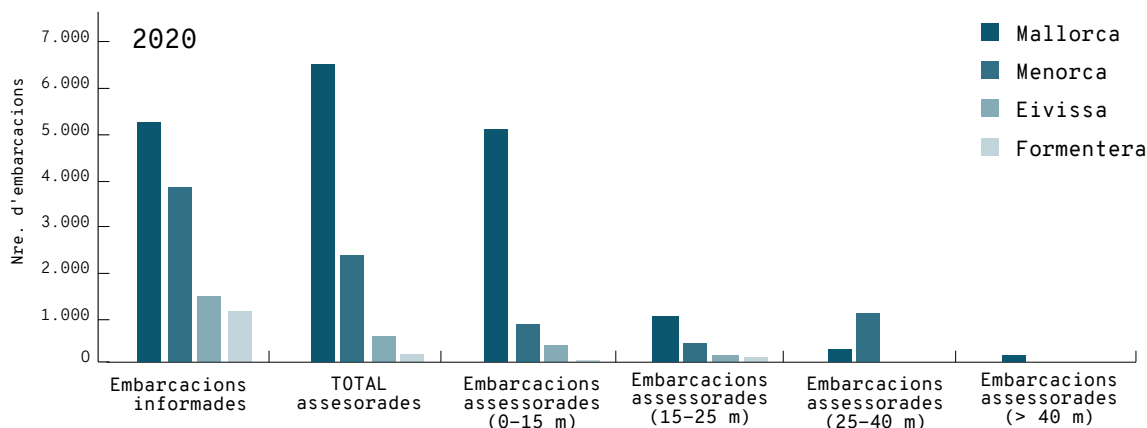


Figura 6. Nombre d'embarcacions informades i assessorades per tipus d'eslora per illa l'any 2020 entre juny i setembre. Dades elaborades a partir dels resultats de les 15 embarcacions del Servei de Vigilància de la Posidònia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

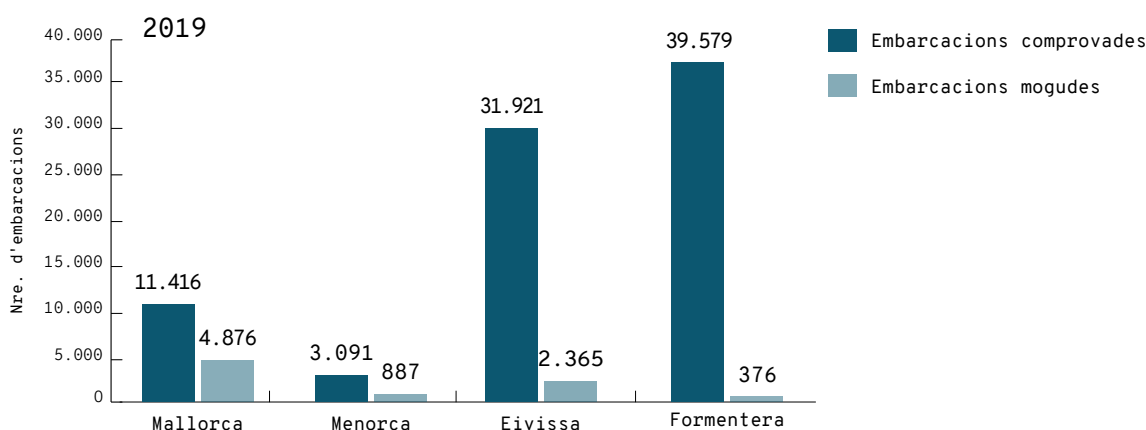


Figura 7. Nombre d'embarcacions comprovades i mogudes per illa l'any 2019. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

L'any 2020, el nombre total d'embarcacions assessorades i informades disminueix respecte de l'any 2019 (figures 5 i 6). Destaca Mallorca, amb un nombre més gran d'embarcacions de petita eslora (0-15 m) assessorades sobre l'ancoratge (3.381).

L'any 2019, el nombre més gran de comprovacions s'ha fet a Formentera, amb quasi 40.000, seguit d'Eivissa (31.921), Mallorca (11.416) i Menorca (3.091) (figura 7). A Menorca es comprova una xifra molt inferior que a les altres illes, possiblement

perquè hi ha un nombre més petit d'embarcacions de gran eslora i perquè hi ha unes aigües amb més visibilitat del fons.

Quan s'analitzen les actuacions per embarcació de vigilància de l'any 2019, Eivissa presenta un nombre més gran de comprovacions per embarcació (10.640) (figura 9). El percentatge de les embarcacions revisades ancorades incorrectament el 2019 és del 9,9 % (el 2018 va ser del 17 %). El nombre més gran d'ancoratges indeguts té lloc a Mallorca

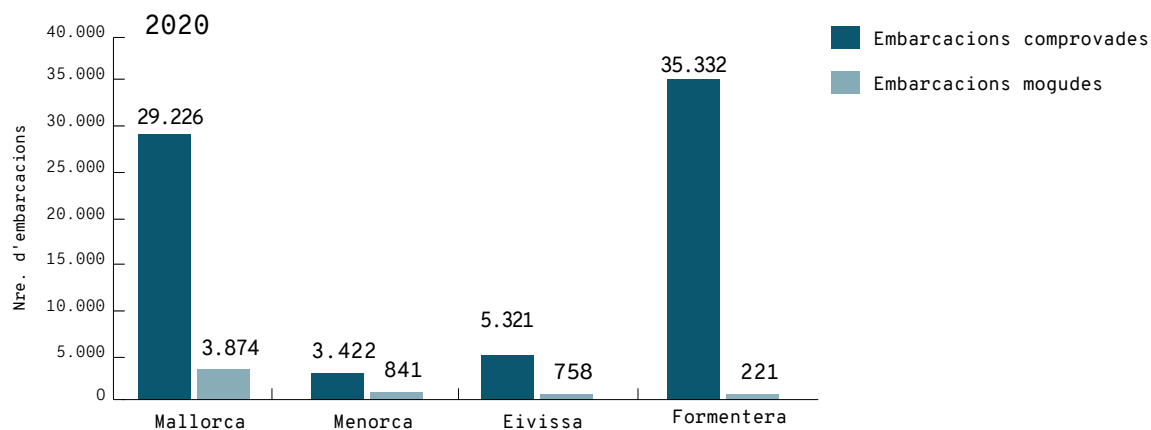


Figura 8. Nombre d'embarcacions comprovades i mogudes per illa l'any 2020. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

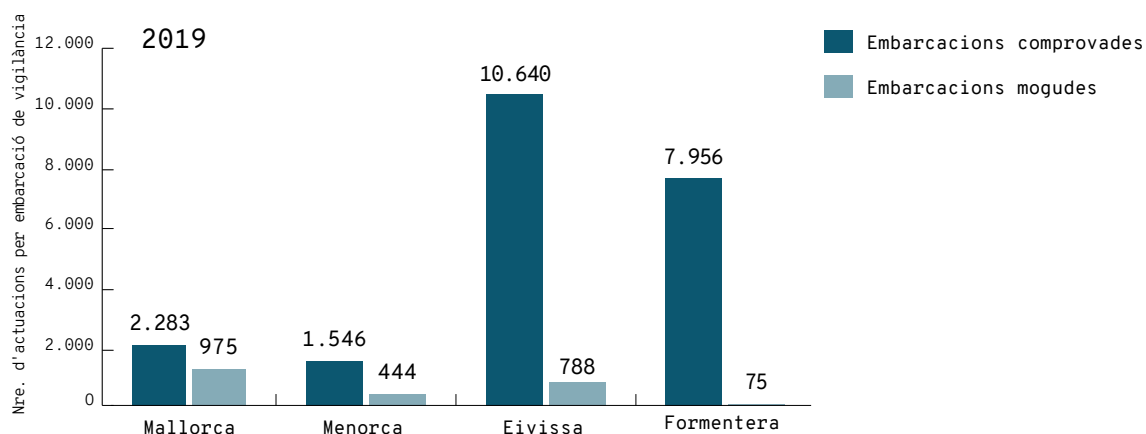


Figura 9. Nombre d'embarcacions comprovades i mogudes per illa l'any 2019 dividit per embarcació de vigilància. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

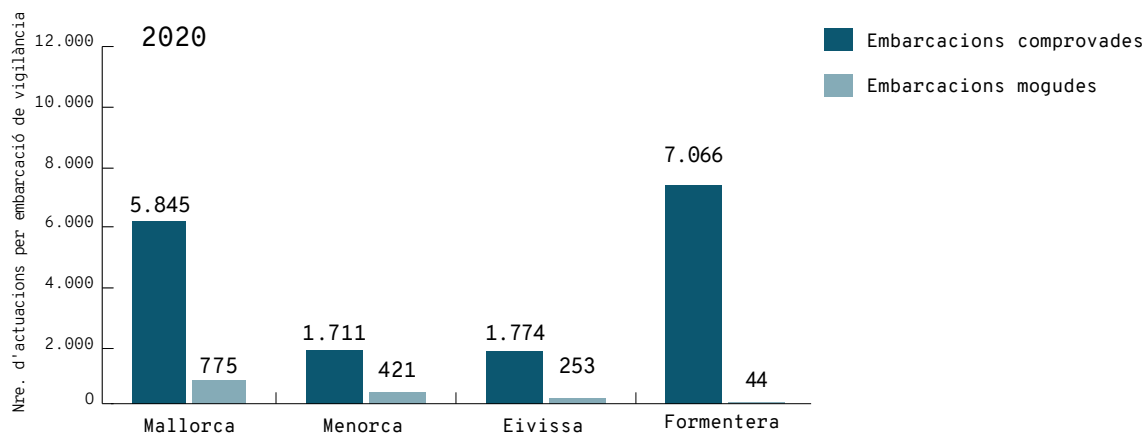


Figura 10. Nombre d'embarcacions comprovades i mogudes per illa l'any 2020 dividit per embarcació de vigilància. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

(42,7 %), seguida de Menorca (28,7 %), Eivissa (7,4 %) i Formentera (1 %).

L'any 2020, respecte de la temporada anterior, augmenten les comprovacions per embarcació de vigilància a Mallorca i Menorca, amb 3.562 i 165, respectivament (figura 10). Eivissa és l'illa on més es redueixen les comprovacions per embarcació de

vigilància (-8.866), mentre que Formentera és l'illa on es comproven més ancoratges per embarcació de vigilància, > 7.000 (Figura 10).

L'any 2018 s'informen ~ 8.000 embarcacions i se'n comprova l'ancoratge sobretot a Menorca (11.861 comprovacions) i Mallorca (10.966 embarcacions) (figura 11). De totes les embarcacions comprovades

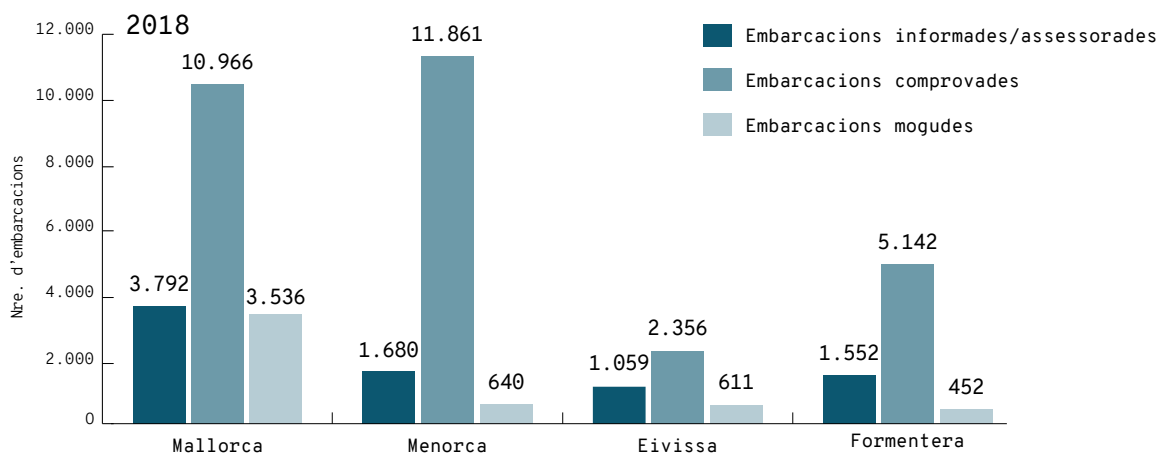


Figura 11. Nombre d'embarcacions informades, comprovades i mogudes per illa l'any 2018. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

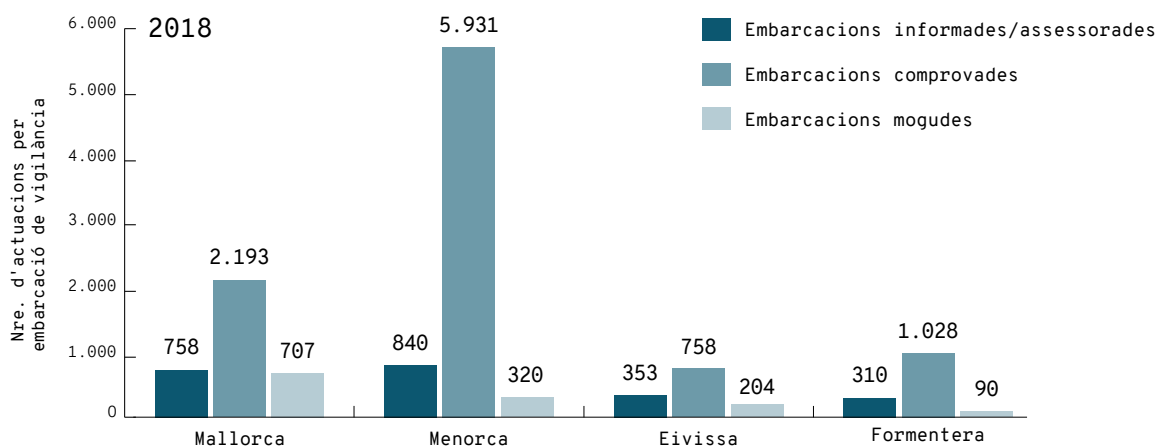


Figura 12. Nombre d'embarcacions informades, comprovades i mogudes per embarcació de vigilància i per illa l'any 2018. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

el 2018, el 32,2 % varen ser mogudes a Mallorca, el 5,4 % a Menorca, 25,9 % a Eivissa i el 8,8 % a Formentera.

Les actuacions de l'any 2018 dividides per embarcació de vigilància també mostren que a Menorca es produeixen un nombre més gran d'accions d'assessorament i comprovació (figura 12).

El nombre d'actuacions per embarcació de vigilància l'any 2017 a les Pitiüses és el més gran, tant d'assessorament sobre l'ancoratge com d'embarcacions mogudes (figura 14).

Pel que fa al nombre d'infraccions, augmenten des del 2018 (any d'aprovació del Decret Posidònia). L'any 2020 els AMA aixequen 71 actes a Mallorca, Menorca i les Pitiüses —31 menys que l'any anterior— (figura 15). L'any 2019 van ser 110 actes (80 a Mallorca, 21 a Menorca i 9 a Eivissa). L'any 2018, les actes es redueixen a 42, mentre que l'any 2017 se'n presenten 34 (figura 15). Nota: les sancions de Cabrera no hi estan comptabilitzades.

