



Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Memòria 2020



UNIVERSITAT DE
BARCELONA



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**



**Parc Natural
de Cap de Creus**



**Parc Natural
del Montgrí, les Illes Medes
i el Baix Ter**

**SEGUIMENT DEL MEDI MARÍ AL
PARC NATURAL DE CAP DE CREUS I
AL PARC NATURAL DEL MONTGRÍ,
LES ILLES MEDES I EL BAIX TER**

MEMÒRIA 2020



UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

Gestió i direcció del projecte:

Bernat Hereu Fina¹

Investigadors involucrats:

Eneko Aspillaga Cuevas²

David Casals Blanch¹

Cristina Linares Prats¹

Oriol Mascaró

Julia Ortega¹

Marta Pérez Vallmitjana¹

Javier Romero Martinengo¹

Graciela Rovira Mestres¹

Neus Sanmartí Boixeda¹

1. Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 643, 08028 Barcelona
2. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, UIB-CSIC), C/ Miquel Marquès 21, 07190 Esporles, Illes Balears

Citar com:

Hereu, B., Aspillaga, E., Casals, D., Ortega, J., Pérez, M., Mascaró, O., Romero, J., Rovira, G., Sanmartí, N., Linares, C. (2020). Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria 2020. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. 242 pp

Índex

Presentació	7
Introducció	9
El Parc Natural de Cap de Creus	9
El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	10
El seguiment del patrimoni natural com a guia per a la seva conservació	11
Bibliografia	13
Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables a l'activitat pesquera	15
Introducció	16
Material i mètodes	17
Estacions de mostreig	18
Metodologia d'estudi	19
Anàlisi de dades	23
Resultats	24
Parc Natural de Cap de Creus	25
Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	55
Discussió	86
Parc Natural de Cap de Creus	86
Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	89
Conclusions	90
Proposta de millores de gestió	91
Bibliografia	92
Seguiment de les poblacions de grans decàpodes	95
Introducció	96
Material i mètodes	97
Estacions de mostreig	97
Metodologia d'estudi	99
Resultats	101
Parc Natural de Cap de Creus	101

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	102
Discussió	104
Parc Natural de Cap de Creus	104
Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	106
Altres grans decàpodes	109
Conclusions	109
Parc Natural de Cap de Creus	109
Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	109
Recomanacions per a la gestió	110
Bibliografia	110
Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacles	111
Introducció	112
Material i mètodes.....	114
Els herbeis de <i>Posidonia oceanica</i>	115
Estacions de mostreig.....	120
Descripció de campanyes tipus	124
Campanyes 2020.....	126
Anàlisi de dades.....	127
Resultats.....	128
Parc Natural de Cap de Creus	128
Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	150
Discussió	161
Aspectes metodològics	161
Estacions de mostreig.....	161
Descriptors de l'estat de les praderies	162
Metodologia de camp.....	162
Valoració de l'estat actual de les praderies	163
<i>Valoració global</i>	174
El fondeig i altres pressions	179
El temporal Glòria	181
Conclusions	182
Les praderies del Parc Natural de Cap de Creus.....	182

Les praderies del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	183
Els efectes del fondeig	183
Recomanacions	183
Aspectes generals	183
Praderies del Parc Natural de Cap de Creus	184
Praderies del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	184
Gestió del fondeig	185
Les nacres	185
Bibliografia	185
Annex	189
Seguiment de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic.....	195
Introducció	196
Material i mètodes.....	199
Disseny de mostreig	199
Metodologia	202
Resultats	203
Cap de Creus.....	204
Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter	214
Discussió	223
Bibliografia	225
Prospeccions del fons marí de la costa sud del Cap de Creus	229
Introducció	230
Metodologia	231
Resultats	232
Conclusions	241
Bibliografia	242

Presentació

Aquesta memòria recull els resultats del grup de treball del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona relatiu al seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter de l'any 2020, tal i com consta al plec de prescripcions amb expedient PTOP-2017-130 en compliment de la llei 19/1990 de 10 de desembre del Parlament de Catalunya, i amb les millores proposades a l'oferta tècnica homònima.

Els resultats dels treballs de camp tenen com a objectiu central l'avaluació de l'estat de les poblacions i dels hàbitats marins en relació tant amb les activitats humanes que es duen a terme als espais naturals estudiats com amb els factors ambientals. Així mateix s'analitza la seva evolució en el temps dels descriptors i s'intenta avaluar l'efecte de la protecció. El darrer objectiu és de detectar altres situacions de risc pel patrimoni natural com podrien ser l'arribada d'espècies alienes o invasores o bé els possibles efectes del canvi climàtic.

-  Peixos vulnerables a l'activitat pesquera
-  Poblacions de grans decàpodes
-  Praderies de Posidònia i poblacions de nacres
-  Comunitats sensibles al canvi climàtic
-  Prospeccions del fons marí



Introducció

Les àrees marines protegides són una eina de gestió fonamental arreu del món per fer front a la degradació creixent dels ecosistemes litorals. Tanmateix, es tracta d'experiències relativament recents (sobretot si es té en compte la dinàmica de les espècies més longeves que poden arribar a tenir centenars d'anys) per saber realment quin grau de recuperació dels ecosistemes marins protegits es pot assolir i quina és la millor forma de regular-ne els usos. A Catalunya, els espais naturals protegits són una peça clau del patrimoni natural del país i tenen un paper preeminent cara a la conservació dels espais marins litorals, on la seva gestió es coordina seguint les figures de protecció establertes a la Llei 12/1985. Els espais marins protegits a Catalunya es basen en una gestió adaptativa, que implica l'avaluació periòdica del patrimoni natural cara a determinar l'efecte de les mesures endegades en la seva evolució i, per tant, es basa en el projecte de seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter que ha d'aportar tota la informació rellevant per guiar correctament la gestió de les espècies i hàbitats que es troben dins aquests Parcs.

Els Parcs Naturals del Cap de Creus i del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i, concretament, les corresponents AMP, representen dues de les reserves marines més importants del litoral mediterrani. Salvant la singularitat, la comparació entre les illes Medes i la major part dels fons marins del cap de Creus amb qualsevol altre espai protegit és complexa, ateses les característiques especials d'aquests dos espais. La relació entre les mides de les àrees protegides, la quantitat del patrimoni natural present i la intensitat de les visites (sobretot en el cas de les illes Medes) determinen els trets característics de cadascun d'aquests espais. La intensitat d'utilització pels submarinistes d'esbarjo i un coneixement, en molts casos, encara imprecís sobre el comportament dels ecosistemes marins, representen el principal perill de degradació del patrimoni natural d'aquests espais.

El Parc Natural de Cap de Creus

Des d'un punt de vista geomorfològic, el cap de Creus està format per granits i esquists, una estructura força diferent d'aquella que caracteritza la costa del Montgrí, típicament calcària. A nivell climàtic, l'exposició a la tramuntana determina un clima relativament fred (hi trobem les aigües superficials més fredes de tota la Mediterrània Occidental) i corrents molt fortes. Mitjançant el Decret 328/1992 l'espai natural de Cap de Creus va ser inclòs dins del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN) segons disposava la llei 12/1985 de 3 de juny. La protecció del Parc Natural de Cap de Creus arribà amb la Llei 4/1998 del 12 de març. L'àrea protegida s'estén des de la punta del Bol Nou, a cala Tamarua (Port de la Selva) fins a punta Falconera (Roses) amb l'exclusió de la badia de Cadaqués. Es tracta d'una zona marina protegida que conté tres zones, amb una amplitud que va des de les 0,2 fins les 1,3 milles mar endins, separades per extenses àrees amb menor protecció: Els Farallons (entre el Brescó i la punta dels tres Frares), el cap de Creus (entre l'illa del Culleró i cala Jugadora) i el cap Norfeu. Finalment es creà una reserva natural integral marina al nord de l'illa de s'Encalladora.

Al Parc Natural de Cap de Creus, podem trobar diferents espais amb diferents nivells de protecció (Figura 1a): el Parc Natural (PN) on la pesca, inclosa la pesca submarina, està permesa amb poques limitacions; la Reserva Natural Parcial (RNP) on està permesa la pesca, tant professional com esportiva, però està prohibida la pesca submarina; i la Reserva Natural Integral (RNI) on es prohibeix qualsevol activitat, tant extractiva com no, incloent l'accés d'embarcacions i la immersió, a excepció de la immersió amb motius científics, i que requereix permís previ de l'Administració del Parc.

El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

El Montgrí és un massís calcari situat entre la badia de Pals i el Golf de Roses. Les illes Medes sorgeixen com a prolongació sud del massís i, tot i tenir una extensió força reduïda, són les illes més grans de tot el litoral català. La natura calcària del massís afavoreix la presència de coves submergides que augmenten la complexitat d'un espai ja per si mateix variegat. Les mesures de protecció a les Illes van entrar en vigor el 1983, amb una Ordre de la Generalitat de Catalunya que establia la Reserva Marina de les Illes Medes i que comportava restringir l'activitat. El 1985 una resolució establia normes de compliment obligatori a la zona vedada i el 1990 i la Llei 19/1990 va convertir-se en el marc jurídic de la protecció i conservació de la flora i fauna del fons marí de les illes Medes i del tros de costa del Montgrí, entre la roca del Molinet i la Punta Salines.

Finalment, El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter es va crear per la Llei 15/2010, de 21 de maig de 2010, amb l'objectiu principal d'unificar la normativa de protecció dels tres espais que conformen el Parc Natural (massís del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). En aquest espai protegit podem trobar diferents zones amb diferents nivells de protecció (Figura 1b): 1) la zona de Parc Natural (PN) a la costa del Montgrí entre la punta del Milà i la punta Salines, on la pesca, inclosa la pesca submarina és permesa; 2) la Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) que correspon al tram de costa entre punta Milà i punta del Molinet, on la pesca submarina és prohibida; i 3) la Reserva Natural Parcial (RNP), que comprèn les illes Medes, on no es permet cap tipus d'activitat pesquera. La normativa específica dels usos i activitats de la zona estan regulats pel Pla Rector d'Usos i Gestió recollit aprovat el 2008 (en el Decret 222/2008, d'11 de novembre, pel qual s'aprova el Pla rector d'ús i gestió de l'Àrea Protegida de les illes Medes), i que recentment ha estat modificat en els seus annexes 1 i 6 (ORDRE AAM/112/2015, de 30 d'abril). En aquesta nova normativa s'ha determinat la zona de l'illot del Medallot com a Zona de Control (ZC). D'aquesta manera, i per primer cop, es delimita una zona on s'hi anul·len els possibles efectes derivats de la pràctica del busseig i es regula el nombre de submarinistes segons el grau de fragilitat de les comunitats en les que s'hi desenvolupa aquesta activitat. Aquesta normativa preveu que aquest nombre pugui anar canviant al llarg del temps en funció de la informació que es vagi obtenint sobre l'estat de conservació es comunitats i l'impacte del submarinisme sobre els fons.

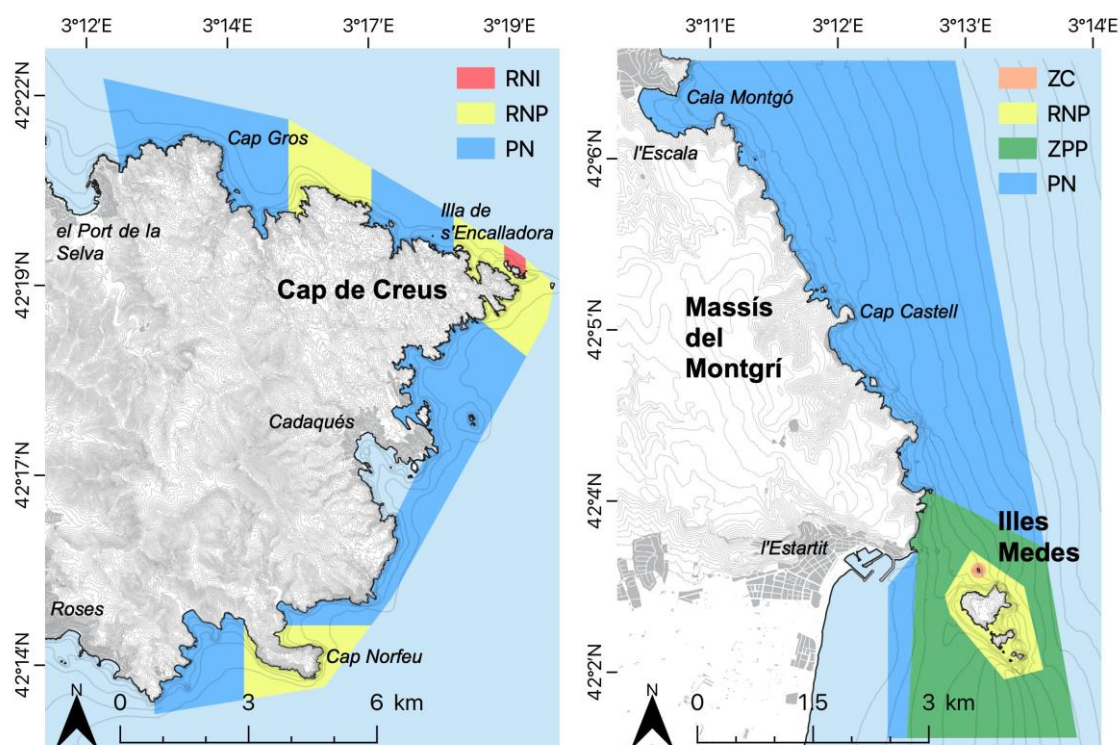


Figura 1. Localització i zonació de la part marina del Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter. Els colors indiquen els diferents graus de protecció. **PN:** zona de Parc Natural (blau), **RNP:** zona de Reserva Natural Parcial (groc), **ZPP:** Zona Perifèrica de Protecció (verd), **RNI:** zona de Reserva Natural Integral (vermell) i **ZC:** Zona de Control (taronja). Les coordenades estan referides al sistema Fus 31 del datum ETRS89.

El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i, en segon terme, el Parc del Cap de Creus han esdevingut uns atractius turístics de primer ordre en les darreres dècades. L'efecte del turisme que practica el busseig i, en menor grau, altres activitats recreatives, ha tingut cada cop un pes més important sobre l'economia dels municipis de les àrees en qüestió, fins al punt que, tot sovint, s'han prioritzat les necessitats econòmiques sobre la protecció del medi natural. En concret, la conservació del patrimoni natural de la Reserva de les Illes Medes, ha esdevingut un objectiu molt important no sols des d'una perspectiva conservacionista, sinó també des d'una perspectiva econòmica.

El seguiment del patrimoni natural com a guia per a la seva conservació

El primer pas necessari per la conservació d'un patrimoni natural és la seva catalogació. Aquest objectiu va ser parcialment assolit ja fa dues dècades amb l'edició del llibre *Els Sistemes Naturals de les Illes Medes*, publicat per l'Institut d'Estudis Catalans sota la iniciativa del nostre Departament (Ros *et al.*, 1984). Però és important tenir en compte que aquest tipus de catàlegs no existeix per al Parc Natural de Cap de Creus. El segon pas és l'estudi de l'evolució d'aquest patrimoni per tal d'estimar si, al llarg del temps, hi ha una capitalització o bé una pèrdua de patrimoni. Per a aquest objectiu fa falta més informació detallada i una metodologia escaient per a la quantificació dels possibles canvis. Per aquesta raó el nostre grup de treball va desenvolupar metodologies

específiques per a la monitorització d'una sèrie de paràmetres que permetessin diagnosticar l'evolució del patrimoni natural.

Com és impossible a nivell logístic i econòmic plantejar un seguiment de totes les espècies i hàbitats marins litorals que trobem en aquests espais, els esforços s'han centrat des dels inicis en algunes espècies i hàbitats marins concrets. Molts d'aquests organismes són peces clau en el funcionament dels ecosistemes marins, per varies raons: són peces clau de la xarxa tròfica (per ex. són important preses o depredadors), han sigut o són l'objecte d'una pesca intensiva (per ex. les llagostes o corall vermell), constitueixen elements d'alt atractiu turístic (per ex. alguns grans peixos o les gorgònies), estan patint certa regressió per causes lligades al canvi climàtic (per ex. algunes espècies de cnidaris i d'algues), i, tot plegat, perquè són part del nostre patrimoni natural. Tots aquests valors tant ecològics, com econòmics, culturals, o estètics representen això que avui en dia s'anomenen serveis ecosistèmics. Els descriptors triats per a aquest seguiment intenten, justament, d'avaluar l'evolució patrimonial dels principals serveis ecosistèmics a les àrees protegides.

Des de l'any 1990, concretament, el seguiment es va centrar en una sèrie d'espècies seleccionades: el corall vermell, *Corallium rubrum*; la gorgònia vermella, *Paramuricea clavata*; la garota comuna, *Paracentrotus lividus*; la llagosta vermella, *Palinurus elephas*; el nero, *Epinephelus marginatus* i tres comunitats emblemàtiques: l'herbei de posidònia, coral-ligen i la ictiofauna, que varen servir de línia de base, o situació zero, per estudiar llur evolució posterior. Aquests estudis s'han anat ampliant amb altres descriptors, com els briozous o les comunitats algals, i el 2003 es van estendre al Parc Natural de Cap de Creus. Podem afirmar que la sèrie de dades acumulada des de 1990 és la més llarga obtinguda mai en un espai protegit submarí mediterrani, i ha estat presa com a model per altres espais protegits, òrgans gestors i associacions internacionals com MEDPAN.

La gran quantitat d'informació obtinguda sobre l'evolució de les espècies i comunitats indicadores han permès descriure les dinàmiques de les seves poblacions al llarg de tot aquest temps, pràcticament, d'any en any. Aquesta informació té un valor incalculable, d'una banda permet detectar canvis en les trajectòries poblacionals i estudiar-ne les possibles causes, i d'altra ens ajuda a conèixer com els diferents nivells de protecció influeixen la dinàmica de les poblacions de nombroses espècies d'interès. A banda de les aplicacions òbvies cara a la gestió dels espais naturals com ara i per primera vegada a la Mediterrània, l'estudi de l'efecte d'erosió involuntària per part dels visitants subaquàtics de la fauna invertebrada fixada al fons (Sala *et al.*, 1997; Garrabou *et al.*, 1998; Coma *et al.*, 2004; Linares *et al.*, 2012) o l'aportació de criteris quantitatius, tant per a la selecció dels llocs més idonis, com per a la delimitació de les intensitats d'ús que aquestes comunitats poden suportar, les recerques paral·leles estimulades pels seguiments han permès entendre millor la biologia i ecologia de les espècies i comunitats estudiades així com fer nombrosos descobriments de gran rellevància científica. A tall d'exemple, podem esmentar la descripció del cicle reproductor de la gorgònia *Paramuricea clavata* (Coma *et al.* 1995; Linares *et al.* 2008), el comportament reproductor i de la fresa del nero *Epinephelus marginatus* (Zabala *et al.* 1997a,b), el període i el microhàbitat d'assentament al fons de la llagosta *Palinurus elephas* (Díaz *et al.* 2001), o el desenvolupament de tècniques de restauració pel corall vermell *Corallium rubrum* (Montero-Serra *et al.* 2018). A més, el seguiment ha estimulat l'elaboració de tesis

doctorals, que entre d'altres temes, han abordat l'estudi dels factors que condicionen el desenvolupament de les poblacions de peixos (Garcia-Rubies, 1997), han permès desenvolupar un model de les interaccions entre algues, garotes i peixos (Sala, 1996; Hereu, 2004), el cicle biològic de les llagostes (Díaz, 2010) o descriure la dinàmica poblacional (Coma, 1994; Garrabou, 1997; Linares, 2006) i l'alimentació (Coma, 1994; Ribes, 1998) dels organismes dominants a les comunitats del coral·ligen. La informació resumida de tota la recerca realitzada aplicada a la gestió fruit del programa de seguiment va ser revisada el 2012 amb el llibre *El fons marí de les illes Medes i el Montgrí. Quatre dècades de recerca per a la conservació*, editat per la càtedra d'ecosistemes litorals Mediterranis, del Museu de la Mediterrània de Torroella de Montgrí (Hereu i Quintana, 2012).

A la present memòria es presenten els resultats del seguiment de 5 descriptors dels Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i del Parc Natural de Cap de Creus. Aquests són: les poblacions de peixos vulnerables a la pesca, els grans decàpodes, les praderies de posidònia i les poblacions de nacres, les prospeccions del fons marí de la costa nord-est del Cap de Creus i les poblacions i comunitats sensibles al canvi climàtic. L'objectiu final d'aquest informe és avaluar l'estat actual d'aquestes poblacions i comunitats i en la mesura del possible incorporar aquestes dades a la sèrie temporal, per a conèixer la seva evolució, i així poder realitzar una correcta diagnosi de l'estat de conservació del patrimoni natural dins dels Parcs marins de Catalunya. Aquests resultats han de servir de guia per establir les mesures de gestió necessàries a realitzar dins del Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i Baix Ter per realitzar una correcta gestió adaptativa en cadascun d'aquests espais protegits.

Bibliografia

- Coma, R. (1994). *Evaluación del balance energético de dos especies de cnidarios bentónicos*. Ph.D. Thesis, Universitat de Barcelona.
- Coma, R., Ribes, M., Zabala, M., Gili, J.M. (1995a). Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 117: 173-183.
- Coma, R., Zabala, M., Gili, J.M. (1995b). Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 117: 185-192.
- Coma, R., Pola, E., Ribes, M., & Zabala, M. (2004). Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. Unprotected areas. *Ecological Applications*, 14(5), 1466-1478.
- Díaz, D. (2010). *Ecologia i dinàmica de la fase juvenil de la langosta *Palinurus elephas* en el Mediterráneo noroccidental*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Díaz D., Mari M., Abelló P., Demestre M. (2001) Settlement and juvenile habitat of the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Crustacea : Decapoda : Palinuridae) in the western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 65: 347-356

- Garcia-Rubies, A. (1997). Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Garrabou, J. (1997). Structure and dynamics of North-Western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient: a Geographical Information System (GIS) approach. PhD Thesis, Barcelona, Spain.
- Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A., Zabala, M. (1998). The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conservation Biology*, 12(2), 302-312.
- Hereu, B. (2004). The role of trophic interactions between fishes, sea urchins and algae in the northwest Mediterranean rocky infralittoral. PhD Thesis. Universitat de Barcelona.
- Hereu, B., Quintana, X. (2012). El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació. Càtedra d'ecosistemes litorals mediterranis. Museu de la Mediterrània. ISBN: 2013-5939.
- Montero-Serra, I., Garrabou, J., Doak, D., Hereu, B., Ledoux, J.B., Linares, C. (2018). Accounting for life-history strategies and timescales in marine restoration. *Conservation letters*, 11(1), 1–9
- Linares, C. (2006). Population ecology and conservation of a long-lived marine species: the red gorgonian *Paramuricea clavata*. PhD. Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona.
- Linares, C., Coma, R., Mariani, S., Diaz, D., Hereu, B., Zabala, M. (2008). Early life history of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*: implications for population dynamics. *Invertebrate Biology*, 127: 1-11
- Linares, C., Garrabou, J., Hereu, B., Diaz, D., Marschal, C., Sala, E., Zabala, M. (2012). Assessing the effectiveness of marine reserves on unsustainably harvested long-lived sessile invertebrates. *Conservation Biology*, 26(1), 88-96.
- Ribes, M. (1998). Feeding activity and diet of benthic suspension feeders related to metabolic requirements and seston composition. PhD thesis. Universitat de Barcelona.
- Ros, J.D., Olivella, I., Gili, J.M. (1984). Els sistemes naturals de les illes Medes. Institut d'Estudis Catalans, Arxius de la Secció de Ciències, LXXIII. Barcelona. 828.
- Sala, E. (1996). The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community. Université d'Aix-Marseille 2.
- Sala, E., Garrabou, J., & Zabala, M. (1996). Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Marine Biology*, 126(3), 451-459.
- Zabala, M., Garcia-Rubies, A., Louisy, P., Sala E. (1997a). Spawning behavior of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Scientia Marina*, 61: 65-77.
- Zabala, M., Louisy, P., Garcia-Rubies, A., Gracia, V. (1997b) Sociobehavioral context of the reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Scientia Marina*, 61: 79–98.

Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables a l'activitat pesquera

Bernat Hereu, Graciela Rovira, Eneko Aspillaga, David Casals, Julia Ortega

- Al Parc Natural del Cap de Creus la zona de RNP mostra una baixada de l'abundància i biomassa de les espècies vulnerables, especialment a la Massa d'Or, mentre que la resta d'estacions mostra densitats relativament baixes.
- La RNI mostra també una baixada de la biomassa, i es situa en valors similars al 2014, sense signes de recuperació.
- Les zones de Parc Natural no mostren capacitat de recuperació, amb densitats i biomasses molt per sota de les zones més protegides.

- Al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter els valors de densitat i biomassa de les espècies més sedentàries es mantenen dins el rang de valors dels anys anteriors, mostrant una certa estabilitat dins les zones protegides
- Les espècies amb més mobilitat, com l'orada o el llobarro mostren valors molt baixos, sense signes de recuperació.
- La zona de ZPP del Montgrí segueix sense mostrar cap tipus de recuperació, segurament degut a la petita extensió d'habitats apropiats que cobreix aquesta zona i la seva connectivitat amb les zones de PN.
- Les zones de Parc Natural no mostren capacitat de recuperació, amb densitats i biomasses molt per sota de les zones protegides.

Es recomana :

- Restringir la pesca a les zones de RNP al Cap de Creus per afavorir la recuperació de les poblacions i la reproducció dins d'aquestes àrees i equiparar aquesta figura de protecció amb el Parc Natural del Montgrí.
- Prendre mesures addicionals dins les zones de PN d'ambdós parcs, com la zonificació de zones amb pesca esportiva sense mort o amb un nombre limitat de captures.
- Protegir de la pesca esportiva els neris i corballs, espècies catalogades com amenaçades per la IUCN.

Aquest capítol ha de ser citat com:

Hereu, B., Rovira, G., Aspillaga, Casals, D., Ortega, J. (2020). Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables a l'activitat pesquera. *Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2020*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. pp. 13–92.

Introducció

L'activitat pesquera és una de les principals fonts d'impactes sobre els ecosistemes marins (Halpern *et al.* 2004). Les poblacions de peixos, en especial les litorals, es troben sota una forta pressió d'explotació; moltes presenten els símptomes clàssics de la sobrepesca i algunes poden donar-se pràcticament com a desaparegudes (Dayton 1998; Jackson *et al.* 2001). Aquesta situació és el resultat de milers d'anys d'explotació dels recursos, però s'ha vist agreujada durant l'últim segle pels avenços de la industrialització i la revolució tecnològica, que han permès la optimització dels mètodes de captura, no només de les pesqueries comercials, sinó també de les recreatives.

La pesca esportiva és una de les principals activitats d'oci que es practiquen en les àrees marines de la Mediterrània (Font i Lloret 2014), que està incrementant el nombre de practicants com a conseqüència de l'augment del turisme de costa i la popularització de la nàutica esportiva (Arlinghaus *et al.* 2015). Estudis recents demostren que la pesca esportiva pot explotar els recursos pesquers a nivells molt més elevats del que es pensava (Lloret *et al.* 2008, Font i Lloret 2014) i que pot arribar a generar efectes ecològics semblants als de la pesca comercial (Lewin *et al.* 2006). Entre les diferents modalitats dins la pesca recreativa, cal destacar la pesca submarina, possiblement la més selectiva de totes, que ha tingut una influència molt notable en l'enrarament d'algunes espècies concretes (Coll *et al.* 2004; Lloret *et al.* 2008).

Les espècies més afectades per l'activitat pesquera són les espècies dels nivells tròfics més alts (piscívors), que presenten talles grans, un creixement lent i un caràcter marcadament sedentari. Aquestes característiques fan que aquestes espècies siguin altament vulnerables, ja que redueixen la capacitat de recuperació de les seves poblacions en períodes de temps curts (Myers i Worm 2005). A més, altres peculiaritats biològiques també poden tenir un efecte negatiu, com per exemple el caràcter hermafrodita proterògina d'algunes espècies com el nero (*Epinephelus marginatus*). Les modalitats de pesca altament selectives, com la pesca submarina, estan dirigides a la captura dels individus més grossos, és a dir, els mascles. La desaparició dels grans mascles compromet seriosament la capacitat reproductiva de les poblacions, no només per la pèrdua directa d'efectius altament fèrtils, sinó també per la reducció de la talla a la qual ocorre el canvi de sexe, la qual cosa limita la talla màxima que poden assolir les femelles (Provost i Jensen 2015).

Per altre banda, la desaparició de certes espècies clau, com les espècies piscívores i carnívores de nivell tròfics superiors, pot generar efectes en cascada que poden alterar tot l'ecosistema (Estes *et al.* 2011). Un exemple clar a la Mediterrània és la formació de blancalls, paisatges empobrits i menys productius, generats per la sobrepastura per part d'herbívors (principalment garotes), derivada de la desaparició dels seus principals depredadors, els peixos (Sala *et al.* 1998).

Les reserves marines constitueixen la principal eina de gestió per afrontar l'efecte de la sobrepesca sobre les poblacions de peixos litorals. En l'actualitat, l'efectivitat d'aquestes figures de protecció per a recuperar les densitats i biomasses de les espècies explotades es pot considerar plenament demostrada (Guidetti i Sala 2007; Roberts *et al.* 2018). En molts casos, l'existència de reserves

marines ha permès la recuperació de poblacions funcionals i plenament reproductores, com és el cas del nero a les illes Medes (Zabala *et al.* 1997a, 1997b). No obstant, no totes les reserves que s'han establert han estat igual d'efectives (Sala *et al.* 2012). Hi ha diversos factors que condicionen l'efectivitat de les reserves marines, sent els principals la mida (en relació al moviment de les espècies objectiu), la presència d'habitats essencials per a les espècies, l'aïllament respecte a les zones a on es pesca i el grau de vigilància implementat (Edgar *et al.* 2014).

Els seguiments temporals de les poblacions protegides és primordial per tal d'avaluar l'eficàcia de les mesures de gestió i assegurar que aconsegueixen els objectius desitjats d'una manera complementària i sostenible. Així, els seguiments temporals a llarg termini són una referència de primer ordre, ja que permeten controlar els possibles canvis en les poblacions causats per agents externs, ja siguin d'origen humà (e.g. episodis de furtivisme, aparició d'espècies invasores, canvi climàtic) o natural (e.g. temporals, malalties). A més, aquests estudis realitzats a llarg termini permeten establir les capacitats de càrrega dels ecosistemes i conèixer el potencial de cada zona per a generar biomassa de peixos en funció de les seves característiques ambientals (Coll *et al.* 2013; García-Rubies *et al.* 2013).

La Costa Brava, i especialment el Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix i el Parc Natural de Cap de Creus, presenten un fons d'una morfologia molt variada que ofereix una gran riquesa d'habitats i una elevada biodiversitat. L'explotació continuada d'aquests indrets, tant des del punt de vista pesquer com del turístic, ha deixat una empremta important sobre els peixos, i moltes poblacions es troben actualment sobreexplotades. Malgrat tot, la recuperació d'algunes espècies de peixos tan emblemàtiques com el nero a les zones més protegides, evidencia que la recuperació d'aquestes poblacions és possible mitjançant la posada en pràctica de mesures de protecció.

L'objectiu d'aquest seguiment és la caracterització demogràfica, en termes de densitats i biomassa, de les poblacions de peixos considerats com a vulnerables al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Aquests objectius, així com la metodologia emprada, romanen iguals des de l'inici del seguiment de la Reserva Marina de les Illes Medes ara fa més de 27 anys. Les dades que aquí es presenten són un bon punt de referència, tant per a veure l'evolució natural d'aquestes espècies en les zones d'estudi, com de cara a documentar efectes no desitjats de les activitats humanes, com possibles episodis de furtivisme.

Material i mètodes

El seguiment de peixos vulnerables a l'activitat pesquera es realitza mitjançant censos visuals amb escafandre autònom (Harmelin-Vivien *et al.* 1985), seguint la mateixa metodologia que s'ha fet servir des de l'inici del seguiment de les Reserva Marines de les Illes Medes i el Cap de Creus (García-Rubies *et al.* 1991-2008; Hereu *et al.* 2014, 2016). El seguiment es centra en les espècies de peixos considerades com altament vulnerables (Figura 1) i moderadament vulnerables (Figura

2) a l'activitat pesquera, així com en altres espècies d'interès, principalment grans piscívors, que poden aparèixer esporàdicament a l'àrea d'estudi.

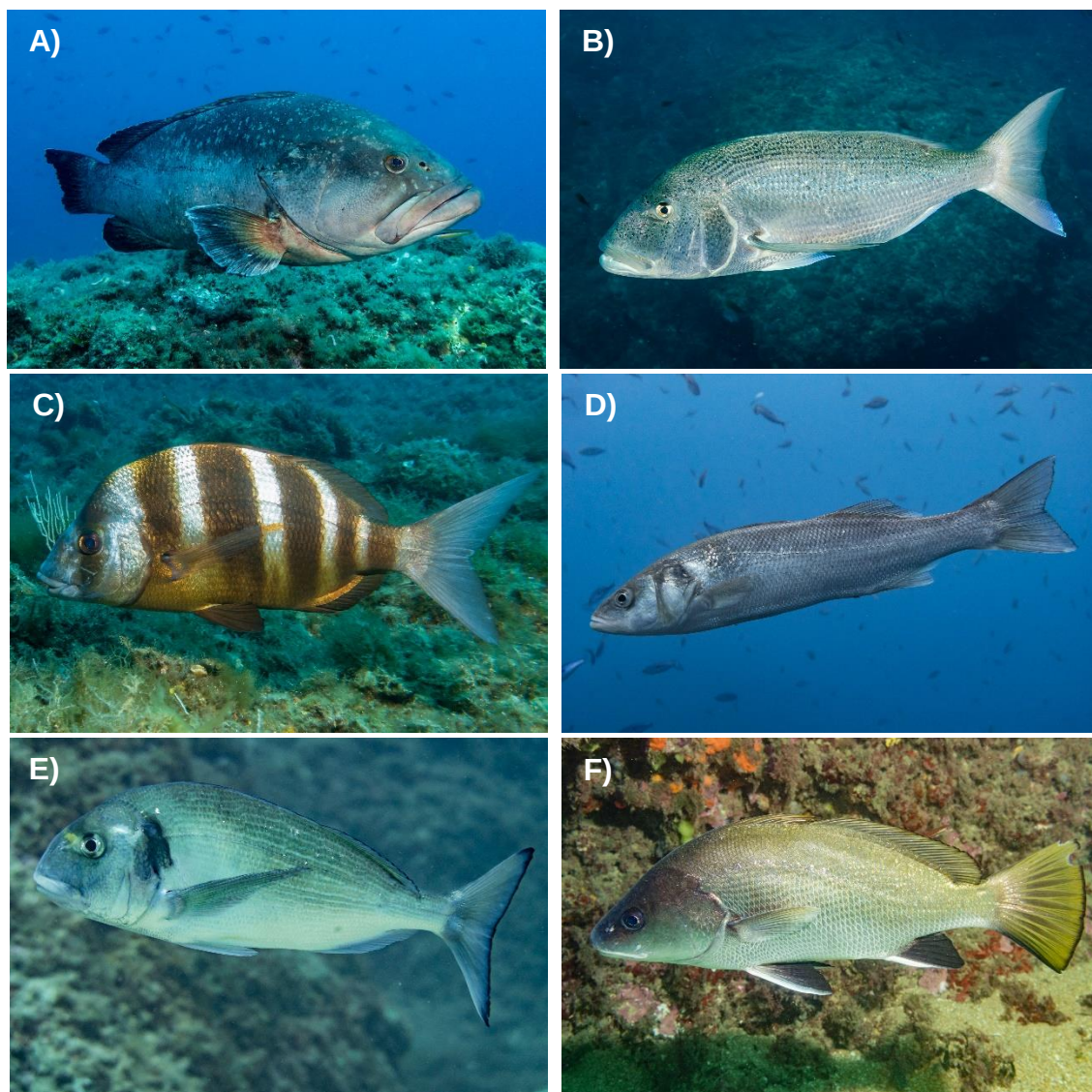


Figura 1. Principals espècies altament vulnerables a la pesca objecte d'aquest estudi. **A)** Nero (*Epinephelus marginatus*); **B)** dóntol (*Dentex dentex*); **C)** sarg imperial (*Diplodus cervinus*); **D)** llobarro (*Dicentrarchus labrax*), **E)** orada (*Sparus aurata*); **F)** corball, (*Sciaenops ocellatus*).

Estacions de mostreig

Al Parc Natural de Cap de Creus es varen monitoritzar un total de 7 estacions, 1 a la Reserva Natural Integral (RNI), 3 dins de les Reserves Naturals Parcials (RNP) i 3 estacions a la zona de Parc Natural (PN) (Taula 1, Figura 3). Al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter es varen monitoritzar 11 estacions, 1 a la Zona de Control (ZC) del Medallot, 7 a la RNP, 2 a la Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i 4 a la zona de PN (Taula 1, Figura 4).

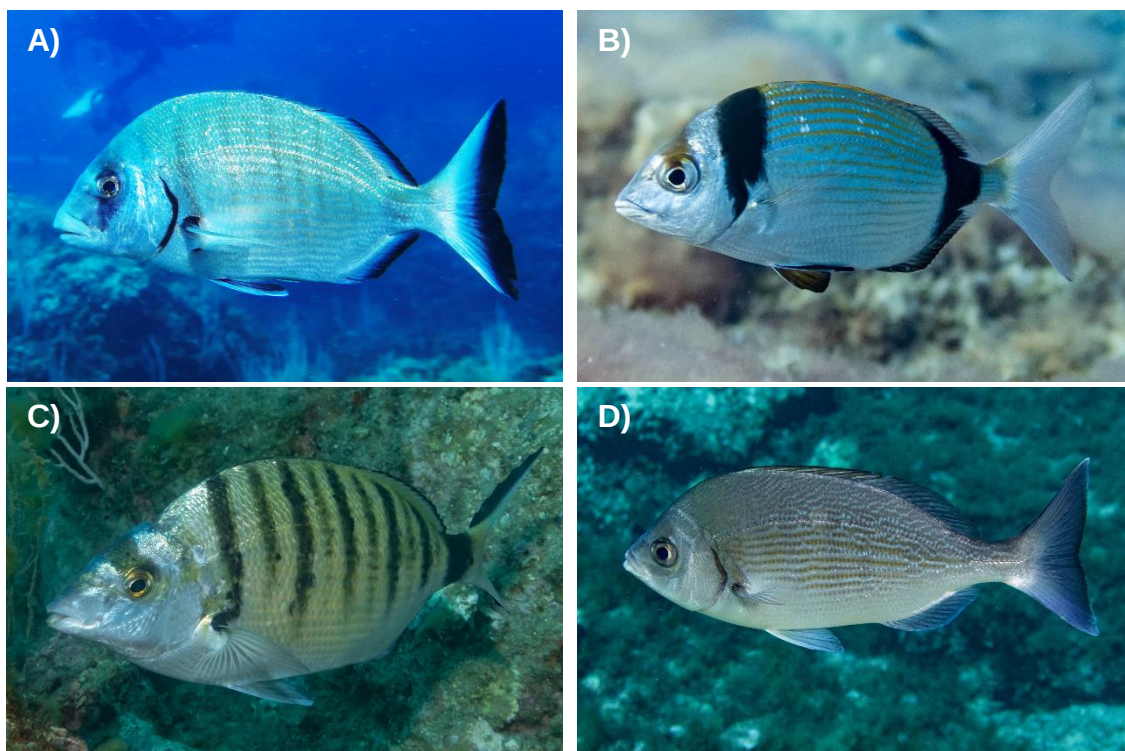


Figura 2. Espècies mitjanament vulnerables a la pesca considerades en aquest estudi. **A)** sarg comú (*Diplodus sargus*); **B)** variada (*Diplodus vulgaris*); **C)** morruda (*Diplodus puntazzo*); **D)** càntara (*Spondyliosoma cantharus*).

Metodologia d'estudi

El censos es realitzen sobre transsectes llargs, entre 450 i 700 m de llargada, paral·lels a la costa a una fondària de 15-20 m. Els transsectes es divideixen en trams consecutius de 5 minuts, en els quals els bussejadors neden a una velocitat constant per a recórrer uns 50 m de longitud. Al llarg d'aquests trams, s'identifiquen i comptabilitzen tots els individus de les espècies objecte d'estudi (Taula 1) que es troben dins d'una amplada de 10 m (5 m a cada banda del recorregut del submarinista), aconseguint així rèpliques corresponents a una superfície mostrejada de 500 m². Aquesta metodologia ens permet explorar un espai prou extens com per a poder observar, de manera significativa, les espècies més vulnerables, que poden ser difícils d'observar en àrees no protegides. La talla aproximada de tots els individus comptabilitzats s'estima de manera visual, en classes de talla de 2 cm per als individus més petits (< 40 cm) i classes de 5 cm per a les espècies que assoleixen talles més grans (> 40 cm).

Durant cada tram de 5 minuts, també s'apunten les principals variables ambientals que poden influir en l'abundància dels peixos objectes d'estudi: la fondària mitja, el tipus de substrat, la rugositat i el pendent. El tipus de substrat consisteix en la proporció aproximada de les tipologies principals de substrat: grans blocs (diàmetres superiors a 2 m), blocs mitjans (1–2 m de diàmetre), blocs petits (< 1 m de diàmetre), roca base, sorra i praderia de *Posidonia oceanica*. La rugositat del fons (*sensu* Lukhurst i Lukhurst 1978) s'estima de manera visual establint-se una escala de 4

graus; 1: fons plans sense escletxes i anfractuositats aparents; 2: fons amb variacions verticals poc importants (menors de 2 m), amb poques escletxes i anfractuositats; 3: fons amb escletxes i anfractuositats de certa entitat, ocupant almenys un 25% de la longitud total del transecte; 4: fons altament rugosos, amb escletxes i anfractuositats importants, més grans que la mida d'un submarinista. Finalment, la pendent de cada tram del transecte també s'estima en base a una escala de l'1 al 4; 1: pendents entre 0° i 30°; 2: de 30° a 60°; 3: de 60° a 90°; 4: > 90° (superfícies extrapolomades).

Taula 1. Estacions de mostreig de peixos vulnerables a la pesca de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP); Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Parc	Prot	Estació	Codi estació	Rang fondària (m)	N trams	N rèpliques	Llargada approx. (m)	Data
Cap de Creus	RNI	Encalladora	ENCALL	12 - 18	8	3	570	2020-07-29
		Tres Frares	TFRAR	10 - 16	8	2	623	2020-07-19
	RNP	Culip	CULIP	8 - 16	8	2	481	2020-07-19
		Massa d'Or	MASSA	8 - 18	10	2	770	2020-07-29
		Cap Norfeu	CNORF	14 - 22	9	2	564	2020-08-06
		Portaló	PORTA	11 - 18	8	2	470	2020-08-07
	PN	Illa Messina	MESSI	6 - 20	9	2	782	2020-07-13
		Pta. Figuera	PFIG	12 - 21	8	2	638	2020-07-13
	ZC	Medallot	MED	10 - 26	6	4	345	2020-07-17
		Carall Bernat	TPCB	6 - 17	9	3	538	2020-07-16
Medes i Montgrí		Ferranelles	FETG	8 - 20	9	3	594	2020-07-16
	RNP	Meda Petita	MP	8 - 18	10	1	621	2020-07-31
		Meda Gran 1	ICV	10 - 24	11	1	527	2020-07-16
		Meda Gran 2	SCV	11 - 18	10	1	674	2020-07-16
	ZPP	Molinet	ARQMOL	10 - 21	9	3	574	2020-07-15
		Arquets	PSALARQ	12 - 22	8	3	471	2020-07-15
		Dui	FALDUI	9 - 18	8	3	570	2020-07-15
	PN	Falaguer	ROSFAL	12 - 26	10	3	664	2020-07-15
		Cala Ferriol	FERRI	12 - 19	8	1	523	2020-07-14
		Pta. del Milà	MILA	11 - 17	8	1	503	2020-07-14

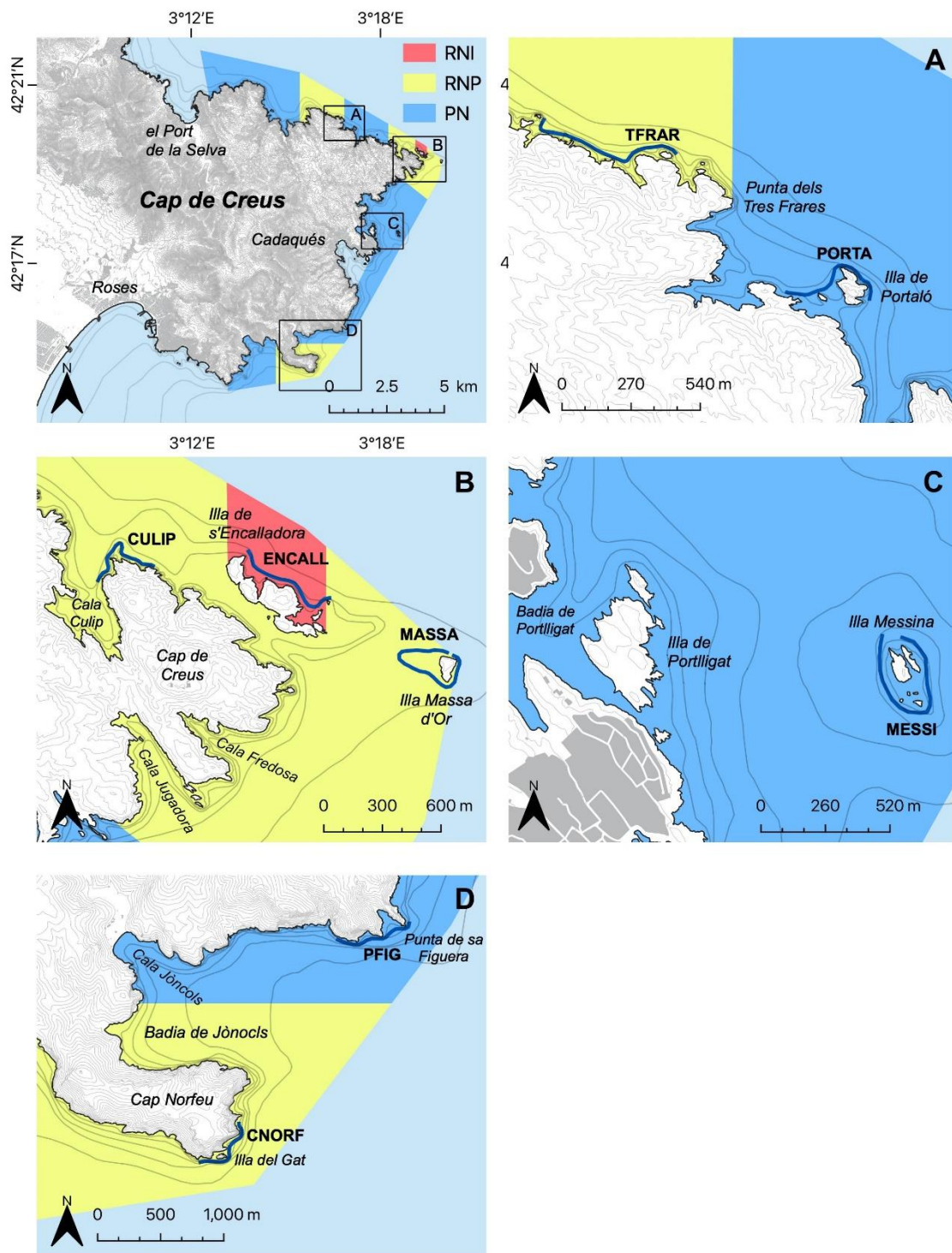


Figura 3. Estacions de mostreig (transsectes) de peixos vulnerables a l'activat pesquera al Parc Natural de Cap de Creus de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

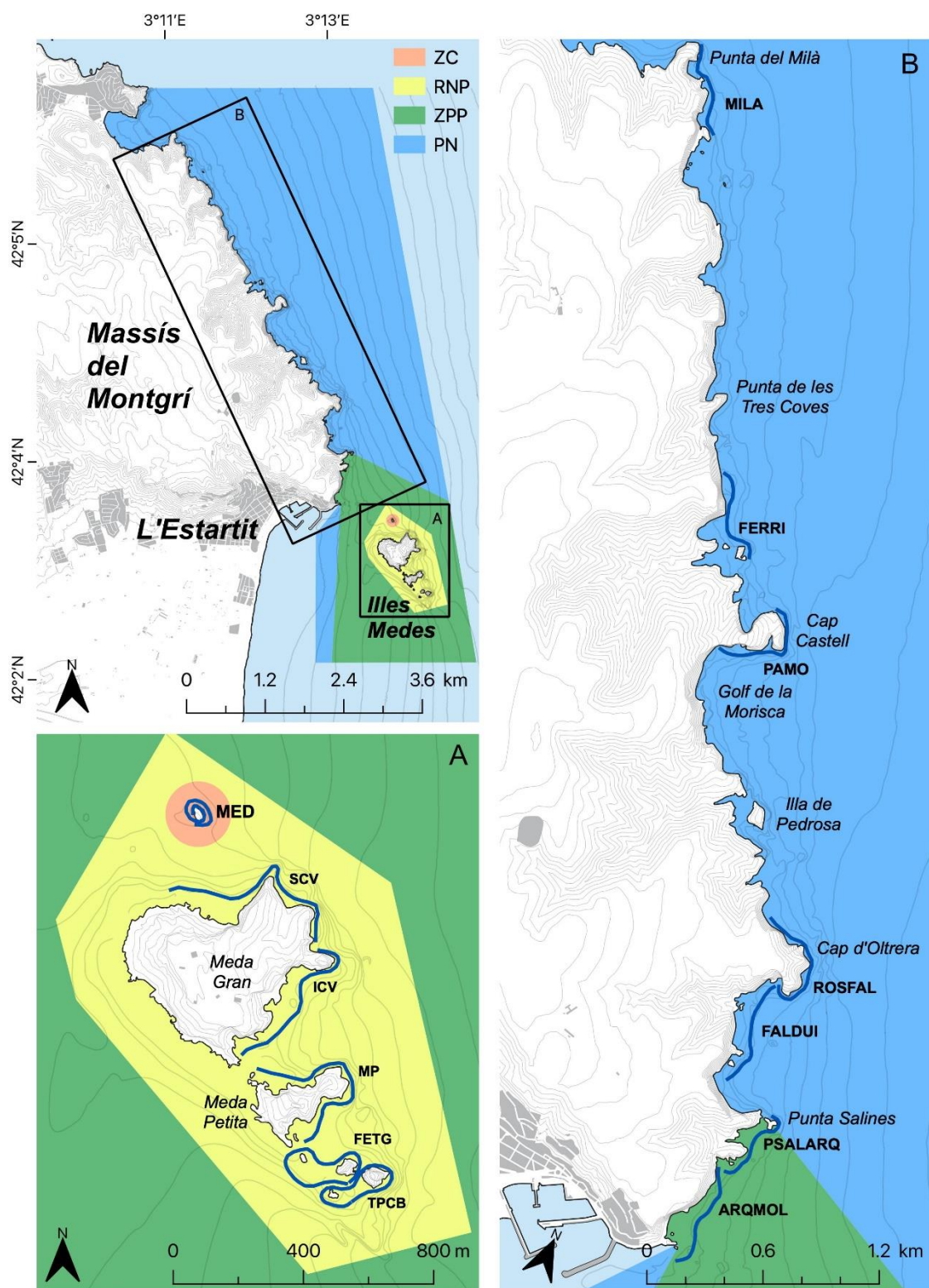


Figura 4. Estacions de mostreig (transsectes) de peixos vulnerables a l'activat pesquera al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter de l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Amb la finalitat de reduir la possible variabilitat que pugui haver degut a les condicions ambientals trobades cada dia de mostreig, els transectes més representatius de cada zona han estat replicats en dies diferents (Taula 1). Tot i no estar determinat al plec de prescripcions tècniques, és important comparar i integrar en els anàlisis de dades els censos de dies diferents per a obtenir resultats consistents.

Tots els transectes han estat filmats amb una càmera submarina GoPro4© pels submarinistes que realitzaven els censos. Aquestes filmacions ens permeten tenir un registre gràfic de cada cens, i ens han ajudat a determinar el nombre detallat d'individus en agrupacions nombroses i a verificar la presència d'espècies rares o que no hagin pogut ser correctament identificades als censos.

Anàlisi de dades

La biomassa de les espècies estudiades a cada tram es va calcular a partir de les estimes de les talles aplicant l'equació exponencial que relaciona els dos paràmetres:

$$W = a \cdot L^b$$

on W és la biomassa, L és la longitud total de l'individu, i a i b són dos coeficients específics per a cada espècie. Els coeficients es van extreure de estudis previs realitzats al nord-oest de la Mediterrània (Morey *et al.* 2003; Crec'hriou *et al.* 2012) i de la base de dades FishBase (Froese i Pauly, 2018).

Amb les dades obtingudes, es van calcular les densitats i biomasses mitjanes de cada espècie per a cada estació i nivell de protecció. Les diferències entre estacions i nivells de protecció es varen testar utilitzant un model lineal generalitzat (GLM), assumint una distribució de “quasipoisson” i un posterior test de Tukey.

Per a analitzar si hi havia diferències qualitatives importants entre els graus de protecció es va fer un anàlisi multivariant de coordenades principals (PCoA) i de similituds (ANOSIM), utilitzant l'abundància de totes les espècies censades a cada tram dins dels transectes. Posteriorment, per tal de veure quines espècies eren les responsables principals de les diferències observades, es va fer un anàlisi de percentatge de similituds (SIMPER). Finalment, també es va realitzar un anàlisi de redundància basat en distàncies (RDA) per a testar l'efecte del substrat sobre la composició de la comunitat de peixos a cada estació, utilitzant com a variables la fondària, pendent, rugositat i el percentatge de cada tipologia d'habitat.

Tots els càlculs i anàlisi estadístics han estat realitzats utilitzant el software de programari lliure “R” (R Core Team, 2017) i el paquet “vegan” per aquest mateix software (Oksanen *et al.* 2018).

Resultats

Aquest any s'ha observat un total de 33 espècies, 19 al Parc Natural de Cap de Creus i 25 al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter (Taula 2). Aquestes espècies corresponen a les espècies altament i moderadament vulnerables a l'activitat pesquera, així com a altres espècies de grans piscívors o d'interès particular.

Taula 2. Llista d'espècies, ordenades alfabèticament, que han estat observades durant els censos de l'any 2020 a les dues àrees d'estudi, el Parc Natural de Cap de Creus i el Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. La columna "Vulnerabilitat" indica les espècies que han estat considerades als posteriors anàlisi com alta i moderadament vulnerables a la pesca, i l'asterisc assenyala les espècies considerades com a grans piscívors.

Espècie	Vulnerabilitat	Cap de Creus	Medes i Montgrí
<i>Chelon labrosus</i>		-	+
<i>Dasyatis pastinaca</i>		+	-
<i>Dentex dentex</i> *	Alta	+	+
<i>Dicentrarchus labrax</i> *	Alta	+	+
<i>Diplodus annularis</i>		-	+
<i>Diplodus cervinus</i>	Alta	+	+
<i>Diplodus puntazzo</i>	Moderada	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	Moderada	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	Moderada	+	+
<i>Epinephelus costae</i>		+	-
<i>Epinephelus marginatus</i> *	Alta	+	+
<i>Labrus merula</i>		+	+
<i>Labrus mixtus</i>		-	+
<i>Labrus viridis</i>		-	+
<i>Muraena helena</i>		+	+
<i>Mycteroperca rubra</i> *	Alta	+	-
<i>Myliobatis aquila</i>		+	+
<i>Pagrus erythrinus</i>		+	+
<i>Pagrus pagrus</i>		+	+
<i>Phycis phycis</i>		-	+
<i>Raja undulata</i>		-	+
<i>Sarpa salpa</i>		-	+
<i>Sciaena umbra</i>	Alta	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>		-	+
<i>Seriola dumerilii</i> *		-	+
<i>Sparus aurata</i>	Alta	+	+
<i>Sphyraena viridensis</i> *	Moderada	+	+
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Moderada	+	+
TOTAL		19	25

Parc Natural de Cap de Creus

Patró general

El nombre d'espècies ha variat poc entre les estacions mostrejades. L'estació on s'ha observat un major nombre d'espècies per unitat de mostreig és a Massa d'Or, seguidament de Culip i Tres Frares, totes en zones de RNP, mentre que Messina, dins de la zona de PN, és l'estació on menys espècies s'han observat. L'anàlisi general per grau de protecció mostra que la zona de RNP és la que presenta major nombre d'espècies mitjà, mentre que la zona de PN és la que presenta uns valors significativament més baixos que RNP. La zona de RNI mostra uns valors entremitjos sense que s'observin diferències estadísticament significatives entre els altres graus de protecció (Figura 5).

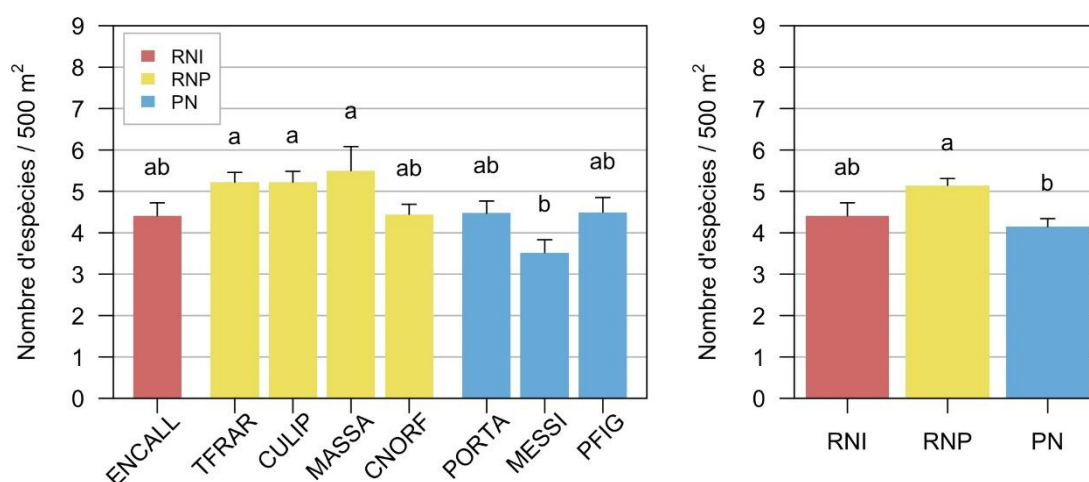


Figura 5. Nombre d'espècies observades (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

La biomassa de les espècies altament vulnerables mostra diferències significatives entre les diferents estacions de mostreig. Destaca, principalment, l'estació de la Massa d'Or (RNP), que presenta uns valors molt elevats de biomassa, degut principalment a la gran abundància de meros (*Epinephelus marginatus*), déntols (*Dentex dentex*) i cantares (*Spondylosoma cantharus*) en alguns dels trams d'aquesta estació. Pel que fa a l'anàlisi dels nivells de protecció, la zona de RNP presenta significativament una major biomassa que la de PN, però no respecte la zona de RNI, que es troba en valors entremitjos de les altres dues (Figura 6).

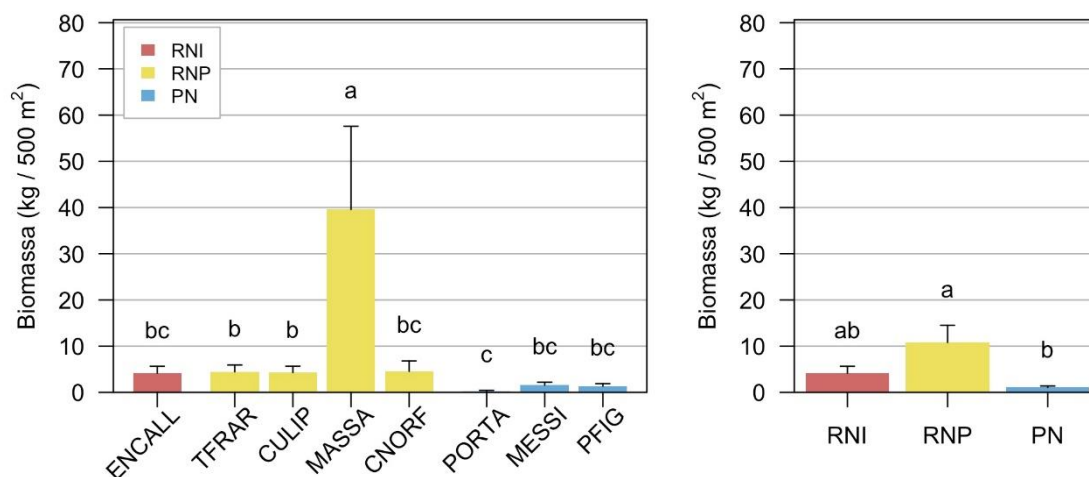


Figura 6. Biomassa total d'espècies altament vulnerables a la pesca (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Enguany s'ha observat que la biomassa total d'espècies altament vulnerables a la pesca ha disminuït en tots els graus de protecció respecte l'any 2018. Aquesta baixada en la biomassa pot ser degut o bé a una baixada efectiva dels exemplars, o bé a la variabilitat d'aquestes poblacions al llarg dels anys, sobretot tenint en compte que l'any 2018 la biomassa d'espècies altament vulnerables va ser excepcionalment alta, o a la variabilitat derivada del mètode de mostreig, ja que algunes espècies es distribueixen de forma no homogènia creant una alta variabilitat. Tot i així, sembla clar que la tendència ascendent de la biomassa enguany es trenca, i cal fer un punt d'atenció pel que fa a la gestió de les espècies pesqueres, tot i que caldrà veure els propers anys com evolucionen les poblacions. . Tot i la baixada de la biomassa, s'observa el mateix patró d'altres anys en el que els valors de biomassa a la zona de RNP són significativament superiors als de RNI, i aquests als de PN, que segueix sent la zona amb una biomassa més baixa (Figura 7).

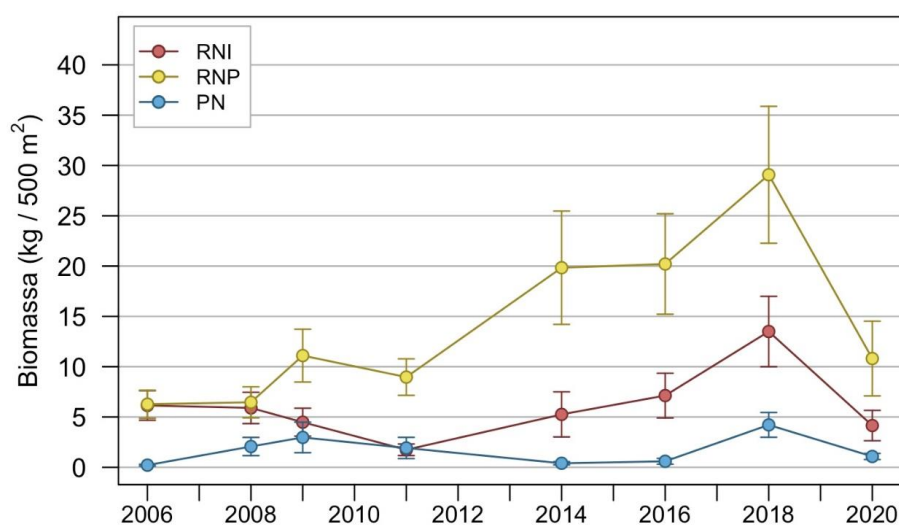


Figura 7. Evolució temporal de la biomassa total d'espècies altament vulnerables a la pesca (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Si es consideren únicament les espècies piscívores (veure Taula 2), s'observa que la Massa d'Or (RNP) com l'estació que presenta una biomassa significativament superior a la resta, ja que en aquesta estació l'abundància de neris, déntols i espets és molt elevada, especialment en alguns trams concrets. Enguany l'estació de la Messina ha mostrat també una biomassa molt elevada degut a la presència d'un banc d'espets de grans dimensions. Aquesta distribució molt localitzada d'aquest gran banc d'espets ha fet que, tot i l'elevat valor de biomassa mitjana, aquesta estació no es diferenciï estadísticament de la resta degut a la gran variabilitat que presenta. És de destacar els baixos valors de biomassa de la resta d'estacions, que són pràcticament iguals entre ells.

Pel que fa al grau de protecció, s'observa que a zona de PN mostra uns valors significativament més elevats que la resta de figures de protecció, que no mostren diferències entre elles, tot i que els valors de la RNP són més elevats que la zona de RNI. Aquest valor de biomassa superior a la zona de PN és degut un cop més a la gran abundància d'espets observats a l'estació de la Messina (Figura 8).

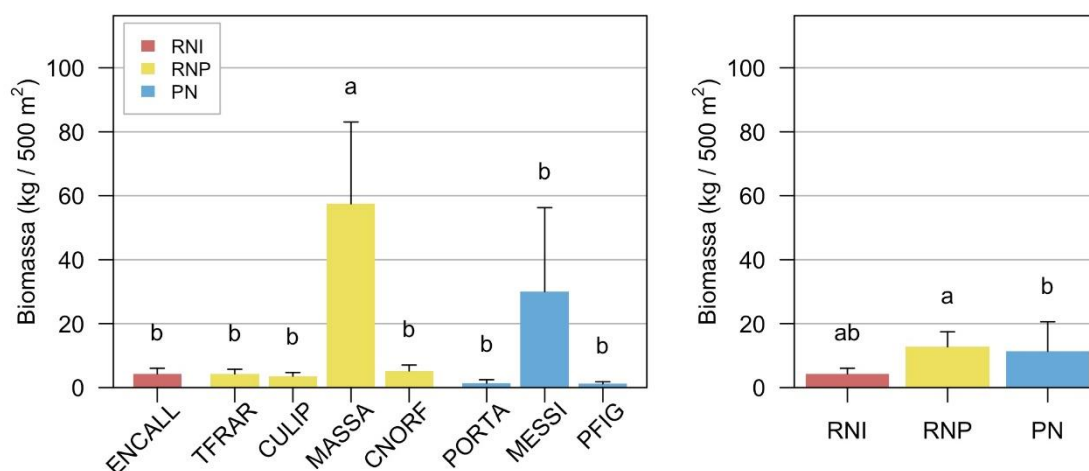


Figura 8. Biomassa total d'espècies piscívores (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Pel que fa a l'evolució temporal d'espècies piscívores per grau de protecció, s'observa que la zona RNP segueix amb una tendència a la baixa des de l'any 2016, on va assolir el valor màxim de biomassa. Els valors d'enguany han estat molt per sota dels darrers anys, i són comparables als dels anys 2006-2009. Aquests valors són inferiors als de la zona de PN, que enguany és la zona amb valors de biomassa d'espècies piscívores més elevats. La zona de RNI és la que presenta una biomassa més baixa, amb una caiguda des del 2018, tot i que es manté respecte els anys anteriors de mostreig (Figura 9).

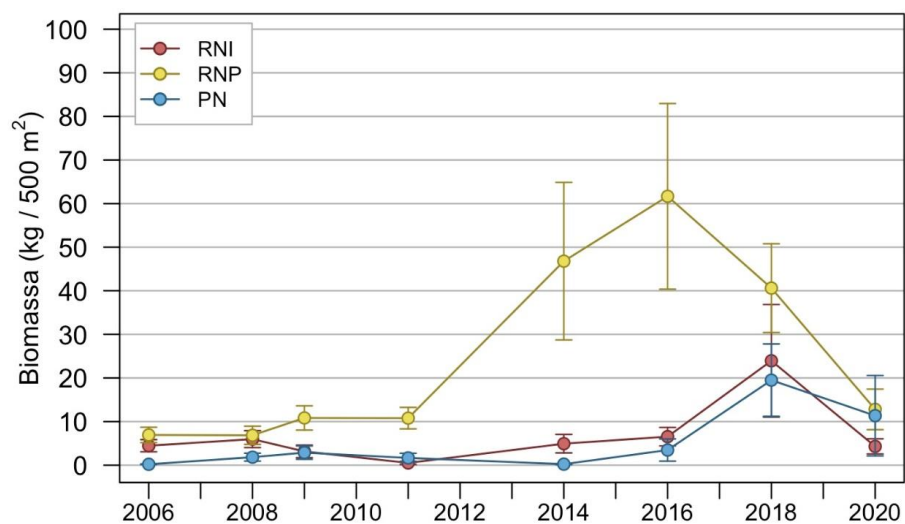


Figura 9. Evolució temporal de la biomassa total d'espècies piscívores (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Espècies altament vulnerables

Epinephelus marginatus

Com cada any, la densitat i biomassa de meros mostra diferències molt marcades entre estacions. Un any més, l'estació de la Massa d'Or és on es troba la major abundància i biomassa de nerros, tot i que mostra molta variabilitat entre trams, ja que aquesta és una espècie molt territorial i en aquesta zona tendeixen a agrupar-se en les barres entre la Massa d'Or i l'Encalladora, zones que corresponen tan sols a certs trams del recorregut. Aquesta variabilitat fa que només mostri diferències amb l'estació de Culip de la zona de RNP, i la resta d'estacions de RNI i PN (Figura 10). Tot i els valors elevats, tant la densitat com la biomassa d'aquesta espècie ha disminuït respecte els anys anteriors, situant-se en valors equivalents al 2016 o anteriors. Aquesta caiguda en la biomassa també ha estat evident a l'estació de Cap Norfeu, que assoleix valors anteriors a 2014, i a la zona de RI, que mostra valors similars a 2016 o anteriors. L'abundància de nero a les zones de PN segueix sent pràcticament nul·la, tot i que enguany s'ha observat almenys un individu a totes les estacions. L'anàlisi de la densitat i biomassa de nero per nivell de protecció, mostra una clara diferenciació entre les zones de protecció, tot i que la RNP té uns valors més elevats, respecte les zones de PN, que segueix mostrant valors significativament inferiors, propers al zero, sense cap símptoma de recuperació (Figura 10).

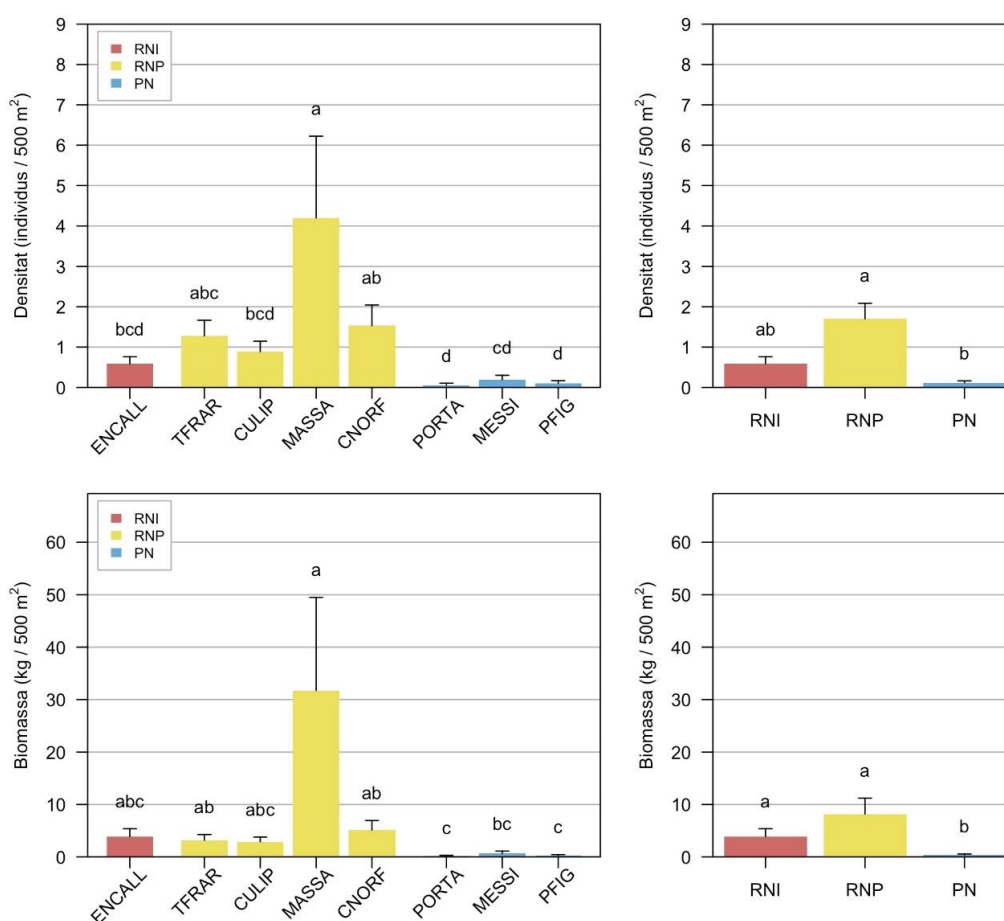


Figura 10. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de nero (*Epinephelus marginatus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de meros al Parc Natural de Cap de Creus mostra una distribució unimodal a les zones de PN i RNP, amb una major freqüència de les classes de mida de 50 i 60 cm respectivament, mentre que a la zona de RNI mostra un segon pic de classes de talla més grans de fins a 110 cm. La mida màxima observada ha estat de 110 cm a les zones de RNP i de RNI mentre que a la zona de PN la talla màxima observada ha estat de tan sols 70 cm (Figura 11). Pel que fa a les mides més petites, enguany hem trobat per primer cop individus de 30 cm. Aquesta és la mida mínima trobada fins al moment, ja que des de l'inici del seguiment de les poblacions de peixos al Cap de Creus, les mides mínimes no havien estat inferiors de 40 cm.

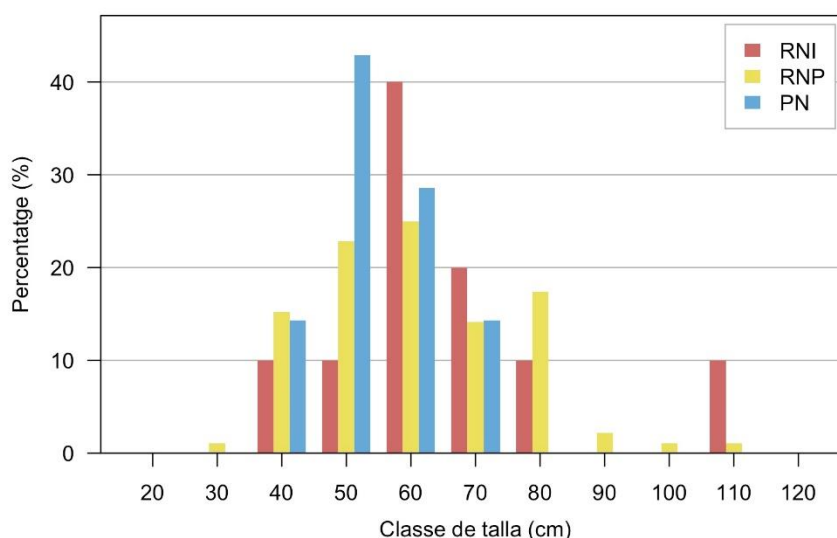


Figura 11. Estructures de talles de nero (*Epinephelus marginatus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. La barra de la zona PN correspon a dos individus observats a l'estació de Punta Figuera. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de les poblacions de nero mostra una baixada tant de la densitat com de la biomassa respecte el 2018 a les zones de màxima protecció de RNP i RNI. Aquesta baixada situa la densitat i biomassa d'aquesta espècie en valors anteriors a 2014. Pel que fa la zona de PN els valors de densitat i biomassa es mantenen molt baixos, sense cap símptoma de recuperació. Tot i que s'ha observat al menys un individu en totes les estacions, aquestes densitats només es poden considerar com a residuals (Figura 12).

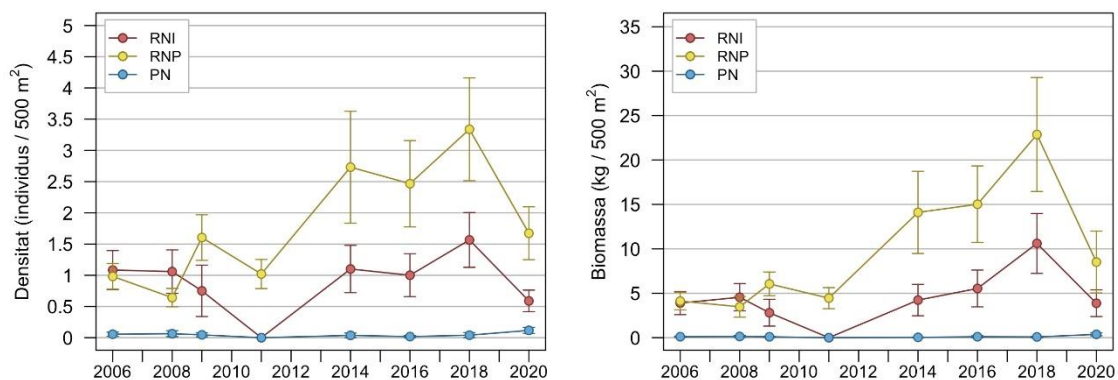


Figura 12. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de nero (*Epinephelus marginatus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Dentex dentex

Tant la densitat com la biomassa de déntols al Parc Natural de Cap de Creus no mostren diferències significatives entre les estacions mostrejades, excepte l'illa de l'Encalladora i Cap Norfeu, on no es va trobar cap individu, i Portaló, que mostra una molt baixa abundància (Figura 13). L'alta variabilitat en els valors mitjans és degut a la alta variabilitat entre els diferents trams de cadascuna de les estacions. És també per aquest motiu que no es troben diferències significatives entre RNP i PN (Figura 13). L'estació on més individus de *Dentex dentex* es varen trobar va ser a Massa d'Or, sent també on hi ha una major biomassa mitjana (Figura 13).

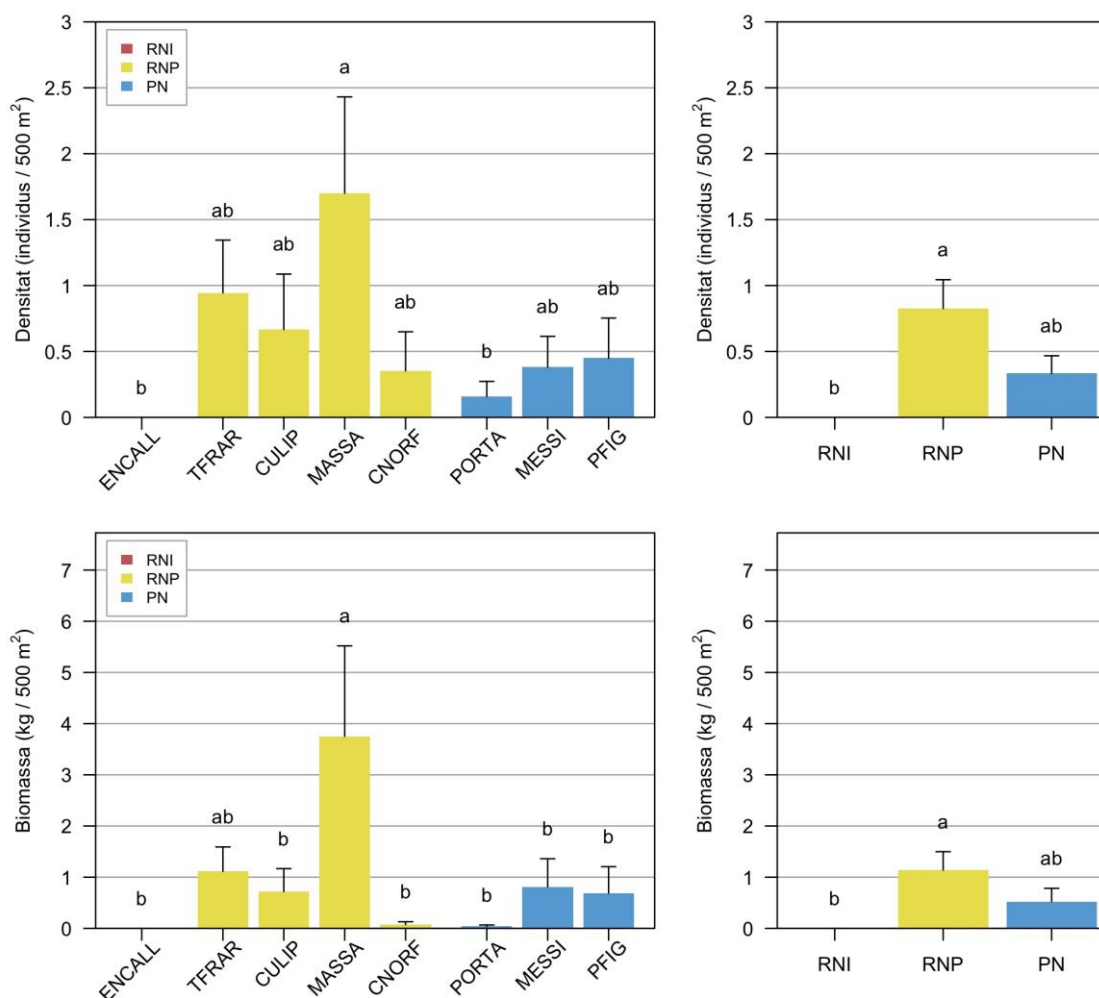


Figura 13. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de déntol (*Dentex dentex*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de déntol mostra una distribució unimodal en ambdós graus de protecció, amb una major freqüència d'individus de talles entre 50 cm a la zona de PN i 40 cm a la zona de RNP. La talla màxima observada ha estat de 65 cm a la Massa d'Or. Els individus de mida més petita, 25 cm, s'han trobat en major proporció a l'estació del Portaló dins de la zona de PN i també en trobem en altres zones incloent les de RNP (Figura 14).