CONCLUSIONS

- Amb els anys, i especialment des que es va aprovar el Decret Posidònia l'any 2018, s'ha impulsat una millora del Servei de Vigilància de la Posidònia a través d'un augment de les embarcacions que vigilen els ancoratges a totes les Illes Balears. Aquest fet permet ampliar la vigilància a altres zones.
- Des que es va establir aquest Servei a totes les Balears l'any 2017, el nombre d'actuacions (informades, assessorades i mogudes amb assessorament) ha augmentat gradualment. L'any 2019 es va comprovar ~ 4 vegades més l'ancoratge que l'any 2018. Però l'any 2020 ha disminuït el nombre d'embarcacions informades, assessorades sobre l'ancoratge i mogudes per ancoratge indegut, tot i disposar del mateix nombre d'embarcacions de vigilància (15) que els anys 2018 i 2019.
- L'any 2020 es registren més comprovacions per embarcació de vigilància a Formentera (7.066) i a Mallorca (5.845). A Eivissa s'observa una disminució de les comprovacions respecte de la temporada anterior (passant de 10.640 a 1.774).

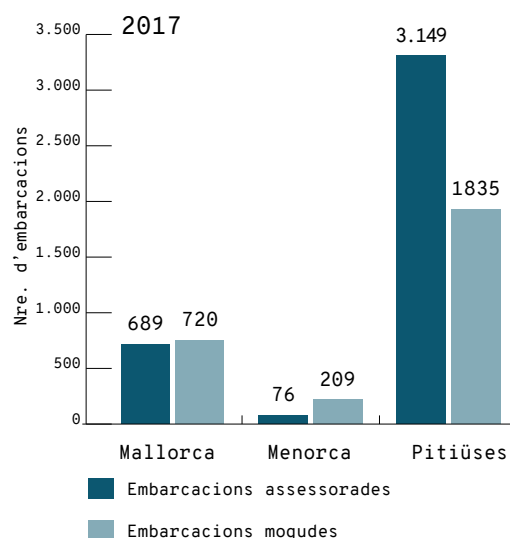


Figura 13. Nombre d'embarcacions comprovades i mogudes per illes l'any 2017. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

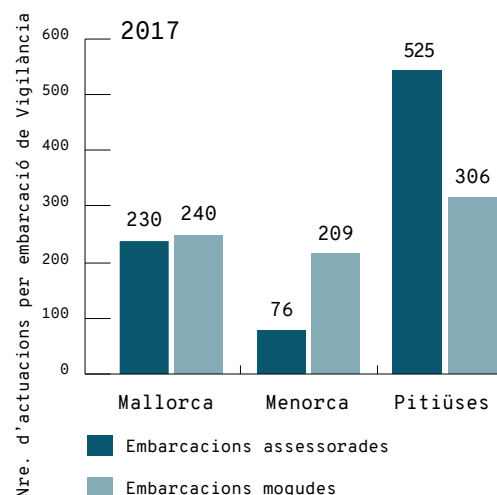


Figura 14. Nombre d'actuacions per nombre d'embarcacions de vigilància a cada illa l'any 2017. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

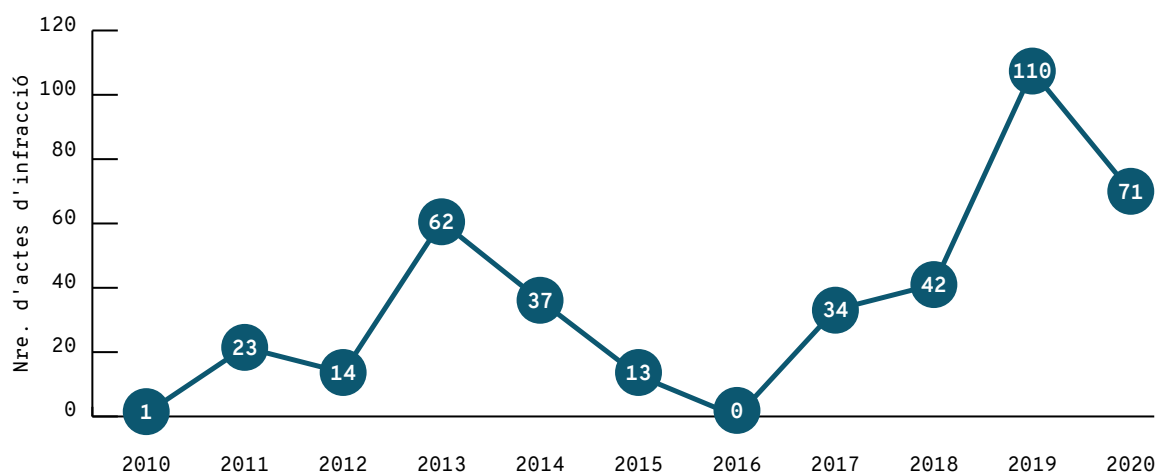


Figura 15. Nombre d'actes d'infracció per ancoratge indegut dels agents de Medi Ambient a totes les Illes Balears, sense incloure-hi Cabrera. FONT: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT.

- L'any 2020, l'illa on s'han de moure més vaixells —per embarcació de vigilància— amb ancoratge indegut sobre posidònia és Mallorca (775), seguida de Menorca (421), Eivissa (253) i Formentera (44).
- El nombre d'embarcacions revisades amb ancoratge indegut disminueix del 17 % l'any 2018 al 9,9 % el 2019, i al 7,8 % l'any 2020.
- El tipus d'embarcació que més s'ha assessorat sobre l'ancoratge durant la temporada 2020 és la de petita eslora (0-15 m) a Mallorca, amb un

total de 3.381. Les embarcacions assessorades d'eslora més gran (> 25 m) es concentren a les Pitiüses (el 2019) i a Menorca (el 2020).

- Des de l'any d'aprovació del Decret Posidònia (2018, 42 actes), les actes d'infracció per ancoratges indeguts sobre fons de posidònia pugen a més del doble l'any 2019 (110 actes). El 2020 s'aixequen 31 actes d'infracció menys que l'any anterior (71).

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; IBANAT (2021) «Servei de Vigilància de la Posidònia» A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalea.org/ca/resposta-social/imb-servei-de-vigilancia-posidonia-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer i Blanca Ribas-Villalta.

Educació ambiental marina

1. Percentatges d'interès
2. Percentatges d'oferta i demanda
3. Percentatges de barreres més citades en activitats d'educació ambiental marina

S'entén per educació ambiental marina aquella pràctica que pretén acostar les persones a la mar per millorar l'estat d'aquest medi. Els objectius de l'educació ambiental marina consisteixen a promoure (1) l'acció per a la millora ambiental, (2) el tractament dels problemes que hi ha i (3) el canvi social utilitzant eines de comunicació, divulgació, informació, conscienciació i sensibilització.

Una de les claus per millorar els ecosistemes marins és implicar la societat en activitats d'educació ambiental marina. Aquestes activitats, les poden dur a terme tots els sectors de les Illes Balears (sector públic, privat i tercer sector). Per tant, per millorar la situació de l'educació ambiental marina cal saber quin interès té cada sector a promoure activitats d'aquest tipus, l'oferta i la demanda que hi ha, i les principals barreres que hi troben.

METODOLOGIA

Els resultats procedeixen de tres estudis interns de consultories de Mallorca,¹ Menorca² i les Pitiüses³ encarregats per la Fundació Marilles per a l'anàlisi de les preguntes següents:

- Quines entitats es dediquen a l'educació ambiental marina o hi tenen interès?
- Quina oferta i demanda hi ha?
- Quines barreres limitadores es troben a l'hora d'expandir l'oferta educativa?

Les principals eines utilitzades per respondre aquestes preguntes han estat:

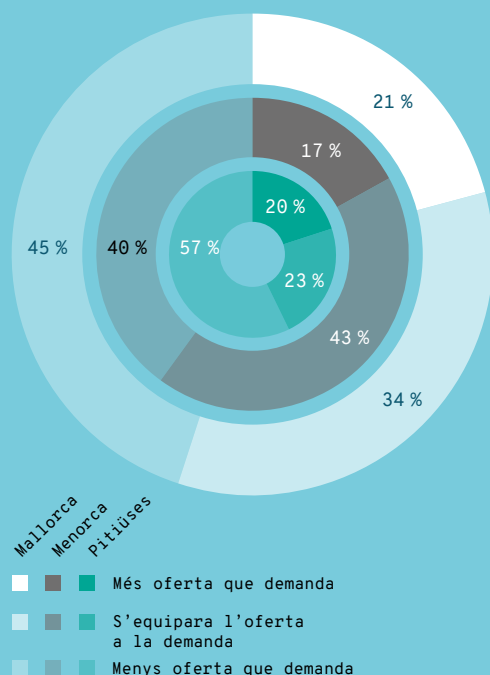
- A. Una cerca inicial a la xarxa dels principals agents identificats en educació ambiental marina.
- B. L'elaboració de qüestionaris en línia a les diferents entitats trobades a (A) utilitzant l'extensió Google Forms (taula 1). Els qüestionaris es varen complementar amb entrevistes telefòniques o presencials per constatar i millorar la informació obtinguda i la recollida de percepcions.

QUÈ ÉS?

Activitat que utilitza eines de comunicació, divulgació, informació i conscienciació per acostar les persones a la mar. Té com a objectiu principal millorar l'estat de la mar, ja que la seva pràctica convida a actuar, a tractar els problemes existents i al canvi social. Aquestes activitats es poden fer per part de tots els sectors de les Illes (públic, privat i tercer sector).

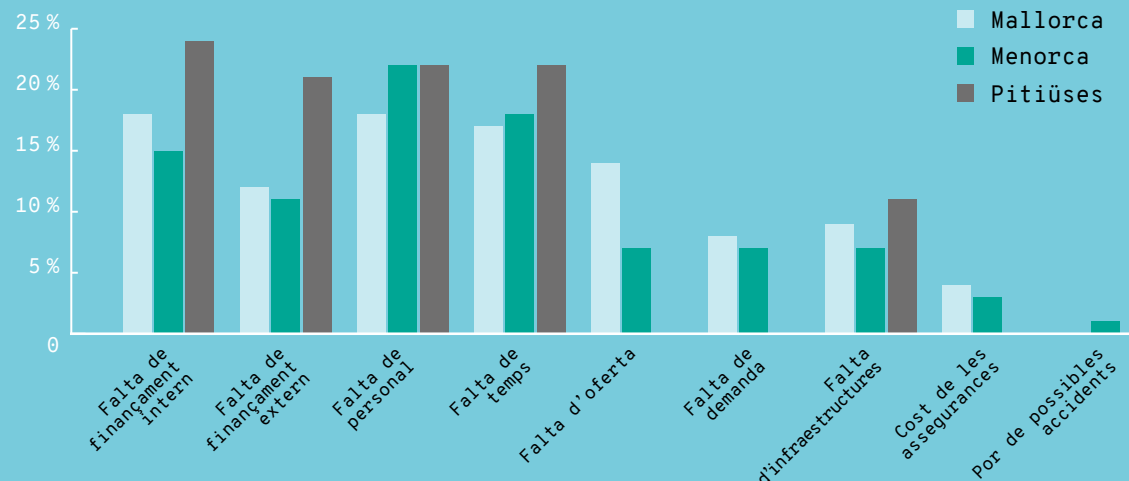
RESULTATS

S'identifiquen 5 sectors implicats en educació ambiental marina a les Balears: (1) institucions públiques, (2) tercer sector, (3) centres educatius, (4) sector privat i (5) entitats de temps lliure. En general, hi ha oferta d'activitats en els diferents sectors, però la demanda d'activitats encara és més gran que l'oferta a totes les Illes.



Relació del percentatge d'oferta i demanda en activitats d'educació ambiental marina de tots els sectors de les Illes Balears. FONTS: Ribas-Villalta (2018), Viladomat-Rojo (2018), Pi-Cunningham (2019).

Les principals barreres trobades a l'hora de fer activitats d'educació ambiental marina són semblants a totes les Illes. S'esmenten principalment: la falta de recursos econòmics, tant interns com externs, la falta de personal i la falta de temps.



Percentatge de barreres més esmentades per cada illa a l'hora de fer activitats d'educació ambiental marina. FONT: Ribas-Villalta (2018), Viladomat-Rojo (2018), Pi-Cunningham (2019).

PER QUÈ?

Ofereix una orientació sobre la resposta i l'interès de la societat a conèixer el medi marí per promoure'n el bon estat de conservació. També identifica els problemes principals que impedeixen cobrir la demanda d'activitats d'educació ambiental marina.

LOCALITZACIÓ



METODOLOGIA

S'analitzen les preguntes següents mitjançant enquestes:

- Quines entitats es dediquen a l'educació ambiental marina o hi tenen interès?
- Quina oferta i demanda hi ha?
- Quines barreres limitadores es troben a l'hora d'expandir l'oferta educativa?

| Qüestionari | Educació ambiental marina a les Illes Balears |
|-------------------|--|
| Dades generals | Nom, localitat, sector, pàgina web |
| Dades de contacte | Persona responsable, nom, càrrec, telèfon, correu electrònic |
| Oferta | Duen a terme activitats d'educació ambiental marina? (Sí. / No.) Estarien interessats/ades a promoure'n? (Sí. / No.) En el cas que representin un centre escolar: ofereixen activitats extraescolars? Estarien interessats-ades a ampliar l'oferta extraescolar del seu centre? (Sí. / No.) |
| Demanda | Quina demanda general real hi ha d'activitats d'educació ambiental marina? (Més oferta que demanda. / S'equipara l'oferta a la demanda. / Menys oferta que demanda.) |
| Barreres | Quines barreres els impedeixen dur a terme més activitats en el sector de l'educació ambiental marina? (Falta de temps, falta de recursos econòmics interns, falta de finançament extern, falta d'infraestructura, falta de personal, falta d'oferta, falta de demanda, por de possibles accidents, cost de les assegurances, altres.) |
| Recomanacions | Suggestiments o recomanacions per solucionar les barreres i per ampliar l'oferta d'equipaments |

Taula 1. Qüestionari utilitzat per saber quina és la situació de l'educació ambiental a les Balears. FONTS: Ribas-Villalta,¹ Viladomat-Rojo,² Pi-Cunningham.³

La principal limitació en la metodologia d'aquest estudi rau en un mostratge incomplet (baix nombre de respostes per part de les entitats) i, per tant, els resultats estadístics no s'han de considerar extrapolables al sector o a l'àrea d'estudi. També s'ha de tenir en compte que algunes preguntes dels qüestionaris s'han pogut confondre o mal interpretar, cosa que afecta la fiabilitat de les dades. Per solucionar aquest punt, es varen complementar els qüestionaris amb el contacte telefònic o presencial.

→ Entitats de temps lliure (centres d'educació per al temps lliure, escoles).

Mallorca

El nombre de respostes al qüestionari és baix: 131 respostes (22 % de participació). El percentatge de respostes per sectors mostra, de més a menys participació: centres educatius (40 %); institucions públiques (27 %); ONG, associacions i fundacions (15 %); sector privat (12 %) i entitats de temps lliure (6 %) (figura 1).

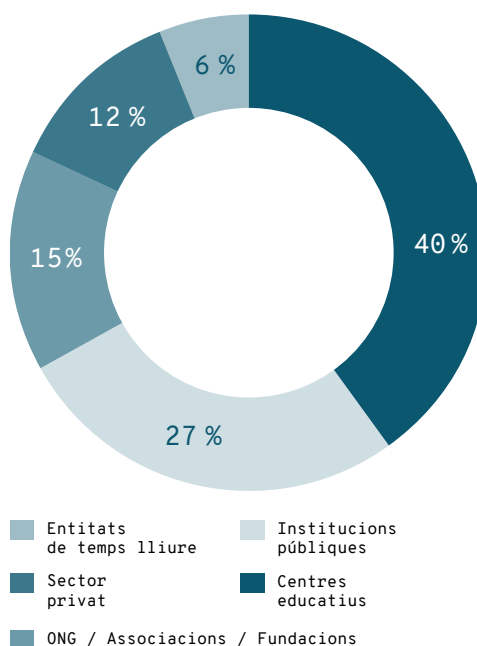


Figura 1. Percentatges de participació en el qüestionari (taula 1) dels diferents actors de Mallorca implicats en educació ambiental marina. FONT: Ribas-Villalta.¹

RESULTATS

S'han identificat cinc sectors implicats en educació ambiental marina a les Balears:

- Institucions públiques (estatals, autonòmiques, insulars, locals).
- Tercer sector (associacions, fundacions, ONG).
- Centres educatius (públics, privats, concertats). El nombre de centres educatius ecoambientals de la Conselleria d'Educació, Universitat i Recerca per al curs 2018/2019 és de 143: 82 a Mallorca, 38 a Eivissa, 16 a Menorca i 4 a Formentera.
- Sector privat, representants majoritaris de l'oferta d'activitats (empreses que es dediquen a l'educació ambiental, associacions de treballadors, clubs de busseig, clubs nàutics).

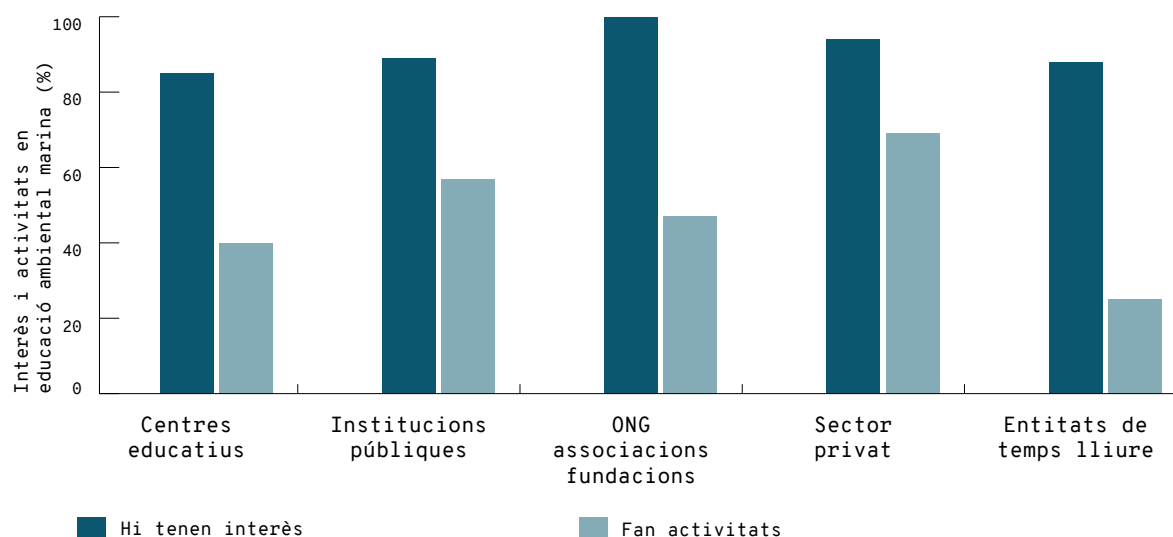


Figura 2. Percentatges d'interès en activitats d'educació ambiental marina per part dels cinc sectors a Mallorca. FONT: Ribas-Villalta.¹

El percentatge d'interès a promoure activitats relacionades amb l'educació ambiental marina reflecteix una demanda elevada (> 80 %) per part de tots els sectors de Mallorca (figura 2). La realització d'activitats és inferior a l'interès en tots els sectors, i és superior en el sector privat (69 %), seguit de les institucions públiques (57 %); ONG, associacions i fundacions (47 %); centres educatius (40 %) i, finalment, entitats de temps lliure (25 %).

En els sectors de Mallorca hi sol haver menys oferta que demanda d'activitats d'educació ambiental marina, a excepció de les institucions públiques i les entitats de temps lliure (figura 3). El sector en què hi ha més demanda que oferta és el de les ONG, associacions i fundacions, amb un 63 %. El sector en

què hi ha més oferta que demanda són les entitats de temps lliure, amb un 37 %.

Els principals factors limitadors més esmentats a l'hora de desenvolupar iniciatives a Mallorca són: la falta de personal i de recursos econòmics interns o externs, la falta de temps, la falta d'oferta o demanda i la falta d'infraestructures (figura 4). A part de les barreres esmentades a la figura 4, la proximitat a la mar també s'ha esmentat com a barrera en els municipis de l'interior, on els centres educatius, ajuntaments i entitats de temps lliure solen enforçar-se cap a altres àrees de l'educació ambiental. Els centres educatius i les associacions destaquen la falta de coordinació i de suport entre les diferents entitats que formen part del seu sector.

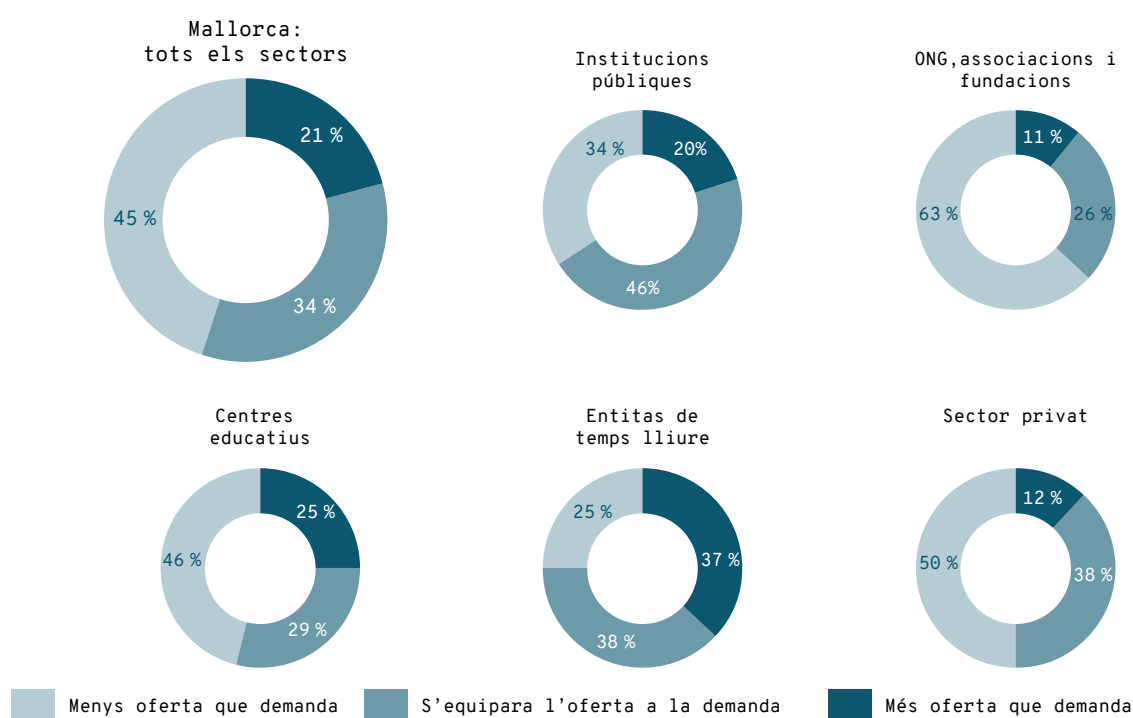


Figura 3. Percentatges d'oferta vs. demanda en activitats d'educació ambiental marina de tots els sectors de Mallorca. FONT: Ribas-Villalta.¹

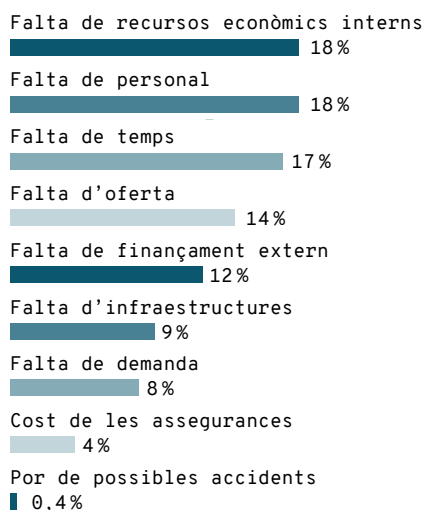


Figura 4. Percentatges de les barreres més esmentades a l'hora d'impulsar activitats d'educació ambiental marina a Mallorca. FONT: Ribas-Villalta.¹

Menorca

A Menorca, es varen enviar 167 qüestionaris en línia, es va contactar per telèfon amb 92 entitats i es varen fer 11 entrevistes presencials (7 a centres educatius i 4 a institucions públiques).

El 69 % de totes les entitats estan interessades a promoure l'educació ambiental marina (figura 5). Per sec-

tors, el 100 % de les entitats de temps lliure; el 81 % de les ONG, associacions i fundacions; el 79 % de les institucions públiques; el 78 % del sector privat i, en darrer lloc, el 51 % dels centres educatius.

La major part de les entitats consultades no fan activitats d'educació ambiental marina, però en fan de relacionades amb l'educació ambiental. Això pot ser a causa d'un desconeixement més gran de l'ecosistema marí per part de la societat. El 63 % de les entitats estudiades no fan activitats relacionades amb l'educació ambiental marina. Sí que en fan activitats el 3 % dels centres educatius, el 44 % del sector privat, el 62 % de les institucions públiques i de les ONG, associacions i fundacions, i el 100 % de les entitats de temps lliure (figura 6). Destaca el baix percentatge dels centres educatius, encara que s'ha de tenir en compte que els resultats només fan referència als recursos interns de cada entitat (moltes escoles duen personal extern per fer tallers, xerrades o sortides).

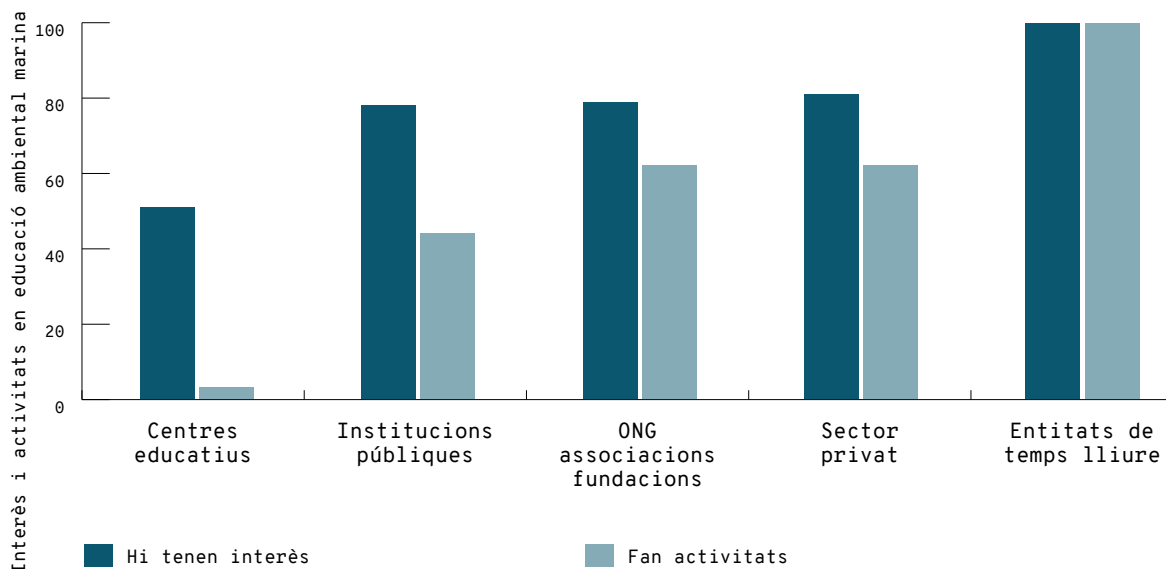


Figura 5. Percentatges d'interès a fer activitats d'educació ambiental marina per part dels diferents sectors de Menorca. FONT: Viladomat-Rojo.²

La demanda s'equipara a l'oferta o és més gran quan s'analitzen tots els sectors de Menorca en conjunt (figura 6). L'oferta és baixa (17 %), tot i que les entitats estan disposades a fomentar activitats d'educació ambiental marina. Se sol saber quina és l'oferta local, però no és fàcil trobar la informació d'entitats que treballen en àmbits més amplis. Per sectors, les entitats de temps lliure són les que mostren més oferta que demanda (50 %), i el tercer sector, el que menys (8 %).

Les principals barreres esmentades pels sectors de Menorca han estat la falta de personal, de temps i de recursos econòmics interns o externs (figura 7). En particular, les institucions públiques i el sector d'ONG, associacions i fundacions esmenten la falta de personal com la principal barrera. Les entitats de temps lliure i els centres educatius citen amb més freqüència la falta de temps. El sector privat esmenta les dues opcions, la falta de temps i la falta de personal.