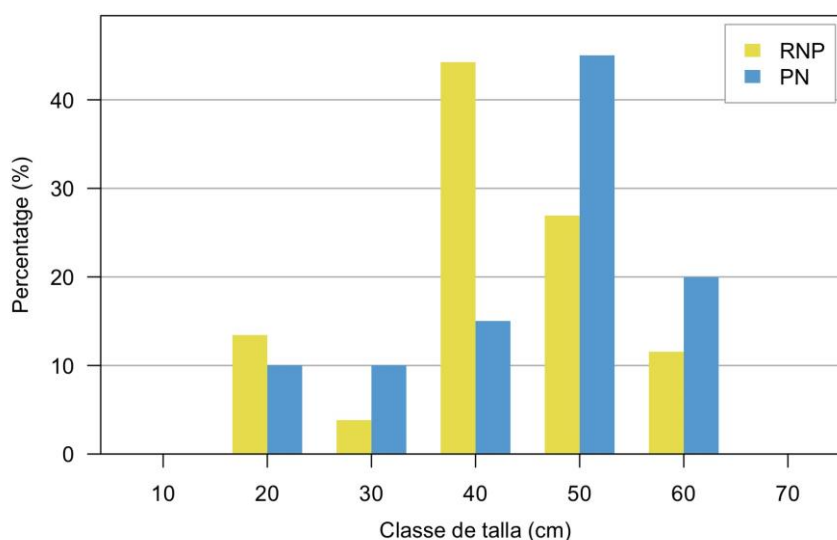


Figura 14. Estructures de talles de déntol (*Dentex dentex*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'anàlisi temporal del déntol mostra una caiguda tant en la densitat com en la biomassa respecte el 2018 i 2016, en les tres zones de protecció. S'observa, a més, que la zona de RNP és la que segueix presentant una valors més elevats respecte la zona de PN; pel que fa la zona de RNI aquest 2020 el valor és nul, ja que en cap de les immersions es va poder observar cap individu (Figura 15).

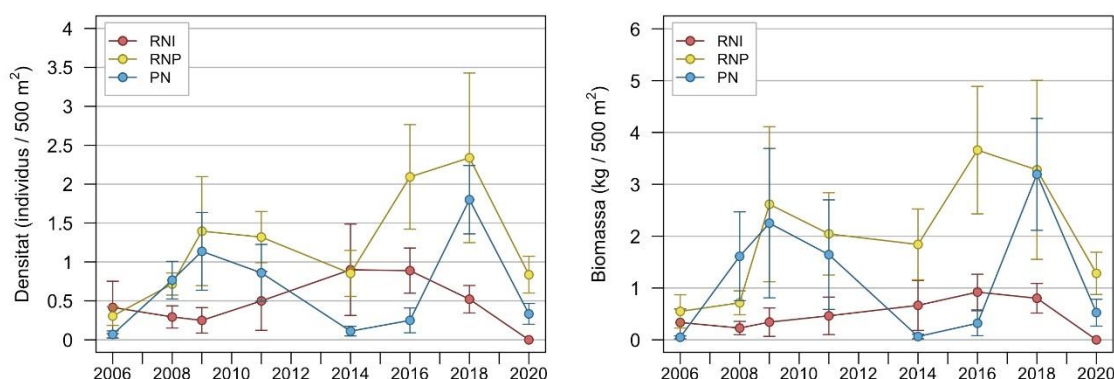


Figura 15. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de déntol (*Dentex dentex*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Diplodus cervinus

La densitat i biomassa de sarg imperial presenten molt poques diferències significatives entre les estacions de mostreig degut a l'elevada variabilitat dins de cada estació; únicament en trobem diferències entre la Massa d'Or, que presenta els valors més elevats, i les estacions en les que no es va observar cap o molt pocs individus (Figura 16). No es troben diferències entre els diferents graus de protecció tant pel que fa a la densitat o a la biomassa (Figura 16).

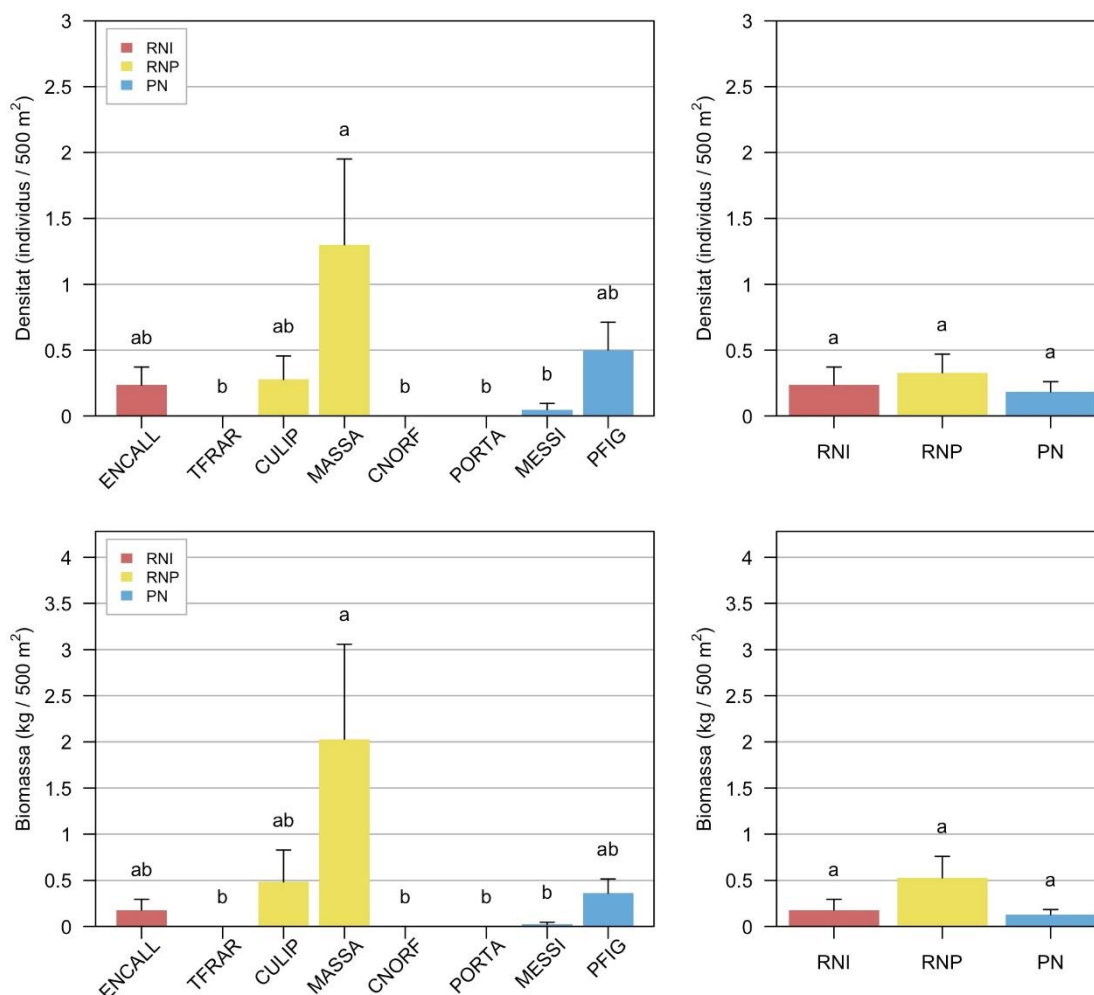


Figura 16. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de sarg imperial (*Diplodus cervinus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de la població de sarg imperial mostra una distribució irregular en tots els graus de protecció degut a la baixa densitat d'aquesta espècie. La zona de RNP és la que, en general presenta una estructura de mides amb individus més grans, ja que la talla més petita dels individus observats és de 35 cm. La talla màxima a la que han arribat és de 50 cm, en les zones de RNP i PN. En canvi, a l'Encalladora (RNI) només s'han observat individus de talla 45 cm com a màxim. D'altra banda, enguany s'han pogut observar els individus més petits, de 15 cm, que es poden considerar reclutes, a Punta Figuera, a la zona de PN (Figura 17).

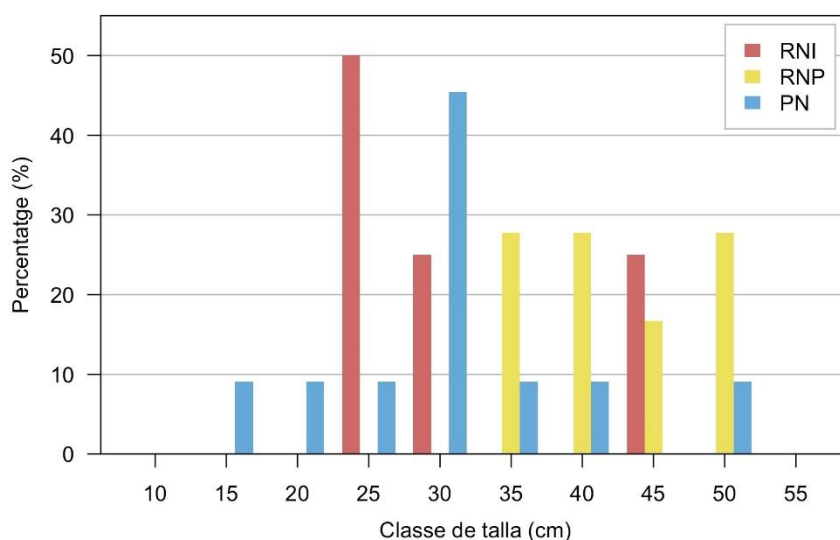


Figura 17. Estructures de talles de sarg imperial (*Diplodus cervinus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal del sarg imperial al Parc Natural de Cap de Creus no mostra un patró clar; sí que s'observa una baixada tant de densitat com de biomassa aquest any respecte el 2018, en els tres graus de protecció, però aquests valors es troben dins dels rangs observats en anys anteriors (Figura 18).

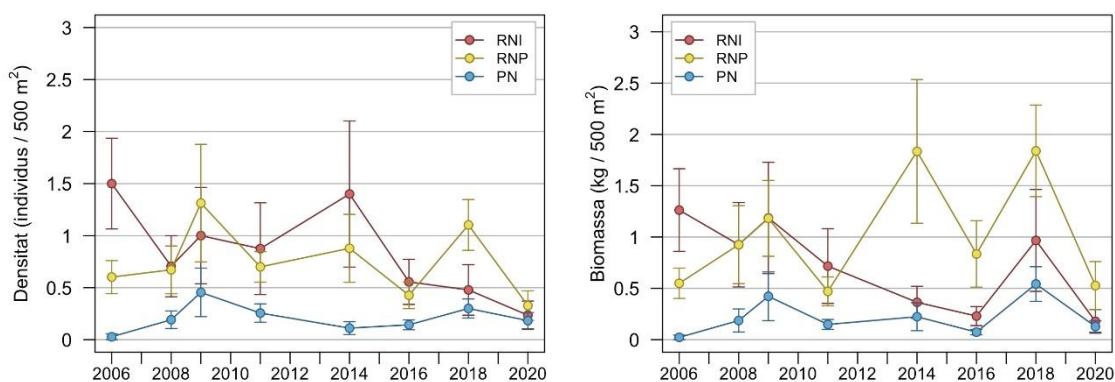


Figura 18. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de sarg imperial (*Diplodus cervinus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Dicentrarchus labrax

Enguany únicament s'han trobat 4 individus de llobarro en tots els mostrejos de peixos al Parc Natural de Cap de Creus. Aquests es varen trobar tots a l'estació de la Massa d'Or (Figura 19).

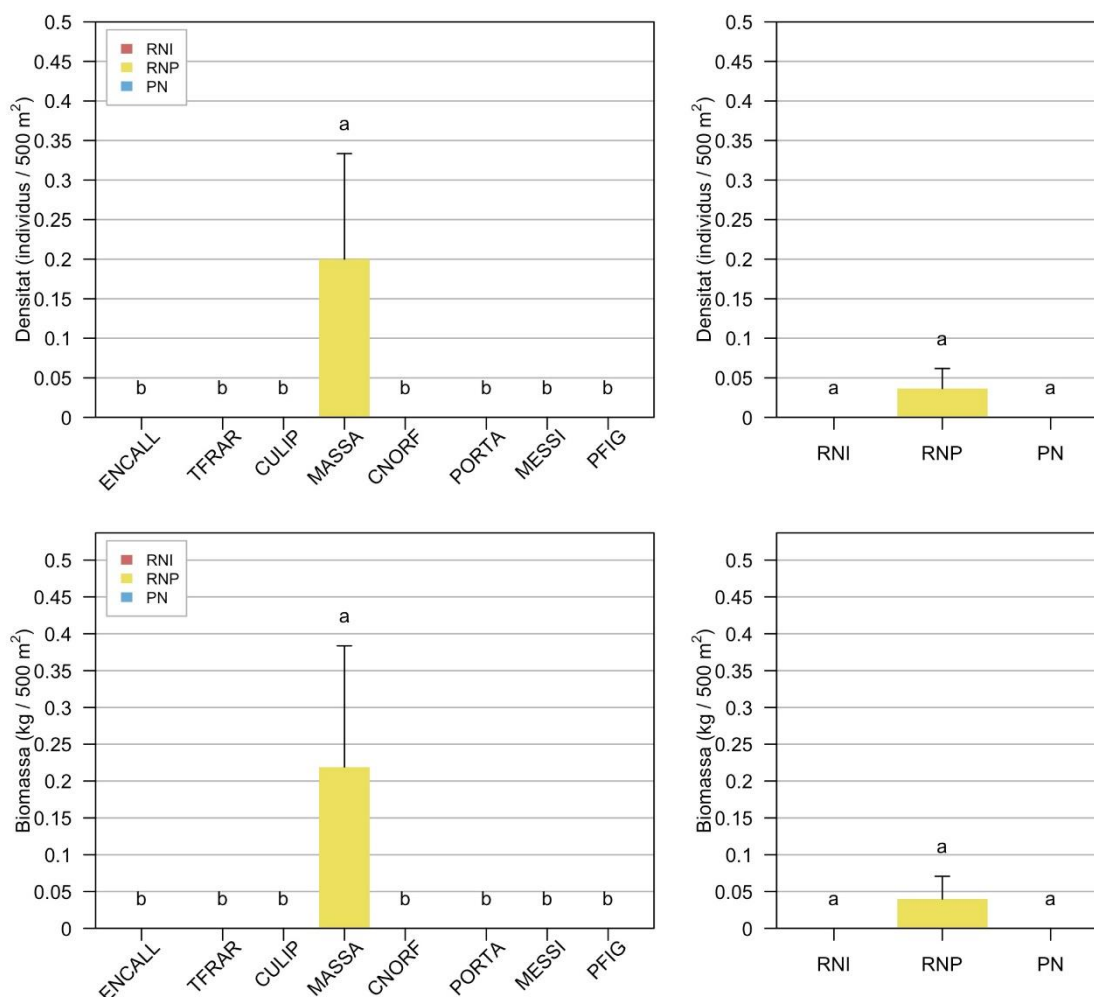


Figura 19. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de llobarro (*Dicentrarchus labrax*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

D'aquests quatre llobarros, dos d'ells mesuraven 40 cm i els altres dos, 50 cm (Figura 20).

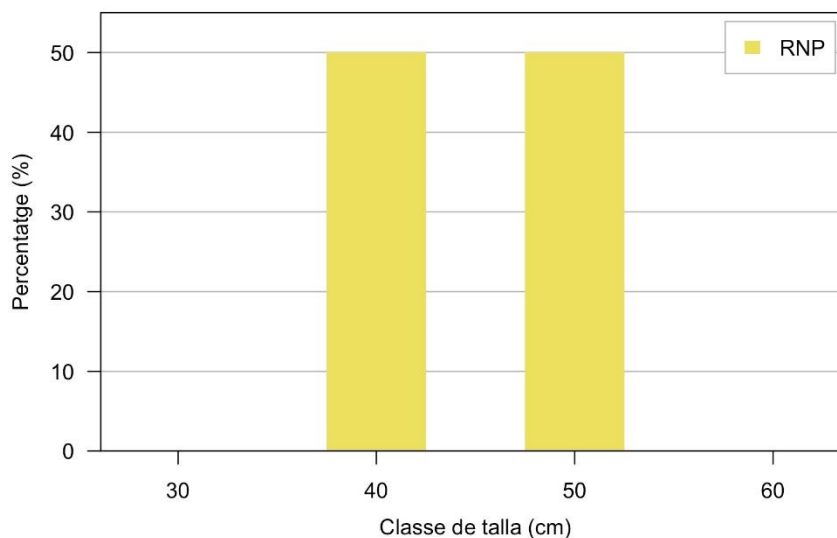


Figura 20. Estructures de talles de llobarro (*Dicentrarchus labrax*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. La barra de la zona RNI correspon a un únic individu observat a l'estació de Encalladora. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Tot i que el 2018 es va observar una petita millora en aquesta espècie, amb un augment tant de la densitat com de la biomassa, enguany aquests dos paràmetres han tornat als valors baixos dels anys anteriors i no es mostra cap signe de recuperació de l'espècie (Figura 21).

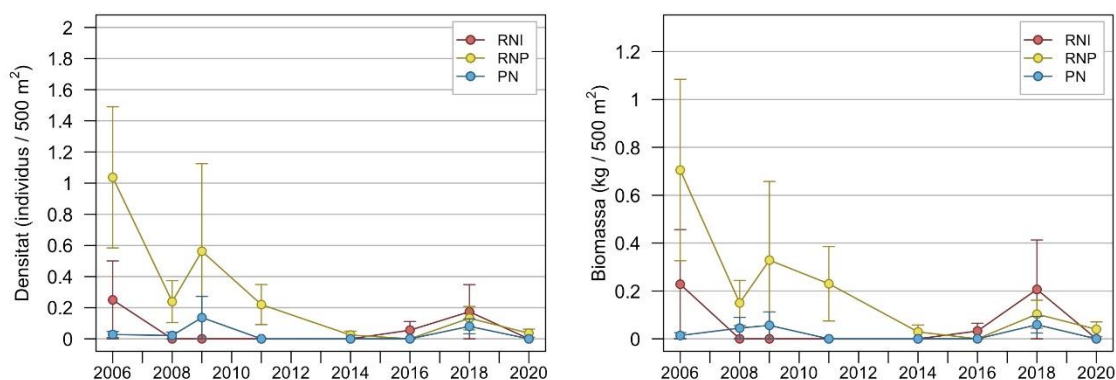


Figura 21. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de llobarro (*Dicentrarchus labrax*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Sparus aurata

En general, les densitats i biomasses d'orades al Parc Natural de Cap de Creus han mostrat valors homogenis, i no s'han trobat diferències significatives entre les diferents estacions mostrejades. No s'han trobat tampoc diferències significatives entre els diferents graus de protecció pel que fa a la densitat, tot i que en la biomassa, es diferencien la zona de RNP respecte la zona de PN, amb valors inferiors, mentre que la zona de RNI es troba en valors entremitjos entre aquestes dues zones (Figura 22).

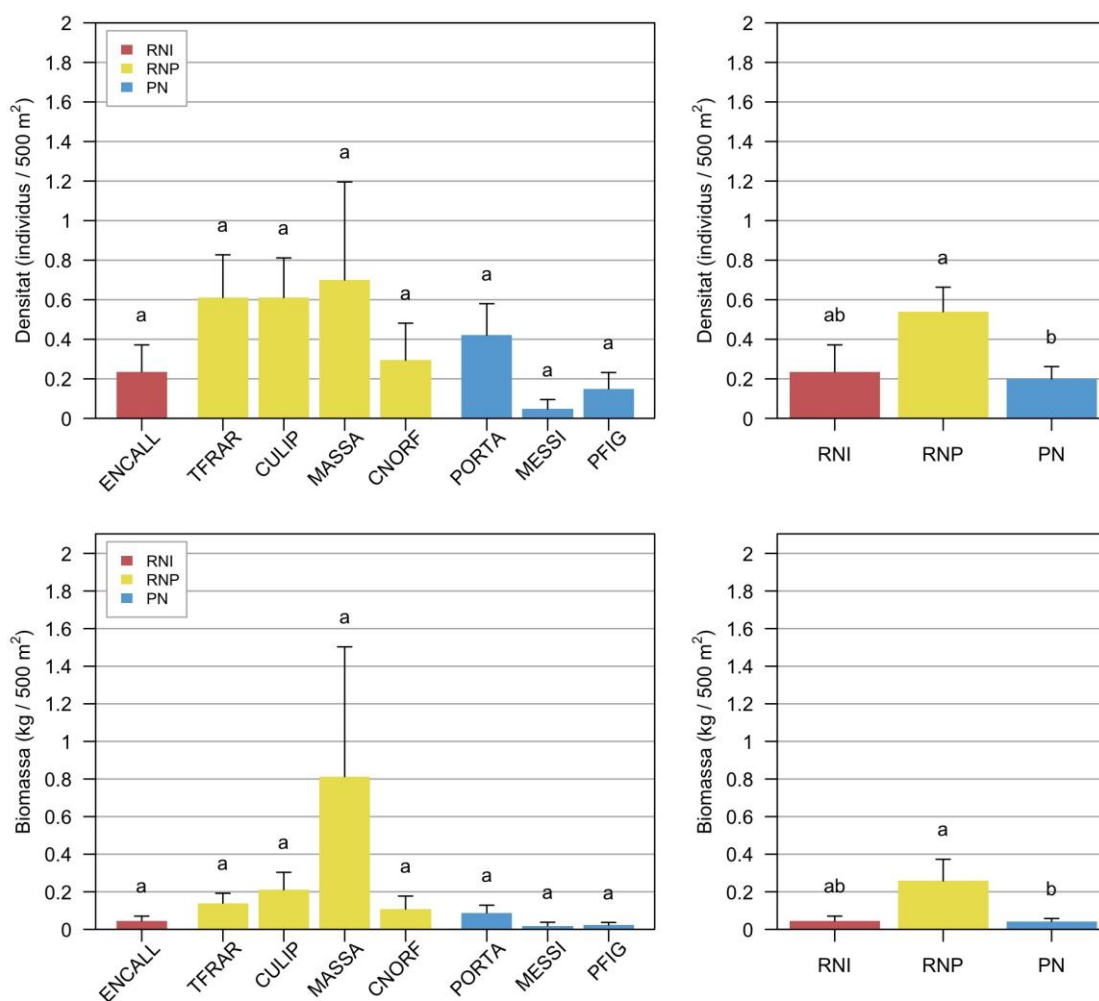


Figura 22. Densitat (dalt) i biomassa (baix) d'orada (*Sparus aurata*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

La distribució de talles d'orades ens mostra que en totes les zones de protecció, la mida més freqüent és de 25 cm, tot i que a la zona de RNI, només trobem orades d'aquesta talla i de 20 cm. Les poblacions d'orada de les zones de RNP i PN tenen una distribució unimodal, amb un pic a la classe de talla de 25 cm, mentre que a la zona de RNP es mostra un segon pic de classes de mida més grans de 45 cm, arribant a mides màximes de fins a 50 cm. La talla mínima observada ha estat de 16 cm, a l'estació de Portaló, al a zona de PN (Figura 23).

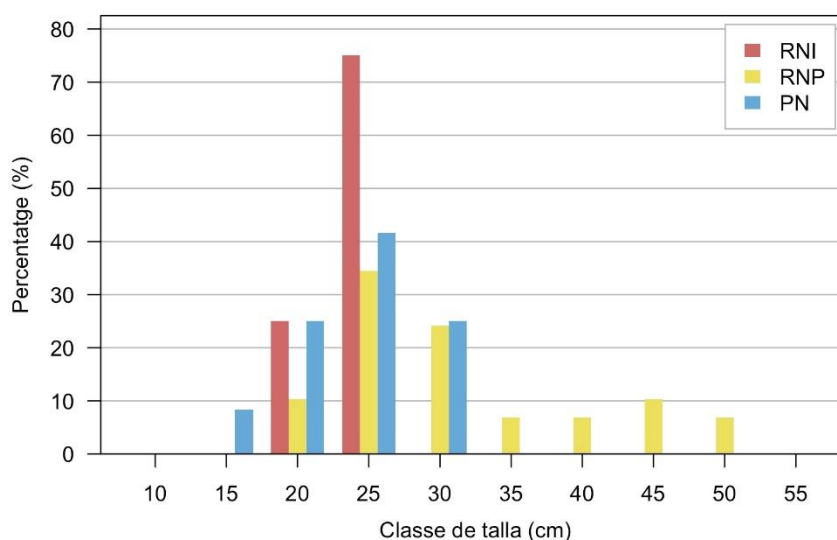


Figura 23. Estructures de talles d'orada (*Sparus aurata*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal d'aquesta espècie és força variable. Enguany s'ha vist una petita disminució de densitat i biomassa respecte el 2018, tot i que es manté amb valors similars als previs al 2016. Malgrat això, es pot observar que tots els valors de biomassa són molt baixos. El grau de protecció de RNP segueix sent el que presenta uns valors més alts respecte els altres dos (Figura 24).

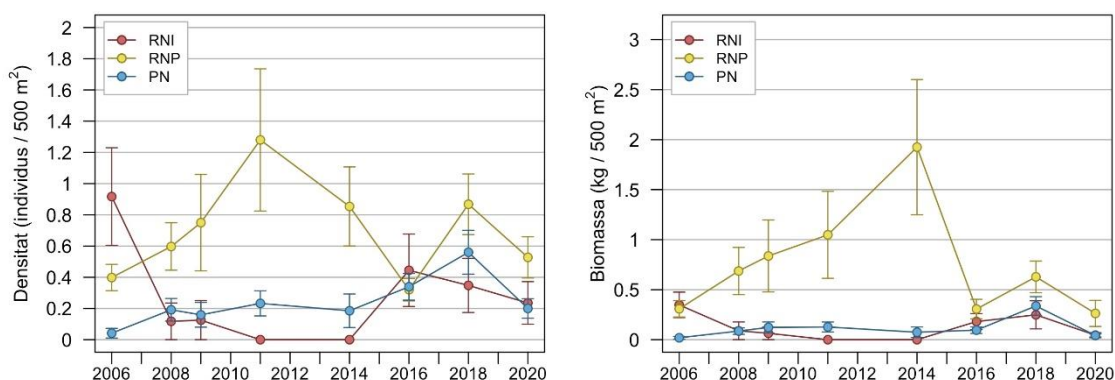


Figura 24. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) d'orada (*Sparus aurata*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Sciaena umbra

Aquest any, igual que anys anteriors, s'han trobat molt pocs exemplars de corball al Parc Natural del Cap de Creus. On se n'han trobat més ha estat a la Messina, amb 23 individus en total. Tot i això, aquesta estació no presenta diferències significatives entre Encalladora i la Massa d'Or, degut a la seva gran variabilitat, tot i que sí que s'han trobat diferències significatives entre aquestes dues últimes estacions. Malgrat tot, a l'Encalladora únicament es va comptabilitzar un individu de corball. No s'han trobat diferències significatives entre els diferents graus de protecció ni en les densitats ni en la biomassa. En aquest últim paràmetre destaca la Massa d'Or com l'estació amb una major biomassa respecte les altres dues estacions esmentades, probablement degut a que en aquesta estació els exemplars són de major mida (Figura 25).

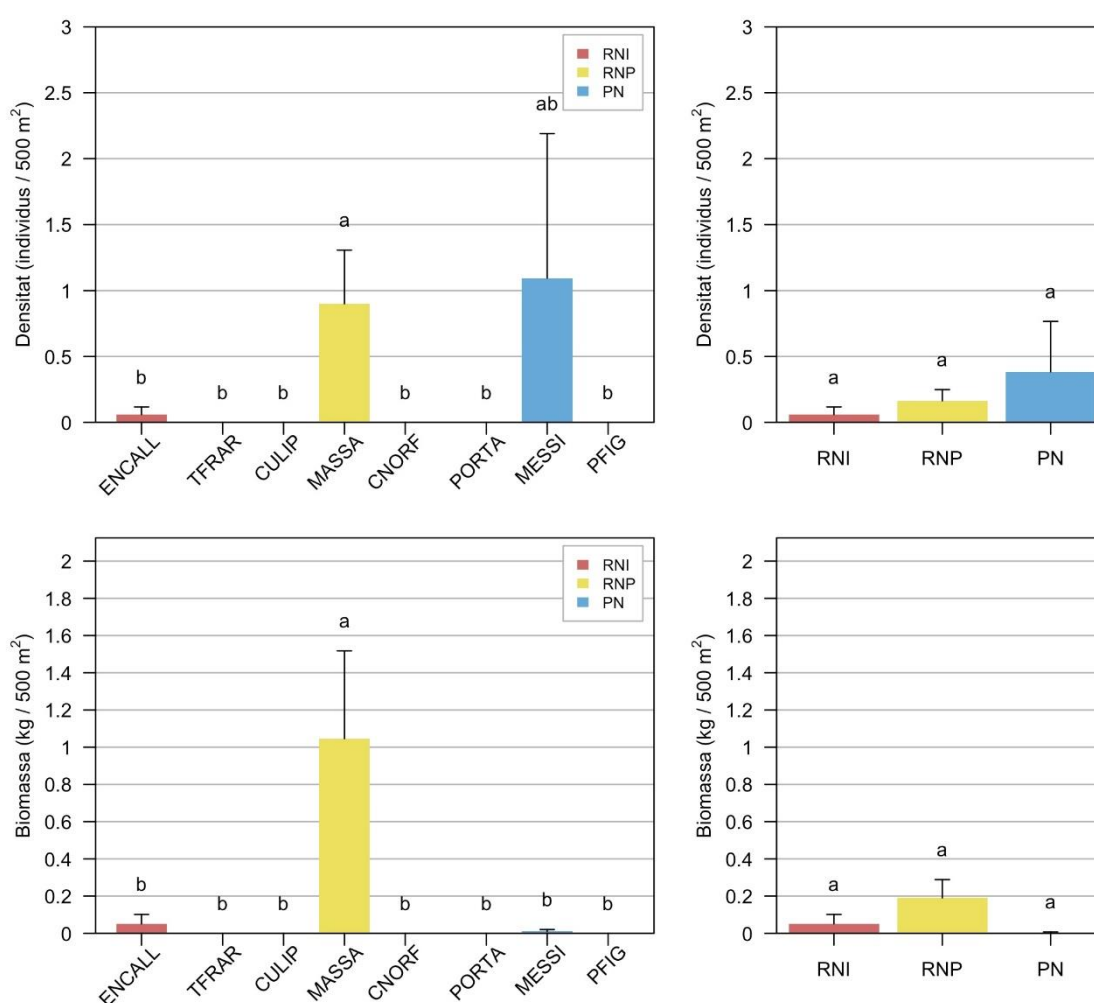


Figura 25. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de corball (*Sciaena umbra*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

En cap dels graus de protecció destaca una estructura de talles clara, degut a la baixa densitat d'individus observats d'aquesta espècie. Es pot observar, però, que els més petits s'han trobat a la zona de PN (Messina) i els més grans a la de RNP (Massa d'Or). L'únic corball trobat a l'Encalladora es troba a la classe de talla de 40 cm (Figura 26).

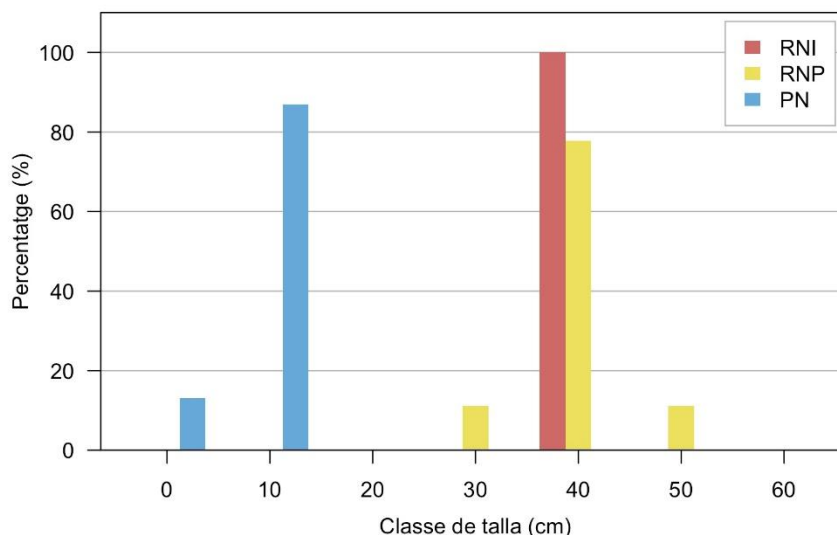


Figura 26. Estructures de talles de corball (*Sciaena umbra*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI) i Reserva Natural Parcial (RNP). Enguany no s'ha observat cap individu a la zona de Parc Natural (PN).

La densitat d'aquesta espècie varia molt al llarg de la sèrie temporal. Per una banda, la zona de RNI mostra grans variacions al llarg dels anys, amb períodes on es troben més individus, com el 2011 o el 2018, i altres amb valors gairebé nuls, comenguany. Les zones de RNP i PN presenten una major estabilitat; la primera, al llarg del temps, presenta una major densitat i biomassa que la segona, encara que la zona de PN enguany ha presentat un augment respecte l'any anterior, i la biomassa sembla més elevada que a la zona de RNP, tot i que no és significativa degut a la gran variabilitat que presenta (Figura 27).

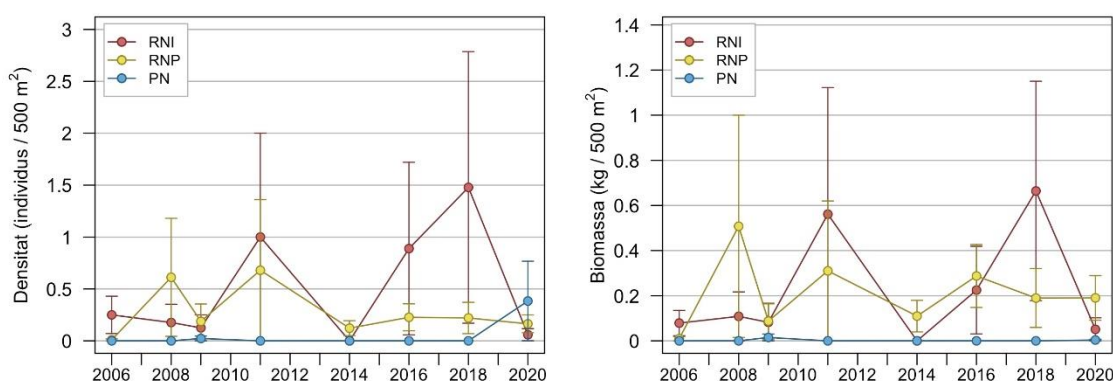


Figura 27. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de corball (*Sciaena umbra*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Espècies moderadament vulnerables

Diplodus sargus

El sarg és una espècie molt comuna en ambdós parcs estudiats en aquest informe. En el cas de Cap de Creus, s'observa que presenta unes densitats i biomasses força elevades en comparació amb altres espècies estudiades. Les estacions amb més densitat d'individus, i amb aquest ordre, són Tres Frares, Portaló i Culip, que no presenten diferències entre elles. A continuació trobem la Massa d'Or, que no presenta diferències significatives amb la resta d'estacions, excepte amb Tres Frares. Les estacions que s'han vist amb una menor densitat enguany han estat Cap Norfeu i Messina; la primera destaca perquè el 2018 va presentar una densitat força més elevada. Pel que fa a les densitats per grau de protecció s'observa que hi ha diferències significatives entre les zones de RNI i PN, però sí entre aquestes dues i la zona de RNP. Analitzant la biomassa, per estació s'observa que Tres Frares, Culip i Massa d'Or presenten valors elevats, tot i que només s'observen diferències significatives entre les dues primeres i la Messina, i que la resta d'estacions no presenten diferències significatives. A més, mirant les mitjanes per grau de protecció es troben diferències entre les zones de RNP i PN, però la zona de RNI es troba en valors entremitjos d'aquestes dues (Figura 28).

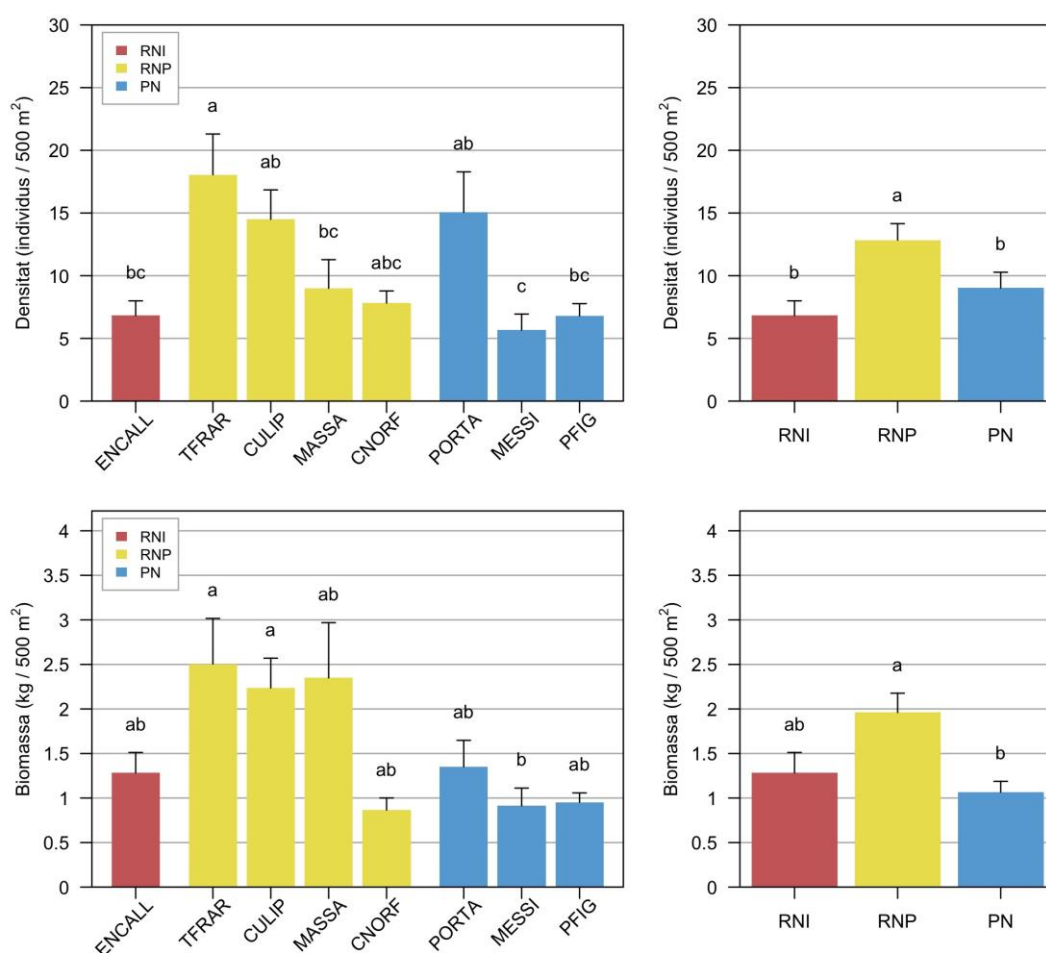


Figura 28. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de sarg (*Diplodus sargus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p-valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles del sarg al Parc Natural del Cap de Creus mostra una distribució unimodal en tots tres graus de protecció, amb la major part d'individus concentrats a la talla de 20 cm. S'observa que els individus de la zona de PN tenen, en general, un rang de talles més petit, amb un major percentatge d'individus de talla més petita (10 cm) que la resta de zones. Al contrari, en la zona de RNI es pot veure com presenta un major nombre d'individus de talles més grans (25-30 cm) que les zones de RNP i PN (Figura 29).

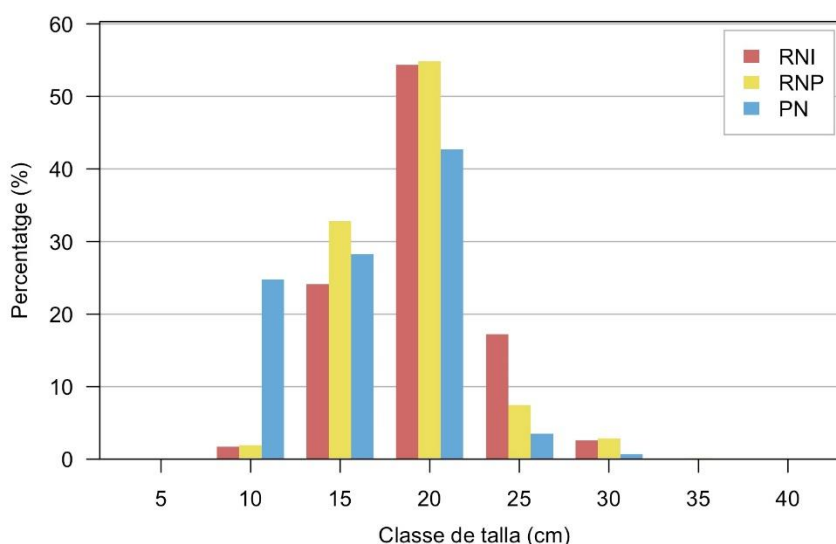


Figura 29. Estructures de talles de sarg (*Diplodus sargus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de les poblacions de sargs enguany ens mostra un patró semblant en els tres graus de protecció. Per començar, pel que fa a la densitat, en les tres zones s'observa una petita caiguda d'aquest paràmetre; la zona de RNP, però, es mostra força estable al llarg dels anys, encara que des de l'inici del seguiment ha disminuït; aquest patró és força similar al de la zona de PN. La zona de RNI ha disminuït lleugerament, però no de forma significativa respecte el 2018, però ha patit una caiguda força més acusada des de l'inici del seguiment, l'any 2006. Passant a la biomassa, en els tres graus de protecció aquesta disminueix respecte el 2018 (Figura 30).

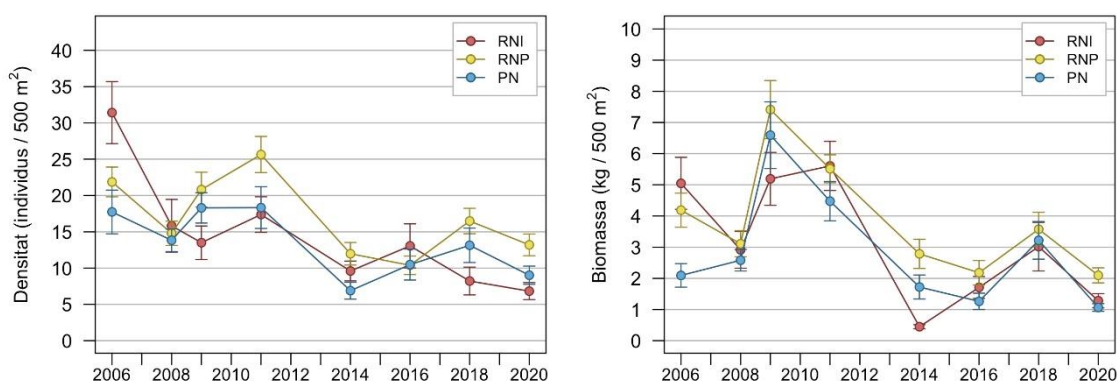


Figura 30. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de sarg (*Diplodus sargus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Diplodus vulgaris

Igual que el sarg, la variada és una espècie molt comuna en els dos parcs estudiats, i la més abundant de totes. És una espècie ubiqua, ocasionalment gregària, fet que implica una gran variància entre els censos. És per aquest motiu que es troben poques diferències significatives entre estacions, tant en la densitat com en la biomassa. Únicament es diferencien significativament en densitats l'Encalladora i Culip amb la Massa d'Or; aquesta última podria semblar que presenta uns valors força elevats, però té una gran variabilitat interna que fa que no sigui així. A més, l'estació amb una densitat i biomassa mitjanes més baixes és Cap Norfeu, encara que no es diferenciï de la majoria d'estacions. En quant als anàlisis per grau de protecció no trobem diferències significatives entre ells, ni en densitat ni en biomassa (Figura 31).

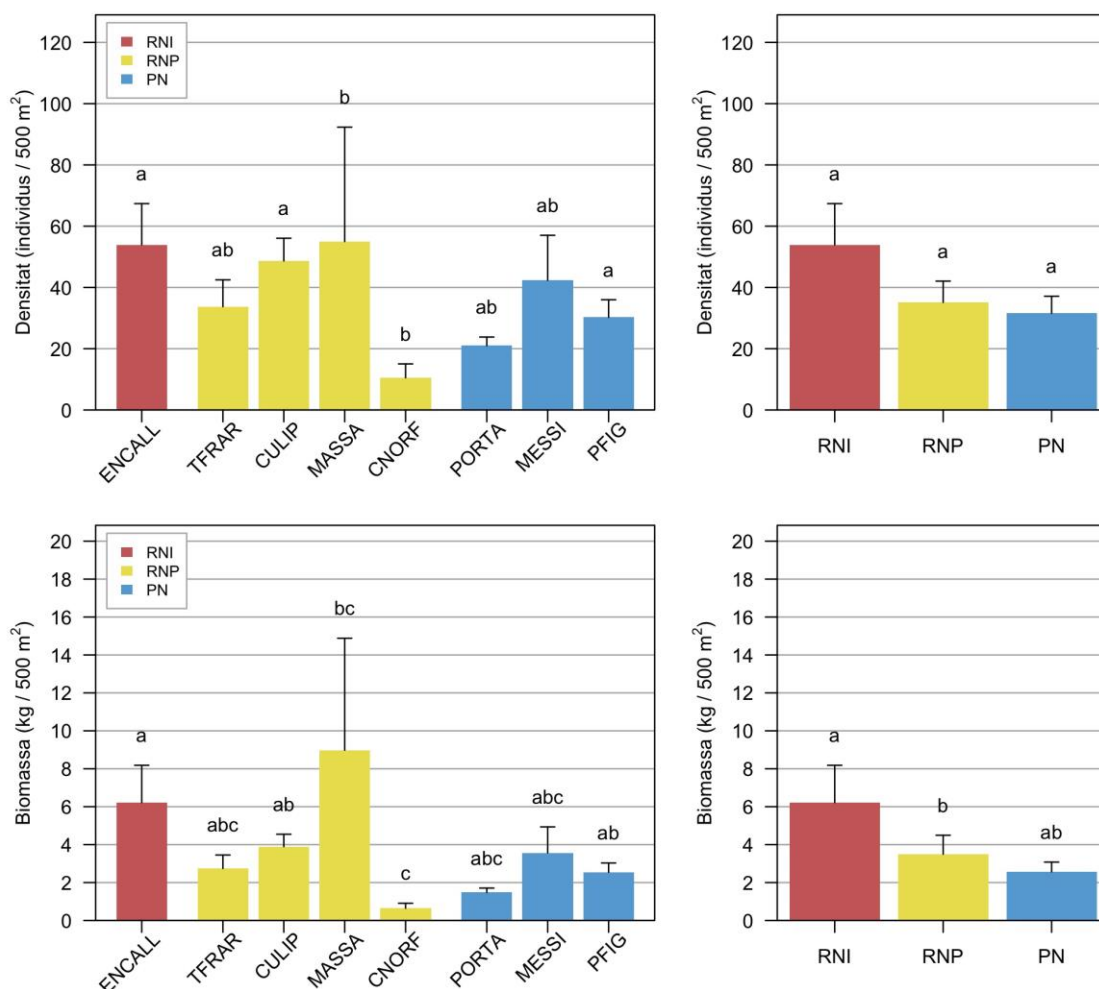


Figura 31. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de variada (*Diplodus vulgaris*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de la variada mostra una distribució unimodal en les zones de RNP i PN, mentre que en la zona de RNI la major concentració d'individus es troba a la talla de 20 cm; la talla màxima a la que arriben en aquesta zona és de 25 cm. En les altres dues zones (RNP i PN)

s'observa que on es troben més individus és a la talla 15 cm, mentre que la talla màxima a la que arriben també és de 25, tot i que en trobem més a la zona de RNP que a les altres dues. D'altra banda, la talla més petita a la que s'han trobat individus és de 5 cm, a la zona de PN i, en una baixíssima proporció, a la de RNP (Figura 32).

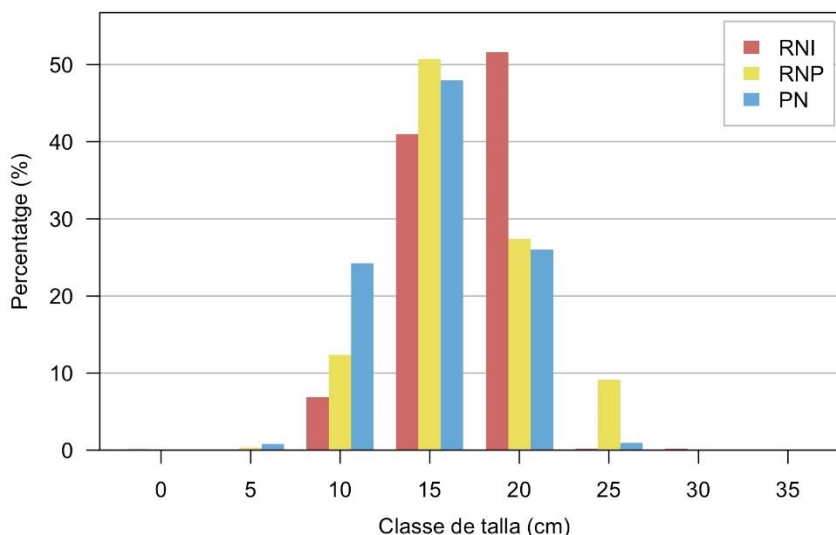


Figura 32. Estructures de talls de variada (*Diplodus vulgaris*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de la densitat de variada mostra una disminució respecte el 2018 en les zones de RNP i RNI del Parc Natural del Cap de Creus, encara que segueixen sent uns valors superiors als del 2016; pel que fa a la zona de PN, la baixada és més pronunciada, tot i que es manté respecte anys anteriors. Pel que fa a l'evolució temporal de la biomassa, la disminució és pronunciada en les zones de RNI i PN, però menys prominent en la zona de RNP, probablement donada perquè els individus són de talls majors. Tot i això, el patró de biomassa al llarg dels anys és poc clar (Figura 33).

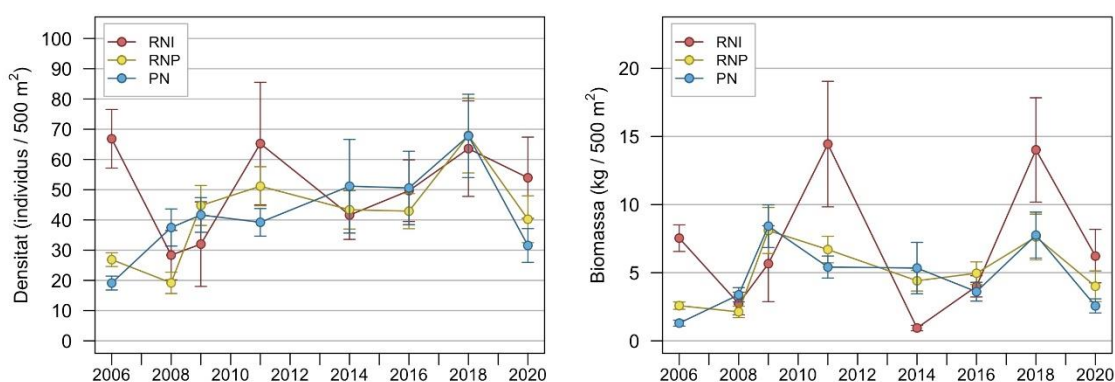


Figura 33. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de variada (*Diplodus vulgaris*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Diplodus puntazzo

La distribució de la morruda al Parc Natural del Cap de Creus és irregular al llarg de les estacions mostrejades. A més, enguany es mostra un patró molt diferent al del 2018, on l'estació amb una densitat mitjana més elevada va ser la Massa d'Or amb molta diferència, mentre que aquest any és la que presenta una densitat més baixa, juntament amb la Messina. La resta d'estacions mostraven unes densitats molt baixes; aquest any ha augmentat a la majoria d'elles, però especialment a Portaló, amb més del doble d'individus/500 m² que fa dos anys, seguidament de Tres Frares, Culip, Cap Norfeu i Punta Figuera. Malgrat aquests valors, es troben poques diferències significatives entre estacions degut a la gran variabilitat interna d'aquestes. Pel que fa al grau de protecció no es troben diferències significatives entre les tres zones. La biomassa presenta un patró similar al de la densitat, exceptuant l'estació de Portaló, que així com tenia una densitat elevada, la seva biomassa és més aviat baixa. En quant al grau de protecció, no hi ha diferències significatives entre zones en la seva biomassa (Figura 34).

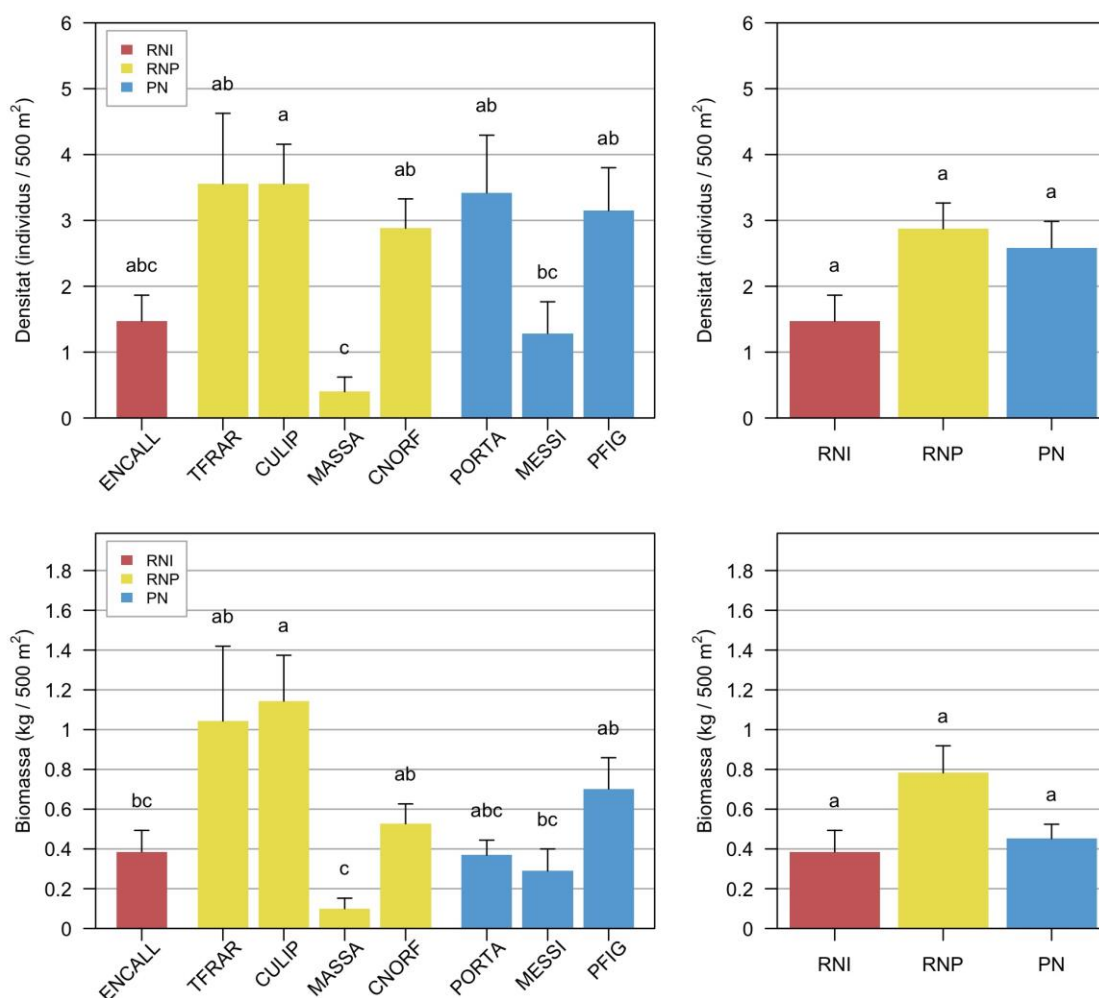


Figura 34. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de morruda (*Diplodus puntazzo*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

La distribució de les classes de talla va mostrar un patró unimodal en totes les zones de protecció, amb lleugeres diferències entre les talles mitges de les zones de RNI (32,9 cm), RNP (31,0 cm) i PN (30,36 cm) (Figura 35).

L'estructura de talles de morruda presenta una distribució unimodal en tots els graus de protecció, amb una major percentatge d'individus a la talla de 25 cm en el cas de la zona de RNI, de 20-25 cm a la zona de RNP, i de 20 a la zona de PN. La zona de RNP és la que presenta una talla màxima superior a les demés zones, amb dues morrudes de 45 cm a l'estació de Culip, mentre que la zona de PN és la que presenta la talla mínima més baixa que la resta de zones, amb un individu de 12 cm a la zona de Portaló (Figura 35).

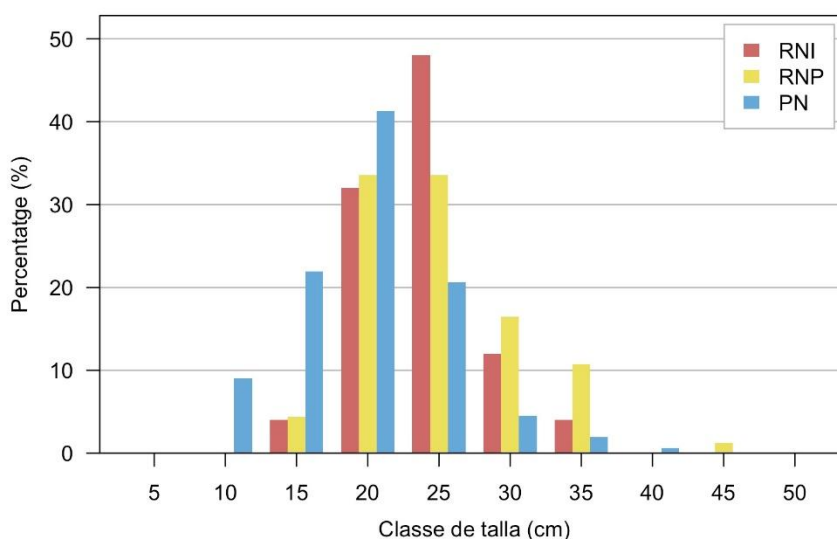


Figura 35. Estructures de talles de morruda (*Diplodus puntazzo*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de la morruda al Parc Natural de Cap de Creus mostra diferents patrons segons el grau de protecció. Per una banda, en les zones de RNI i RNP s'ha vist una caiguda tan de densitat com de biomassa respecte el 2018; tot i això si mirem els anys anteriors de seguiment, en el cas de RNP el valor segueix sent semblant al dels anys anteriors del 2018, mentre que en el cas de la zona de RNI es manté força, encara que en valors baixos, sobretot en la biomassa. Per altra banda, en la zona de PN, la densitat ha augmentat respecte el 2018 i manté la tendència a l'alta des del 2016. Malgrat això, els valors de biomassa no tenen aquesta tendència, han disminuït lleugerament respecte el 2018 i es mantenen respecte els anys anteriors (Figura 36).

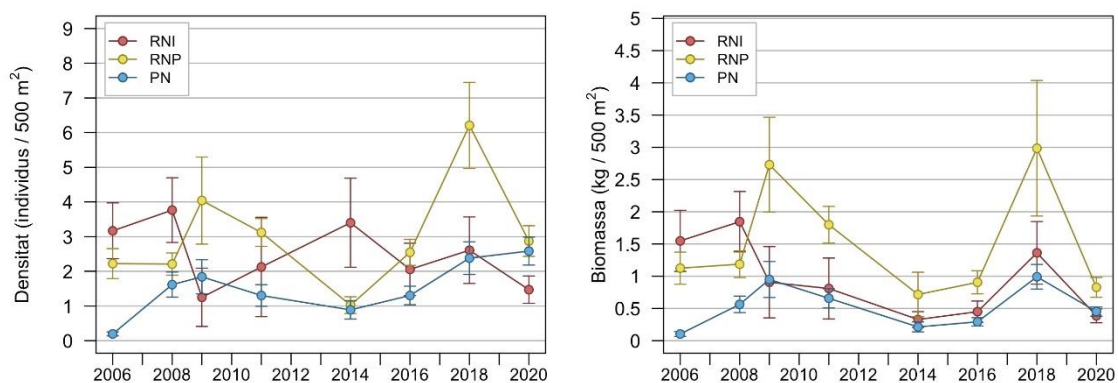


Figura 36. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de morruda (*Diplodus puntazzo*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Spondyliosoma cantharus

La distribució de cantares és molt similar en totes les estacions, amb excepció de la Massa d'Or. Enguany hi ha hagut un augment molt marcat en la seva densitat respecte el 2018, ja que mentre que fa dos anys la densitat mitjana més alta era d'uns 25 individus/500 m² a la Massa d'Or, enguany és quasi de 80 individus/500 m² a la mateixa estació. La major densitat i biomassa mitjanes es troben en aquesta mateixa estació (RNP), diferenciant-se significativament de la resta d'estacions. Pel que fa als anàlisis per grau de protecció, tan en la densitat com en la biomassa es formen dos grups significativament: per una banda hi ha la zona de RNP que té uns valors superiors a les de RNI i PN, que no es diferencien entre elles; això és gràcies a l'estació de la Massa d'Or (Figura 37).

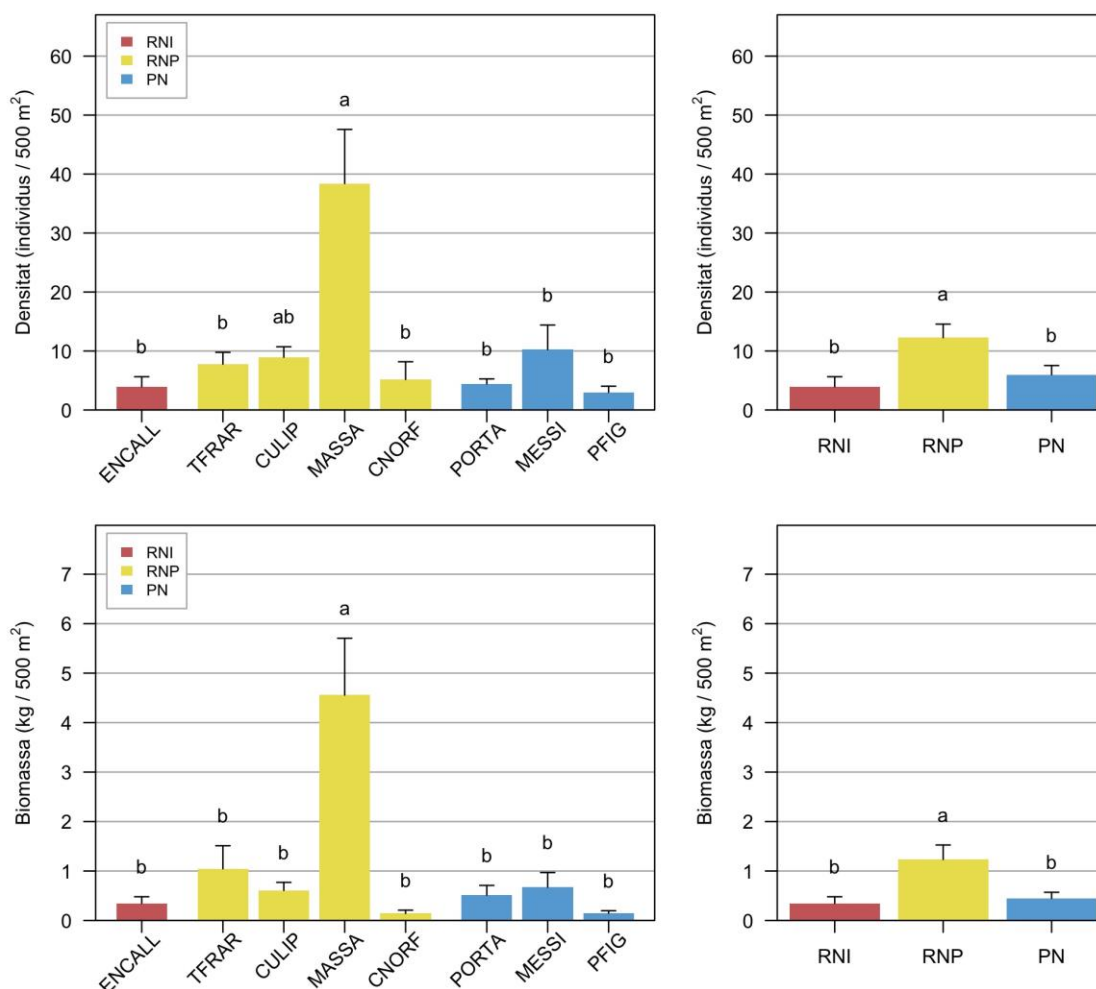


Figura 37. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de càntera (*Spondyliosoma cantharus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p-valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de les poblacions de cantares mostren una distribució unimodal en els tres graus de protecció. La classe de talles que predomina a la zona de RNP és de 10 cm, mentre que a les zones de RNI i PN és de 15 cm. La talla més petita que s'observa és de dues cantares de 4 cm a la zona de PN, en concret a l'estació de la Messina, mentre que la talla màxima observada

és de 35 cm a les zones de RNP (a les estacions de Culip i Massa d'Or) i de PN (a l'estació de Portaló) (Figura 38).

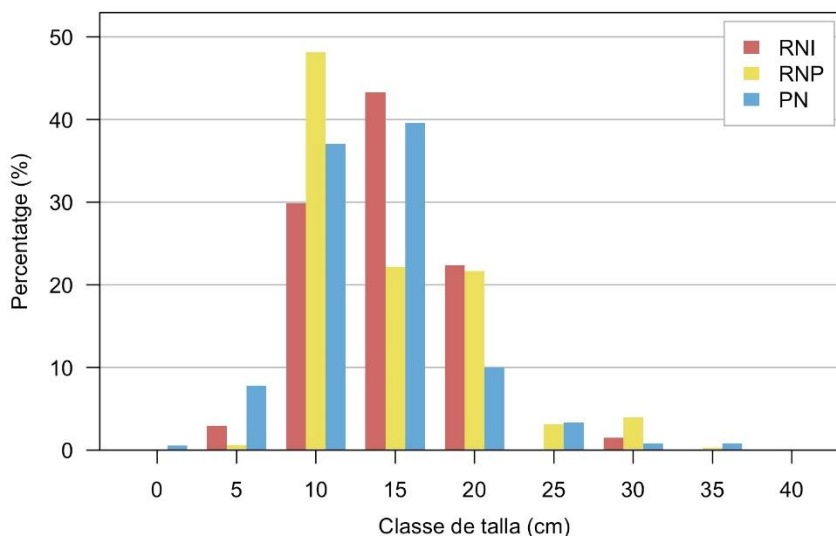


Figura 38. Estructures de talles de càntera (*Spondyllosoma cantharus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de cantares al Parc Natural de Cap de Creus mostra un patró diferent en cada grau de protecció. D'una banda, la densitat a la zona de RNI es manté baixa al llarg dels anys, igual que la seva biomassa. Pel que fa a la zona de PN, la seva densitat disminueix respecte el 2018, però es manté una mica més elevada que els anys anteriors; la biomassa en aquesta zona, però, cau en picat respecte el 2018, encara que es manté respecte els anys anteriors. D'altra banda, la zona de RNP és la que més destaca per l'augment significatiu d'enguany, que manté la tendència a l'alta que es va iniciar el 2016, però caldrà veure si es manté en els propers anys. A més, pel que fa a la biomassa, s'observa que aquesta tendència a l'alta es manté des del 2014, i encara que l'augment no sigui significatiu entre anys, al mirar el global sí que ho és (Figura 39).

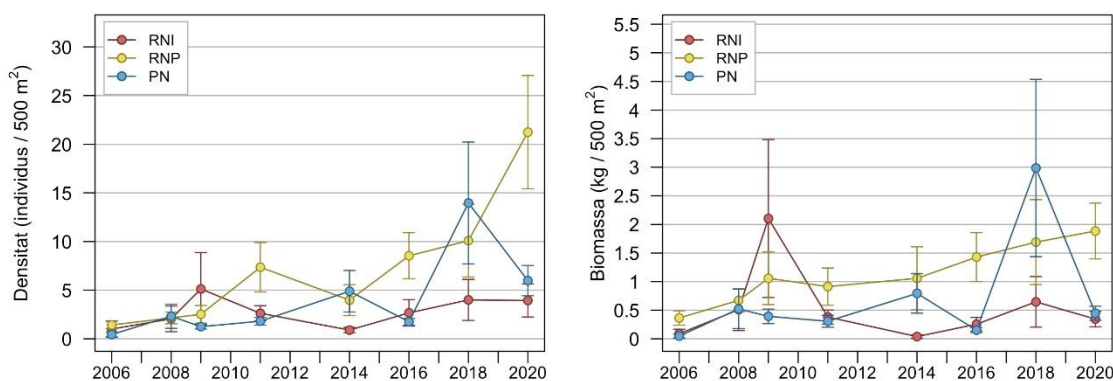


Figura 39. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de càntera (*Spondyllosoma cantharus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Sphyraena viridensis

Enguany únicament s'han observat espets a 5 estacions, on destaquen la Massa d'Or i Messina amb densitats relativament elevades, ja que s'hi ha observat agregacions. Encalladora, Portaló i Messina presenten valors baixos, amb la observació de pocs individus. Aquestes diferències no s'observen entre graus de protecció pel que fa a la densitat o la biomassa degut a la seva gran variabilitat (Figura 40).

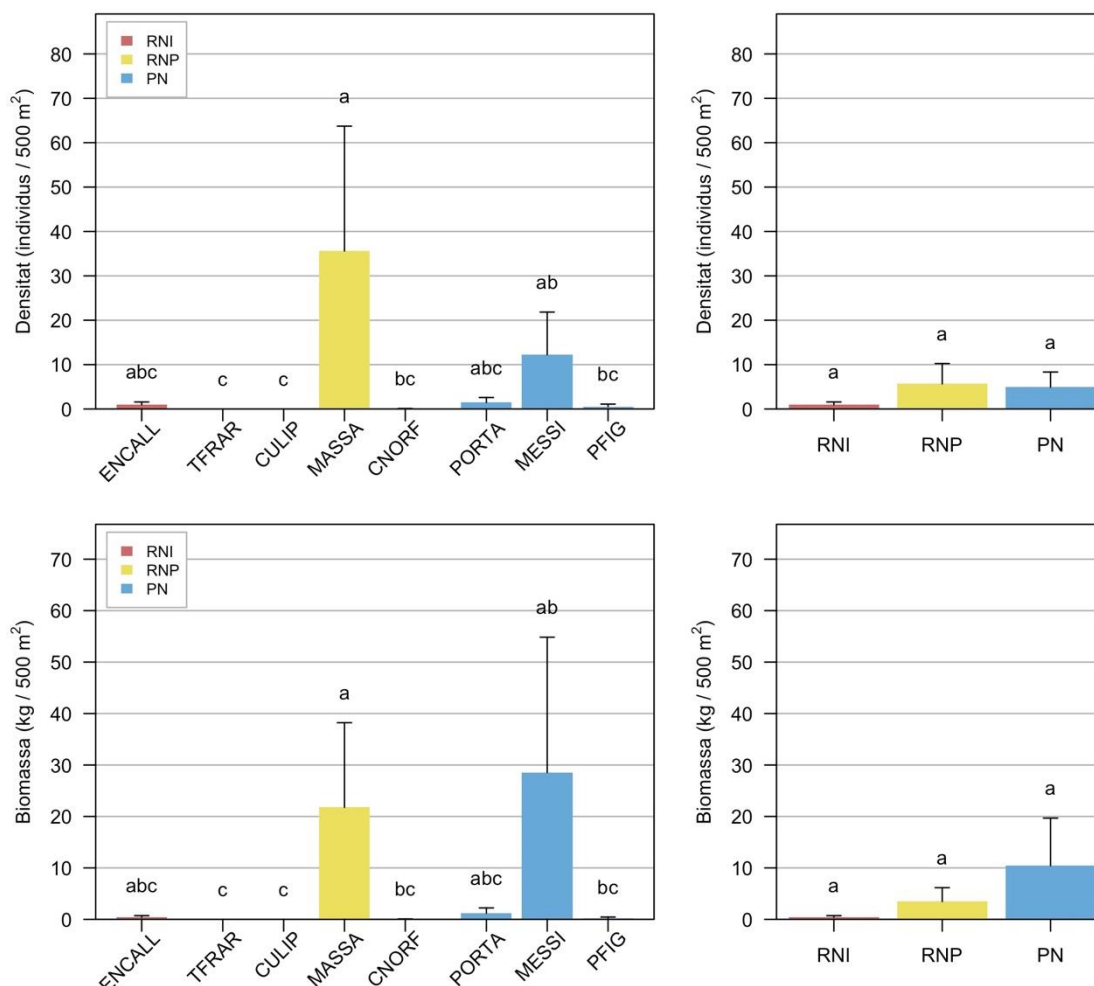


Figura 40. Densitat (dalt) i biomassa (baix) d'espets (*Sphyraena viridensis*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p-valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Pel que fa a l'estructura de talles, s'observa una clara diferència entre els graus de protecció: mentre que les zones de RNI i RNP presenten talles més petites, amb una màxima de 60 cm en ambdós casos i una mínima de 40 cm en la ona de RNI, a la zona de PN el rang de talles és més elevat, arribant a espets de 1 m de talla màxima, i de 50 cm de talla mínima. La major proporció d'individus en aquesta zona es troba a la talla de 90 cm, mentre que en les altres dues zones és a 50 cm (Figura 41).

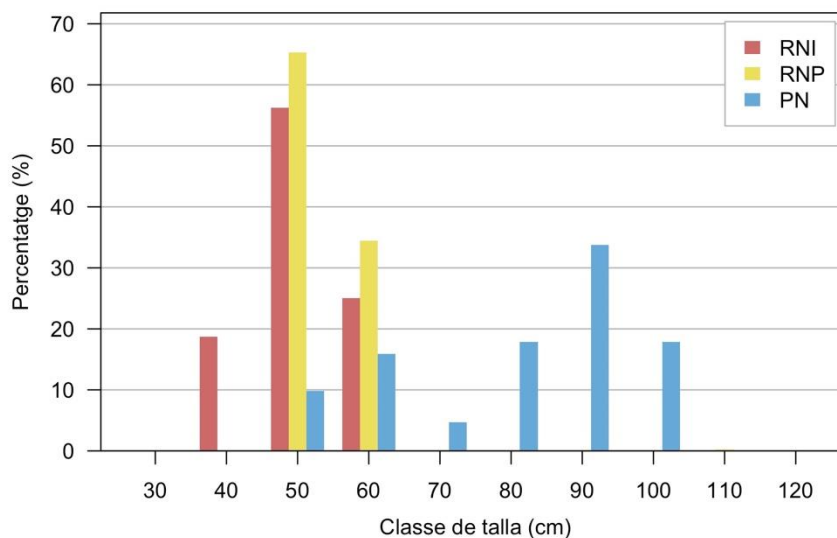


Figura 41. Estructures de talles d'espè (*Sphyræna viridensis*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de l'espè és molt variable al llarg dels anys, on el 2018 va presentar el seu màxim de densitats i el 2016 de biomassa, i enguany han disminuït ambdós paràmetres en totes les zones (Figura 42).

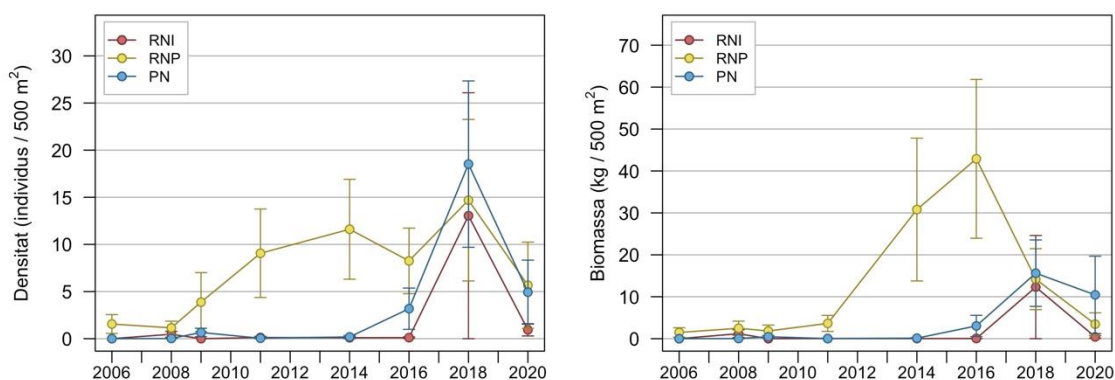


Figura 42. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) d'espè (*Sphyræna viridensis*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Altres espècies i observacions

Enguany s'ha observat un exemplar de *Myctoperca rubra* a l'estació de la Massa d'Or (Figura 43). És estrany trobar aquesta espècie en aquesta zona, donat que es troba més aviat en latituds més meridionals. Malgrat això ja havia sigut observada en anys anteriors (2011, 2016 i 2018), ocasionalment. Com ja es va dir el 2018, la presència d'aquesta espècie es pot deure a l'augment de la temperatura de l'aigua, però s'haurà de corroborar en els propers anys.

A més, en aquesta mateixa estació es van veure 4 exemplars d'*Epinephelus costae*, una espècie que únicament se n'havia observat un individu l'any 2006, també a la Massa d'Or. Cal destacar que es varen observar comportaments característics relacionats amb la reproducció d'aquesta espècie.



Figura 43. Exemplar de nero bord (*Myctoperca rubra*) observat a l'estació de la Massa d'Or a l'any 2020.

Anàlisi global

L'anàlisi de coordenades principals (PCoA) s'ha realitzat amb les dades de biomassa de totes les espècies comptabilitzades al llarg dels mostrejos d'aquest 2020. Aquest ens mostra dos grans grups que es diferencien entre ells: per una banda, les zones de RNI i RNP que mostren una major biomassa, principalment degut a que les espècies més grans, com el mero (*E. marginatus*), el déntol (*D. dentex*) o el sarg imperial (*D. cervinus*) es troben en majors densitats i amb talles més grans en aquestes dues zones. D'altra banda trobem la zona de PN, amb una menor biomassa global que les altres dues zones.

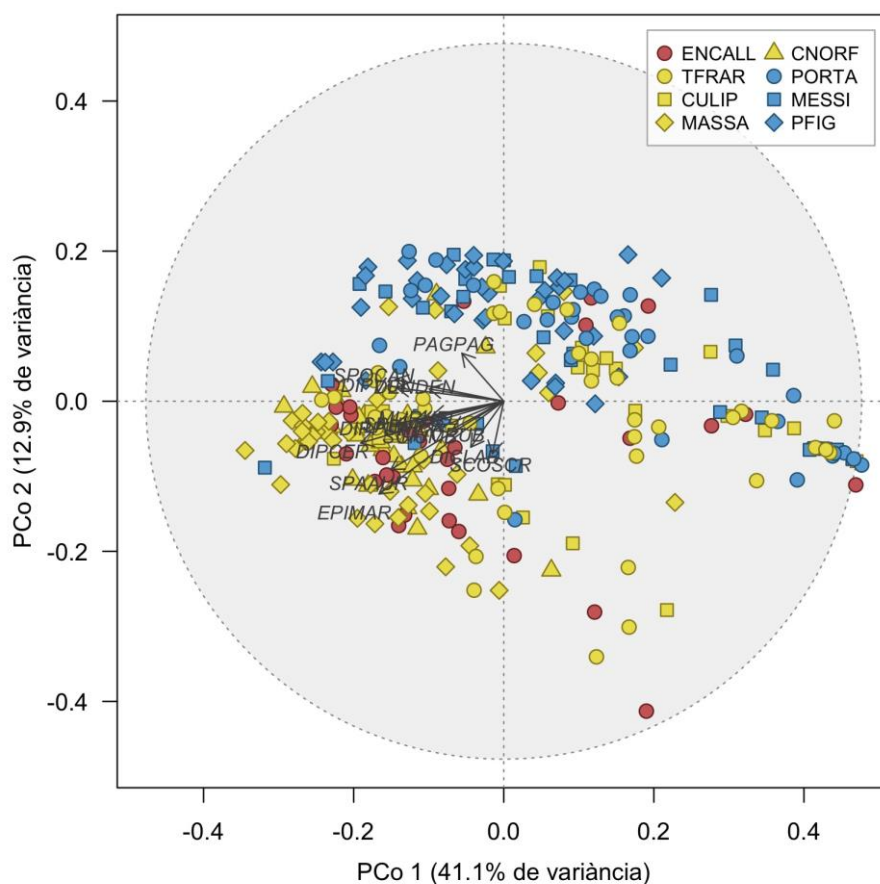


Figura 44. Anàlisi de coordenades principals (PCoA) dels diferents trams dels transectes realitzats al Parc Natural de Cap de Creus, tenint en compte la biomassa de totes les espècies censades com a variables. Els dos primer eixos acumulen el 54% de la variància observada a les dades. Els colors dels símbols representen els diferents graus de protecció: Reserva Natural Integral (RNI, vermell), Reserva Natural Parcial (RNP, groc) i Parc Natural (PN, blau).