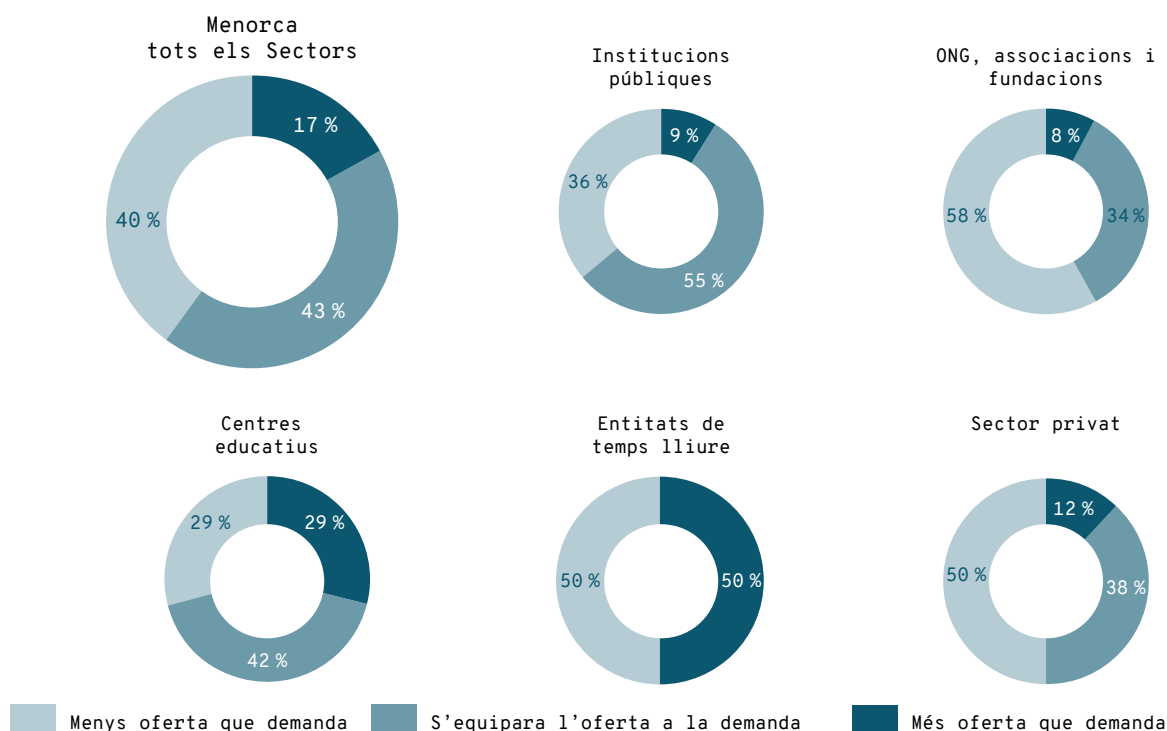


Figura 6. Percentatges d'oferta vs. demanda d'activitats d'educació ambiental marina de tots els sectors de Menorca. FONT: Viladomat-Rojo.²

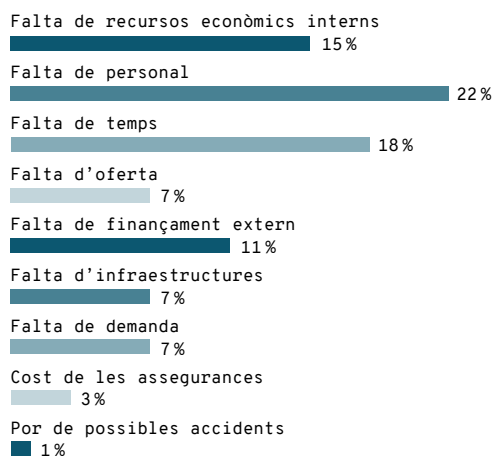


Figura 7. Dades percentuals per tipus de barrera presents en conjunt als 5 sectors estudiats de Menorca. FONT: Viladomat-Rojo.²

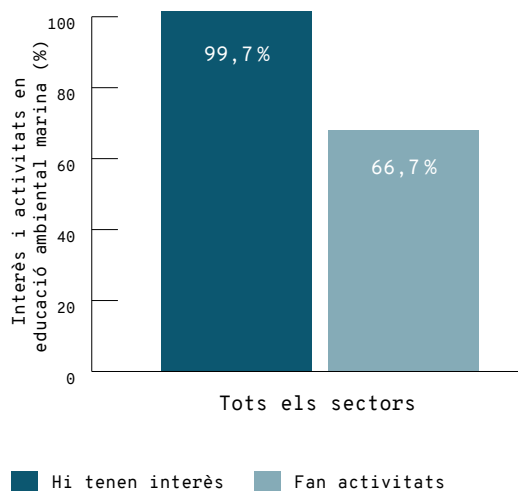


Figura 8. Percentatge d'interès i activitats en educació ambiental marina de tots els sectors de les Pitiüses en conjunt. FONT: Pi-Cunningham.³

Illes Pitiüses

A Eivissa i Formentera es varen enviar 240 qüestionaris que varen ser resposats per 98 entitats, una xifra que suposa el 41 % de participació.

El 66,7 % de tots els sectors en conjunt fa activitats d'educació ambiental marina i el 96,7 % té interès a promoure'n (figura 8). Quant als centres escolars, el 12,8 % ofereix activitats extraescolars d'educació ambiental marina i el 63,9 % estaria interessat a ampliar-ne l'oferta.

En el 56,7 % de tots els sectors hi ha menys oferta que demanda (figura 9). El cas contrari es considera en el 20 %, mentre que s'equipara l'oferta a la demanda en el 23,3 %. No hi ha dades aïllades de cada sector de les Pitiüses, només en conjunt.

Les principals barreres per fomentar l'educació ambiental marina a les Pitiüses s'atribueixen a la falta de recursos econòmics interns (24 %), la falta de temps (22 %), la falta de personal (22 %), la falta de finançament extern (21 %) i, en menys freqüència, a la falta d'infraestructures (11 %) (figura 10).

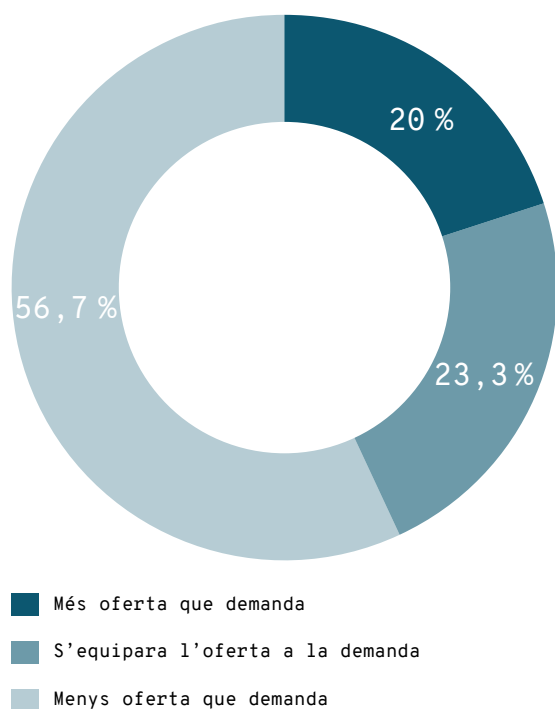


Figura 9. Relació del percentatge d'oferta i demanda en activitats d'educació ambiental marina de tots els sectors d'Eivissa. FONT: Pi-Cunningham.³

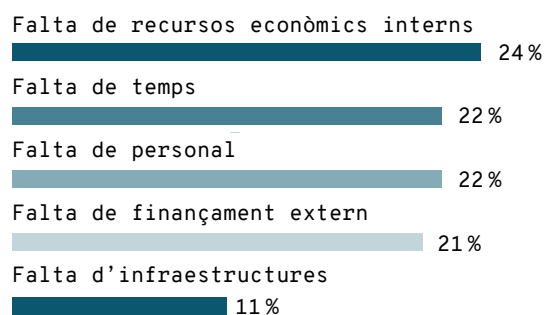


Figura 10. Percentatge de barreres esmentades per al foment d'activitats d'educació marina en tots els sectors d'Eivissa. FONT: Pi-Cunningham.³

CONCLUSIONS

En general, hi ha una oferta bastant àmplia d'activitats d'educació ambiental marina a totes les Illes, però no arriba a cobrir la demanda (figura 11). Els percentatges de més oferta que demanda són bastant semblants a totes les Balears, i varien entre el 17 % i el 21 %. En els casos en què s'igualen l'oferta i la demanda, hi ha més heterogeneïtat en els resultats entre illes. Menorca en presenta el percentatge més gran (43 %), seguida de Mallorca (34 %) i les Pitiüses (23 %). Finalment, a les Pitiüses hi ha menys oferta que demanda en el 57 % dels casos; els segueix Mallorca amb el 45 % i Menorca amb el 40 %. S'hauria d'aprofitar l'interès de les entitats dels diferents sectors per potenciar activitats d'educació ambiental marina.

Les principals limitacions reportades són (1) falta de coordinació i informació, (2) falta de diversificació de l'oferta quant a continguts i destinataris, i (3) falta de personal qualificat i de temps, cosa que es tradueix en una falta de finançament.

Encara que les dades presentades són bastant limitadores, cal considerar que la seva riquesa rau en la recollida de contactes i d'informació qualitativa mitjançant enquestes. A través de qüestionaris anuals es podrien fer millores en la informació sobre indicadors d'educació ambiental marina. S'haurien d'afegir indicadors nous com, per exemple, el nombre d'alumnes que fan activitats d'educació ambiental marina a les Balears.

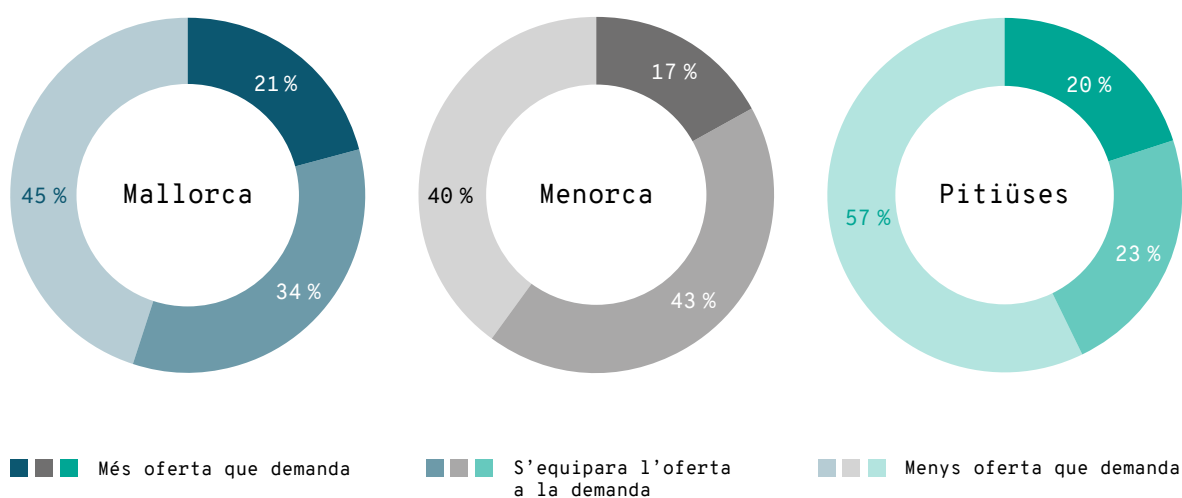


Figura 11. Percentatges de demanda respecte de l'oferta en activitats d'educació ambiental marina en totes les Illes Balears. FONTS: Ribas-Villalta,¹ Viladomat-Rojo,² Pi-Cunningham.³

REFERÈNCIES

- ¹ RIBAS-VILLALTA, B. (2018). «Mallorca: Educación ambiental marina. Agentes implicados, oferta, demanda y barreras». [Informe inèdit encarregat per la Fundació Marilles].
- ² VILADOMAT-ROJO, M. (2018). «Menorca: Educación ambiental marina. Agentes implicados, oferta, demanda y barreras». [Informe inèdit encarregat per la Fundació Marilles].
- ³ PI-CUNNINGHAM, A. (2019). «Pitiusas: Educación ambiental marina. Agentes implicados, oferta, demanda y barreras». [Informe inèdit encarregat per la Fundació Marilles].

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; RIBAS-VILLALTA, B. (2020) «Educació ambiental marina». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.org/ca/resposta-social/imb-educacion-ambiental-marina-esp.pdf>>

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Macarena Marambio, Sandra Espeja i Joaquim Garrabou.

Ciència ciutadana marina

1. Nombre de projectes
2. Nombre d'observacions (totals i validades)
3. Nombre d'observacions en àrees marines protegides
4. Nombre d'espècies per grup taxonòmic
5. Impacte científic: nombre de publicacions i nombre de presentacions a congressos

Per aconseguir millorar la conservació marina cal optimitzar la gestió, i per això sens dubte es necessita informació que defensi unes actuacions i no d'altres. Tot i que el sector de la investigació ha de cobrir aquesta necessitat d'informació, és impossible saber tot el que passa només amb la implicació dels equips científics actuals. Per això, l'aportació ciutadana és imprescindible. La ciència ciutadana és molt important i ha pres molta força, perquè qualsevol persona pot convertir-se en els ulls de la ciència.

Qualsevol persona pot trobar-se en el moment adequat al lloc precís per trobar una evidència científica important. Amb aquesta premissa, la ciència ciutadana té una importància vital i és una peça fonamental en la recollida de dades científiques (elements essencials per dur a terme qualsevol investigació científica). A més del seu potencial com a generadora de dades, aquesta disciplina ajuda a difondre i sensibilitzar sobre conservació marina. Mitjançant la pròpia experiència, les persones que col·laboren aprenen i incrementen el seu coneixement mentre ajuden els equips científics.

Amb la suma de tota la informació adquirida de maneres molt diverses, els projectes científics es nodreixen de dades per generar coneixement científic més rigorós que pugui ajudar l'Administració a prendre decisions de gestió més adequades a la realitat.

DEFINICIÓ

«La ciència ciutadana es refereix a la participació del públic en general en les activitats d'investigació

científica, on la ciutadania contribueix activament a la ciència, ja sigui amb el seu esforç intel·lectual, amb coneixement o amb les seves eines i recursos» (Llibre blanc sobre ciència ciutadana).¹

ANTECEDENTS

La ciència ciutadana s'està consolidant a les Illes Balears. Actualment coexisteixen diverses iniciatives (cada una amb les seves especificitats) que comparteixen el mateix objectiu: generar espais on la població pugui contribuir a la generació de dades. D'una banda, hi ha la plataforma de ciència ciutadana marina Observadors del Mar, coordinada des de centres del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) (ICM, CEAB i IMEDEA) i amb la participació d'experts de diferents centres d'investigació, nacionals i internacionals; va començar a funcionar l'any 2012 a l'Institut de Ciències del Mar (ICM), però de seguida s'hi varen unir els equips científics d'investigació de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) i del Centre Oceanogràfic de Balears-Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO), entre d'altres.

QUÈ ÉS?

Es refereix a la participació del públic en les activitats d'investigació científica, on la ciutadania contribueix activament amb el seu esforç intel·lectual, amb coneixement o amb les seves eines i recursos.¹

PER QUÈ?

La ciència ciutadana marina combina ciència i societat. D'una banda, la societat aporta dades rellevants per a la ciència i, de l'altra, la ciència s'apropa a la societat i ajuda a sensibilitzar sobre problemes de conservació marina. Els darrers anys la ciència ciutadana s'està consolidant a les Illes Balears.

METODOLOGIA

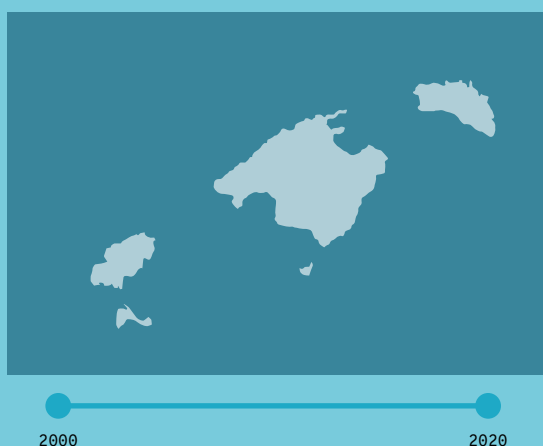
Actualment coexisteixen diverses iniciatives:

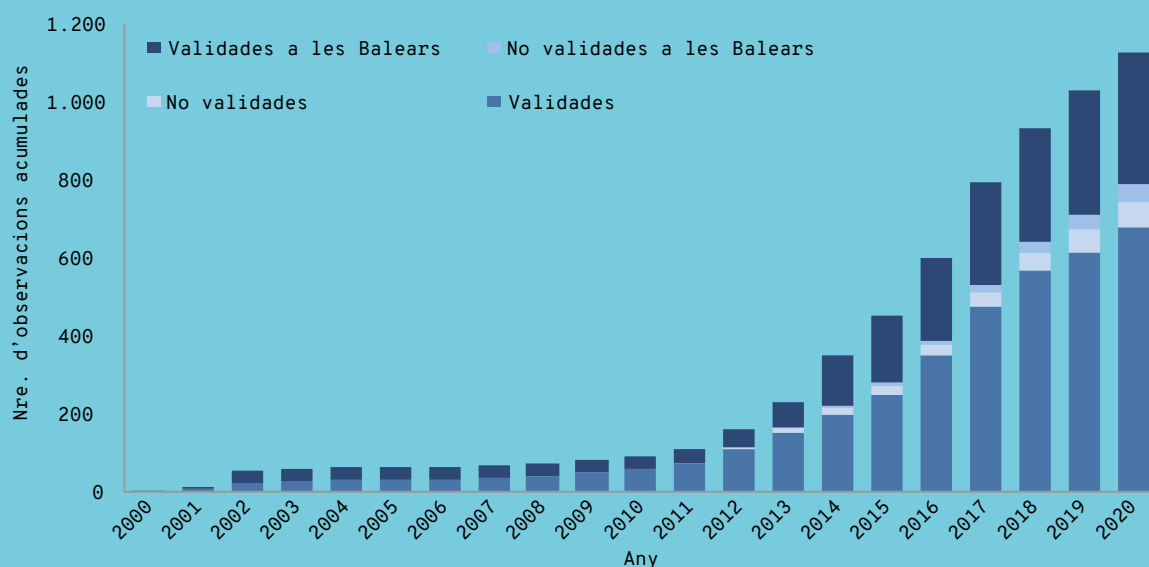
- La plataforma de ciència ciutadana marina Observadors del Mar (coordinada des de centres del Consell Superior d'Investigacions Científiques, CSIC).
- Projecte DAPER —Dades de Peixos Rars— del Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i el Servei de Recursos Marins de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació del Govern de les Illes Balears.
- Projecte BiodiBal, de la Universitat de les Illes Balears (UIB), mitjançant un conveni de col·laboració entre la UIB i Red Eléctrica de España.
- Projecte «Els ulls de la mar», iniciat l'any 2020 per l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM).

Presentem dades d'Observadors del Mar per ser la plataforma on hi ha una diversitat de dades més gran.² En versions futures de l'INFORME MAR BALEAR esperem poder incloure-hi dades de la resta d'iniciatives de ciència ciutadana marina.

Les dades sobre el nombre d'observacions es presenten d'acord amb el nombre d'observacions totals pujades a la plataforma (www.observadoresdelmar.es) i les observacions validades (verificades per experts que conformen els equips científics responsables de cada projecte després de ser pujades a la plataforma).

LOCALITZACIÓ





Nombre d'observacions acumulades, validades i sense validar de totes les àrees i de les Balears entre els anys 2000 i 2020. El total de la columna indica el nombre total d'observacions, i els colors n'indiquen la procedència (Balears, altres) o si han estat validades o no (veure llegenda). FONT: Observadors del Mar.²

RESULTATS

- Actualment, Observadors del Mar agrupa 15 projectes actius i té un equip de 98 investigadors de 46 institucions de 15 països diferents. Cada projecte compta amb una mitjana de 360 seguidors que participen activament en la recollida de dades i l'enviament d'observacions.
- S'han comptabilitzat un total de 11.345 observacions, de les quals 10.261 estan validades pels equips científics (el 90,4 %).
- A les Balears s'han fet 3.834 observacions, de les quals 3.401 estan validades. Per tant, el 33,8 % de les observacions totals i el 33,1 % de les observacions validades s'han produït en aigües balears.
- El nombre d'observacions totals per any va assolir el màxim l'any 2017, amb 1.975 observacions. Per a les Balears, l'any amb més observacions va ser el 2014, amb 673 observacions, que representen un 56,5 % del total; és a dir, l'any 2014
- més de la meitat de les observacions es van fer en aigües balears.
- Un total de 1.846 observacions validades s'han fet en zones que pertanyen a la Xarxa Natura 2000 de les Illes Balears entre els anys 2012 i 2020. De les observacions totals validades en àrees marines protegides (AMP), un 38,8 % s'ha fet a les Balears i el 60,8 % de les observacions validades de les Balears entre els anys 2012 i 2020 s'ha produït en AMP.
- A la plataforma Observadors del Mar hi ha observacions de 486 espècies: 243 peixos, 114 crustacis, 62 ocells, 24 grumers, 18 coralls, 18 algues, 5 plantes marines i 2 mol·luscos.
- Entre els anys 2011 i 2020 s'han publicat un total de 18 articles científics i s'han presentat 10 ponències a congressos científics com a resultat de les dades obtingudes en aquesta plataforma de ciència ciutadana.

REFERÈNCIES

¹ SERRANO SANZ, F. *et al.* (2014). «White Paper on Citizen Science for Europe». Socientize consortium; Universidad de Zaragoza; Zentrum für Soziale Innovation; Tecnar; Universidade Federal Campina Grande; Universidade de Coimbra, Museu da Ciência da Universidade de Coimbra. [en línia]. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/socientize_white_paper_on_citizen_science.pdf.

² GARRABOU, J. *et al.* (2021). «Observadores del Mar. Informe científico anual. LIFE IP INTEMARES. Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español». Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Proyecto LIFE IP INTEMARES.

D'altra banda, el Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i el Servei de Recursos Marins de la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació del Govern de les Illes Balears varen iniciar l'any 2015 el projecte DAPERÀ (Dades de Peixos Rars).

La Universitat de les Illes Balears (UIB) també treballa amb ciència ciutadana (sobretot amb dades d'àmbit terrestre) al projecte BiodiBal, nascut l'any 2017 mitjançant un conveni de col·laboració entre la UIB i Red Eléctrica de España.

L'any 2020, l'OBSAM —Observatori Socioambiental de Menorca—, amb el projecte «Els ulls de la mar» ha llançat una petició a la ciutadania perquè ajudi a detectar les pressions o amenaces possibles que es poden trobar a la mar. Cal destacar que aquest projecte ja estableix sinergies amb Observadores del Mar en alguns dels seus projectes específics.

De les iniciatives citades, on hi ha més diversitat de dades (pel que fa a rang temporal, diferents espècies i projectes) és a Observadors del Mar. Per això iniciem aquest indicador amb les seves dades amb la intenció d'anar sumant informació d'altres projectes en les properes edicions de l'INFORME MAR BALEAR.

METODOLOGIA

La plataforma de ciència ciutadana marina Observadors del Mar proposa reptes i proporciona protocols científics directes i senzills per poder respondre preguntes i apropar la ciència a la ciutadania. Actualment agrupa 15 projectes actius amb el seu equip científic expert i amb diferents objectius i reptes. Qualsevol persona hi pot participar, donar-se d'alta a la plataforma (www.observadoresdelmar.es), triar un o més projectes i pujar una observació. Cada observació aporta les següents dades: posició geogràfica, fotografia, data, tipus d'esdeveniment, profunditat i atributs específics i de context de cada projecte (com per exemple, observació de floració, nivell de mortalitat, abundància de fems, tipus d'hàbitat, etc.). El control de qualitat de la base de dades generada està garantit pels equips científics responsables de cada projecte, encarregats de verificar totes les observacions pujades a la plataforma. Quan una observació ha estat verificada per l'equip científic responsable, es considera una observació validada.

La ciutadania genera recollida de dades (observacions) a nivell individual o col·lectiu (centres o clubs de busseig, organitzacions ambientals, clubs nàutics, entre d'altres) després d'haver-se registrat a la pàgina web i haver pujat una observació tot omplint les fitxes disponibles de cada projecte.

Aquí presentem dades d'indicadors referits a l'activitat d'aquesta plataforma, aportades per l'equip de coordinació d'Observadors del Mar i que s'extreuen del seu informe científic anual del 2020.²

En el següent apartat s'inclouen resultats sobre: nombre de projectes; nombre d'observacions (totals, validades); nombre d'observacions en àrees marines protegides (AMP) de les Illes Balears; nombre d'espècies objecte de seguiment i l'impacte científic, nombre de publicacions científiques i de presentacions a congressos científics. En els resultats del nombre d'observacions no s'inclouen les del projecte Microplastic Watchers, per tractar-se de mostratges i no ser comparables amb les observacions de la resta de projectes.

Pel que fa al nombre d'observacions per any, cal destacar que hi pot haver dades anteriors a l'inici del projecte. Això passa perquè a la plataforma d'Observadors del Mar és possible pujar-hi informació de qualsevol any, de manera que pot nodrir-se d'observacions anteriors a la data d'inici del projecte.

RESULTATS

1. Nombre de projectes

Al gener de 2021, Observadors del Mar té un equip de 98 investigadors que pertanyen a 46 institucions de 15 països, 22 d'elles espanyoles i 24 institucions estrangeres.² Actualment, agrupa 15 projectes actius amb el seu equip científic expert i diferents objectius i reptes:

1. Alerta meduses
2. Algues invasores
3. Atenció coralls!
4. Ocells marins
5. Brossa marina
6. Crustacis decàpodes
7. Deserts submarins
8. Família singnàtids
9. Microplastic Watchers
10. Nacres
11. Peixos exòtics
12. Peixos mediterranis
13. Peixos i escalfament
14. Praderies marines en reproducció
15. Taurons i rajades

Cada projecte actiu té una mitjana de 360 seguidors que participen activament en la recollida de dades i l'enviament d'observacions.²

2. Nombre d'observacions (totals i validades)

El nombre total d'observacions és de 11.345, de les quals 10.261 estan validades (verificades) pels equips científics (taula 1). Aquests valors no inclouen resultats del projecte Microplastic Watchers per no ser comparable amb la resta de projectes. D'aquestes observacions, 3.834 s'han fet a les Illes Balears, de les quals 3.401 estan validades. Això implica que el 33,8 % de les observacions totals i el 33,1 % de les observacions validades s'han produït a la mar Balear.

Taula 1. Nombre d'observacions totals (Obs. totals), observacions validades (Obs. validades), observacions totals a les Balears (Obs. a les Balears), observacions validades a les Balears (Obs. validades a les Balears) i percentatge d'observacions totals (% obs. totals) i validades (% obs. validades) fetes a les Illes Balears per projecte. FONT: Observadors del Mar.

| Projecte | Obs. totals | Obs. validades | Obs. a les Balears | Obs. validades a les Balears | % obs. totals | % obs. validades |
|----------------------|---------------|----------------|--------------------|------------------------------|---------------|------------------|
| Alerta meduses | 1.451 | 1.281 | 270 | 246 | 18,6 | 19,2 |
| Algues invasores | 670 | 637 | 374 | 348 | 55,8 | 54,6 |
| Atenció coralls! | 799 | 720 | 230 | 209 | 28,8 | 29,0 |
| Ocells marins | 1.059 | 1.059 | 376 | 373 | 35,5 | 35,2 |
| Brossa marina | 234 | 195 | 77 | 59 | 32,9 | 30,3 |
| Crustacis decàpodes | 2.469 | 2.039 | 995 | 725 | 40,3 | 35,6 |
| Deserts submarins | 149 | 145 | 10 | 10 | 6,7 | 6,9 |
| Família singnàtids | 343 | 338 | 97 | 96 | 28,3 | 28,4 |
| Projecte nacres | 524 | 447 | 222 | 192 | 42,4 | 43,0 |
| Peixos exòtics | 274 | 272 | 14 | 14 | 5,11 | 5,1 |
| Peixos mediterranis | 3.044 | 2.811 | 1.090 | 1.050 | 35,8 | 37,4 |
| Praderies marines | 259 | 256 | 79 | 79 | 30,5 | 30,9 |
| Peixos i escalfament | 70 | 61 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| TOTAL | 11.345 | 10.261 | 3.834 | 3.401 | 33,8 | 33,1 |

El projecte amb un nombre més gran d'observacions a les Balears és el de peixos mediterranis, amb un total de 1.090 observacions —que representen un 35,8 % del total d'observacions—, seguit pel de crustacis decàpodes, amb 995 —40,3 % de les observacions totals— (taula 1, figura 2).

El projecte amb més pes de les observacions fetes a les Balears és el d'algues invasores, on més de la meitat d'observacions s'han fet en les seves aigües —en concret, el 55,8 % de les observacions— (taula 1, figures 1 i 2).

S'analitzen les observacions des de l'any 2000 (taula 2), per la qual cosa hi ha observacions anteriors a l'inici de projectes concrets o fins i tot a l'inici de la plataforma (2012). Això passa perquè l'eina web permet pujar informació de qualsevol any, per tal que no es perdin dades guardades de moments anteriors al de pujar una observació a la pàgina web. El nombre d'observacions totals per any ha variat entre 16 l'any 2005, quan la plataforma encara no s'havia iniciat, i 1.975 l'any 2017 (taula 2, figures 1 i 3). Per a les Balears, l'any amb el nombre més gran d'observacions va ser el 2014, amb 673 observacions, que representen un 56,5 % del total; és a dir: l'any 2014 més de la meitat d'observacions es

varen fer en aigües balears (taula 2, figures 2 i 4). Aquest pes específic de les Balears aquell any és remarcable, ja que en aquesta plataforma es recullen dades de 28 països diferents, sobretot —tot i que no exclusivament— de la Mediterrània. El 87 % d'observacions a les que es pot assignar un país (10.260 observacions que no s'han fet en aigües internacionals) provenen de l'Estat espanyol. Altres països amb un nombre considerable d'observacions són Itàlia, França, Grècia, Turquia, el Líban i Xipre.

La mitjana d'observacions per projecte és de 873 observacions, i el projecte amb més quantitat d'observacions, 3.044, és el de peixos mediterranis (taula 1, figura 1). Per al càlcul d'aquestes dades es varen considerar només 14 projectes, ja que el projecte de taurons i rajades es va activar els darrers dies de l'any 2020 i, per tant, no es va incloure en les anàlisis.