Per poder determinar quina importància tenen les variables ambientals (com la rugositat o el tipus de fons) en la composició de les comunitats s'ha realitzat un anàlisi de redundància (RDA). El primer eix, que explica el 50% de la variància, separa els diferents graus de protecció: per una banda hi trobem les zones de RNI i RNP, i per l'altra la de PN. En el primer cas, s'observa que aquestes zones presenten major biomassa, relacionades amb una major complexitat espacial, amb fons de grans blocs i coral·ligen que corresponen a una major rugositat, que propicien una major presència d'espècies piscívores i vulnerables a la pesca, com ara el déntol (*D. dentex*) o el mero (*E. marginatus*). A l'altra banda de l'eix trobem la zona de PN, amb zones de menys complexitat estructural, amb blocs petits i roca base, i amb una major pendent. Aquesta zona es correlaciona amb biomasses menors (Figura 45).

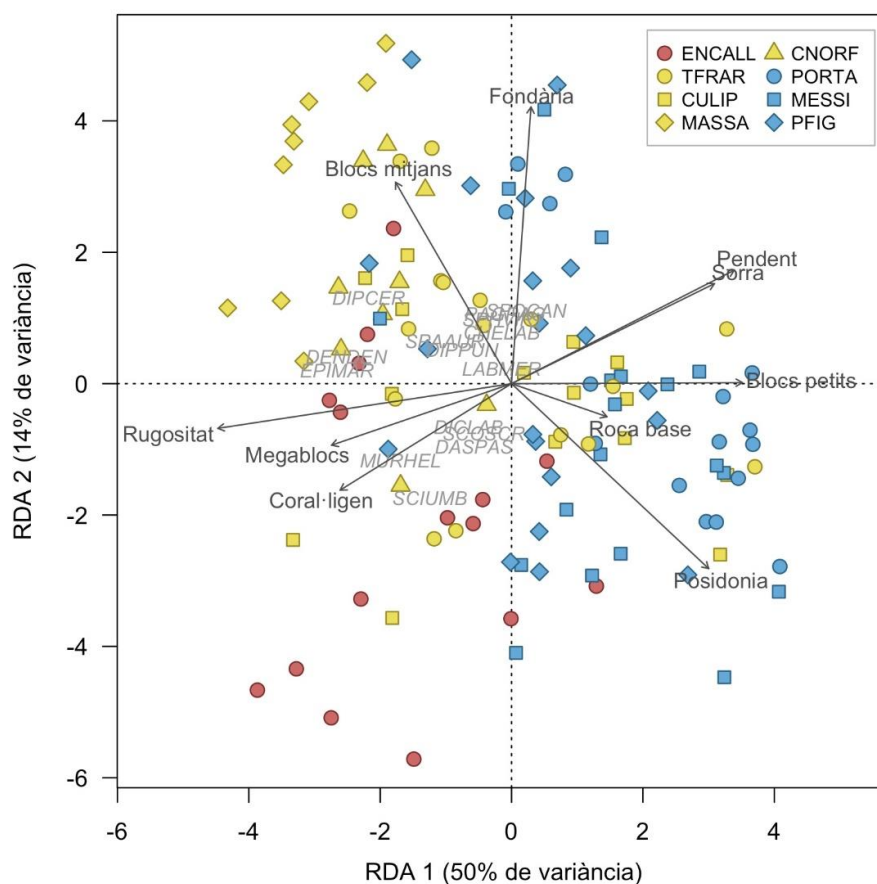


Figura 45. Anàlisi canònic de redundància (RDA) dels diferents trams dels transectes realitzats al Parc Natural de Cap de Creus, tenint en compte la biomassa de totes les espècies censades i considerant com a covariables les variables ambientals mesurades (fondària, pendent, rugositat i les diverses tipologies de fons). Els dos primer eixos acumulen un 64% de la variància observada a les dades. Els colors dels símbols representen els diferents graus de protecció: Reserva Natural Integral (RNI, vermell), Reserva Natural Parcial (RNP, groc) i Parc Natural (PN, blau).

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Patró general

El nombre d'espècies observades al llarg dels mostrejos al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter mostra un patró diferent en les diferents estacions. Les estacions que van presentar un major nombre d'espècies van ser Tascó Petit-Carall Bernat (TPCB), Medallot (MED), Ferranelles-Tascó Gros (FETG), Meda Gran 1 (ICV) i Salpatxot-Embarcador (SEM), la majoria a la zona de RNP, excepte Medallot que pertany a la zona ZC. Pel que fa als anàlisis respecte el grau de protecció es distingeixen dos clars grups: les zones de ZC i RNP, amb un major nombre significatiu d'espècies, i les zones de ZPP i PN amb un menor nombre (Figura 46).

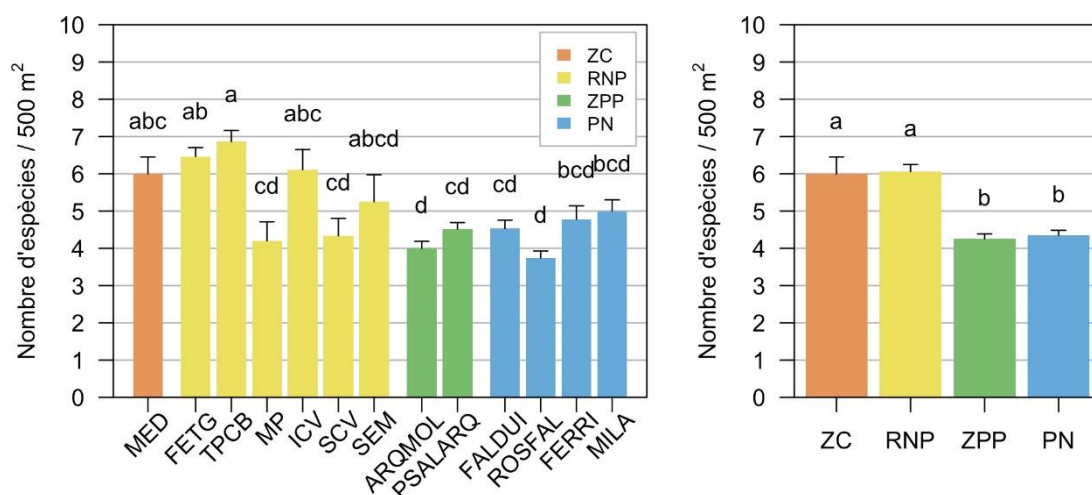


Figura 46. Nombre d'espècies observades (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

La biomassa de les espècies altament vulnerables mostra diferències significatives entre les diferents estacions mostrejades, i aquestes estan clarament diferenciades entre els graus de protecció. Les estacions que es troben dins de la zona de ZC (Medallot) i de RNP, les quals estan protegides envers la pesca, presenten una biomassa superior a les que pertanyen a les zones de ZPP i PN, que no reben aquest benefici. Això també es veu reflectit als anàlisis fets per grau de protecció, en els quals es veu clarament aquests dos grans grups (Figura 47).

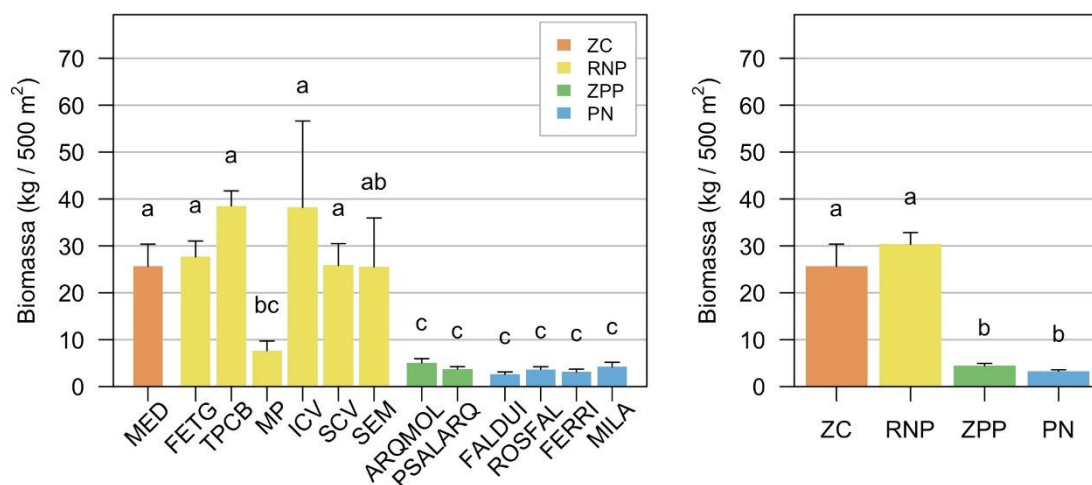


Figura 47. Biomassa total d'espècies altament vulnerables a la pesca (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de la biomassa de les espècies altament vulnerables mostra que aquesta és significativament superior en les zones de ZC i RNP respecte les zones de ZPP i PN. Enguany destaca la baixada significativa en la zona de RNP, possiblement deguda a que fa dos anys es van observar molts meros a la zona de Carall Bernat (TPCB). Tot i això, les dades mostren que aquesta disminució no és significativa respecte als anys anteriors de mostreig, i que es mostra estable al llarg de la sèrie temporal. Pel que fa a la zona de ZC, la sèrie temporal ens mostra moltes fluctuacions, probablement degudes a que únicament hi ha una zona de mostreig relativament petita. Les zones de ZPP i PN mostren valors constants molt baixos al llarg de tota la sèrie temporal (Figura 48).

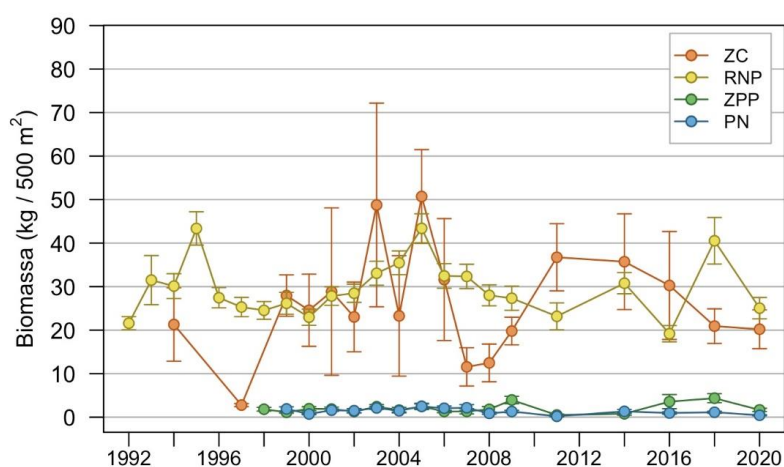


Figura 48. Evolució temporal de la biomassa total d'espècies altament vulnerables a la pesca (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Analitzant la biomassa d'espècies piscívores, les quals tenen en compte altres espècies que no surten als anàlisis anteriors, com els espets (*Sphyræna viridensis*) i les sèrvies (*Seriola dumerilii*), a més de les vulnerables, les diferències entre les zones de ZC i RNP i les zones de ZPP i PN tornen a ser evidents. En l'anàlisi per grau de protecció aquesta diferència es confirma, però s'observa que la zona de ZPP és lleugerament superior a la de PN, encara que segueix presentant uns valors molt baixos en comparació amb les zones més protegides (Figura 49).

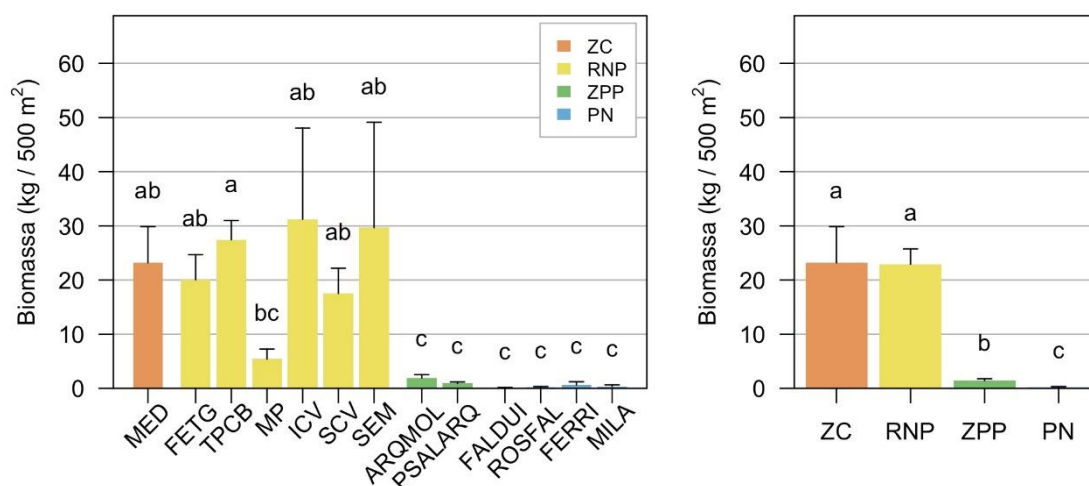


Figura 49. Biomassa total d'espècies piscívores (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

El patró de l'evolució temporal de les espècies piscívores és pràcticament igual al de les altament vulnerables, amb les zones de ZC i RNP amb una biomassa superior a les zones de ZPP i PN degut a que moltes de les espècies incloses ens dos grups coincideixen (per exemple, el cas dels meros o els déntols). Aquestes es mantenen estables al llarg dels anys, excepte la zona de ZC, que presenta moltes fluctuacions degut al baix nombre de mostres i trams dins el transsecte (Figura 50).

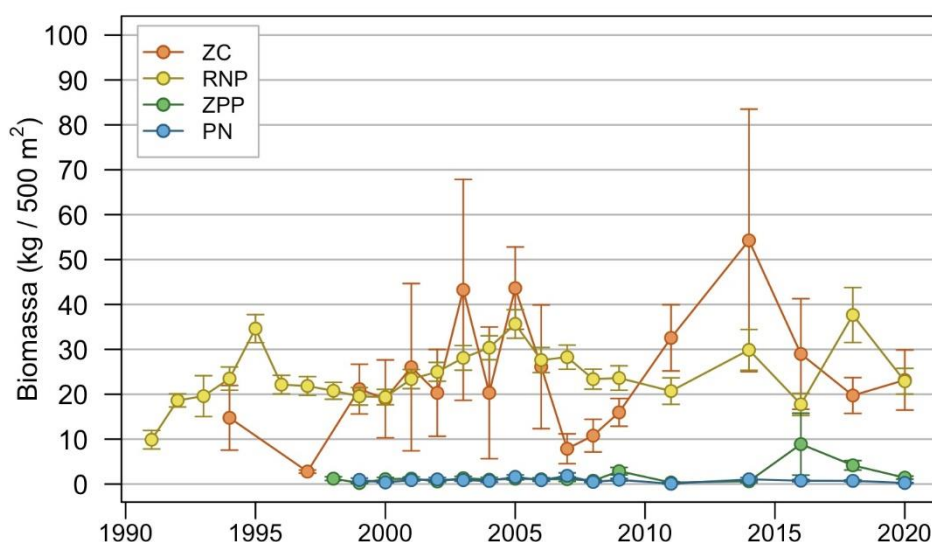


Figura 50. Evolució temporal de la biomassa total d'espècies piscívores (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

*Espècies altament vulnerables**Epinephelus marginatus*

Les densitats de mero presenten diferències significatives entre estacions. Dins de les zones de ZC i RNP no hi ha grans diferències significatives entre els llocs mostrejats, on destaquen la zona del Medallot (ZC) i la de Ferranelles-Tascó Gros (RNP), que presenten una densitat més elevada, i la zona de la Meda Petita (RNP), que té un valor més baix dins la zona de RNP. D'altra banda, les estacions que es troben dins les zones de ZPP i PN presenten uns valors significativament inferiors respecte les primeres. Enguany s'han trobat alguns exemplars més de mero a aquestes zones respecte l'any anterior de mostreig, tot i que amb molts pocs individus observats. Això també queda reflectit als anàlisis per grau de protecció, que ens confirmen aquestes diferències. El mateix passa amb la biomassa, tot i que en aquest cas l'estació que presenta una biomassa mitjana més elevada és la de Meda Gran 1 (ICV), tot i que amb molta variabilitat. A més, en l'anàlisi per grau de protecció es mostren diferències significatives també entre la zona de ZPP i PN, degut a que s'hi han observat més exemplars. Malgrat això, les dades d'aquesta zona segueixen mostrant valors molt baixos (Figura 51).

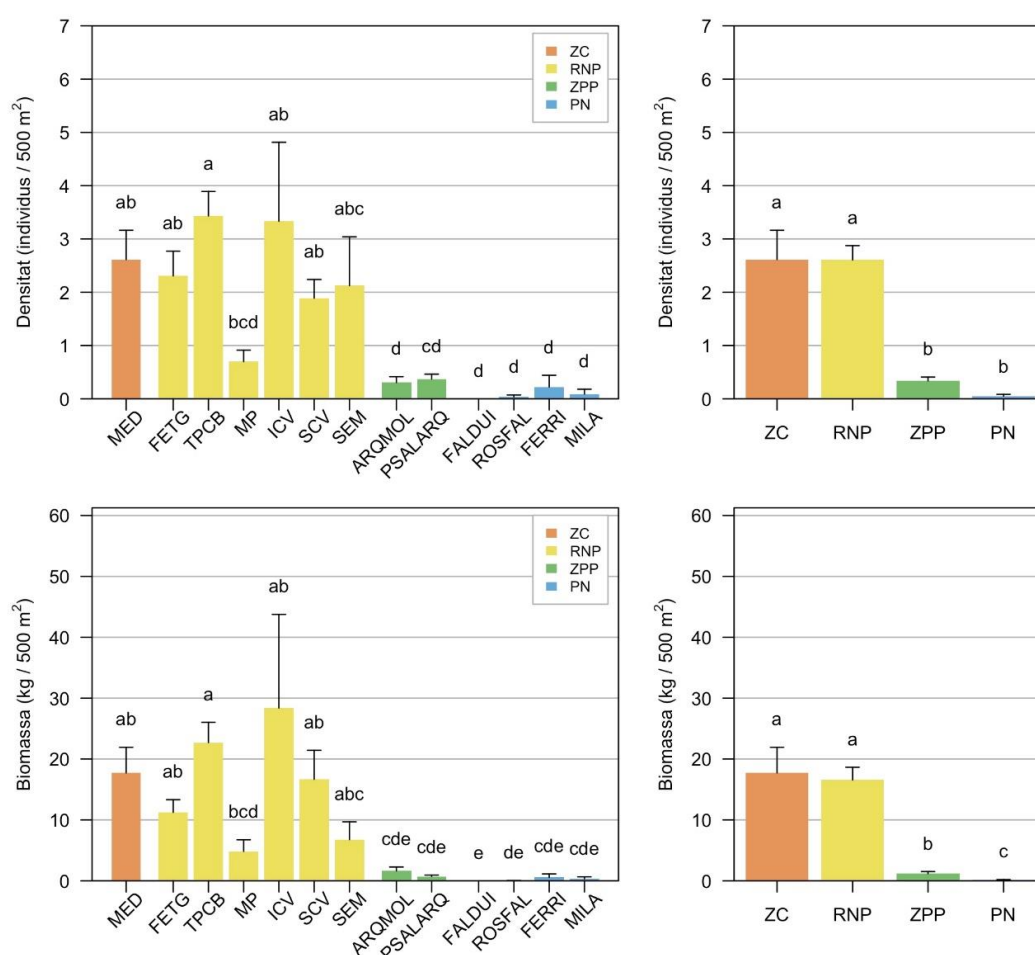


Figura 51. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de mero (*Epinephelus marginatus*) (mitjana ± error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles del mero presenta diferències entre els diferents graus de protecció. Pel que fa a l'estructura en les zones de ZC, RNP i ZPP, totes presenten una distribució unimodal, amb una abundància més elevada d'individus a la talla 50 cm. Les talles de la zona de ZPP són més petites que a les zones de ZC i RNP. La talla màxima que trobem dins la ZPP és de 80 cm, mentre que en les zones ZC i RNP és de 110 cm, que corresponen a mascles reproductors grans. A més, a la zona de ZPP és on trobem els individus més petits que s'han observat en aquests mostrejos, de tan sols 20 cm. Pel que fa a la zona de PN s'observa que només es troben individus de tres classes de talles: 30, 40 i 60 cm, sent aquesta última la més abundant (Figura 52).

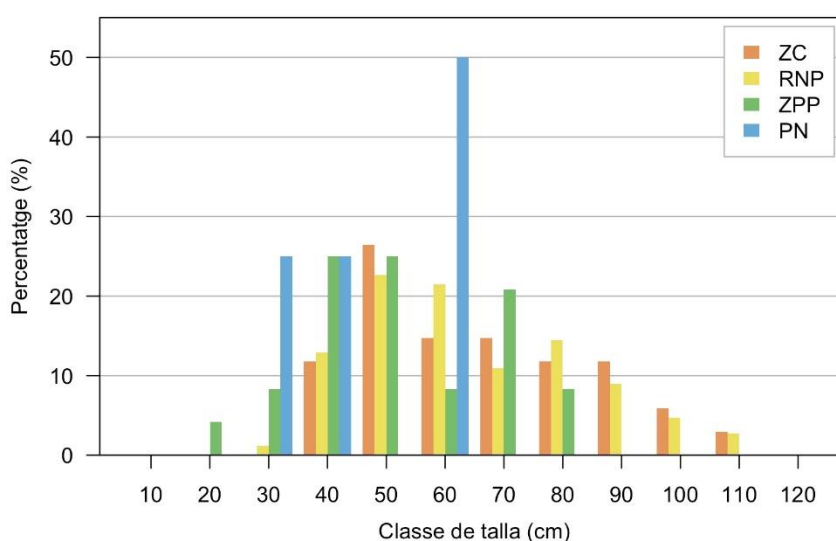


Figura 52. Estructures de talles de mero (*Epinephelus marginatus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal dels meros en aquest parc es caracteritza per fluctuar any rere any, on en alguns es troben densitats elevades i els següents més baixes. Enguany s'observa com en la zona de ZC (Medallot) hi ha una petita disminució de la densitat, però un petit augment de la biomassa; cap d'aquests dos canvis són significatius. La zona de RNP presenta una caiguda tant en la seva densitat com en la biomassa, tot i que els valors es situen dins del rang dels anys anteriors a 2018 respecte els anys anteriors. Pel que fa a les zones de ZPP i PN, els valors segueixen sent baixos, tan en densitat com en biomassa; en el primer cas, el 2018 semblava que es recuperés lleugerament, però enguany els valors han tornat a disminuir (Figura 53).

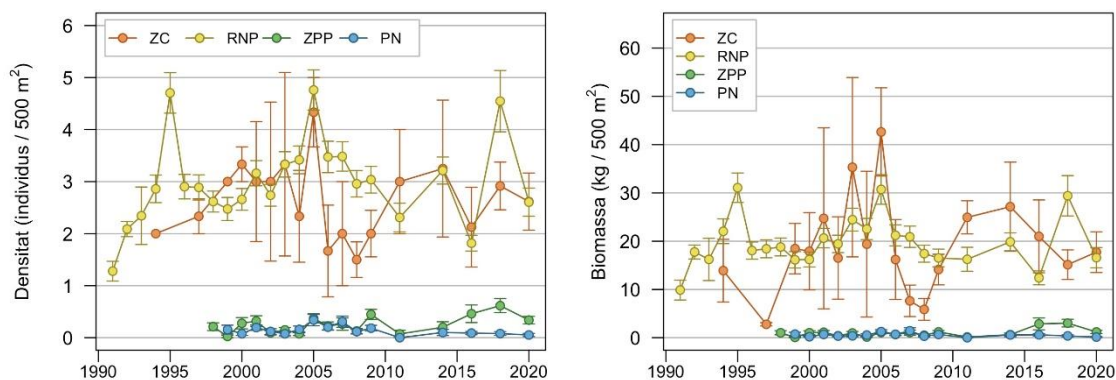


Figura 53. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de nero (*Epinephelus marginatus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Dentex dentex

Les densitats de déntol al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter presenta densitats molt variables entre les diferents estacions mostrejades. La zona de Tascons (TPCB i FETG) és on trobem la major densitat, mentre que les estacions de Salpatxot-La Vaca (SCV) i Salpatxot-Embarcador són les que presenten densitats més baixes dins la RNP, tot i que no presenten diferències significatives (únicament amb TPCB), degut a la gran variabilitat interna que presenten. Pel que fa a les zones de ZPP i PN, els valors són més baixos, tot i que no presenten diferències estadísticament significatives excepte a les estacions de Rossinyol-Falaguer (ROSFAL) i Punta del Milà (MILA), on no s'ha trobat cap exemplar d'aquesta espècie. Pel que fa a l'anàlisi per grau de protecció, s'observa una diferència clara tant en l'abundància com en la biomassa entre les zones de ZC i RNP i les zones de ZPP i PN, tot i que no esmostren diferències significatives, excepte la biomassa a la zona de PN, degut a la alta variabilitat (Figura 54).

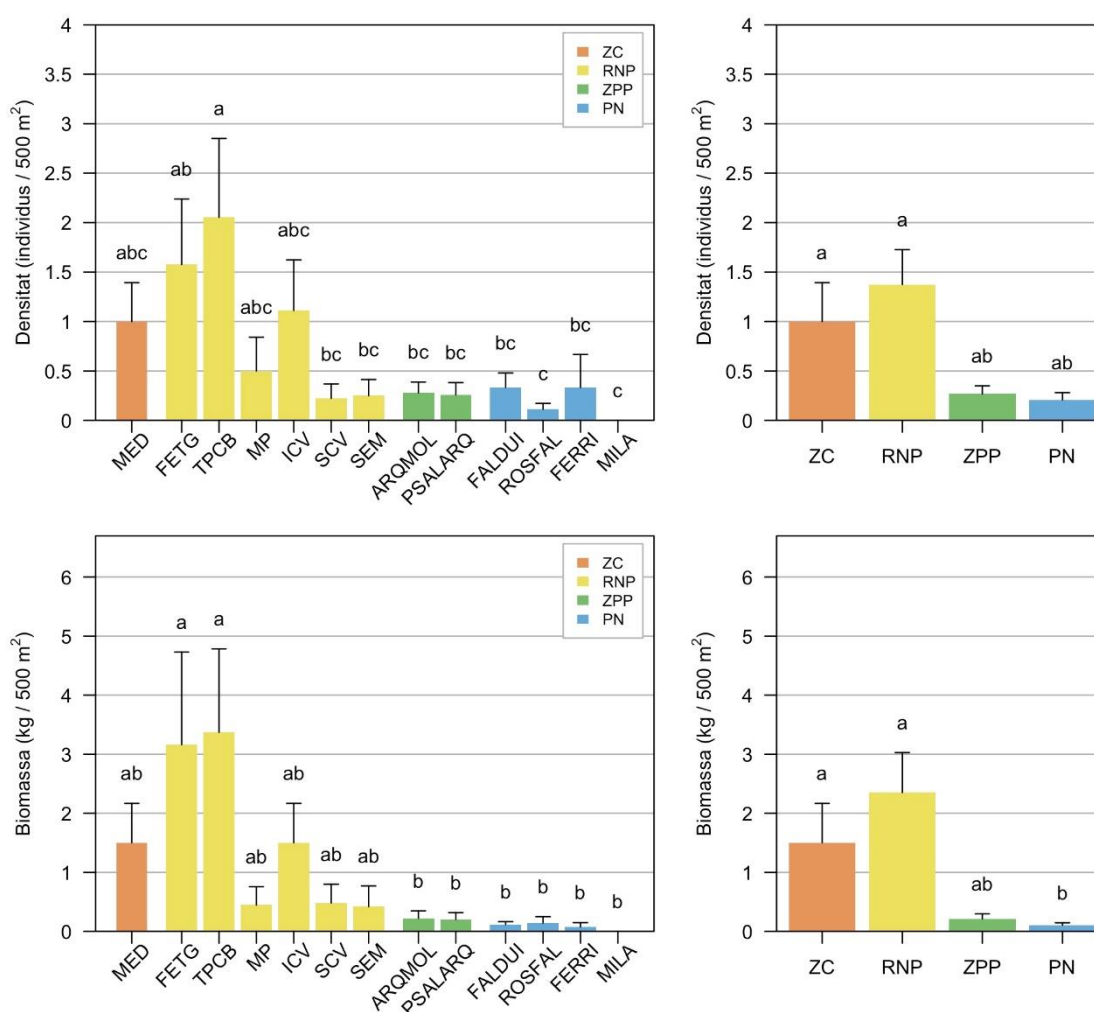


Figura 54. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de déntol (*Dentex dentex*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles mostra diferències segons el grau de protecció. Per una banda, les zones ZC i RNP mostren una major proporció d'individus de talla gran que les zones de ZPP i PN. Malgrat això, la talla màxima que s'ha arribat a observar és de 60 cm, que s'han pogut veure en tots els graus de protecció. La talla mínima observada ha estat de 10 cm a les zones de ZPP i PN. D'altra banda, en la zona de ZC, la major proporció d'individus es troben entre les talles 40-50 cm, mentre que a la zona de RNP es troben als 50 cm. Pel que fa a la zona de ZPP, la major proporció d'individus es troben a la talla de 30 cm, mentre que a PN la majoria són més petits, de 20 cm (Figura 55).

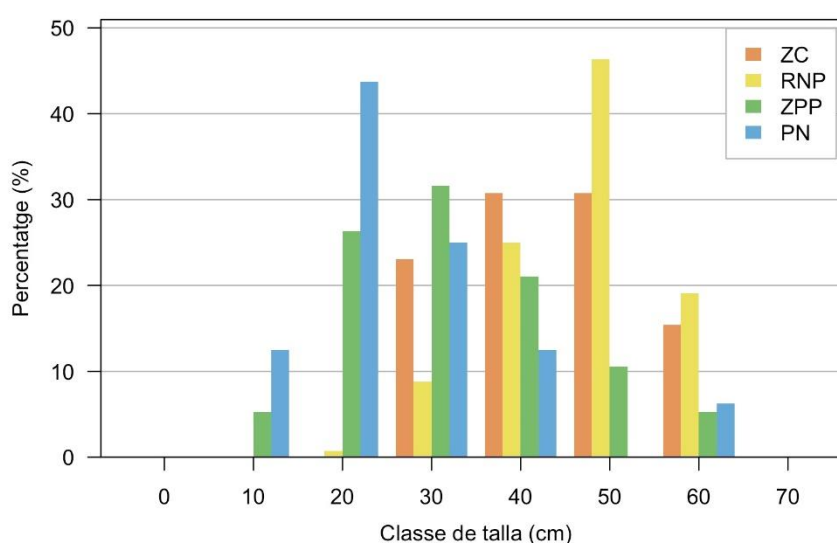


Figura 55. Estructures de talles de déntol (*Dentex dentex*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Tan la densitat com la biomassa de déntol ha disminuït, encara que no de forma significativa, respecte el 2018 en tots els graus de protecció. Tot i això, hi ha diferències en cada una de les zones. D'una banda, la zona de ZC (Medallot) presenta fortes oscil·lacions interanuals degut al baix nombre de trams del recorregut, tot i que en els darrers quatre anys aquests paràmetres disminueixen. En la zona de RNP aquestes oscil·lacions són menys pronunciades, tot i que també presents, de forma que es veu una estabilitat al llarg del temps. D'altra banda, en les zones de ZPP i PN, s'ha vist una disminució no significativa ja que les dades mostren valors inicials molt baixos (Figura 56).

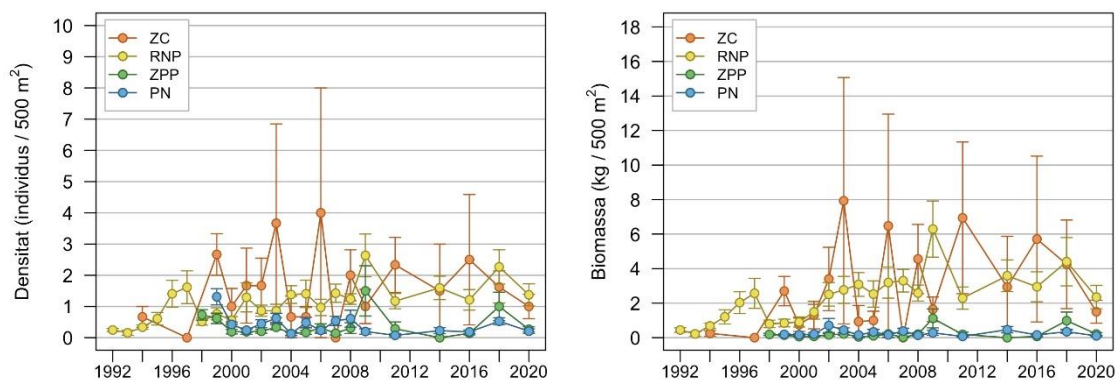


Figura 56. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de déntol (*Dentex dentex*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Diplodus cervinus

La distribució de sarg imperial en les diferents estacions mostrejades gairebé no presenta diferències significatives entre elles, degut a la gran variabilitat interna que tenen aquestes. Tot i això, destaca l'estació de Salpatxot-Embarcador (SEM, RNP) com la que presenta una densitat mitja més elevada i la d'Arquets-Molinet (ARQMOL, ZPP) amb la més baixa. A més, l'any 2018 l'estació de Salpatxot-La Vaca (SCV) és la que va tenir una densitat major, mentre que enguany és la que té un valor més baix dins la RNP. Analitzant els resultats per grau de protecció sí que es troben diferències entre les diferents zones: trobem diferències entre la zona de RNP amb ZPP i PN, però la ZC no presenta diferències significatives amb cap de les altres. Pel que fa a la biomassa sí que es troba alguna diferència entre estacions: l'estació de Ferranelles-Tascó Gros (FETG) es diferencia de les estacions que no es troben protegides (ZPP i PN), excepte amb Ferriola (FERRI); amb la resta no degut a la gran variabilitat interna que presenten. Pel que fa a l'anàlisi per grau de protecció també trobem diferències entre la zona de RNP i les de ZPP i PN, i la zona de ZC es troba en valors entremitjos entre RNP i les altres dues. Les zones de ZPP i PN no presenten diferències significatives entre elles (Figura 57).

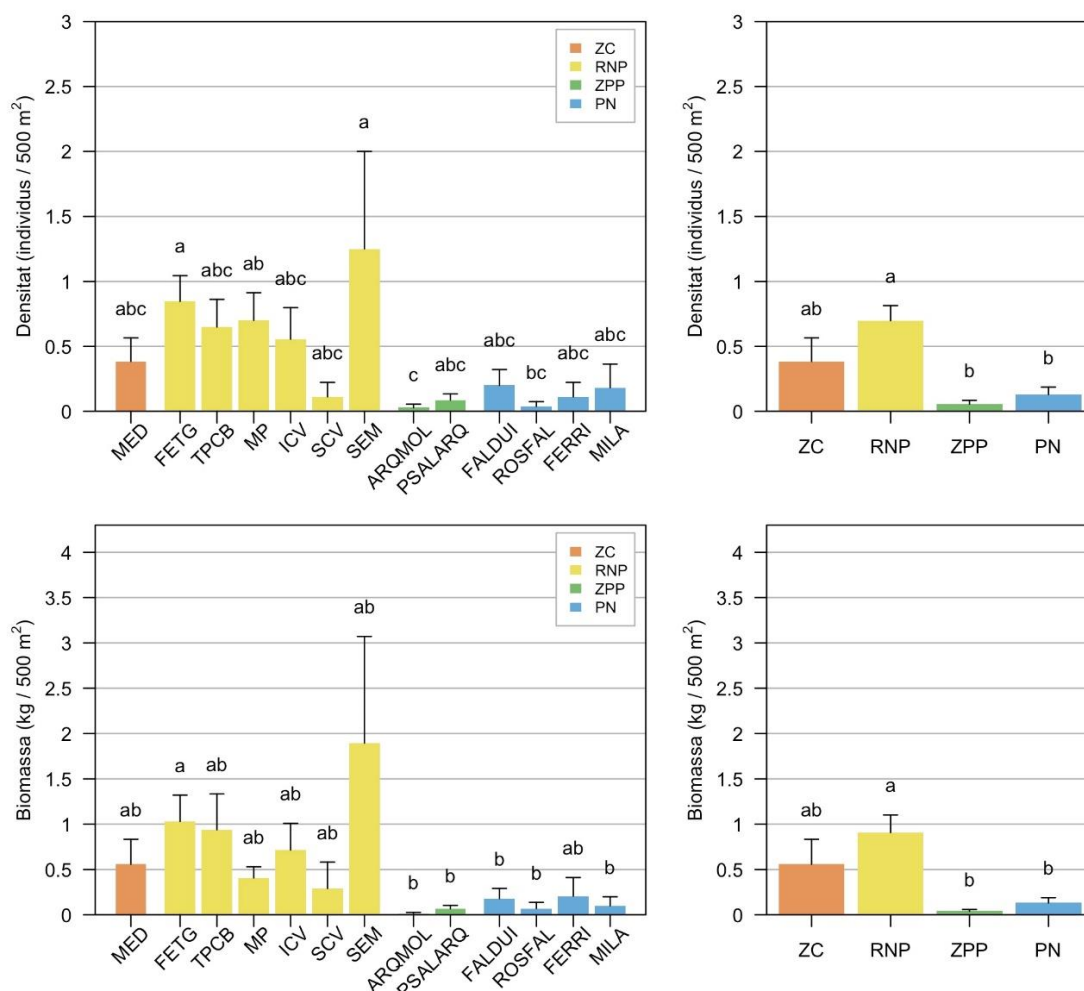


Figura 57. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de sarg imperial (*Diplodus cervinus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p-valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de sarg imperial mostra diferències entre els diferents graus de protecció no mostra un patró clar a cap d'ells. D'una banda, a la zona de ZC només es troben individus a tres classes de talla: 35, 40 i 45 cm, on la major proporció d'individus es troben entre els 40 i 45 cm. La zona de RNP presenta un pic d'individus als 40 cm. A més la talla màxima a la que s'han vist individus són 50 cm (també és el màxim de tots els graus de protecció) i la talla mínima es troba als 25 cm. A la zona de ZPP només trobem individus de talles de 30 i 35 cm, a parts iguals. Finalment, la zona de PN presenta dos pics, un als 30 cm i l'altre als 45 (aquesta és la talla màxima a la que arriben els individus en aquesta zona). A més, la talla mínima trobada en tots els graus de protecció es troba en aquesta zona, i és de 10 cm (Figura 58).

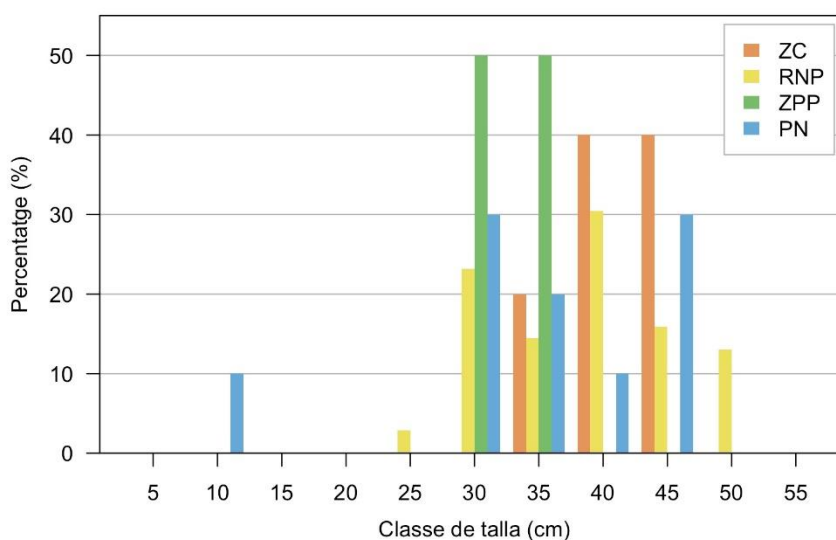


Figura 58. Estructures de talles de sarg imperial (*Diplodus cervinus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal del sarg imperial al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter mostra força estabilitat al llarg dels anys, especialment des del 2009. Es mostren diferències significatives entre les zones de ZC i RNP amb les de ZPP i PN, sent aquestes segones les que presenten valors més baixos. A més, l'estació de Medallot (ZC) mostra molta variabilitat entre anys deguda al baix nombre de mostres (Figura 59).

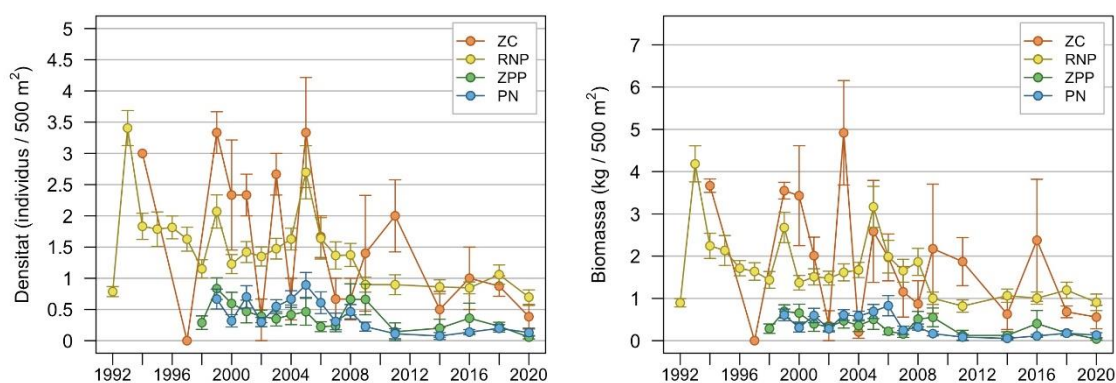


Figura 59. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de sarg imperial (*Diplodus cervinus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Dicentrarchus labrax

Enguany s'han trobat exemplars de llobarro únicament a la zona de RNP. L'estació a la qual s'han trobat més individus ha estat la de Salpatxot-Embarcador (SEM), degut a dos bancs que es varen trobar en trams diferents. Aquesta estació presenta diferències significatives amb la resta, tant en densitat com en biomassa. L'única estació dins de la zona de RNP a la qual no s'hi ha vist llobarros ha estat la de Meda Petita (MP) (Figura 60).

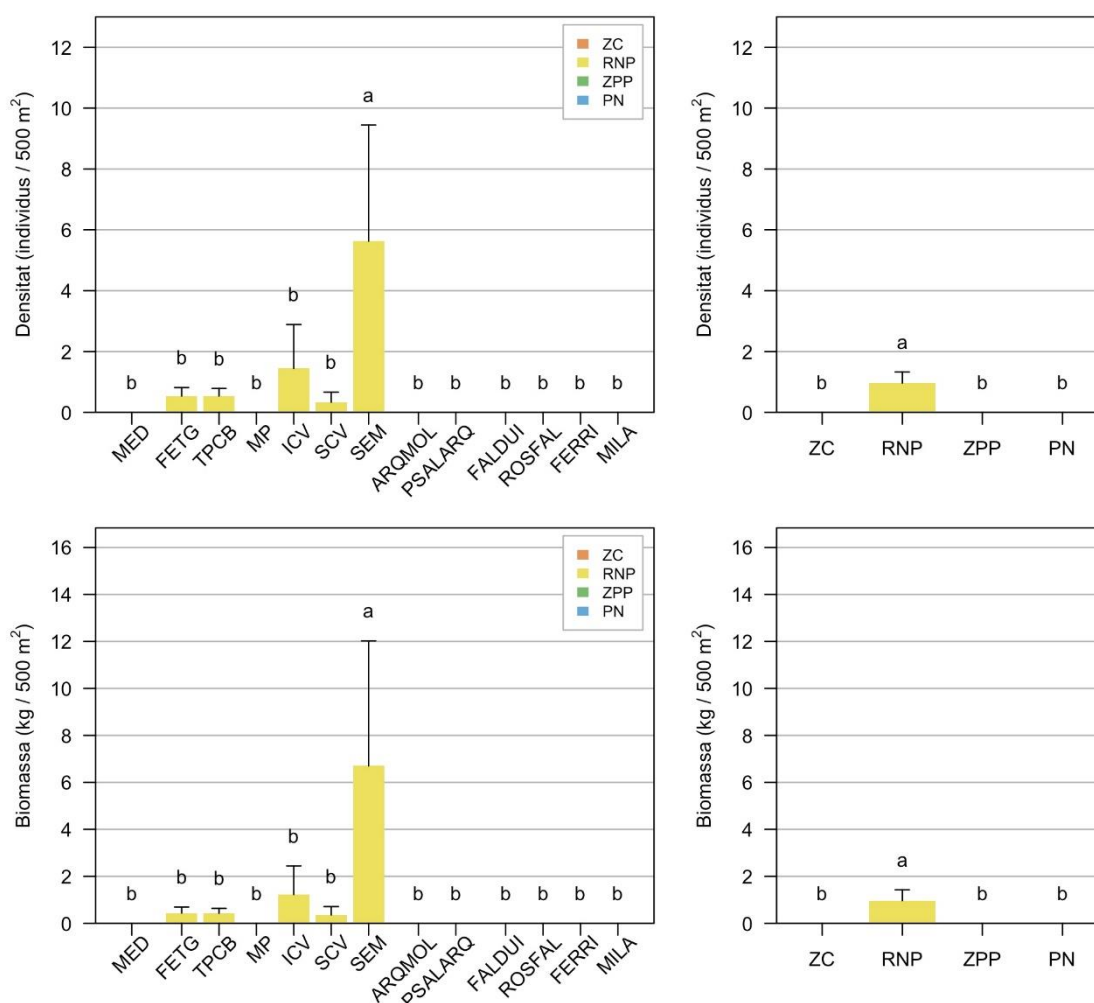


Figura 60. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de llobarro (*Dicentrarchus labrax*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles del llobarro presenta una distribució unimodal, amb una proporció més elevada d'individus de la talla 40 cm, amb una talla mínima de 30 cm i una màxima de 60 cm, encara que ambdues en baixa proporció (Figura 61).

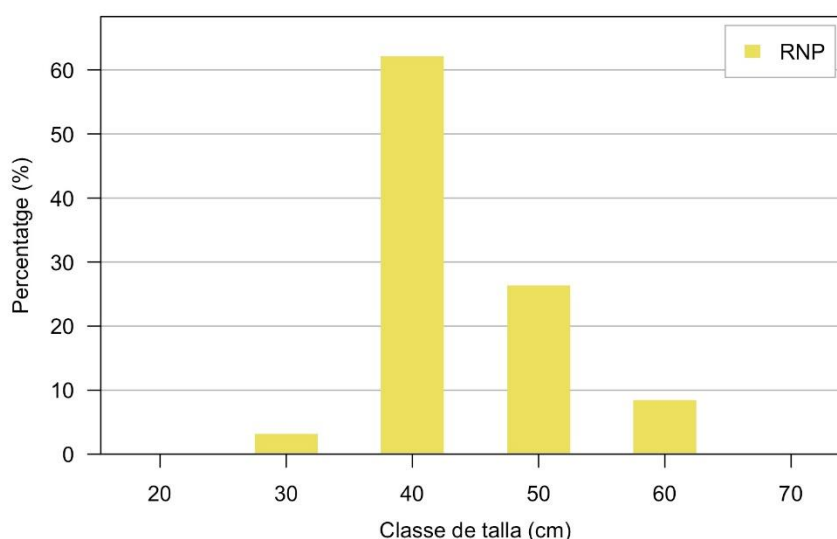


Figura 61. Estructures de talles de llobarro (*Dicentrarchus labrax*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Parcial (RNP). Enguany no s'ha trobat cap exemplar de llobarro a la Zona de Control (ZC), a la Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) o al Parc Natural (PN).

L'evolució temporal d'aquesta espècie mostra com ha decaïgut la seva densitat i biomassa al llarg dels anys de seguiment. La zona de RNP mostra un augment significatiu comparat amb el 2018, i sembla que recupera part de la disminució que portava fent des del 2012, probablement és degut a la observació de dos grups nombrosos a l'estació de Salpatxot- Embarcador (SEM). Les estacions de ZPP i PN, la majoria d'anys han presentat densitats nul·les, i la de ZC ha variat al llarg dels anys, però des del 2014 no s'ha fet cap observació (Figura 62).

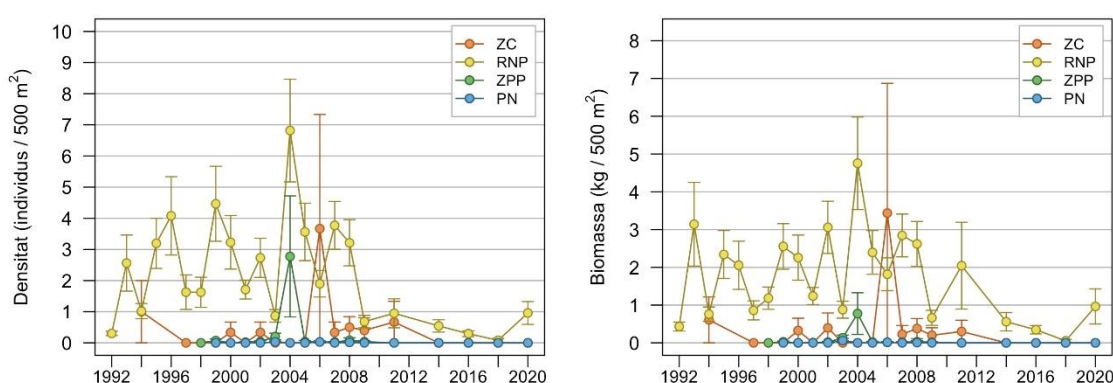


Figura 62. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de llobarro (*Dicentrarchus labrax*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Sparus aurata

La densitat i biomassa d'orades no presenta diferències significatives entre les estacions del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, igual que entre els diferents graus de protecció. Igual que el 2018, l'estació que presenta una major densitat és la de Tascó Petit-Carall Bernat (TPCB), tot i que no presenta diferències amb cap de les estacions mostrejades degut a la seva gran variabilitat. L'estació que presenta una major biomassa, però, és la de Salpatxot-Embarcador (SEM). Tot i això, de la mateixa forma que passa amb la densitat, la seva alta variabilitat fa que no presenti diferències significatives amb la resta d'estacions (Figura 63).

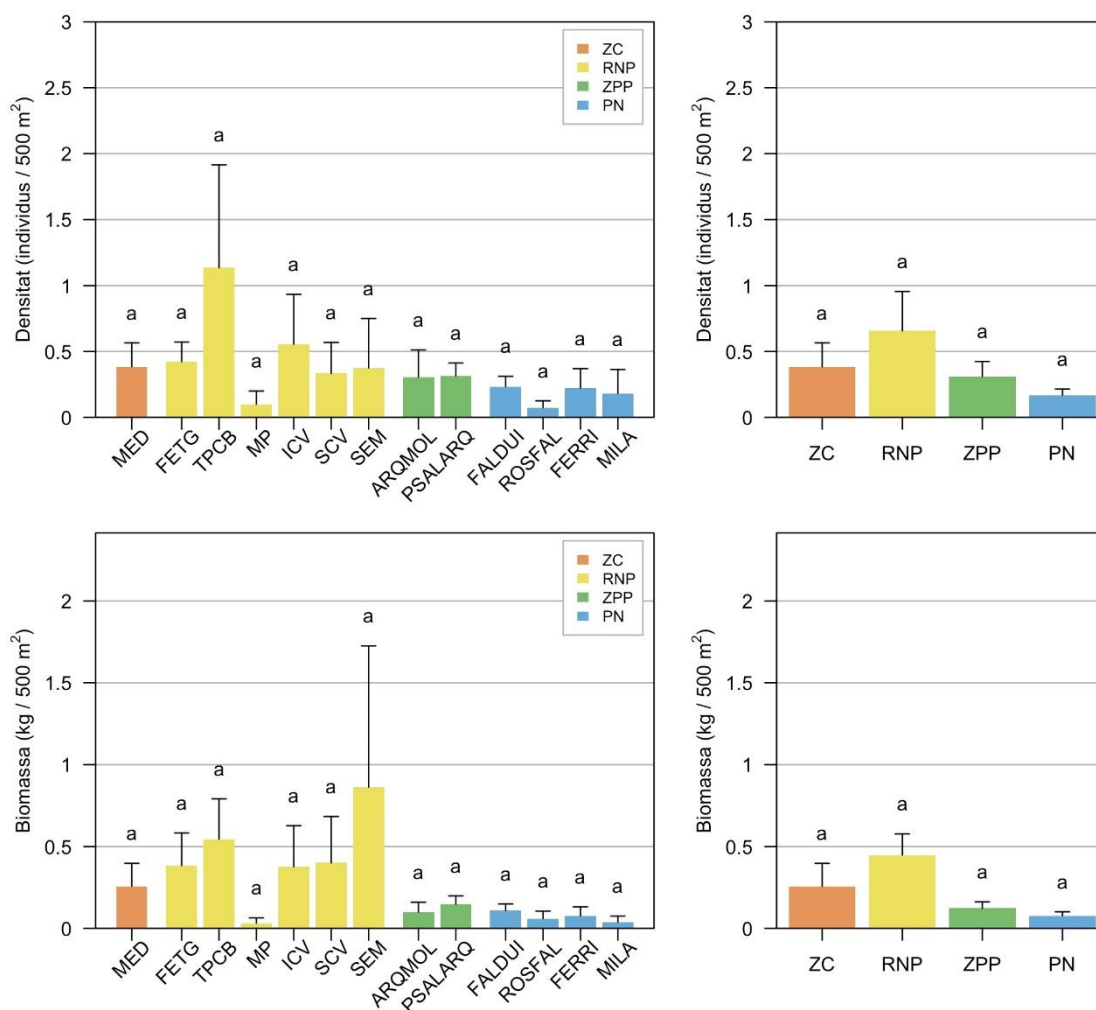


Figura 63. Densitat (dalt) i biomassa (baix) d'orada (*Sparus aurata*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles d'orada presenta una distribució unimodal amb la màxima proporció d'individus concentrada a la talla de 30 cm en tots els graus de protecció. Tot i això es poden observar petites diferències. Per una banda, les talles més grans es concentren en les zones de ZC i RNP, i la talla màxima s'ha trobat en aquesta segona, amb 55 cm. D'altra banda, les talles

més petites es troben en major nombre en les zones de ZPP i PN, sent la primera la que presenta una talla mínima de 15 cm (Figura 64).

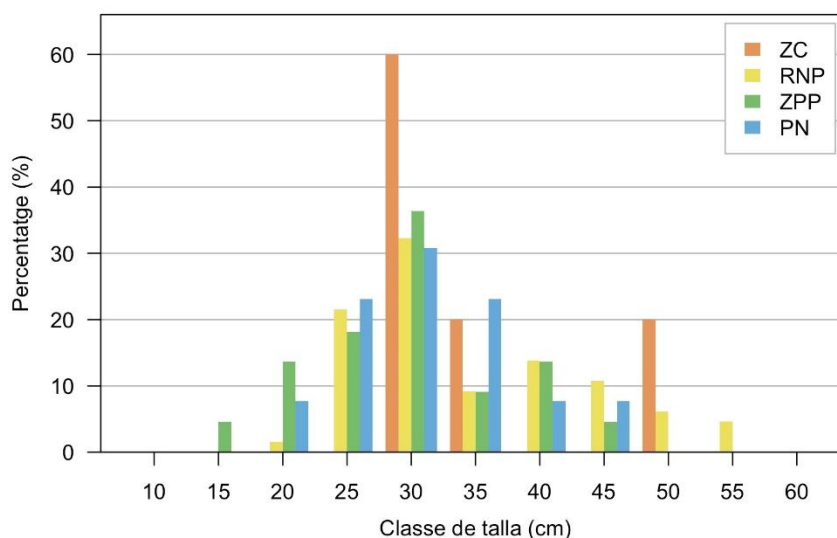


Figura 64. Estructures de talles d'orada (*Sparus aurata*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de l'orada mostra la seva disminució al llarg dels anys en tots els graus de protecció, però especialment en les zones de ZC i RNP, les quals presentaven valors força més alts en els seus inicis en comparació amb els actuals. Tot i que semblava que el 2018 hi havia un petit augment en la zona de RNP, enguany aquest ha tornat a disminuir. Els valors de les zones de ZPP i PN sempre s'han mantingut en unes xifres molt baixes (Figura 65).

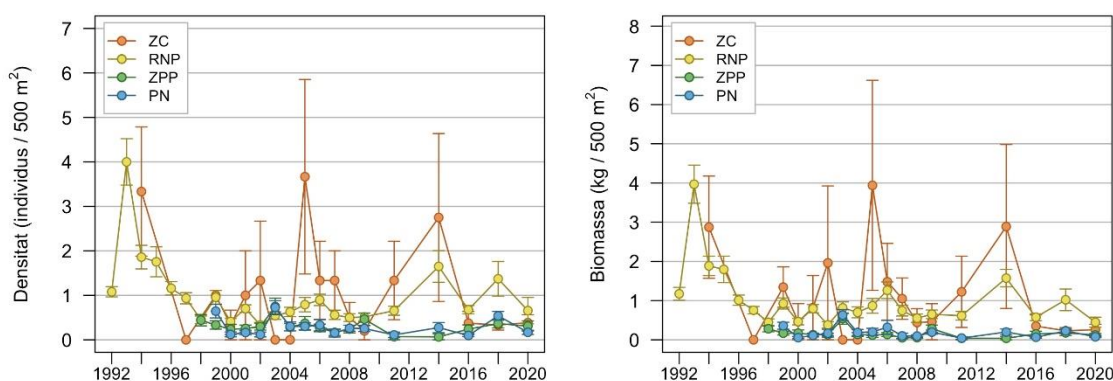


Figura 65. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) d'orada (*Sparus aurata*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Sciaena umbra

La distribució del corball al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter es troba de manera irregular en totes les estacions. Dins la zona de RNP destaquen les estacions de la zona dels Tascons (FETG i TPCB) amb valors significativament més elevats que a la majoria d'estacions. Tot i això, la variabilitat interna de cada estació, deguda bàsicament al caràcter gregari de l'espècie que fa que es concentrin en certs trams del transsecte, fa que, en general, no es trobin diferències entre la resta d'estacions. A més, si s'observa l'anàlisi per grau de protecció destaca la zona de RNP molt per sobre de la resta. El mateix passa amb la biomassa, que es concentra sobretot a la zona de RNP molt per sobre de la resta de graus de protecció (Figura 66).

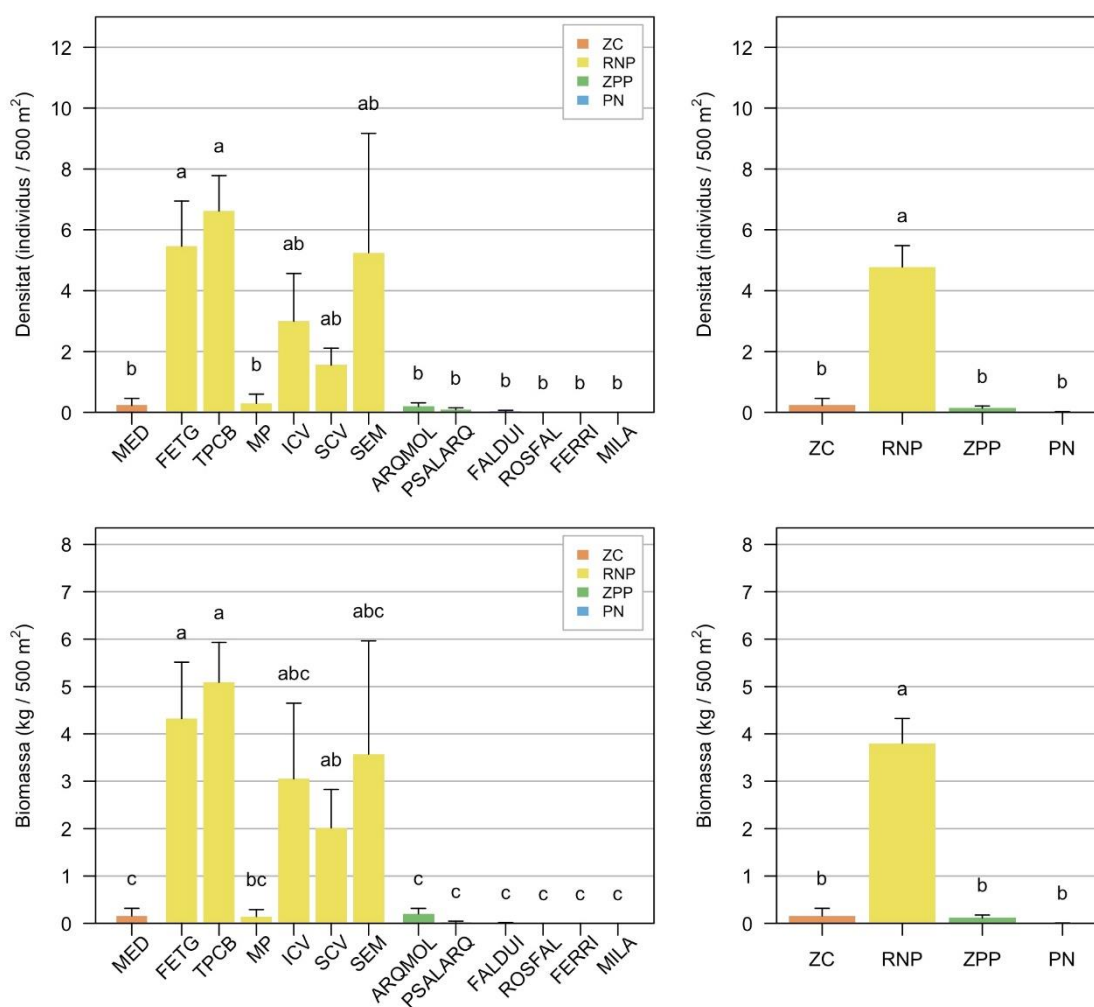


Figura 66. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de corball (*Sciaena umbra*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Les dues úniques zones que mostren una estructura de talles clara són les de RNP i ZPP, que presenten una distribució unimodal amb màxima una major proporció d'individus de talla de 40 cm en el primer cas i de 30 en el segon. D'altra banda, a la zona de ZC només s'hi ha trobat individus

de 30 i 40 cm (aquest segon en major proporció) i a la zona de PN únicament de 20 cm, que és la talla mínima observada, també a les zones de RNP i ZPP. La talla màxima s'ha observat a les zones de RNP i ZPP i és de 50 cm (Figura 67).

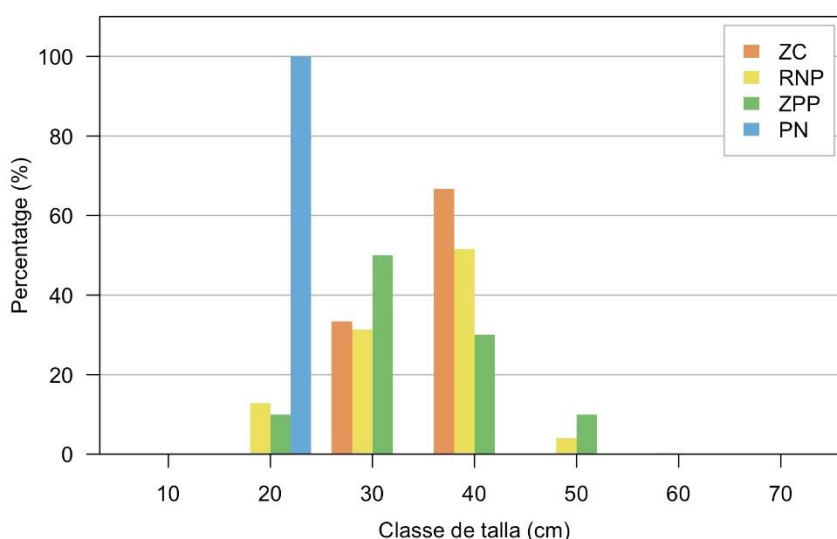


Figura 67. Estructures de talles de corball (*Sciaena umbra*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN). La barra de la zona PN correspon a un únic individu observat a l'estació del Falaguer. Enguany no s'ha trobat cap exemplar a la Zona Perifèrica de Protecció (ZPP).

A la zona de RNP s'observa que tan la densitat com la biomassa de corball disminueixen lleugerament des del 2018, tot i que no de forma significativa, i manté la pujada que va fer el 2016. Globalment, la densitat de corball dins la zona de RNP és força estable al llarg del temps. A la zona de ZC aquests valors oscil·len molt degut al baix nombre de mostres. A les ones de ZPP i PN segueixen en valors gairebé nuls des de l'inici del seguiment, encara que a la zona de ZPP s'observen petits alts i baixos en certs anys de mostreig (Figura 68).

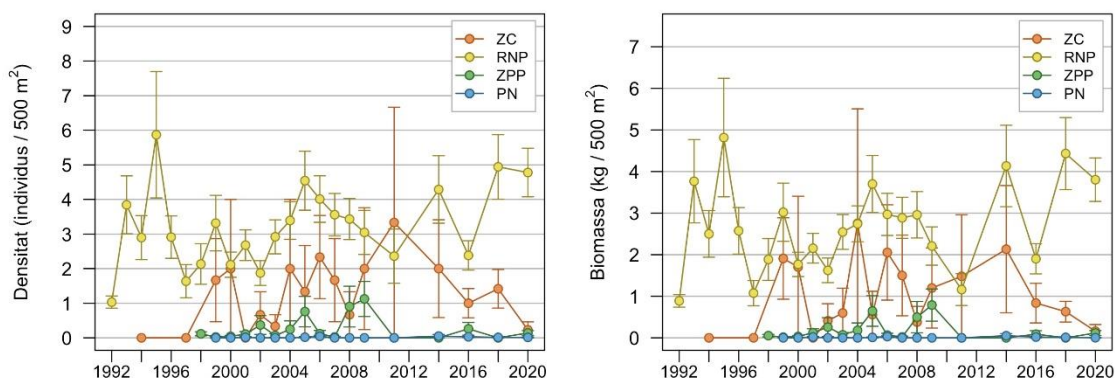


Figura 68. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de corball (*Sciaena umbra*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Espècies moderadament vulnerables

Diplodus sargus

El sarg és una espècie força abundant a tota la costa del Montgrí i les Illes Medes, distribuït de forma força homogènia en totes les estacions, i amb poques diferències significatives entre elles. L'estació de Medallot (MED) és la que té una densitat mitjana més elevada però cap estació presenta diferències significatives amb la resta, i això es corrobora als anàlisis per grau de protecció. Pel que fa a la biomassa, hi ha molt poques diferències significatives entre estacions, però sí que hi ha una clara separació entre les zones ZC i RNP i les zones ZPP i PN, i això queda plasmat en els anàlisis per grau de protecció. Tot i això, l'estació del Medallot no presenta diferències significatives amb les zones de ZPP ni PN degut a la seva gran variabilitat interna, mostra valors entremitjos entre la zona de RNP i ZPP/PN (Figura 69).

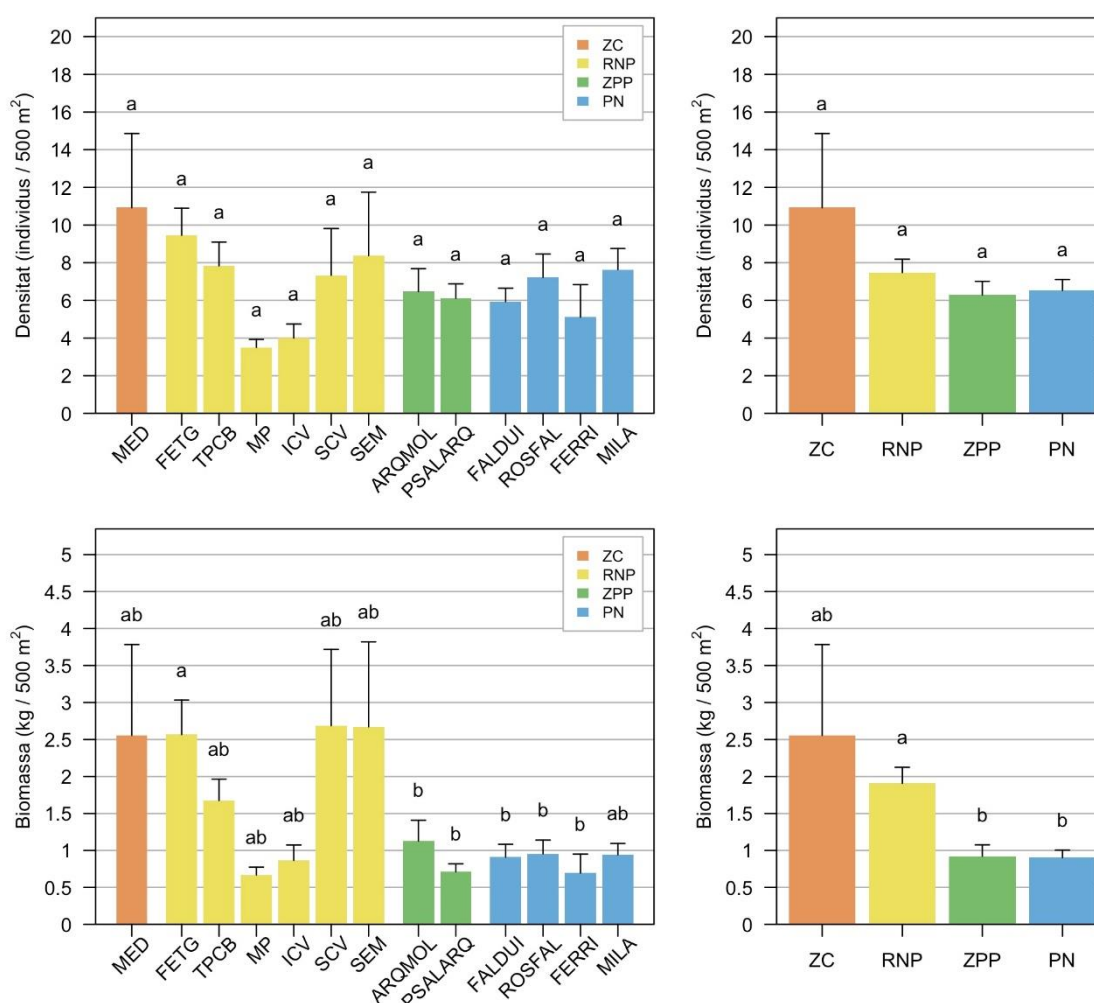


Figura 69. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de sarg (*Diplodus sargus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles del sarg mostra una distribució unimodal en tots els graus de protecció, presentant una major proporció d'individus entre les talles de 20-25 cm en les zones de ZC i RNP, i de 15-20 cm en les zones de ZPP i PN. La talla màxima observada és de 35 cm, les quals s'han trobat individus dins de les zones més protegides (ZC i RNP), i la talla mínima, de tan sols 5 cm s'ha trobat dins les zones de ZPP i PN (Figura 70).

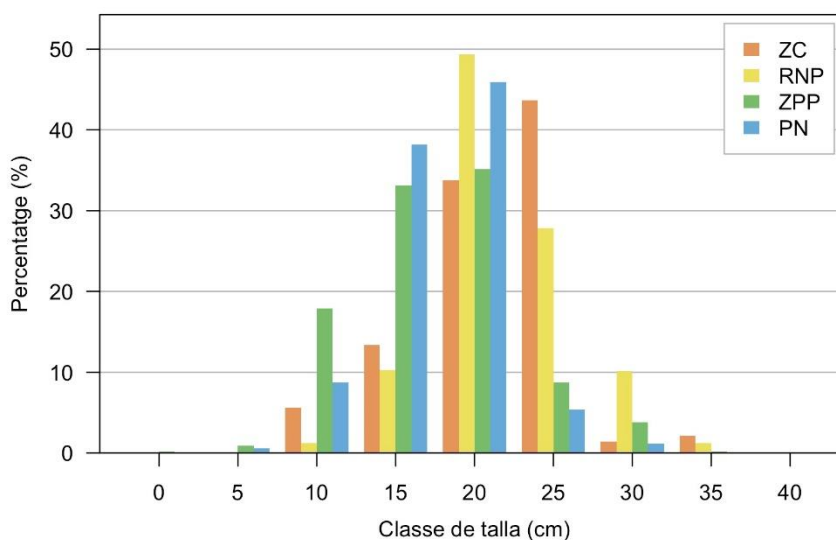


Figura 70. Estructures de talles de sarg (*Diplodus sargus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal del sarg és que es manté força estable al llarg dels anys, encara que actualment mostra valors més baixos des del 2006 en tots els graus de protecció. En totes les zones, la densitat presenta valors molt aproximats entre ells, però en quant a la biomassa, s'observa que les zones de ZC i RNP presenten valors significativament més elevats, encara que enguany hagi patit una baixada significativa respecte el 2018 (Figura 71).

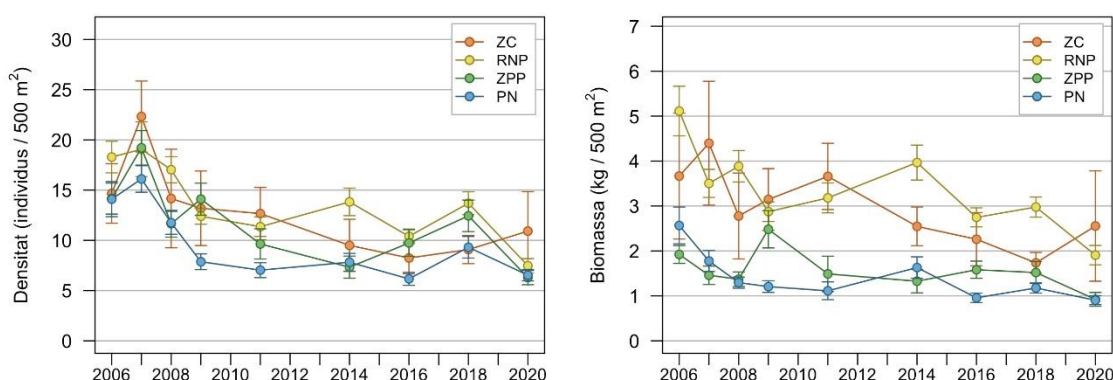


Figura 71. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de sarg (*Diplodus sargus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Diplodus vulgaris

La variada és l'espècie més abundant al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. No s'observen diferències significatives entre les estacions mostrejades, excepte la Meda Petita (MP), amb una densitat significativament menor que Punta Salines-Arquets (PSLARQ) i Rossinyol Falaguer (ROSFAL). Això és degut a al gran variabilitat interna que presenten les estacions, degut a que molt sovint es solen trobar bancs de moltes variades agrupades en certs trams dels transectes. Pel que fa el grau de protecció sí que s'han trobat diferències significatives, amb una menor densitat a la zona de RNP respecte les zones de ZPP i PN, que no presenten diferències entre elles. Aquesta tendència no obstant no s'observa en l'anàlisi de la biomassa, que no mostra diferències significatives ni entre estacions ni entre graus de protecció (Figura 72).

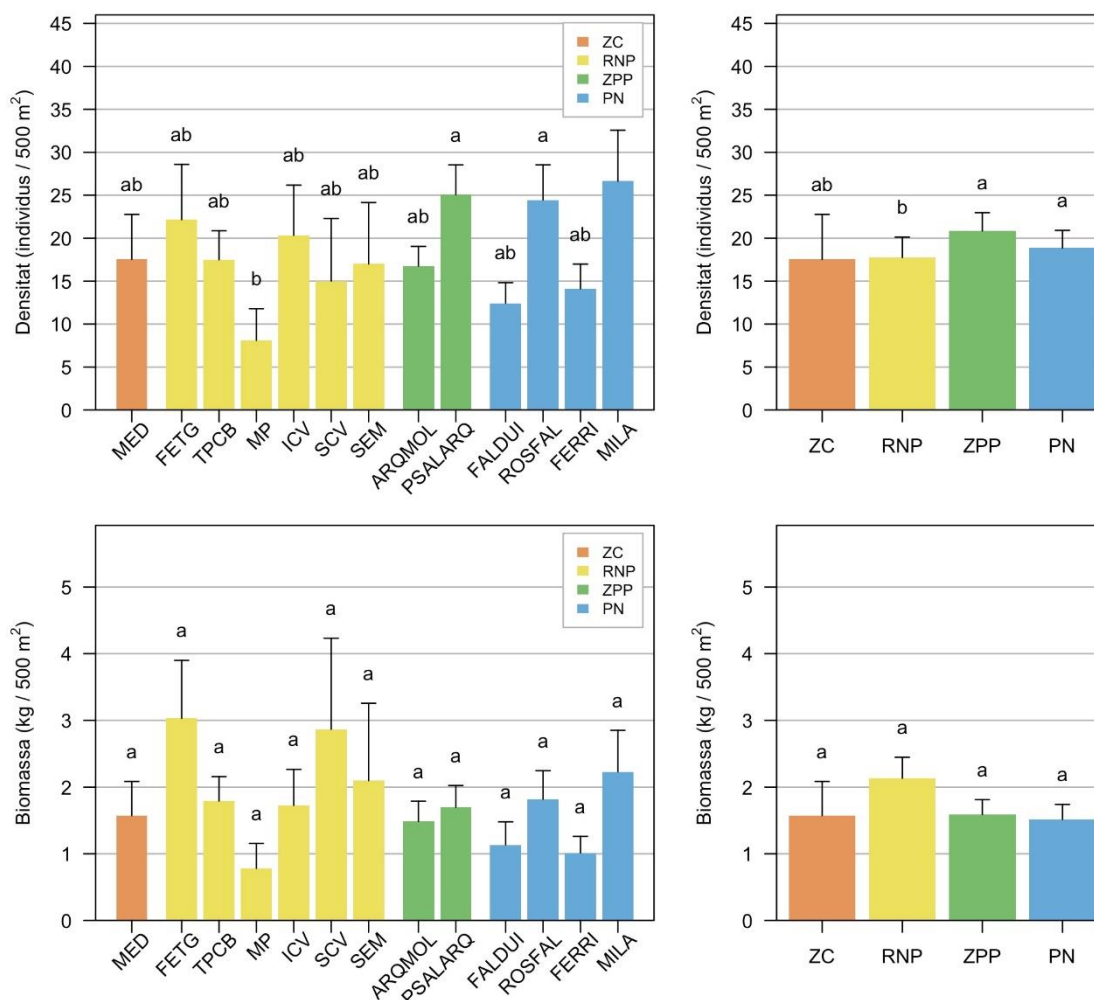


Figura 72. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de variada (*Diplodus vulgaris*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de la variada presenta diferències entre els diferents graus de protecció, tot i que totes presenten una distribució unimodal. Tant la zona de ZC com la de PN presenten la

proporció més elevada d'individus en la talla de 15 cm, mentre que en la zona de RNP es troba als 20 cm i a la de ZPP a 10 cm. D'altra banda la zona que presenta una major proporció d'individus grans és la de RNP, al contrari que la de ZPP. La talla màxima observada és de 25 cm, en les quatre zones de protecció, mentre que la talla mínima ha estat de 2 i 4 cm a les zones de ZPP i PN (Figura 73).

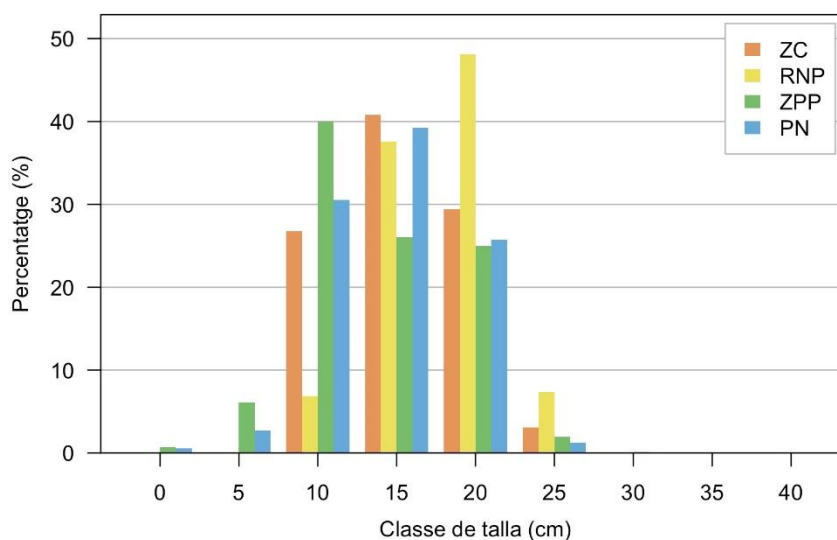


Figura 73. Estructures de talls de variada (*Diplodus vulgaris*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Enguany, tant la densitat com la biomassa de la variada han baixat respecte el 2018, però la tendència al llarg del temps és estable i no presenta grans variacions i els valors trobats aquest 2020, encara que siguin baixos, no difereixen dels valors habituals. No es troben diferències significatives en cap dels dos paràmetres entre els diferents graus de protecció (Figura 74).