3. Nombre d'observacions en àrees marines protegides

La plataforma ciutadana Observadors del Mar ha recopilat un total de 4.760 observacions validades dins d'àrees marines protegides (AMP) de la Xarxa Natura 2000 entre els anys 2012 i 2020. D'aquestes,

Taula 2. Nombre d'observacions totals (Obs. totals), observacions totals a les Balears (Obs. a les Balears), percentatge d'observacions totals fetes a les Balears (% Obs. totals a les Balears), observacions validades totals (Obs. validades totals) i observacions validades a les Balears (Obs. validades a les Balears) per anys. FONT: Observadors del Mar.

| Any | Obs. totals | Obs. a les Balears | % Obs. Totals a les Balears | Obs. validades totals | Obs. Validades a les Balears |
|------|-------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 2000 | 19 | 0 | 0,0 | 19 | 0 |
| 2001 | 111 | 65 | 58,6 | 111 | 65 |
| 2002 | 391 | 231 | 59,1 | 391 | 231 |
| 2003 | 60 | 21 | 35,0 | 60 | 21 |
| 2004 | 30 | 2 | 6,7 | 30 | 2 |
| 2005 | 16 | 0 | 0,0 | 16 | 0 |
| 2006 | 26 | 4 | 15,4 | 26 | 4 |
| 2007 | 27 | 3 | 11,1 | 24 | 3 |
| 2008 | 62 | 3 | 4,8 | 62 | 3 |
| 2009 | 71 | 6 | 8,5 | 71 | 6 |
| 2010 | 113 | 11 | 9,7 | 111 | 11 |
| 2011 | 152 | 22 | 14,5 | 149 | 17 |
| 2012 | 510 | 86 | 16,9 | 472 | 81 |
| 2013 | 720 | 224 | 31,1 | 632 | 211 |
| 2014 | 1191 | 673 | 56,5 | 1.080 | 629 |
| 2015 | 1033 | 485 | 47,0 | 966 | 450 |
| 2016 | 1439 | 373 | 25,9 | 1.368 | 349 |
| 2017 | 1.975 | 626 | 31,7 | 1.801 | 545 |
| 2018 | 1.384 | 366 | 26,4 | 1.205 | 301 |
| 2019 | 958 | 367 | 38,3 | 725 | 251 |
| 2020 | 987 | 266 | 27,0 | 880 | 221 |

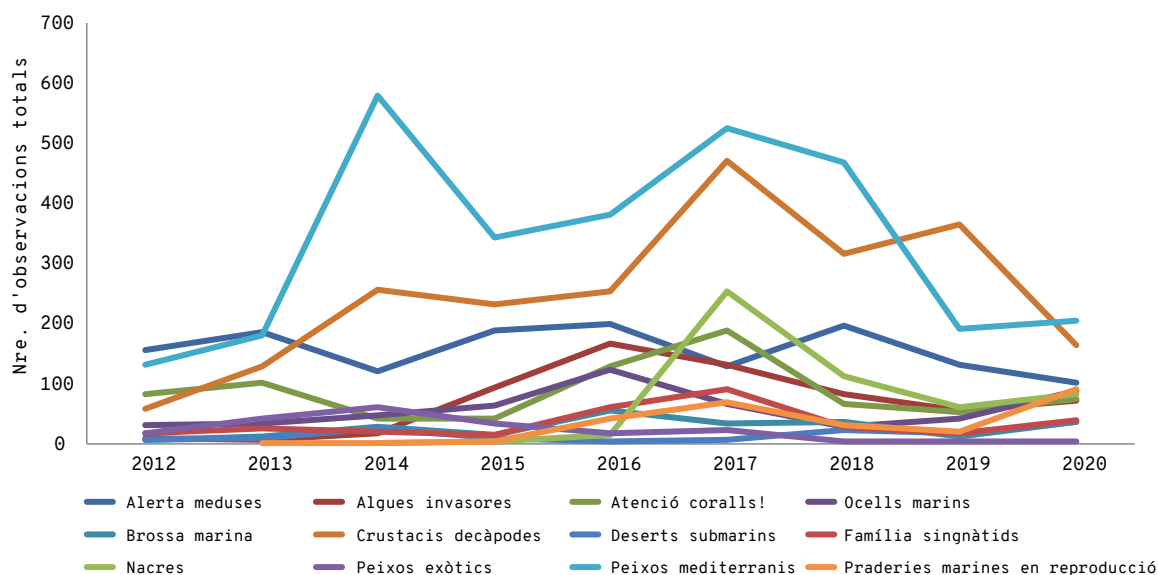


Figura 1. Nombre d'observacions totals per projecte i any entre 2012 i 2020. FONT: Observadors del Mar.²

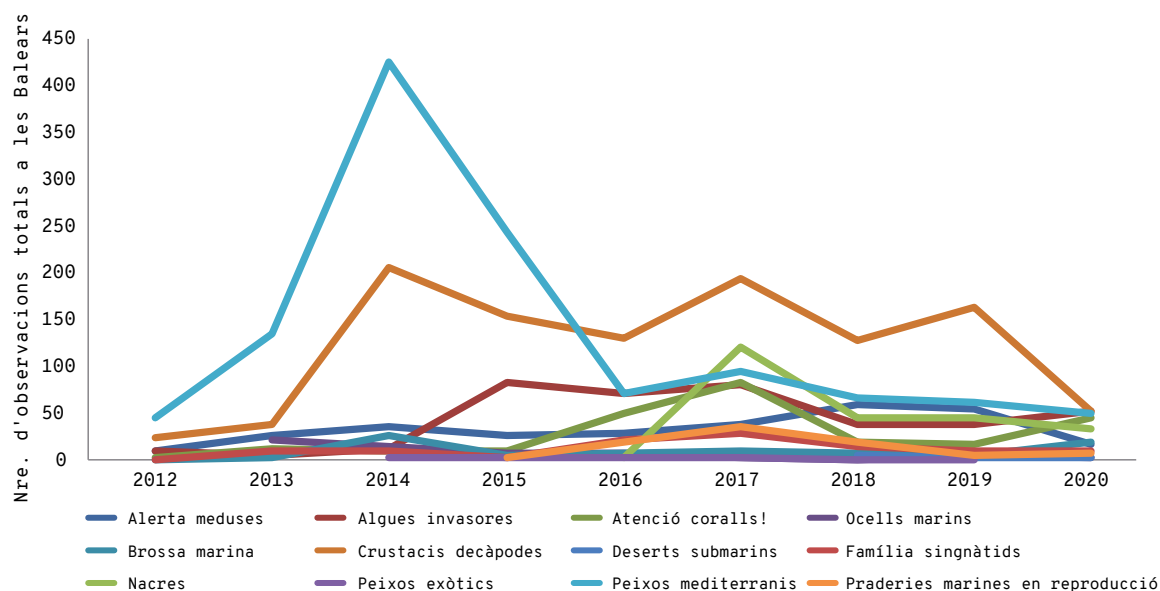


Figura 2. Nombre d'observacions totals a les Balears per projecte i any entre 2012 i 2020. FONT: Observadors del Mar.

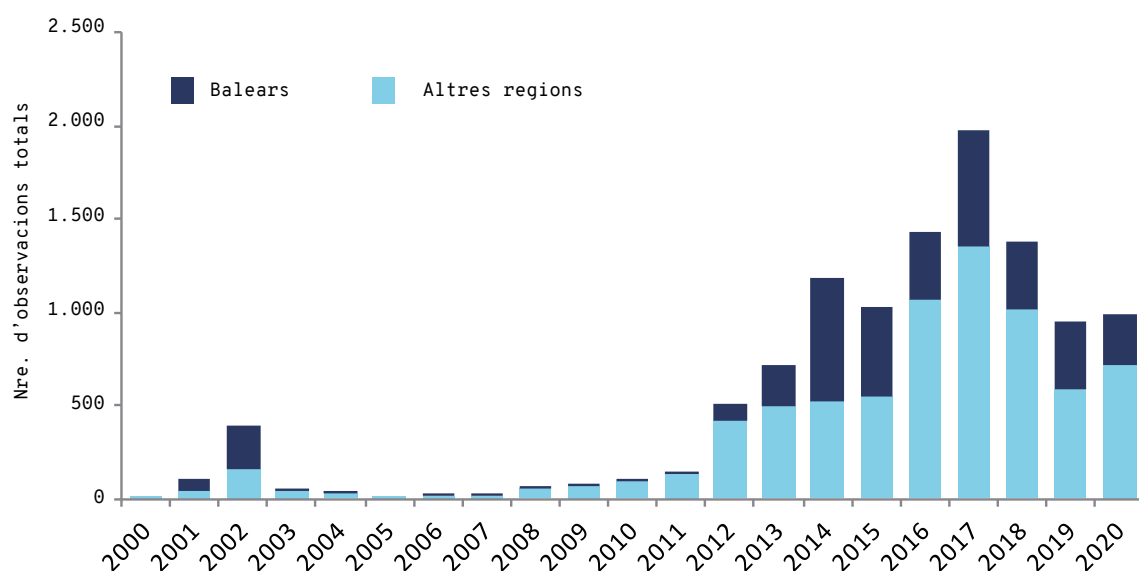


Figura 3. Nombre d'observacions totals per al conjunt d'observacions i per a les Balears (de color blau fosc) entre els anys 2000 i 2020. FONT: Observadors del Mar.

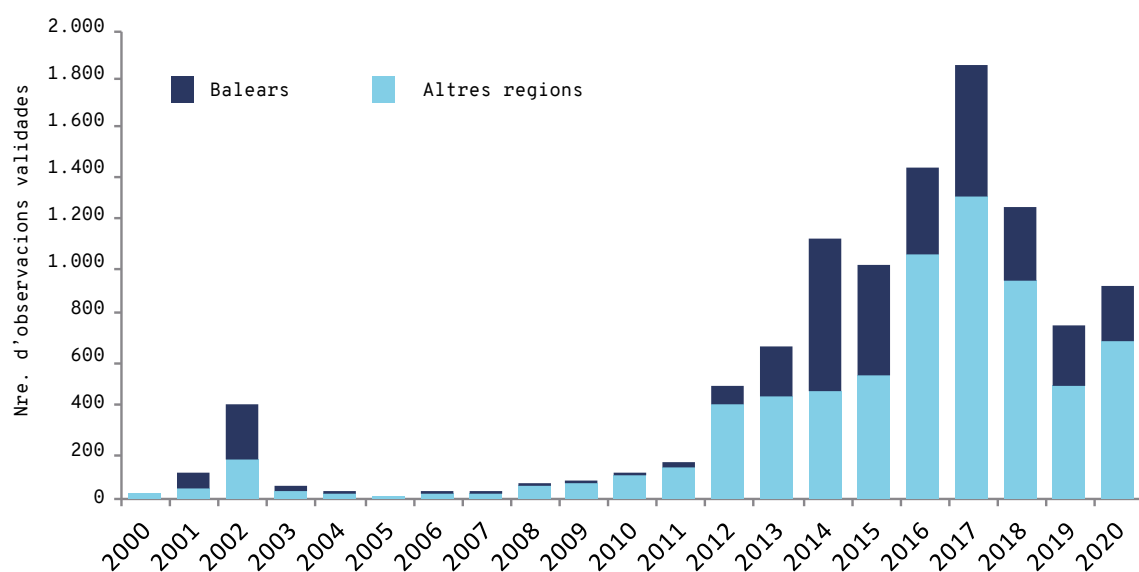


Figura 4. Nombre d'observacions validades per al conjunt d'observacions i per a les Balears (de color blau fosc) entre els anys 2000 i 2020. FONT: Observadors del Mar.²

Taula 3. Nombre d'observacions validades fetes en àrees marines protegides de la Xarxa Natura 2000 (RN2000) de les Illes Balears entre els anys 2012 i 2020. FONT: Observadors del Mar.²

| Figura | Nom de l'espai RN2000 | Nombre d'observacions |
|--------|--|-----------------------|
| ZEPA | Espai marí del ponent de Mallorca | 856 |
| LIC | Badies de Pollença i Alcúdia | 129 |
| LIC | Canal de Menorca | 124 |
| LIC | Sa Dragonera | 98 |
| LIC | Arxipèlag de Cabrera | 77 |
| LIC | Costa de Llevant | 77 |
| LIC | Ses Salines d'Eivissa i Formentera | 56 |
| ZEPA | Espai marí del nord de Mallorca | 48 |
| LIC | Cap Enderrocat - Cap Blanc | 47 |
| LIC | Costa oest d'Eivissa | 34 |
| LIC | Illots de Ponent d'Eivissa | 26 |
| LIC | Àrea marina del nord de Menorca | 25 |
| LIC | Àrea marina del sud de Ciutadella | 25 |
| LIC | Muntanyes d'Artà | 22 |
| LIC | Àrea marina de Tagomago | 20 |
| LIC | Cap Llentrisca - sa Talaia | 20 |
| ZEPA | Espai marí del llevant d'Eivissa | 19 |
| LIC | Àrea marina Punta Prima - Illa de l'Aire | 16 |
| LIC | S'Estaca - Punta de Deià | 13 |
| ZEPA | Espai marí del sud de Mallorca i Cabrera | 12 |
| ZEPA | Espai marí del nord i oest de Menorca | 11 |
| LIC | Portocolom | 10 |
| LIC | De cala de Llucalari a cales Coves | 9 |
| ZEPA | Espai marí de Formentera i del sud d'Eivissa | 9 |
| LIC | Punta Redona - Arenal d'en Castell | 9 |
| LIC | S'Albufera des Grau | 8 |
| LIC | Àrea marina de Platja de Migjorn | 6 |
| LIC | Costa des Amunts | 4 |
| LIC | D'Addaia a S'Albufera | 4 |
| LIC | Sa Costera | 4 |
| LIC | Àrea marina de cala Saona | 3 |
| LIC | Cap Vermell | 3 |
| LIC | Port des Canonge | 3 |
| LIC | Des Alocs a Fornells | 2 |
| LIC | La Trapa | 2 |
| ZEPA | Muleta | 2 |
| ZEPA | Sa Foradada | 2 |
| ZEPA | Àrea marina Cap de Cala Figuera | 1 |
| ZEPA | Àrea marina Costa de Llevant | 1 |
| LIC | Bàltx | 1 |
| LIC | Cala Figuera | 1 |
| LIC | Cap de Barbaria | 1 |

| Figura | Nom de l'espai RN2000 | Nombre d'observacions |
|--------|---|-----------------------|
| LIC | De s'Albufera a la Mola | 1 |
| LIC | Es Vedrà - es Vedranell | 1 |
| ZEP | Espai marí del ponent i nord d'Eivissa | 1 |
| LIC | Punta de n'Amer | 1 |
| LIC | Son Real | 1 |
| LIC | Tagomago | 1 |
| | TOTAL obs. validades RN2000 Balears | 1.846 |
| | % del total d'observacions en RN2000 | 38,8 |

1.846 observacions es refereixen a AMP de les Illes Balears (Taula 3). Per tant, de les observacions a AMP validades, un 38,8 % s'han fet a les Balears. De les observacions de les Balears fetes entre els anys 2012 i 2020, més de la meitat (el 60,8 %) s'han produït en àrees marines protegides.

4. Nombre d'espècies per grup taxonòmic

El nombre total d'espècies registrades en observacions de la plataforma Observadors del Mar és de 486, que pertanyen a 335 gèneres. El nombre més gran d'espècies correspon als peixos, amb 243 espècies, mentre que el grup amb menys representació són els mol·luscos, amb 2 espècies (nacre i nacre de roca). Alguns grups taxonòmics no estan recollits a la plataforma, com els cetacis i els rèptils.

Taula 4. Nombre d'espècies de les que hi ha observacions a la plataforma de ciència ciutadana marina Observadors del Mar per grans grups taxonòmics. FONT: Observadors del Mar.²

| GRUP | NRE. D'ESPÈCIES |
|-----------------|-----------------|
| Peixos | 243 |
| Ocells | 62 |
| Coralls | 18 |
| Grumers | 24 |
| Crustacis | 114 |
| Plantes marines | 5 |
| Mol·luscos | 2 |
| Algues | 18 |
| Total | 486 |

5. Impacte científic: nombre de publicacions i nombre de presentacions a congressos

Una de les maneres de mesurar l'impacte científic de la plataforma de ciència ciutadana Observadors del Mar es quantificar el nombre de publicacions científiques i de presentacions a congressos.

Taula 5. Nombre de publicacions científiques (Nre. publicacions) i de presentacions a congressos científics (Nre. presentacions a congressos) derivades de dades obtingudes per la plataforma de ciència ciutadana Observadors del Mar. FONT: Observadors del Mar.²

| ANY | Nre. publicacions | Nre. presentacions a congressos |
|------|-------------------|---------------------------------|
| 2020 | 5 | 1 |
| 2019 | 2 | 2 |
| 2018 | 4 | 1 |
| 2017 | 2 | 1 |
| 2016 | 1 | 5 |
| 2015 | 2 | |
| 2014 | 0 | |
| 2013 | 1 | |
| 2012 | 0 | |
| 2011 | 1 | |

Entre els anys 2011 i 2020 s'han registrat un total de 18 publicacions científiques derivades de la plataforma Observadors del Mar. S'observa una tendència a l'augment del nombre de publicacions al llarg del temps, arribant a 5 publicacions l'any 2020 (taula 5).²

Entre els anys 2016 i 2020 s'han fet un total de 10 presentacions a congressos derivades d'Observadors del Mar. Hi va haver un màxim de 5 presentacions l'any 2016, mentre que la resta d'anys s'han mantingut en valors d'1 o 2 presentacions anuals (taula 5).²

CONCLUSIONS

→ S'han fet un total de 11.345 observacions, de les quals 10.261 estan validades pels equips científics. Un total de 3.834 observacions s'han fet a les Illes Balears, de les quals 3.401 estan validades. Per tant, el 33,8 % de les observacions totals i el 33,1 % de les observacions validades s'han produït en aigües de les Balears.

→ S'han recollit 4.760 observacions validades en àrees marines protegides (AMP) de la Xarxa Natura 2000. D'aquestes observacions, 1.846 es refereixen a AMP de les Illes Balears. De les observacions validades en AMP, un 38,8 % s'ha fet a les Balears; el 60,8 % de les observacions validades de les Balears entre els anys 2012 i 2020 s'han produït en àrees marines protegides.

- Els diferents projectes recullen observacions d'un total de 486 espècies: 243 peixos, 114 crustacis, 62 ocells, 24 meduses, 18 coralls, 18 algues, 5 plantes marines i 2 mol·luscos.
- L'impacte científic de les dades recollides per la plataforma de ciència ciutadana marina Observadors del Mar es pot mesurar amb el nombre de publicacions i presentacions a congressos científics, que ha estat de 18 articles científics i 10 presentacions, respectivament, entre els anys 2011 i 2020.

REFERÈNCIES

¹ SERRANO SANZ, F. *et al.* (2014). «White Paper on Citizen Science for Europe». Socientize consortium; Universidad de Zaragoza; Zentrum für Soziale Innovation; Tecnara; Universidade Federal Campina Grande; Universidade de Coimbra, Museu da Ciência da Universidade de Coimbra. [en línia]. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/socientize_white_paper_on_citizen_science.pdf.

² GARRABOU, J. *et al.* (2021). «Observadores del Mar. Informe científico anual. LIFE IP INTEMARES. Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español». Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Proyecto LIFE IP INTEMARES.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARAMBIO, M.; ESPEJA, S.; GARRABOU, J. (2021) «Ciència ciutadana marina». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalear.org/ca/resposta-social/imb-ciencia-ciudadana-marina-cat.pdf>>.

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:

Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Servei de Coordinació de Neteja de Litoral (ABAQUA),
Montserrat Compa, Carme Alomar i Salud Deudero.

Nombre d'embarcacions de neteja de litoral i abundància de residus flotants recollits a la mar

Es defineix com a residu marí «qualsevol material sòlid persistent (manufacturat o processat) que acaba sent descartat, depositat o abandonat a l'ambient marí i costaner» (Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient).

Aquests residus afecten negativament les espècies i els hàbitats marins.¹ Per exemple, els plàstics suposen una de les amenaces més grans per a la biodiversitat, ja que causen degeneracions fisiològiques i biològiques en els organismes marins per ingestió i/o impactes físics externs. A més, ja s'ha demostrat la incorporació dels plàstics a la cadena alimentària,² i les repercussions d'aquest fet són objecte d'estudi.

No només els plàstics tenen efectes negatius sobre els organismes marins, sinó que també s'han de considerar els contaminants que s'afegeixen a aquestes partícules durant el procés de fabricació o els que s'hi absorbeixen o adhereixen en el medi marí,³ que poden causar disrupcions endocrines, danys cel·lulars, alteracions histològiques i tumors.⁴

Es té constància que el 80 % dels fems marins tenen un origen terrestre (ciutats i rius), mentre que el 20 % restant prové d'activitats relacionades amb la mar com ara la pesca, l'aqüicultura i el transport marítim, entre d'altres.⁵ No obstant això, els corrents, la hidrografia i el clima poden transportar els fems a zones allunyades de la font d'origen.⁶ Al litoral balear s'han identificat zones més propenses a l'acumulació de residus i zones aparentment sense residus, en funció dels vents i dels corrents superficials oceànics.⁷ Actualment, es dediquen esforços d'investigació a monitorar els patrons de distribució dels residus marins a la mar Balear. Un estudi sobre els patrons espaciotemporals de residus flotants recollits en aigües costaneres de les Illes Balears durant onze anys n'ha demostrat una distribució heterogènia, amb concentracions més grans al litoral

balear principalment durant el mes d'agost.⁸ Addicionalment, s'ha observat que les condicions de mar en calma faciliten la recollida i el monitoratge dels residus marins flotants.

Encara que la solució directa a la contaminació marina rau en les bones pràctiques de la societat en matèria de gestió de residus, el sistema de recollida de residus flotants amb embarcacions és altament efectiu a l'hora de llevar contaminants del litoral balear,⁸ i contribueix a pal·liar els diversos impactes marins que originen.

METODOLOGIA

L'any 2004, l'Administració balear va iniciar un pla pioner de neteja del litoral a la Mediterrània anomenat Coordinació de Neteja del Litoral (CNL) i gestionat per l'Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA) del Govern de les Illes Balears. L'equip de CNL s'encarrega del sistema de recollida de residus flotants mitjançant embarcacions per millorar la qualitat i l'aspecte de les platges i la mar balears. L'any 2019, l'equip disposa de devers 40 persones i 30 vaixells de recollida de residus.

Els anys 2015, 2018 i 2019, la temporada de recollida s'ha ampliat del 15 de maig al 30 de setembre, mentre que la resta d'anys es duia a terme de juny a setembre. Entre els anys 2004 i 2007, el nombre d'embarcacions es reforçava durant els mesos de juliol i agost.

Els residus es classifiquen en sis categories: olis (gasol, quitrà, neteja de sentines), matèria orgànica

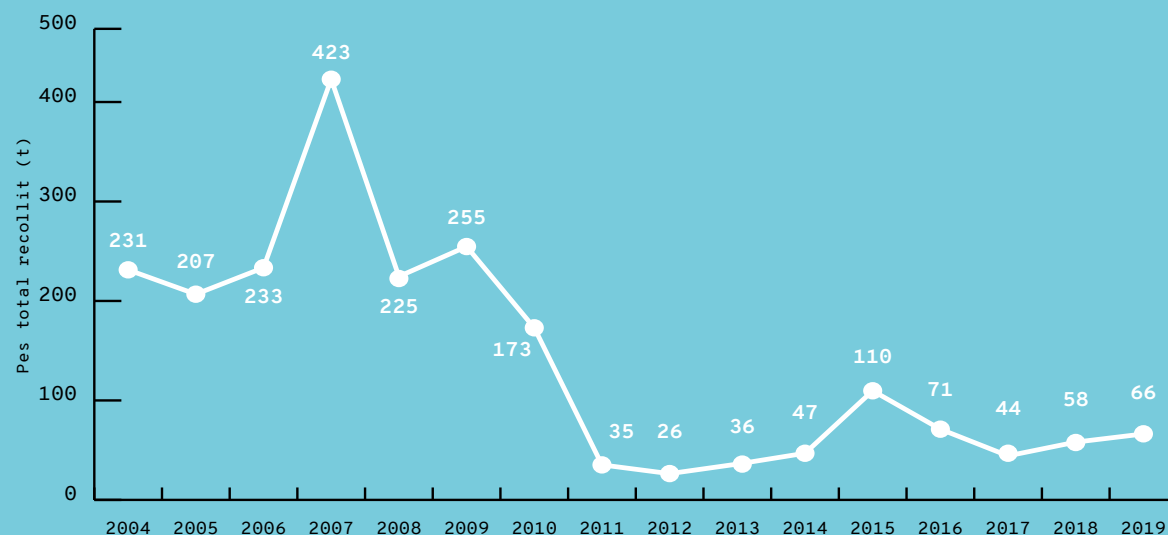
QUÈ ÉS?

El servei d'embarcacions de recollida de residus flotants és un pla pioner al litoral balear que s'encarrega de pesar i classificar els materials que replega durant la temporada d'estiu. Els residus es pesen i es classifiquen en les categories següents: plàstics, fustes, vegetació, matèria orgànica i altres.

METODOLOGIA

Des de l'any 2004, el servei de Coordinació de Neteja de Litoral (CNL) de l'ens públic ABAQUA (Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental) s'encarrega de recollir residus flotants del litoral balear entre els mesos de maig i setembre.

L'equip es compon de diferents tipus d'embarcacions en funció de la capacitat de recollida (de més a menys: de litoral, de semilitoral i de platja), la qual cosa condiona la quantitat total de residus que es pot recollir. L'any 2019 hi ha a les Illes Balears 26 embarcacions de platja (recullen residus a primera línia de mar) i 4 embarcacions de semilitoral (més ràpides que les anteriors).



Evolució temporal de la quantitat de residus flotants recollits a totes les Illes Balears per les embarcacions de neteja de litoral. FONT: CNL (ABAQUA).

RESULTATS

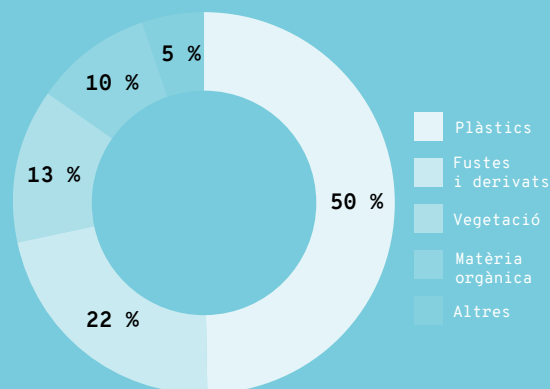
Des del 2004 fins al 2019, el servei de CNL ha recollit 2.240 t de residus, la qual cosa suposa una mitjana de 140 t l'any. Aquestes quantitats recollides no són homogènies al llarg dels anys, ja que la quantitat disminueix notablement a partir del 2011 (≤ 110 t) a causa de l'eliminació de les embarcacions de litoral.

En la temporada del 2019, 30 embarcacions de neteja han recollit un total de 66 t de residus flotants: 42 t a Mallorca, 13 t a Menorca, 10 t a Eivissa i 2 t a Formentera. La meitat de la quantitat en pes recollida del litoral balear és plàstic. Els segueixen fustes i derivats (22 %), vegetació (13 %), matèria orgànica (10 %) i altres. No s'han recollit quantitats significatives d'olis (0,1 %).

PER QUÈ?

La informació sobre el nombre d'embarcacions de neteja de litoral i la quantitat en pes i tipus de material recollit permet fer un seguiment dels residus marins que se solen trobar a la mar Balear. L'extracció d'aquests residus és molt important, ja que generen uns impactes mediambientals i econòmics negatius (especialment en el sector pesquer i turístic). Aquestes dades contribueixen a definir millores en la gestió dels residus marins i a conèixer-ne millor els models de distribució al litoral balear.

LOCALITZACIÓ



Percentatge en pes dels tipus de residus del litoral balear recollits per les 30 embarcacions operatives de l'any 2019. FONT: CNL (ABAQUA).



Figura 1. Imatge d'embarcació de litoral (Pelicà) recollint residus. FONT: CNL (ABAQUA).

(grumers, restes d'animals i aliments), fustes (trunks naturals, palets, taulons i derivats), vegetació (fulles, fruits o restes de *Posidonia oceanica* mesclats amb material orgànic o plàstic), plàstics (botelles, bosses, fragments) i altres.

Les embarcacions de recollida es propulsen amb gas propà i càrrega solar. Hi ha tres tipus d'embarcacions, en funció de la mida que tinguin, que han anat variant al llarg dels anys, la qual cosa afecta la quantitat de residus i la zona des d'on es recullen:

- 1) Embarcacions de platja o de tipus Viroto (2004-2019): petites i capacitades per recollir residus acumulats a primera línia de mar. Formen la major part de la flota.
- 2) Embarcacions de litoral, de tipus Pelicà (2004-2010) o de tipus Esquit (2009-2010): tenen una eslora de 10 m o més i dos tripulants. Estan capacitades per fer feina mar endins i coincideixen amb les embarcacions de platja a les zones de costa.
- 3) Embarcacions de semilitoral (2017-2019): eslora de 6-9 m i un sol tripulant (Minipelicà, Viroto, Corb Marí). Actuen a primera línia de costa, però són més ràpides que les de platja, la qual cosa permet fer més desplaçaments en menys temps.

RESULTATS

Per poder comparar les dades entre anys s'han de considerar les variacions en el tipus i la quantitat d'embarcacions, ja que això condiciona la quantitat total de pes recollida cada any (taula 2). Entre els anys 2004 i 2010 operaven barques de platja i de li-

toral; entre els anys 2011 i 2016 —que coincideixen amb el període de crisi econòmica—, únicament es disposava de barques de neteja de platja, i entre els anys 2017 i 2019 es torna a disposar de les barques de platja i de semilitoral.

El pes de recollida total per any mostra una tendència de decreixement en la quantitat de residus flotants recollits (figura 2). Això es deu a dos motius principals: (i) una disminució d'embarcacions del servei (entre 37 i 40 embarcacions durant el període de 2004-2010) i (ii) l'eliminació de la flota de litoral l'any 2011 (taula 1, figura 2).

L'any 2007, a causa de l'enfonsament del vaixell *Don Pedro* a Eivissa, es mostra el pes més gran de residus recollits per abocaments d'oli. La disminució en la quantitat de residus recollits a partir de l'any 2011 es manifesta clarament com a resposta de l'eliminació de les embarcacions de litoral (Pelicà). L'any 2015 s'observa un increment en la quantitat de residus recollida (110 t). Aquest augment va estar propiciat pel bon temps de vent tèrmic (conegut com a *embat*) al voltant de totes les Balears gairebé durant els cinc mesos de recollida. Això va fer augmentar la recollida de residus, ja que el servei de neteja va poder treballar més hores. Finalment, entre els anys 2018 i 2019 s'observa un lleuger augment gradual en la quantitat recollida, malgrat que el nombre d'embarcacions s'hagi reduït en 3, possiblement pel fet que s'han implantat les embarcacions de semilitoral (taula 1, figura 2).

El pes total de recollida de residus per illa disminueix a partir del 2011 fins a l'actualitat (figura 3), a causa de nou de la disminució del nombre d'embarcacions (taula 1). Mallorca redueix les recollides un 79 %; Menorca, un 73 %; Eivissa, un 80 % (el

NRE. D'EMBARCACIONS

| ANY | DE PLATJA | | | | | DE LITORAL | | | | | DE SEMILITORAL | | | | | Total |
|------|-----------|---------|---------|------------|-------|------------|---------|---------|------------|-------|----------------|---------|---------|------------|-------|-------|
| | Mallorca | Menorca | Eivissa | Formentera | Total | Mallorca | Menorca | Eivissa | Formentera | Total | Mallorca | Menorca | Eivissa | Formentera | Total | |
| 2004 | 10 | 5 | 4 | 2 | 21 | 8 | 3 | 3 | 1 | 15 | | | | | | 36 |
| 2005 | 12 | 6 | 5 | 2 | 25 | 8 | 3 | 3 | 1 | 15 | | | | | | 40 |
| 2006 | 12 | 6 | 5 | 2 | 25 | 8 | 3 | 3 | 1 | 15 | | | | | | 40 |
| 2007 | 12 | 6 | 5 | 2 | 25 | 8 | 3 | 3 | 1 | 15 | | | | | | 40 |
| 2008 | 11 | 5 | 5 | 2 | 23 | 9 | 3 | 3 | 1 | 16 | | | | | | 39 |
| 2009 | 11 | 5 | 5 | 2 | 23 | 9 | 3 | 4 | 1 | 17 | | | | | | 40 |
| 2010 | 11 | 5 | 5 | 2 | 23 | 9 | 3 | 4 | 1 | 17 | | | | | | 40 |
| 2011 | 12 | 5 | 4 | 2 | 23 | | | | | | | | | | | 23 |
| 2012 | 9 | 6 | 6 | 2 | 23 | | | | | | | | | | | 23 |
| 2013 | 9 | 6 | 6 | 2 | 23 | | | | | | | | | | | 23 |
| 2014 | 15 | 8 | 8 | 2 | 33 | | | | | | | | | | | 33 |
| 2015 | 15 | 8 | 8 | 2 | 33 | | | | | | | | | | | 33 |
| 2016 | 15 | 8 | 8 | 2 | 33 | | | | | | | | | | | 33 |
| 2017 | 13 | 6 | 6 | 1 | 26 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 30 |
| 2018 | 13 | 6 | 6 | 1 | 26 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 30 |
| 2019 | 13 | 6 | 6 | 1 | 26 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 30 |

Taula 2. Nombre d'embarcacions de recollida de residus per any (2004-2019) i per tipus (de platja, de litoral i de semilitoral). S'ha indicat el nombre màxim d'embarcacions en servei per temporada. FONT: CNL (ABAQUA).

valor encara és més alt a causa de l'abocament del 2007), i Formentera, un 72 %. L'illa que presenta una disminució més gran en la recollida de residus és Mallorca, que passa d'una mitjana de més de 100 t de residus recollits entre els anys 2004-2010 a una altra de menys de 50 t entre els anys 2011-2019 (a excepció de l'any 2015, en què es varen assolir les 65,3 t).