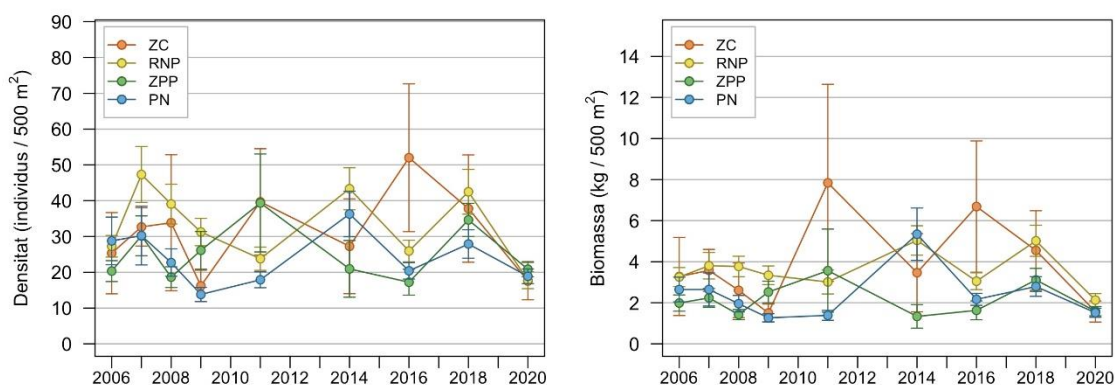


Figura 74. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de variada (*Diplodus vulgaris*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Diplodus puntazzo

La morruda és una espècie força extensa al llarg de tot el parc. Enguany s'han trobat poques diferències significatives entre les diferents estacions mostrejades, tant en la densitat com en la biomassa, i només entre algunes estacions de la zona RNP mostren diferències amb d'altres de les zones de ZPP i PN. L'estació de Tascó Petit-Carall Bernat (TPCB) ha estat la que major densitat i biomassa ha presentat. Destaca l'estació de Meda Gran 1 (SCV), la qual l'any 2018 era una de les que presentava uns valors més elevats i aquest 2020 no s'ha trobat cap exemplar d'aquesta espècie. Pel que fa als anàlisis per grau de protecció, tant en densitat com en biomassa, únicament observem diferències entre la zona de ZPP i la resta; això és degut a la gran variabilitat interna de les estacions (Figura 75).

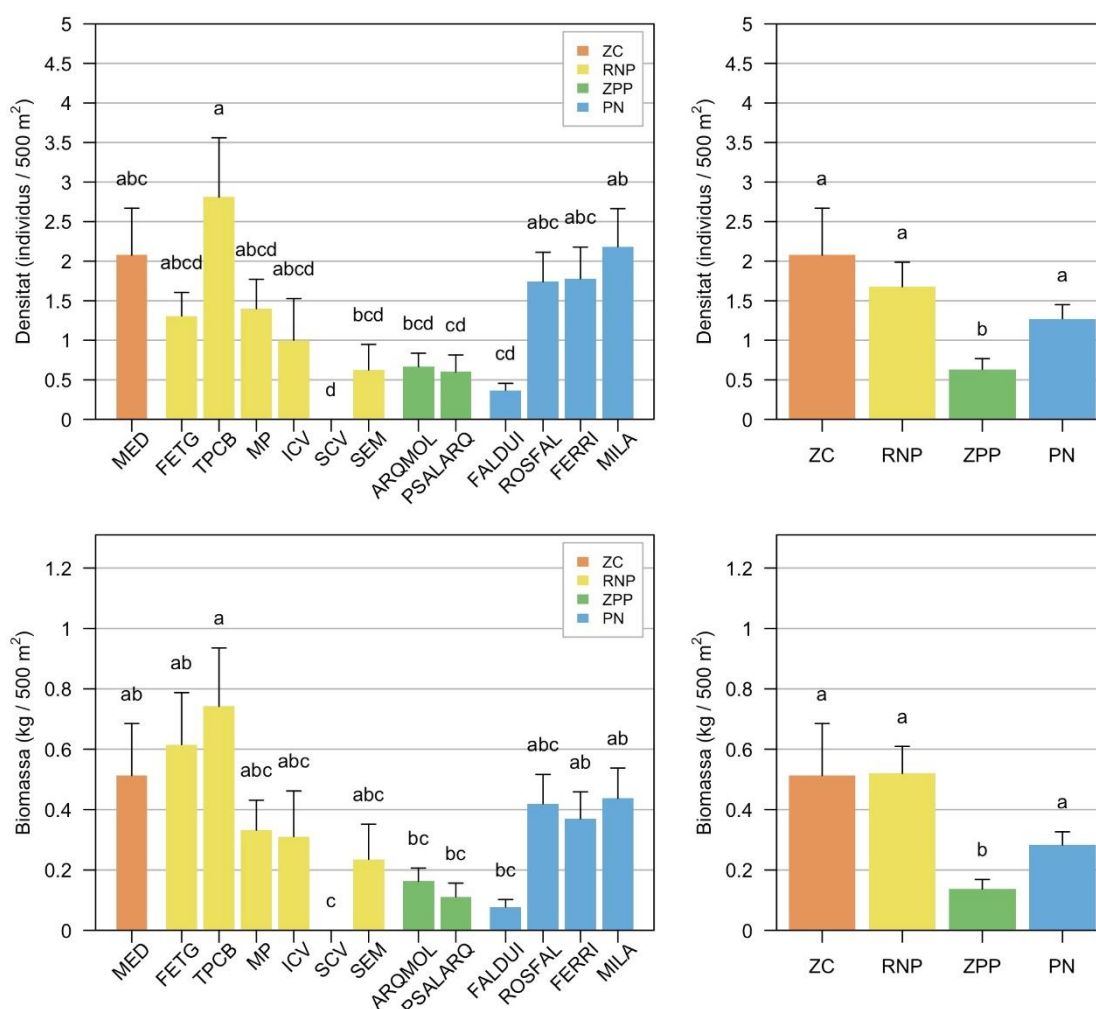


Figura 75. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de morruda (*Diplodus puntazzo*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles de morruda presenta certes diferències entre els diferents graus de protecció, encara que totes presenten una distribució unimodal. La zona que presenta un rang de talles més gran és la de RNP, la qual presenta una major proporció d'individus a la talla de 25 cm. A més, la talla màxima observada es troba en aquesta zona, i és de 45 cm, tot i que també se n'han trobat de 40, les quals també es considerarien de talla gran. Les zones de ZC i ZPP presenten el seu pic d'individus a la talla de 20 cm, i la de PN està distribuït entre 20 i 25 cm. La talla mínima observada ha estat de 10 cm, i se n'ha trobat en tots els graus de protecció excepte en RNP (Figura 76).

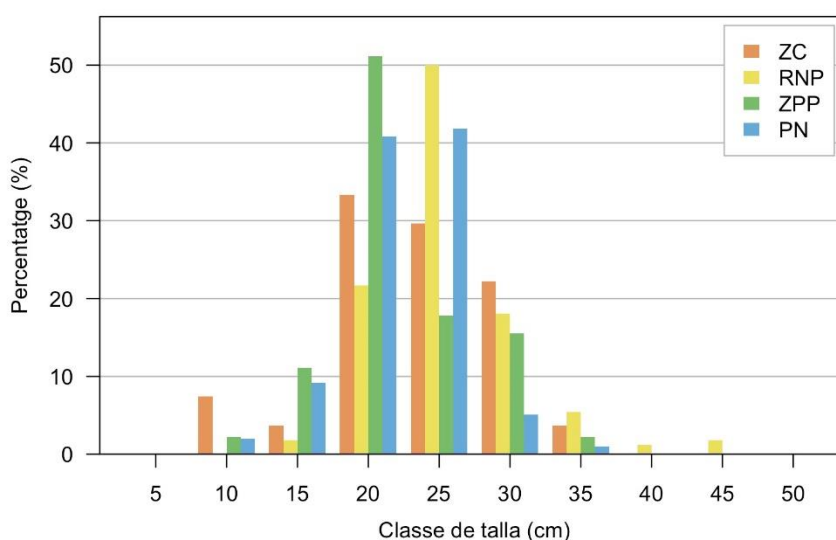


Figura 76. Estructures de talles de morruda (*Diplodus puntazzo*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de la morruda no mostra un patró significatiu en cap dels graus de protecció, sinó que es mostra força estable al llarg dels anys. Enguany, tant la densitat com la biomassa han disminuït respecte el 2018, encara que no de forma significativa amb excepció de la densitat a la zona de RNP. Tot i això, al llarg dels anys s'ha vist una clara diferència entre les zones de ZC i RNP i ZPP i PN, i aquest any aquestes diferències han quedat eliminades (Figura 77).

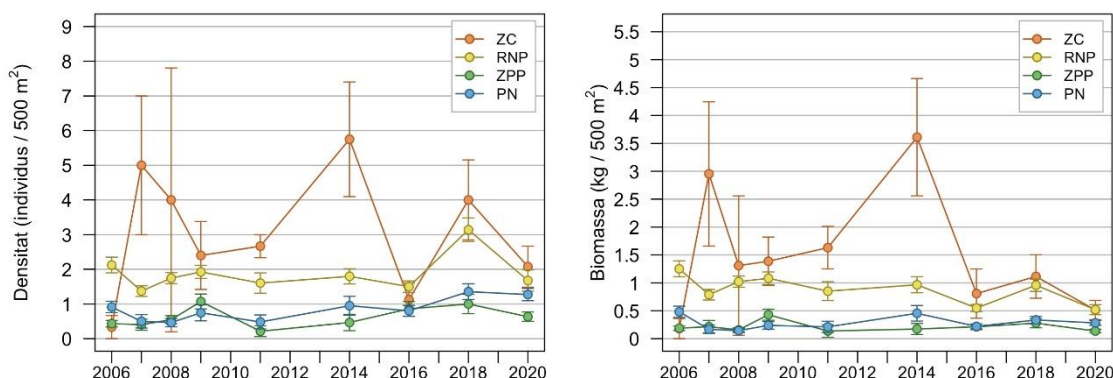


Figura 77. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de morruda (*Diplodus puntazzo*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Spondyliosoma cantharus

La càntera és una espècie que s'ha trobat en totes les estacions mostrejades enguany i de forma força homogènia, de manera que s'han trobat poques diferències entre estacions. Destaca el Medallot com l'estació amb una densitat més elevada tot i que la gran variabilitat que presenta fa que només es trobin diferències significatives amb una estació, la Meda Petita (MP) que presenta la densitat més baixa. Pel que fa a l'anàlisi per grau de protecció no s'han trobat diferències significatives entre les diferents zones. Pel que fa a la biomassa, a part del Medallot, destaquen les estacions de Ferranelles-Tascó Gros (FETG) i Tascó Petit-Carall Bernat (TPCB) com les que presenten uns valors més elevats, degut a que tenien una mida més gran. Tot i això, l'única diferència que s'ha trobat és entre aquestes tres estacions i la de Meda Petita (MP), amb una biomassa molt baixa. Entre tota la resta no hi ha diferències significatives, i això es reflecteix als anàlisis per grau de protecció, en el qual es pot observar una gran variabilitat a les zones de ZC i RNP (Figura 78).

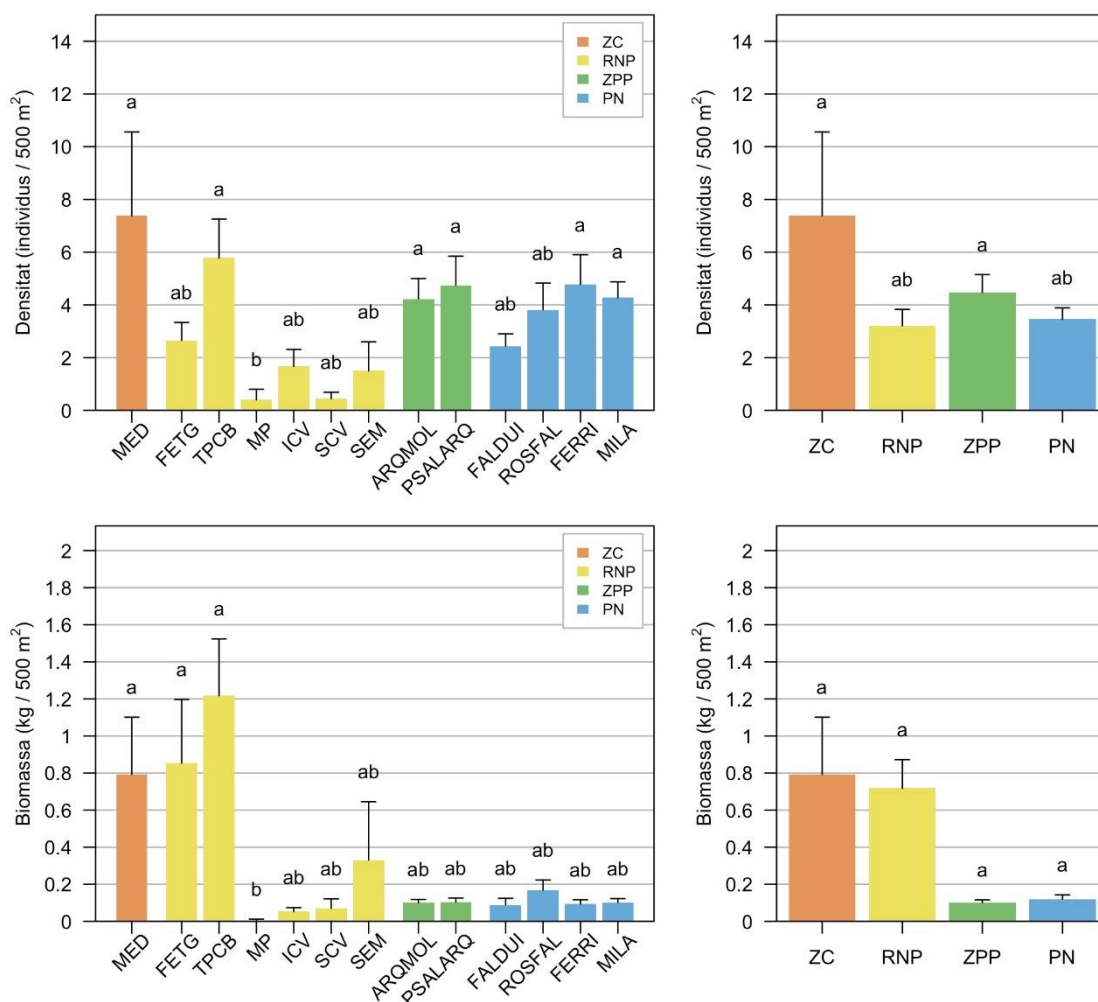


Figura 78. Densitat (dalt) i biomassa (baix) de càntera (*Spondyliosoma cantharus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles presenta diferències entre els graus de protecció, malgrat en tots es mostri una distribució unimoda. Les zones més protegides, especialment la de RNP, presenten talles força més grans que les zones de ZPP i PN. La zona de RNP presenta una distribució força més equitativa entre les diferents talles, de manera que es troben tan individus de talla petita (encara que no de la talla mínima observada), com de talla més gran (en aquest cas, sí que els individus de talla màxima es varen observar en aquesta zona, sent els de talla 35-40 cm). La major proporció d'individus es trobaven a la talla de 20 cm. En quant a la zona de ZC, la major part de cànteres observades es trobaven a la talla de 15 cm. Les zones de ZPP i PN presentaven rangs de talles molt més petits, amb una talla màxima de 20 cm, i una mínima de 2-4 cm. La majoria d'exemplars es van trobar en la talla de 10 cm (Figura 79).

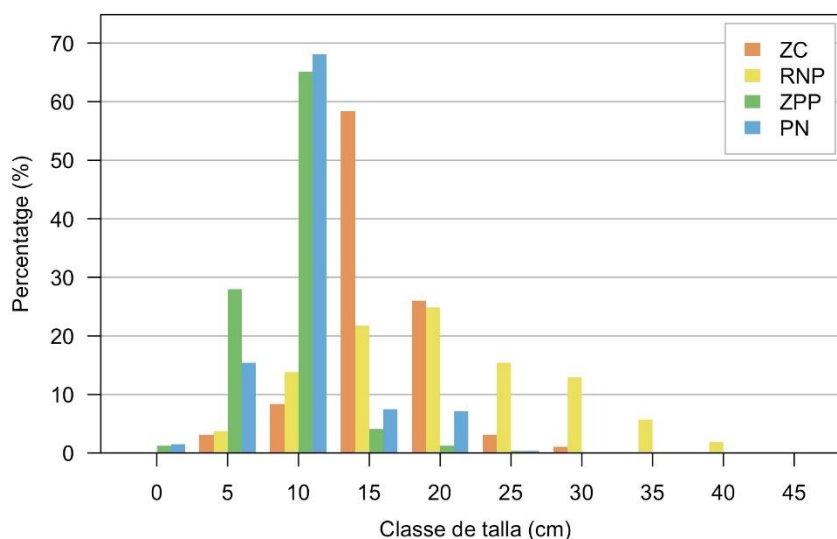


Figura 79. Estructures de talles de càntera (*Spondyliosoma cantharus*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Enguany s'han observat diferents patrons entre els diferents graus de protecció. Per una banda, la zona de ZC mostra un augment tant en densitat com en biomassa, que caldrà veure com evoluciona, ja que presenta molta variabilitat. La zona de RNP ha disminuït significativament en els dos paràmetres respecte el 2018, però presenta valors similars a la resta de la sèrie temporal, inclús una mica més elevats. D'altra banda, la zona de ZPP ha disminuït respecte el 2018, tot i que la densitat manté els valors màxims anteriors a 2018, mentre que la biomassa es queda en valors estables similars als anteriors de 2018. Finalment, la densitat de cànteres a la zona de PN presenta una tendència a l'alça no gaire marcada des del 2015, i s'haurà de veure en els propers anys si aquesta continua, mentre que la biomassa en aquesta zona segueix estable (Figura 80).

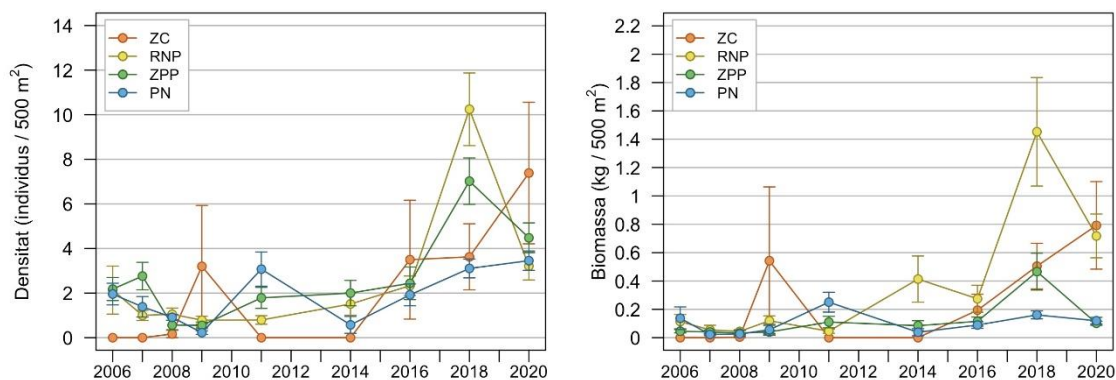


Figura 80. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) de càntera (*Spondyllosoma cantharus*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN). S'ha de destacar que el grau de protecció ZC correspon únicament a la estació del Medallot, designada com a tal a partir de l'any 2016.

Sphyraena viridensis

En general, al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter s'han trobat poques diferències significatives tant en la densitat com en la biomassa d'espets. La major abundància ha estat en les zones de ZC i RNP, tot i que amb una gran variabilitat, ja que en general es solen trobar agrupats en punts concrets del recorregut. En canvi, a les zones de ZPP i PN pràcticament no se n'han trobat, mostrant un cop més les diferències entre els diferents nivells de protecció (Figura 81).

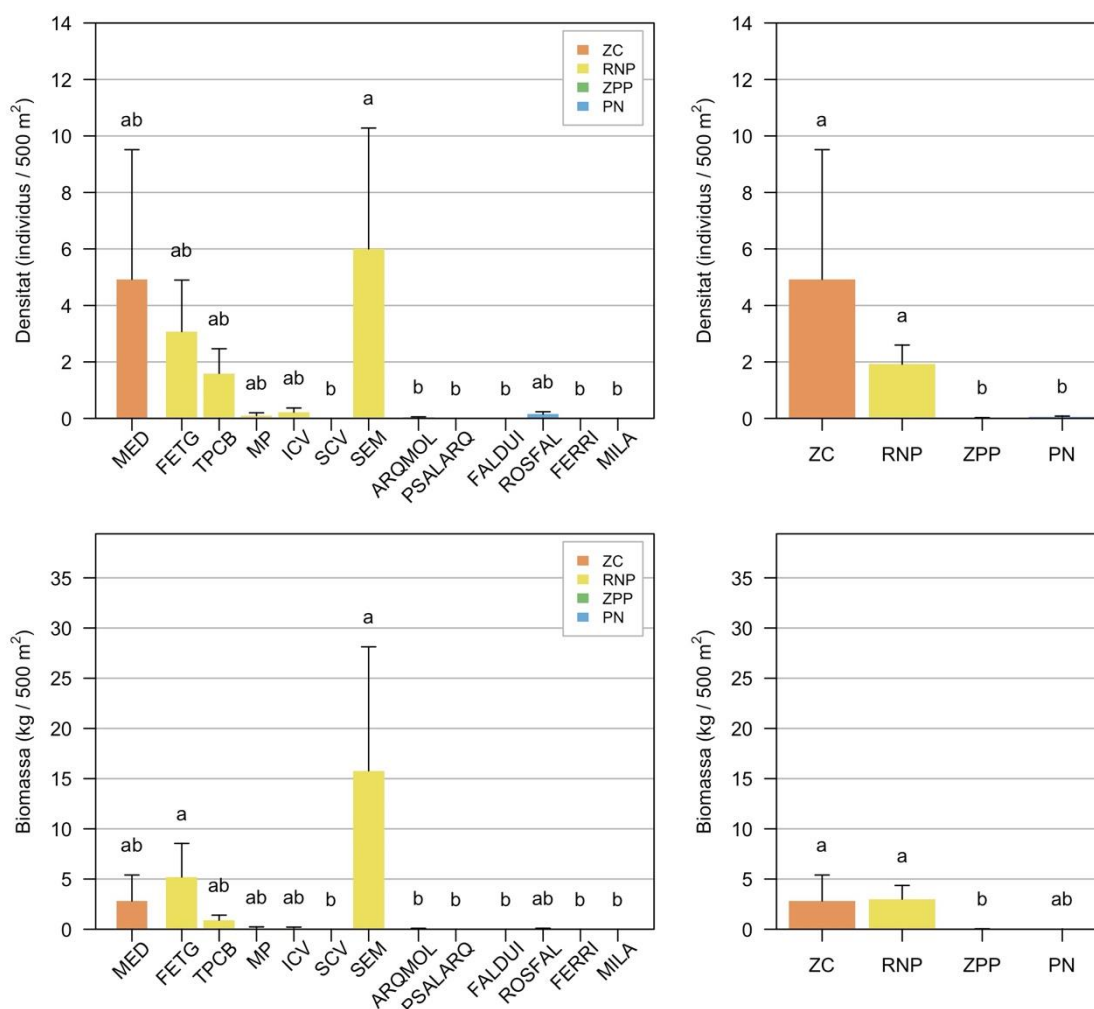


Figura 81. Densitat (dalt) i biomassa (baix) d'espets (*Sphyraena viridensis*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per estació (esquerra) i per grau de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa (p -valor < 0.01) segons el test de Tukey. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'estructura de talles mostra diferències entre els graus de protecció: les zones de ZC i PN presenten rangs de talles més petits que la zona de RNP, a la qual s'han observat exemplars de fins a 110 cm. La talla més petita que s'ha trobat és de 40 cm a les ones de ZC i PN. A la zona de ZPP només s'ha observat un espèct de 80 cm (Figura 82).

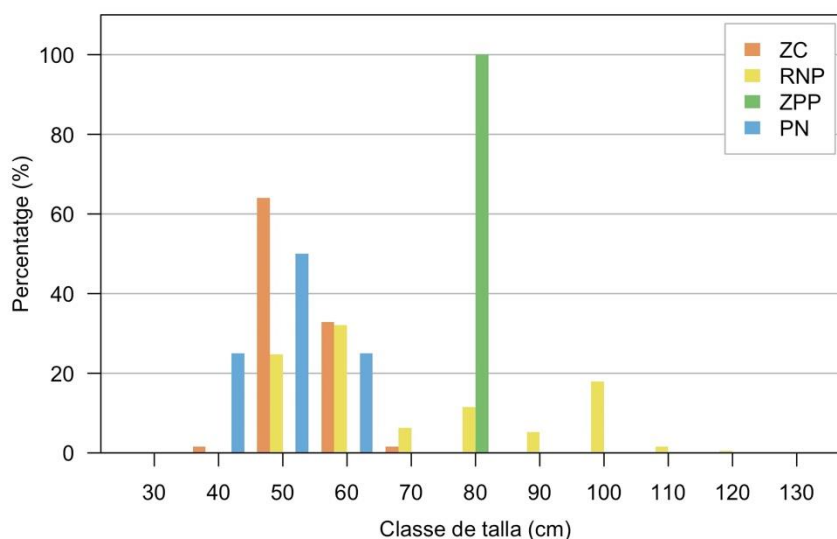


Figura 82. Estructures de talles d'espè (*Sphyræna viridensis*) observades als diferents graus de protecció del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

L'evolució temporal de l'espè mostra un augment tant en la densitat com en la biomassa a partir del 2016 a la zona de RNP. Aquest augment es pot observar també a la zona de ZC, tot i que mostra una major variabilitat.

Les zones de ZPP i PN presenten valors molt baixos, pràcticament nuls, en tots els anys tan pel que fa a la densitat com en la biomassa (Figura 83).

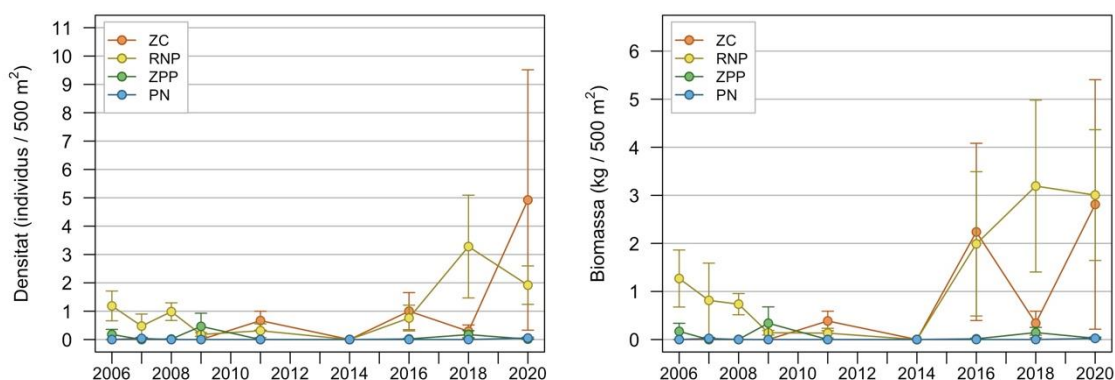


Figura 83. Evolució temporal de la densitat (esquerra) i biomassa (dreta) d'espè (*Sphyræna viridensis*) (mitjana $\pm$ error estàndard) per grau de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Anàlisi global

L'anàlisi de coordenades principals (PCoA) s'ha realitzat amb les dades de biomassa de totes les espècies observades, incloses les que no s'anomenen anteriorment, com ara les morenes (*Muraena helena*) o serioles (*Seriola durmerii*). S'observa, doncs, una clara separació al llarg de l'eix 1 (amb un 39.9% de variància) que distingeix dues grans zones de protecció: per una banda, a l'esquerra de l'eix trobem la zona més protegida del Parc Natural, que consta de les zones de ZC i RNP, on la pesca està totalment prohibida, i d'altra banda hi trobem la part menys protegida, composta per les zones de ZPP i PN, les quals no gaudeixen d'aquesta protecció i s'hi poden dur a terme certs tipus de pesca, excepte la pesca submarina a la zona de ZPP. Aquesta zonació és deguda bàsicament a l'abundància de les principals espècies vulnerables, que alhora també són les que aporten una major biomassa, tals com el mero (*E. marginatus*), el déntol (*D. dentex*), la orada (*S. aurata*) o el corball (*S. umbra*), que es concentren bàsicament a les dues zones més protegides (ZC i RNP), mentre que en les zones de ZPP i PN no s'arriben a observar ni en tanta abundància ni en talles tan grans (Figura 84).

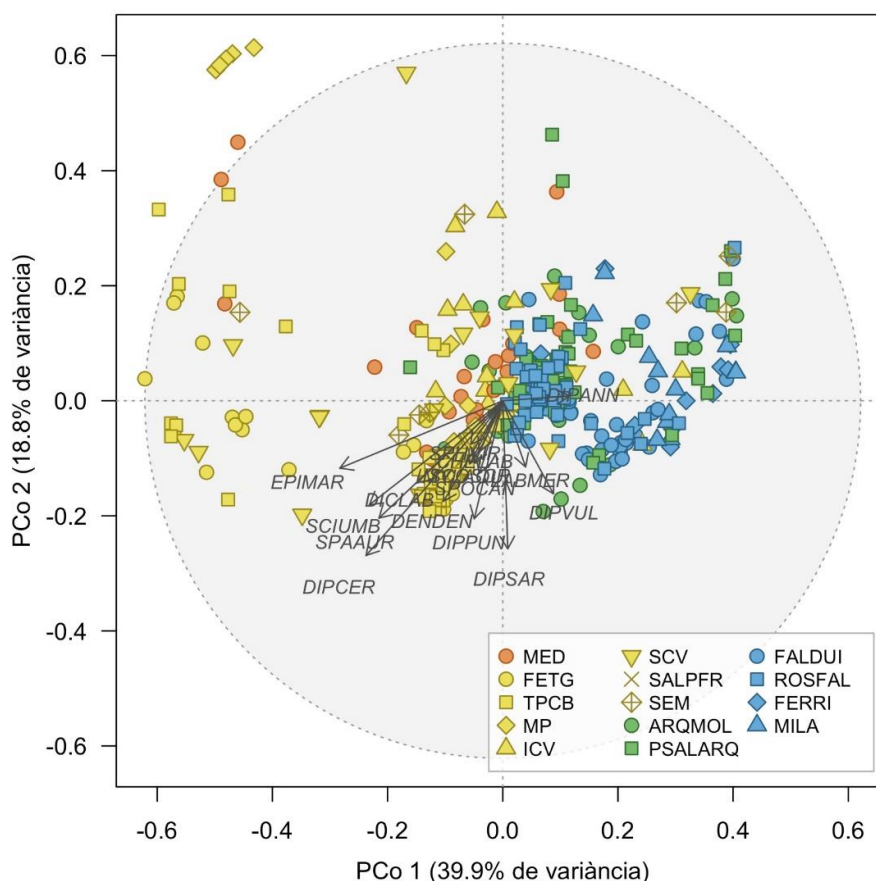


Figura 84. Anàlisi de coordenades principals (PCoA) dels diferents trams dels transectes realitzats al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, tenint en compte la biomassa de totes les espècies censades com a variables. Els dos primer eixos acumulen el 58,7% de la variància observada a les dades. Els colors dels símbols representen els diferents graus de protecció: Zona de Control (ZC, taronja), Reserva Natural Parcial (RNP, groc), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP, verd) i Parc Natural (PN, blau).

L'anàlisi de redundància (RDA) també separa clarament les zones amb prohibició a la pesca, ZC i RNP, de les zones de ZPP i PN, en el primer eix que recull el 66,5% de la variància observada. A més, les primeres es correlacionen amb fons amb una major rugositat, com els megablocs, que generen una major complexitat estructural i propicien una major biomassa degut bàsicament a espècies piscívores com el mero (*E. marginatus*) o el déntol (*D. dentex*). A l'altra banda de l'eix trobem menor complexitat espacial, amb fons de blocs petits i pedres, i amb una biomassa menor de peixos (Figura 85).

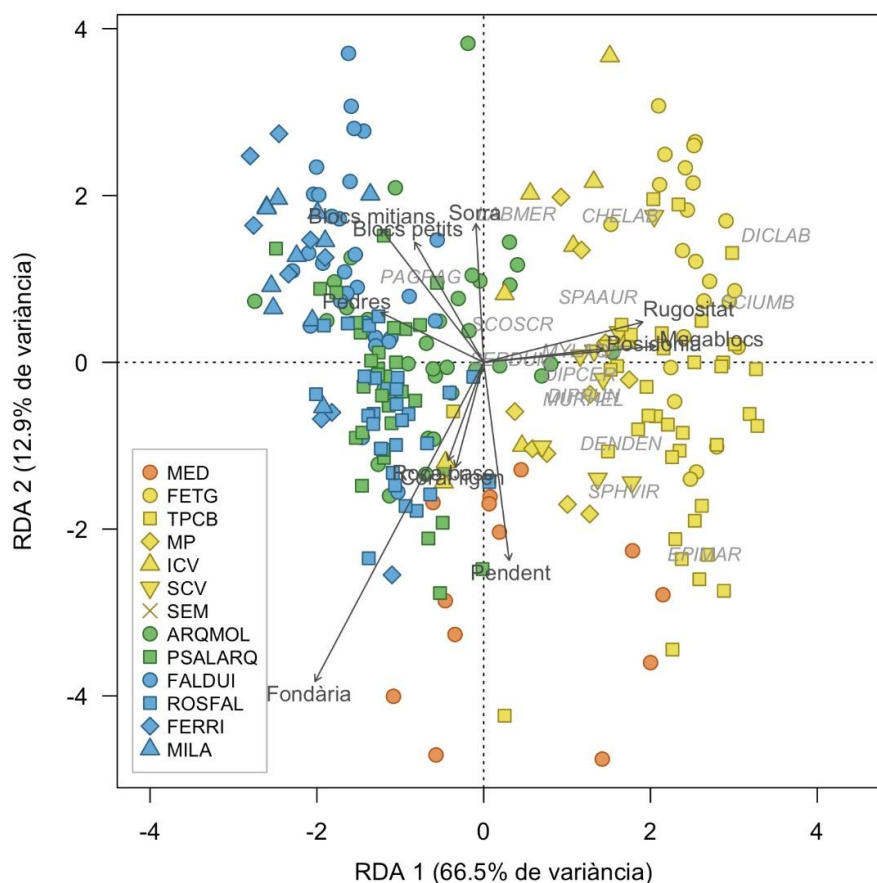


Figura 85. Anàlisi canònic de redundància (RDA) dels diferents trams dels transsectes realitzats al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, tenint en compte la biomassa de totes les espècies censades i considerant com a covariables les variables ambientals mesurades (fondària, pendent, rugositat i les diverses tipologies de fons). Els dos primer eixos acumulen un 79,4% de la variància observada a les dades. Els colors dels símbols representen els diferents graus de protecció: Zona de Control (ZC, taronja), Reserva Natural Parcial (RNP, groc), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP, verd) i Parc Natural (PN, blau).

Discussió

Parc Natural de Cap de Creus

Els beneficis esperats d'una xarxa de zones protegides, com el Parc Natural de Cap de Creus, on hi ha diverses figures de protecció intercalades, són diversos. Per una banda, a les zones on certs tipus de pesca estan prohibits, s'espera un augment generalitzat tant en l'abundància com en la mida de les espècies objectiu. Per altra banda, també s'espera un augment de les poblacions a zones no protegides degut a l'exportació de larves i individus adults des de les zones protegides

intercalades. Al Parc Natural de Cap de Creus, les zones protegides estan intercalades al llarg de la mateixa línia de costa que les zones pescades, cosa que facilita que les espècies més mòbils es moguin d'una zona a l'altra. Això dona com a resultat un efecte de la protecció més subtil i menys acusat que a la Reserva Natural Parcial (RNP) de les Illes Medes, que es troba aïllada de la costa.

Els resultats d'enguany mostren que, tot i que es mantenen les diferències entre els diferents graus de protecció, a la zona de RNP hi ha hagut una baixada tant de la densitat com de la biomassa en la majoria d'espècies vulnerables, com el nero, déntol o sarg imperial. Cal dir que la major part de la biomassa de les zones de RNP està representada per els neros que es troben a la Massa d'Or, i la davallada d'aquesta espècie en aquesta estació ha causat aquest patró en aquesta figura de protecció. En altres zones de RNP, on les densitats són més baixes, aquesta tendència no és evident, o inclús hi ha un lleuger increment, com és el cas de Tres Frares, però amb valors molt baixos respecte a la Massa d'Or. Tot i així, la tendència a la baixa ha estat generalitzada, i tot i que el 2018 els valors varen ser molt alts, els valors actuals es situen molt per sota, als nivells del 2014 o anteriors.

L'estació de l'Encalladora, la única zona on està prohibit tot tipus d'activitat, segueix tenint valors inferiors a les zones de RNP, especialment de la Massa d'Or, i mostra també una baixada en la densitat i biomassa de la majoria d'espècies vulnerables, sense mostrar signes de recuperació. Aquest fet demostra la limitada capacitat d'aquesta zona per acumular biomassa, segurament causada per l'efecte combinat de la seva limitada extensió, que facilita la sortida d'individus a zones on poden ser pescats, i l'absència d'una quantitat suficient d'habitats favorables, com fons heterogenis de blocs grans i exposats a les corrents. A més, en aquesta zona és possible que hi hagi una certa pressió de pesca il·legal, tal com ho confirmen diversos indicis com l'observació eventual de pescadors recreatius en aquesta zona, o arts de pesca enrocats i abandonats al fons, com un palangre observat durant els censos.

L'estació de la Massa d'Or, dins de la zona de RNP, manté les abundàncies i biomasses d'espècies altament vulnerables (nero, déntol, sarg imperial, orada), moderadament vulnerables (sarg, morruda, càntera) i d'altres piscívors (espet) més elevades de tot el parc. També és l'única estació on s'han observat exemplars de llobarro i diversos exemplars de *Mycteroperca rubra* i *Epinephelus costae*, espècies altament vulnerable i rares que només s'han observat esporàdicament en aquesta àrea.

Cal destacar que en aquesta zona (Massa d'Or) és probablement una de les agregacions reproductores de nero més importants de la costa catalana, i probablement de la Mediterrània. A més, hi ha indicis que en aquesta zona també s'hi reproduïxen altres espècies com la càntera, i es va observar també comportaments reproductors als exemplars observats enguany de *Epinephelus costae*. Aquest fet posa encara més en valor la riquesa i excepcionalitat d'aquesta zona, no només per les poblacions que hi ha, sinó també per la seva capacitat de produir exportarous i larves a altres zones que han estat despoblades per la sobrepesca.

Creiem que l'alta biomassa de peixos és deguda a varis factors, tot i que sigui permesa la pesca (excepte la pesca submarina). Primer, l'hàbitat d'aquesta zona és l'òptim per a que s'hi acumuli una gran biomassa de peixos bentònics, ja que està format per fons dominats per grans blocs que

generen una alta complexitat espacial, amb multitud de microhàbitats i refugis, i alhora amb un pendent pronunciat però regular que permet una gran fondària al costat de zones més someres. A més, la situació de l'illa Massa d'Or, a l'extrem més oriental de cap de Creus, i exposada a les fortes corrents que dominen la zona, afavoreix un augment de les espècies planctòfagues que, alhora, serveixen d'aliment als grans depredadors, com els neros, déntols o espets. Un hidrodinamisme accentuat, junt amb una elevada complexitat estructural i un canvi de fondària proper i el fet d'estar aïllada de la costa són els factors ambientals que més afavoreixen una elevada biomassa de peixos (Coll et al. 2012). Així com altres reserves estan connectades a zones amb un menor grau de protecció per un continu de costa, la Massa d'Or està totalment aïllada de la resta de costa, de forma que el possible moviment d'individus de dins cap a fora de la reserva sigui molt menys probable.

L'estació de Cap Norfeu, tot i que entre 2014 i 2018 va mostrar certs indicis de recuperació, els valors obtinguts enguany han baixat i es situen als valors de 2014 o anteriors, molt per sota del que s'hauria d'esperar degut a la qualitat dels seus hàbitats, amb fons molt complexos i prop de zones profundes que malgrat no ser una zona aïllada, pot considerar-se molt similar a les característiques ambientals de la Massa d'Or. Els valors obtinguts han estat similars al de les altres estacions de RNP, Culip i Tres Frares que, tot i que mostren certes oscil·lacions, els valors de biomassa no es recuperen.

Contràriament a l'èxit relatiu de les figures amb un grau més elevat de protecció, les zones de PN mostren uns valors pràcticament nuls de densitat i biomassa de les espècies considerades vulnerables a la pesca, malgrat que els hàbitats que s'hi torben, tot i que no són de la qualitat d'estacions com la Massa d'Or o Cap Norfeu, permetrien una biomassa molt major. Tot i que en la sèrie temporal es poden veure certes oscil·lacions en l'abundància d'algunes espècies, aquestes queden atenuades any rere any. Aquest fet evidencia, per una part, que hi ha una forta sobrepesca en aquesta zona, i que no només afecta a les zones de Parc Natural, sinó que també pot afectar a les zones de Reserva Natural Parcial, ja que al estar comunicades, fa que l'esperat efecte de l'exportació de biomassa no es produeixi o que, i fins i tot, provoqui una disminució de la biomassa dins de les zones protegides veïnes.

Cal destacar també que els alts valors de biomassa d'espècies vulnerables a la zona de Massa d'Or, on és permesa la pesca esportiva i professional excepte la pesca submarina, evidencia que és possible una certa pressió de pesca, o modalitats de pesca esportiva sense mort, amb una densitat relativament elevada d'espècies vulnerables. No obstant, la resta de zones de RNP mostren signes de sobrepesca, i especialment les zones de PN sense excepció, on les poblacions de peixos vulnerables són pràcticament inexistents. Aquest fet evidencia un any més els efectes dràstics de la pesca, i especialment de la pesca submarina a les zones de PN, que és capaç de reduir fins a nivells molt baixos les poblacions de peixos vulnerables de zones molt extenses de cap de Creus.

La pesca submarina, al ser una pesca molt selectiva, té un major impacte sobre les espècies altament vulnerables, com el nero, corball, orada etc., i sol capturar individus de talles més grans que no pas amb els altres dos mètodes de pesca esportiva, afectant al potencial reproductor de les espècies explotades (Font i Lloret, 2010). A més, degut a que la pràctica d'aquest tipus de

pesca es fa normalment des de l'aigua, pot passar més desapercebuda, i és més fàcil que es produeixin episodis de furtivisme.

Cal destacar que al Parc Natural del Cap de Creus està permesa la pesca submarina d'espècies incloses dins les llistes de la IUCN com vulnerables o amenaçades, com el nero i el corball, al contrari del que passa a la costa francesa, on la pesca submarina d'aquestes espècies està prohibida.

Tenint en compte aquests resultats, podem concloure que l'efecte de la gestió en la majoria de les zones de RNP, exceptuant el cas especial de la Massa d'Or, no acaba de permetre una recuperació òptima de les poblacions de peixos vulnerables a la pesca. A més, les zones de PN, on, a més, s'hi permet la pesca submarina, la presència de peixos vulnerables es pràcticament nul·la, presentant signes encara més evidents de sobrepesca.

Per una banda, es recomana mantenir les zones de RNP sense cap tipus de pesca, tal com es produeix al Parc Natural del Montgrí, les Illes medes i el Baix ter, fet que permetria, a més, homogeneïtzar les mateixes figures de protecció dels Parcs Naturals de Catalunya. A més, es proposa introduir la figura de Zones Perifèriques de Protecció (ZPP), on es permeti només la pesca artesanal i la pesca esportiva amb una sola canya, o pesca esportiva sense mort.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Enguany, seguint el patró dels altres anys, s'ha vist una clara diferència entre les zones de ZC i RNP respecte les zones de ZPP i PN, tant en el nombre d'espècies observades com en la biomassa i densitat, les quals presenten valors significativament més elevats en les dues primeres. A les zones de RNP i ZC, tot i que mostren una baixada dins la zona de RNP respecte el 2018, es situen dins el rang de valors dels anys anteriors, mostrant una certa estabilitat dins les zones protegides.

Aquests resultats mostren que la gestió de les zones sense pesca, és efectiva per a evitar l'impacte de la pesca i que des de la seva protecció tant el nombre de peixos, com espècies, com la seva talla ha augmentat i actualment es troba en un punt estable, amb poques variacions entre anys. No obstant, la protecció és més eficient en les espècies que són més sedentàries, com el nero, que representa la major part de la biomassa, el corball, el déntol i en els darrers anys la càntera i els espets, que han mostrat un augment dins les zones protegides. Aquest efecte també és evident amb sargs que, tot i tenir una menor biomassa, mostra diferències significatives entre les zones protegides i les zones on és permesa la pesca. És de destacar que l'efecte de la protecció no és efectiu per altres espècies que probablement són més mòbils, com la orada i el llobarro, que varen mostrar una davallada respecte als primeres anys de seguiment i no s'han recuperat, mantenint uns valors molt baixos tant a dins com fora de la reserva. Sembla clar que la protecció de l'àrea de les Medes no és una mesura de protecció suficient per a mantenir poblacions en bon estat d'aquestes espècies, ja que utilitzen altres zones i hàbitats durant el seu cicle de vida, com les zones d'estuari o inclús llacunes i trams inferiors dels rius.

Per altres espècies menys vulnerables, com variades i morrudes, els valors de densitat i biomassa son variables, i relativament alts, com les variades, i no mostren diferències entre els diferents graus de protecció.

Pel contrari, les zones que no estan protegides envers la pesca no presenten cap tipus de recuperació. Es podria pensar que a la zona de ZPP, en la qual només es pot dur a terme pesca artesanal, s'hi hauria d'observar algun tipus de recuperació, però tant les densitats com les biomasses segueixen en valors pràcticament iguals a les de la zona de PN. Tot i que mostra alguns signes de recuperació, com el de 2016, on es va produir un petit increment en la biomassa i que es ma mantenir fins el 2018, aquests pics queden ràpidament atenuats, com ha passat enguany, que ha tornat als valors d'anys anteriors.

A més de la protecció, les Illes Medes es troben en una situació molt favorable per a les poblacions de peixos. Per una banda, la seva orografia promou que hi hagi diferents hàbitats marins, gràcies a la gran complexitat estructural que produeixen els fons de megablocs i els forts gradients batimètrics. A més, les Illes Medes es troben suficientment separades de la costa com perquè les espècies sedentàries es mantinguin dins la reserva, i és una zona de gran producció primària gràcies a que es troba propera a la desembocadura del riu Ter, que aporta grans quantitats de nutrients a la zona. Aquestes característiques expliquen l'èxit de la gestió per a les espècies sedentàries, que en alguns casos, com el nero, sembla que han arribat a la seva capacitat de càrrega en algunes zones.

Per altra banda, la costa del Montgrí també presenta aquest potencial perquè les poblacions de peixos es puguin mantenir en bon estat, ja que hi ha una gran diversitat d'hàbitats, així com també una orografia que propicia aquesta complexitat estructural que els afavoreix. Tot i les bones condicions potencials per a les poblacions de peixos, sembla clar que l'efecte de la pesca impedeix que pugui haver una recuperació, especialment per a les espècies més sedentàries, com el nero i el corball, que són més vulnerables a la pesca submarina.

Per tant, igual que passa amb el Cap de Creus, s'evidencia que la poca protecció envers la pesca no és compatible amb un bon desenvolupament de les poblacions de peixos a la costa del Montgrí, i a més, no concorda amb els valors d'un Parc Natural. Caldria, doncs, una zonificació amb àrees dins la zona de Parc Natural amb del mateix nivell de protecció que les Illes Medes i, paralel·lament, regular l'activitat pesquera, especialment la pesca esportiva potenciant pràctiques menys efectives com la pesca sense mort o restringint la pesca submarina. Una major protecció i vigilància especialment a la zona de ZPP permetria una major recuperació de les espècies més mòbils, i possiblement una major exportació d'individus fora de la reserva.

Conclusions

Any rere any es constata que les zones on la pesca està prohibida són aquelles on les poblacions de peixos, especialment els vulnerables a la pesca, estan més desenvolupades, amb majors densitats i majors biomasses.

Pel que fa al Cap de Creus, la zona de RNP funciona de manera parcial, ja que en la majoria d'estacions les densitats no són suficientment altes com per confirmar que la gestió actual, que només permet fer pesca artesanal, és efectiva per a mantenir poblacions de peixos relativament ben conservades. Únicament l'estació de la Massa d'Or presenta densitats i biomasses altes, tot i que és degut probablement a l'excepcionalitat del lloc tant pel que fa a les característiques dels seus hàbitats.

La zona de RNI no presenta tampoc grans densitats de peixos, probablement degut a que és una zona molt poc extensa i els individus poden sortir amb facilitat; a més, s'han trobat indicis de pesca dins d'aquesta zona, tals com un palangre al fons. Cal ressaltar l'excepcionalitat de tota la zona compresa entre l'Encalladora i la massa d'Or, ja que les característiques dels seus hàbitats i la seva situació té un gran potencial per a permetre unes poblacions de peixos molt elevades. En aquest sentit, augmentar la zona estrictament protegida de la pesca incloent el freu i la massa d'Or permetria una recuperació molt efectiva de les poblacions de peixos en aquesta àrea. Degut també a que s'han detectat agregacions reproductores dins d'aquesta zona, podria actuar també com una font de ous i larves que podrien repoblar altres zones de la costa.

La zona de PN no presenta cap signe de recuperació i la pressió de la pesca fa que les poblacions de peixos vulnerables no es puguin desenvolupar, especialment els més sedentaris, com corballs i neros (que, a més estan catalogats com a vulnerables dins les llistes de la IUCN i en altres països com França sí estan protegits).

A les Illes Medes, les zones de ZC i RNP, amb la pesca totalment prohibida, funcionen com a lloc on les poblacions de les espècies de peixos més sedentàries s'han pogut recuperar i actualment presenten densitats i biomasses altes. Pel contrari, per a les espècies més mòbils, com orades i llobarros, aquesta figura de protecció no és efectiva, pel que s'hauria de buscar eines de gestió alternatives, com una major regulació de la pesca tant esportiva com professional, per a una millor conservació de les seves poblacions.

Pel contrari, les zones de ZPP i PN presenten la mateixa problemàtica que al Cap de Creus, amb valors molt baixos de densitat i biomassa de la majoria d'espècies, sense mostrar cap signe de recuperació.

Per tant, si es vol dur a terme una bona gestió dels espais naturals protegits, serà necessari un replantejament de la zonificació, i zones com les de Parc Natural gaudeixin d'un grau superior de protecció, o mesures alternatives de gestió com regular per zones la pesca, o buscar alternatives a la pesca esportiva com la pesca sense mort.

Proposta de millores de gestió

Generals

- a) Mantenir i augmentar el nivell de vigilància. Tot i que és un tema recurrent, aquestes activitats poden perjudicar de forma molt significativa i evident la biodiversitat i els recursos pesquers que generen els parcs. A més, enguany s'han pogut observar evidències que a

zones protegides es segueix pescant, com és el cas de l'Encalladora, on s'ha observat a pescadors esportius i un palangre abandonat al fons. Aquesta vigilància no només s'ha de restringir als òrgans del parc, sinó que ha d'implicar també de forma coordinada les diverses administracions amb competències sobre el mar i les diferents activitats que s'hi desenvolupen, incloent el sector pesquer.

- b) Regular la pesca esportiva, buscar pràctiques alternatives com la pesca sense mort o la limitació dels individus i espècies capturades en tot l'àmbit del Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Si els objectius de la gestió són conservar i millorar l'estat de conservació del patrimoni natural, i que el major nombre de ciutadans i actors del territori en gaudeixin i se'n beneficiïn, creiem que certes activitats són incompatibles amb la conservació i explotació sostenible dels recursos pesquers. A més, no concorda amb la filosofia d'un Parc Natural.
- c) Respectar les recomanacions de la IUCN, i no permetre la pesca de neros i corbals dins els parcs.
- d) Incorporar en les zones de màxima protecció les zones amb hàbitats excepcionals, i zones on es produeix la reproducció en la gestió dels parcs. El cas de l'orada ens ha permès constatar que protegir les agregacions reproductores d'algunes espècies, tot i que es produeixin fora de l'àmbit del parc, pot contribuir en gran mesura a la recuperació de les seves poblacions. Altres zones, com la Massa d'Ors i el freu amb l'Encalladora són excepcionals i amb un gran potencial per a exportar ous i larves a altres zones.

Parc Natural de Cap de Creus

- a) Equiparar la reglamentació de les RNP al Cap de Creus amb la restricció de tot tipus de pesca. Pel que fa a la pesca submarina, alternativament a la prohibició en tot el parc, es recomana implementar Zones Perifèriques de Protecció, on només la pesca artesanal i la pesca esportiva amb canya sense mort estiguin permeses.
- b) Augmentar la zona de Reserva Integral. Degut a que la Reserva de s'Encalladora sembla ser petita per la retenció de biomassa, es recomana augmentar la zona de Reserva Integral, incloent tot el perímetre de l'illa de s'Encalladora. A més, degut a la excepcionalitat de l'hàbitat i les poblacions de la veïna illa Massa d'Or, aquesta zona es podria incorporar en aquesta figura de protecció.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

- c) Fer una major regulació de la costa del Montgrí, incloent noves zones de RNP o ZPP als llocs més interessants per a les poblacions de peixos vulnerables.
- d) Fer més evident (rètols i/o boies) que la pesca submarina és una activitat prohibida a la ZPP i augmentar la vigilància per a fer respectar aquesta normativa.

Bibliografia

Arlinghaus, R., Tillner, R., Bork, M. (2015). Explaining participation rates in recreational fishing across industrialised countries. *Fisheries Management and Ecology*, 22: 45–55.

- Birkeland, C., & Dayton, P. K. (2005). The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(7), 356-358.
- Coll, J., Linde, M., García-Rubies, A., Riera, F., Grau, A. M. (2004). Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975–2001. *Fisheries Research*, 70: 97–111.
- Coll, J., Garcia-Rubies, A., Morey, G., Reñones, O., Alvarez-Berastegui, D., Navarro, O., Grau A.M. (2013). Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3): 578–590.
- Crec'hriou, R., Neveu, R., Lenfant, P. (2012). Length–weight relationship of main commercial fishes from the French Catalan coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 28(5): 861–862.
- Dayton, P. K. (1998). Reversal of the burden of proof in fisheries management. *Science*, 279: 821–821.
- Edgar, G.J., Stuart-Smith, R.D., Willis, T.J., Kininmonth, S., Baker, S.C., Banks, S., Barrett, N.S., Becerro, M.A., Bernard, A.T.F., Berkhout, J., Buxton, C.D., Campbell, S.J., Cooper, A.T., Davey, M., Edgar, S.C., Försterra, G., Galván, D.E., Irigoyen, A.J., Kushner, D.J., Moura, R., Parnell, P.E., Shears, N.T., Soler, G., Strain, E.M.A., Thomson, R.J. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506: 216–220.
- Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, J.S., Power, M.E., Berger, J., Bond, W.J., Carpenter, S.R., Essington, T.E., Holt, R.D., Jackson, J.B.C., Marquis, R.J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R.T., Pickett, E.K., Ripple, W.J., Sandin, S.A., Scheffer, M., Schoener, T.W., Shurin, J.B., Sinclair, A.R.E., Soulé, M.E., Virtanen, R., Wardle, D.A. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science*, 333: 301–306.
- Font, T., Lloret, J. (2010). *Impacte ambiental i característiques socioeconòmiques de la pesca recreativa al Parc Natural de Cap de Creus*. Informe tècnic. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Font, T., Lloret, J. (2014). Biological and Ecological Impacts Derived from Recreational Fishing in Mediterranean Coastal Areas. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 22: 73–85.
- García-Rubies, A., Hereu, B., Zabala, M. (2013). Long-Term Recovery Patterns and Limited Spillover of Large Predatory Fish in a Mediterranean MPA. *PLoS ONE*, 8(9): e73922.
- Guidetti, P., Sala, E. (2007). Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 335: 43–56.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865): 948–952.
- Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G., Chauvet, C., Duval, C., Galzin, R., Lejeune, P., Bernabé, G., Blanc, F., Chevalier, R., Duclerc, J., Lasserre, G. (1985). The underwater observation of fish communities and fish populations. Methods and problems. *Revue d'Ecologie (France)*.
- Hereu, B., Díaz, D., García-Rubies, A., Garrabou, J., & Zabala, M. (2014). Seguiment de la biodiversitat marina al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter: Informe 2014.
- Hereu B., Aspillaga E, Atienza I, Burgués I, Capdevila P, Díaz D, García-Rubies A, Linares C, Mariani S, Martínez-Ricart A, Matamalas N, Medrano A, Pagès M, Pérez M, Romero J, Rovira G, Sanmartí N, Zabala M, 2014. Seguiment del medi marí al Parc natural del Cap de Creus i al

- Parc natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria 2016. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.
- Jackson, J.B., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530): 629–637.
- Lewin, W.C., Arlinghaus, R., Mehner, T. (2006). Documented and potential biological impacts of recreational fishing: Insights for management and conservation. *Reviews in Fisheries Science*, 14(4): 305–367.
- Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D., Font, T., Casadevall, M., Riera, V. (2008). Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. *Fisheries Research*, 94: 84–91.
- Luckhurst, B., Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of the substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, 49: 317–323.
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., Morales-Nin, B. (2003). Weight–length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62(1): 89–96.
- Myers, R.A., Worm B. (2005). Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453): 13–20.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H. (2018). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-3.
- Provost, M.M., Jensen, O. P. (2015). The Impacts of Fishing on Hermaphroditic and Treatment of Sex Change in Stock Assessments. *Fisheries*, 40(11): 536–545.
- R Core Team (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- Roberts, K.E., Valkan, R.S., Cook, C.N. (2018). Measuring progress in marine protection: A new set of metrics to evaluate the strength of marine protected area networks. *Biological Conservation*, 219: 20–27.
- Sala, E., Boudouresque, C.F., Harmelin-Vivien, M. (1998). Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, 82: 425–439.
- Sala, E., Ballesteros, E., Dendrinos, P., Di Franco, A., Ferretti, F., Foley, D., Fraschetti, S., Friedlander, A., Garrabou, J., Güçlüsoy, H., Guidetti, P., Halpern, B.S., Hereu, B., Karamanlidis, A.A., Kizilkaya, Z., Macpherson, E., Mangialajo, L., Mariani, S., Micheli, F., Pais, A., Riser, K., Rosenberg, A.A., Sales, M., Selkoe, K.A., Starr, R., Tomas, F., Zabala, M., 2012. The structure of mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLoS ONE*, 7(2): e32742.
- Zabala, M., Garcia-Rubies, A., Louisy, P., Sala, E. (1997a). Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Scientia Marina*, 61: 65–77.
- Zabala, M., Louisy, P., Garcia-Rubies, A., Gracia, V. (1997b). Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Scientia Marina*, 61: 79–89.

Seguiment de les poblacions de grans decàpodes

Julia Ortega, David Díaz, Anabel Muñoz, Graciela Rovira, David Casals, Mikel Zabala i Bernat Hereu

- Enguany, el nombre de llagostes censades al Cap de Creus és inferior que al 2016 i 2018.
- El major nombre de llagostes reclutes s'ha observat a la costa del Montgrí.
- En aquesta àrea, els pocs exemplars de llagostes grans i esclops observats han estat censats a les Medes.

- La presència de grans decàpodes d'interès pesquer és anecdòtica tant a la costa del Montgrí com a les Illes Medes i el Cap de Creus.
- La població de llagosta es troba tan deprimida que la seva recuperació no és viable simplement amb la creació de figures de protecció.
- Per a millorar l'estat de la població, es proposa una àrea d'interès especial per a la protecció de llagostes al Massís del Montgrí, així com una moratòria de pesca d'aquesta espècie durant els propers 5 anys.

Aquest capítol ha de ser citat com:

Ortega, J., Díaz, D., Muñoz, A., Rovira, G., Casals, D., Zabala, M. i Hereu, B. (2020). Seguiment de les poblacions de grans decàpodes. *Seguiment del medi marí al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2020*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural, pp. 93–108.

Introducció

Els crustacis decàpodes presenten una gran varietat de formes, fruit de seva adaptació evolutiva als diferents hàbitats. En aquest grup trobem moltes de les espècies marines més conegudes, des dels crancs, escamarlans i llagostins, fins a les llagostes, les cigales o els crancs ermitans. Els censos del seguiment de grans decàpodes del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, es centren en quatre espècies ben conegudes. Dues d'aquestes espècies, la llagosta vermella (*Palinurus elephas*) i l'esclop (*Scyllarides latus*), pertanyen a la família Palinuridae, la cranca o cabra de mar (*Maja squinado*) pertany a la família Majidae i per últim, el llobregant o llamàntol (*Homarus gammarus*), a la família dels Nephropidae. D'aquestes quatre espècies, la llagosta representa el descriptor principal d'aquest estudi, ja que es tracta de l'espècie actualment més important tant com a recurs pesquer com per l'interès de part dels escafandristes. A més, la llagosta s'utilitza sovint com a emblema del bon estat de conservació dels hàbitats on viu, és sinònim de qualitat i la seva presència a les nostres costes és un valor afegit per qualsevol zona turística. Malauradament, hi ha espècies de grans decàpodes que a les costes catalanes ja no es poden considerar d'interès pesquer degut a la manca de captures regulars. Hom coneix que espècies de grans decàpodes com el llamàntol, l'esclop o la cabra de mar, representaven fa unes dècades captures freqüents o es podien observar bussejant. La sobrepesca a la qual han estat sotmeses n'ha determinat la seva quasi completa desaparició, i, com en el cas de la cranca, es poden considerar pràcticament extintes. Per aquesta raó, actualment s'estan duent a terme diversos projectes d'investigació i reintroducció focalitzats en aquestes espècies de grans decàpodes. És per això que bàsicament centrarem l'estudi del descriptor grans decàpodes al seguiment i evolució de la llagosta vermella.

La llagosta vermella (*P. elephas*) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) és una espècie de gran interès econòmic, tradicionalment vinculada a les activitats pesqueres artesanals de les costes de la Mediterrània occidental. A l'interès pesquer s'hi afegeix un innegable valor turístic, lligat al caràcter d'espècie bandera o emblemàtica que indubtablement té en la gastronomia i el busseig d'esbarjo. La popularització de les activitats subaquàtiques ha convertit moltes zones, atractives i ben conservades de la costa Mediterrània, en punts calents on els turistes esperen contemplar, sobretot, espècies emblemàtiques com el corall, les gorgònies, els grans peixos i la mateixa llagosta. D'aquesta manera, l'espècie esdevé d'interès per a l'economia dels pobles mariners tant si la seva activitat principal és la pesca, cosa ja rara al nostre país, com si, seguint la tendència actual, és el turisme. Paradoxalment, la importància creixent ve acompanyada d'una evident rarificació a les costes catalanes d'espècies com el corall, la llagosta i els grans peixos. Això obliga a l'administració a gestionar amb molta cura les seves poblacions per intentar canviar aquesta tendència.

Un punt clau en la gestió de les espècies de grans decàpodes rau en conèixer els factors que causen la seva rarificació. De fet, la pesca artesanal és el factor més important de la davallada de la població, en part degut a la seva gran eficiència en la captura d'aquestes espècies. Això es veu afavorit, de ben segur, per la manca de control i compliment de la normativa pesquera, que tot i ser restrictiva, no es compleix fil per randa. Per altra banda, factors com la depredació o la destrucció dels hàbitats són elements clau cara a la presència de la llagosta en un espai natural. En tots aquest factors en certa manera l'administració hi pot intervenir per tal d'afavorir la

recuperació de les poblacions. Contràriament, hi ha un factor essencial en la dinàmica poblacional d'aquestes espècies sobre el qual no podem intervenir, i que és determinant per l'evolució de la població; estem parlant del reclutament. Entenem com a reclutament el nombre d'individus nous que provenen de l'assentament larvari i que s'incorporen a la població en una fase que són explotables.

Seguir el reclutament a la població explotable, passa per realitzar pesques experimentals, a la fi de minimitzar l'esforç i emprar tècniques menys invasives per el medi natural, i a la vegada establir amb més cura la dinàmica poblacional. Però per tal d'emprar un mètode menys invasiu es va decidir avaluar els individus recent assentats, els anomenats post-puérulus. Aquesta fase pràcticament només pot ser avaluada per escafandristes amb un elevat grau d'experiència, ja que la seva detecció es veu dificultada per tenir una mida reduïda i una gran capacitat per mimetitzar-se amb l'entorn, fet que els hi fa passar desapercebuts davant els bussejadors menys experimentats durant el primer any de vida al fons. Tanmateix, per poder pescar llagostes amb els actuals ormeigs (tresmall llagoster), han de passar un mínim de 3 anys, quan els anomenats reclutes passen a formar part de la fracció capturable, que no legalment comercialitzable. A més, el seguiment d'individus recent assentats, ofereix un índex independent de la pesqueria que resulta essencial per obtenir un valor de la dinàmica anual de l'espècie. Per aquest motiu, és molt important poder establir un índex d'assentament anual de l'espècie a les nostres costes, ja que això permetrà obtenir una capacitat de gestió de les poblacions a llarg termini i poder determinar les àrees amb millor capacitat de recuperació de les poblacions.

Pel que fa al seguiment de grans decàpodes, l'objectiu d'aquest treball ha estat avaluar la població de llagosta (*P. elephas*) al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, detectar zones d'assentament i la abundància d'individus adults, així com avaluar la presència d'altres grans decàpodes com el llamàntol (*H. gammarus*), l'esclop (*S. latus*) i cranca (*M. squinado*).

Material i mètodes

Estacions de mostreig

Es van dur a terme censos de grans decàpodes al Parc Natural de Cap de Creus (Figura 1) i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter (Figura 2). S'han mostregat un total de 11 estacions al Parc Natural de Cap de Creus i 11 estacions al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter; 8 d'aquestes a les Illes Medes i 3 a la costa del Montgrí (Taula 1). El mostreig es va dur a terme mitjançant censos visuals amb escafandre autònom. A cada mostreig van participar dos submarinistes amb una àmplia experiència en la realització d'aquests censos visuals. Com les abundàncies de gran decàpodes són molt baixes i aquestes espècies tenen un hàbitat molt definit, els transsectes de mostreig no van ser realitzats a l'atzar, sinó dins de l'hàbitat que prèviament es coneix com a idoni per la presència de l'espècie.

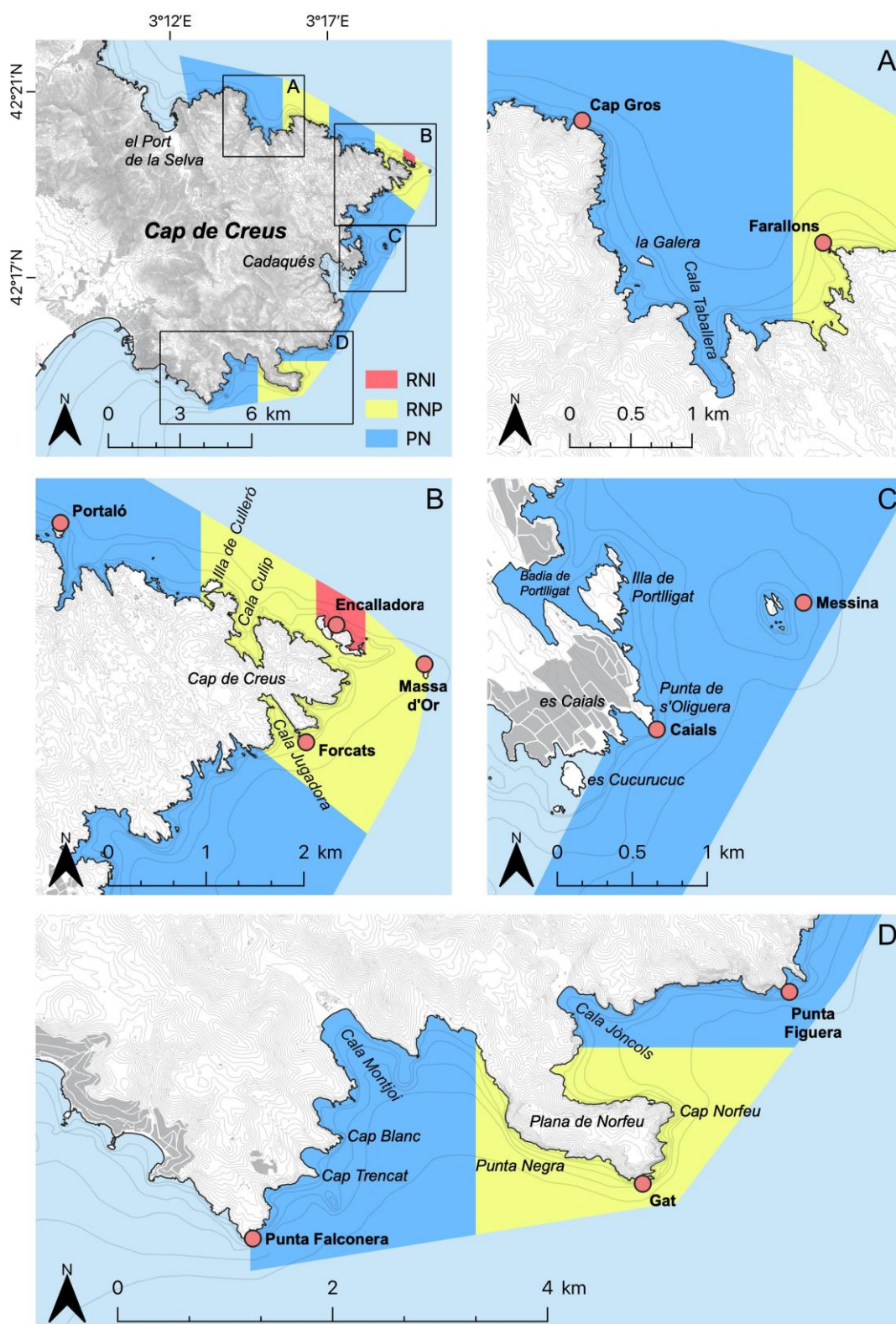


Figura 1. Estacions de mostreig de grans decàpodes al Parc Natural de Cap de Creus de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

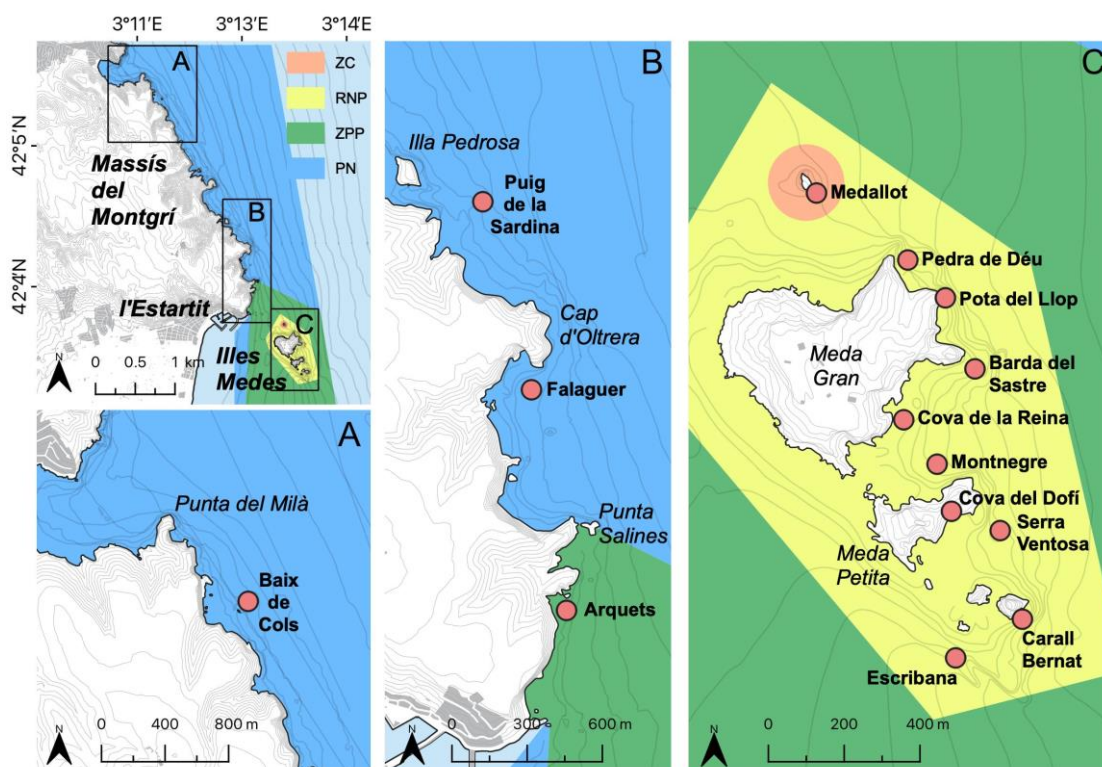


Figura 2. Estacions de mostreig de grans decàpodes al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter de l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Metodologia d'estudi

Les poblacions dels grans decàpodes han estat estimades mitjançant censos visuals amb escafandre autònom per un equip de dos persones, que prospecten un transsecte adreçat a trobar el màxim nombre de decàpodes. Tots els mostrejos s'han realitzat amb llanterna ja que durant les hores diürnes, les espècies objectiu es troben encauades en refugis i en condicions de baixa il·luminositat. Per cada transsecte, es va comptar el nombre d'individus de cada espècie i s'ha anotat la longitud del cefalotòrax (LC) segon la següent subdivisió: menor de 25mm LC (post-puérulus), T1: entre 25 i 60mm LC, T2: entre 60 i 80mm LC, T3: entre 80 i 120mm LC i T4: majors de 120mm LC, el sexe (quan és possible), la fondària i el tipus de fons. També s'han enregistrat altres observacions destacables com presència d'arts de pesca, zones de post-puérulus, o presència d'espècies invasores.

A cada cens, cada observador prospecta un corredor d'una amplada d'uns 2 m, que es pot reduir a un metre dins de coves, a profunditats elevades o en aigües brutes, i també durant els censos dels individus més petits. Cada cens dura aproximadament 5 minuts i, a cada immersió, l'observador realitza un màxim de 6 censos. Si sumem l'esforç dels dos observadors podem tenir un màxim de 12 censos, per una durada en total d'una hora efectiva d'observació per immersió. Desplaçant-se a una velocitat mitjana de 10 metres per minut, cada observador prospecta per cada transsecte una superfície d'aproximadament 50-100 m².

Taula 1. Estacions de mostreig de grans decàpodes de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Zona de Control (ZC); Reserva Natural Parcial (RNP); Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Parc	Prot.	Estació	Data	Fondària màx. (m)
Cap de Creus	RNI	Encalladora	2020-09-03	38
	RNP	Farallons	2020-08-11	37
		Massa d'Or	2020-09-03	37
		Forcats	2020-08-10	34
		El Gat	2020-08-13	40
	PN	Cap Gros	2020-08-10	35
		Portaló	2020-08-11	36
		Messina	2020-09-03	32
		Caials	2020-08-14	34
		Punta Figuera	2020-08-14	35
		Punta Falconera	2020-09-03	30
Medes i Montgrí	ZC	Medallot	2020-10-12	30
	RNP	Pedra de Déu	2020-08-08	48
		Pota del Llop	2020-08-07	50
		Barda del Sastre	2020-08-13	45
		Cova Reina	2020-08-06	14
		Montnegre	2020-08-07	30
		Serra Ventosa	2020-08-06	38
		Carall Bernat	2020-08-10	45
	ZPP	Arquets	2020-08-08	22
	PN	Falaguer	2020-08-09	24
		Puig de la Sardina	2020-08-10	38

La llagosta i els altres grans decàpodes tenen una distribució extremadament contagiosa i fidel a roques o indrets determinats. Fora d'aquests indrets la probabilitat de trobar-ne és molt reduïda. Sovint l'amplada de la zona propícia és tan limitada, que el segon observador no té opció de fer recomptes positius. Essent zero tots els seus censos, la inclusió dels seus resultats en el còmput total rebaixa sistemàticament les estimes de densitat. De la mateixa manera, és molt important tenir en compte que qualsevol cens realitzat fora de les zones o dels habitats on més sovint viuen els grans decàpodes pot dur a estimes de densitats que s'apropen a zero tot i la presència d'individus en un punt concret del transecte. Tot això fa que convertir els resultats dels censos a valors de densitat, així com es pot fer per molts organismes amb distribucions menys agregades, no tingui massa sentit en el cas dels grans decàpodes. Pel baix nombre d'individus censats i per les diferències a nivell dels recorreguts duts a terme a les diferents localitats (llargada, durada, profunditats, etc.), aquest any hem optat per proporcionar dades de densitats de grans decàpodes en individus per minut mostrejat.

Finalment, per calcular la biomassa en grams (pes fresc, W) en el cas de les llagostes, s'han utilitzat les següents fórmules de conversió, en funció de si es tractava d'individus mascles o femelles, on CL és la longitud del cefalotòrax en mm:

$$W = 0,0012 \cdot CL^{2,882} \text{ (mascles, rang 45-169 mm LC)}$$

$$W = 0,0016 \cdot CL^{2,834} \text{ (femelles, rang 41-142 mm LC)}$$

Resultats

Parc Natural de Cap de Creus

Llagostes

Aquest any es van censar 34 llagostes al Parc Natural de Cap de Creus (Figura 3). En general, les abundàncies trobades van ser molt baixes, exceptuant les estacions de Punta Falconera i Punta Figuera, a on es varen trobar 8 i 13 individus, respectivament. En moltes de les estacions (i.e., Encalladora, Massa d'Or, el Gat, Farallons i Forcats) no es va trobar cap individu de llagosta. Degut al baix nombre d'individus i la variabilitat observada entre estacions, en cap dels anys mostrejats s'ha observat un efecte clar de la protecció sobre la abundància de llagostes. Enguany, però, tots els individus censats s'han trobat a les estacions catalogades amb la figura de protecció de Parc Natural (Figura 4).

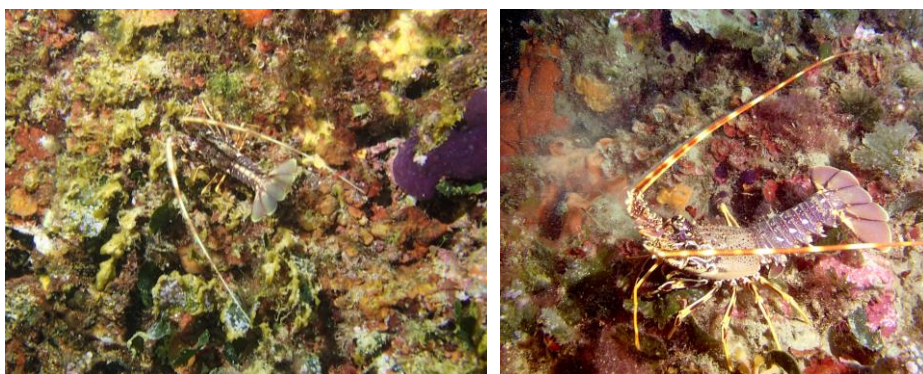


Figura 3. Fotografies da llagostes trobades a Cap de Creus durant els mostrejos.

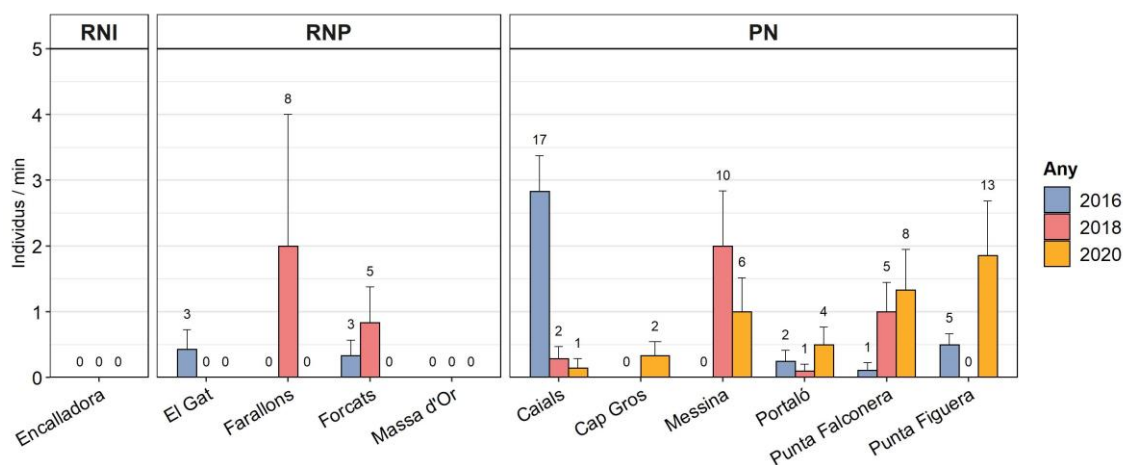


Figura 4. Mitjanes de les abundàncies (individus/minut) de llagostes a les estacions mostrejades al Parc Natural de Cap de Creus als anys 2016, 2018 i 2020. Els números damunt de les barres indiquen el nombre d'individus censats. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI); Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

A l'analitzar l'estructura de les classes de talla (Figura 5), es va poder observar una predominança de la classe de talla T1, amb un total de 18 llagostes. La majoria d'elles (n=10) van ser censades a l'estació de Punta Figuera, cinc a Messina, una a Caials, una a Portaló i una a Cap Gros. Només es varen trobar set llagostes de la classe de talla T2: cinc d'elles a l'estació de Punta Falconera, una a Cap Gros i una a Portaló. Les llagostes recent assentades (Rec) van ser encara més escasses, ja que només es van censar quatre: una a l'estació de Messina, una a Portaló, una a Punta Falconera i una a Punta Figuera. Per últim, es van censar tres llagostes de la classe de talla T3: una a l'estació de Portaló i dos a Punta Falconera. No es va trobar cap llagosta de talla T4 (Figura 5).