A Mallorca es recull més quantitat de residus, sobretot durant el període 2004-2010 (> 100 t), quan s'utilitzen les embarcacions de litoral, 8 embarcacions a Mallorca, 3 a Menorca i Eivissa i 1 a Formentera (figura 3, taula 1). A Mallorca es recull

una mitjana del 58 % del total recollit; a Menorca, el 20 %; a Eivissa, el 18 %, i a Formentera, el 4 %. Les excepcions s'observen l'any 2007, en què es varen recollir més residus del tipus olis a Eivissa a causa de l'enfonsament del vaixell *Don Pedro*. També s'observen dues altres excepcions a Eivissa els anys 2015 i 2016, en què supera el pes de recollida de Menorca.

Dades anuals des del 2004 mostren que, en general, el tipus de residu amb el percentatge més gran en pes és el plàstic, seguit del de fustes i derivats, vegetació, matèria orgànica, altres i olis (figura 4). L'excepció més gran té lloc l'any 2007, en què els

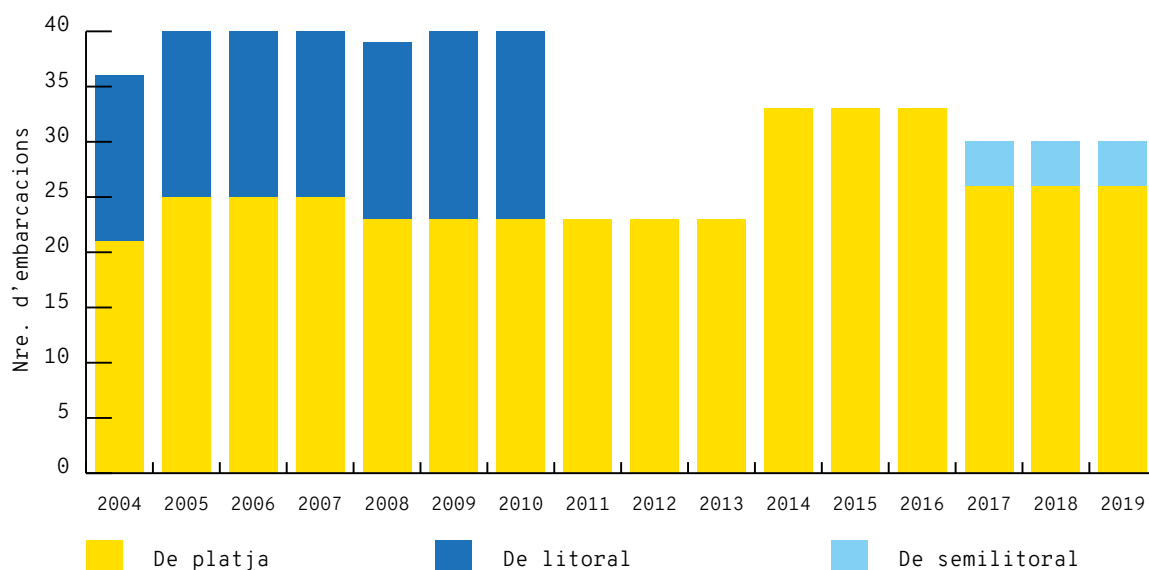


Figura 2. Pes total recollit en tones (línia taronja) i nombre d'embarcacions de neteja de litoral per tipus (de platja, de litoral i de semilitoral) entre els anys 2004-2019. FONT: CNL (ABAQUA).

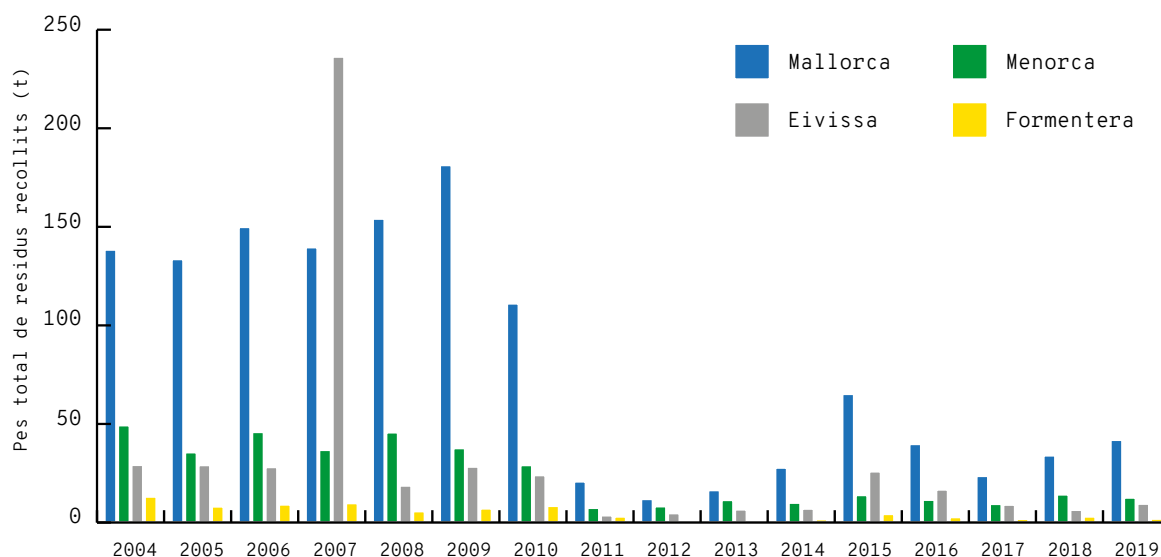


Figura 3. Pes total de recollida de residus flotants en tones per illa entre els anys 2004-2019. FONT: CNL (ABAQUA).

olis es converteixen en el residu més recollit a causa de l'enfonsament del vaixell *Don Pedro* a Eivissa. Des del 2015 fins al 2019, gairebé la meitat del percentatge en pes recollit és plàstic (49,6 %).

IMPLICACIONS POSSIBLES

Els residus marins tenen diverses implicacions per als ecosistemes marins. D'una banda, poden provocar que alguns organismes hi quedin embullats i es morin per ofegament; poden danyar ecosistemes fràgils com ara coralls o praderies de plantes marines; també poden ser vectors d'espècies invasores i, finalment, poden ser ingerits per animals marins.

A la mar Balear s'ha documentat la ingestió de microplàstics tant en espècies pelàgiques com demersals, amb uns valors mitjans que oscil·len entre $0 \pm 0,00$ i $3,75 \pm 0,25$ microplàstics/individu (taula 1).⁹⁻¹² No només la ingestió de plàstics és

una realitat en aquesta zona, sinó que s'ha observat l'activació de certs enzims, concretament el glutatíó-S-transferasa (GST), com a resposta d'espècies íctiques (peixos) a l'exposició de plàstics en el medi marí.¹² A més, hi ha prediccions d'exposició a la contaminació per plàstics que indiquen que la biodiversitat de la zona costanera d'aquestes illes està sotmesa a un risc més gran de contaminació per plàstics que altres zones de la Mediterrània.¹³

CONCLUSIONS

→ El tipus d'embarcació utilitzat en el servei de neteja de litoral condiciona la quantitat de tones de residus recollides anualment. Les embarcacions de litoral (Pelicà) són les més efectives, ja que es va recollir més pes de residus per any (173-423 t) durant els anys en què varen estar operatives (2004-2010). Posteriorment (2011-2019), la quantitat recollida no supera les 110 t anuals.

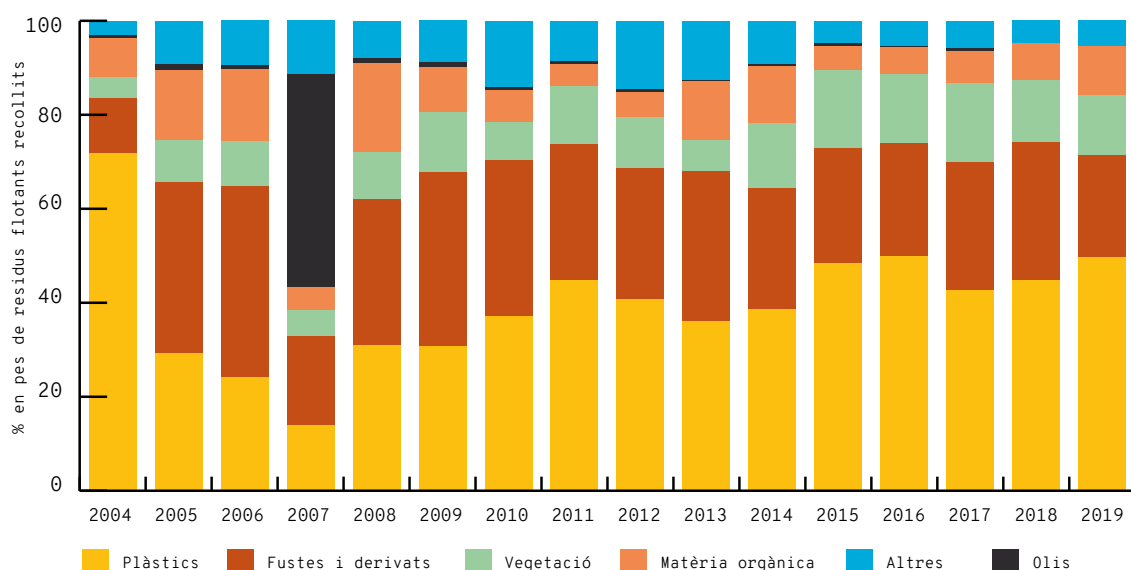


Figura 4. Percentatge en pes de residus flotants recollits per tipus (plàstics, fustes i derivats, vegetació, matèria orgànica, altres i olis) durant els anys 2004-2019. FONT: CNL (ABAQUA).

Taula 1. Ocurrencia i valor mitjà de microplàstics per individu trobats en sis espècies de peixos analitzades a la mar Balear amb la referència corresponent.

| Espècie | Nombre d'individus analitzats | Ocurrencia de microplàstics (%) | Ingestió de microplàstics | Referència |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|--|
| Boga (<i>Boops boops</i>) | 337/24 | 57,80/16,67 | 3,75 ± 0,25/0,33 ± 0,87 | Nadal <i>et al.</i> , 2016 ⁹ / Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰ |
| Moixina (<i>Galeus melastomus</i>) | 125 | 16,80 | 0,34 ± 0,07 | Alomar, Deudero, 2017 ¹¹ |
| Moll de roca (<i>Mullus surmuletus</i>) | 417 | 27,30 | 0,42 ± 0,04 | Alomar <i>et al.</i> , 2017 ¹² |
| Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>) | 7 | 14,29 | 0,14 ± 0,38 | Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰ |
| Seitó (<i>Engraulis encrasicolus</i>) | 24 | 0 | 0 | Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰ |

- El 2011 s'observa una reducció en la recollida de residus de totes les Balears a causa de la desaparició de les embarcacions de litoral de la flota.
- La quantitat de residus recollits per illa mostra que el servei recull de mitjana el 58 % dels residus a Mallorca, el 20 % a Menorca, el 18 % a Eivissa i el 4 % a Formentera.
- El component més gran dels residus recollits és el plàstic (~ 50 %), seguit de fustes i derivats (~ 30 %).

REFERÈNCIES

- ¹ DEUDERO, S.; ALOMAR, C. (2015). «Mediterranean marine biodiversity under threat: Reviewing influence of marine litter on species». *Marine Pollution Bulletin*, 98 (1-2), 58-68. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.012.
- ² FARRELL, P.; NELSON, K. (2013). «Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.)». *Environmental Pollution*, 177, 1-3.
- ³ ROCHMAN, C. M. *et al.* (2013). «Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress». *Nature, Scientific Reports*, 3 (3263). DOI: 10.1038/srep03263.
- ⁴ WRIGHT, S. L. *et al.* (2013). «The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review». *Environmental Pollution*, 178, 483-492.
- ⁵ JAMBECK, J. R. *et al.* (2015). «Plastic waste inputs from land into the ocean». *Science*, 347, 768-777. DOI: 10.1126/science.1260352.
- ⁶ LIUBARTSEVA, S. *et al.* (2019). «Are Mediterranean Marine Protected Areas sheltered from plastic pollution?». *Marine Pollution Bulletin*, 140, 579-587. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.022.

⁷ RUIZ-OREJÓN, L. F. *et al.* (2019). «Quarterly variability of floating plastic debris in the marine protected area of the Menorca Channel (Spain)». *Environmental Pollution*, 252, 1742-1754. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.06.063.

⁸ COMPA, M. *et al.* (2019). «Spatio-temporal monitoring of coastal floating marine debris in the Balearic Islands from sea-cleaning boats». *Marine Pollution Bulletin*, 141, 205-214. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.02.027.

⁹ NADAL, M. A. *et al.* (2016). «High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish bogue Boops boops (L.) around the Balearic Islands». *Environmental Pollution*, 214, 517-532. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.04.054.

¹⁰ RÍOS-FUSTER, B. *et al.* (2019). «Anthropogenic particles ingestion in fish species from two areas of the western Mediterranean Sea». *Marine Pollution Bulletin*, 144, 325-333. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.04.064.

¹¹ ALOMAR, C.; DEUDERO, S. (2017). «Evidence of microplastic ingestion in the shark Galeus melastomus Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea». *Environmental Pollution*, 223, 223-229. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.01.015.

¹² ALOMAR, C. *et al.* (2017). «Microplastic ingestion by Mullus surmuletus Linnaeus, 1758 fish and its potential for causing oxidative stress». *Environmental Research*, 159, 135-142. DOI: 10.1016/j.envres.2017.07.043.

¹³ COMPA, M. *et al.* (2019). «Risk assessment of plastic pollution on marine diversity in the Mediterranean Sea». *Science of The Total Environment*, 678, 188-196. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.355.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; SERVEI DE COORDINACIÓ DE NETEJA DE LITORAL (ABAQUA); COMPA, M.; ALOMAR, C.; DEUDERO, S. (2020) «Recollida de residus flotants». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *In-forme Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalear.org/ca/resposta-social/imb-residus-flotants-cat.pdf>>