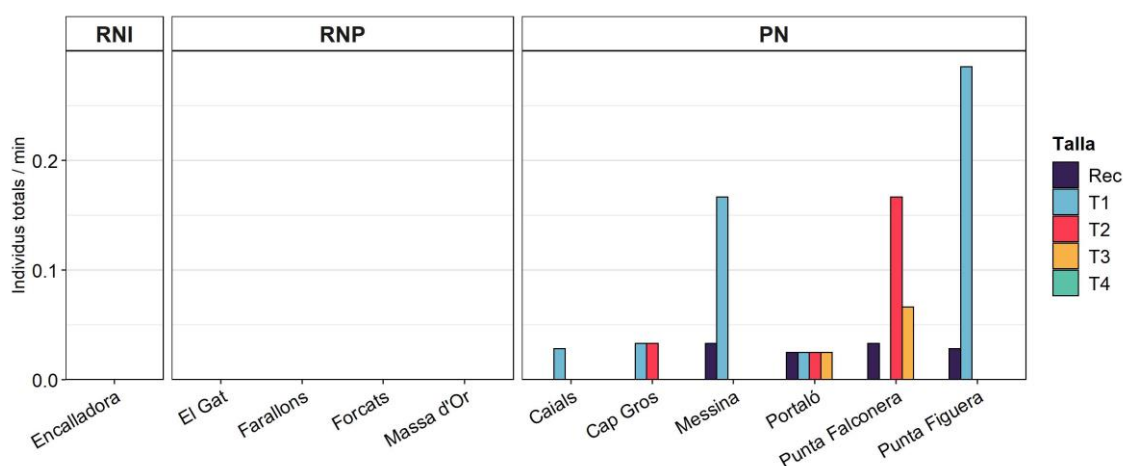


Figura 5. Distribució en funció de la classe de talla del total d'individus de llagosta censats a Parc Natural de Cap de Creus a l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI); Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Altres decàpodes

Aquest any no es va observar cap altre espècie de gran decàpode als censos realitzats al Parc Natural de Cap de Creus.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Llagostes

Aquest any s'han censat 118 individus de llagosta al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, 40 individus menys que fa dos anys. Tal com va passar l'any 2016 i 2018, les densitats de llagostes més elevades es varen trobar a l'estació de Puig de la Sardina (PN), amb un total de 41 llagostes censades. L'estació d'Arquets (ZPP) també mostra una elevada abundància de llagostes (n=21). Les estacions situades a les zones estrictament protegides de les Illes Medes

(zones RNP i ZC) varen mostrar una menor abundància de llagostes, sent l'estació de Pota del Llop la que té valors més elevats ($n=12$) (Figura 6).

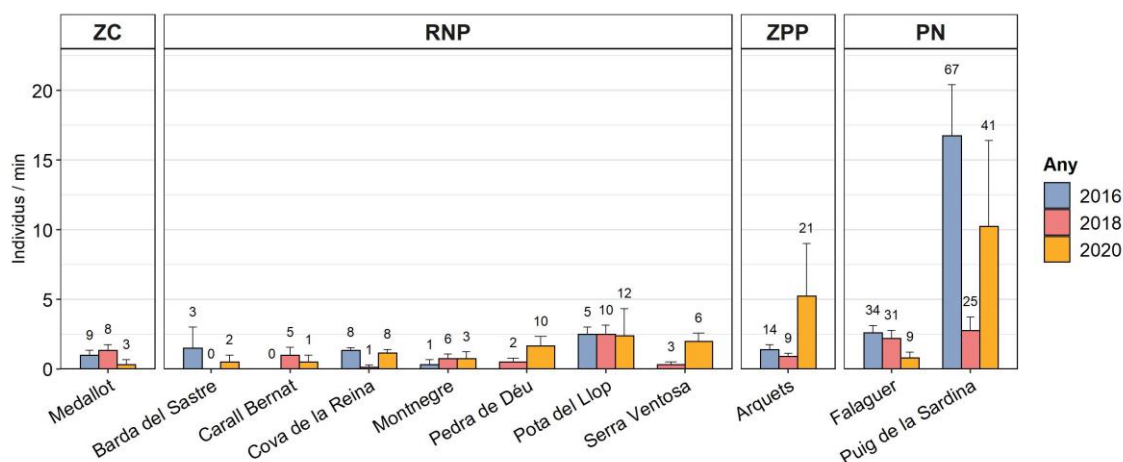


Figura 6. Mitjanes de les abundàncies (individus/minut) de llagostes a les estacions mostrejades al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter als anys 2016, 2018 i 2020. Els números damunt de les barres indiquen el nombre d'individus censats. Grau de protecció: Zona de Control (ZC); Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció i Parc Natural (PN).

Les llagostes recent assentades (Rec) van ser les més abundants, amb 56 individus, 21 dels quals van ser censats a l'estació d'Arquets (ZPP). La classe de talla més abundant és la T1, de la qual es van trobar 50 exemplars, la majoria d'ells ($n=41$) a l'estació de Puig de la Sardina (PN) (Figura 7).

Es van trobar dues llagostes de la talla T3 a l'estació de Pedra de Déu (RNP) (Figura 7), però cap individu de les classes de talles T2 i T4.

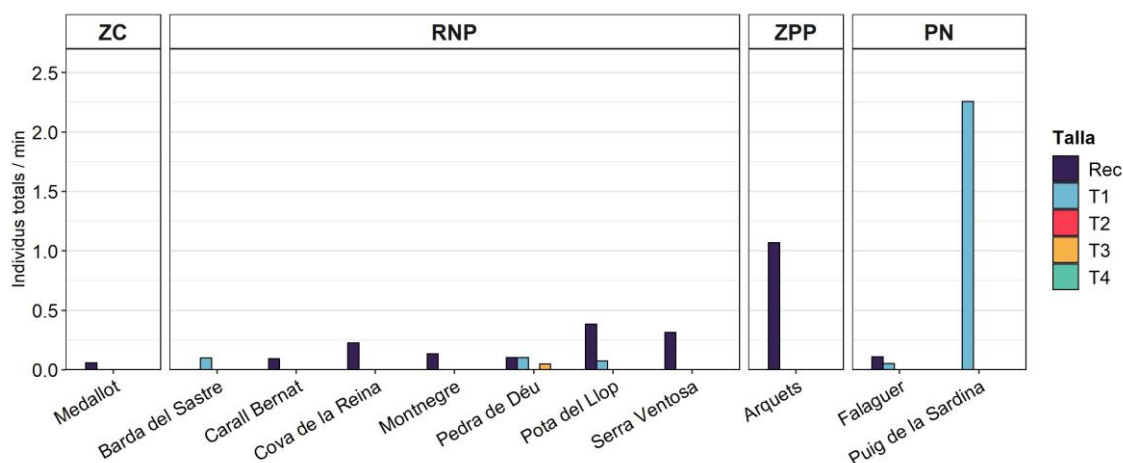


Figura 7. Distribució en funció de la classe de talla del total d'individus de llagosta censats a Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter a l'any 2020. Grau de protecció: Zona de Control (ZC); Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica de Protecció i Parc Natural (PN).

Evolució temporal de l'abundància i la biomassa a les Illes Medes

Les dades obtingudes enguany es varen afegir a la sèrie de dades històrica disponible per a les Illes Medes. Com ja es comentava als informes de seguiment dels anys 2014, 2016 i 2018, les abundàncies i biomasses de llagostes actuals es troben molt per sota dels valors que s'observaven a inicis de la dècada del 1990 (Figura 8). Les dades d'enguany mantenen la tendència observada des de l'any 2004, que manté els valors baixos després de la davallada observada entre els anys 1994 i 2002. De fet, els valors obtinguts aquest 2020 són els més baixos registrats durant tota la sèrie temporal.

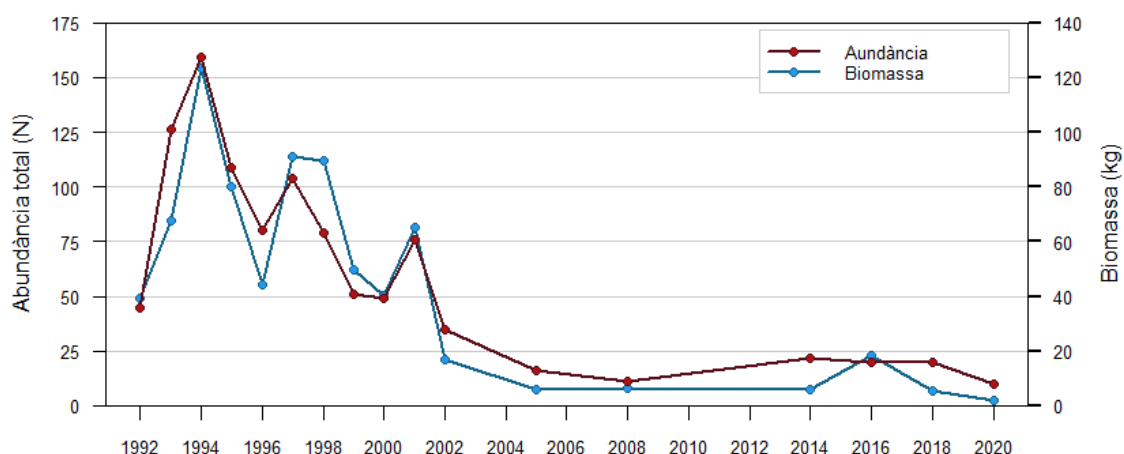


Figura 8. Evolució temporal del nombre total de llagostes observades a les Illes Medes, exceptuant els individus recent assentats. L'abundància es representa com el nombre total d'individus, i la biomassa en grams de pes fresc. Cal destacar que no hi ha dades per tots els anys.

Altres decàpodes

Enguany es varen trobar només dos esclips (*S. latus*) a l'estació de Serra Ventosa (RNP), ambdós de talla gran: 120 mm LC i 130 mm LC.

No es va observar cap exemplar de llamàntol (*H. gammarus*) ni de cabra de mar (*M. squinado*).

Discussió

Parc Natural de Cap de Creus

El nombre total de grans decàpodes censats enguany és el mateix que al seguiment previ (34 individus censats) i pràcticament el mateix que al 2016 (33 individus censats), però la distribució d'aquests entre les localitats mostrejades no ha estat la mateixa (Figura 4). Les abundàncies registrades són molt irregulars entre les estacions de mostreig, havent-se trobat registres positius

en sis de les onze estacions. Enguany es repeteix el mateix resultat nul que al 2016 i 2018 a les estacions d'Encalladora i Massa d'Or.

Tot i que a l'estació del Gat (estació afegida al 2016 i que semblava ser una bona incorporació al seguiment degut a l'existència d'hàbitat idoni per a la llagosta) es censessin 3 llagostes al 2016, aquest any repeteix el valor nul obtingut al 2018. A les estacions de Forcats i Farallons, tot i que al 2018 es varen trobar cinc i vuit llagostes, respectivament, enguany els registres també son nuls.

A les estacions de Caials i Messina els registres han estat positius, però en ambdues estacions els valors han baixat respecte als resultats del 2018.

Pel que fa a les estacions de Cap Gros, Portaló, Punta Falconera i Punta Figuera, el nombre de llagostes censades ha augmentat respecte als anys anteriors. L'augment és especialment evident a Punta Falconera i Punta Figuera, on s'han trobat vuit i tretze llagostes, respectivament, essent les majors abundàncies del seguiment al Cap de Creus d'enguany. A més, Punta Figuera destaca pel considerable augment d'abundàncies respecte al 2018, on el registre va ser nul.

Si ens fixem en la distribució de les classes de talla (Figura 5) veiem que hi ha una predominança de la talla T1 (25 – 60 mm LC), amb el 83% del total de llagostes censades a les estacions de Punta Figuera (55%) i Messina (28%), que ofereixen zones molt bones de refugis per a les llagostes d'aquestes talles. El fet que aquest resultat sigui tan diferent del trobat als seguiments del 2016 i 2018 es deu a la pròpia dinàmica poblacional de l'espècie i possiblement a altres factors implicats, com el furtivisme.

Als anys 2014 i 2015 l'assentament no va destacar massa al Cap de Creus (com. pers. David Díaz), explicant les baixes abundàncies de llagostes de talla T1 en endavant trobades el 2016. Per altra banda, el 2016 va ser un bon any per l'assentament, tot i que aquest fet no és apreciable si valorem totes les dades del seguiment ja que no totes les estacions tenen un hàbitat idoni per donar refugi als individus recent assentats. Tenint en compte aquest fet, les abundàncies de llagostes T1 i T2 trobades al Cap de Creus han estat les esperades.

Pel que fa als exemplars de talla Rec, enguany s'han censat un total de quatre individus (dos menys que al 2016 i un més que al 2018) equitativament distribuïts en quatre estacions diferents.

Quant a individus reproductors de talles grans T3 i T4 (la maduresa s'assoleix als 80 mm LC aproximadament), enguany s'han identificat tres exemplars, a diferència del 2018, en què no es va censar cap en el Parc.

Si analitzem l'efecte del nivell de protecció al Parc Natural del Cap de Creus vers l'abundància de llagostes, podem observar que no hi ha cap efecte significatiu, però sí que es manté el patró de les Illes Medes i el Montgrí: a les zones amb categories de protecció més estrictes (RNI i RNP) a on les llagostes no es troben condicionades per l'efecte de la pesca, i on teòricament esperaríem registrar abundàncies més elevades, aquestes han resultat ser menors. De fet, aquest 2020 els valors en aquestes zones han estat nuls: tant a la zona de l'Encalladora (RNI) com a les zones parcialment protegides (RNP) no s'ha trobat cap individu de grans decàpodes. Tots els grans decàpodes s'han registrat a les sis zones amb menys grau de protecció (PN).

Aquests resultats es deuen a l'efecte de la protecció en poblacions poc estables i una dinàmica molt dirigida pels processos anuals d'assentament. L'efecte de la depredació sobre les llagostes juvenils es molt més elevat en zones on els depredadors són més abundants, que habitualment són les zones on hi ha més nivell de protecció i la pesca no hi és permesa. Per tant, si tenim en compte que, segons els resultats obtinguts enguany, la major part dels exemplars que formen part de la població són individus immadurs, aquests seran en major abundància en zones on hi hagi menys depredadors.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

En les estacions històriques del seguiment, iniciat el 1992, s'han censat un total de 118 grans decàpodes (71 llagostes a la zona del Montgrí, i 45 llagostes i 2 esclops a les Illes Medes). Tot i el nombre força elevat de llagostes que aquest any s'han pogut censar, cal remarcar que el 35% dels individus es va veure a l'estació Puig de la Sardina (PN), on s'han trobat 16 llagostes més que fa dos anys, acostant-se relativament als valors del 2016. La segona estació amb abundàncies més elevades ha estat Arquets (ZPP), on s'han trobat un 18% de les llagostes i presenta valors molt superiors als del 2018. Creiem que l'explicació radica en la presència d'hàbitat adequat per l'assentament de la llagosta en els anys en què el reclutament és bo. Tot i així, en ambdós casos les llagostes censades pertanyen a classes de talla petites (reclutes i T1), patró que ja es va observar al 2018. El fet que només es vegin individus juvenils i que aquests no assoleixin talles més elevades, fa sospitar que el furtivisme pot tenir un paper important, i explicaria també aquestes fluctuacions entre mostrejos.

En canvi, a l'estació de Falaguer, les abundàncies han disminuït dràsticament des del 2016 fins a enguany: 34 individus al 2016, 31 al 2018 i 9 al 2020. Aquests resultats són perfectament comprensibles si tenim en compte l'alt risc de furtivisme a la zona, ja que en molt poca àrea es solen concentrar grans quantitats de llagostes reclutes i de talla T1 refugiades en escletxes de molt fàcil accés des de costa.

A les estacions de les Illes Medes s'han trobat abundàncies relatives dispars i similars als mostrejos anteriors. Destaquen pel lleu augment d'abundàncies respecte al 2018 les estacions de Pedra de Déu, Serra Ventosa, Pota del Llop i Cova de la Reina. En aquest últim cas, l'existència d'una cova amb refugis resulta idoni per a als individus juvenils, i pot donar lloc a què les densitats augmentin.

Tot i que al 2018 es van trobar quatre llagostes de talles grans a Pota del Llop, enguany la talla màxima censada en aquesta estació ha estat la T1, trobant-se les talles grans a l'estació de Pedra de Déu, on s'han trobat dos exemplars T3. Aquesta abundància de grans individus a les Illes Medes és molt baixa, ja que tenint en compte la idoneïtat de les fondàries mostrejades i el tipus d'hàbitat, esperaríem trobar-ne molts més. Cada anys és més comú no trobar grans abundàncies de llagostes als llocs on anteriorment s'hi havien registrat valors elevats, així des de fa anys la roca del Montnegre i la Barda del Sastre han deixat de ser els únics reductes on trobar llagostes.

Seguint el patró trobat al 2014, 2016 i 2018, i tenint en compte la distribució de classes de talla, a les estacions de les Illes Medes es troben menys exemplars de T1 que a la zona de la costa del

Montgrí. Aquests resultats són els esperats, ja que la pressió per depredació és molt més elevada a la zona més protegida, efecte explicat anteriorment en el cas del Parc Natural del Cap de Creus.

Tenint en compte que es van censar 64 llagostes reclutes al 2016 i 47 al 2018, enguany sembla haver estat un any relativament bo per a l'assentament, amb 56 exemplars recent assentats. L'alta variabilitat en les dades d'assentament de la sèrie temporal ens fa pensar que aquest procés està sotmès a condicions ambientals que controlen el patró anual, de manera que no tenen relació directa amb les poblacions establertes a la zona on s'assenten. Les fluctuacions d'aquest procés són complexes de predir, tot i que tenen una forta influència en l'estat futur de les poblacions que s'han de gestionar.

Illes Medes

En la sèrie temporal acumulada (anys 1992-2020) de biomassa i abundància a les Illes Medes, malgrat ser incompleta, es pot constatar la baixa capacitat de recuperació demogràfica de la llagosta vermella (*P. elephas*) dins l'àrea protegida de les Medes. S'observa com, des de l'any 2002, les poblacions de llagosta de les Illes Medes no superen els 40 individus. Aparentment aquest valor límit no té sentit biològic, però és cert que algun cop s'havien assolit valors similars com a valors més baixos de la sèrie. Des de l'any 2004, però, sembla ser el valor màxim límit a sobrepassar. Observant la sèrie temporal (Figura 8), el declivi de la població de llagostes és evident i constant al llarg dels anys, tot i que segurament han augmentat les mesures de protecció de l'espècie.

Degut a la constància dels valors baixos en l'abundància de llagostes al llarg dels anys, s'entén aquest declivi com a una situació irreversible i difícilment recuperable. Únicament podrien ser considerades recuperables, amb una bona gestió, aquelles zones on el reclutament és prou elevat tot i les fluctuacions anuals pròpies del procés.

Les baixes abundàncies de la població de llagostes de la reserva contrasta amb la població de la Reserva Marina de Columbretes (Goñi *et al.* 2006), on l'evolució és favorable. Creiem que la població a la Reserva Marina de les Illes Medes ha assolit valors límit irrecuperables degut a les següents circumstàncies:

- 1) L'àrea de la reserva és petita (el seu perímetre és de 200m), tenint en compte el moviment de les llagostes.
- 2) L'hàbitat on el reclutament és viable és molt restringit.
- 3) La pressió de la depredació dels peixos sobre les fases juvenils de la llagosta és elevat.
- 4) La pesca és intensiva a les zones que envolten a la reserva marina.
- 5) En l'entorn de la reserva es pesquen talles il·legals (< 90 mm LC).
- 6) El busseig intensiu a la zona té un impacte en l'hàbitat de l'espècie i, per tant, en les abundàncies.
- 7) Poca constància pel que fa a l'assentament en els darrers anys.

Segons el nostre criteri expert, podríem dir que les llagostes es troben pràcticament extingides, *sensu stricto* de les Illes Medes, ja que amb la gestió actual d'aquesta zona la població és difícilment recuperable, tot al contrari que al Parc Natural del Montgrí. No obstant, creiem que aquesta situació podria millorar si s'implementessin mesures de gestió addicionals a la reserva marina.

Costa del Montgrí

La costa del Montgrí es tracta d'un cas singular i diferent a les altres grans àrees. El litoral d'aquesta zona és de fons rocós continu fins a confluïr amb al límit amb la sorra, que arriba fins als 40-45 metres de fondària i on, degut a la naturalesa calcària del substrat, es troben hàbitats òptims per a l'assentament de llagostes.

Per tant, aquesta zona és un lloc potencialment ideal per a l'assentament de llagostes. Tot i així, degut a la sobrepesca i a la pesca irresponsable de talles inferiors a la mínima legal, difícilment es troben exemplars de talles superiors als 90 mm LC. Malgrat aquesta sobrepesca, el reclutament en certes localitats és realment excepcional i, en certa forma, compensa la forta mortalitat per pesca, tot i que presenta fluctuacions anuals degudes a la variabilitat anual associada a processos oceànics. Gràcies a aquest hàbitat idoni que presenta la costa del Montgrí, aquesta zona presenta un alt potencial de reclutament, independent de les poblacions adultes. És per això que creiem que es tracta d'una zona totalment adequada per a dur a terme un pla de rescat de la població de llagosta vermella.

Un dels problemes trobats en totes les estacions de Montgrí-Medes és la falta de talles reproductores superiors a 90 mm LC. Això comporta que el potencial reproductor de la població és molt baix, de manera que aquesta només es pot recuperar amb la inclusió de poblacions d'altres àmbits geogràfics mitjançant processos connectius de dispersió larvària.

Per tant, fer un seguiment anual de l'assentament és clau per gestionar futures recuperacions de les poblacions de llagostes.

Pel que fa als resultats referents al nivell de protecció, esperàriem que l'abundància fos més elevada a les zones més protegides, però aquesta hipòtesis no s'ha complert. Això ho veiem reflectit en els valors de densitats de la costa del Montgrí. Els resultats d'aquesta monitorització mostren clarament que la població de llagostes (*P. elephas*) de la costa del Montgrí-Medes és una població oberta, que evita l'extinció local gràcies a una dinàmica meta poblacional en la que actua com embornal (*sink*) i que sobreviu gràcies a una font de residència desconeguda (*source*) que cada any garanteix el seu rescat a través de l'assentament. Per a poder determinar l'origen d'aquesta font caldria estudiar la dinàmica larvària, però aquesta recerca és complicada ja que la fase de vida larvària planctònica és molt llarga (5-6 mesos). Hem d'entendre que llocs com el Puig de la Sardina, el Baix de Cols o les roques del Falaguer han de ser considerades com uns dels punts més excepcionals d'assentament de llagostes de la Mediterrània occidental.

D'altra banda s'ha pogut demostrar que l'assentament anual és significatiu al llarg de la sèrie temporal, i aquest dona lloc a una fase de mortalitat juvenil especialment important dins les Illes Medes, ja que la densitat de peixos depredadors és més elevada dins la reserva.

És cert, però, que l'elevada densitat de peixos a les Illes Medes és excepcional a la costa catalana. Així doncs, a nivell més general, la depredació no és la causa de les baixes densitats de llagostes. Es tracta d'una espècie amb un creixement molt lent que no pot suportar el gran esforç de pesca a què està sotmesa actualment. És per això que la principal causa del declivi en les poblacions de llagosta vermella a Catalunya és la sobrepesca. A més, els pescadors rarament compleixen la mida legal de captura, i aquest seria un factor clau a corregir si es tingués la intenció de recuperar les poblacions de llagostes.

Altres grans decàpodes

Les poblacions de grans decàpodes d'interès pesquer és anecdòtica tant al Montgrí com a les Illes Medes i al Cap de Creus. Cal remarcar que, tal i com era d'esperar, no s'ha trobat cap cabra de mar (*M. squinado*) ni al Cap de Creus ni al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. La presència de llamàntols (*H. gammarus*) al llarg dels anys de seguiment en les Illes Medes i costa del Montgrí, sembla molt fluctuant. Mai s'han vist exemplars juvenils i tots els exemplars s'han trobat en el límit més profund de les immersions. L'hàbitat preferit semblen ser petits caus solitaris o fons detrítics. Les abundàncies d'aquests exemplars són, en molts casos, fluctuacions de la pròpia població i per tant si els censos es poguessin fer en una altra època de l'any, es podria determinar si existeix un efecte de l'estacionalitat anual, igual que passa amb els esclops (*S. latus*). És sabut que en altres zones del mar Mediterrani, els esclops s'agreguen als mesos de maig i juny. És per això que seria adequat dur a terme censos de l'espècie en aquesta època de l'any.

Conclusions

Parc Natural de Cap de Creus

Finalment,enguany s'ha censat exactament el mateix nombre de grans decàpodes al Cap de Creus que en l'anterior exercici 2018, i pràcticament el mateix que al 2016. Tot i que al 2018 es van incloure noves estacions de mostreig amb fons idonis per a la llagosta, la gran variabilitat en el procés d'assentament ha fet que la potencial abundància total de llagostes, sobretot de recent assentades, hagi estat baix. És clau en aquestes poblacions, que mostren un fort declivi, conèixer on són els punts idonis per a l'agregació. Creiem que tot i que és molt complex d'esbrinar, caldria fer un esforç en aquest sentit.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

La costa del Montgrí segueix essent la zona on s'ha observat l'assentament més elevat. També és on es troba un major nombre de llagostes petites (reclutes i T1) i on s'han censat els dos únics exemplars d'esclop. A les Illes Medes també trobem dominància de reclutes i només s'han trobat

dos individus de talles grans, pel que no veiem recuperació demogràfica de la llagosta vermella (*P. elephas*) dins l'àrea protegida de les Illes Medes. Així, el declivi d'aquesta població ha de ser entès irreversible ja que en una situació tant deprimida resulta difícilment recuperable. Únicament es podrien considerar susceptibles a recuperació, amb l'aplicació d'una gestió adequada, les zones on el reclutament és constant i consistent tot i les fluctuacions naturals del procés.

Recomanacions per a la gestió

Degut a què la població de llagostes es troba altament deprimida i que pràcticament no existeixen individus adults (>90 mm LC), aquesta és irrecuperable simplement amb la creació de figures de protecció, que afavoreixen les talles grans.

Per tant, les nostres recomanacions són:

- a) Continuar mostrejant les estacions històriques de seguiment de grans decàpodes a la zona del Massís del Montgrí i les Illes Medes.
- b) Fer un estudi continuat de l'assentament i aplicar mesures de protecció restrictives i específiques per a aquestes fases, de manera que el reclutament de la població millori en un futur.
- c) Gestionar adequadament les principals zones d'assentament de la zona, essent considerades com a hàbitats essencials per al creixement de la població d'aquesta espècie.
- d) Promoure el coneixement de la normativa de pesca i biologia de la llagosta a tots els pescadors artesanals de la zona, ja que s'ha detectat un gran desconeixement, però no per falta de voluntat dels implicats.
- e) Intensificar la vigilància en les embarcacions que es dediquen a la captura de la llagosta, així com el control de les ventes que es fan a la llotja.
- f) Es recomana millorar la informació referent a l'espècie que apareix al web corporatiu i material didàctic de la Generalitat de Catalunya, ja que hi ha informació errònia de la biologia de les espècies i la seva nomenclatura i sobretot perquè provoca confusió pel que fa a la talla mínima de captura especificada en l'apartat observacions:
http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_crustacis/llagosta-mauritana/

A més d'aquestes recomanacions generals, al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, si es té interès en dur a terme un pla de rescat per la població de llagostes, es recomana: a) promoure a la costa del Montgrí una àrea d'especial interès per la protecció de la llagosta, b) imposar una moratòria de pesca de llagosta durant els pròxims 5 anys, i c) incloure la participació del sector pesquer en l'estudi continuat de l'assentament de l'espècie, per tal de poder avaluar la capacitat de recuperació de les poblacions de llagosta.

Bibliografia

Goñi, R., Quetglas, A. and Reñones, O. (2006). Spillover of spiny lobsters *Palinuruselephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. *Marine EcologyProgress Series*, 308: 207–219.

Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacles

CAP DE CREUS

Les praderies de cap de Creus es troben en una situació global d'estabilitat. Majoritàriament, el seu estat és bo, llevat de tres casos on considerem l'estat moderat (Guillola, Portlligat i Pelosa).

Després de quatre campanyes de seguiment entre 2014 i 2020, sembla que en els tres casos els valors subòptims dels indicadors es deuen a factors o esdeveniments antics, més que no pas a situacions dins del període estudiat.

MONTGRÍ I MEDES

L'estat de les praderies és bo, excepte la part superficial de Montgó i la Meda Petita. No tenim una explicació clara per aquest fet, que probablement també obeeix a factors anteriors al període estudiat.

EFFECTE DEL FONDEIG

L'ancoratge no sembla tenir efecte significatiu sobre les variables d'abundància de les plantes (densitat i cobertura).

POBLACIONS DE NACRES

Les poblacions de nacles han patit mortalitats massives, i el nombre d'individus supervivents als Parcs Naturals Marins de Catalunya és mínim.

Aquest capítol ha de ser citat com:

Romero J., Pérez M., Sanmartí N., Rovira G., Mascaró O. 2020. Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacles del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals. pp 109-192.

Introducció

Les fanerògames o angiospermes marines formen un grup de plantes singular, relativament petit (unes 70 espècies a tot el món), de plantes terrestres adaptades secundàriament a la vida en el mar. Tanmateix, les funcions ecològiques que duen a terme són molt importants (Romero, 2004; Romero *et al.*, 2012). Des d'un punt de vista taxonòmic, són espermatòfits o fanerògames, és a dir, plantes amb flor, arrel, tija i fulles, amb llavors embolcallades per un fruit (angiospermes) i emparentades, tot i que de manera llunyana, amb herbes terrestres com ara les gramínies (monocotiledònies). La seva diferenciació histològica i la seva anatomia, com així també els seus òrgans florals, són resultat d'una història evolutiva terrestre, i les separen de manera molt clara d'altres vegetals marins com ara les algues, grup molt diversificat, heterogeni, polifilètic i nombrós, però de constitució i estructura més simple. Les angiospermes marines, a més de flors, presenten una diferenciació clara de fulles, tiges i arrels. Són precisament les arrels les que han permès colonitzar els fons de sediment, molt més extensos que els fons rocosos, de manera que les seves praderies poden arribar a ocupar grans superfícies.

Les angiospermes marines, i les praderies que constitueixen, duen a terme funcions ecològiques crucials en les aigües costaneres, algunes de les quals tenen repercussions regionals o fins i tot globals. A tall d'exemple, podem esmentar:

- a) el seu paper com a constructores d'hàbitat, pel fet que tant les fulles com les tiges, modificades en forma de rizomes (parcialment enterrats, alguns d'ells amb creixement horitzontal i d'altres amb creixement vertical), formen un suport físicobiològic que dona protecció o proveeix de substrat a una enorme varietat d'espècies vegetals i animals;
- b) la seva funció com reservoris de biodiversitat, funció que es deriva del seu paper de constructores d'hàbitat, però també de la seva producció d'aliment, que nodreix les xarxes tròfiques;
- c) els serveis ecològics dels quals són responsables, com ara producció d'oxigen, protecció de platges, filtre natural o embornal de carboni, entre d'altres.

Les praderies d'angiospermes marines són molt sensibles a l'acció humana, de manera que hi ha una certa preocupació d'abast mundial pel seu declivi (Waycott *et al.*, 2009), així com una demanda de mesures de protecció que la societat comença a fer seva. Alguns estudis recents semblen mostrar que aquestes mesures comencen a tenir efecte (de los Santos *et al.*, 2019).

En general, els mecanismes bàsics pels quals els diferents impactes originats per les activitats humanes poden afectar aquestes praderies es classifiquen en:

- a) Modificacions directes dels recursos o factors primaris que controlen la producció i el creixement, com ara la reducció de la llum incident, l'augment de temperatura (en particular, el derivat de l'escalfament global) o l'augment de la disponibilitat de nutrients (eutrofització).

- b) Modificacions indirectes de la disponibilitat de recursos a través de l'alteració d'altres factors del medi, de les característiques de l'hàbitat o de les interaccions biòtiques (per exemple: augment d'epífits, major incidència d'herbívors i mortalitat d'arrels per manca d'oxigen al sediment, entre d'altres).
- c) Mortalitat per efectes directes sobre les plantes, principalment per impactes mecànics, com ara certs tipus de pesca, ancoratge, obres costaneres...
- d) Bioacumulació i efectes tòxics de contaminants (metalls, detergents, hidrocarburs, etc.) sobre el metabolisme i el creixement de la planta o dels organismes que viuen a la praderia.

Els valors patrimonials associats a les praderies d'angiospermes marines, així com els serveis o beneficis que se'n deriven per la societat, fan que el seu seguiment en general i, especialment, en l'àmbit d'espais marins protegits, sigui de gran importància. D'una banda, és cert que als espais marins protegits moltes de les activitats humanes amb impacte negatiu sobre les praderies estan excloses o regulades. Ara bé, això no vol dir que no hi hagi pressions. Dos exemples, força diferents, són especialment aplicables al cas de les praderies: la pressió exercida per la nàutica d'esbarjo, i en particular pels fondejos (activitat susceptible de regulació), i els possibles efectes de l'escalfament global (aspecte no susceptible de regulació, però amb què cal estar atent). Per l'òrgan gestor dels espais protegits és essencial disposar d'informació fiable sobre l'estat d'aquests ecosistemes, tant per determinar i avaluar mesures i actuacions, com per saber l'evolució del patrimoni submarí que tenen sota la seva custòdia.

De les cinc espècies d'angiospermes marines existents a la Mediterrània (excloses les pertanyents al gènere *Ruppia*), a Catalunya es coneix la presència de tres: *Posidonia oceanica*, coneguda popularment com a alga de vidriers, *Cymodocea nodosa*, de nom popular algueró o alga de les nimfes, i *Zostera noltii*. Una quarta espècie, *Zostera marina*, havia estat vista, almenys a Portlligat, cala Jonquet (badia de Guillola) i a la badia dels Alfacs (delta de l'Ebre), si bé és pràcticament segur que ja no es trobi a les costes catalanes. Més concretament, en l'àrea protegida del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter trobem només *P. oceanica* i *C. nodosa*. Pel que fa a l'àrea que correspon al Parc Natural de Cap de Creus, a més d'aquestes dues espècies, trobem també *Z. noltii*.

Malgrat que durant les campanyes i prospeccions es para atenció a possibles localitzacions de *C. nodosa* i *Z. noltii* i al seu estat, tal com constava al plec de condicions, el gruix dels esforços del seguiment s'han centrat a *P. oceanica*. Aquesta elecció es basa en un seguit de raons:

- i. És la que forma les praderies amb un valor ecològic més elevat, tant pel que fa a funcions ecològiques (biodiversitat, producció, etc.) com a serveis ecosistèmics.
- ii. És la més abundant i la que forma praderies més extenses.
- iii. És la més sensible a alteracions antròpiques, pel qual pot donar informació sobre la qualitat general del medi.

Val a dir, també, que les praderies de *P. oceanica* es troben en l'annex I de la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig), que fa referència als hàbitats naturals d'interès comunitari pels quals és necessari designar zones especials de conservació.

Finalment, i com ja s'ha dit, les praderies d'angiospermes marines, i en particular les de *P. oceanica*, hostatgen una rica comunitat animal. Un dels organismes singulars d'aquesta comunitat és el mol·lusc *Pinna nobilis*, endèmic de la Mediterrània. És probablement el bivalve de major mida de les nostres aigües, i les seves poblacions han estat greument alterades per l'home, tant per pertorbacions mecàniques (fondejos, xarxes de pesca, etc.) com per captures amb finalitats ornamentals, fins a conduir-les a una situació que alguns autors havien qualificat de vulnerable (Guallart i Templado, 2012). Per aquest motiu, l'espècie es troba en l'annex IV de la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig). En anys anteriors, les dades obtingudes pel nostre equip varen demostrar una certa recuperació de les poblacions de *Pinna nobilis*, especialment en els punts on l'ancoratge d'embarcacions era mínim o nul (Romero *et al.*, 2014, Romero *et al.*, 2016). Ara bé, a finals de 2016, les poblacions de *Pinna nobilis* de la Mediterrània occidental es varen començar a veure afectades de manera molt dràstica per l'arribada d'un protozou paràsit (*Haplosporidium pinnae*) que en causava la seva mort (Catanese *et al.*, 2018); en alguns casos, sembla que un micobacteri també produïa infeccions i mortalitat (Carella *et al.*, 2019), aïlladament o conjuntament amb el protozou. L'epizoòtia va començar per les aigües del sud de la península Ibèrica, i ben aviat s'estengué pel Llevant i les Balears. En una primera fase, les poblacions catalanes varen semblar quedar al marge, fins al punt que al seguiment de 2016 no es varen detectar símptomes d'aquesta mortalitat a cap de Creus ni a Montgrí-Medes, més enllà d'un 8% d'individus morts, xifra aparentment atribuïble a la mortalitat natural (Romero *et al.*, 2016). Malauradament, a finals de 2017 i, i molt especialment, a principis de 2018, la mortalitat per la parasitosi es va disparar a les costes catalanes fins a arribar a provocar la desaparició de la quasi totalitat de les poblacions a ambdós espais protegits. L'interès en conservació d'aquest mol·lusc, com espècie emblemàtica, la seva vulnerabilitat a aquest paràsit i la seva associació a les praderies d'angiospermes marines, especialment de *P. oceanica*, fan que obtenir informació sobre les seves poblacions, en el marc del seguiment de les praderies dels espais marins protegits de Catalunya, sigui d'una especial oportunitat, malgrat la pràcticament total extinció local de l'espècie.

L'objectiu del present treball, per tant, és avaluar l'estat de les praderies de *P. oceanica* així com detectar possibles individus vius de *P. nobilis* en els Parcs Naturals Marins de Catalunya (Cap de Creus i Montgrí, Illes Medes i Baix Ter) per tal d'obtenir una diagnosi del seu estat actual, relacionar-la amb les activitats que s'hi desenvolupen, comparar-lo amb l'estat passat i aportar informació contrastada per seguir l'evolució d'aquests ecosistemes en els pròxims anys.

Material i mètodes

El treball s'ha dut a terme en dues-tres grans fases: presa de dades al camp (aproximació qualitativa i aproximació quantitativa) i elaboració de la informació obtinguda. El mostreig i la presa

de dades de camp s'han dut a terme mitjançant busseig amb escafandre autònom, per part d'un equip de quatre bussejadors experimentats en treball de camp amb *P. oceanica* i un barquer a superfície com a mesura de seguretat. En alguns casos s'han fet també observacions en apnea.

Els herbeis de *Posidonia oceanica*

Pel seguiment dels alguers de *P. oceanica*, i com als exercicis anteriors (2014, 2016 i 2018), s'ha utilitzat una simplificació del mètode desenvolupat pels membres de l'equip de treball per diagnosticar l'estat ecològic de les masses d'aigua a partir de variables biològiques d'aquesta espècie i de l'ecosistema que forma. Aquest mètode es basa en la construcció d'un índex biòtic (*Posidonia Oceanica* Multivariate Index: POMI, Romero *et al.*, 2007), acceptat oficialment per la UE durant el desplegament de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/EC), després d'un rigorós procés d'intercalibració (López y Royo *et al.* 2011; Mascaró *et al.*, 2012). Aquest índex no s'aplica en la seva totalitat per no ser necessari en espais naturals protegits ni estar dissenyat pels objectius del seguiment, però d'ell se n'han extret les mètriques (variables) i metodologies més adients. Part d'aquest mètode, a més, ja s'havia emprat anteriorment en el seguiment de la Reserva Marina de les Illes Medes des de l'any 1984 (Romero *et al.*, 2012), de forma que la utilització de la mateixa metodologia i les mateixes estacions de mostreig emprades fins al moment podrà donar continuïtat a les sèries temporals obtingudes fins ara per membres de l'equip de treball, que són les més llargues de tota la Mediterrània en aquests hàbitats. Com a complement a aquestes mesures, i seguint la metodologia de l'any anterior (2018), s'han efectuat una sèrie de prospeccions qualitatives per ampliar el coneixement de les praderies, tot obtenint un conjunt de descriptors basats en l'observació. Això es fa per tal d'ampliar l'aproximació fonamentalment intensiva (i quantitativa) del mètode esmentat abans amb una aproximació extensiva (i qualitativa), potser menys precisa, però amb la qual som capaços d'abastar escales espacials de major magnitud.

Aproximació qualitativa

L'aproximació qualitativa (extensiva) s'ha basat en observacions sobre la superfície més gran possible de cada una de les praderies o estacions estudiades (vegeu apartat sobre estacions). A cada estació, aquestes observacions es varen fer seguint una sèrie de recorreguts, fonamentalment de dos tipus: uns que anaven des del límit superficial de la praderia fins al límit profund, que també s'inspeccionava amb un cert detall (o bé a l'inrevés, del profund al superficial), i uns altres que se centraven en el límit superficial. Segons la fondària i la distància a recórrer, les observacions es feien en apnea o amb equips de busseig autònom; per distàncies llargues, ens vàrem ajudar d'un parell de petits escúters submarins. En alguns casos, es van modificar aquestes pautes per tal d'adaptar-les a les característiques de les praderies.

La major part dels recorreguts varen ser filmats amb càmera de vídeo submarí i, a la vegada, el bussejador anotava tot un seguit d'observacions de característiques de l'herbei rellevants per la seva diagnosi, algunes d'elles sistemàtiques (protocol·litzades) i altres oportunistes. L'equip de superfície, des de l'embarcació, seguia els bussejadors i anotava, les posicions GPS de tots

aquells punts d'interès (límits, estructures notables, etc.). Un cop a terra, es varen visualitzar els enregistraments en vídeo i se'n va extreure la informació pertinent, tot combinant-la amb les anotacions preses a l'aigua. Per tal d'estandarditzar al màxim la presentació de resultats, per a cada estació hem elaborat una mena de petit dossier que consta de quatre parts:

- a) Un mapa on es representen els recorreguts fets i s'assenyala la toponímia més important
- b) Una fitxa-resum descriptiva
- c) Una descripció que podríem dir-ne *narrativa* de la praderia, enguany resumida als canvis detectats respecte al 2018
- d) Una fitxa-resum de la seva diagnosi.

Els continguts dels ítems b) i d) s'expliquen amb detall en l'apartat de resultats, per facilitar una millor comprensió.

Aproximació quantitativa

Les variables que es mesuren són la densitat, la cobertura i el grau d'enterrament dels feixos. També es prenen dades complementàries sobre l'abundància de la macrofauna d'equinoderms (garotes i holotúries). A més, es comproven les fites del límit profund, o se'n posen de noves si hi manquen. Tot i tenir una llarga experiència mostrejant en herbeis de *P. oceanica*, abans de començar la primera estació els bussejadors passen per un procés d'intercalibració, de forma que tots ells estimen la densitat i cobertura en un mateix quadrat (comparant els resultats i ajustant la metodologia i els criteris si s'escau), per tal de mitigar biaixos per l'efecte de la subjectivitat del mostrejador.

Densitat

La densitat és el nombre de peus (generalment anomenats feixos) per unitat de superfície. Els feixos de *P. oceanica* són agrupacions individualitzades de fulles (de 3 a 7 fulles per feix) que s'uneixen per la base, producte de la ramificació de les tiges (anomenades rizomes en estar parcialment o totalment enterrades). La densitat és un descriptor bàsic, generalment associat a la vitalitat de la praderia, així com una primera aproximació a altres variables quantitatives ecològicament rellevants (producció, biomassa, etc.). La densitat s'estima a partir del recompte del nombre de feixos que trobem a l'interior d'un quadrat de 40x40 cm, el qual està dividit en 4 subquadrats de 20x20 cm amb l'objectiu de facilitar el comptatge. A cada punt de mostreig (o subestació, veure més endavant) es fan 10 mesures de densitat, anotant els feixos presents a cada subquadrat. Els 10 quadrats es distribueixen a l'atzar sobre la superfície que constitueix el punt de mostreig, és a dir, uns 500 m² al voltant del punt marcat per les coordenades i sempre sobre zones amb planta, i per tant amb cobertura no nul·la (Romero, 1986). La distribució dels quadrats a l'atzar se sol fer mitjançant algun criteri adequat, com ara situar-se 1 m per sobre el fons i deixar-lo caure (Pergent *et al.*, 1995), nedar un cert nombre de cops d'aleta en direccions aleatòries, o disposar una cinta mètrica sobre la qual es determinen unes distàncies a l'atzar per

fer les mesures. Nosaltres vam fer servir la segona d'aquestes opcions. És molt important recordar que si algun quadrat o algun dels seus subquadrats cau en una zona sense feixos, resta invalidat i es fa una nova col·locació a l'atzar. Pel càlcul de la densitat, es considera que cada quadrat de 40x40 cm és una rèplica, i per tant el nombre de rèpliques és de 10 per punt de mostreig o subestació. La densitat s'expressa en feixos m⁻².

Cobertura

La cobertura és la fracció del substrat recobert per *P. oceanica* viva, és a dir, el quocient (com a percentatge) entre la superfície ocupada per la planta viva i la superfície ocupada per la planta més la no vegetada (clapes o clarianes, tant de sorra com de mata morta; Romero, 1986). Igual que la densitat, la cobertura és una expressió de l'abundància de la planta, associada a la vitalitat de l'herbei, encara que a una altra escala d'observació.

La cobertura s'estima mitjançant transsectes de 10 m de longitud, disposats en direccions aleatòries amb origen en un punt situat dins d'un radi no superior a 5 metres al voltant del punt que defineix la subestació. El transsecte es marca amb una cinta mètrica, i a cada metre de la cinta es col·loca un quadrat de 40x40 cm dividit en 4 subquadrats de 20x20 cm. El transsecte és recorregut per dos bussejadors, que, de manera independent, estimen visualment la cobertura (en percentatge) en cada subquadrat, de manera que a cada transsecte es prenen 10x4 estimacions per duplicat. És important remarcar que la cobertura es refereix al percentatge de substrat recobert per la base dels feixos, i no per les fulles, la llargada de les quals pot variar estacionalment i donar lloc a estimacions errònies. Això vol dir que s'ha de treballar molt a prop del fons per tal d'esbrinar si un substrat està realment cobert o no per la base dels feixos, o bé és substrat no vegetat cobert per les fulles; quan cal, s'ha d'explorar amb les mans per major certesa. És molt important també tenir en compte que les petites clapes (de menys de 100 cm²) no es consideren; és a dir, si dos feixos estan separats per menys de 10 cm, es considera que recobreixen el 100 % del substrat.

El valor de cobertura resultant s'obté de la següent manera. Primer es calcula la mitjana aritmètica, per a cada quadrat, a partir de les estimes de cada subquadrat. Després es calculen les mitjanes per transsecte obtingudes per cadascun dels dos bussejadors, i finalment es calcula la mitjana entre els dos bussejadors per obtenir un valor únic per transsecte. El valor per l'estació s'obté de la mitjana dels tres transsectes. Cada transsecte és, per tant, una rèplica, i el nombre final de rèpliques és de 3 per punt de mostreig o subestació. Aquesta mida mostral pot semblar petita, però cal recordar que el valor de cada rèplica s'obté de la mitjana de 80 observacions.

Enterrament dels feixos

L'enterrament d'un feix és la distància vertical entre la superfície del sediment i la lígula (sutura en forma de mitja lluna entre el limbe i el pecíol) de la seva fulla més externa. Quan la lígula està per sota la superfície del sediment (base dels feixos enterrada) considerem aquest valor negatiu, i quan la trobem per sobre (base dels feixos descalçada), positiu. Cal parar atenció a la dita

nomenclatura (enterrament positiu vol dir en realitat desenterrament o descalçament), que no és intuïtiva, però que es conserva per una mena de tradició científica, i sobretot per coherència amb altres treballs anteriors. Aquesta variable indica si l'herbei està sotmès a un dèficit o a un excés de sediments. Per alguns autors, també, una major exposició (descalçament) dels rizomes pot implicar una major sensibilitat a les pertorbacions mecàniques, com el fondeig o els temporals (Francour *et al.*, 1999).

L'enterrament es determina mitjançant un regle graduat, en un feix escollit a l'atzar dins de cada subquadrat de cada recompte de densitat (vegeu apartat sobre densitat); s'obtenen per tant 40 mesures per punt de mostreig o subestació, que corresponen a 10 rèpliques (els quadrats) amb quatre submostres per rèplica, de les quals es calcula la mitjana. Per tant, el nombre final de rèpliques és de 10 per punt de mostreig o subestació.

Intensitat de floració

La floració de *P. oceanica* té lloc, principalment, entre els mesos de setembre i novembre. Aquest fenomen és de caràcter molt heterogeni, tant en l'espai com en el temps, i sembla ser relativament freqüent a determinades àrees geogràfiques (per exemple, les illes Balears), mentre que a la costa catalana és més aviat escàs. Certs estudis relacionen períodes de temperatures altes amb un increment en la intensitat de floració de les praderies de *P. oceanica* (Ruiz *et al.*, 2018). Encara que no es tracta d'una variable relacionada amb l'estat de l'herbei, sempre que es detecta floració, per tal d'avaluar la seva intensitat, es comptabilitzen les inflorescències dins els quadrats de densitat. Entenem com a intensitat de floració el nombre d'inflorescències trobades en un quadrat dividit pel nombre de feixos total en aquell mateix quadrat, expressat en percentatge.

Seguiment del límit profund

El límit profund de distribució de les praderies està molt freqüentment determinat per la transparència de l'aigua. La cinètica (canvis en el temps) d'aquest límit proporciona informació sobre variacions en l'extensió de les praderies per la seva part fonda, que és generalment també la més sensible. El seguiment dels possibles canvis pot fer-se amb mètodes cartogràfics, molt costosos, o bé amb tècniques *in situ* (fitació) molt més econòmiques i, paradoxalment, molt més precises.

La tècnica de fitació emprada consisteix en, un cop localitzat el límit de distribució profund de l'herbei, clavar-hi un cert nombre de barres de ferro (entre 5 i 10) tot resseguint el límit, separades deu metres cada una de la següent, i cada barra just a tocar la darrera planta viva del lloc que li pertoca. D'aquesta manera queden, marcats entre 40 i 90 metres de límit de l'herbei. Les barres, de 2 m de llargària, es claven 1 m en el substrat, deixant 1 m vist fora del sediment. Es pren la profunditat a la base de cada barra, i a la barra considerada origen es deixa anar un globus de descompressió per poder georeferenciar-la (posició GPS) des de la superfície. S'anoten també les característiques del límit (Boudouresque i Meinesz, 1982; Pergent *et al.*, 1995), és a dir, si és net, progressiu o regressiu, si hi ha evidències de mata morta més enllà del límit, etc. Aquesta tècnica

de seguiment s'ha aplicat a les estacions "completes", és a dir, les que tenien subestació profunda i subestació superficial (vegeu l'apartat sobre les estacions). En totes les estacions ja hi havia fites instal·lades d'anys anteriors (algunes anteriors a les campanyes de seguiment pròpiament dites), de manera que el que s'ha fet enguany és controlar les fites existents (comprovant, per cada una d'elles, si seguia tocant l'última posidònia viva, o bé si la praderia havia retrocedit o avançat, i quant). Per raons d'optimització logística, les barres es varen visitar en el moment de les campanyes extensives, encara que el descriptor es considera quantitatiu i per això s'explica aquí.

Macrofauna associada

Entre la macrofauna més conspícua que podem trobar a les praderies de *P. oceanica* destaquen sobretot els equinoderms, que, com a herbívors (la garota comuna, *Paracentrotus lividus*) o com a detritívors (la garota de pues blanques, *Sphaerechinus granularis* i les holotúries, *Holothuria* spp.), hi tenen papers ecològics importants.

Per a l'estimació de l'abundància d'equinoderms, s'inspeccionen curosament els quadrats de densitat (vegeu l'apartat sobre densitat, 10 rèpliques per subestació) i s'anota el nombre de garotes i la seva espècie (encara que gairebé sempre es tracta de la garota comuna, *P. lividus*) i d'holotúries (*Holothuria polii* o complex *Holothuria tubulosa-mamatta*). Aquest mostreig, amb 10 quadrats de 40x40 cm, és molt probablement insuficient per fer una bona apreciació de les poblacions d'equinoderms, de manera que les dades resultants cal considerar-les només informació complementària.

Les poblacions de Pinna nobilis

En anys anteriors (2014 i 2016), l'estudi de les poblacions de nacles s'havia fet mitjançant transsectes de 50 x 2 metres. El 2018, i per culpa de l'alta mortalitat per la parasitosi, el nombre d'individus vius trobats als transsectes va ser molt reduït, fet pel qual les dades dels transsectes es varen complementar amb observacions fora de transsecte, per tal de trobar el màxim d'individus vius.

Enguany, amb una situació encara pitjor que la del 2018, hem deixat de banda els transsectes, que suposaven un esforç considerable amb uns resultats molt minsos o fins i tot nuls, i ens vàrem centrar en la cerca de nacles vives tant durant les immersions de la part qualitativa com de la quantitativa. Això va suposar un estalvi de temps, estalvi que es va invertir en altres feines (ampliació de punts de mostreig; vegeu apartat següent).

Estacions de mostreig

Per tal de permetre que les sèries temporals que es van obtenint en aquest seguiment tinguin continuïtat, i així responguin a les seves finalitats, les estacions de mostreig han de ser sempre les mateixes. Així, hem seguit mostrejant a les estacions que es van acordar el 2014 amb els responsables dels espais protegits, estacions que abasten un ventall prou ampli de praderies, i que inclou diferents àmbits, diferents nivells de protecció, i diferents zones dins les àrees protegides.

Definim com a estació una localització concreta dins de les àrees d'estudi (per exemple, una cala o un punt de la costa), i com a subestació, o punt de mostreig, una fondària concreta dins d'aquesta localització. Les fondàries escollides s'han fixat en 5 i 15 metres, per tal de fer les dades comparables. En alguns casos, i per la naturalesa de la praderia, ha calgut ajustar-les una mica. Un cop definides les estacions, les observacions qualitatives es fan sobre el conjunt de l'estació, mentre que la presa de dades quantitatives es fa a cada subestació (i en el límit profund pel que fa a les barres). Per tant, hi ha tantes fitxes qualitatives com estacions i tantes preses de dades quantitatives com subestacions. El seguiment va començar amb un total de 13 estacions: 8 a cap de Creus, 3 a les illes Medes i 2 a la costa del Montgrí (taula 1, i figures 1 i 2). D'aquestes, 8 (4 a cap de Creus, 3 a les illes Medes i 1 al Montgrí) consten de dues subestacions, corresponent a les dues fondàries-tipus, i les altres 5 tenen una única subestació, el que dona un total de 21 subestacions o punts de mostreig quantitatiu. El 2016 es va afegir la subestació profunda de Taballera, i enguany hem afegit una segona subestació superficial a l'estació de Guillola (Guillola-Jonquet) i una altra estació a cala Rustella (només mostreig quantitatiu i només subestació superficial). Això fa un total de 14 estacions, amb 24 subestacions (taula 1 i figures 1 i 2).

Per reduir la variabilitat espacial de les dades, és important que les mesures per cada subestació es facin sempre al mateix lloc, és a dir, dintre d'una superfície d'uns 500 m² que no variï d'un any a l'altre. Així, totes les subestacions estan georeferenciades amb una opció avançada del GPS. Aquesta opció permet fer una mitjana de les coordenades preses durant un temps mínim de 10 minuts, el que augmenta la precisió de la posició.

Taula 1. Estacions mostrejades en el seguiment de fanerògames i nacres de l'any 2020. Prot: grau de protecció, on PN: zona de Parc Natural, RNP: zona de Reserva Natural Parcial; Fondària: fondària en metres.

Zona	Estació	Prot	Codi	Subestació	Fond
Cap de Creus	Cala Taballera	PN	CCPOSI-1	Tab-SUP	6,5
Cap de Creus	Cala Taballera	PN	CCPOSI-1	Tab-FONS	16
Cap de Creus	Cala Culip	RNP	CCPOSI-2	Cul-SUP	5
Cap de Creus	Cala Culip	RNP	CCPOSI-2	Cul-FONS	17
Cap de Creus	Cala Jugadora	RNP	CCPOSI-3	Jug-SUP	5
Cap de Creus	Cala Jugadora	RNP	CCPOSI-3	Jug-FONS	15
Cap de Creus	Cala Guillola	PN	CCPOSI-4	Guill-SUP	5
Cap de Creus	Cala Guillola	PN	CCPOSI-4	Guill-FONS	15
Cap de Creus	Guillola-Jonquet	PN	CCPOSI-4	Guillola-Jonquet	5
Cap de Creus	Portlligat	PN	CCPOSI-5	Portlligat	4,5
Cap de Creus	Norfeu Nord	RNP	CCPOSI-6	Norfeu N	15
Cap de Creus	Platja de la Pelosa	PN	CCPOSI-7	Pelosa	5
Cap de Creus	Cala Montjoi	PN	CCPOSI-8	Montj-SUP	5
Cap de Creus	Cala Montjoi	PN	CCPOSI-8	Montj-FONS	16
Cap de Creus	Cala Rustella	PN	CCPOSI-9	Rustella	5
Montgrí	Montgó	PN	MMPOSI-5	Montg-SUP	5
Montgrí	Montgó	PN	MMPOSI-5	Montg-FONS	16
Montgrí	Cala Pedrosa	PN	MMPOSI-4	Pedrosa	6,5
Medes	Meda Petita	RNP	MMPOSI-1	MedPet-SUP	7
Medes	Meda Petita	RNP	MMPOSI-1	MedPet-FONS	15
Medes	Meda Gran 1	RNP	MMPOSI-2	MedGran1-SUP	5
Medes	Meda Gran 1	RNP	MMPOSI-2	MedGran1-FONS	15
Medes	Meda Gran 2	RNP	MMPOSI-3	MedGran2-SUP	5
Medes	Meda Gran 2	RNP	MMPOSI-3	MedGran2-FONS	15

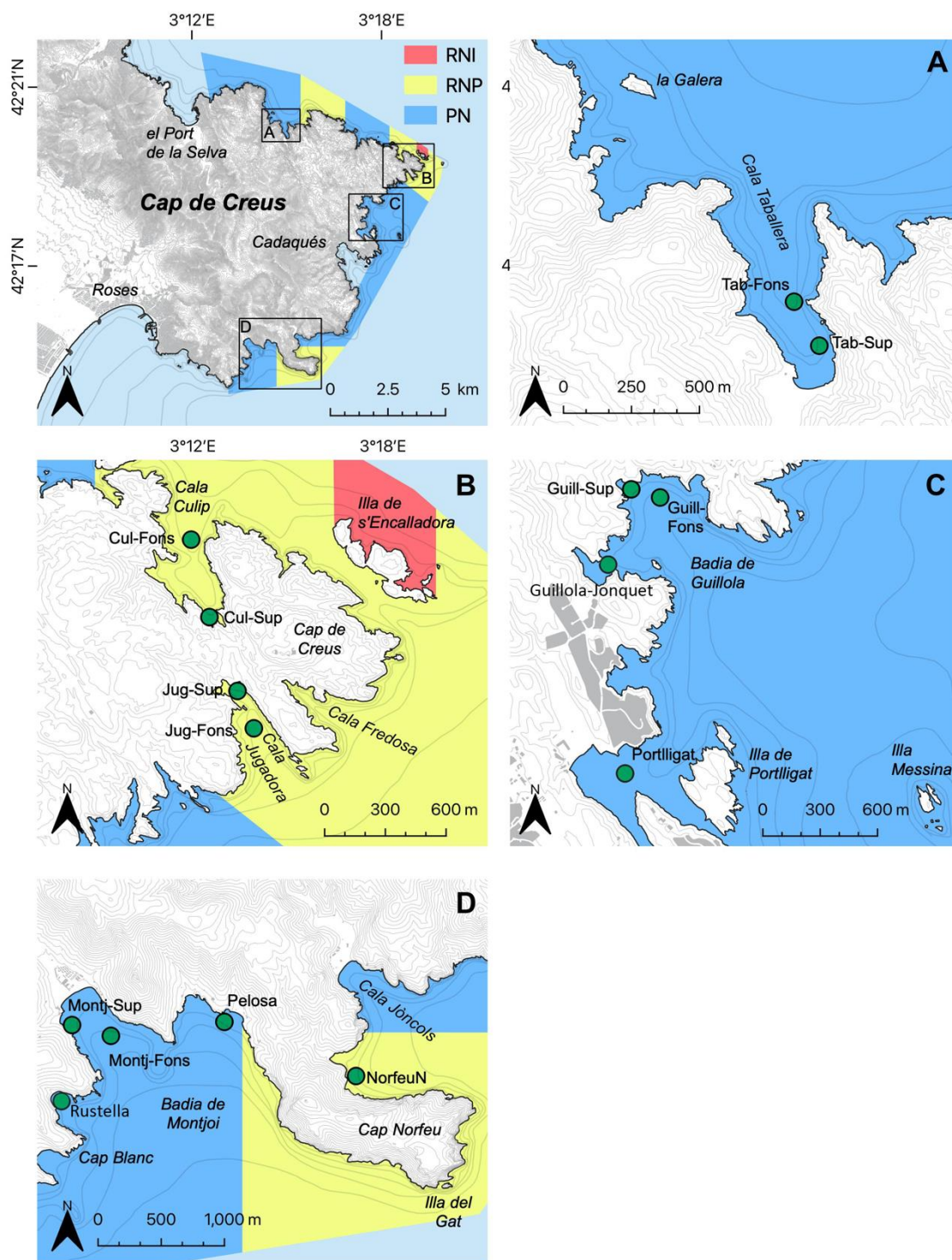


Figura 1. Localització de les subestacions (punts verds) del seguiment de posidònia i nacres al Parc Natural de Cap de Creus. Els colors del mapa indiquen els diferents graus de protecció. PN: zona de Parc Natural (blau), RNP: zona de Reserva Natural Parcial (groc-verd pàl·lid) i RNI: zona de Reserva Natural Integral (vermellós).

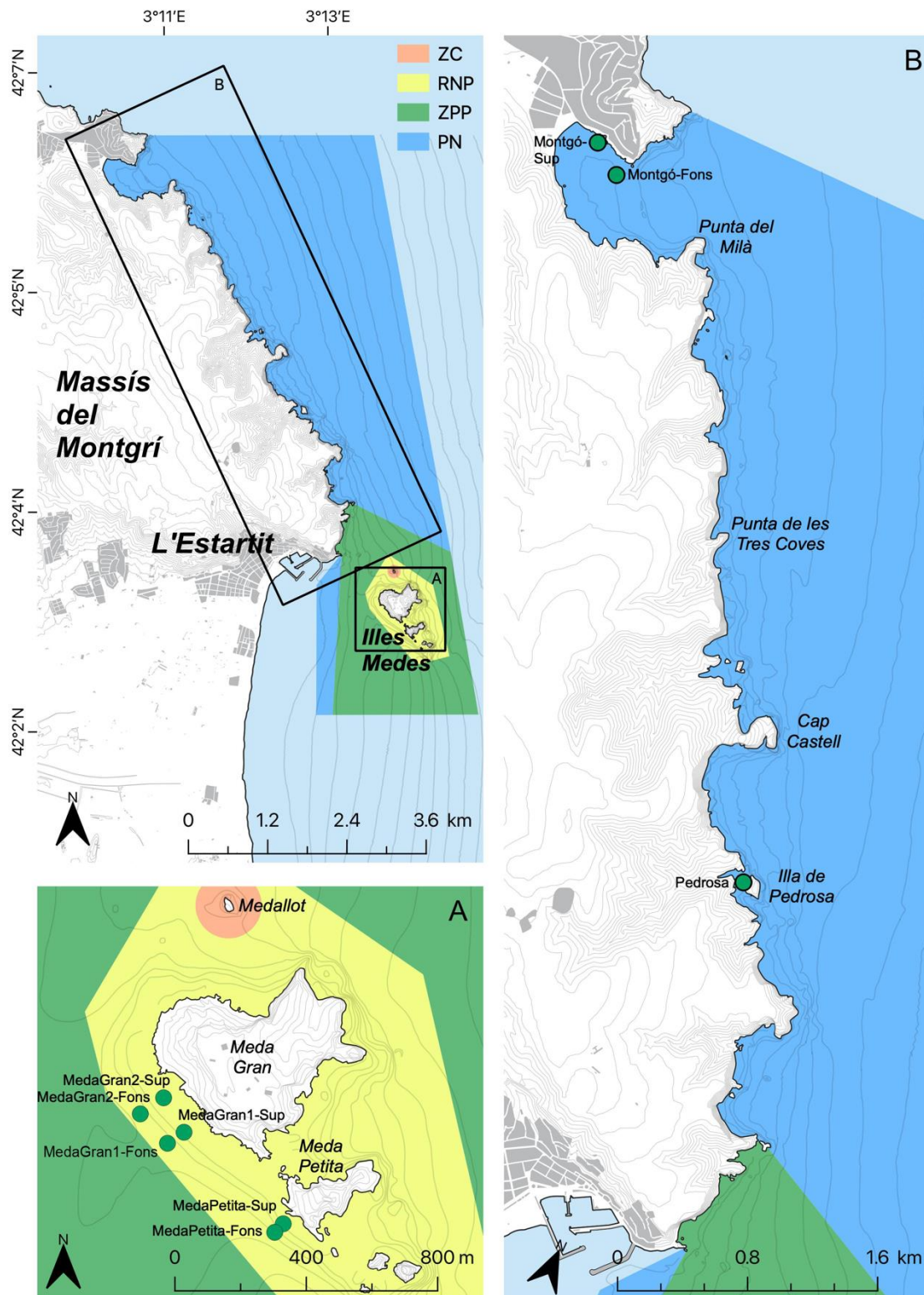


Figura 2. Localització de les subestacions (punts verds) del seguiment de posidònia i nacres al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Els colors del mapa indiquen els diferents graus de protecció. PN: zona de Parc Natural (blau), RNP: zona de Reserva Natural Parcial (groc-verd pàl·lid) i ZPP: zona Perifèrica de Protecció (verd).

Descripció de campanyes tipus

Es descriuen a continuació dos dies de campanya, un corresponent a l'aproximació qualitativa i un altre a la quantitativa. La descripció correspon a una situació ideal, és a dir, en la qual no es presenten dificultats o imprevistos, com podrien ser mala mar, corrent fort, dificultat en localitzar el límit, poca visibilitat o altres contingències que alenteixen el ritme de treball. Evidentment, la varietat de morfologies de les cales i dels seus herbeis solen provocar modificacions sobre el model bàsic descrit aquí.

Dia de campanya per les observacions qualitatives

L'equip el formen quatre bussejadors, A, B, C, D i un barquer. En primer lloc, i vista la previsió meteorològica i l'estat de la mar, es decideixen els objectius de la jornada. Un cop decidits, es carrega la barca amb els equips, el material de mostreig i 8 ampolles d'aire de 15 litres més una de seguretat de 10 litres, i es navega fins a l'estació. Recordem que, per raons logístiques d'optimització, el seguiment de les fites al límit profund, que tractem com a mesura quantitativa, es va fer simultàniament a les observacions qualitatives *stricto sensu*, i per tant s'inclou aquí.

Arribats a l'estació, i mitjançant la sonda manual i el GPS, se situa la barca el més a prop possible del punt georeferenciat on es troben les fites i es tira l'àncora procurant que caigui per fora del límit (si no, els submarinistes la traslladen a mà; a les illes Medes s'amarra l'embarcació a la boia més propera possible al límit). Baixen A i B seguint el cap de l'àncora, i la situen fora de l'herbei o en una clapa sense vegetació, si és necessari, i a partir de l'àncora neden un màxim de 50 metres cap a mar obert (si l'àncora està situada a l'herbei) o cap a terra (si l'àncora està situada a fora de l'herbei), tot desplegant una cinta mètrica per facilitar el retorn al punt d'origen. Un cop trobat el límit, es busquen les fites i es comprova el seu estat. Cal dir que la precisa georeferenciació dels punts on estan les fites en anys anteriors ha permès, enguany, escurçar notablement aquest pas amb un 100% d'encerts (àncora a menys de 10 metres de les fites) al primer intent. A i B prenen les dades indicades a l'apartat de metodologia i fan, a més, un recorregut pel límit per tal d'observar les seves característiques i fer-ne fotos o vídeos. Un cop acabada la feina, pugen a superfície amb una parada de seguretat allargada. Temps al fons: uns 30-40 minuts.

A continuació C i D marquen des de superfície el rumb a seguir i baixen amb un escúter cadascú. D'aquesta manera fan un recorregut des del límit profund fins a la superfície, en alguns casos amb una boia que permeti situar-los des de l'embarcació. C i D van filmant el recorregut i anotant les observacions pertinents, fins que troben el límit superficial de la praderia. La barca els segueix gràcies a la boia (o a les bombolles, si fa bon temps), i es van prenent posicions amb el GPS per conèixer per on s'ha passat exactament. Al final del recorregut C i D pugen a superfície, amb parada de seguretat. Temps al fons: uns 30 minuts.

Un cop fet aquest recorregut, que normalment segueix l'eix longitudinal de la cala, la barca se situa a prop del límit som, i la zona s'inspecciona nedant o amb petites apnees, en parelles de

bussejadors (A, B i C, D) mentre el barquer actua com a suport i ajuda a georeferenciar punts destacables.

Durant totes les observacions, s'està especialment atent a la possible presència de nacres vives.

Habitualment, es poden fer dues estacions en un dia, fent un descans i avituallament a bord després d'aquesta feina i repetint-la en una altra estació a la tarda.

Un cop tot enllestit, es navega fins a port, es descarreguen els equips i altre material i es porta tot fins a la base. Es netegen els equips, es porten les ampolles a carregar i es passen a net totes les dades i observacions de la jornada; s'arxiva i documenta el material fotogràfic i videogràfic.

Dia de campanya per la presa de dades quantitativa

La descripció que fem correspondria a un dia de campanya fet en una estació on tenim tant subestació profunda com superficial. L'equip el formen quatre bussejadors, A, B, C, D i un barquer. Com abans, primer es decideixen els objectius de la jornada, es carrega la barca amb els equips, el material de mostreig i 8 ampolles d'aire de 15 litres més una de seguretat de 10 litres, i es navega fins a l'estació.

Arribats a l'estació, i mitjançant la sonda manual i el GPS, se situa la barca sobre la subestació profunda i s'hi tira l'àncora, excepte a les illes Medes (o altres zones amb fondeig regulat), on s'amarra a una boia. Hi baixen A i B formant una parella i C i D formant-ne una altra, i en primer lloc col·loquen l'àncora en un lloc que no malmeti cap planta (clarianes, clapes sense vegetació...). A continuació es fan les mesures, totes elles en una superfície de 500 m² al voltant de l'àncora. Els dos equips fan mesures de densitat (i paràmetres associats) i cobertura fins a enllestir la feina, i després fan un recorregut en un radi de 25 metres al voltant de la subestació per tal d'observar-ne les característiques generals i prendre'n imatges. Després pugen a superfície allargant les parades de descompressió o fent una parada de seguretat si no és el cas. Temps al fons: entre 60 i 90 minuts.

Després d'un temps de descans, se situa l'embarcació sobre una fondària de 5 metres per fer la subestació superficial. Es canvien les parelles (o en algun cas el barquer substitueix a algun dels bussejadors), i es prenen dades de densitat i cobertura com abans. Es procura que no hi hagi parelles fixes i que tots els bussejadors participin en les mesures de totes les variables, el qual evita possibles biaixos. Un cop enllestides aquestes tasques, ambdós equips pugen a superfície. Temps al fons: uns 90 minuts. L'objectiu és fer dues subestacions per dia, encara que si les condicions són bones, es pot arribar a fer-ne tres. Durant tot el mostreig, s'està, igual que abans, especialment atent a la possible presència de nacres vives.

Un cop tot enllestit, es navega fins a port, es descarreguen els equips i altre material i es porta tot fins a la base. Es netegen els equips, es porten les ampolles a carregar i es passen a net totes les dades i observacions de la jornada; s'arxiva i documenta el material fotogràfic i videogràfic.

Per a la realització de tot el mostreig és necessari, per una banda, material de navegació i submarinisme i per l'altra, material pel recompte i observació de les variables (taula 2).

Taula 2. Relació de material necessari per realitzar el mostreig del seguiment de praderies de posidònia.

- Embarcació pneumàtica	- Bossa de reixa per portar el material
- 4 equips complets d'immersió autònoma	- Cintes mètriques (de 10 i 50 m) i piquetes de ferro per fixar-les
- 8 ampolles (15 l)	- Quadrats de PVC de 40x40 cm subdividits en 20x20 cm
- 1 ampolla d'aire de reserva (10 l)	- Pissarres subaquàtiques amb llapis i regle
- GPS	- Barres metàl·liques, brides i martell
- Sonda manual	- 4 cintes mètriques d'un metre
- Boia de superfície i globus de descompressió	- 2 escúters (propulsors submarins)
- Càmera fotogràfica i de vídeo	

Campanyes 2020

Per poder desenvolupar les tasques de seguiment, el nostre equip ha realitzat 28 immersions a les estacions de cap de Creus, i 14 immersions a les estacions del Montgrí i les illes Medes, totes elles en equip (de 2 a 4 persones), el que representa 138 immersions individuals. Addicionalment, es van realitzar un total de 29 recorreguts superficials (amb un total de 43 recorreguts individuals), tot l'anterior fet en 24 dies de campanya. Val a dir que enguany el temps no ha estat particularment bo, i, a més a més dels dies expressats a la taula 3, hi ha hagut uns quants dies més en què no s'ha pogut sortir, o bé s'ha sortit i no s'ha pogut treballar per les condicions de visibilitat.

Taula 3. Relació de les estacions i esforç de mostreig realitzat. La columna “fondàries” es refereix als punts visitats a cada estació (sup.: zona superficial; fons: zona profunda; fites: límit profund); a més, a totes elles es van fer els recorreguts d’observació indicats. Les immersions de la part qualitativa són de 2 o 3 persones, els recorreguts de 2 a 4 persones i les immersions de la part quantitativa de 4 persones. Entre parèntesis s’indica el nombre d’immersions totals. El nombre de dies de mostreig fa referència al nombre de dies totals invertits en l’estudi de l’estació. L’apartat qualitatiu inclou també el control de les fites.

	Estació	Codi	Fondàries	Nombre immersions (qualitatiu)	Nombre recorreguts superficials	Nombre immersions (quantitatiu)	Dies de mostreig
CAP DE CREUS	Taballera	CCPOSI-1	sup., fons, fites	2 (4)	3 (3)	2 (8)	2
	Culip	CCPOSI-2	sup., fons, fites	2 (4)	3 (3)	2 (8)	2
	Jugadora	CCPOSI-3	sup., fons, fites	2 (4)	3 (4)	2 (8)	2
	Guillola	CCPOSI-4	sup., fons, fites	3 (6)	5 (7)	3 (12)	4
	Portlligat	CCPOSI-5	sup.	0	1 (2)	1 (4)	0,5
	Norfeu N	CCPOSI-6	fons	1 (2)	0	1 (4)	1
	Pelosa	CCPOSI-7	sup.	1 (2)	2 (3)	1 (4)	1
	Montjoi	CCPOSI-8	sup., fons, fites	2 (4)	3 (3)	2 (8)	2
	Rustella	CCPOSI-9	sup.	0	0	1 (4)	0,5
	TOTAL			13 (26)	20 (25)	15 (60)	15
	Estació	Codi	Fondàries	Nombre immersions (qualitatiu)	Nombre recorreguts superficials	Nombre immersions (quantitatiu)	Dies de mostreig
MEDES-MONTGRÍ	Montgó	MMPOSI-5	sup., fons, fites	2 (4)	3 (3)	2 (8)	2
	Pedrosa	MMPOSI-4	sup.	1 (2)	0	1 (4)	2
	Meda Gran2	MMPOSI-3	sup., fons, fites	2 (4)	2 (4)	2 (8)	1,5
	Meda Gran1	MMPOSI-2	sup., fons, fites	2 (4)	2 (4)	2 (8)	2
	Meda Petita	MMPOSI-1	sup., fons, fites	1 (2)	2 (4)	2 (8)	1,5
	TOTAL			8 (16)	9 (18)	6 (36)	9

Anàlisi de dades

La variabilitat en les dades dels principals descriptors mesurats ha estat avaluada mitjançant tècniques d’anàlisi de la variància. Per tal de no dur a terme anàlisis sobre resultats obvis i que només servien per fer feixuga la memòria, hem reduït l’aplicació de les tècniques estadístiques; tanmateix, i per aquest motiu, les referències estadístiques a l’apartat de resultats s’han mantingut en un mínim estricte, i les taules de les anàlisis s’inclouen al final com annexes.

Les anàlisis fetes han estat les següents:

- Per les variables densitat, cobertura i enterrament s’ha avaluat la significació estadística de les diferències entre subestacions d’un mateix àmbit geogràfic (cap de Creus o Montgrí-Medes) considerant independentment la franja batimètrica (superfície o fons, és a dir, 5 o

- 15 metres o fondària assimilable). S'ha utilitzat l'anàlisi de la variància d'un factor (subestació), i aplicant, en cas de resultar significatiu, el test *post-hoc* de Tukey per esbrinar entre quines subestacions apareixien les diferències.
- ii. S'han avaluat les possibles tendències temporals globals de la densitat, cobertura i enterrament, per cada zona (cap de Creus i Montgrí-Medes) i fondària (5 o 15 metres). S'han utilitzat models lineals considerant l'any com a variable contínua (2014 a 2020) i l'estació com aleatòria. S'ha comparat el model simple (només any) amb el model estès (any i estació), escollint el simple sempre que l'estès no millorés significativament l'ajust segons el AIC (Aikake's Information Criterion); amb el model escollit s'han fet els contrastos d'hipòtesis pel factor any.
 - iii. S'ha avaluat la significació estadística de les possibles tendències temporals en els valors de densitat, cobertura i enterrament per cada subestació, entre els anys 2014 i 2020. Això s'ha realitzat mitjançant una anàlisi de la variància amb, com a variables independents, fondària (superfície o fons) i any (2014 a 2020, variable contínua).

Per totes les variables, s'ha testat la seva normalitat i homoscedasticitat mitjançant inspecció visual dels residus (representacions dels residus amb els valors ajustats i complets). El lliar de significació de tots els tests estadístics s'ha establert a $p < 0,05$. Les dades que no complien amb la hipòtesi de normalitat han estat transformades o bé amb l'arrel quadrada o bé amb el logaritme. Tots els càlculs estadístics han estat fets amb el programari lliure "R" (R Core Team, 2016), paquets lmer i aov, i la llibreria lme4 (Bates *et al.*, 2014).

Resultats

Els resultats es presenten separatament per cada un dels espais naturals estudiats (Cap de Creus i Montgrí-Medes). Per cada àmbit geogràfic, l'exposició de resultats s'estructura en un apartat de resultats qualitatius i un altre de quantitius.

Parc Natural de Cap de Creus

Avaluació qualitativa de les estacions

A continuació es mostren els resultats de l'anàlisi qualitativa, ordenant les estacions del nord cap al sud. Com ja s'ha dit, per cada estació hi ha quatre elements: una fitxa-resum general de la praderia, una descripció narrativa, una altra fitxa-resum per la seva diagnosi i un mapa de cada estació amb els recorreguts fets. A les fitxes, es ressalta en negreta tot allò que enguany difereix d'allò que es va trobar el 2018. Igualment, i per tal de fer l'informe menys feixuc, la descripció narrativa s'ha abreujat molt respecte del que es va escriure el 2018, i només s'expliquen els canvis

produïts des de llavors (si n'hi ha). S'ha de tenir present que aquestes novetats tant poden representar canvis com aspectes que van passar desapercibuts en el seu moment.

Per tal de fer més entenedores les explicacions, presentem en primer lloc les dues fitxes-tipus (la general i la de diagnosi), on s'indiquen les opcions que poden assignar-se per cada descriptor i estació.

Descripció: nom de la cala				
	Límit superior	Zona central	Límit profund	S'aplica a la zona central ¹ ?
Profunditat (m)	En metres	Interval, en metres	En metres	SI
Morfologia	Rectilini, ondulat, retallat, a taques, amb esglaó ²			NO
Relleu	Acusat (>1 m), moderat (0,5-1 m), escàs (0,25 a 0,5 m), absent (<0,25 m)			SI
Altres espècies³	Zostera noltii o Cymodocea nodosa			NO
Tipologia	Progressiu (presència de runners, rizomes horitzontals que s'estenen a partir de la praderia), estable, regressiu (en funció de la presència de mata més enllà del límit)			NO
Clarianes (abundància)	Abundants, poc abundants, escasses, absents			SI
Clarianes (mida)	Grans (més de 5 m ²), mitjanes (entre 1 i 5 m ²), petites (menys d'1 m ²)			SI
Clarianes (substrat)	Mata, roca, sorra			SI
Anomalies densitat⁴	Sí/No			SI
Anomalies cobertura⁴	Sí/No			SI
Feixos arrencats	Abundants, escassos, no			SI
Macroalgues	En la praderia o fora, recobriment, espècies ⁵			SI
Deixalles	Abundància (molt abundants, poc abundants, escasses, no) i tipus (plàstics, envasos, restes orgàniques, etc.)			SI
Fondejos	Presència i tipus (ecològics, mort amb cadenes o sense, altres)			SI
Observacions	Qualsevol observació addicional d'interès			SI

¹Algunes observacions no s'apliquen a la zona central; les caselles corresponents apareixen ombrejades a les taules.

²Segons Boudouresque i Meinesz (1982) i Pergent *et al.*, (1995).

³No s'aplica a la zona profunda; la casella corresponent apareix ombrejada a la taula.

⁴Densitats o cobertures visualment i apreciablement inferiors a les que correspondria per la seva fondària.

⁵Només en quantitats anormals o espècies exòtiques.

Diagnosi: nom de la cala		
Estat	Excel·lent/bo/acceptable/pobre/dolent ^{1,2}	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Llistat d'aspectes preocupants (mata, clarianes, morts, regressió...)	Lleu, moderat, alt, molt alt ¹	Justificació i aclariments

¹Criteri

expert.

²Malgrat que es fa servir un criteri expert (apreciacions consensuades entre els membres de l'equip), en general l'estat no pot ser "excel·lent" si hi ha algun aspecte preocupant de nivell "alt" o "moderat", ni pot ser "bo" si hi ha algun aspecte preocupant de nivell "alt" o dos o més de nivell "moderat".

Cala Taballera

Descripció: CALA TABALLERA			
	Límit superior	Zona central***	Límit profund****
Profunditat (m)	5	5-11,5	17-18
Morfologia	Retallat i a taques		Retallat
Relleu	Moderat	Escàs	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable/ regressiu*		Estable/progressiu/regressiu*****
Clarianes (abundància)	Escasses	Poc abundants	Escasses
Clarianes (mida)	Petites	Petites/mitjanes	Mitjanes
Clarianes (substrat)	Mata/sorra	Mata	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	No	No
Feixos arrencats	Abundants	No	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	Abundants**	Escasses	No
Fondejos	No	No	No
Observacions	Alguns canals intermata		

*cantó E: estable; cantó W: regressiu.

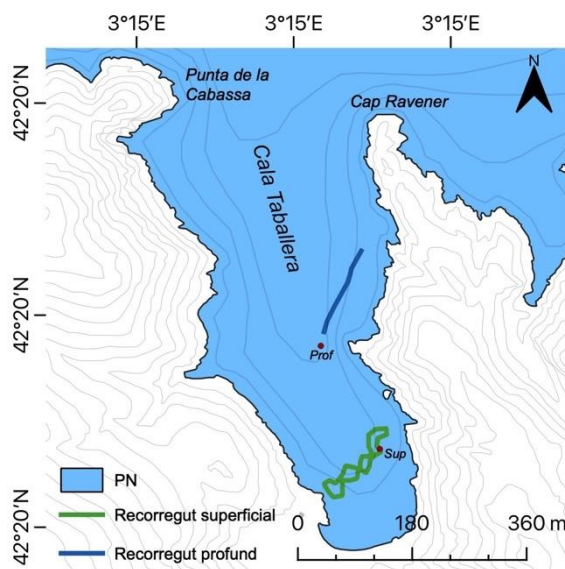
**de tota mena.

***es refereix a la praderia situada a la zona central de la cala (vegeu text).

****correspon al límit profund de la part lateral de la cala, cantó E.

*****segons la zona, el regressiu és el menys freqüent.

Els canvis observats respecte de les campanyes del 2018 són lleus i probablement no gaire significatius. Pel que fa a la praderia que ocupa la part central de la cala, entre els 5 i els 8-11,5 metres, el més destacable és un cert increment en les estructures de relleu a prop del límit superficial, i potser l'evolució d'algun límit digitat cap a un límit a taques. Tot això podria ser conseqüència del temporal Glòria. També volem afegir a allò que es diu en l'informe de 2018 que el fons entre el límit som de la praderia i la platja és de sorra neta, sense restes de mata morta, llevat a menys d'un metre de distància de les plantes vives. No hi ha res destacable pel que fa a la zona fonda del costat de llevant de la cala, que va ser la visitada.



Diagnosi cala Taballera

Estat	Bo	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Algun límit regressiu	Lleu	
Feixos arrancats	Lleu	
Deixalles	Moderat	

Cala Culip

Descripció: CULIP

	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	2-5	3,5-23	23
Morfologia	Rectilini/a taques		Retallat
Relleu	Alguns esglaons	Escàs***	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable (rarament regressiu)		Regressiu
Clarianes (abundància)	Escasses	Abundants entre 20 i 17 m, escasses de 17 a 12, absents a menys de 10 m. Clariana gran (5 m²) de sorra i una mica de mata als 17 m	Abundants

Clarianes (mida)	Petites*	Grans a prop del límit profund, progressivament menors fins els 10 m	Mitjanes
Clarianes (substrat)	Mata/roca	Mata (sorra als canals intermata)	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	No****	Baixa cobertura
Feixos arrencats	Escassos	Escassos	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	Abundants	Abundants	No
Fondejos	Diversos morts**	Nombrosos*****	No
Observacions	Límit superior molt heterogeni, depenent de la zona	Gran amplitud batimètrica amb marcada heterogeneïtat	La praderia acaba en fons de cascal i rodòlits

*llevat d'una gran zona de mata morta a prop de l'embarcador i **una altra a la zona de s'Arenella, probablement antigues.**

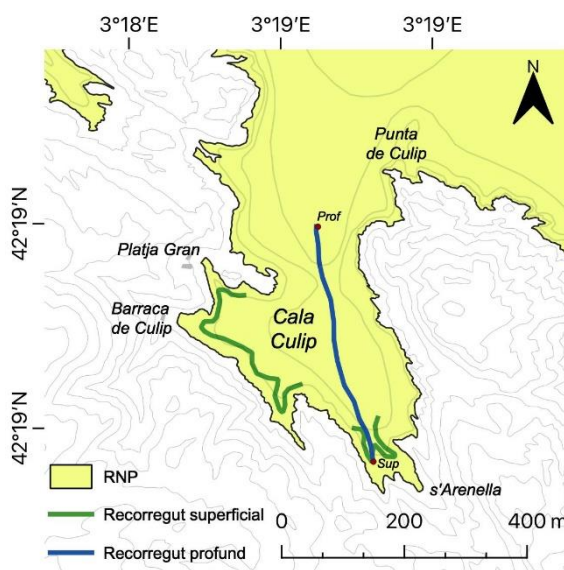
dos grans morts de ciment i **altres més petits a la zona propera a la barraca.

***només canals intermates a uns 12 m, a prop d'afloraments rocosos; relleu absent a la resta.

****no es va detectar enguany la gran abundància de xucles, amb potencial efecte erosiu observada el 2018.

*****no es van observar els nombrosos blocs cilíndrics sense cap ni cadena a uns 12 m vistos el 2018.

La praderia de Cala Culip és una de les més extenses i heterogènies de la zona, fet pel qual les observacions qualitatives són relativament menys fiables com a representació de la seva totalitat. Anotem, com a principals diferències respecte del 2018, la troballa d'una clariana cap als 17 metres de fondària, segurament antiga, ja que el seu substrat era sorrenc, i l'existència d'una altra zona de mata cap a la zona de s'Arenella, entre el límit superior i la roca. Aquesta clapa de mata és anterior al 2004, segons es desprèn de fotos aèries. Enguany no s'han detectat els bancs de xucles que es varen veure el 2018 i que podrien malmetre l'herbei. El límit lateral (costat de Ponent) sembla progradar lentament (observacions d'unes barres clavades el 2008 i que no formen part del seguiment).



Diagnosi cala Culip		
Estat	Moderat	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Gran zona de mata morta vora l'embarcador i a s'Arenella	Moderat	
Algunes deixalles	Lleu	
Clarianes a la part central	Lleu	
Morts de ciment abundants a la part central i algun prop de la platja	Lleu	Els centrals no varen ser observats el 2020
Límit profund regressiu i amb grans clarianes amb mata	Alt	El límit profund ha patit una clara regressió, aparentment entre 2001 i 2014. Actualment continua estabilitzat

Cala Jugadora

Descripció: CALA JUGADORA			
	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	2	11-21	19-22
Morfologia	Molt complex*		Rectilini
Relleu	Acusat	No	Esglaó de mata parcial 1 m
Altres espècies	Zostera noltii		
Tipologia	No atribuïble*		Regressiu
Clarianes (abundància)	Escasses	Escasses per sota dels 16 m	Escasses
Clarianes (mida)	Petites**	Petites; una de mitjana cap als 12-13 metres	Mitjanes i petites
Clarianes (substrat)	Mata/sorra	Mata	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	No	No
Feixos arrencats	No	Escassos	No
Macroalgues	La cobertura per algues filamentoses havia desaparegut***	No	No
Deixalles	No	No	No
Fondejos	Morts d'abaliment de la zona de bany i algun altre	Un****	No
Observacions	Restes d'antigues estructures d'esculls de posidònia		

*la part interior de la cala és un mosaic complex de roca, mata, praderia i taques de posidònia i roca.

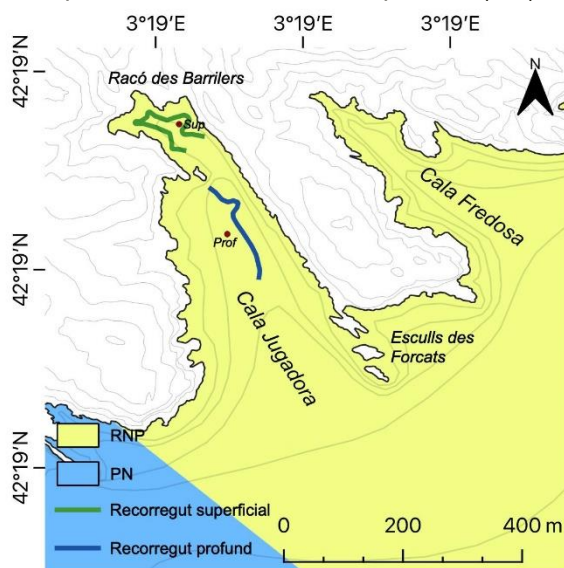
**llevat de la mata morta de les estructures de possibles esculls relictos i una gran taca de sorra central.

***probablement Lophocladia lallemandii.

****un petit mort de ciment.

Cala Jugadora la podem considerar dividida en dues parts, una interior, limitada per l'illa (illot) de cala Jugadora, i una segona exterior, de l'illa cap a fora. La part interior està ocupada per una praderia heterogènia que s'estén entre els 2 i els 6-7 metres de fondària. A la part exterior s'hi troba una praderia més regular, que s'estén des d'uns 8 metres fins més enllà dels 20. El recorregut profund es va fer a la part exterior, i el superficial a l'interior.

En el recorregut profund no es va detectar cap diferència rellevant respecte d'allò que s'havia observat el 2018, i tant el límit inferior com les parts centrals es mantenen en el mateix estat de llavors.



Pel que fa a la part interior, cal recordar la seva elevada heterogeneïtat, amb una praderia i taques de posidònia, taques de *Zostera noltii*, rodals de mata morta, sorra, roca, pedres i estructures tipus *récif-barrière* (escull barrera) de posidònia relict. El 2018 vàrem trobar grans acumulacions d'algues filamentosas a la part més interior, acumulacions que havien desaparegut enguany. No es va detectar cap altre canvi rellevant.

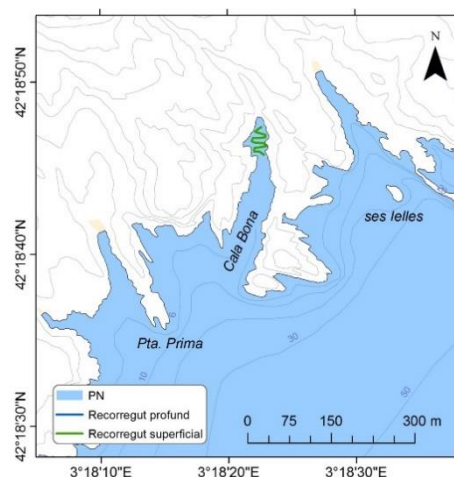
Diagnosi cala Jugadora

Estat	Bo	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Grans zones de mata morta a la part interna	Lleu	Corresponents a estructures de mata tipus escull relict, probablement de gran antiguitat
Algues filamentosas	Desaparegudes	
Límit profund regressiu	Moderat	Regressió probablement antiga
Morts de ciment a la part interna	Lleu	Petits morts de ciment a la part interior, d'abalisament de la zona de bany

Cala Bona

Aquesta cala no forma part de les estacions de seguiment, però es visita regularment per certificar la presència de fanerògames marines altres que *Posidonia oceanica* i fer-ne una valoració qualitativa. S'hi va fer tan sols un recorregut, entre la superfície i els 3 m de fondària, a la seva part més interior (distal).

Aquesta part més interior se separa de la resta per una elevació del fons, creada per la mateixa praderia de posidònia. Al seu recer hi trobem un mosaic de taques de mata morta, de petits rodals de posidònia i una bona representació d'altres espècies, concretament *Cymodocea nodosa* (amb algunes taques i una petita i densa praderia, les fulles de la qual suren a la superfície) i *Zostera noltii*. Les taques de *Z. noltii* semblen haver minvat, encara que això no es pot assegurar de manera concloent. La presència d'aquestes dues espècies, junt amb l'estructura d'escull, fan la zona força interessant des del punt de vista de les fanerògames marines.



Badia de Guillola

La badia de Guillola és una de les cales més grans de cap de Creus, amb la boca orientada a xaloc. La seva estructura és complexa, amb una línia de costa retallada que conté nombrosos entrants, racons i diverticles, i un nombre elevat de platges i platgetes de còdols. La podem considerar dividida en dues grans subunitats, una d'elles, més gran, cap a llevant (més exactament cap al NE), que inclou la platja de Guillola, la platja de Sant Lluís i la platja d'en Noues i l'altra, més petita, cap a ponent (més exactament cap al SW), amb es Jonquet, el racó d'en Paquela i les platges d'en Ballesta i Talladofins. Per abastar aquesta heterogeneïtat, aquestes dues parts varen ser explorades separatament, prenent com a límit una línia imaginària que aniria des de l'illot d'es Jonquet, en direcció aproximadament NW, fins a la punta d'en Paquela, amb un recorregut superficial i un de profund a cada una d'elles.

Guillola E

Descripció: GUILLOLA E			
	Límit superior*	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	3-5 (0,5)	10-20	20-22
Morfologia	Variada**		Retallat/a taques
Relleu	De moderat a acusat en alguns trams***	Esglaó de mata a 12 m	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Variada**		Regressiu
Clarianes (abundància)	Escasses	Abundants entre 12 i 17 m, sobretot a la zona de la Platja Sant Lluís ; escasses a la resta,	Abundants
Clarianes (mida)	Grans	Grans entre 12 i 17 m, sobretot a la zona de la Platja de Sant Lluís ; petites a la resta	Mitjanes
Clarianes (substrat)	Mata/sorra	Mata entre 12 i 17 m, sorra a profunditats més grans	Mata/cascall
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	Cobertures baixes entre 12 i 17 m	Cobertures baixes a prop del límit****
Feixos arrencats	No	Escassos/ abundants	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	No	Abundants	No
Fondejos	No	No	No
Observacions	Zona molt heterogènia amb diverses fàcies		La praderia acaba en un fons de cascall. La mata morta s'estén fins a 23 metres

*de la platja de Sant Lluís a passat la platja de Guillola.

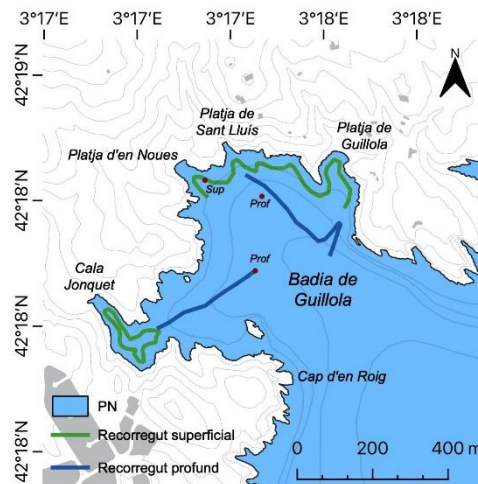
**coexisteixen diversos tipus de límit, alguns de nets i rectilinis, d'altres a taques i en alguns casos taques alternant amb mata morta (platja de Guillola).

***relleu acusat prop de la platja d'en Noues.

****la part de la praderia més propera al límit és, de fet, un conjunt de taques de planta alternant amb taques de mata i cascall.

La part superficial del cantó E de Guillola presenta una fisonomia variada que no sembla haver sofert canvis en l'interval 2018-2020, i que inclou praderia densa, roques, estructures de relleu i algunes clapes grans de mata morta. Cal remarcar l'observació, a diversos indrets, de zones de mates excavades, probablement pel temporal Glòria. Això no sembla haver causat pèrdues d'extensions significatives de la praderia.

La praderia profunda (més enllà dels 5 metres de fondària) ocupa una superfície considerable. Enguany s'ha tornat a observar una zona, entre els 12 i els 15 metres, del cantó de la platja de Sant Lluís, amb un esglaó de mata que dona pas a una zona amb grans clapes de mata morta. Aquest esglaó, ja observat el 2018, sembla haver estat excavat una mica més pel temporal Glòria, però sense gaires conseqüències. La praderia torna a ser contínua a fondàries més grans o nedant en direcció SE. El límit profund es manté als 20 metres de fondària registrats el 2018, encara que enguany l'hem trobat fins a 22 metres en algun punt. Cal destacar que, el 1998, arribava fins a 24 metres, amb una praderia molt esclarissada però. La zona amb grans clarianes entre 12 i 15 metres de fondària existeix almenys des de 2008, segons es desprèn de fotos aèries.



Diagnosi Guillola E

Estat	Moderat	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Algunes zones de mata morta a la part superficial	Lleu	
Zona amb grans clarianes de mata morta, entre 12 i 15 metres de fondària	Alt	Se'n desconeix l'origen
Límit profund amb grans clarianes i clarament regressiu	Alt	El 1998 a la part més a prop de la platja de Sant Lluís el límit es trobava a 20 m, a 24 a l'altura de la punta d'es Gavià. A manca d'un seguiment més precís, aquesta regressió sembla estabilitzada

Guillola W

Descripció: GUILLOLA W			
	Límit superior*	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	1	7 -21	20-21
Morfologia	Rectilini/ondulat/retallat**		Rectilini
Relleu	Esglaó de mata	Esglaó de mata a 9-10 m	No
Altres espècies	<i>Z. noltii</i> (<i>C. nodosa</i> desapareguda)***		
Tipologia	Estable****		Estable
Clarianes (abundància)	Escasses	Abundants (10-14 m)	No
Clarianes (mida)	Grans*****	Grans (9-14 m i 14-18 m)	-
Clarianes (substrat)	Mata	Mata (9-14 m)/ sorra (14-19 m)	-
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	Baixes cobertures entre 9 i 14 m	No
Feixos arrencats	No	Abundants	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	No	No	No
Fondejos	Morts d'abaliment de la zona de bany	Un mort gran de ciment	No
Observacions	Zona molt complexa, amb el límit molt heterogeni		

*aquest conjunt d'observacions es refereixen a cala Jonquet

**coexisteixen diversos tipus de límit, alguns nets i poc retallats (cala Jonquet) i d'altres a taques i ondulats.

***diversos rodals de *Z. noltii* entre 6 i 0,2 metres, **els de *C. nodosa* observats el 2018 desapareguts**.

****més enllà (cap a la superfície) d'aquest límit estable, apareixen alguns rodals de *P. oceanica* que arriben a aigües molt somes, en ocasions amb les fulles que sobresurten de l'aigua, juntament amb algunes taques de mata morta.

*****clariana important a 4-6 m de profunditat.

L'exploració de la zona superficial dona resultats similars a la del 2018, confirmant la complexitat del mosaic, amb taques de mata morta, de posidònia viva, de diversos substrats inorgànics i de *Zostera noltii*, així com una possible estructura tipus escull barrera relicte. La presència de *Zostera noltii* és notable, potser fins i tot més que al 2018, amb taques a les parts marginals i dues de molt superficials, una molt a prop de la platja d'es Jonquet, al seu cantó NE, amb les fulles que sobresurten de l'aigua, i una altra més allunyada i cap a la part central. Les dues taques que es van trobar el 2018 de *Cymodocea nodosa* han desaparegut completament, i només romanen els rizomes morts. No s'han detectat algues filamentoses.

L'exploració de la part profunda va confirmar que, en aquesta zona, la pradera presenta símptomes de mal estat, que comencen a apreciar-se a partir dels 10 metres de fondària, on apareix un esglaó de mata, passat el qual hi ha una zona on s'alternen taques de posidònia d'aspecte una mica empobrit i clapes de mata morta, que continua fins als 14 m de fondària, on s'obre una gran clariana de sorra a la qual segueix una zona de mata morta amb algunes taques de posidònia. La pradera

en bon estat només es recupera cap als 18 metres, i el seu límit profund es localitza entre 20 i 21 metres.

Considerem l'estat global de les praderies d'aquesta zona de ponent de Guillola moderat i, en negatiu, destacariem la presència d'una zona empobrida amb molta mata morta, entre 8 i 14 metres de fondària, semblant a la vista del cantó de llevant, que ja existia el 1998. Ara bé, els esglaons de mata situats a l'entrada del Jonquet són, probablement, les restes d'una estructura d'escull barrera no gaire malmesa. Això, juntament amb la presència d'altres espècies (*Z. noltii* i potencial de *C. nodosa*, que apareix i desapareix) en taques denses, fan que aquesta part de Guillola sigui força interessant des del punt de vista de les praderies d'angiospermes marines.

Diagnosi Guillola W		
Estat	Moderat	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Grans zones de mata morta a la part superficial	Lleu	Corresponents a construccions de mata, són molt somes
Clariana amb mata a uns 6 m de fondària	Moderat	
Zona amb molta mata morta, empobrida, entre 10 i 14 metres de fondària	Alt	Se'n desconeix l'origen, aquesta zona ja estava alterada el 1998
Gran clapa de sorra a uns 14 metres de fondària	Lleu	Ja existia el 1998, probablement és una estructura natural força antiga
Morts de ciment	Lleu	Petits morts de ciment d'abaliment de la zona de bany i un mort gran

Badia de Portlligat

A Portlligat trobem la praderia més extensa de totes les del Parc Natural de Cap de Creus, que s'estén entre quasi la superfície (hi ha fulles que sobresurten de l'aigua a la platja de Sant Antoni, per exemple, o a Sota es Molí) i uns 15 metres de fondària cap a l'entrada de la badia, amb taques que baixen fins a 20-21 metres del costat de l'illa de sa Farnera. L'estructura és molt complexa, i hi trobem molt de relleu, amb esglaons de mata notables. També hi trobem abundants clarianes, algunes de mida considerable i amb mata morta, més rarament amb sorra, tant al mig de la praderia com a la seva perifèria. El sediment és de color fosc, indicant una elevada demanda d'oxigen, probablement d'origen natural. S'hi troben deixalles abundants, i cal remarcar la presència de les altres dues espècies d'angiospermes marines (*Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*). Per motius de seguretat (nombre excessiu d'embarcacions circulants) no es varen poder dur a terme les observacions qualitatives sistemàtiques. Ara bé, basant-nos en el nostre coneixement de l'estació, podem donar una apreciació del seu estat (moderat, vegeu taula), que no ha canviat des del 2018.

Diagnosi Portlligat		
Estat	Moderat	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Grans zones de mata morta a tota la seva superfície	Moderat	Cal recordar els impactes que van causar sobre la praderia els camps de boies no controlats abans de la regulació
Extensions de mata morta en la seva perifèria	Moderat	
Deixalles	Moderat	
Sediment de color fosc (anòxia)	Lleu	Molt probablement d'origen natural
Fondejos ecològics	Lleu	Els fondejos són en l'actualitat ecològics, si bé hem observat cadenes en alguns

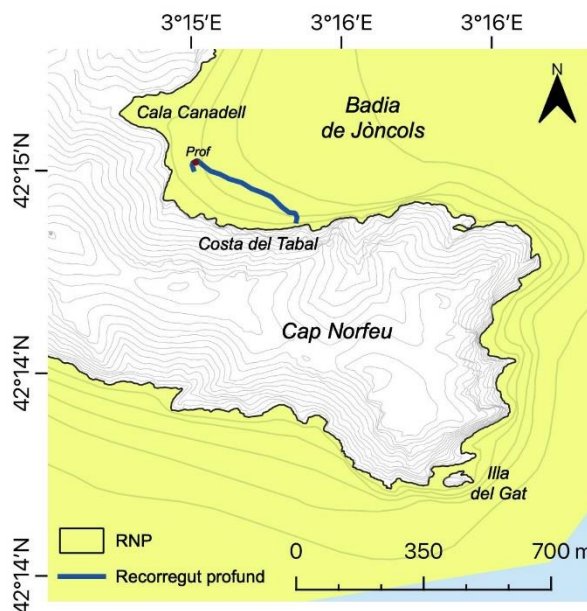
Norfeu Nord

Descripció: NORFEU N (CALA CANADELL)*			
	Limit superior	Zona central*	Limit profund
Profunditat (m)	No visitat	15-18 (23)	18,5-23
Morfologia	-		Rectilini/ondulat
Relleu	-	Lleu	Absent
Altres espècies	-		
Tipologia	-		Estable
Clarianes (abundància)	-	Abundants**	Escasses
Clarianes (mida)	-	Mitjanes i grans	Mitjanes
Clarianes (substrat)	-	Sorra	Mata
Anomalies densitat	-	No	No
Anomalies cobertura	-	No	No
Feixos arrencats	-	No	No
Macroalgues	-	No	No
Deixalles	-	Poc abundants	No
Fondejos	-	No	No
Observacions	-	En general, sediment molt groller amb grans ripples	

*la praderia està constituïda per un conjunt de taques o rodals, els límits de les quals no s'han pogut precisar. Només s'han visitat les taques de la zona més profunda.

**les clarianes corresponen a les zones no vegetades entre taques, més que no pas a fenòmens de degradació o erosió.

La praderia que anomenem “Norfeu Nord” se situa en una zona entre cala Canadell, la costa del Tabal i la punta del Lloar. En ser l’única praderia de la RNP de cap Norfeu, aquest any es va ampliar l’exploració feta el 2018, estenent-la una mica cap a cala Canadell i després fins a la costa del Tabal. Això ens ha permès confirmar l’existència de grans taques de posidònia, que en alguns punts arriben a formar una praderia contínua, mentre que a d’altres hi trobem extensions de mata i de sorra considerables, de granulometria variable i a vegades amb grans *ripples*. En algun punt la praderia baixa fins als 22,5-23 metres, amb un esglaó de mata de petites dimensions. El límit és net, i vàrem trobar algunes deixalles. Cal destacar l’existència de signes d’erosió recent a la mata, probablement causades pel temporal Glòria, però sense suposar una gran afectació.



Diagnosi Norfeu Nord

Estat	Bo/molt bo		
Síntomes de degradació	Nivell preocupació	de	Observacions
Praderia a taques grans i disperses	Nul		Aquesta estructura és totalment natural
Petites clapes de mata morta vora el límit profund	Lleu		

Platja de la Pelosa

Descripció: PELOSA			
	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	1,5-5	5-22	22
Morfologia	Taques/retallat		Retallat i net
Relleu	Acusat	Acusat a la part més soma, absent o lleu a la resta	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable		Regresiu
Clarianes (abundància)	Abundants*	Abundants**	Escasses
Clarianes (mida)	Mitjanes	Petita**	Petites
Clarianes (substrat)	Sorra	Mata	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	Sí **	No
Feixos arrencats	No	No	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	Escasses	Abundants***	No
Fondejos	Nombrosos (mort i cadena; s'han incorporat <i>boyarines</i> ¹)	Nombrosos (mort i cadena; s'han incorporat <i>boyarines</i>)****	No
Observacions	El límit superior s'apropa a la platja en els seus extrems E i W, i se'n allunya a la part central		-

*les clarianes corresponen a l'estructura a taques, i són gairebé totes de sorra. També hi trobem canals intermata.

a partir dels 6 m (zona central) o 8 m (zona E) la cobertura va disminuint i, passada una petita zona de transició, la praderia desapareix, **deixant pas a una gran extensió de mata morta, que s'estén fins els 16 m, on torna a aparèixer la praderia; aquesta gran clariana va ser causada per l'explosió d'una mina. Les observacions de la zona central corresponen a la franja més superficial, abans d'entrar a la gran clariana.

***ulleres de busseig, ampolles de plàstic, etc.

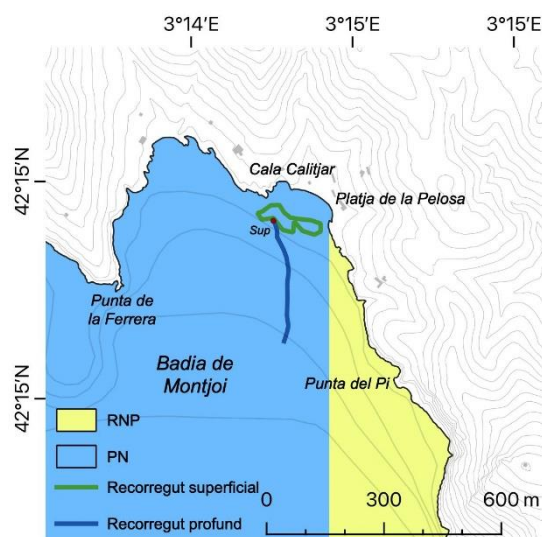
****a més dels funcionals, un grup de morts abandonats al mig de la gran clariana.

¹*Boyarín*, en castellà, fa referència a una petita boia o flotador que fan servir les arts de pesca o es col·loca a l'orinc de l'àncora; també s'utilitza per tal que les gasses d'un fondeig no s'enfoncin o perquè la cadena d'un mort no s'arrossegui pel fons. No hem trobat paraula equivalent en català.

La praderia situada vora la platja de la Pelosa, a la banda de llevant de la badia de Montjoi, és molt extensa, i de fet s'estén, sense discontinuïtats, fins a cala Calitjar, cala veïna pel costat de ponent, a fondàries que van dels 1-6 fins als 21-22 metres aproximadament.

La zona superficial, complexa, amb molt de relleu i irregular, no mostra canvis respecte del que es va observar el 2018, llevat d'una certa erosió als esglaons de mata i canals intermattes entre 3 i 6 metres de fondària. Aquesta erosió es manifesta tant a les parets verticals de les estructures esmentades, profundament excavades a la seva base, com a alguns punts de la praderia, amb rizomes desenterrats. Sembla raonable suposar que es tracta d'efectes del temporal Glòria. Aquests efectes, però, no han provocat l'esfondrament de les estructures, fet pel qual la repercussió negativa sobre les praderies d'aquesta zona sembla haver estat limitada.

La part més profunda tampoc ha patit canvis, i es manté sense recuperació aparent la gran clariana provocada, segons tots els indicis, per la detonació d'una mina a la zona el mes d'octubre de 2013. Enguany varem prosseguir el recorregut profund fins a trobar, cap als 16-17 metres de fondària, el final de la gran clariana, amb una franja de praderia que s'estén des d'aquesta profunditat fins als 22 metres, primer una mica esclarissada i després recuperant les característiques típiques d'una praderia profunda. Al mig de la clariana es troben uns pocs feixos dispersos i aïllats, fet que permet suposar que la recuperació serà extremadament lenta.



Diagnosi Pelosa

Estat	Moderat	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Gran extensió de mata morta, que s'estén des dels 6-8 metres fins als 18 metres	Moderat	La causa és amb gairebé total seguretat la detonació d'una mina. El fenomen sembla estabilitzat, i la recuperació de la zona pot trigar unes quantes dècades, pel capbaix
Deixalles abundants	Moderat	
Morts de ciment	Moderat	Grans morts de ciment amb cadenes, corresponents al camp de boies existent. S'han incorporat boyarines
Afectacions del temporal Glòria	Lleu	En termes quantitius, les afectacions són modestes

Cala Montjoi

Descripció: CALA MONTJOI			
	Límit superior*	Zona central*	Límit profund
Profunditat (m)	1,5-2	5-16	22,5
Morfologia	A taques/esglaó parcial		A taques
Relleu	Acusat	De moderat a acusat entre 5 i 6,5 m; absent a la resta	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable		Parcialment regressiu
Clarianes (abundància)	Escasses	Poc abundants	Abundants
Clarianes (mida)	Mitjanes	Mitjanes i grans	Petites
Clarianes (substrat)	Mata/sorra	Sediment gruixut	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No**	No***	No
Feixos arrencats	Abundants	Escassos	Escassos
Macroalgues	Sí (sobre mata)	No	<i>Caulerpa cylindracea</i> ****
Deixalles	Abundants	Escasses	No
Fondejos	Nombrosos (mort i cadena, als quals s'han incorporat <i>boyarines</i> ; alguns ecològics)	Nombrosos (mort i cadena; s'han incorporat <i>boyarines</i> ; alguns ecològics)	No
Observacions	Moltes clarianes a prop del límit, però la cobertura es recupera ràpidament dels 20 metres cap amunt		

*a la zona central de la cala hi ha un ampli canal de retorn sense vegetació.

**observacions d'erosió, d'excavació i d'enterrament.

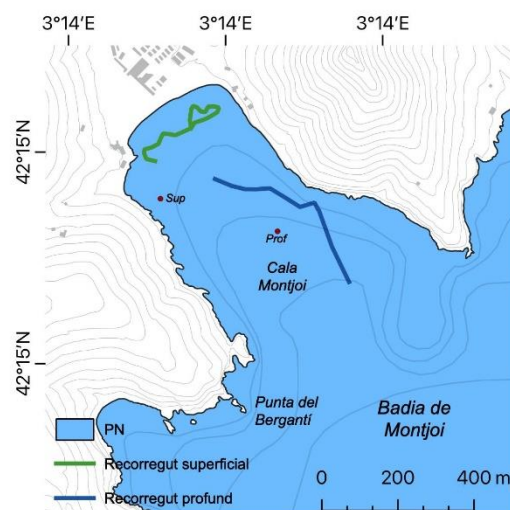
***en alguns marges de la gran clapa central (canal) es varen observar efectes erosius, amb descalçament parcial de la mata i feixos parcialment enterrats (** i *** segurament causats pel temporal Glòria).

****es va trobar una taca d'aquesta espècie invasora d'uns quants metres quadrats més enllà del límit, sobre mata i a l'alçada de les nostres barres número 8, 9 i 10.

La praderia de cala Montjoi és també força extensa. Comença bastant a prop de la platja, i va baixant en pendent suau fins als 22-23 metres. Ocupa la major part dels fons de la cala, llevat dels seus marges i d'una extensa zona central, com una mena de gran canal amb forma vagament triangular, amb el vèrtex cap a mar, entre la superfície i uns 10 metres de fondària. Aquest canal és, molt probablement, un canal de retorn d'aigües i sediments; es tractaria, per tant, d'un fenomen natural que existeix almenys des de finals dels anys noranta, i probablement molt més enrere.

Tant la part profunda com la superficial mantenen les característiques observades el 2018, amb dues excepcions importants: les afectacions del temporal Glòria i la presència de *Caulerpa cylindracea*. Pel que fa a les afectacions del Glòria, cal esmentar: (1) a alguns marges de la clapa o canal central, zones erosionades, rizomes parcialment desenterrats i alguns feixos enterrats; (2) a profunditats entre 3-4 i 6 metres, algunes de les estructures de relleu existents (cap a la part de ponent de la platja) havien estat erosionades en el seu front i excavades en la seva base; (3) a la part de llevant de la platja s'hi van trobar tant fulles blanques (indici que havien estat temps enterrades)

com zones erosionades i fins i tot alguns paquets de rizomes arrencats. Malgrat les evidències d'afectació, es considera que la superfície potencialment deteriorada pels efectes del temporal és relativament petita. D'altra banda, en una de les immersions prop del límit profund, concretament a l'alçada de les nostres barres 8, 9 i 10 (les tres més cap a la banda de la platja), vàrem detectar la presència de *Caulerpa cylindracea*, una espècie d'alga invasora, formant una taca d'uns quants metres quadrats sobre mata morta i més enllà del límit de la praderia. No se'n va trobar en les zones de posidònia viva prospectades.



Diagnosi Montjoi

Estat	Bo	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Alguns feixos arrancats	Lleu	
Algunes clarianes amb mata a zones intermèdies i somes	Lleu	
Morts de ciment grans amb cadena i boyarín . Altres morts més petits	Moderat	Corresponen al camp de boies (els grans) i a l'abalisament de zones de bany (els petits)
Límit profund parcialment regressiu i bastant esclarissat	Lleu	La regressió sembla de poca importància
Presència de l'alga invasora <i>Caulerpa cylindracea</i>	Lleu	No sembla afectar la praderia en si
Afectacions del temporal Glòria	Lleu	En termes quantitius, les afectacions són modestes

Avaluació quantitativa de les estacions

[Nota: no citem explícitament les taules d'estadística per alleugerir l'informe; el lector interessat les podrà trobar en annex]

Densitat

A les subestacions superficials, els valors de densitat obtinguts (taula 4, Figura 3, esquerra) són bastant variables, i difereixen significativament entre moltes de les estacions; en destaquen els valors extrems de Portlligat (389 ± 28 feixos m^{-2}) i de Pelosa (812 ± 28 feixos m^{-2}). A grans trets, podríem dir que les subestacions superficials més denses són Guillola, Pelosa i Rustella, i les menys denses Jugadora, Guillola-Jonquet i Portlligat.

Els valors de densitat de les subestacions profundes són més homogenis i inferiors als de les subestacions superficials (Figura 3, dreta). La major part està compresa entre 200 i 300 feixos/ m^2 . Les subestacions profundes no presenten diferències significatives entre elles, amb l'única excepció de Norfeu Nord, que, amb 382 ± 24 feixos m^{-2} , se situa per sobre de la resta.

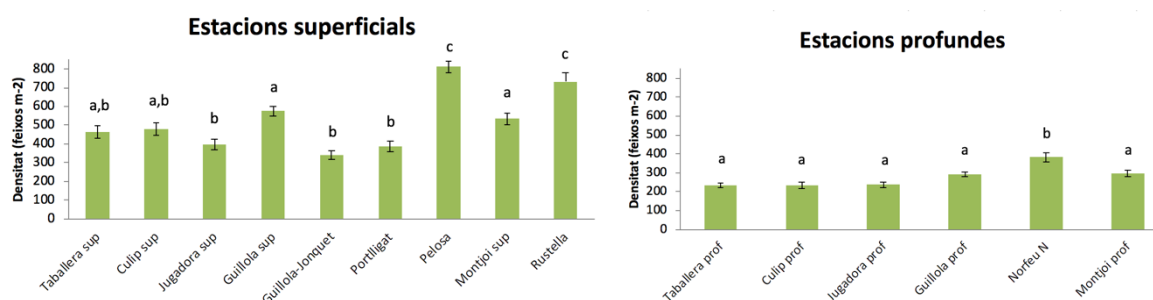


Figura 3. Densitat (en feixos m^{-2}) de les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada gràfic.

Cobertura

A grans trets, els patrons trobats a la densitat es repeteixen a la cobertura (taula 4, Figura 4), amb valors més grans i dispersos a superfície i més petits i homogenis al fons.

Els valors de les subestacions superficials van del 51 ± 3 % de Portlligat fins al 75 ± 3 % de Pelosa, que són les úniques dues que difereixen significativament de la resta, els valors de les quals se situen entre els dos esmentats.

Els valors de cobertura obtinguts per les subestacions profundes oscil·len entre el 30 ± 2 % (Jugadora) fins al 39 ± 1 % (Taballera), sense diferències significatives entre elles.

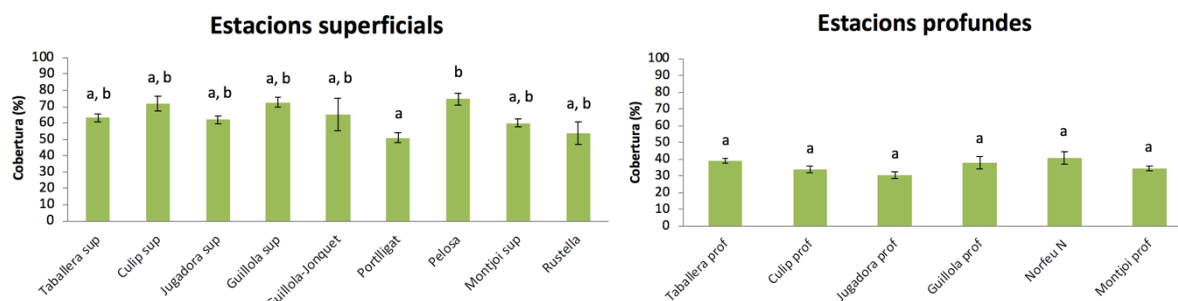


Figura 4. Cobertura (en %) de les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva cobertura. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada gràfic.

Enterrament dels feixos

Tots els valors mitjans d'enterrament obtinguts han estat positius (taula 4, Figura 5), el que indica que les plantes de les estacions prospectades estan majoritàriament descalçades, i que no es produeixen situacions de colgament majoritari dels feixos. Els valors de les subestacions superficials són força homogenis i la major part se situen entre els 4 i els 5 cm, i només ultrapassen aquest valor Taballera, Guillola-Jonquet i Rustella amb uns 6 cm d'enterrament mitjà. Les subestacions profundes presenten més variabilitat amb valors que se situen entre 4 cm a Culip i 7 cm a Jugadora.

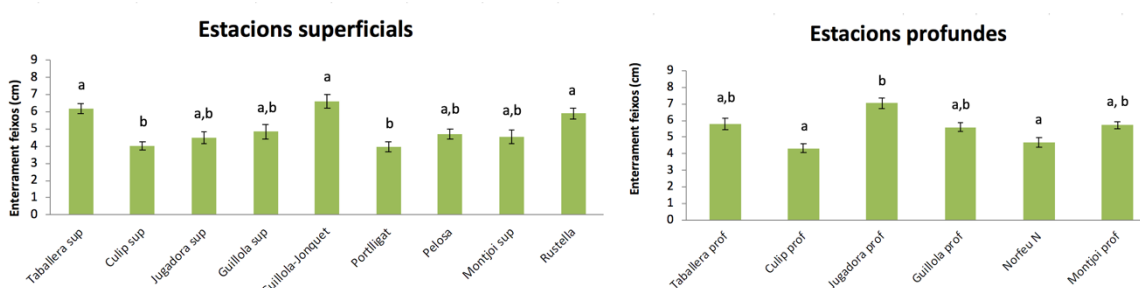


Figura 5. Enterrament dels feixos (en cm) de les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Cal recordar que l'enterrament positiu indica un descalçament dels feixos. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en el seu enterrament. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada gràfic.

Taula 4. Valors dels principals descriptors estudiats a les praderies de cap de Creus el 2020. Es presenten la mitjana ($\bar{y}$) i l'error estàndard (ES).

Subestació	Densitat (feixos/ m ²)		Cobertura (%)		Enterrament (cm)	
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES
Taballera sup	463	32	63	2	+6,2	0,3
Taballera prof	233	14	39	1	+5,8	0,3
Culip sup	479	32	72	4	+4,0	0,2
Culip prof	233	16	34	2	+4,3	0,3
Jugadora sup	397	28	62	2	+4,5	0,3
Jugadora prof	237	14	30	2	+7,0	0,3
Guillola sup	574	26	73	3	+4,8	0,4
Guillola prof	293	12	38	4	+5,6	0,3
Guillola-Jonquet	340	25	65	10	+6,6	0,4
Portlligat	389	28	51	3	+3,9	0,3
Norfeu N	382	24	41	4	+4,7	0,3
Pelosa	812	32	75	3	+4,7	0,3
Montjoi sup	534	32	60	3	+4,6	0,4
Montjoi prof	296	19	35	1	+5,7	0,2
Rustella	733	49	54	7	+5,9	0,3

Intensitat de floració

Les úniques subestacions que presentaren flors durant les campanyes varen ser Pelosa i Rustella, amb intensitats de floració del 0,5 i 6 % respectivament. Aquestes flors es trobaven en els primers estadis (petites i poc desenvolupades) i això ens porta a pensar que l'absència de flors a la resta no significa necessàriament que les praderies no hagin florit l'any 2020, sinó que la floració anava una mica endarrerida i que no havien tingut lloc encara en el moment de les nostres visites. Rustella i Pelosa varen ser visitades el 8 d'octubre de 2020, i les altres en dates anteriors.

Seguiment del límit profund

S'han valorat i comprovat les fites existents en els límits profunds de les estacions de cala Taballera, cala Culip, cala Jugadora, cala Guillola i cala Montjoi (taula 5). La cinètica dels límits pel període 2018-2020 és pràcticament estable (de fet, molt lleugerament regressiva: -2,7 cm de mitjana, és a dir -1,4 cm any⁻¹). Pel conjunt del seguiment (2014-2020), aquesta mitjana és de -6,1 cm (-1,0 cm any⁻¹). Donat que hi ha estacions estables, d'altres que avancen i d'altres que retrocedeixen, la diagnosi global és d'estabilitat. A aquesta diagnosi global cal afegir dues consideracions: primera, que en períodes anteriors a 2014, i que situem aproximadament entre 2007 (en un cas 1998) i 2014, es van produir regressions força més importants, almenys a les

estacions on tenim dades antigues (Culip, Jugadora, Montjoi); segona, que hi ha una estació (Jugadora) on sembla que la regressió antiga ha continuat, almenys fins el 2018, si bé és cert que alentida (vegeu, però, la nota a peu de la taula 5 sobre la praderia de cala Jugadora). Caldrà restar amatents a l'evolució d'aquesta praderia en els anys vinents.

Taula 5. Resum de l'estat i de la fitació dels límits profunds estudiats a cap de Creus. S'esmenta la fondària de les fites, l'any o anys de fitació i el nombre de barres o fites, els canvis nets en els diferents períodes de temps i el canvi acumulat durant tot el seguiment (2014-2020). Els canvis positius corresponen a progressió, els negatius a regressió.

Estació	Fondària (m)	Fitació (any)	Canvi net anterior a 2014 (cm)	Canvi net 2014-2016 (cm)	Canvi net 2016-2018 (cm)	Canvi net 2018-2020 (cm)	Canvi acumulat 2014-2020 (cm)
Taballera	15-19	2016 (9 barres, una de perduda el 2020)	Sense dades	Sense dades	+ 2 (8 barres)	+4	+6
Culip	23-24	1998 (límit profund, 10 barres; 5 descartades el 2018) 2007 (límit lateral ¹ , 5 barres) 2018 (límit profund 6 barres)	- 210 (5 barres)		0 (4 barres)	+3,3	Proper a zero
Jugadora	19-21	2007 (5 barres; una de perduda el 2016) 2018 (6 barres)	- 33 (5 barres)	-3 (4 barres)	-25	-10 ²	-38
Guillola	21-22	2014 (5 barres) 2018 (1 barra)	sense dades	-4	0 (4 barres)	-5	-9
Montjoi	22-23	2007 (5 barres) 2018 (5 barres)	-60	+2	+11	-6	+8

¹No es fa seguiment del límit lateral.

²Aquest valor és dubtós, i està molt influït per les barres velles. Val a dir que el mètode perd precisió quan les fites estan molt lluny del límit, com és el cas. Si tenim en compte només les noves barres, molt més precises, la regressió baixa a -0,8 cm.

Macrofauna associada

En general s'ha trobat una baixa abundància de garotes i només s'han pogut comptar a les subestacions superficials de Taballera ($3,8 \pm 0,9$ individus m^{-2}) i Culip ($1,3 \pm 1,1$ individus m^{-2}). En algunes subestacions (particularment, a Guillola superfície), s'han trobat nombroses closques de garotes mortes. Alhora, no s'ha trobat cap holotúria a dins dels quadrats de mostreig.

Les poblacions de nacres

En el conjunt d'observacions fetes a les aigües de cap de Creus, només s'ha observat un únic exemplar de nacra viva. Aquesta observació es va produir a Norfeu N, amb un exemplar de 30 cm d'alçada total. Val a dir que el 2016 vàrem trobar, en total, 107 individus als transsectes, i que el 2018 la xifra es va reduir a 9. Tenint en compte que, enguany, la superfície explorada ha estat

probablement més gran que la dels anys anteriors, hom pot fer-se una idea de la davallada extrema que han patit les poblacions.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Avaluació qualitativa de les estacions

Cala Montgó

Descripció: CALA MONTGÓ			
	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	5-9*	8-16	16-18
Morfologia	Rectilini/esglaió/a taques		Retallat/a taques
Relleu	Escàs	Escàs	Escàs
Altres espècies	No		
Tipologia	Regressiu**		Estable/regressiu
Clarianes (abundància)	Abundants	Escasses/abundants****	Abundants
Clarianes (mida)	Mitjanes	Grans/mitjanes****	Petites
Clarianes (substrat)	Mata	Sorra/mata	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	No	No
Feixos arrencats	No	No	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	Abundants	No	No
Fondejos	Nombrosos (mort i cadena amb <i>boyarín</i> ***)	Nombrosos (mort i cadena amb <i>boyarín</i>)	No
Observacions			

*el límit superficial és més profund en la part central de la platja i més som als laterals.

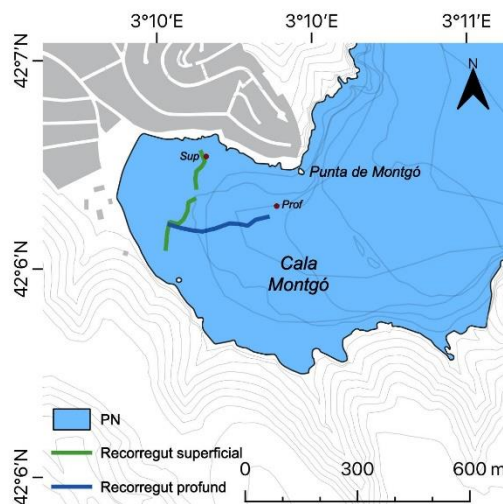
**gran heterogeneïtat. És freqüent trobar mata morta abundant entre el límit i la platja. En alguns punts és net i estable, o està barrejat amb rocs i blocs.

***alguns de la zona de bany sense *boyarín*.

****s'observa una gran clariana a la part central de la praderia, a profunditats entre 16 i 13 metres. A part, s'observen altres clarianes de mida variable entre 12 i 9 metres.

La praderia de cala Montgó, situada al sud de l'Escala, és extensa i irregular. No s'han detectat gaires diferències respecte de les observacions del 2018. Pel que fa al límit profund, es manté cap als 16-18 metres de fondària, molt esclarissat i irregular, amb molt poca presència de mata més enllà. A la part central cal destacar una clapa molt gran de sorra, sense restes de mata aparents, a fondàries compreses entre 12 i 16 metres, encara que variant segons el punt exacte. Aquesta clapa ja es va observar el 2018.

La zona més soma sembla haver patit una regressió important, molt probablement recent (10 anys enrera, potser) segons les fotografies disponibles a *Google Earth*. Aquesta regressió no sembla haver-se ampliat, encara que les nostres observacions no són més que aproximades. Els fondejos (morts de ciment amb cadenes) són nombrosos. Enguany hem comprovat que als trens de fondeig se'ls hi havien afegit *boyarines*, encara que vàrem trobar alguna de les boies de la zona de bany sense.



Diagnosi cala Montgó

Estat	Moderat	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Grans zones de mata morta a la part superficial	Moderat	Regressió relativament recent, però d'abans del seguiment (10 anys?)
Clarianes amb mata a fondàries intermèdies	Lleu	
Gran clariana amb sorra	Lleu	Probablement d'origen natural
Límit profund amb nombroses clarianes	Moderat	
Morts de ciment	Moderat	Morts d'abalissament de la zona de bany i grans morts del camp de boies

Cala Pedrosa

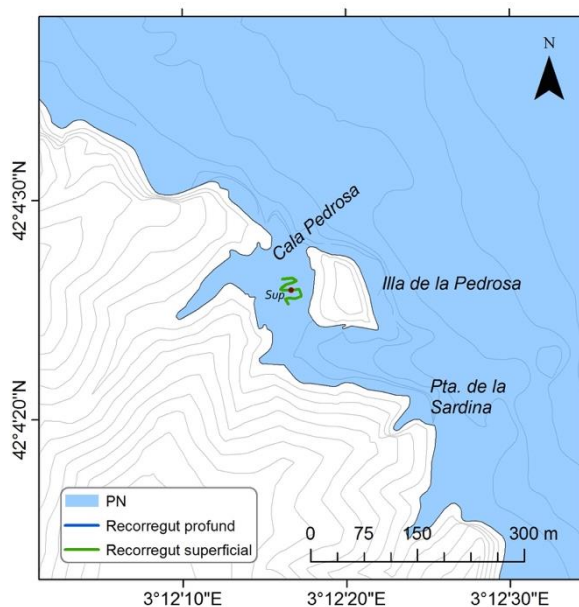
Pradera: CALA PEDROSA*			
	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	5	5-8	8
Morfologia	Retallat/ondulat**		Net
Relleu	No	No	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable		Estable
Clarianes (abundància)	Escasses		Abundants*
Clarianes (mida)	Petites		Petites/mitjanes
Clarianes (substrat)	Pedra		Pedra/mata
Anomalies densitat	No		No
Anomalies cobertura	No***		Sí*
Feixos arrencats	No		No
Macroalgues	No		No
Deixalles	Escasses		No
Fondejos	Ecològics		Ecològics
Observacions			

*la praderia és molt petita, encaixada entre roques. Al substrat hi trobem rocs i petits blocs, el que li dona a la cobertura una irregularitat considerable, amb nombroses clarianes de mida petita.

**en contacte amb la roca.

***llevat de les causades per la presència de blocs.

La praderia de cala Pedrosa, de petites dimensions, té com a principal característica diferencial el seu substrat pedregós. No s'han observat canvis respecte a l'última visita. Enguany s'ha fet un sistema de fondeig ecològic, que caldrà veure quins resultats dona.



Diagnosi Cala Pedrosa		
Estat:	Bo/molt bo	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Praderia de petites dimensions	Nul	Causes naturals
Clapes sense planta	Nul	Causades per l'abundància de pedres
Rodals de mata morta	Lleu	Poc importants

Illes Medes: Meda Gran 1 i 2 i Meda Petita

Descripció: ILLES MEDES - MEDA PETITA			
	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	4,5-7	7-16	16
Morfologia	Mosaic*		Ondulat
Relleu	No**	Lleu	No
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable		Regressiu***
Clarianes (abundància)	No	Escasses	Escasses
Clarianes (mida)	-	Mitjanes i petites	Petites
Clarianes (substrat)	-	Mata/cascall	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	No	No
Feixos arrencats	No	No	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	No	Escasses	No****
Fondejos ¹	No	Mort de ciment	Tres morts*****
Observacions			

¹fondejos ecològics de caragol amb cap a la zona.

*la praderia acaba en contacte amb la roca, amb petites taques de plantes entre pedres.

**una estructura circular "marmita de gegant"; a les seves parets signes d'una erosió recent.

***la mata s'estén fins a més de 20 metres de fondària en alguns punts.

****però un bidó metàl·lic més enllà del límit.

*****tres grans morts, un fora de la praderia, un altre una mica dins i un tercer just en el límit.

Descripció: ILLES MEDES - MEDA GRAN (Freuetó a Estació 1)			
	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	2-5	5-14	14,5-16****
Morfologia	Mosaic*		Taques
Relleu	Un petit esglaó	No	No****
Altres espècies	No		
Tipologia	Estable/regressiu		Regressiu (zona SE)/estable (zona NW)
Clarianes (abundància)	Abundants	Escasses	Abundants
Clarianes (mida)	Mitjanes i grans	Petites ***	Mitjanes i grans
Clarianes (substrat)	Mata/sorra	Mata	Mata/sorra
Anomalies densitat	No**	No	No
Anomalies cobertura	No	Sí	Sí
Feixos arrencats	No	No	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	No	Abundants	Escasses
Fondejos ¹	No	No	No
Observacions			

¹Nombrosos fondejos ecològics de caragol amb cap.

*roca, sorra, posidònia i mata.

**alguns feixos enterrats.

***llevat d'una gran clariana que es va obrir a mitjans del 90; vegeu text.

****petit esglaó a una bona part del límit profund (d'uns 40 cm), probablement creat pel temporal Glòria.

Descripció: ILLES MEDES - MEDA GRAN (Estació 1 a Estació 2)

	Límit superior	Zona central	Límit profund
Profunditat (m)	2-5	6-15	15
Morfologia	Mosaic*		ondulat
Relleu	No	Acusat****	No (zona SE)/petit esglaó 60 cm zona central/esglaó més de 2 m zona NW
Altres espècies	No		
Tipologia	Regressiu		Estable/progressiu
Clarianes (abundància)	Abundants**	Escasses	Escasses (alguns canals intermates zona NW)
Clarianes (mida)	Mitjanes i grans	Petites	Petites
Clarianes (substrat)	Mata/sorra	Mata/sorra	Mata
Anomalies densitat	No	No	No
Anomalies cobertura	No	No	No
Feixos arrencats	No	No	No
Macroalgues	No	No	No
Deixalles	Abundants***	Escasses	Escasses
Fondejos ¹	No	Dos morts*****	Un mort
Observacions			

¹Nombrosos fondejos ecològics de caragol amb cap.

*sorra, mata i posidònia; una mica de roca i pedres a l'extrem NW.

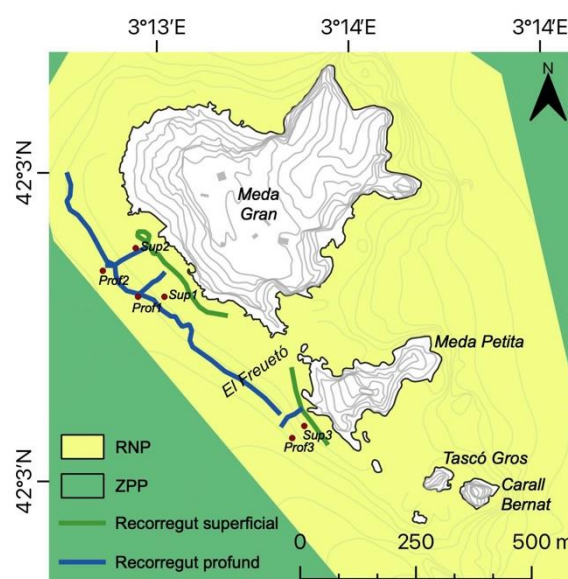
**algunes zones mostraven símptomes d'erosió recent, probablement a causa del temporal Glòria.

***ulleres i tubs de busseig, ampolles de plàstic, etc.

****un gran esglaó (13 m de fondària a la base, 10 metres a la part de dalt) i una "marmita de gegant" (estructura erosiva en forma circular) a prop de la superfície.

*****junts, corresponen a la boia d'embarcacions per fer snorkel, dins la marmita de gegant.

La praderia de les illes Medes se situa a la seva cara que mira al SW, és a dir, cap a la platja de Pals, i s'estén en paral·lel a les illes des de la Meda Petita fins a l'extrem de la Meda Gran; té una superfície que supera les 8 ha. Per abastar-la hem fet un recorregut profund longitudinal seguint el límit inferior, tres recorreguts transversals del límit superficial al profund (un a cada una de les tres estacions de seguiment) i diversos recorreguts superficials.



(a) El límit profund

No s'han detectat canvis en el límit profund respecte del 2018. En una inspecció el febrer de 2020 es va poder comprovar que el temporal Glòria havia enterrat parcialment alguna de les parts profundes, però això, pel que vàrem veure, no s'ha traduït en una mortalitat important. El Glòria també sembla haver creat alguns petits esglaons, cap a la zona del Freuetó o a l'alçada de l'embarcador, o ampliat altres ja existents (extrem NW de la praderia), però sense conseqüències negatives evidents.

(b) La part central

No hem detectat canvis en cap de les parts centrals de la praderia visitades.

(c) El límit superficial

El límit superficial és molt complex i heterogeni, fet que fa més difícil apreciar canvis. El que si s'ha vist clarament és tot un seguit d'afectacions pel temporal Glòria, com ara evidències d'erosió recent a estructures de relleu o zones de mata morta o enterrament de feixos a la zona central superficial de la Meda Gran. Fa de mal dir les superfícies que poden haver estat perdudes, que en tot cas no semblen de gran magnitud.

Diagnosi Illes Medes		
Estat:	Bo	
Síntomes de degradació	Nivell de preocupació	Observacions
Presència de mata morta a la part superficial	Lleu	L'extensió de mata morta pot haver-se incrementat lleugerament a conseqüència del Glòria
Clarianes amb mata a fondàries intermèdies	Lleu	
Gran clariana amb sorra que travessa la praderia	Nul	Probablement d'origen natural
Gran clariana de mata entre 10 i 12 metres	Moderat	Oberta per causes desconegudes a finals dels anys 90, sembla estabilitzada
Regressió important del límit profund pel cantó de la Meda Petita	Lleu	Aquesta regressió semblava moderadament activa, almenys ho era en 2014-2016; actualment sembla estabilitzada
Deixalles abundants	Lleu	
Morts de ciment	Lleu	Resten alguns grans morts de ciment sobre la praderia (Meda Petita, embarcador)
Alguns fondejos ecològics tenen la boia trencada i s'han enfonsat; el cap malmet les plantes veïnes	Lleu	Cal un bon manteniment dels camps de boies; això sembla estar en procés de millora

Avaluació quantitativa de les estacions

[Nota: no citem explícitament les taules d'estadística per alleugerir l'informe; el lector interessat les podrà trobar en annex]

Densitat

Les densitats a les subestacions superficials (taula 6, Figura 6 esquerra) estan al voltant dels 600 feixos m^{-2} , sense diferències significatives entre elles, llevat el cas de la Meda Petita, una mica inferior a la resta (454 ± 24 feixos m^{-2}), encara que cal recordar que la subestació superficial de la Meda Petita és a 7 metres de fondària, i no a 5 com les altres. A les subestacions profundes (Figura 6, dreta) els valors són clarament menors i més homogenis que a les superficials, i van dels 170 ± 19 feixos m^{-2} (Meda Gran 1) i els 268 ± 24 feixos m^{-2} (Montgó), sense diferències estadístiques entre ells.

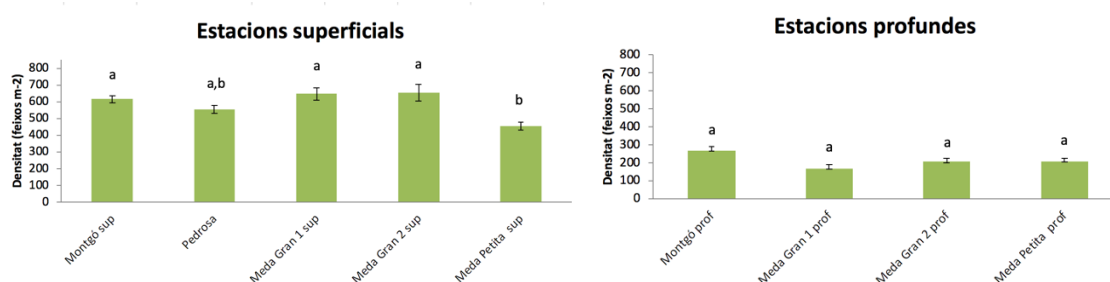


Figura 6. Densitat (en feixos m^{-2}) de les subestacions superficials i profundes de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada gràfic.

Cobertura

Els valors de cobertura de les subestacions superficials són molt homogenis (taula 6, Figura 7, esquerra) i varien entre el $62 \pm 4\%$ (Meda Gran 2) i el $76 \pm 3\%$ (Montgó), sense diferències significatives entre ells. A les subestacions profundes (Figura 7, dreta) la cobertura és clarament inferior a la de les superficials, amb poca variabilitat, entre 28 i 39 % (a Meda Petita i Meda Gran 1, respectivament).

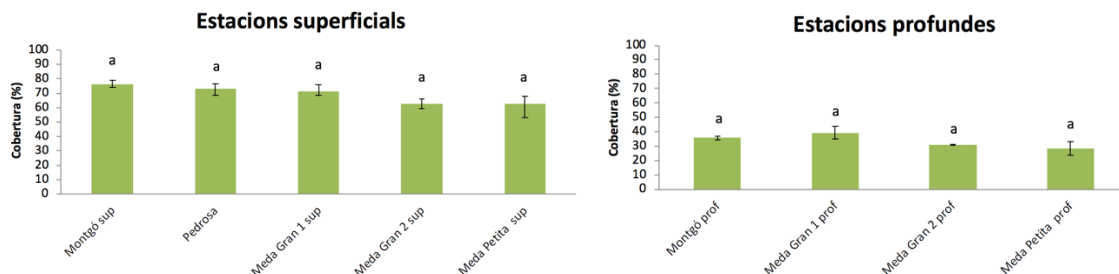


Figura 7. Cobertura (en %) de les subestacions superficials i profundes de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva cobertura. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada gràfic.

Enterrament dels feixos

L'enterrament és sempre, almenys en valors mitjans, positiu, indicant per tant que hi ha un cert grau de descalçament. En les subestacions superficials, l'enterrament és significativament més baix a la zona de la costa del Montgrí (2,2 -2,9 cm) que a la de les illes Medes (4,9-5,3 cm). Això es veu menys clar a les subestacions profundes, amb Montgó i Meda Petita amb els valors més baixos (3,7-4,1 cm) mentre que les estacions de la Meda Gran presenten valors significativament diferents i superiors (5,1 i 5,6 cm).

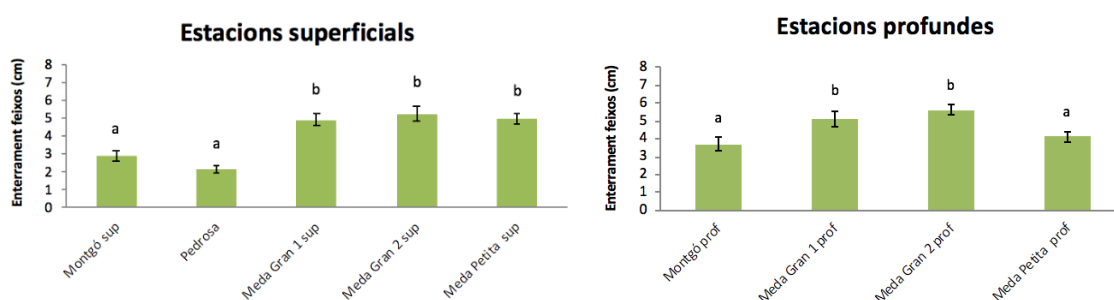


Figura 8. Enterrament dels feixos (en cm) de les subestacions superficials i profundes de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Cal recordar que l'enterrament positiu indica un descalçament dels feixos. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en el seu enterrament. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada gràfic.

Taula 6. Valors dels principals descriptors estudiats a les praderies a la zona de Montgrí-Medes el 2020. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

Subestació	Densitat (feixos/ m ²)		Cobertura (%)		Enterrament (cm)	
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES
Montgó sup	616	21	76	3	+2,9	0,3
Montgó prof	268	24	36	1	+3,7	0,4
Pedrosa	555	25	73	4	+2,2	0,3
Meda Gran 1 sup	646	36	71	5	+4,9	0,2
Meda Gran 1 prof	170	19	39	4	+5,1	0,4
Meda Gran 2 sup	654	48	62	4	+5,3	0,3
Meda Gran 2 prof	207	18	31	1	+5,6	0,3
Meda Petita sup	454	24	63	5	+5,0	0,2
Meda Petita prof	211	15	28	5	+4,1	0,3

Intensitat de floració

No es va observar floració a les estacions del Montgrí i Medes durant les campanyes. L'absència de flors no significa necessàriament que les praderies no hagin florit l'any 2020, sinó que potser no ho havien fet encara quan vàrem visitar l'estació, cap a la tercera setmana de setembre. Com s'explica a la introducció, la floració de *P. oceanica* és molt heterogènia en l'espai i en el temps.

Seguiment del límit profund

S'han valorat els límits profunds de totes les estacions de les illes Medes i de la costa del Montgrí, llevat la de cala Pedrosa, per la seva reduïda extensió; és a dir, un total de 4 estacions (taula 7), de les quals presentem dues juntes per la seva proximitat (Meda Gran 1 i Meda Gran 2; de fet, les fites d'aquestes dues enllacen una amb l'altra). La situació global és bastant heterogènia, amb progressions i regressions.

A cala Montgó trobem una evolució similar a l'explicada per els límits profunds de les praderies de cap de Creus, és a dir, una regressió relativament important en el període 2007-2014 (-50 cm) i una estabilització pel període del seguiment (2014-2020), sobretot cap al final.

A les illes Medes, una de les estacions (Meda Petita) presenta una tendència clarament regressiva, tendència que sembla haver-se aturat enguany. En aquesta estació teníem constància d'un retrocés important del límit profund entre 1987 i 2014, d'un o més metres lineals. Quan es va fitar l'estació pel seguiment (2014), es va poder comprovar que la regressió continuava en el període 2014-2016 (més d'un metre perdut), però sembla haver-se aturat el 2018, i haver-se iniciat una certa recuperació el 2020. Les altres dues estacions (Meda Gran 1 i 2), al contrari, semblen estar en un lent procés de progressió, modest però mantingut en el temps.

Taula 7. Resum dels resultats de la fitació dels límits profunds estudiats al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. S'esmenta la fondària de les fites, l'any o anys de fitació i el nombre de barres o fites, els canvis nets en els diferents períodes de temps i el canvi acumulat durant tot el seguiment (2014-2020). Els canvis positius corresponen a progressió, els negatius a regressió.

Estació	Fondària (m)	Fitació (any)	Canvi net anterior a 2014 (cm)	Canvi net 2014-2016 (cm)	Canvi net 2016-2018 (cm)	Canvi net 2018-2020 (cm)	Canvi acumulat 2014-2020 (cm)
Montgó	17-18	2007 (5 barres) 2018 (6 barres)	-50 (4 barres)	-9 (1 barra)	0 (3 barres)	-1,6 (5 barres)	-10,6
Meda Petita	16-17	2014 (5 barres)	Sense dades ¹	-126 (4 barres)	+4	+29 ²	-93
Meda Gran 1 i 2	14-15	2007 (5 barres) 2014 (10 barres)	+13 ³	+11	+3 (13 barres)	+14	+28

¹Es van instal·lar unes fites de ciment el 1987, però no s'han pogut retrobar. Ara bé, les dades de geolocalitzacions i la presència de mata morta permeten suposar una regressió, de 1987 ençà, de, probablement, uns quants metres.

²Aquesta progressió sembla exagerada. Cal recordar que el mètode perd precisió quan les fites estan molt lluny del límit, com és el cas.

³Tenim evidències de què el límit s'ha mantingut pràcticament constant de 1982 fins el 2007.

Macrofauna associada

A les estacions de les illes Medes no trobem cap garota mentre que a la praderia de Montgó (subestació superficial) hi trobem $2 \pm 0,7$ individus m^2 . Pel que fa a les poblacions de garotes de la praderia de Cala Pedrosa, que destacaven en anys anteriors per la seva abundància, enguany s'ha observat una davallada molt important, i totes les garotes trobades dins dels quadrats de mostreig estaven mortes ($1,25 \pm 0,8$ individus m^2) o moribundes. A part dels quadrats, vàrem examinar amb un cert detall la praderia, i vàrem trobar una gran abundància de closques, així com un cert nombre d'individus afectats i en bastant mal estat, tot i que també es van observar alguns individus sans. No sabem les causes exactes d'aquesta mortalitat, però als individus afectats era evident la presència de lesions, amb zones sense punxes, fet que indica la infecció per un patògen (bacteri) ben coneguda en altres zones del Mediterrani i del món; es coneix com a 'malaltia de la garota calba' (*bald sea urchin disease*) (Boudouresque and Verlaque, 2013).

Respecte a les holotúries, en trobem només a la praderia de Montgó superficial i en baixes densitats ($0,6 \pm 0,8$ individus m^2)

Les poblacions de nacres

L'any 2018 van ser observats 3 individus vius a la praderia de les illes Medes. Enguany no s'ha trobat cap individu viu, ni a les illes Medes ni a la costa del Montgrí.

Discussió

Les campanyes dutes a terme el 2020 mostren que les praderies de *P. oceanica* del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, en general i considerades globalment, mostren un bon estat, encara que no òptim en la majoria dels casos. Sense entrar en els detalls que s'exposaran en l'anàlisi més detallada que farem en els apartats següents, val a dir que, també globalment, la diagnosi és d'estabilitat, és a dir, de manteniment dels valors dels descriptors i de la qualitat global, i no s'aprecien patrons de canvi comuns a ambdós espais ni comuns a les estacions a dins d'un d'ells. La variabilitat entre estacions o subestacions és important, però no sembla associada a activitats humanes. Ara bé, al costat d'aquesta visió moderadament optimista pel que fa a les praderies, tenim una visió oposada en el que es refereix a les nacres. La mortalitat de nacres en el període 2016-2018 va ser aclaparadora, i aquesta mortalitat ha continuat entre el 2018 i 2020, fins al punt que, després d'un munt d'hores d'aigua, només s'ha trobat un individu viu (Norfeu, cap de Creus). Aquest fet, malauradament, no era inesperat, donada la mortalitat observada arreu la Mediterrània occidental (Caballenas-Reboredo *et al.*, 2019). A continuació analitzem amb més detalls tots aquests aspectes.

Aspectes metodològics

En conjunt, la realització de les campanyes i les dades obtingudes han mostrat que el disseny emprat, un cop incloses les campanyes qualitatives el 2018 i la substitució dels transectes de nacres per observacions associades a totes les immersions, està ben optimitzat.

Estacions de mostreig

En funció dels recursos (temps i esforç) disponibles, es considera que la selecció de les estacions és òptima. L'elecció de dues profunditats fixes (subestacions) ja va clarificar en el seu moment la interpretació dels resultats, tot fent més entenedora la comparació entre estacions, per exemple per tal d'obtenir conclusions amb base estadística sobre els efectes de l'activitat humana. Pel que fa a Montgrí-Medes, totes les praderies estan adientment mostrejades, i per tant les dades proporcionen una visió molt completa de l'ecosistema a l'espai protegit. Pel que fa a cap de Creus, i degut tant a la seva major extensió com a la dispersió de praderies en almenys una trentena de cales, el que s'ha fet ha estat estudiar una mostra, que no abasta la totalitat de l'ecosistema a l'espai protegit, però que entenem prou representativa. Com ja s'ha explicat, enguany s'han afegit dues subestacions superficials, en disposar del temps guanyat gràcies a la simplificació del recompte de nacres. En qualsevol cas, les estacions visitades ofereixen un bon ventall de tipus de praderies, de graus de freqüentació i de distàncies als nuclis urbans o a les bases nàutiques, i estan situades a àrees amb diferents figures de protecció. De cara al futur, seria probablement desitjable afegir alguna subestació profunda (per exemple a Pelosa), i potser duplicar l'estació de Portlligat, encara que això demanaria més temps i esforç, i per tant un increment pressupostari.

Per contra, i després d'una exploració més acurada i completa, desistim de la nostra opinió de prescindir de l'estació de Norfeu Nord, ja que, a més d'estar situada a una Reserva Natural Parcial, sembla una praderia prou extensa i interessant. També caldrà, en funció de com quedi el PRUG, actualment en elaboració, afegir algunes estacions objecte d'una futura regulació de fondejos. Respecte d'això, l'ideal fora que es prenguessin dades abans del desplegament de les regulacions, si s'arriben a aplicar a cales sense dades. Sigui com sigui, cal remarcar la importància de fer sempre les mesures als mateixos punts i profunditats per tal de poder detectar possibles canvis al llarg del temps.

Descriptors de l'estat de les praderies

Els tres descriptors de més utilitat, tant pels resultats obtinguts com pel que s'indica a la bibliografia (Pergent *et al.*, 1995; Boudouresque *et al.*, 2006), són la densitat, la cobertura i la cinètica del límit profund (fites), als que caldria afegir l'estudi de les poblacions de nacs (si un dia torna a haver-hi) i, en cas de trobar-ne, altres elements rellevants de la macrofauna (per exemple, garotes). Pel que fa a l'enterrament dels feixos, encara que no s'ha determinat una clara relació amb possibles impactes humans, pot aportar informació sobre la vulnerabilitat dels herbeis a pertorbacions mecàniques, com ara el fondeig o temporals (Francour *et al.*, 1999) i, especialment enguany, una idea dels efectes del temporal Glòria. Els descriptors qualitatius han afegit una visió més estesa en l'espai, que complementa i reforça la visió quantitativa. Per tant, en conjunt, la conclusió és que l'aproximació metodològica és òptima sota un enfocament de cost-benefici.

Metodologia de camp

El concepte de densitat va ser introduït per l'escola francesa a mitjans dels anys setanta (Giraud, 1977), i millorat i matisat per treballs posteriors (Pergent *et al.* 1995). Aquest concepte va ser completat amb el de cobertura pel nostre equip (Romero, 1986), i en l'actualitat ambdues variables són utilitzades rutinàriament en programes d'avaluació i vigilància de tota mena (Pergent-Martini *et al.*, 2005; Boudouresque *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2007; Martínez-Crego *et al.*, 2008), fins al punt que s'han convertit en estàndards internacionals. Malgrat tot, és essencial definir curosament el protocol de mesura d'aquests dos descriptors, especialment en programes de seguiment a llarg termini, per tal que les dades d'un any a l'altre siguin comparables, amb independència de l'equip que executi les feines. Per exemple, és una llàstima i un malbaratament de recursos que les dades obtingudes en seguiments anteriors (Pozo *et al.*, 2009 i 2011) no siguin comparables a les nostres, probablement per manca d'uniformitat metodològica. En el present informe, ens hem esforçat a donar el màxim de detalls sobre la metodologia emprada, per tal que sigui reproduïble en el futur. El nombre de rèpliques utilitzades per la densitat ($n=10$), és suficient, ja que dona errors estàndard de menys del 20% de la mitjana en tots els casos, tal com es recomana (Pergent *et al.* 1995), i de fet gairebé sempre de menys del 10%. El nombre de rèpliques per la cobertura ($n=3$) pot semblar una mica reduït, però cal recordar que cada dada rèplica prové d'un total de 80 observacions, i també es compleix la condició d'estimacions d'errors de menys del 20% de la mitjana (i també del 10%, llevat d'un parell d'excepcions).

Valoració de l'estat actual de les praderies

En primer lloc, cal deixar ben clar que la cinètica del límit (canvis en l'extensió), la cobertura i la densitat no constitueixen, per si soles, variables sobre les quals fonamentar un criteri unívoc per la diagnosi de l'estat de salut de les praderies, sinó, més aviat, mesures de l'abundància fetes a tres escales d'observació diferents. Sobre aquesta abundància poden influir molts factors, entre ells els relacionats amb l'activitat humana, però també causes naturals; uns i altres són difícils de destriar. Així, d'una banda, és innegable que el deteriorament de les praderies comportaria una disminució de l'abundància de les plantes, en una o més de les tres escales esmentades, pel qual la informació que ens proporcionen aquestes tres mesures ens és molt útil per detectar possibles situacions de risc. Ara bé, d'altra banda, cal una mica de prudència a l'hora d'interpretar les dades i tenir en compte els possibles fenòmens naturals que també poden influir sobre aquests descriptors, i entendre bé les escales de temps a les que es produeixen els canvis.

Tenint presents les precaucions expressades, en aquest apartat intentarem dur a terme una valoració de l'estat de les praderies de cap de Creus i de Montgrí-Medes, primer respecte dels valors de referència definits en anys anteriors, i després analitzant la seva evolució temporal pel període 2014-2020. La valoració es completarà amb les dades obtingudes de les exploracions qualitatives.

Valors de referència

Entenem per valors de referència els valors de densitat i cobertura que s'esperarien obtenir en praderies en estat de conservació òptim. El concepte és molt senzill d'entendre, però la seva aplicació porta uns certs problemes, relacionats amb la forta variabilitat natural d'aquests dos descriptors. Aquesta variabilitat està associada a factors que van de l'escala local (com ara la fondària o el tipus de sediment) a l'escala regional (per exemple, la transparència de l'aigua o la temperatura). Cal per tant, ser molt curosos amb l'elecció dels valors de referència, ja que una atribució errònia pot portar a diagnosi igualment errònies i, encara pitjor, a decisions de gestió que poden resultar tant excessives com insuficients. El que exposem a continuació és gairebé idèntic al que ja va ser exposat als informes anteriors (Romero *et al.*, 2014; Romero *et al.*, 2016; Romero *et al.*, 2018). Malgrat això, creiem oportú repetir-ho, per la importància del tema en la diagnosi dels espais protegits.

En el cas del present treball, el fet d'haver fixat dues profunditats ja ajuda a tenir en compte la variabilitat associada a la fondària, i proposem per tant uns valors de referència específics per a cadascuna de les dues fondàries (5 i 15 metres) a les que hem treballat. Ara bé, com no existeixen uns valors de referència normalitzats i acceptats, hem provat d'obtenir-los seguint diverses metodologies i criteris, per després contrastar els resultats i arribar a una proposta raonable. Els procediments es descriuen a continuació.

- a) **Utilització dels valors proposats per Pergent *et al.* (1995).** Aquests autors es basen en un recull ampli de dades de gran abast geogràfic (el conjunt de la Mediterrània), i separen praderies antropitzades de les no antropitzades, tot utilitzant una expressió logarítmica per relacionar densitat i fondària. Hem agafat els valors de les praderies no antropitzades per les fondàries de 5 i 15 metres. Aquest procediment té com a punts forts el fet de partir d'una base de dades prou completa, i un bon tractament estadístic, i com a punts febles la manca d'especificitat per un entorn geogràfic precís com el nostre, així com una certa dispersió metodològica, ja que les dades tenen procedències molt diverses. Només inclou dades de densitat, no de cobertura.
- b) **Dades de la costa catalana - Directiva Marc de l'Aigua.** Durant els anys 2004-2010, l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) va posar en funcionament unes xarxes de control, sota el mandat de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA). Una d'elles utilitzava *P. oceanica* com espècie indicadora (Roca *et al.*, 2015), el que fa que es disposi d'una bona base de dades de densitats i cobertures. D'aquesta base de dades (Romero *et al.*, 2010), hem pres els valors de densitat i cobertura dels tres últims anys disponibles, i n'hem extret els corresponents a les tres estacions amb valors més alts de densitat o de cobertura, seguint una metodologia acceptada en la implementació de la DMA. Aquest procediment té com a punts forts una molt major coherència geogràfica que en el procediment (a), així com la total comparabilitat metodològica (ja que les dades varen ser preses pel nostre mateix equip). Té com a punt feble el fet que, malgrat que la base de dades és àmplia, no estem totalment segurs de què les tres praderies escollides siguin realment praderies totalment inalterades. Les dades (densitat i cobertura) corresponen totes a 15 m de fondària, i per tant no hi ha referències, segons aquest procediment, per les subestacions a 5 metres.
- c) **Dades de la costa catalana - Xarxa de Vigilància de la Qualitat dels Herbassars de Fanerògames Marines.** Aquesta xarxa de vigilància ha anat acumulant dades durant més de 10 anys (Submon, 2013). Els autors proposen una expressió exponencial negativa (vegeu també Renom i Romero, 2001) que relaciona densitat òptima i fondària, que nosaltres hem aplicat a les fondàries de 5 i 15 metres. Aquest procediment té com a punts forts la coherència geogràfica i com a punts febles, a més de l'esmentat pel procediment (b), la manca de suport estadístic, ja que no es dona informació sobre la bondat dels ajustos, per exemple, ni una estimació de la seva variabilitat, i una metodologia de presa de dades de camp probablement no del tot comparable amb la nostra. No hi ha expressió que relacioni fondària i cobertura, pel que només podem obtenir valors de referència per la densitat.
- d) **Dades històriques de les illes Medes.** La sèrie històrica de densitats i cobertures de les illes Medes, iniciada el 1984 (Romero *et al.*, 2012), és una font de possibles valors de referència, encara que, per acceptar aquests valors cal assumir que es tracta d'una estació no pertorbada i en condicions òptimes. Això no es pot garantir totalment, encara que d'una de les pressions que més preocupen en el marc d'aquest estudi (l'ancoratge) sí que n'està exclosa, almenys des de principis dels anys 90. Hem agafat els valors mitjans (densitat i

cobertura) dels tres anys anteriors a l'inici d'aquest seguiment (per a les profunditats de 5 i 14 metres) com a possibles valors de referència. Aquest procediment té com a punts forts l'elevada coherència geogràfica i metodològica, l'ampla dimensió temporal i la garantia d'absència d'ancoratges. Té com a punt feble el fet de tractar-se d'un únic punt, així com els dubtes expressats sobre la hipòtesi que es tracti d'una estació en condicions veritablement òptimes.

- e) **Construcció d'una referència interna.** Finalment, existeix el recurs d'assumir que, entre les subestacions mostrejades per nosaltres en els quatre anys de seguiment (2014, 2016, 2018 i 2020), hi ha algunes que es troben en condicions òptimes. Això sembla raonable en un entorn com l'estudiat, i en particular per l'existència d'estacions on la possible principal pressió (l'ancoratge) resta exclosa. Ara bé, hi ha el risc, derivat de la limitació de la base de dades, de què els valors de referència quedin esbiaixats per la presència de punts amb densitats o cobertures puntuals i anòmalament elevats. Hem agafat, com a exercici, el valor que representa el percentil 90 de les dades acumulades de tots els anys, tant de densitat com de cobertura. Val a dir que enguany, havent incorporat les dades del 2020, els canvis en els valors d'aquesta referència han estat pràcticament idèntics als de l'any passat (diferències inferiors al 2%). Aquest procediment té com a punts forts la total coherència geogràfica i metodològica, i com a punt feble el biaix esmentat.

Els resultats obtinguts d'aplicar els procediments descrits, resumits a la taula 8, un cop analitzats críticament en funció dels punts forts i dels punts febles de cada procediment, ens fan proposar que les densitats de referència a una profunditat de 5 m se situïn entre 550 i 700 feixos m⁻², i a 15 m entre 250 i 400 feixos m⁻². Anàlogament, i encara que es disposen de menys dades, suggerim uns valors de referència per les cobertures d'entre 55 i 70 % a 5 metres i d'entre 25 i 35 % a 15 metres. Aquestes referències no procedeixen d'un mètode de càlcul rigorós, sinó que han estat extretes dels valors de la taula mitjançant un criteri expert. Podem acceptar que les praderies amb valors entre la mitjana i el límit inferior de l'interval estan en condicions bones, i en condicions molt bones les que estan per sobre de la mitjana. Estarien, per tant, en condicions no satisfactòries les praderies amb valors per sota als valors mínims de l'interval.

Taula 8. Valors de referència de densitat (feixos m⁻²) i cobertura (%) segons els diferents autors i procediments emprats, i proposta pel present projecte de seguiment. El procediment (a) es basa en el treball de Pergent et al. (1995); el (b) en dades de les xarxes de la Directiva Marc de l'Aigua (Romero et al., 2010); el (c) en dades de Submon (2013); el (d) en dades de la sèrie històrica de les illes Medes (Romero et al., 2012) i el procediment (e) en les dades de les campanyes realitzades pel nostre equip en els seguiments de 2014 i 2016.

Procediment		5 metres		15 metres	
		Densitat	Cobertura	Densitat	Cobertura
(a)	Mitjana	637	-	358	-
	Interval	525-749	-	246-470	-
(b)	Mitjana	-	-	280	37
	Interval	-	-	258-335	31-51
(c)	Mitjana	511	-	264	-

(d)	Mitjana	618	57	269	26
(e)	Mitjana	660	68	311	41
	Interval	600-720	60-75	280-340	37-45
PROPOSTA	Mitjana	607	68	311	35
	Interval	550-700	55-70	250-400	25-35

Pel que fa a l'extensió (o més exactament als seus canvis) mesurada mitjançant el seguiment de les fites, donada la baixa taxa de canvi i colonització de *P. oceanica*, la condició òptima hauria de ser la no regressió, és a dir, l'estabilitat o la progressió dels límits. Cal advertir que la progressió no és necessàriament millor que l'estabilitat, donat que aquesta progressió pot ser la conseqüència d'una regressió anterior.

Valoració de les praderies: densitat i cobertura

a) Cap de Creus

Al Parc Natural de Cap de Creus, cinc estacions tenen valors de densitat per sota dels valors de referència, algunes moderadament (Culip i Taballera) i d'altres de manera important (Portlligat, Jugadora i Guíllola-Jonquet). En canvi, pel que fa a la cobertura, totes elles, estan dins dels límits dels valors de referència, llevat les de Portlligat i, lleugerament, Rustella (Figura 9).

Pel que fa a les subestacions fondes del Parc Natural de Cap de Creus, totes elles presenten valors de densitat dins de l'interval de referència, a excepció de Culip i Taballera, amb valors una mica inferiors (Figura 9). Pel que fa a la cobertura, totes elles presenten valors per sobre o dins de l'interval de referència.

b) Montgrí-Medes

Al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, totes les subestacions superficials presenten valors de cobertura i densitat dins dels intervals de referència, llevat de la subestació de la Meda Petita, amb valors de densitat moderadament per sota (Figura 9). Cal recordar, però, que aquesta subestació està situada a més fondària (7 m), el que explicaria, almenys en part, aquesta desviació, que, d'altra banda, es manté any rere any. Pel que fa a les subestacions fondes, tots els valors de cobertura estan dins o per sobre els valors de referència establerts. La densitat de les tres subestacions fondes de les illes Medes (Meda Gran1 i 2 i Meda Petita), en canvi, es troba per sota els valors de referència descrits (Figura 9).

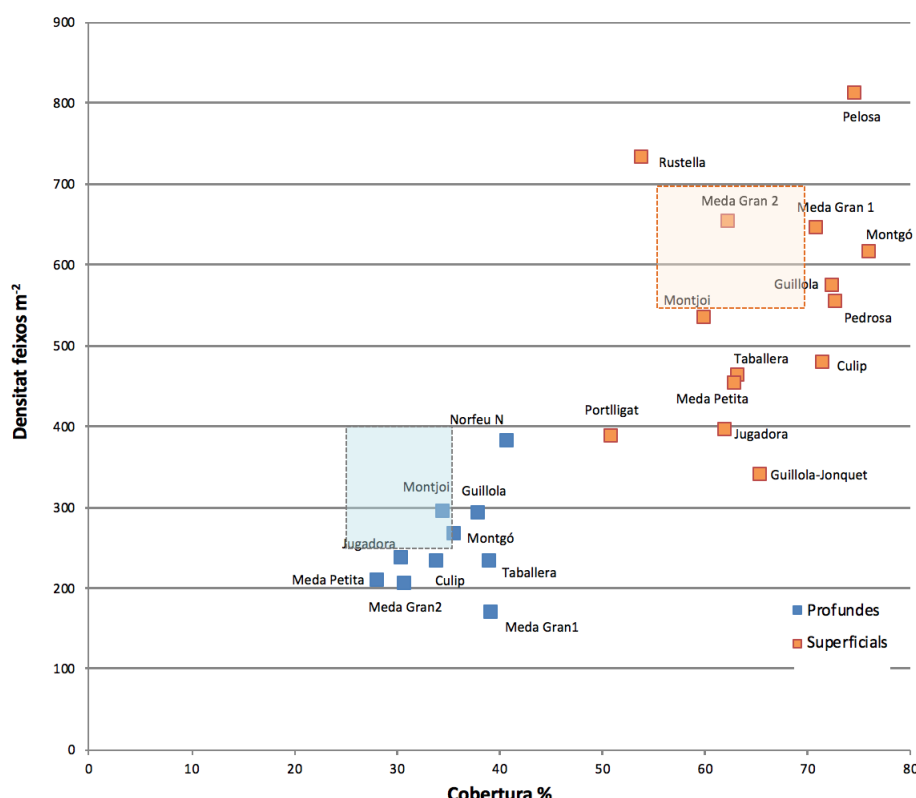


Figura 9. Representació conjunta dels valors de densitat (eix vertical) i dels de cobertura (eix horitzontal), per a totes les estacions i subestacions. S'han representat també els valors de referència, en forma d'interval, que corresponen als dos quadrats dibuixats en traç discontinu.

Valoració basada en les fites

Pel que fa al seguiment de les fites cal, abans de tot, recordar que es tracta d'un mètode que dóna una idea de l'evolució del sistema, en el seu límit inferior, a llarg termini, i que, encara que hi ha informació dispersa bastant anterior, les dades sistemàtiques només cobreixen el període 2014-2020. Amb aquesta limitació present, podem remarcar alguns fets a tall de consideracions, que caldrà anar replantejant en exercicis successius.

- Praderies de cap de Creus: la tendència global entre 2014 i 2020 és d'estabilitat. Particularitzant per estacions, en trobem amb progressions (Taballera i Montjoi), estables (Culip) i regressions poc (Guillola) o moderadament (Jugadora) importants. Aquesta situació estable, i per tant optimista, contrasta amb la situació anterior a 2014, ja que tenim constància de regressions d'una certa importància a Jugadora, Montjoi i, sobretot, Culip.
- Praderies de Medes-Montgrí: la tendència general entre 2014 i 2020 és clarament heterogènia, i inclou una regressió lleu (Montgó), una de més important (Meda Petita) i una progressió (Meda Gran 1 i 2) que, malgrat la seva modèstia, es manté any rere any. La tendència regressiva a la part de la Meda Petita està recolzada per dades històriques, algunes de les quals es remunten a 1987, i semblen indicar bastants metres de regressió. Com a nota optimista, a més de la progressió a la Meda Gran, cal afegir que la regressió tant a Montgó com a la Meda Petita semblen haver-se aturat.

Valoració basada en l'evolució en el temps de la cobertura i densitat de les praderies

La diagnosi de l'evolució en el temps dels valors de densitat i cobertura de les praderies es pot abordar de dues formes: una, analitzant dades bibliogràfiques i documentals anteriors al 2014, i l'altra comparant els resultats del present exercici amb les nostres dades anteriors. Donat que la comparació bibliogràfica ja es va exposar amb prou detall a les memòries de 2014 i 2016, per evitar ser reiteratius i alleugerir una mica aquest document, no les repetirem aquí. Tan sols recordarem que la conclusió general que se n'extreia era que, amb les prevencions adients al fet de barrejar dades de diverses procedències, ni la cobertura ni la densitat havien sofert cap davallada durant el període anterior al 2014 del qual es disposés d'informació (2008-2014).

Ens centrarem per tant en l'anàlisi de les tendències temporals que es desprenen de les quatre campanyes de seguiment (2014, 2016, 2018 i 2020) fetes pel nostre equip.

En primer lloc, cal dir que la densitat i la cobertura varien molt poc, en termes generals (figura 10). Considerant separatament, per a les dues variables, cada combinació de profunditat (superfície i fons) i àmbit geogràfic (cap de Creus i Montgrí-Medes), i fent la mitjana per totes les subestacions dins de cada combinació, val a dir que pel que fa a les praderies de cap de Creus, no hi ha cap tendència temporal significativa comuna a totes elles, ni en les subestacions profundes ni en les superficials. El mateix succeeix a les praderies de Montgrí-Medes, llevat de la densitat de les subestacions profundes, on trobem una baixada significativa (recordem que el lector interessat podrà trobar les taules estadístiques en annex), d'un 20% pel conjunt del període. Aquesta baixada global és deguda principalment a la tendència a la baixa de les subestacions de Meda Gran 1 i Meda Gran 2, com s'especifica a continuació.

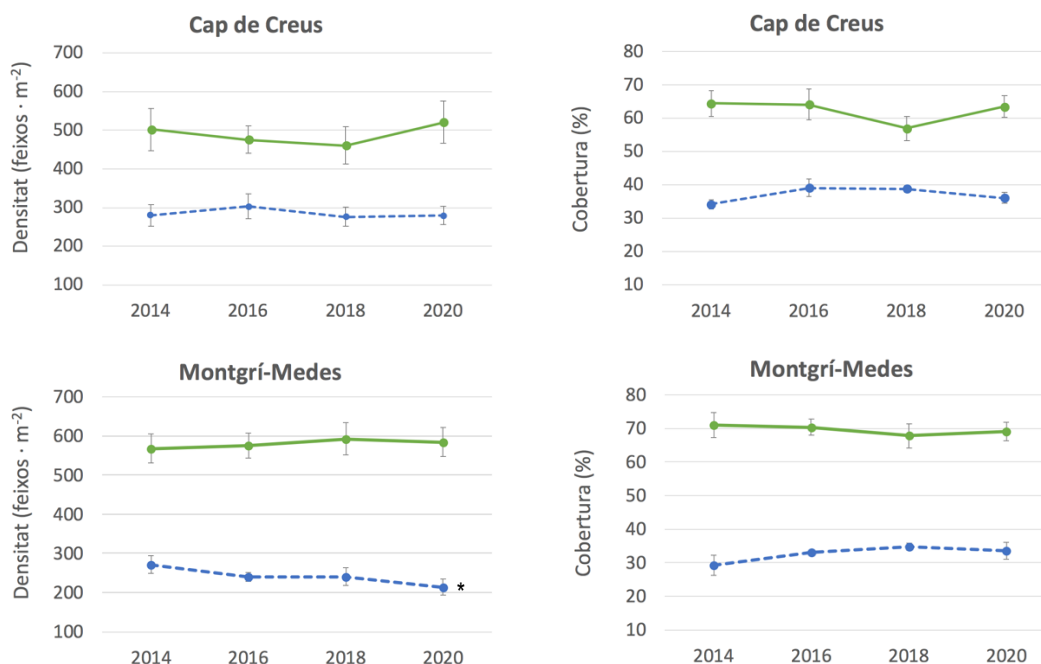


Figura 10. Tendències temporals globals (valors mitjans entre totes les subestacions de cada combinació de profunditat i àmbit geogràfic) de la densitat i de la cobertura de les estacions superficials (línies verdes) i profundes (línies blaves discontinues) de cap de Creus i Montgrí-Medes. Els canvis només són significatius a la línia marcada amb *.

En segon lloc, hem intentat anar una mica més enllà d'aquestes tendències (o, més aviat, manca de tendències) generals, i hem fet una anàlisi de més detall subestació per subestació. Del total de 46 observacions de què disposem amb dades de tres o més anys (23 subestacions amb dos descriptors, cobertura i densitat), n'hi ha (taules 11 i 12 i figures 11 a 14):

- 36 (78%) sense cap tendència (és a dir, estables)
- 4 (9 %) amb tendència a augmentar valors, tant de densitat (Portlligat, Pelosa i Montgó superficial) com de cobertura (Pedrosa i Meda Gran 1 profunda)
- 6 (13%) a disminuir (Taballera superfície, Meda Gran 1 profunda i Meda Gran 2 profunda, pel que fa a la densitat, i Taballera profunda, Meda Gran 2 superfície i Meda Gran 2 profunda pel que fa a la cobertura).

És important remarcar que aquestes tendències no són contínues en el temps; és a dir, cap subestació mostra una tendència mantinguda ni a l'alça ni a la baixa, de manera que les pujades o baixades detectades apareixen en anys aïllats, i no es repeteixen any rere any. Tampoc veiem coincidències temporals en les pujades i baixades dels dos descriptors, llevat del cas de la Meda Gran 2 profunda el 2020. Finalment, val a dir que els canvis temporals significatius semblen acumular-se el 2020, però també es manifesten altres anys.

Amb tot això reforcem la nostra afirmació precedent sobre l'estabilitat global de les praderies de les zones estudiades, on es produeixen fluctuacions locals però no pas canvis homogenis en l'espai i mantinguts en el temps. Evidentment, caldrà restar amatents als casos particulars d'evolució negativa que hem esmentat, afirmació que val tant per les praderies de cap de Creus com per les de Montgrí-Medes, ja que els casos "problemàtics" es reparteixen més o menys per igual entre ambdós espais.

Taula 9. Comparació de dades mitjanes ($\bar{y}$) de densitat de feixos (amb el seu error estàndard, ES) de les praderies de les subestacions de cap de Creus i de Montgri-Medes corresponents al seguiment dels anys 2014, 2016, 2018 i 2020. A la darrera columna s'indica, d'existir, la tendència estadísticament significativa creixent (verd) o decreixent (vermell), o NT en cas que no n'hi hagi cap. Els valors acolorits mostren l'any que marca la tendència trobada.

Subestació	Densitat								Tendències (p<0,05)
	2014		2016		2018		2020		
	ȳ	ES	ȳ	ES	ȳ	ES	ȳ	ES	
Taballera sup	584	27	546	24	577	12	463	32	Decreixent
Taballera prof	-	-	259	13	252	25	233	14	NT
Culip sup	456	14	484	25	408	35	479	32	NT
Culip prof	212	11	221	15	249	7	233	16	NT
Jugadora sup	459	36	368	19	315	26	397	28	NT
Jugadora prof	247	25	306	20	213	23	237	14	NT
Guillola sup	628	31	482	21	467	60	574	26	NT
Guillola prof	276	22	296	19	277	17	293	12	NT
Portlligat	259	20	369	27	351	28	389	28	Creixent
Norfeu N	394	28	450	38	394	28	382	24	NT
Pelosa	711	29	602	46	679	19	812	32	Creixent
Montjoi sup	439	43	434	26	430	19	534	32	NT
Montjoi prof	268	19	284	11	218	14	296	19	NT
Montgó sup	556	15	654	29	660	27	616	21	NT
Montgó prof	253	16	271	18	285	28	268	24	NT
Pedrosa	584	18	591	19	625	31	555	25	NT
Meda Gran 1 sup	663	27	589	32	652	46	646	36	NT
Meda Gran1 prof	335	16	235	23	259	27	170	19	Decreixent
Meda Gran 2 sup	602	37	584	52	589	30	654	48	NT
Meda Gran2 prof	267	27	238	24	180	16	207	18	Decreixent
Meda Petita sup	436	26	457	25	436	21	454	24	NT
Meda Petita prof	233	15	216	17	239	11	211	15	NT

Taula 10. Comparació de dades mitjanes ($\bar{y}$) de cobertura (amb el seu error estàndard, ES) de les praderies de les subestacions de cap de Creus i de Montgrí-Medes corresponents al seguiment dels anys 2014, 2016, 2018 i 2020. A la darrera columna s'indica la tendència estadísticament significativa creixent (verd) o decreixent (vermell), o NT en cas que no n'hi hagi cap. Els valors acolorits mostren l'any que marca la tendència trobada.

Subestació	Cobertura								Tendències
	2014		2016		2018		2020		(p<0,05)
	ȳ	ES	ȳ	ES	ȳ	ES	ȳ	ES	ȳ
Taballera sup	59	3	82	5	63	3	63	2	NT
Taballera prof	-	-	49	1	42	3	39	1	Decreixent
Culip sup	80	5	68	4	63	4	72	4	NT
Culip prof	34	6	42	4	39	1	34	2	NT
Jugadora sup	67	4	56	4	65	5	62	2	NT
Jugadora prof	36	6	41	6	40	3	30	2	NT
Guillola sup	74	4	67	8	53	7	73	3	NT
Guillola prof	32	6	39	4	40	5	38	4	NT
Portlligat	52	7	45	5	42	5	51	3	NT
Norfeu N	39	2	37	2	36	6	41	4	NT
Pelosa	70	5	73	4	71	4	75	3	NT
Montjoi sup	55	4	66	2	59	7	60	3	NT
Montjoi prof	30	4	30	5	36	5	35	1	NT
Montgó sup	67	5	69	2	76	4	76	3	NT*
Montgó prof	31	5	34	4	37	5	36	1	NT
Pedrosa	60	3	70	3	68	3	73	4	Creixent
Meda Gran 1 sup	78	4	79	3	64	5	71	5	NT
Meda Gran1 prof	25	3	32	4	34	2	39	4	Creixent
Meda Gran 2 sup	80	5	69	4	64	4	62	4	Decreixent
Meda Gran2 prof	37	1	33	3	32	2	31	1	Decreixent
Meda Petita sup	70	3	65	2	56	1	63	5	NT
Meda Petita prof	24	3	33	1	37	4	28	5	NT

* l'estació de Montgó superficial està en el límit de la significació ($p=0,05$).

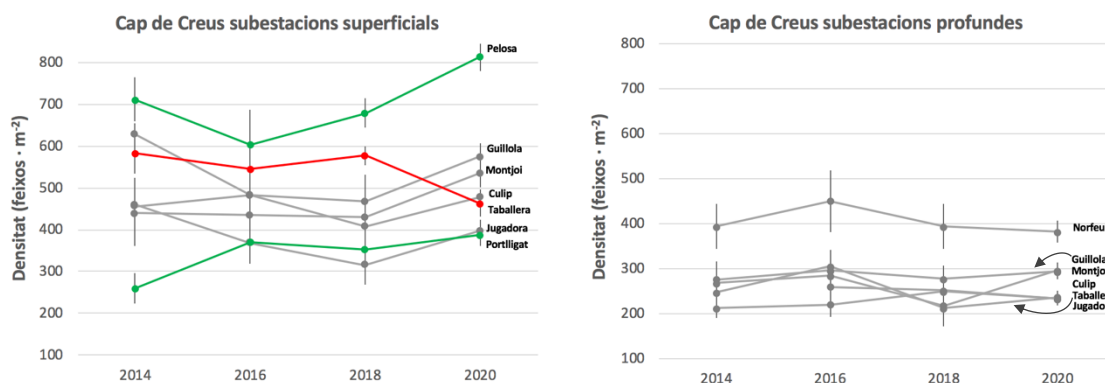


Figura 11. Tendències temporals de la densitat per a les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Les subestacions amb tendències significatives apareixen ressaltades, en vermell (decreixents) o en verd (creixents). En gris, subestacions sense tendència significativa.

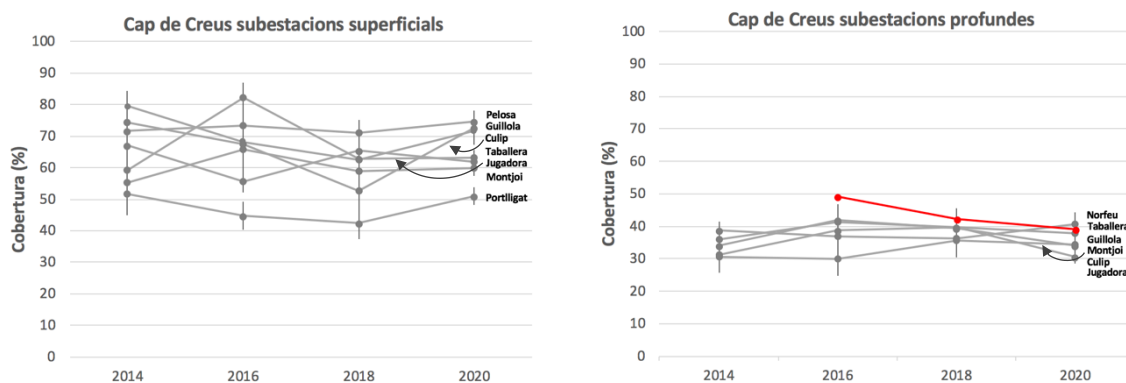


Figura 12. Tendències temporals de la cobertura per a les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Les subestacions amb tendències significatives apareixen ressaltades, en vermell (decreixents) o en verd (creixents). En gris, subestacions sense tendència significativa.

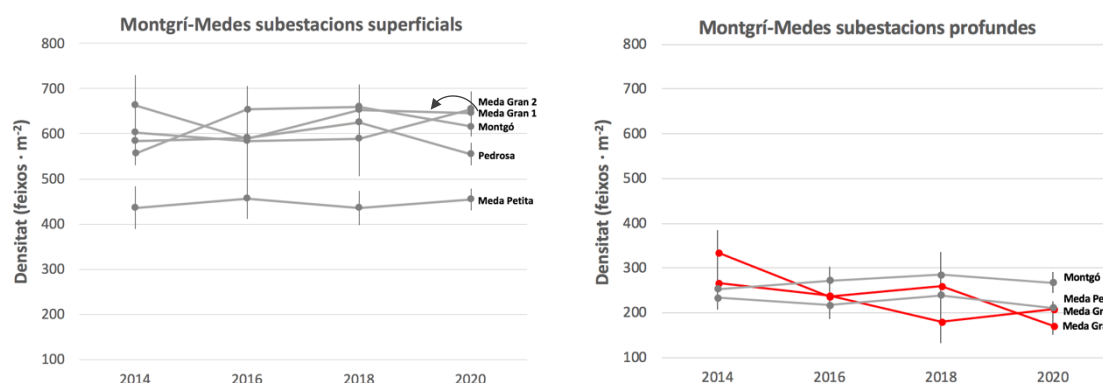


Figura 13. Tendències temporals de la densitat per a les subestacions superficials i profundes de la costa de Montgrí i les illes Medes. Les subestacions amb tendències significatives apareixen ressaltades, en vermell (decreixents) o en verd (creixents). En gris, subestacions sense tendència significativa.

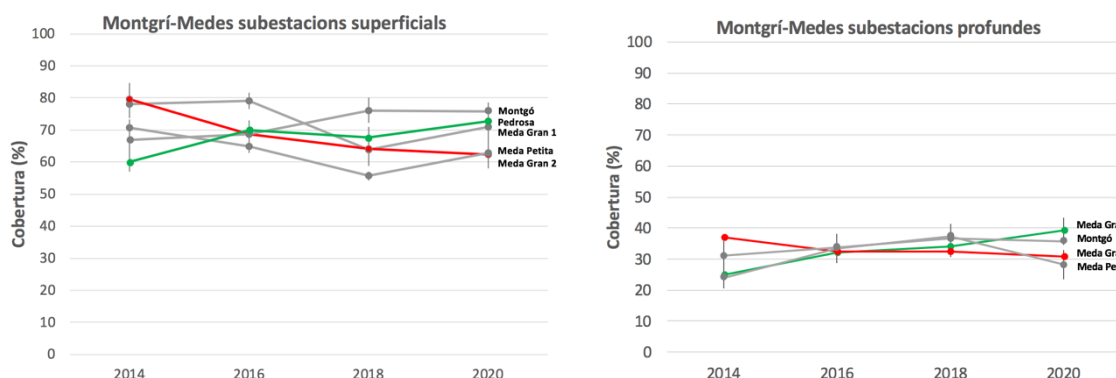


Figura 14. Tendències temporals de la cobertura per a les subestacions superficials i profundes de la costa de Montgrí i les illes Medes. Les subestacions amb tendències significatives apareixen ressaltades, en vermell (decreixents) o en verd (creixents). En gris, subestacions sense tendència significativa; de fet, l'estació de Montgó superficial està en el límit de la significació ($p=0,05$).

Enterrament

L'enterrament varia poc, en termes generals (és a dir, fent les mitjanes de les subestacions, per fondàries i àmbits geogràfics, figura 15), encara que algunes subestacions s'aparten d'aquesta tendència general (figura 16). Així, a les subestacions superficials de cap de Creus no hi ha cap tendència temporal conjunta significativa, que sí apareix a les subestacions profundes, on les plantes es varen desenterrar, de mitjana, 1 cm entre 2014 i 2016. D'aquesta tendència general se separa la subestació de Culip fons, que va enterrar-se uns 2,5 cm entre 2018 i 2020. Les subestacions superficials de Montgrí-Medes mostren una tendència al desenterrament progressiu i constant (figura 15, dreta), que es fa especialment palesa a les subestacions de les illes Medes (figura 16), amb gairebé 3 cm de desenterrament entre 2014 i 2020. Les subestacions superficials de Montgó (2,5 cm més enterrada entre 2014 i 2016) i la de Pedrosa (fluctuant sense tendència) se separen del patró de les illes Medes. Finalment, tampoc hi ha tendències conjuntes (ni individualitzades per subestacions) pel que fa a les subestacions profundes de la zona Montgrí-Medes.

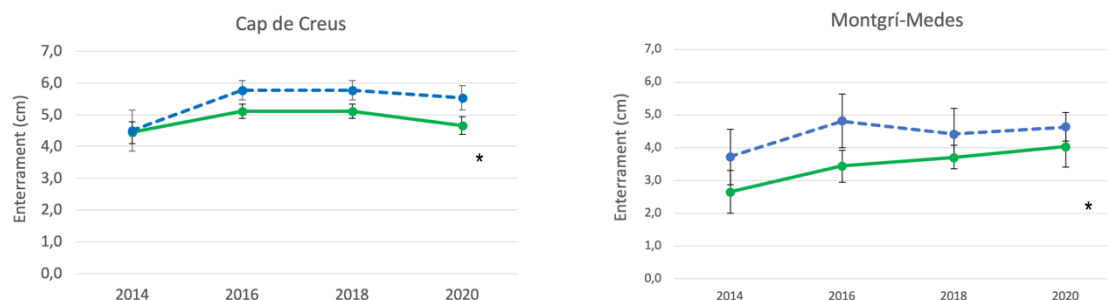


Figura 15. Tendències temporals globals de l'enterrament de les estacions superficials (línies verdes) i profundes (línies blaves discontinúes) de cap de Creus i Montgrí-Medes. Els canvis només són significatius a les línies marcades amb *.

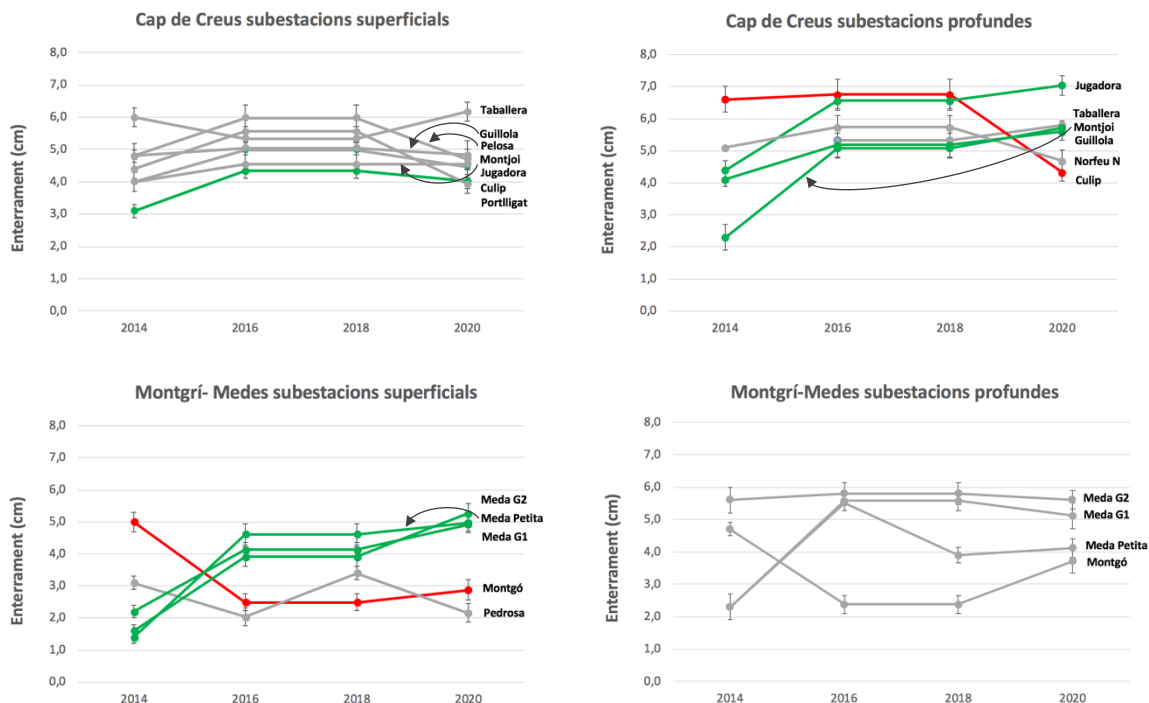


Figura 16. Tendències temporals de l'enterrament per a les subestacions superficials i profundes de cap de Creus i de Montgrí-Medes. Les subestacions amb tendències significatives apareixen ressaltades, en vermell (decreixents) o en verd (creixents). En gris, subestacions sense tendència significativa.

Nacres

La mortalitat de nacres causades pel paràsit *Haplosporidium pinnae*, potser en combinació amb un micobacteri, ha arribat a un extrem devastador, i les poblacions de nacres d'ambdós espais protegits han quedat pràcticament eliminades, llevat d'un petit nombre d'individus que és molt difícil d'avaluar.

Valoració global

Tenint en compte tots els aspectes discutits fins ara, és a dir: (a) els valors quantitatius de densitat i cobertura, comparats amb els valors de referència; (b) els valors quantitatius de densitat i cobertura al llarg del temps; (c) els canvis en els límits profunds i (d) les observacions qualitatives, hem intentat una valoració sintètica basada en criteris quantitatius (taula 11), qualitius (taula 12) i finalment una diagnosi global de les praderies estudiades (taula 13).

Taula 11. Resum de diferents valoracions quantitatives que ens serveixen per avaluar les subestacions estudiades, i valoració quantitativa global pel 2020. Pels valors de densitat i de cobertura s'ha utilitzat el següent criteri: **molt alts**, per sobre del llindar superior de l'interval de referència; **alts**, entre el valor mitjà de referència i el seu llindar superior; **normals**, entre el valor mitjà i el llindar inferior; **baixos**, per sota del llindar de referència però per sobre de la meitat d'aquest; **molt baixos**, per sota de la meitat del llindar inferior dels valors de referència. En tots els casos s'ha tingut en compte l'error estàndard de les nostres estimacions. Els canvis en densitat i cobertura són els valorats com significatius a les taules 9 i 10, i per tant es refereixen al període 2014-2020; nc indica que els valors no canvien. Finalment, els canvis en els límits provenen de les taules 5 i 7, i també es refereixen al període 2014-2020; es considera un canvi important si és de més d'un metre, moderat d'entre 1 metre i 10 cm i poc important de menys de 10 cm. S'han destacat en vermell els valors que poden considerar-se desfavorables, i en verd els favorables. Per la diagnosi global, s'ha utilitzat el següent criteri: **molt bo**, cap criteri en vermell i dos o més valors en verd; **bo**, un màxim d'un criteri en vermell; **moderat**, un màxim de dos criteris en vermell; **dolent**, tres criteris en vermell; **molt dolent**, tots els criteris en vermell.

Parc natural	Subestació	Valors densitat	Valors cobertura	Canvis densitat	Canvis cobertura	Canvis límit profund	Diagnosi estat 2020
Cap de Creus	Taballera sup	Baixos	Normals	Disminueix	nc	-	MODERAT
	Taballera prof	Normals	Alts	nc	Disminueix	Progressió poc important	BO
	Culip sup	Baixos	Alts	nc	nc		BO
	Culip prof	Normal	Normals	nc	nc	Estable	BO
	Jugadora sup	Baixos	Normals	nc	nc	-	BO
	Jugadora prof	Normals	Normals	nc	nc	Regressió moderada	BO
	Guillola sup	Normals	Alts	nc	nc	-	BO
	Guillola prof	Normals	Normals	nc	nc	Regressió poc important	BO
	Guillola-Jonquet	Baixos	Normal	-	-	-	MODERAT*
	Portlligat	Baixos	Baixos	Augmenta	nc	-	MODERAT
	Norfeu N	Alts	Alts	nc	nc	-	MOLT BO
	Pelosa	Molt alts	Molt alts	Augmenta	nc	-	MOLT BO
	Montjoi sup	Normals	Normals	nc	nc	-	BO
	Montjoi prof	Normals	Normals	nc	nc	Progressió poc important	BO
	Rustella	Alts	Normals	-	-	-	BO*
Montgrí-Medes	Montgó sup	Normals	Molt alts	nc	nc	-	MOLT BO
	Montgó prof	Normals	Normals	nc	nc	Regressió moderada	BO
	Pedrosa	Normals	Alts	nc	Augmenta	-	MOLT BO
	Meda Gran 1 sup	Alts	Alts	nc	nc	-	MOLT BO
	Meda Gran1 prof	Baixos	Alts	Disminueix	Augmenta	Progressió moderada	MODERAT
	Meda Gran 2 sup	Alts	Normals	nc	Disminueix	-	BO
	Meda Gran2 prof	Baixos	Normals	Disminueix	Disminueix	Progressió moderada	DOLENT
	Meda Petita sup	Baixos	Normals	nc	nc	-	BO
	Meda Petita prof	Baixos	Normals	nc	nc	Regressió moderada	MODERAT

*manquen dades, i per tant la diagnosi cal considerar-la provisional.

Taula 12. Resum de diferents aspectes qualitius extrets de les taules de diagnosi de cada estació, que ens serveixen per fer la diagnosi qualitativa pel 2020. Les apreciacions es refereixen al nivell de preocupació generat pels símptomes detectats a cada praderia.

Parc natural	Estació	Feixos arrencats	Mata morta	Clarianes	Limit profund regressiu	Deixalles	Fondejos fixes	Diagnosi 2020
Cap de Creus	Taballera	lleu	-	-	lleu	moderat	-	BO
	Culip	-	moderat	lleu	alt	lleu	lleu	MODERAT
	Jugadora	-	lleu	-	moderat	-	lleu	BO
	Guillola	-	alt	alt	alt	-	lleu	MODERAT
	Portlligat	-	moderat	moderat	-	moderat	lleu	MODERAT
	Norfeu N	-	lleu	-	-	-	-	BO
	Pelosa	-	moderat	-	-	moderat	moderat	MODERAT
	Montjoi	lleu	lleu	lleu	lleu	-	moderat	BO
Montgri-Medes	Montgó	-	moderat	lleu	moderat	-	moderat	MODERAT
	Pedrosa	-	-	-	-	-	-	BO
	Medes	-	lleu	lleu	lleu	-	lleu	BO

Taula 13. Resum dels resultats de les avaluacions qualitativa i quantitativa de 2020, encara que la valoració quantitativa inclou criteris temporals que impliquen dades d'anys anteriors. Es proposa una diagnosi global tenint en compte ambdues valoracions, ponderant la importància de cada un dels aspectes considerats.

Parc Natural	Estació	Subestació	Diagnosi quantitativa 2020	Diagnosi qualitativa 2020	Diagnosi global 2020
Cap de Creus	Taballera	Taballera sup	MODERAT	BO	BO
		Taballera prof	BO		
	Culip	Culip sup	BO	MODERAT	BO
		Culip prof	BO		
	Jugadora	Jugadora sup	BO	BO	BO
		Jugadora prof	BO		
	Guillola	Guillola sup	BO	MODERAT	MODERAT
		Guillola prof	BO		
		Guillola-Jonquet	MODERAT*		
	Portlligat	Portlligat	MODERAT	MODERAT	MODERAT
	Norfeu N	Norfeu N	MOLT BO	BO	BO
	Pelosa	Pelosa	MOLT BO	MODERAT	MODERAT
Montgri-Medes	Montgó	Montgó sup	MOLT BO	MODERAT	MODERAT
		Montgó prof	BO		
	Pedrosa	Pedrosa	MOLT BO	BO	BO
	Meda Gran	Meda Gran 1 sup	MOLT BO	BO	BO
		Meda Gran1 prof	MODERAT		
		Meda Gran 2 sup	BO		
		Meda Gran2 prof	DOLENT		
	Meda Petita	Meda Petita sup	BO	MODERAT	MODERAT
		Meda Petita prof	MODERAT		
	Rustella	Rustella	BO*	-	BO*
	Montjoi	Montjoi sup	BO	BO	BO
		Montjoi prof	BO		
	Rustella	Rustella	BO*	-	BO*
		Rustella	BO*		

*Dades incompletes.

La valoració general de les praderies és, majoritàriament, bona (62% de les estacions), però un nombre relativament elevat està en estat només moderat (38% de les estacions). Aquest nombre pot sorprendre o preocupar, però es relativitza si es tenen en compte dos fets. El primer d'ells és que, si considerem només les dades quantitatives, un 75% de les valoracions serien molt bo (21%) o bo (54%). És a dir, són les apreciacions qualitatives les més pessimistes. En aquest context, hem de tenir en compte que les apreciacions qualitatives són essencialment estructurals, i la gran inèrcia d'aquests sistemes fan que es recuperin molt a poc a poc de qualsevol pertorbació, acumulant per tant els indicadors negatius al llarg de la seva història. Clarament, entre 2018 i 2020 no hem vist canvis importants en les exploracions extensives, fet que reforça aquesta idea d'acumulació històrica. El segon fet a tenir en compte és que les estacions en estat moderat no semblen tenir res en comú. Així, dins del grup de les "moderades", tenim estacions tant de cap de

Creus com de Montgrí-Medes, i estacions tant on es fondeja com on no. En general, no trobem cap situació greu en les praderies de cap de Creus ni de Medes-Montgrí, encara que caldrà continuar seguint l'evolució futura de les subestacions amb valoració "moderat" amb atenció. Sobre aquestes subestacions fem alguns comentaris a continuació.

L'estació de Guillola (en el seu conjunt) mostra uns bons indicadors quantitatius, llevat de la nova subestació de Jonquet. Ara bé, hem observat clarianes de mata importants a fondàries intermèdies i algun límit profund regressiu, regressió que, com hem dit, pot haver-se produït fa bastant de temps. La subestació de Jonquet, que vàrem escollir dins la zona de bany i per tant amb molts menys efectes de les àncores, és una mica sorprenent per la seva baixa densitat. Les causes poden ser les mateixes que a Portlligat (vegeu aquí sota, explicació b).

L'estació de Portlligat (només existeix subestació superficial) no es troba en bona situació d'ençà que es va començar el seguiment. Curiosament, a Portlligat, si bé és cert que hi ha una important freqüentació per embarcacions, l'ancoratge està prohibit des de fa més de quinze anys, i el fondeig permanent és de baix impacte. Proposem tres explicacions no excloents per entendre la situació d'aquesta praderia, les mateixes que en anys anteriors:

- a) Que la causa de la baixa densitat sigui històrica, és a dir, que després de la gran quantitat d'ancoratges i morts incontrolats patida durant molt d'anys (probablement des de mitjans dels 70, i fins a principis dels 2000), la praderia no hagi tingut encara temps de recuperar-se.
- b) Que la causa de la baixa densitat sigui natural, relacionada amb el confinament de les aigües de Portlligat, que afavoreix la deposició de matèria orgànica (inclosa la produïda per la mateixa praderia) i l'anoxificació del sediment.
- c) Que la causa de la baixa densitat estigui associada a l'elevada freqüentació d'embarcacions en un ambient relativament confinat, per causes diferents de l'ancoratge (restes orgàniques, hidrocarburs, altres contaminants, brutícia, etc.).

En l'estat actual dels coneixements, no podem descartar cap d'aquestes tres hipòtesis, ni donar més probabilitats de certesa a l'una que a l'altra. El que potser cal recordar és que la qualitat de l'aigua a Portlligat no pot ser massa dolenta, ja que ha sostingut magnífiques poblacions de nacs (actualment desaparegudes per l'epizoòtia ja comentada), espècie més o menys sensible a la contaminació (Lozano *et al.*, 2013); això fa que l'explicació (c) sigui la menys versemblant. L'augment detectat l'any 2016 en la densitat de feixos sembla que es manté actualment, mentre que la cobertura s'ha estabilitzat. Cal seguir atents a l'evolució temporal d'aquesta praderia.

El cas de la praderia vora la **platja de la Pelosa** és una mica singular. En general, els descriptors d'aquesta praderia donen valors molt bons, encara millors enguany. Ara bé, la pèrdua d'una enorme superfície per l'explosió d'una mina l'any 2013 fa que, en el seu conjunt, estigui lluny d'un estat òptim. Malauradament, es veu difícil pensar en accions concretes que ajudin a la seva recuperació, que segurament serà molt llarga, d'unes quantes dècades pel capbaix.

La praderia de **cala Montgó** presenta uns bons indicadors quantitatius, encara que sigui una zona molt freqüentada i amb importants pressions de fondeig, la regulació dels quals sembla haver

millorat enguany. La qualificació del seu estat com “moderat” obeeix a la presència d’una regressió important en la seva part superficial, també antiga. Caldrà veure com evoluciona la gestió dels fondejos.

Finalment, cal esmentar que a la praderia enfront de la **Meda Petita** ens trobem amb valors de cobertura i densitat una mica baixos, així com amb una regressió important patida fins a 2016, i estabilitzada el 2018 i ençà. No podem atribuir aquests fets a causes que no siguin naturals.

El fondeig i altres pressions

La freqüentació i l’ancoratge per part d’embarcacions esportives és una de les pressions sobre els alguers que més preocupa. La major part d’embarcacions esportives que visiten les cales o trams de costa estudiats hi fondegen, tirant l’àncora, o bé agafant-se a morts o altres tipus de fondeig allà on l’ancoratge és prohibit o regulat. En principi, cal distingir entre el fondeig de dia (el que fan els vaixells esportius durant un temps que oscil·la entre uns minuts i unes poques hores, més rarament un dia o més) i el fondeig de temporada o permanent (el què fan per la temporada estival). El primer es du a terme amb l’àncora o ruixó, llevat de les zones on hi ha camps de boies; els seus efectes destructius s’originen, sobretot, per l’arrencament de feixos en el moment de llevar l’àncora, o si l’embarcació garreja, secundàriament per l’arrossegament de la cadena sobre les plantes. El segon es basa en estructures permanents, com ara morts de formigó, més rarament àncores de mida gran, amb cadenes o caps i una boia a superfície, o bé caragols i d’altres fondejos ecològics. El seu efecte destructiu el produeix l’estructura en si mateixa, a més de l’arrossegament de les cadenes, quan n’hi ha, pel fons, i també per les boies si s’enfonsen per un mal manteniment. Alguns camps de boies per fondeig de dia o de temporada són de baix impacte (també anomenats ecològics); les illes Medes i Portlligat en són els exemples més importants. Malgrat el seu disseny respectuós amb les plantes, un manteniment incorrecte d’aquests camps de boies de baix impacte pot causar danys sobre les praderies, per exemple en el cas en què les boies es malmetin, s’enfonsin amb el cap i s’arrossequin pel fons. A banda dels efectes mecànics, la freqüentació per embarcacions pot comportar altres tipus de danys sobre les praderies, com ara eutrofització per descàrregues de matèria orgànica (encara que avui dia la major part dels vaixells amb inodor no llencen les aigües brutes al mar), contaminació per hidrocarburs (olis de sentines, restes de combustible, etc.) o altres contaminants (per exemple, per les pintures *antifouling* o, com indiquen alguns autors, les cremes protectores solars). Aquesta freqüentació és també l’origen de les deixalles diverses que hem anat observant i que, encara que no tenen un impacte ecològic significatiu, sí que ho tenen visual.

Hem recopilat dades per tal d’avaluar la intensitat de l’ancoratge, i en general del fondeig, sobre les diferents estacions estudiades, i a tal efecte hem recorregut als treballs de Romero *et al.* (2004), Lloret *et al.* (2008), Fuentes-Rosúa (2011) i Membrive (2020; amb dades procedents de l’òrgan gestor del Parc Natural), tots ells referits a cap de Creus. En fem un resum a la taula 14. Cal tenir present que la pressió és funció no del nombre total d’embarcacions sinó d’altres variables

(densitat, eslores, temps de permanència i renovació, tipus de fondeig, etc.). A banda d'això, la meteorologia de la zona, canviant i no sempre benigna, fa que les àrees de fondeig vagin variant, i que sense un seguiment molt exhaustiu es faci difícil tenir una bona estimació de la pressió acumulada al llarg de l'any.

Taula 14. Recull de dades sobre el nombre d'embarcacions fondejades a les estacions. Les dades han estat obtingudes amb criteris molt diferents, i per tant no són comparables entre diferents autors.

Zona	Subestació	Romero et al. (2004)	Lloret et al. (2008)	Fuentes-Rosúa (2011)	Membrive (2020) ¹	Tipus	Comentari
Cap de Creus	Taballera	40	25-50	12	10	dia	-
	Culip	40	<25	38	9	dia	-
	Jugadora	22	<25	9	2	dia	-
	Guillola**	60	25-50	26	9	dia	-
	Portlligat	150	-	-	-	temporada	Fondejos de tipus ecològic
	Norfeu N	-	25-50	-	12	dia	
	Pelosa	40	>50	29	21	dia/ temporada	Ancoratges i fondejos permanents amb blocs de formigó***
	Montjoi	90	>50	42	31	dia/ temporada	Ancoratges i fondejos permanents amb blocs de formigó***
	Montgó	-	-	-	-	dia/ temporada	Ancoratges i fondejos permanents amb blocs de formigó i altres; regulació de fondejos a partir de 2020***
Medes-Montgrí	Pedrosa	-	-	-	-	dia	Fondejos ecològics a partir de 2020
	Meda Petita	-	-	-	-	dia	Zona estrictament protegida; fondejos de dia amb sistema ecològic
	Meda Gran 1	-	-	-	-	dia	Zona estrictament protegida; fondejos de dia amb sistema ecològic
	Meda Gran 2	-	-	-	-	dia	

¹Amb dades procedents del Parc Natural

*Canvis recents en la pressió.

**La nova subestació de Guillola-Jonquet està dins la zona de bany.

***En aquestes estacions sembla haver-se implantat l'ús del *boyarín* a partir de 2020.

Donada la difícil atribució de diferents nivells de pressió de fondeig a cada cala, enguany hem renunciat a una anàlisi estadística formal de les relacions entre pressions i estat. Cal recordar, però, el que ja s'ha dit a altres apartats sobre el fet que dels valors de diagnosi no semblen diferir segons l'existència o no de fondeig. Finalment, hem de recordar que l'enterrament de totes les

praderies visitades no indica un grau de descalçament (mitjanes màximes que no arriben als 6 cm) que les faci més vulnerables del normal als efectes de les àncores (per sobre dels 10-15 cm).

No hem estimat necessari fer cap anàlisi en funció del nivell de protecció “administratiu”, donat que almenys a cap de Creus, les activitats amb impacte potencial sobre les praderies estan igualment permeses a les reserves parcials que al parc natural.

El temporal Glòria

El gener de 2020 va tenir lloc un temporal de molt alta intensitat, el Glòria. Aquest temporal va causar danys importants a algunes praderies de la costa central, com ara la de Mataró, i hi havia un cert interès per avaluar-ne els efectes als parcs naturals marins (Cap de Creus i Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). Si bé s’han observat efectes a moltes de les praderies visitades (creació d’esglaons, excavació de la mata, colgament de feixos, extensió de la mata morta...), aquests efectes són molt lleus a Taballera, Guillola i Norfeu Nord, i lleus a Pelosa i Montjoi, on hi ha hagut excavacions de la mata i probablement petits esfondraments i arrencaments, encara que sempre afectant superfícies força petites. A l’alguer de les illes Medes hi va haver també una certa afectació, tant a les parts superficials com profundes (arrencaments, excavació, colgaments), però sense implicar pèrdues importants. Les nostres dades d’enterrament tampoc revelen grans moviments de sediment, llevat del cas de les subestacions superficials de les illes Medes. En qualsevol cas, els canvis detectats en el nivell de sediment no afecten negativament a les plantes. Globalment, per tant, podem afirmar que l’afectació del Glòria a les praderies del nord de Catalunya ha estat de petit a molt petit, com ja s’anticipava al treball d’Alcoverro et al. (2020).

Conclusions

S'han obtingut dades d'una sèrie de descriptors, tant qualitatiu com quantitatiu, dels herbeis de *P. oceanica* del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Un cop tractades, i posades en el context de l'estat actual dels coneixements, aquestes dades permeten extreure una sèrie de conclusions.

Les praderies del Parc Natural de Cap de Creus

- a) Combinant diversos criteris, concloem que la major part de les praderies visitades a cap de Creus estan en bon estat, fins i tot molt bo en alguns casos si només ens fixem en els descriptors quantitatius.
- b) Considerem moderat l'estat de les praderies de Guillola, Portlligat i Pelosa. No tenim una explicació prou sòlida per la situació d'aquestes tres praderies, però és evident que ha de respondre a causes locals, donat que les tres pateixen pressions molt diferents (freqüentació molt alta a totes tres, però fondeig amb àncora freqüent a Guillola, camp de boies amb cadenes i morts de ciment a Pelosa i camp de boies amb fondeig ecològic a Portlligat). És possible que aquesta desviació del bon estat respongui a causes històriques, més que no pas a pressions actuals.
- c) Si bé els valors de densitat de les praderies de cap de Creus estan en general per sota dels nivells òptims, no sembla que estiguin patint un procés de degradació i regressió generalitzades, i els valors dels descriptors es mantenen, en el seu conjunt, raonablement constants. Només la subestació superficial de Taballera mostra una davallada significativa de densitat, i la profunda, també de Taballera, de cobertura, però aquesta davallada només s'ha observat el 2020. No li veiem una explicació clara a aquesta situació.
- d) Els límits profunds semblen estar, en l'actualitat, en una situació global d'estabilitat.
- e) La mortalitat de nacles per l'epizoòtia del protozou paràsit ha deixat quasi sense individus les praderies de cap de Creus. La presència de nacles a les aigües del Parc és, avui dia, absolutament esporàdica.
- f) Cal destacar la presència d'altres espècies de fanerògames marines, a més de *Posidonia oceanica* (*Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*). Encara que amb molt poca abundància, la seva presència a, almenys, cala Jugadora, cala Bona, cala Guillola (part del Jonquet) i Portlligat és prou interessant, especialment perquè en molts casos van associades a estructures tipus escull de la mateixa posidònia.
- g) Les afectacions del temporal Glòria han estat molt limitades a les praderies de cap de Creus.

Les praderies del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

- h) Basant-nos en els mateixos criteris que els emprats per valorar les praderies de cap de Creus, concloem que totes les praderies visitades dins de l'àmbit Montgrí-Medes estan en estat bo (molt bo en alguns casos, si només ens fixem en els descriptors quantitius) o moderat.
- i) Hem valorat l'estat de les praderies de Montgó i de la Meda Petita com a moderat, malgrat que els seus indicadors són bons en general. Una certa regressió i, en el cas de la Meda Petita, uns valors de densitat per sota del normal, justifiquen aquesta valoració. Ara bé, no som capaços d'atribuir aquestes dues situacions a cap causa concreta, i caldrà seguir-ne l'evolució en els pròxims anys.
- j) No sembla pas que les praderies de l'àmbit de Montgrí-Medes estiguin patint un procés de degradació generalitzada, i els valors dels descriptors semblen bastant constants al llarg del temps. Aquesta afirmació es veu reforçada per les dades de l'estació Meda Gran 1, per la que existeix una bona sèrie temporal (35 anys) que confirma la diagnosi d'estabilitat.
- k) Als límits profunds hi trobem tant alguna progressió com regressions, aquestes darreres aturades, almenys a la Meda Petita.
- l) La mortalitat de nacles per l'epizoòtia del protozou paràsit ha estat, igual que a cap de Creus, molt elevada, i enguany no hem observat cap individu viu a la zona de Medes-Montgrí. No es pot descartar la presència de nacles vives a les aigües del Parc, però, d'haver-n'hi, la seva abundància ha de ser extraordinàriament baixa.
- m) Les afectacions a les praderies de Montgrí-Medes per part del temporal Glòria han estat molt limitades.

Els efectes del fondeig

- l) Les dades obtingudes fins ara a un elevat nombre d'estacions i durant quatre anys no indiquen cap efecte detectable del fondeig sobre l'estat de les praderies.

Recomanacions

Aspectes generals

- 1) Cal mantenir el seguiment de les praderies dels àmbits protegits de Montgrí-Medes i de cap de Creus com a part essencial del seguiment en el temps del patrimoni natural d'aquests parcs.
- 2) El disseny aplicat els dos darrers exercicis sembla, en funció dels recursos disponibles, molt a prop de l'òptim. Potser es podria pensar en un seguiment més extensiu encara de

les zones entre 5 i 15 metres, per exemple mitjançant drons o ROVs; evidentment, això voldria dir una major inversió econòmica. També caldrà una certa flexibilitat per adaptar, quan s'escaigui, aquest seguiment a les disposicions que figurin al PRUG del Parc Natural de Cap de Creus, actualment en redacció.

- 3) És molt important que la metodologia del seguiment quedi definitivament fixada, i que, independentment de qui executi la feina, se segueixin escrupolosament els protocols per tal que les dades siguin comparables d'un exercici a l'altre, i per tant serveixin realment com a eina de vigilància en el temps d'aquest important patrimoni submergit. La dimensió temporal és imprescindible per identificar i implementar possibles mesures de gestió als espais protegits, i per avaluar la seva eficàcia, així com per detectar canvis amb la promptitud més gran possible. Pels mateixos motius, cal que les mesures i observacions es facin sempre en els mateixos punts.

Praderies del Parc Natural de Cap de Creus

- 4) Es recomana substituir, en un termini de temps raonable, els morts de ciment dels fondejos permanents que estan sobre praderies (cala Montjoi, platja de la Pelosa, d'entre les visitades, però probablement també d'altres, com cala Jòncols) per altres tipus de fondeig de més baix impacte, i vetllar per tal que no s'instal·lin cadenes als fondejos de Portlligat. Si el fondeig amb cadena és l'única opció, ha de fer-se obligatori l'ús del *boyarín* i la retirada de les cadenes a l'hivern. Els morts de ciment han de ser retirats, i l'argument d'integració a la praderia no és vàlid.
- 5) Encara que ultrapassi el tema específic de l'informe, la presència de poblacions d'altres espècies de fanerògames marines (*Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*), de vegades associades a estructures d'esculls relictos, dona un valor afegit al Parc, té un cert interès natural i seria desitjable donar-les a conèixer i, si es detecten impactes, conservar-les adequadament.

Praderies del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

- 6) És molt desitjable retirar els morts de ciment, i altres elements de fondeig que encara resten a la praderia de les illes Medes o a les zones de mata morta adjacents (a prop de l'embarcador o a la Meda Petita, per exemple), i substituir-los per fondejos ecològics de ser necessari. L'argument de la integració no és vàlid, i encara que el seu impacte a la praderia sigui limitat, el seu impacte visual és molt gran.
- 7) És recomanable substituir, en un termini de temps raonable, els morts de ciment dels fondejos permanents que estan sobre la praderia de cala Montgó per fondejos ecològics. Caldria també evitar les cadenes, però, de ser necessari el seu ús, es recomana la utilització de *boyarines* i la retirada de les cadenes a l'hivern.

Gestió del fondeig

- 8) A la vista dels resultats obtinguts, no es considera necessària una prohibició generalitzada de l'ancoratge a tot l'àmbit del Parc Natural de Cap de Creus. Ara bé, per tal de reduir una mica la pressió sobre les praderies, es podria endegar una limitació de fondeig a algunes cales, i fer un seguiment acurat dels seus efectes per tal de determinar la necessitat, o no, d'estendre l'actuació a altres punts. Aquesta proposta queda pendent d'una discussió més aprofundida amb les administracions i els sectors afectats, que ja s'està duent a terme en el marc del procés participatiu del PRUG.

Les nacres

- 9) Malauradament, poc es pot fer des dels òrgans gestors dels espais naturals per evitar la desaparició de les nacres. Caldrà veure com evoluciona la situació al conjunt de la Mediterrània i, arribat el cas, estudiar si és possible algun tipus d'actuació de restauració.

Bibliografia

- Alcoverro, T., Marco Méndez, C., Minguito, M., Boada, J., Prado, P., Sanmartí, N., Muñoz-Ramos, G., Pagès Fauria, J., Garcia, M., Pérez, M., Seglar, X., Romero, J., 2020. Efectes del temporal Glòria en els ecosistemes de Posidonia oceanica al llarg de la costa catalana. Institut d'Estudis Catalans. Editors: Miquel Canals i Jaume Miranda, 93-101
- Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S., 2014. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. <URL: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>>
- Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Parc national de Port-Cros
- Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica. RAMOGE pub. : 1-202
- Boudouresque, C.F., Verlaque, M., 2013. Paracentrotus lividus. Edible sea urchins: biology and ecology. Elsevier, Amsterdam, in: Lawrence JM (ed), 297–328
- Cabanellas-Reboredo, M., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Álvarez, E., Deudero, S., Amores, Á., ... & García-March, J. R., 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

- Carella, F., Aceto, S., Pollaro, F. et al., 2019. A mycobacterial disease is associated with the silent mass mortality of the pen shell *Pinna nobilis* along the Tyrrhenian coastline of Italy. *Scientific Reports*, 9, 2725
- Catanese G, Grau, A., Valencia JM, Garcia-March JR, Vázquez-Luis M, Alvarez E, Deudero S, Darriba S, Carballal MJ, Villalba A; 2018 *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Invertebrate Pathology*, 157: 9-24,
- de los-Santos, C.B., Krause-Jensen, D., Alcoverro, T., Marbà, N., Duarte, C.M., van-Katwijk, M.M., Pérez, M.; Romero, J., Sánchez-Lizaso, J.L., Roca, G., Jankowska, E., Pérez-Lloréns, J.L., Fournier, J., Montefalcone, M., Pergent, G., Ruiz, J.M., Cabaço, S., Cook, K., Wilkes, R.J., Frithjof, E.M., Muñoz-Ramos, G., Seglar-Arañó, X., de-Jong, D.J., Fernández-Torquemada, Y., Auby, I., Vergara, J.J., Santos, R. 2019. Recent trend reversal for decline in European seagrass meadows. *Nature Communications*. 10, pp. 3356
- Francour, P., Ganteaume, A. i M. Poulain, 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros national park (north-western Mediterranean sea). *Aquat. Conserv.*, 9: 391–400
- Fuentes-Rosúa, M., 2011. Informe del Servei de Vigilància i Informació de la náutica d'esbarjo. Informe tècnic. Parc Natural de Cap de Creus
- García-March J.R., 2005. Aportaciones al conocimiento de la biología de *Pinna nobilis* Linneo, 1758 (Mollusca Bivalvia) en el litoral mediterráneo ibérico. Tesis Doctoral, Universitat de Valencia
- Giraud, G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse de Doctorat de spécialité, Univ. d'Aix-Marseille II: 150pp
- Guallart, J. Templado J., 2012. *Pinna nobilis*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 81 pp
- Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, Riera, V., 2008. Impacts of recreational boating on the marine environment of Cap de Creus (Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*, 51: 749–754
- Lopez y Royo C., Pergent G., Alcoverro T., Buia M.C., Casazza G., Martinez-Crego B., Perez M., Silvestre F., Romero J. 2011. The seagrass *Posidonia oceanica* as indicator of coastal water quality: experimental intercalibration of classification systems. *Ecological Indicators*, 11: 557 – 563
- Martínez-Crego B., Alcoverro T., Vergés A., J. Romero., 2008. Selection of multiple seagrass indicators for environmental biomonitoring. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 361: 93-109
- Mascaró O., Bennett S., Marbà N., Nikolic V., Romero J., Duarte C.M., Alcoverro T., 2012. Uncertainty analysis along the ecological quality status of water bodies: the response of the

- Posidonia oceànica multivariate index (POMI) in three Mediterranean regions. Marine Pollution Bulletin, 64: 926–931
- Membrive, A. 2020. L'ús de les cales del Parc Natural de Cap de Creus. Relació amb l'estat de conservació de les comunitat mediolitorals. Treball de Fi de Grau. Grau de Ciències del Mar. Universitat de Barcelona.
- Pergent G., Pergent-Martini C., C.F. Boudouresque, 1995. Utilisation de l'herbier à Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu litoral en Méditerranée: Etat des connaissances. Mésogée 54: 3-27
- Pergent-Martini C., Leoni V., Pasqualini V., Ardizzone G.D., Balestri E., Bedini R., Belluscio A., Belsher T., Borg J., Boudouresque C.F., Boumaza S., Bouquegneau J.M, Buia M.C., Calvo S., Cebrian J., Charbonnel E., Cinelli E. F., Cossu A., Di Maida G., Dural B., Francour P., Gobert S., Lepoint G., Meinesz A., Molenaar H., Mansour H.M., Panayotidis P., P. Peirano P., Pergent G., Piazza L., Pirrotta M. , Relini G., Romero J., Sanchez-Lizaso J.L. , Semroud R., Shembri P., Shili A., Tomasello A., Velimirov B., 2005. Descriptors of Posidonia oceanica meadows: Use and application. Ecological Indicators, 5 (3): 213-230
- Pozo, M., Reviriego, B., Llop, J., Sardú, S., Mena, I., Mir, F., 2009. Seguiment de la Biodiversitat Marina al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i al Parc Natural de Cap de Creus 2009-2012. Memòria de resultats 2009. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Servei de Parcs
- Pozo M., Sardu S., Reviriego B., Llop J., Mena I., F. Mir, 2011. Seguiment de la Biodiversitat marina al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i al Parc Natural de Cap de Creus 2009-2012. Memòria de resultats 2011. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Servei de Parcs
- R Development Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <URL <http://www.R-project.org>>
- Renom, P., Romero, J., 2001. Xarxa de vigilància de la qualitat biològica dels herbassars de fanerògames marines. (pcc 31001/01) Informe de resultats. Exercici 2001. Direcció General de Pesca i Afers Marítims, Generalitat de Catalunya
- Roca, G., Alcoverro, T., de Torres, M., Manzanera, M., Martínez-Crego, B., Bennett, S., Farina, S., Pérez, M., J. Romero, 2015. Detecting water quality improvement along the Catalan Coast (Spain) using stress-specific biochemical seagrass indicators. Ecological indicators, 54:161-170
- Romero, J., 1986. Une méthode d'échantillonnage stratifié pour évaluer la densité des herbiers de Posidonia oceanica Rapp. Com. Int. Mer Médit 30:2
- Romero, J., 2004. Posidònia: els prats del fons del mar. La mirada del biòleg a un ecosistema mediterrani. Col.lecció Norai, 9. Ajuntament de Badalona. Badalona, 159 pp
- Romero, J., Martínez-Crego, B., Alcoverro T., Pérez, M., 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

- Romero, J., Pérez, M., Alcoverro, T., Farina, S., Roca, G., 2010. Control d'una xarxa de vigilància dels herbeis de *Posidonia oceanica* a Catalunya, com a indicadors de la qualitat de les aigües litorals (CV07000395). Agència Catalana de l'Aigua, Generalitat de Catalunya
- Romero, J., Pérez, M., Alcoverro, T., 2012. L'alguer de *Posidonia oceanica* de les illes Medes: més de trenta anys d'estudi. In: El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació. Recerca i territori, Volum 4
- Romero J., Pérez M., López-Sendino P., Sanmartí N., Mascaró O., Martínez-Ricart A., 2014. Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacles associades als Parcs Naturals de Cap de Creus i del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Informe tècnic. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Servei d'Espais Naturals Protegits. Generalitat de Catalunya
- Romero J., Pérez M., Ricart A.M, Sanmartí N., Mariani S., 2016. Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacles del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Informe tècnic. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Servei d'Espais Naturals Protegits. Generalitat de Catalunya
- Romero, J., Pérez, M., Boada, J., Sanmartí, N., Rovira, G. (2018). Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacles Seguiment del medi marí al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2018. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. pp. 105–184.
- Ros J.D., Olivella I., Gili J.M., 1984. Els sistemes naturals de les illes Medes. Institut d'Estudis Catalans, Arxius de la Secció de Ciències, LXXIII. Barcelona. 828 pp
- Ruiz JM, Marín-Guirao L, García-Muñoz G, Ramos-Segura A, Bernardeau-Esteller J, Pérez M, Sanmartí M, Ontoria Y, Romero J, Arthur R, Alcoverro T, Procaccini G; 2018. Experimental evidence of warming-induced flowering in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin*, 134: 49-54
- Submon, 2009. Servei de manteniment de la xarxa de vigilància de la qualitat biològica dels herbassars de fanerògames marines de la costa catalana i la difusió del seu estat. Memòria final 2008-2010. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural
- Submon, 2013. Xarxa de vigilància de la qualitat biològica dels herbassars de fanerògames. Valoració de les estacions de seguiment per municipis. Informe de juliol. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural
- Waycott M., Duarte C.M., Carruthers T.J.B., Orth R.J., Dennison W.C., 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

Annex

Taula A1. Resultats de l'anàlisi de la variància feta per avaluar la significació estadística de les diferències entre subestacions d'un mateix àmbit geogràfic i franja batimètrica. La variable independent és la subestació (dins de cada àmbit geogràfic), i les dependents són la densitat, la cobertura i l'enterrament. (*) L'asterisc indica les diferències significatives ($p < 0,05$). (¹) El superíndex indica que les dades han estat transformades a l'arrel quadrada per complir les assumpcions de normalitat del test.

Zona	Profunditat	Variable	df	MS	F	p
Cap de Creus	Estacions superficials	Densitat	8	253812	23,58	< 0,001 *
		Residus	81	10764		
		Cobertura	8	201,76	2,83	0,032 *
		Residus	18	71,35		
		Enterrament¹	8	9,39	4,9	< 0,001 *
		Residus	81	1,91		
	Estacions profundes	Densitat	5	35528	12,25	< 0,001 *
		Residus	58	2900		
		Cobertura	5	43,6	2,23	0,12
		Residus	12	19,55		
		Enterrament	5	10,940	5,321	< 0,001 *
		Residus	58	2,1		
Montgrí-Medes	Estacions superficials	Densitat	4	68447	6,544	< 0,001 *
		Residus	45	10459		
		Cobertura	4	113,5	2,1	0,17
		Residus	10	54,2		
		Enterrament	4	19,87	12,72	< 0,001 *
	Estacions profundes	Residus	45	1,56		
		Densitat	3	8845	2,415	0,08
		Residus	36	3663		
		Cobertura	3	72,25	2,25	0,16
		Residus	8	32,17		
		Enterrament	3	8,51	7,12	< 0,001 *
		Residus	33	1,2		

Taula A2. Resultats del contrast d'hipòtesis basat en un model lineal, amb l'any com a variable independent contínua i la subestació com a independent aleatòria, per avaluar les tendències temporals globals de les variables dependents densitat, cobertura i enterrament, per cada zona (cap de Creus i Montgrí-Medes) i fondària (5 o 15 metres). El 'Sí' en la columna 'Aleatori' indica que s'ha inclòs en el model el factor aleatori. (*) L'asterisc indica un efecte significatiu del factor any ($p < 0,05$). El superíndex indica que les dades han estat transformades amb l'arrel quadrada (¹) o amb el logaritme (²) per complir les assumpcions de normalitat del test.

Zona	Profunditat	Variable	Aleatori	df	F	p
Cap de Creus	Estacions superficials	Densitat¹	Sí	1	0,71	0,4
		Cobertura	Sí	1	60,85	0,36
		Enterrament¹	Sí	1	1,24	0,27
	Estacions profundes	Densitat²	Sí	1	0,17	0,68
		Cobertura	No	1	0,24	0,63
		Enterrament	Sí	1	5,8	0,02*
Montgrí-Medes	Estacions superficials	Densitat	Sí	1	1,17	0,28
		Cobertura	No	1	1,24	0,27
		Enterrament	Sí	1	15,58	< 0,001*
	Estacions profundes	Densitat	Sí	1	967	0,012*
		Cobertura	No	1	3,36	0,07
		Enterrament	Sí	1	0,95	0,33

Taula A3. Resultats de l'anàlisi de la variància d'un factor feta per avaluar la significació estadística de les tendències temporals (variable independent i contínua: any) en els valors de les variables dependents densitat, cobertura i enterrament, per cada subestació de cap de Creus. (*) L'asterisc indica les diferències significatives ($p < 0,05$). (¹) El superíndex indica que les dades han estat transformades a l'arrel quadrada per complir les assumpcions de normalitat del test paramètric.

Estació	Profunditat	Variable	df	MS	F	p
Taballera	Superficial	Densitat	1	55012	9	0,007*
		Residus	38	6875		
		Cobertura	1	8,73	0,069	0,8
		Residus	10	125,95		
		Enterrament	1	0,69	0,38	0,54
		Residus	38	1,81		
	Profunda	Densitat	1	3445	1,24	0,3
		Residus	28	3067		
		Cobertura	1	149,93	12,66	0,009*
		Residus	7	11,84		
		Enterrament	1	1,07	0,75	0,4
		Residus	28	1,44		
Culip	Superficial	Densitat	1	29	0,004	0,95
		Residus	38	8348		
		Cobertura	1	133,32	1,7	0,22
		Residus	10	78,59		
		Enterrament	1	3,2	2,51	0,022*
		Residus	38	1,27		
	Profunda	Densitat	1	4051	2,42	0,13
		Residus	39	1677		
		Cobertura	1	0,95	0,02	0,89
		Residus	10	47,73		
		Enterrament¹	1	1,01	5,41	0,025*
		Residus	39	0,19		
Jugadora	Superficial	Densitat	1	28459	3,01	0,09
		Residus	38	9435		
		Cobertura	1	4,5	0,07	0,79
		Residus	10	58,23		
		Enterrament	1	0,68	0,33	0,57
		Residus	38	77,14	2,03	
	Profunda	Densitat	1	8060	1,61	0,21
		Residus	41	5022		
		Cobertura	1	49,96	0,82	0,39
		Residus	10	61,15		
		Enterrament	1	29,97	14,75	< 0,001 *
		Residus	41	2,03		

Guillola	Superficial	Densitat	1	11326	1,03	0,32
		Residus	43	11002		
		Cobertura	1	60,38	0,34	0,57
		Residus	10	176,24		
		Enterrament ¹		0.001	0.016	0.89
		Residus	43	0.06		
	Profunda	Densitat	1	465,1	0,15	0,7
		Residus	38	3077,1		
		Cobertura	1	64,56	1,16	0,31
		Residus	10	55,76		
		Enterrament	1	11,65	8,38	0,006*
		Residus	38	1,39		
Portlligat	Superficial	Densitat	1	68311	4,49	0,004*
		Residus	38	7195		
		Cobertura	1	3,09	0,04	0,85
		Residus	10	77,56		
		Enterrament	1	1,54	0,78	0,38
		Residus	38	1,99		
Norfeu N	Profunda	Densitat	1	4234	4,47	0,5
		Residus	38	9085		
		Cobertura	1	4,82	0,13	0,72
		Residus	10	36,54		
		Enterrament	1	3,13	1,33	0,26
		Residus	38	2,36		
Pelosa	Superficial	Densitat	1	71783	5,01	0,03*
		Residus	38	14341		
		Cobertura	1	6,83	0,15	0,71
		Residus	10	45,18		
		Enterrament	1	0,37	0,13	0,72
		Residus	38	2,9		
Montjoi	Superficial	Densitat	1	39776	3,87	0,06
		Residus	38	10276		
		Cobertura	1	7,71	0,13	0,73
		Residus	10	60,10		
		Enterrament	1	0,93	0,74	0,4
		Residus	38	1,26		
	Profunda	Densitat	1	177	0,05	0,82
		Residus	38	3307		
		Cobertura	1	44,2	0,94	0,36
		Residus	10	47,13		
		Enterrament	1	28,6	14,86	< 0,001 *
		Residus	38	1,92		

Taula A4. Resultats de l'anàlisi de la variància d'un factor feta per avaluar la significació estadística de les tendències temporals (variable independent i contínua: any) en els valors de les variables dependents densitat, cobertura i enterrament, per cada subestació de Montgrí-Medes. (*) L'asterisc indica les diferències significatives ($p < 0,05$). (¹) El superíndex indica que les dades han estat transformades a l'arrel quadrada per complir les assumpcions de normalitat del test paramètric.

Estació	Profunditat	Variable	df	MS	F	p
Montgó	Superficial	Densitat	1	16914	2,58	0,12
		Residus	38	6553		
		Cobertura	1	183,97	5,2	0,05
		Residus	10	35,39		
		Enterrament	1	14,38	6,43	0,02*
		Residus	38	2,24		
	Profunda	Densitat	1	1691	0,36	0,55
		Residus	38	4647		
		Cobertura	1	42,93	1,01	0,34
		Residus	10	42,19		
		Enterrament	1	0,82	0,42	0,52
		Residus	35	1,95		
Pedrosa	Superficial	Densitat	1	1449	0,24	0,63
		Residus	38	6014		
		Cobertura	1	195,8	5,85	0,04*
		Residus	10	33,48		
		Enterrament	1	1,12	0,73	0,4
		Residus	38	1,54		
Meda Gran1	Superficial	Densitat	1	90	0,007	0,93
		Residus	38	12978		
		Cobertura	1	198,47	2,68	0,13
		Residus	10	74,15		
		Enterrament	1	52,28	35,12	< 0,001 *
		Residus	38	1,49		
	Profunda	Densitat	1	65133	13	< 0,001 *
		Residus	38	5011		
		Cobertura	1	292,98	9,23	0,01*
		Residus	9	31,76		
		Enterrament¹	1	0,0053	0,003	0,95
		Residus	38	1,61		

Meda Gran2	Superficial	Densitat	1	12792	0,72	0,4
		Residus	38	17716		
		Cobertura	1	483,1	9,45	0,01*
		Residus	10	51,1		
		Enterrament	1	38,48	10,68	0,002*
		Residus	38	3,6		
	Profunda	Densitat	1	28364	5,94	0,02*
		Residus	38	4775		
		Cobertura	1	52,06	6,58	0,03*
		Residus	10	7,92		
		Enterrament	1	0,6	0,35	0,56
		Residus	36	1,74		
Meda Petita	Superficial	Densitat	1	544	0,1	0,75
		Residus	38	5431		
		Cobertura	1	157,63	3,93	0,08
		Residus	10	40,09		
		Enterrament	1	32,52	17,82	< 0,001 *
		Residus	37	1,81		
	Profunda	Densitat	1	915,9	0,43	0,52
		Residus	38	2122,1		
		Cobertura	1	40,78	0,72	0,42
		Residus	10	56,95		
		Enterrament	1	7,44	3,48	0,07
		Residus	38	2,14		

[Nota: molt majoritàriament, es van prendre, a cada subestació, 10 rèpliques per la densitat, 3 rèpliques per la cobertura i 10 rèpliques per l'enterrament. No obstant això, en uns pocs casos es van perdre algunes dades, o es van prendre algunes mostres addicionals. Això es reflecteix en petits canvis en els graus de llibertat].

Seguiment de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic

David Casals, Julia Ortega, Graciela Rovira, Bernat Hereu

- S'han detectat importants efectes del canvi climàtic: alta mortalitat amb efectes acumulatius dels diferents anys en espècies amb limitada capacitat de recuperació.
- Els efectes de la mortalitat s'han produït a tots els parcs i totes les estacions.
- S'ha observat per primera vegada mortalitat en les poblacions d'esponges de les Medes i el Montgrí.
- Les gorgònies, espècies estructurals, han sofert una important mortalitat durant les darreres dècades.

- S'ha observat un esdeveniment de gran mortalitat de briozous en ambdós parcs naturals, sent de major gravetat l'observat a les Illes Medes i el Montgrí.
- La mortalitat d'algues calcàries ha estat elevada en totes les estacions i rangs de fondària
- S'ha constatat també la mortalitat d'altres espècies, com *Cladocora caespitosa* en ambdós parcs, o *Spondylus gaederopus* al Parc Natural del Cap de Creus
- Cal aplicar amb urgència un principi de prevenció i minimitzar els impactes que sí es poden gestionar des de la direcció dels parcs.

Aquest capítol ha de ser citat com:

Casals, D., Ortega, J., Rovira, G., Hereu, B. (2020). Seguiment de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic. *Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2020*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. pp 193–227.

Introducció

El canvi climàtic és una de les majors amenaces actuals per a la conservació dels ecosistemes marins a nivell mundial (Poloczanska *et al.* 2013; Wernberg *et al.* 2016, Hughes *et al.* 2018). Tot i que els efectes del canvi climàtic són diversos, com l'increment en la freqüència i intensitat de les tempestes, l'augment del nivell del mar i l'acidificació, els factors que a dia d'avui està tenint majors conseqüències arreu són l'escalfament global i l'augment en la freqüència i intensitat de les onades de calor (Olivier *et al.* 2018; Battes *et al.* 2018). Aquestes anomalies tèrmiques provoquen alteracions en els patrons de distribució de les espècies i les comunitats que formen (Hampe i Petit 2004; Helmuth *et al.* 2006; Brierley i Kingsford 2009; Pinsky *et al.* 2013; Wernberg *et al.* 2016), canvis en la fenologia de les espècies (Puce *et al.* 2009), l'augment de infeccions i epidèmies (Vargas-Angel, 2010; Williams *et al.*, 2014), i mortalitats en massa de les espècies que no poden atenuar els seus efectes (Harvell *et al.* 1999; Ward i Lafferty 2004; Walther *et al.* 2002; Garrabou *et al.* 2009; Hughes *et al.* 2018).

La mar Mediterrània és especialment vulnerable als efectes del canvi climàtic, ja que és un mar relativament petit i confinat, amb una profunditat mitjana moderada i una ràpida renovació de les aigües, i amb una particular geografia entre biomes temperats i tropicals, que inclou una barreja d'espècies d'afinitats temperades i subtropicals. L'efecte de l'escalfament de l'aigua a la Mediterrània està sent de dos a tres vegades més ràpid que en la resta d'oceans (Vargas-Yañez *et al.* 2008), mostrant augments de temperatura d'entre 0,3°C i 0,19°C per decenni en els primers 50 m i a 80 m de profunditat, respectivament, augments del nivell del mar de 3,9 cm de mitjana per decenni, i un increment molt notable de la freqüència d'esdeveniments extrems de temperatura (Pascual *et al.*, 2012; Rivetti *et al.*, 2014).

En els darrers anys, i degut a l'augment de la temperatura del mar i a onades de calor extremes, s'ha documentat l'entrada d'espècies d'afinitat tropical a la Mediterrània (Leujesne *et al.* 2010) i s'han enregistrat diversos episodis de mortalitat en massa d'organismes termòfils, alguns d'ells causant importants mortalitats a escales espacials molt grans i afectant a nombroses espècies, com per exemple els episodis de 1999, 2003, 2006 (Cerrano *et al.* 2000 Perez *et al.* 2000; Linares *et al.* 2005; Coma *et al.* 2009; Rivetti *et al.* 2014 Garrabou *et al.* 2009), que varen afectar també tota la costa de la Mediterrània occidental, incloent la biota dels Parcs Naturals de Catalunya (Capdevila *et al.* 2018, Pagés-Escalà *et al.* 2018).

Aquestes mortalitats massives afecten principalment a espècies d'invertebrats suspensívors, com esponges, briozous, mol·luscs, i especialment gorgònies i altres cnidaris, que són espècies longeves, amb una limitada capacitat de recuperació i que sovint tenen una funció estructural dins l'ecosistema. La pèrdua d'aquests organismes pot tenir efectes molt dràstics en l'estructura i dinàmica de les comunitats, amb canvis des de comunitats dominades per espècies estructurals i longeves a altres dominades per espècies de creixement ràpid amb menys complexitat estructural i menys diversitat (Ponti *et al.* 2015; Linares *et al.* 2017). A més, a partir de les observacions realitzades dins d'aquest seguiment, recentment s'ha documentat la mortalitat d'espècies d'algues

calcàries (Hereu i Kersting 2016; Matamalas i Hereu 2016), que afecta també a diverses regions de la Mediterrània. Aquest fenomen, desconegut fins recentment en mars temperats, pot tenir també importants conseqüències en tot l'ecosistema degut a l'important paper estructural de les algues calcàries incrustants en les diverses comunitats que forma, des de les comunitats mediolitorals, com tenasses de *Lithophyllum byssoides*, fins al coral·ligen.

S'ha de tenir en compte, a més, que la majoria de perturbacions sobre els ecosistemes no actuen de forma independent, sinó que poden interaccionar de forma sinèrgica, com és el cas de les interaccions amb algues invasores (Kersting *et al.* 2015) o amb pressions més locals com el busseig (Linares and Doak 2010). En el cas de la Mediterrània, i concretament de la costa catalana, altres impactes com la contaminació, l'eutrofització, la sobrepesca, l'entrada d'espècies invasores, o la degradació de l'hàbitat, ja sigui per la pesca o per l'impacte de la sobre freqüentació turística, poden actuar sinèrgicament amb els efectes del canvi climàtic, ja que poden augmentar els seus efectes, o poden ser molt més greus quan es produeixen en comunitats ja afectades per aquest (Coll *et al.* 2010; Marbà *et al.* 2015).

L'any 2020 ha estat l'any amb la temperatura superficial de l'aigua més alta a l'Estartit assolint els 17,9°C de mitjana i empatant amb el 2014 com el màxim històric registrat, segons les dades de l'observador meteorològic Josep Pascual (Figura 1). Aquesta localitat situada al centre de Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, és el punt de referència per analitzar els efectes de l'escalfament global al Mediterrani..

Enguany la temperatura superficial ha estat per sobre la mitjana durant la major part de l'any, com es veu indicat per l'àrea de color vermell de la Figura 2., exceptuant a finals de gener, finals d'octubre i principis de novembre. Per últim, a la Figura 3 s'observen les mitjanes, d'aquest any, de les temperatures mesurades a diferents fondàries (superfície, 20m, 50m i 80m) on s'observa l'important escalfament que pateix l'aigua a partir del mes d'abril sobretot als 20 metres de profunditat, i l'estabilitat de la termoclina durant els mesos de juny a octubre.

És per tots aquests motius que l'any 2018 es va incorporar aquest nou descriptor en el seguiment de la biodiversitat marina als espais marins protegits del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Tot i que indicadors com les gorgònies ja ens mostren l'impacte del canvi climàtic als nostres parcs, és necessària una visió més amplia de les espècies i hàbitats que està afectant. És per això que en aquest descriptor es proposen metodologies molt senzilles i ràpides que ens permetin explorar el major nombre d'espècies, hàbitats i localitats afectades o no pel canvi climàtic. Malgrat que aquest impacte no es pot gestionar localment, sí que és important conèixer els seus efectes i les possibles sinèrgies amb altres impactes que sí es poden minimitzar des de una gestió local.

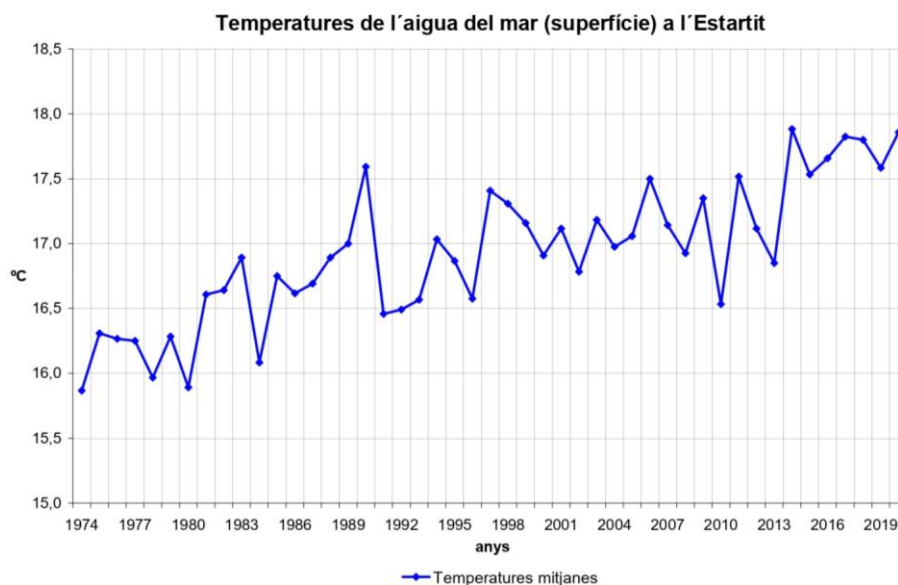


Figura 1. Sèrie temporal de la temperatura superficial mitjana a l'Estartit. Font: Josep Pascual (meteolestartit.cat)

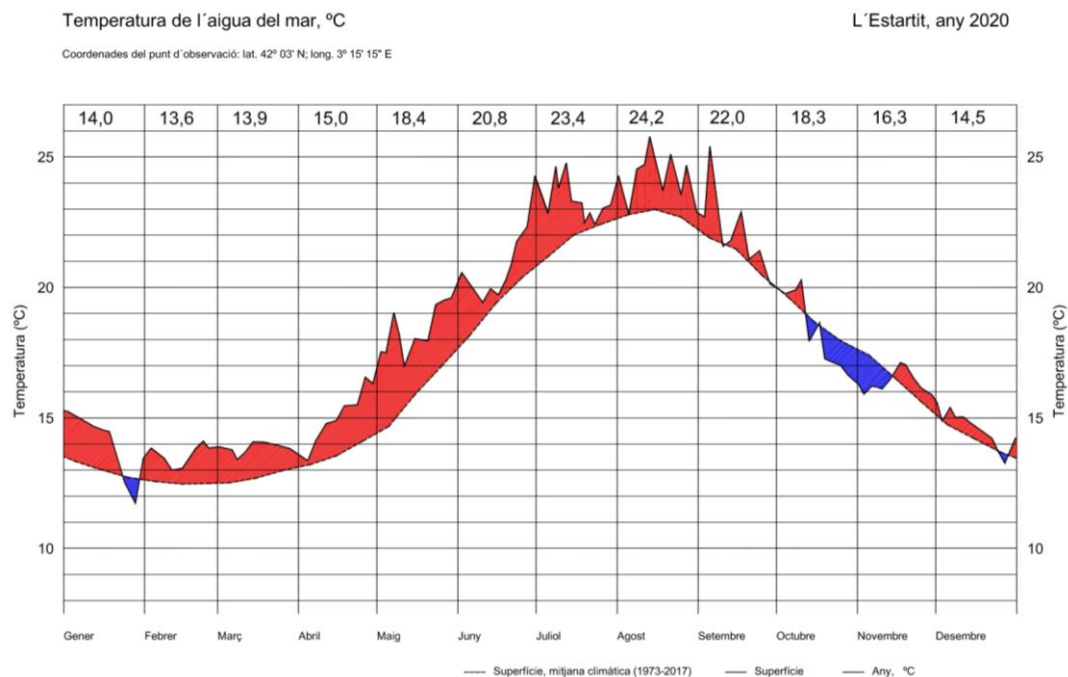


Figura 2. Temperatura superficial mitjana a l'Estartit de tots els mesos de l'any 2020. Font: Josep Pascual (meteolestartit.cat)

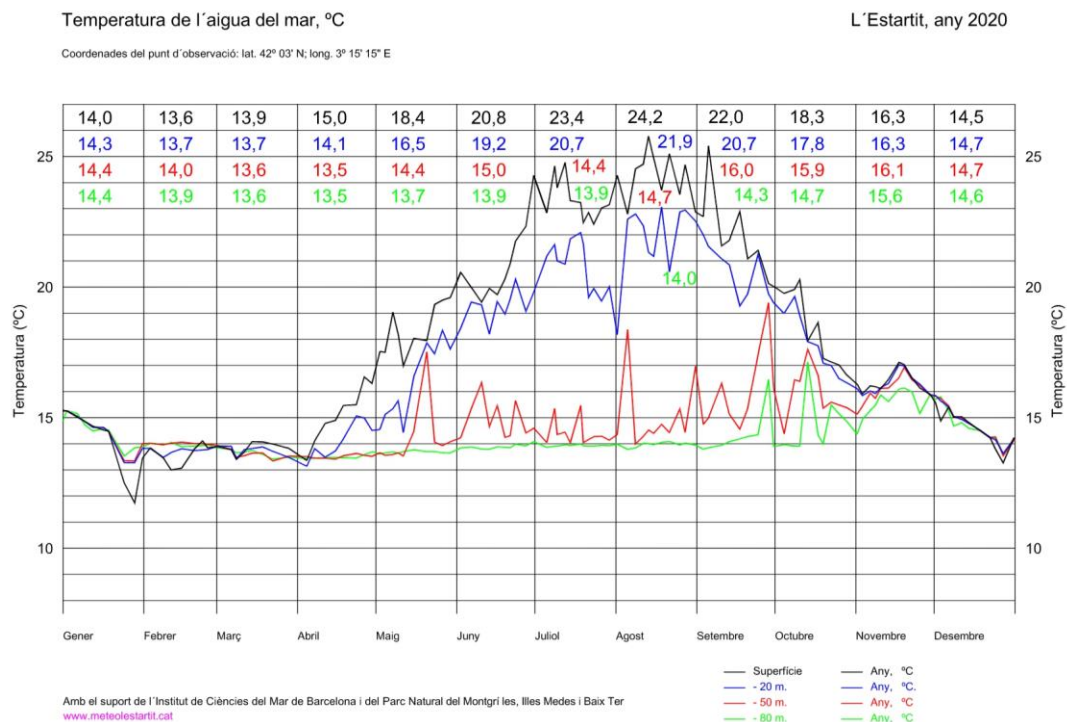


Figura 3. Temperatura superficial mitjana a l'Estartit de tots els mesos de l'any 2020. Font: Josep Pascual (meteolestartit.cat)

Material i mètodes

Disseny de mostreig

Per al seguiment de les comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic, es varen monitoritzar un total de 6 estacions al Parc Natural de Cap de Creus: 2 estacions al Parc Natural (PN), 3 estacions a les Reserves Naturals Parcial (RNP) i 1 estació a la Reserva Natural Integral (RNI), i un total de 7 estacions al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, distribuïdes en 3 estacions al Parc Natural (PN), 2 estacions a la Reserva Natural Parcial (RNP) i una estació a la zona de Zona de Control (ZC) (Taula 1, Figures 1 i 2). Aquestes estacions es varen distribuir en zones amb les mateixes característiques ambientals i amb un rang batimètric suficient per a poder mostrejar tots els rangs de fondària estudiats. A més, degut a la possible variabilitat en les condicions oceanogràfiques de les zones d'estudi, es va procurar cobrir tot el rang d'orientacions i exposició en ambdós parcs. El mostreig d'aquest indicador es va realitzar durant el mes de novembre de 2018, un cop passat el període estival de temperatura màxima de l'aigua de mar, i en el que els efectes de l'escalfament de l'aigua sobre els organismes ja són recognoscibles.

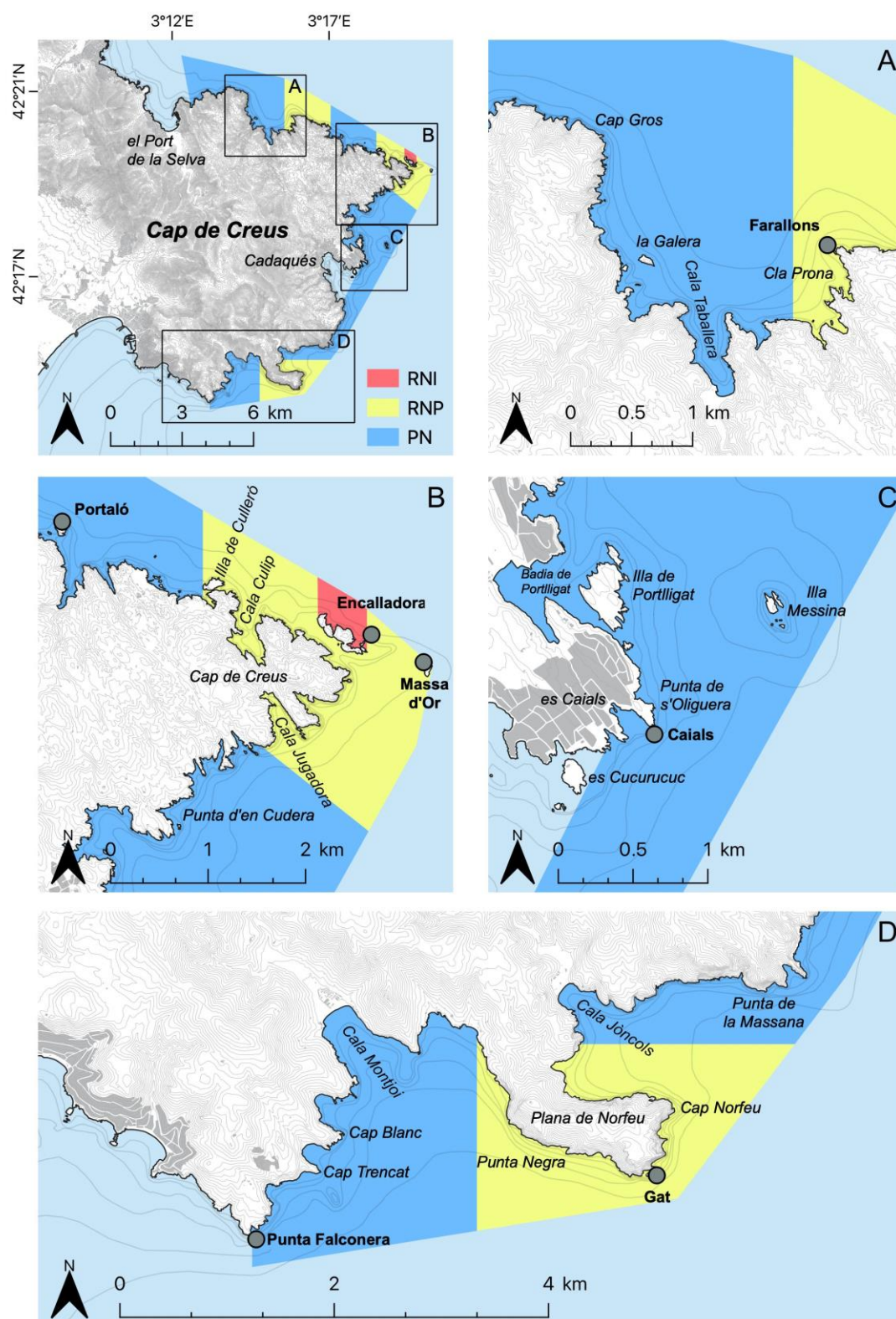


Figura 4. Mapa de les estacions de mostreig de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic al Parc Natural de Cap de Creus de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).



Figura 5. Mapa de les estacions de mostreig de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic al Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter de l'any 2020. Grau de protecció: Zona de control (ZC), Reserva Natural Parcial (RNP), Zona Perifèrica a la Protecció (ZPP) i Parc Natural (PN).

Taula 1. Estacions de mostreig de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Integral (RNI), Reserva Natural Parcial (RNP), Parc Natural (PN) i Zona de Control (ZC).

Parc	Protecció	Estació	Data mostreig
Cap de Creus	RNI	Illa de s'Encalladora	2020-09-30
	RNP	Punta des Farallons	2020-09-30
		Illa Massa d'Or	2020-09-30
		El Gat	2020-10-01
	PN	Illa de Portaló	2020-09-30
		Punta des Caials	2020-10-01
		Punta Falconera	2020-10-01
Medes i Montgrí	ZC	Medallot	2020-09-29
	RNP	Tascó Gros	2020-09-23
		La Vaca	2020-09-29
		Punta Salines	2020-09-23
	PN	Falaguer	2020-10-09
		Cap Castell	2020-09-29

Metodologia

Per aquest descriptor es va utilitzar un mètode semiquantitatiu a partir d'observacions directes i fotografies realitzades *in situ* mitjançant escafandre autònom. En cada estació, dos observadors varen fer un recorregut durant 10 minuts en tres rangs de fondària, 30-35, 15-20 i 0-5 metres, en els que s'anotava la presència d'una sèries d'espècies i grups sensibles a l'augment de la temperatura (Taula 2). Per a aquestes espècies s'anotava la seva abundància relativa (en un rang de 1 a 5), així com el nombre d'individus o colònies sanes, amb mortalitat recent (en que es pot observar el teixit necrosat o restes de l'esquelet sense epifitar), amb mortalitat antiga (sense restes de teixit i amb els esquelets coberts d'algues i animals epífits), o ambdues mortalitats simultàniament. Aquesta metodologia que ha estat proposada pel nostre grup de recerca a escala mediterrània, ens permetrà comparar en un futur els efectes del canvi climàtic als nostres parcs amb altres parcs i localitats mediterrànies. A més, es varen fer fotografies de les comunitats, cobrint una superfície i un nombre d'organismes suficientment gran com per a poder fer un recompte posterior en el cas d'espècies molt abundants o no anotades *in situ*.

Pel que fa a les algues calcàries incrustants, en cada una de les fondàries es va fer un mínim de 10 fotografies del fons, que cobrien una superfície d'almenys 0,25 m². Un cop al laboratori, a partir de l'anàlisi d'aquestes fotografies es va determinar el percentatge de cobertura d'algues calcàries, la composició específica en %, i el percentatge de mortalitat, ja sigui recent (on es pot observar el tal·lus calcificat mort de color blanc), o antiga (quan el tal·lus calcificat estava ja cobert d'epífits o estava després del fons deixant el substrat rocós nu).

Aquest mètode ens va permetre cobrir una extensió suficientment gran en cada estació de control com per a integrar la variabilitat de les mortalitats, així com poder observar un número suficientment representatiu individus de les espècies afectades, que sovint son poc abundants. A més, es va inspeccionar la possible presència d'espècies invasores.

Per l'anàlisi de les dades obtingudes, s'ha calculat la mitjana de mortalitat de cada organisme o grup d'organismes per a cada estació. A més, s'ha calculat la mitjana general per a cada un dels parcs naturals, i també per a quatre àrees amb unes característiques oceanogràfiques ben diferenciades: la mar d'Amunt (la costa Nord) i la mar d'Avall (la costa Est i Sud, des de Cap de Creus fins a Punta Figuera), la costa del Montgrí, i les Illes Medes.

Taula 2. Espècies i grups d'espècies monitoritzats en el mostreig de comunitats i espècies sensibles al canvi climàtic de l'any 2020.

Grup	Espècies
Algues	Algues calcàries incrustants
Briozous	<i>Pentapora fascialis</i>
	<i>Myriapora truncata</i>
Esponges	Esponges grises
	Esponges violetes
Mol·luscs	<i>Spondylus gaederopus</i>
	Altres bivalves
Cnidaris	<i>Corallium rubrum</i>
	<i>Eunicella singularis</i>
	<i>Paramuricea clavata</i>
	<i>Leptogorgia sarmentosa</i>
	<i>Balanophyllia europaea</i>
	<i>Cladocora caespitosa</i>
Altres	Altres espècies

Resultats

El patró general de mortalitat dels organismes sensibles al canvi climàtic monitoritzats mostra una important variabilitat en les diferents espècies i comunitats, així com una variació en les diferents estacions monitoritzades. És per això que s'ha fet l'anàlisi per a cada una de les espècies o conjunt d'espècies en les diferents estacions i diferenciant entre els dos parcs naturals.

Cap de Creus

Algues calcàries

Enguany s'ha tornat a observar el fenomen d'emblanquiment d'algues calcàries incrustants en totes les estacions mostrejades. La mortalitat s'ha produït en totes les fondàries estudiades i així com en totes les espècies d'algues calcàries incrustants.

S'ha observat un augment del percentatge de mortalitat en totes i cadascuna de les estacions respecte l'anterior estudi, exceptuant l'estació de l'illa de l'Encalladora (Figura 3). Aquest augment ha estat especialment significatiu entre els 0 i 20 metres de profunditat i destacant les estacions del Gat i Punta Falconera on entre els 0 i els 5 metres de profunditat la mortalitat representa quasi bé el 50% i entre els 15 i els 20 metres, en les mateixes estacions, supera el 50% d'afectació.

Per altra banda s'ha observat una disminució significativa del percentatge de mortalitat a l'estació de l'Encalladora entre la superfície i els 5 metres de fons.

El patró observat és l'augment significatiu de la mortalitat de les algues calcàries incrustants en comparació amb l'observada l'any 2018. La major variabilitat la trobem a les aigües someres i les de mitjana fondària i, en canvi, a les de major profunditat s'observa una afectació més homogènia. Aquest augment de la mortalitat en les fondàries compreses entre els 0 i els 20 metres pot ser degut al fet que les variacions de la temperatura de l'aigua, concretament l'augment, són més acusades en comparació amb l'estabilitat que trobem a les de major fondària. Tot i això, la mortalitat total supera el 25% en tots els rangs de fondària.

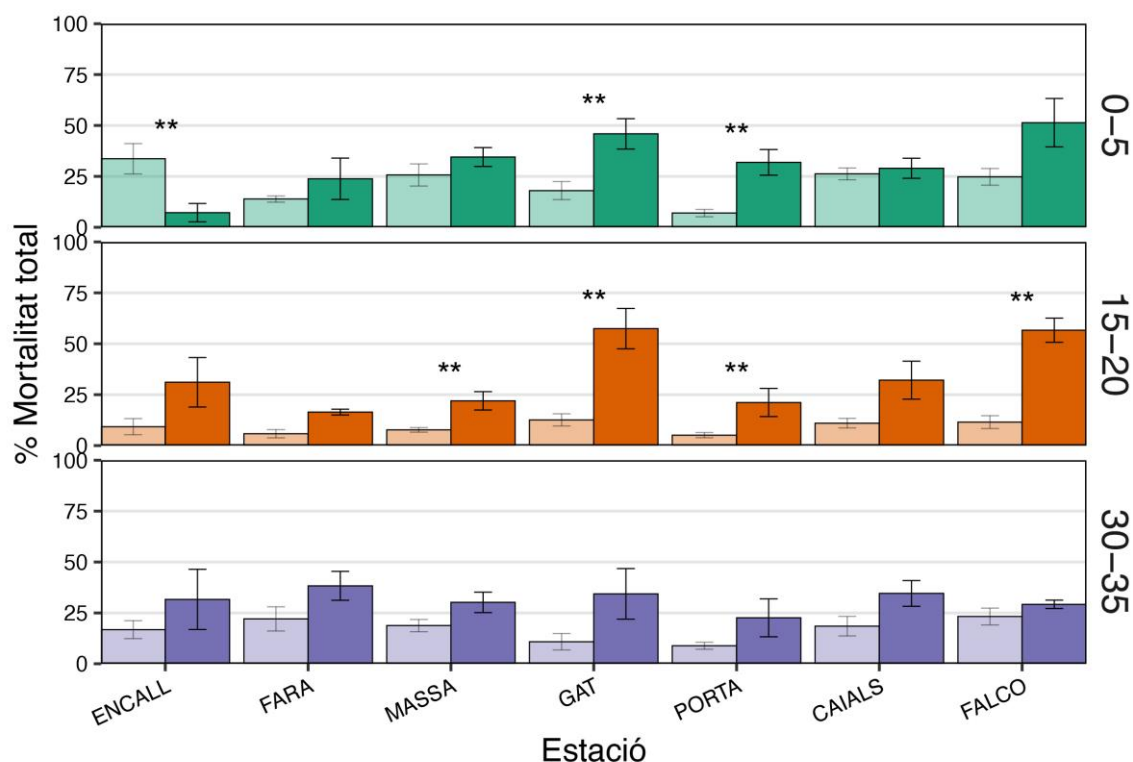


Figura 6. Percentatge de superfície afectada per mortalitat d'algues calcàries en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. Les barres més clares corresponen a l'any 2018 i les més fosques al 2020. Els tests Kruskal-Wallis que han mostrat diferències significatives es troben representats amb asteriscs.

Taula 3. Resultats dels tests estadístic Kruskal-Wallis comparant el percentatge de superfície morta de calcàries de cada població entre els anys 2018 i 2020 al Parc Natural del Cap de Creus. KS és el valor estadístic; p-valor és la significació del test- quan el p-valor és inferior a 0.05 indica que les diferències són significatives entre anys; aquests casos s'han destacat posant els valors en negreta.

Parc	Protecció	Estació	0-5 m		15-20 m		30-35 m	
			KS	p-valor	KS	p-valor	KS	p-valor
Cap de Creus	RNI	Encalladora	4,10	<0,05	2,35	0,12	0,06	0,81
		Farallons	0,30	0,58	5,51	<0,05	3,60	0,06
	RNP	Massa d'Or	0,86	0,35	6,61	<0,05	2,52	0,11
		El Gat	6,99	<0,05	7,93	<0,05	2,79	0,09
		Portaló	9,44	<0,05	6,43	<0,05	2,49	0,11
	PN	Caials	0,12	0,71	3,60	0,06	2,41	0,06
		Punta Falconera	3,37	0,06	9,73	<0,05	0,84	0,36

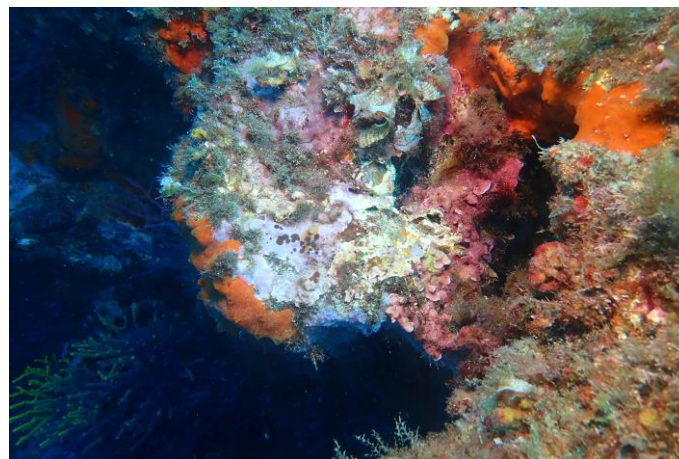


Figura 7. Algues calcàries incrustants (*Lithophyllum incrustans* i *Lithophyllum stictaeforme*) patint un procés d'emblanquiment (mortalitat recent) a l'estació de l'Encalladora, Parc Natural del Cap de Creus.

Pentapora fascialis

Només s'han trobat colònies a 3 estacions, entre els 15 i els 20 metres de fondària a Portaló i entre els 30 i els 35 metres a l'Encalladora i al Gat, i totes les colònies d'aquest briozou amb afectació trobades enguany presenten exclusivament mortalitat antiga (Figura 8). Com ja s'ha vist en el seguiment anual de Briozous, les densitats d'aquestes colònies han sofert un declivi generalitzat en els últims anys degut als episodis recurrents de mortalitat ocorregut en els anys anteriors (veure memòria de les poblacions de briozous).

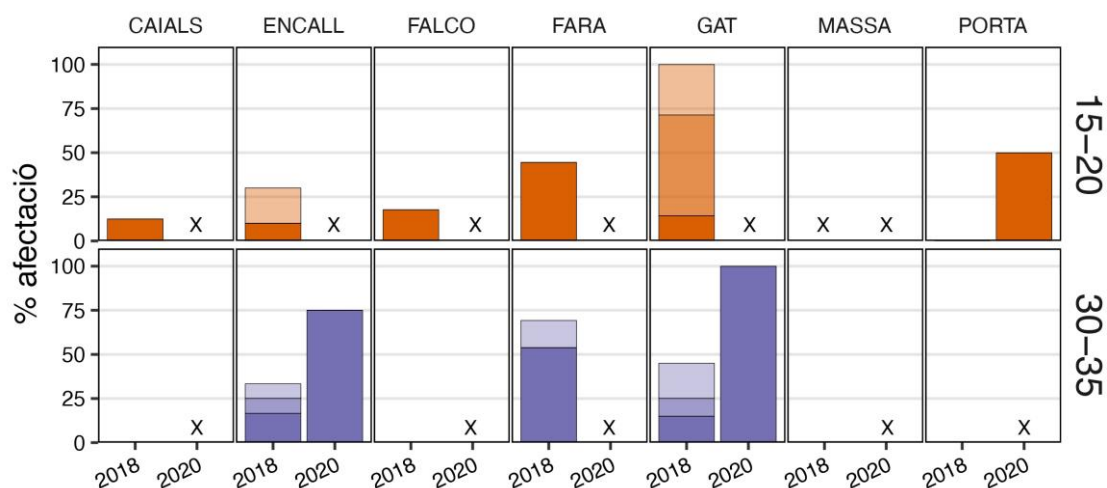


Figura 8. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de *Pentapora fascialis* en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

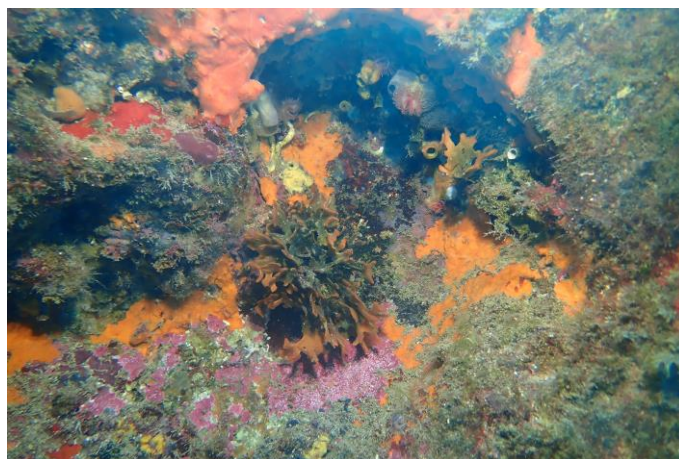


Figura 9. Colònia de banya d'ant (*Myriapora truncata*) amb signes de mortalitat dels seus teixits (epifitats per algues) a l'estació de l'Encalladora, Parc Natural del Cap de Creus.

Myriapora truncata

Aquest briozou en el rang d'aigües més someres s'ha pogut observar enguany només en dues estacions, Punta Falconera i Farallons, mentre que a les fondàries de 15-20 metres i 30-35 metres aquesta espècie és més abundant i està representada en totes les estacions. Les poblacions de la franja més superficial són les més afectades, amb el total de les colònies amb el 100% d'afectació per mortalitat antiga (Figura 10). Al rang de profunditat de 30 a 35 metres és on trobem un major percentatge de mortalitat d'aquesta espècie i en especial a l'estació de Farallons. L'any 2018 aquesta mateixa estació presentava un 100% d'afectació per mortalitat recent entre els 15 i els 20 metres de fondària, enguany a la mateixa fondària no s'ha trobat cap colònia.

També cal destacar que a l'estació de Caials, l'any 2018 entre els 0 i 5 metres de fondària trobàvem un 77% de mortalitat antiga en les colònies, enguany no s'ha trobat cap colònia.

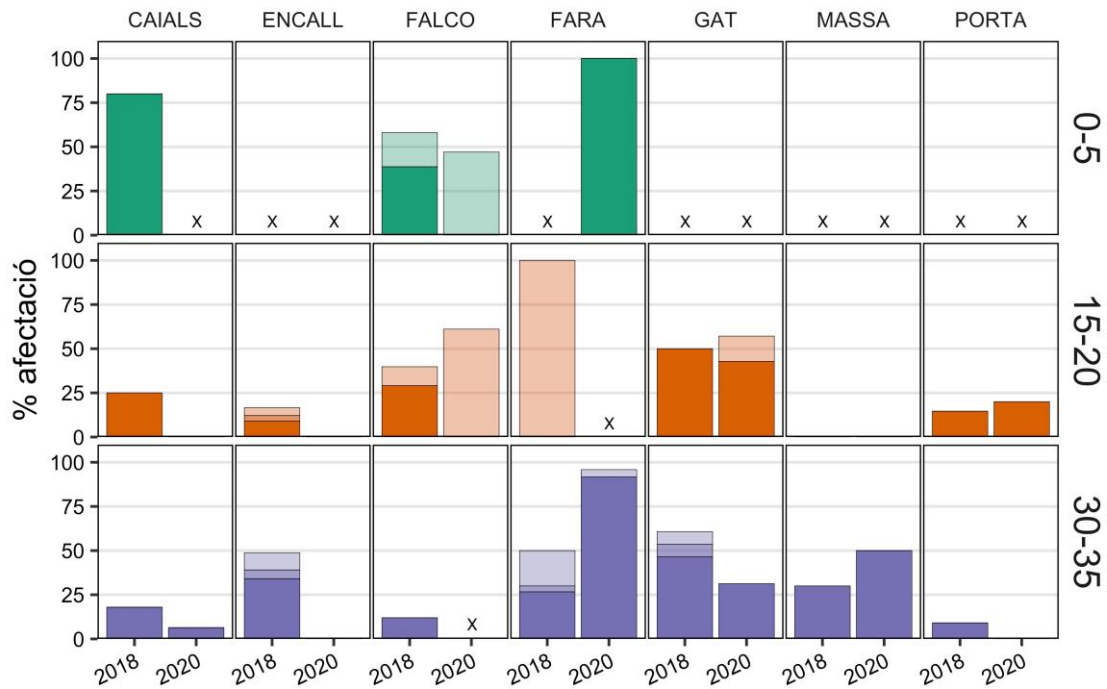


Figura 10. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de *Myriapora truncata* en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

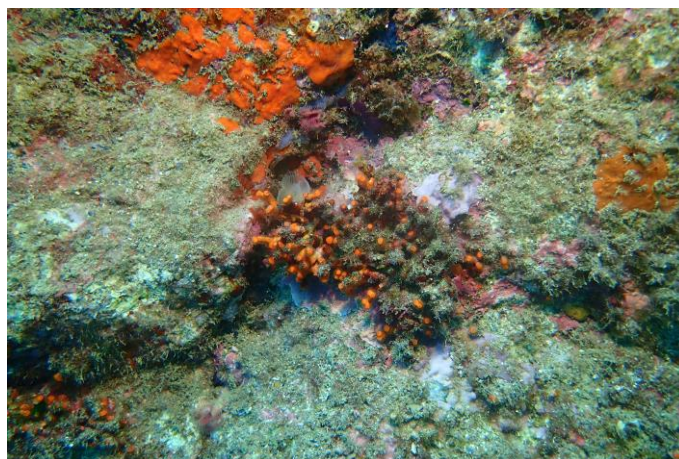


Figura 11. Colònies de fals corall (*Myriapora truncata*) epifitades per algues degut a un esdeveniment de mortalitat antiga a l'estació de Punta Falconera, Parc Natural del Cap de Creus.

Esponges grises

S'ha pogut observar una gran mortalitat d'esponges en algunes de les localitats, especialment a Farallons on l'afectació per mortalitat en aquests organismes entre els 0 i els 20 metres de fondària supera el 75% (Figura 12). El major grau d'afectació el trobem en la capa més somera d'aigua,

entre els 0 i els 5 metres. En comparació amb l'any 2018 on la mortalitat entre els 15 i els 20 metres de profunditat era baixa, enguany s'ha observat un increment important. També cal destacar que entre les fondàries d'entre 30 i 35 metres, la mortalitat respecte l'anterior estudi ha disminuït.

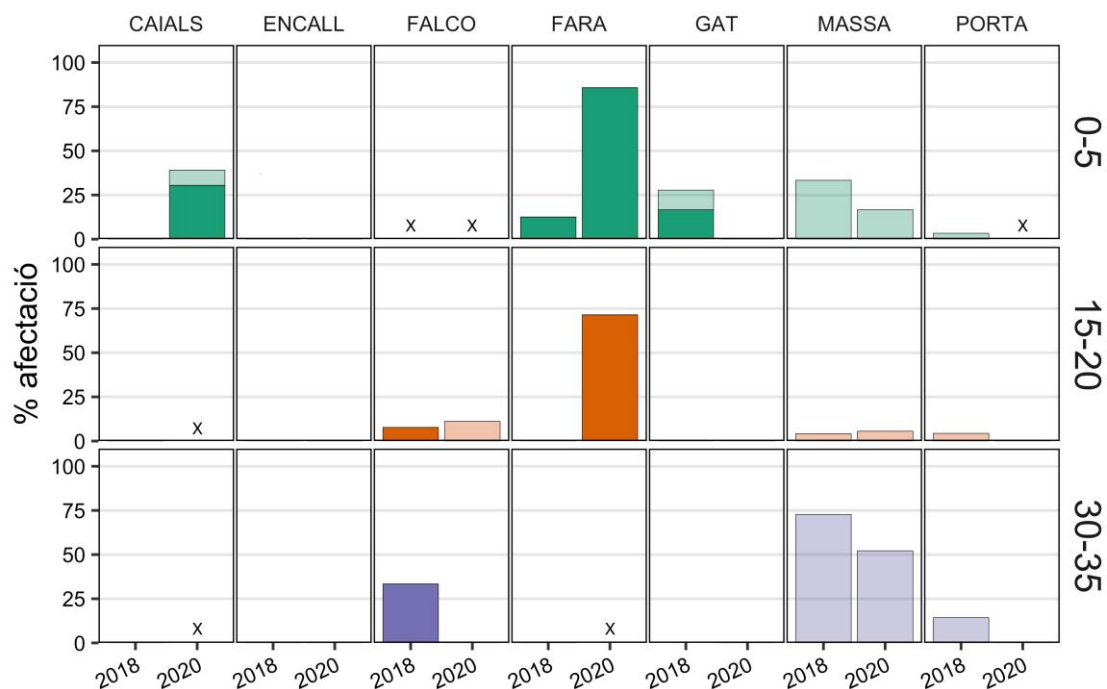


Figura 12. Percentatge d'afectació (colònies afectades) d'esponges grises en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.



Figura 13. Esponja gris (*Ircinia oros*) on s'observa com els seus teixits morts estan sent epifitats (mortalitat antiga) a l'estació del Gat, Parc Natural del Cap de Creus.

Altres esponges

Aquest 2020 s'han observat diverses esponges de l'espècie *Axinella polypoides* amb mortalitat a les estacions de Portaló i Punta Falconera.

Spondylus gaederopus

S'han trobat alguns individus d'aquest bivalve a les localitats de Farallons (3 individus), l'Encalladora (3 individus), Caials (9 individus) i Portaló (2 individus), tots ells amb mortalitat antiga o recent.



Figura 14. Valva d'un individu de *Spondylus gaederopus* sobre una gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) que s'ha després de la roca després de morir a l'estació de l'Encalladora, Parc Natural del Cap de Creus.

Altres bivalves

A diferència d'anys anteriors, enguany no s'ha observat mortalitat d'altres bivalves, com *Arca noeae*. No obstant, degut a la baixa densitat d'aquests organismes i a la dificultat de identificar-los quan són vius, ja que estan coberts d'esponges i altres organismes epífits, no hem pogut quantificar la seva densitat i l'abast de les mortalitats descrites anteriorment.

Corallium rubrum

Pel que fa al corall vermell (*Corallium rubrum*), només s'ha observat colònies amb afectació entre els 30 i els 35 metres de fondària en dues estacions (Figura 15), Caials i Farallons, que l'any 2018 no estaven gens afectades, com la resta de localitats. Pel que fa a l'estació del Gat, on en l'anterior estudi es va poder observar signes de mortalitat recent, amb menys de 4% de les colònies afectades, aquest 2020 no se n'ha observat. També cal afegir que a la localitat de Punta Falconera s'han observat unes poques colònies sense cap afectació entre els 15 i els 20 metres de profunditat.

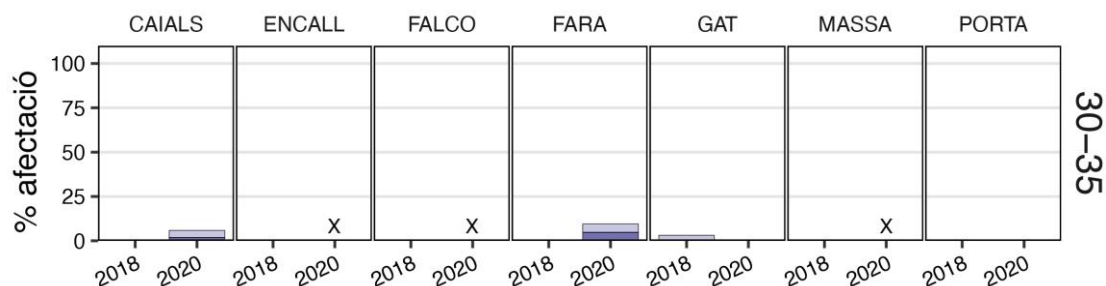


Figura 15. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de corall vermell (*Corallium rubrum*) en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

Eunicella singularis

La gorgònia blanca (*Eunicella singularis*) es veu molt afectada per l'efecte de l'escalfament de l'aigua del mar. Enguany s'ha vist com l'afectació per mortalitat, tant antiga com recent, ha augmentat en comparació amb l'anterior estudi realitzat. Aquest augment ha estat molt significatiu en les colònies que es troben en aigües menys profundes (dels 0 als 5 metres) i ha assolit valors del 100% de mortalitat en les localitats de Caials i l'Encalladora (Figura 16), mentre que a les estacions de Falconera, Farallons i el Gat aquesta afectació supera el 75%. En aquest mateix rang de profunditat cal esmentar que a les localitats de Massa d'Or i Portaló no s'ha trobat cap gorgònia. Entre els 15 i els 20 metres de fondària trobem també un augment del percentatge d'afectació en comparació amb l'anterior estudi, amb un percentatge important de mortalitat antiga causada per episodis anteriors. Per últim, a la fondària compresa entre els 30 i els 35 metres cal destacar el 100% de mortalitat antiga de les gorgònies a l'estació de Caials, i un augment en l'afectació a les localitats de l'Encalladora i Farallons, amb un percentatge important de mortalitat antiga però també recent en l'estació de Farallons. Les estacions de Massa d'Or i Portaló mostren una disminució del percentatge de colònies afectades, però aquesta disminució no significa menor mortalitat sinó que les que trobàvem mortes el 2018 possiblement ja no es trobin i les que trobem enguany són d'afectació posterior a les que es van observar en l'anterior estudi.

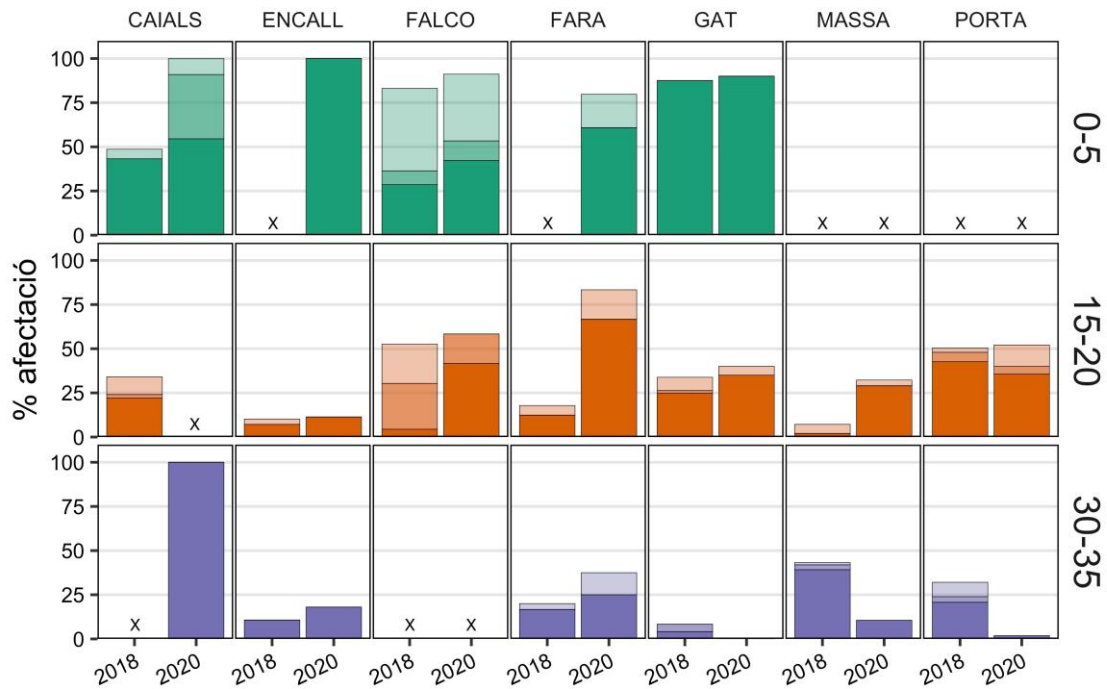


Figura 16. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de gorgònia blanca (*Eunicella singularis*) en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.



Figura 17. Dues colònies de *Eunicella singularis*, a l'esquerra una colònia sana i a la dreta una colònia amb afectació per mortalitat antiga i recent a l'estació de l'Encalladora, Parc Natural del Cap de Creus.

Paramuricea clavata

Enguany aquesta espècie de gorgònia ha estat present a les fondàries de 15-20 i 30-35 metres en la majoria de localitats, exceptuant a Massa d'or i el Gat entre els 15 i els 20 metres i Caials i Farallons entre els 30 i 35. Comparant les dades obtingudes amb les de l'anterior estudi s'ha observat un augment de la mortalitat en tots els rangs de fondària. La major part d'aquesta afectació era mortalitat vella, acumulada d'episodis anteriors. Les estacions que han mostrat un augment de l'afectació per mortalitat en les colònies han estat Caials i l'Encalladora entre els 15 i

els 20 metres de fondària amb el voltant del 70% de les colònies amb mortalitat i entre els 30 i els 35 metres l'Encalladora i el Gat amb un 75% de mortalitat (Figura 18). Pel que fa a la mortalitat recent, la incidència ha estat molt més alta en la fondària de 15-20 metres, on s'ha pogut observar en major o menor mesura a totes les estacions, mentre que a les estacions de més fondària, 30-35 metres, només s'ha observat a Encalladora i Portaló.

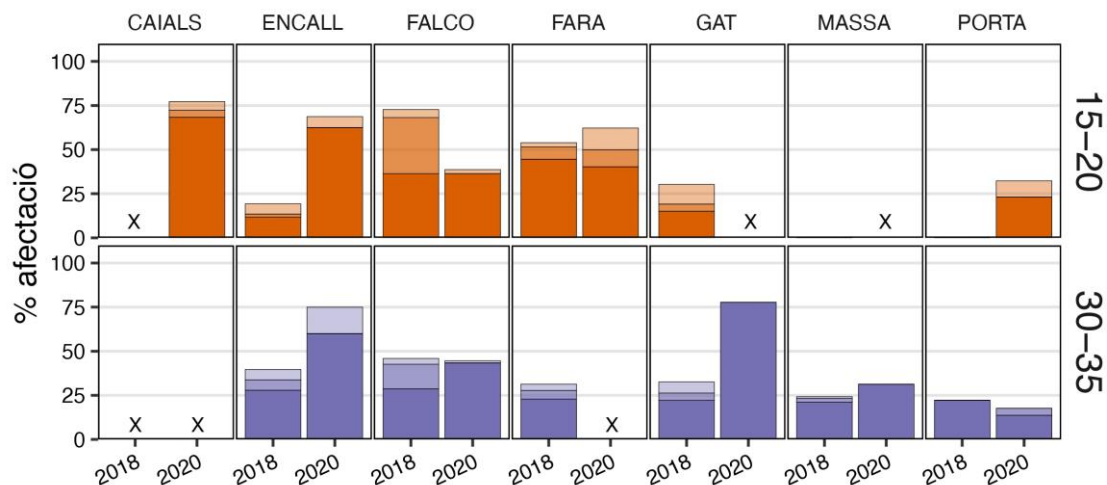


Figura 18. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.



Figura 19. Exemplar de gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*), amb afectació per mortalitat antiga (epibiosi) i recent (esquelet al descobert) a l'estació de Punta Falconera, Parc Natural del Cap de Creus.

Leptogorgia sarmentosa

Enguany s'ha observat aquesta gorgònia només en les estacions de l'Encalladora i Portaló i en la profunditat de 30 a 35 metres. Els 3 individus observats a l'Encalladora no presentaven cap símptoma d'afectació mentre que l'únic individu observat al Portaló presentava mortalitat antiga.



Figura 20. Exemplar de gorgònia taronja (*Leptogorgia sarmentosa*) sense cap tipus d'afectació a l'estació de l'Encalladora, Parc Natural del Cap de Creus.

Balanophyllia europaea

No s'ha observat mortalitat d'aquesta espècie en cap de les estacions estudiades.

Cladocora caespitosa

S'ha observat enguany tan sols a l'estació de Portaló on un 50% de les colònies presentava mortalitat antiga (Figura 21). L'any 2018 es van localitzar colònies d'aquesta espècie en dos localitats, Falconera i Caials, i cap d'elles presentava cap mena d'afectació.

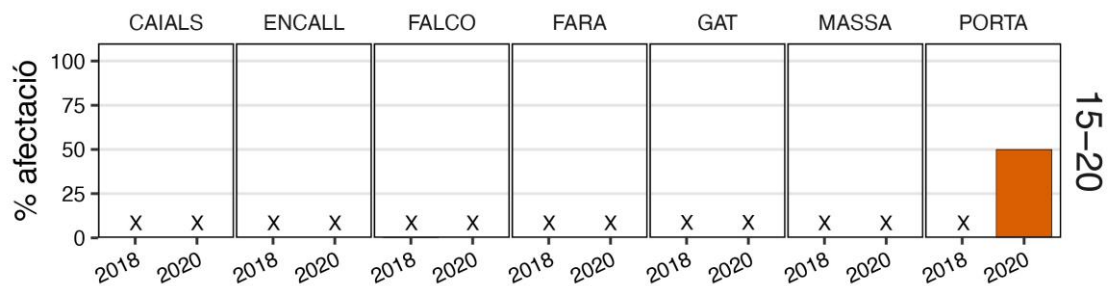


Figura 21. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de *Cladocora caespitosa* en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Cap de Creus. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Algues calcàries

Tal i com també s'ha observat al Parc Natural del Cap de Creus, enguany s'ha tornat a observar el fenomen d'emblanquiment d'algues calcàries incrustants en totes les localitats mostrejades. La mortalitat s'ha produït en tot el rang de fondàries estudiades així com en totes les espècies d'algues calcàries incrustants. Entre els 0 i els 5 metres de fondària, s'ha observat valors de mortalitat total similar en totes les estacions, exceptuant Cap Castell que ha patit un augment significatiu. A les profunditats compreses entre els 15 i els 20 metres l'augment de la mortalitat total, en comparació a l'observada durant el 2018, ha estat generalitzat sent significatiu en totes les localitats, i situant-se prop del 50% (Figura 22). Per últim, entre els 30 i els 35 metres de profunditat també s'ha observat un cert augment de la mortalitat en totes les estacions, tot i que només ha estat significatiu a les estacions de Punta Salines i el Falaguer.

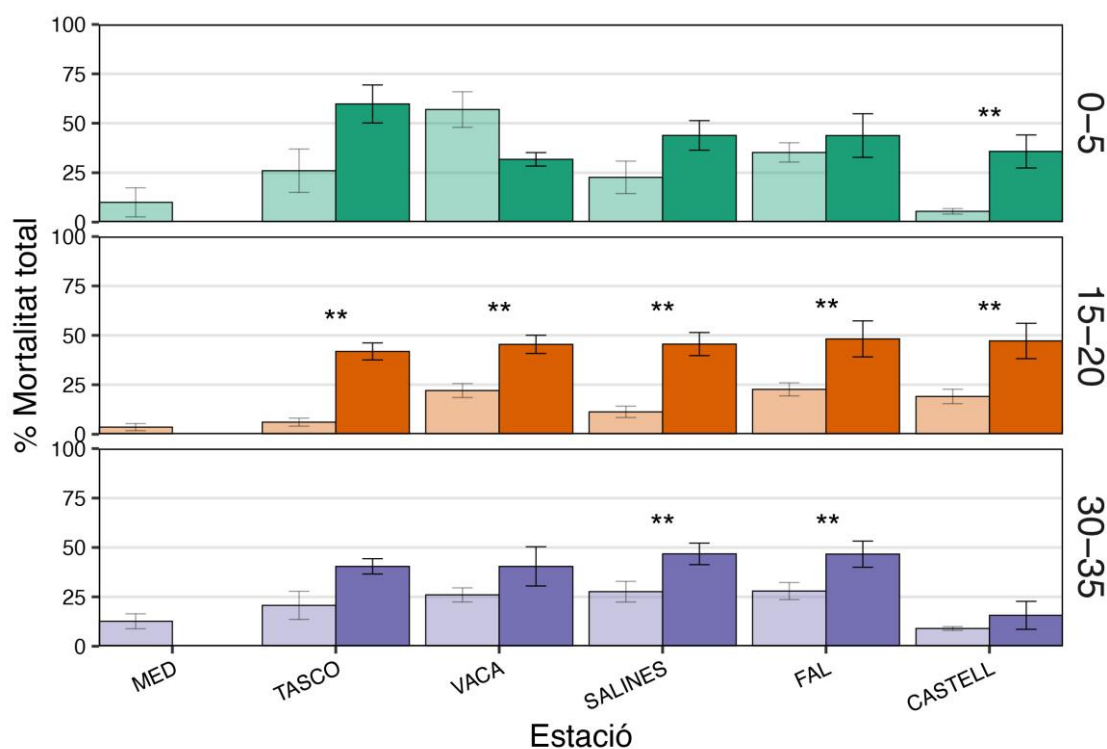


Figura 22. Percentatge de superfície afectada per mortalitat d'algues calcàries en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. Les barres més clares corresponen a l'any 2018 i les més fosques al 2020. Els tests Kruskal-Wallis que han mostrat diferències significatives es troben representats amb asteriscs. Degut a problemes tècnics, les fotografies del Medallot no van poder-se analitzar. Tot i això, les observacions realitzades in-situ mostraven una afectació similar a la resta d'estacions.



Figura 23. Algues calcàries (*Lithophyllum incrustans*) on s'observa el fenomen d'emblanquiment (mortalitat recent) i d'epibiosi (mortalitat antiga) que es produeix un temps després de l'emblanquiment.

Taula 4. Resultats del test estadístic Kruskal-Wallis comparant el percentatge de superfície morta de calcàries de cada població entre els anys 2018 i 2020 al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. KS és el valor estadístic; p-valor és la significació del test- quan el p-valor és inferior a 0.05 indica que les diferències són significatives entre anys; aquests casos s'han destacat posant els valors en negreta.

Parc	Protecció	Estació	0-5 m		15-20 m		30-35 m	
			KS	p-valor	KS	p-valor	KS	p-valor
Cap de Creus	ZC	Medallot	-	-	-	-	-	-
	RNP	Tascó Gros	3,00	0,08	9,53	<0,05	2,93	0,09
		La Vaca	2,97	0,08	6,76	<0,05	1,88	0,17
		Punta Salines	3,64	0,06	10,01	<0,05	3,86	<0,05
	PN	Falaguer	0,54	0,46	5,98	<0,05	4,23	<0,05
		Cap Castell	9,46	<0,05	6,40	<0,05	0,72	0,39

Pentapora fascialis

Les colònies d'aquesta espècie de briozou s'han observat en quatre localitats enguany: Cap Castell, Medallot, Punta Salines i la Vaca. Entre els 15 i els 20 metres de profunditat, totes les estacions presentaven un 100% de mortalitat de les colònies exceptuant la localitat de la Vaca on l'afectació era del 20% (Figura 24). Dels 30 als 35 metres de fondària, només s'han trobat colònies a l'estació de Cap Castell i totes elles amb una mortalitat del 100%. En comparació amb l'any 2018, on es van poder observar colònies en totes les estacions i en 3 d'elles no presentaven signes de mortalitat, aquest 2020 només s'han trobat colònies afectades; sent clarament predominant l'afectació per mortalitat antiga.

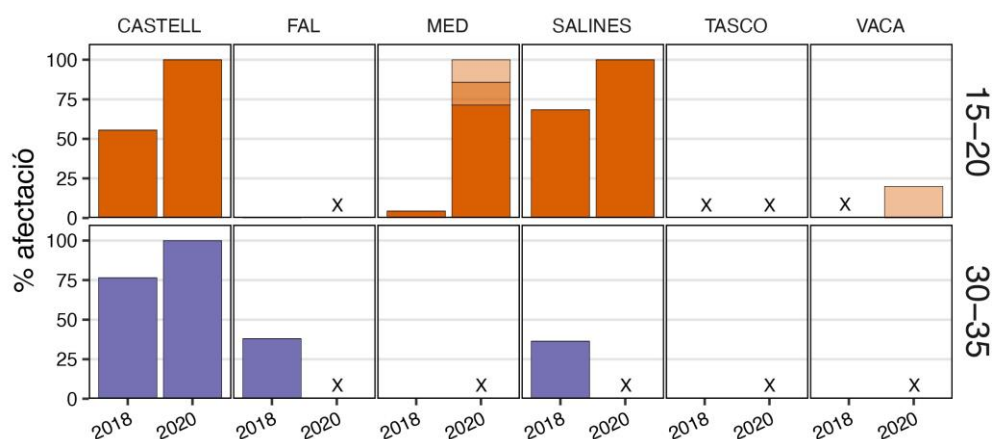


Figura 24. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de *Pentapora fascialis* en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.



Figura 25. Colònies de banya d'ant (*Pentapora fascialis*) que presenten un alt grau d'afectació per mortalitat antiga (epibiosi) a l'estació de Cap Castell, Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i el Baix Ter.

Myriapora truncata

El briozou *Myriapora truncata* enguany s'ha observat en totes les localitats estudiades exceptuant la del Tascó gros. De les localitats amb presència de colònies, les de Cap Castell, Falaguer i la Vaca són les úniques on s'ha observat mortalitat. En el rang de profunditat comprès entre els 15 i els 20 metres, aquestes tres estacions superaven el 60% d'afectació, destacant l'estació de la Vaca amb un 82% d'afectació per mortalitat recent (Figura 26). Entre els 30 i els 35 metres de fondària, les mateixes tres estacions superen també el 60% d'afectació i cal destacar el 100% d'afectació per mortalitat recent a la localitat de Cap Castell. L'any 2018 es trobaven colònies a les estacions de Falaguer, Medallot i Punta Salines que aquest 2020 ja no hi eren presents. Enguany la mortalitat de les colònies ha superat el 60% d'afectació en tot el rang de fondària, destacant les mortalitats recents de les estacions de Cap Castell, de 30 a 35 metres, i la Vaca en tot el rang de profunditat.

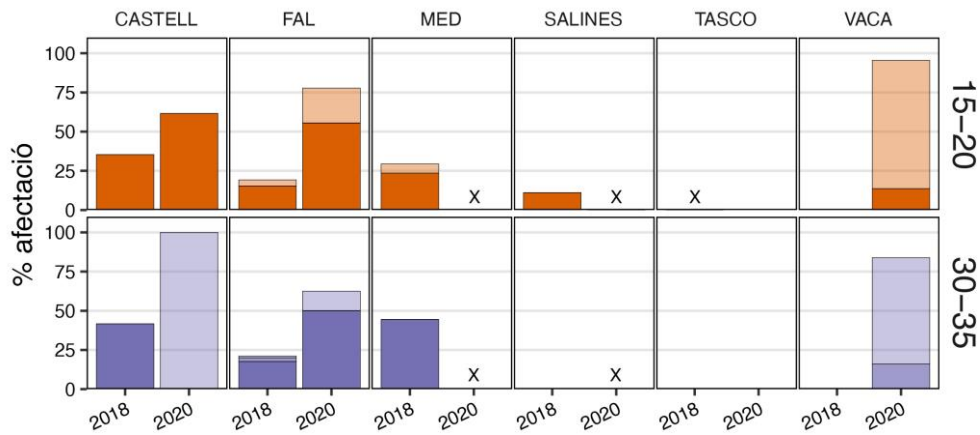


Figura 26. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de *Myriapora truncata* en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

Esponges grises

S'ha observat una mortalitat important d'aquest tipus d'esponja en alguna de les localitats estudiades, sent l'afectació més important en el rang de menor fondària. Entre els 0 i els 5 metres de profunditat trobem que en les estacions de Falaguer, Medallot, Tascó gros i la Vaca presenten una afectació per mortalitat antiga i recent força considerable; assolint el 92% d'afectació en el cas del Medallot (Figura 27). Entre els 15 i els 20 metres trobem únicament un 8% d'afectació per mortalitat antiga a l'estació del Tascó gros. Per últim, entre els 30 i els 35 metres trobem que al Medallot s'assoleix el 100% d'afectació per mortalitat recent d'aquests organismes. Aquestes dades de mortalitat són preocupants ja que, com es pot veure al gràfic, l'any 2018 no es va trobar cap esponja amb signes de mortalitat a cap de les localitats visitades.

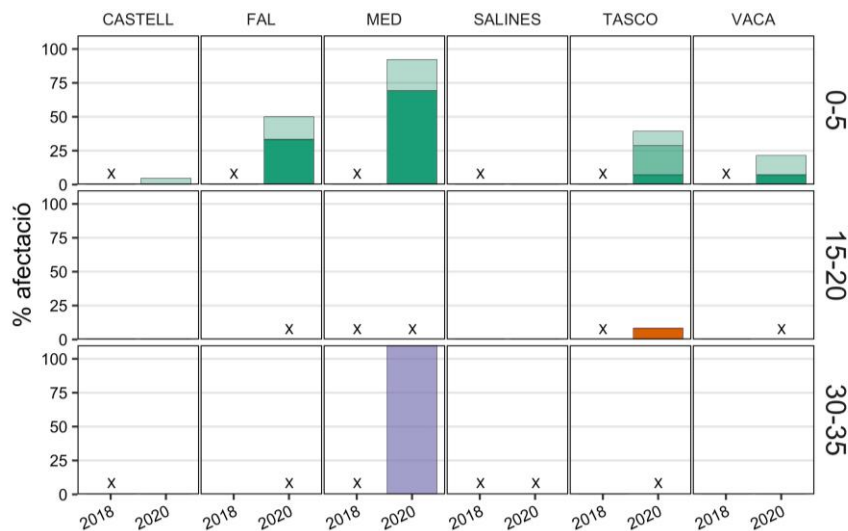


Figura 27. Percentatge d'afectació (colònies afectades) d'esponges grises en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.



Figura 28. Esponja gris (*Ircinia oros*) amb parts del seu teixit mort i sent epifitat per algues a l'estació de Cap Castell al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.

Altres esponges

Pel que fa les esponges violetes, ens trobem amb un cas similar que l'anterior. L'any 2018 no es va observar mortalitat de cap tipus en totes les localitats visitades i enguany s'ha observat afectació per mortalitat antiga i recent en les localitats de Medallot i Tascó gros. Aquesta afectació ronda el 50% en les dues estacions, sent més destacable la mortalitat antiga al Tascó gros, d'un 32%, i la combinació d'antiga i recent al Medallot d'un 28% (Figura 29).

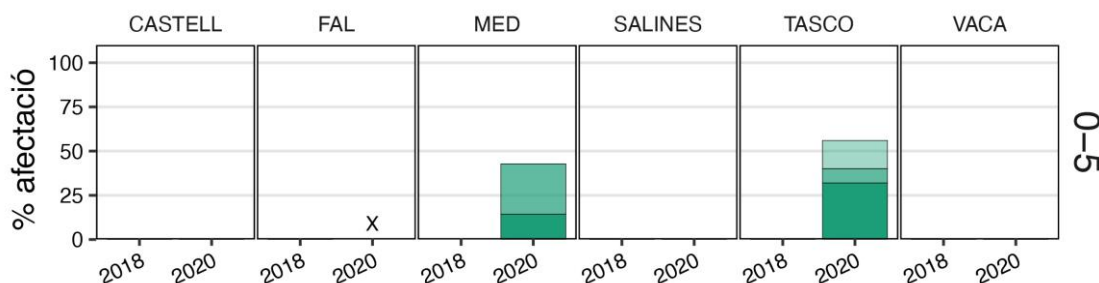


Figura 29. Percentatge d'afectació (colònies afectades) d'esponges violetes en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

Spondylus gaederopus

Enguany no s'ha trobat cap individu d'aquest mol·lusc a les estacions estudiades. L'any 2018 se'n van trobar en alguna de les localitats, però les densitats eren molt baixes; entre 1 i 4 individus per estació entre els 0 i els 20 metres de profunditat.

Altres bivalves

A diferència d'anys anteriors, enguany no s'ha observat mortalitat d'altres bivalves, com *Arca noeae*. No obstant, degut a la baixa densitat d'aquests organismes i a la dificultat de identificar-los quan són vius, ja que estan coberts d'esponges i altres organismes epífits, no hem pogut quantificar la seva densitat i l'abast de les mortalitats descrites anteriorment.

Corallium rubrum

Enguany, el corall vermell s'ha observat a les estacions de Punta salines, Tascó gros i Falaguer i la Vaca. Entre els 0 i els 5 metres de profunditat no s'ha observat cap colònia. Dels 15 als 20 metres només s'han observat colònies a les localitats del Falaguer i la Vaca, amb un 6% i un 16% d'afectació respectivament (Figura 30). Per últim, al rang de fondària comprès entre els 30 i els 35 metres, s'han trobat colònies en totes les estacions exceptuant Cap Castell però l'única que ha presentat mortalitat recent ha estat la del Falaguer amb un 6% de les colònies afectades.

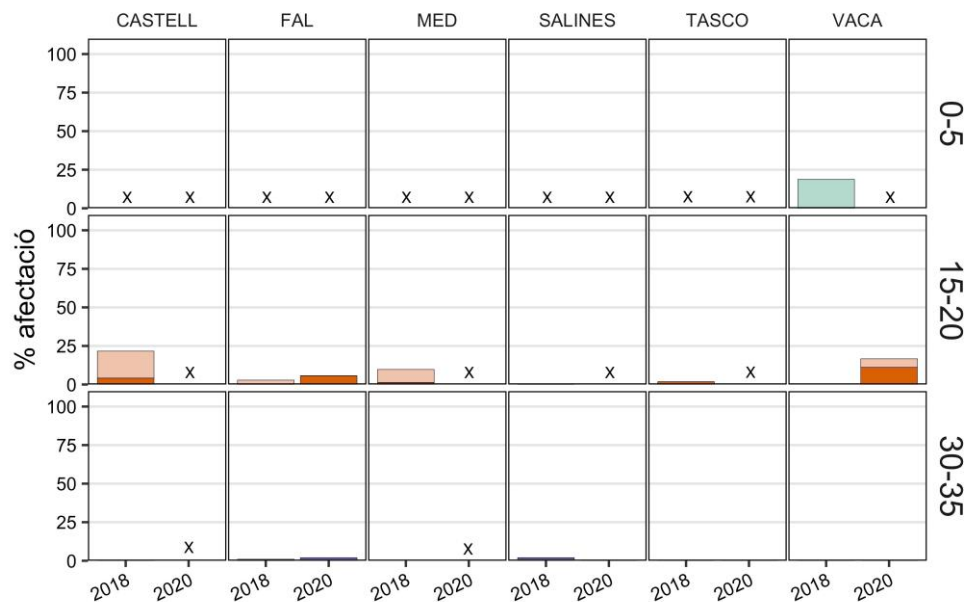


Figura 30. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de corall vermell (*Corallium rubrum*) en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

Eunicella singularis

Aquest 2020 l'afectació per mortalitat s'ha pogut observar entre els 0 i els 5 metres de profunditat per primera vegada, concretament a les localitats de Cap Castell i del Medallot amb un 50% i un 80% d'afectació total respectivament (Figura 31). Com ja s'ha explicat anteriorment, aquesta gorgònia es veu greument afectada pels efectes de l'escalfament de l'aigua del mar i enguany la temperatura en superfície ha estat de la més elevada a les illes Medes des del 2014 assolint de nou el màxim històric desde l'inici de la sèrie temporal de Josep Pascual. Entre els 15 i els 20

metres de fondària l'afectació ha estat més estesa trobant-se en cinc de les set estacions i amb valors d'entre el 50% i el 80% de mortalitat total. Dels 30 als 35 metres de fondària, l'afectació s'ha observat a les estacions de Cap Castell, Punta Salines i Tascó gros, sent l'afectació per mortalitat antiga la predominant. Cap Castell ha estat l'estació més afectada per mortalitat aquest 2020 superant el 50% de mortalitat en tot el rang de fondària. Les dues úniques estacions on no s'ha trobat colònies afectades han estat les localitats de Punta Falconera i la Vaca. Com s'ha vist també al Parc Natural del Cap de Creus, s'observa que la major part d'aquesta mortalitat que és d'anys anteriors, mortalitat antiga, és a dir, amb l'esquelet ja cobert d'organismes epífits com algues filamentoses i calcàries o invertebrats com hidraris o altres. La mortalitat recent l'any 2018 va ser molt important en algunes estacions i part d'aquesta s'ha traduït al 2020 en l'augment del percentatge de mortalitat antiga.

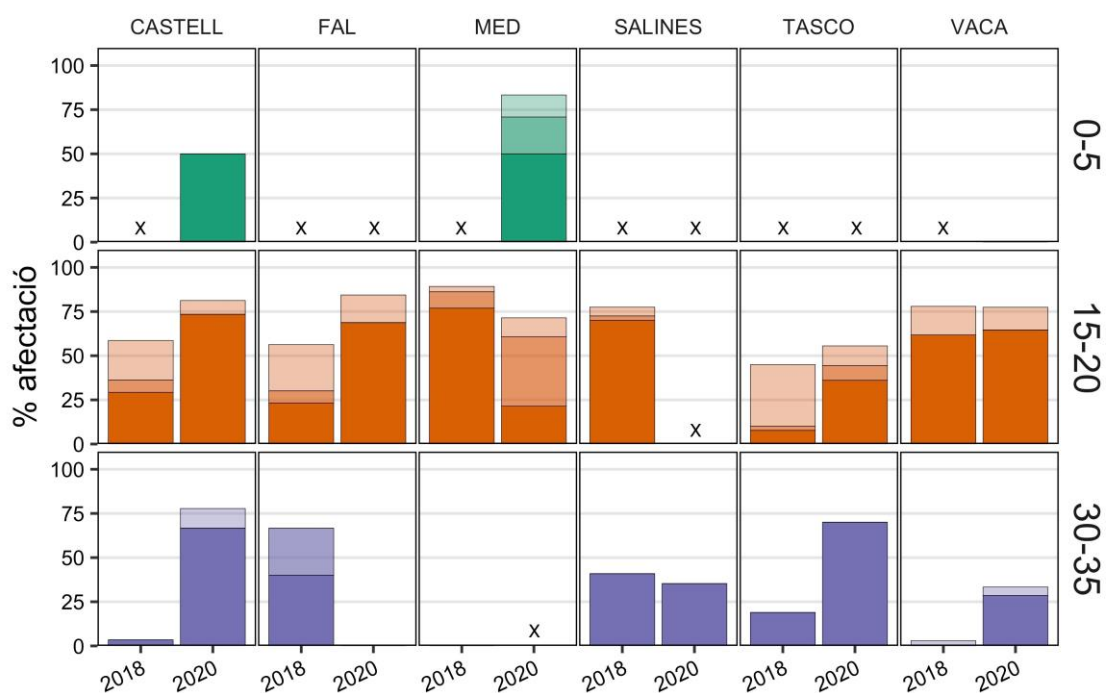


Figura 31. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de gorgònia blanca (*Eunicella singularis*) en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.



Figura 32. Gorgònia blanca (*Eunicella singularis*) que presenta mortalitat del teixit als extrems de les branques, on ja s'hi comença a observar cert grau d'epibiosi per part d'algues, a l'estació de la Vaca al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.

Paramuricea clavata

La gorgònia vermella, *Paramuricea clavata*, ha estat present en totes les estacions exceptuant Cap Castell i el Falaguer entre els 15 i els 35 metres de profunditat. Entre els 15 i els 20 metres de fondària s'ha observat afectació en les estacions de Medallot, Tascó gros i la Vaca; sent el Medallot l'estació amb la major afectació que se situa al voltant del 85%, seguit per la Vaca amb un 75% d'afectació (Figura 33). Dels 30 als 35 metres de profunditat les dues estacions que han mostrat afectació han estat les del Medallot i Tascó gros, on l'afectació pels diferents tipus de mortalitat ascendeix al 80% i 56% respectivament. En comparació amb l'any 2018, la mitjana de l'afectació en ambdós rangs de fondària ha augmentat considerablement.

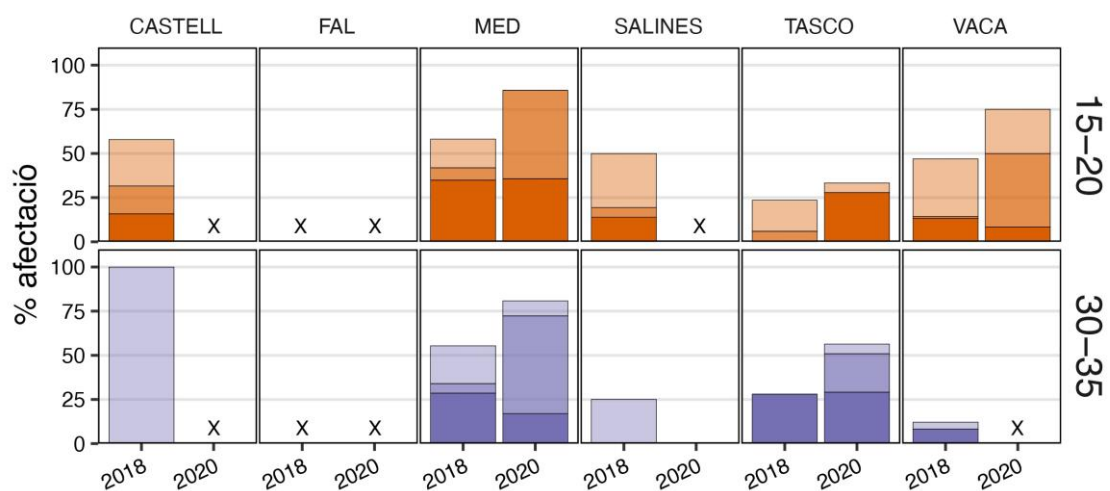


Figura 33. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

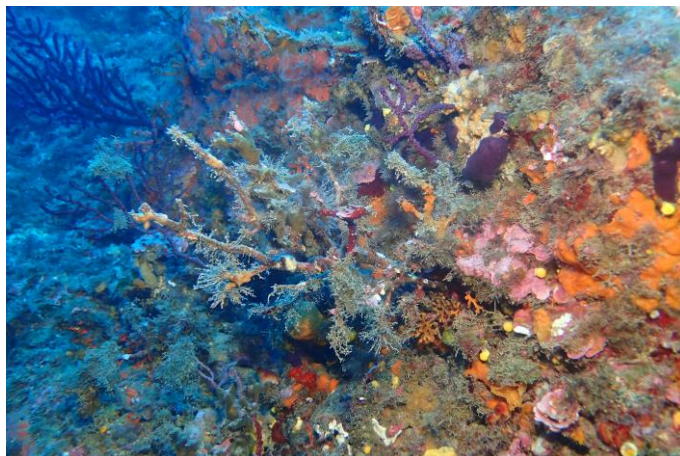


Figura 34. Gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) totalment morta i epifitada a l'estació de Tascó gros, Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.

Leptogorgia sarmentosa

Aquest 2020 tan sols s'han trobat 3 colònies d'aquesta gorgònia taronja; una a l'estació de Cap Castell sense cap mena d'afectació, una altra al Medallot sense tampoc cap afectació i una última al Falaguer que presentava certa mortalitat del seu teixit.



Figura 32. Gorgònia taronja (*Leptogorgia sarmentosa*) sense cap afectació a l'estació de Cap Castell, Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.

Cladocora caespitosa

El 2020 no s'ha trobat cap colònia d'aquesta espècie de corall (Figura 35).

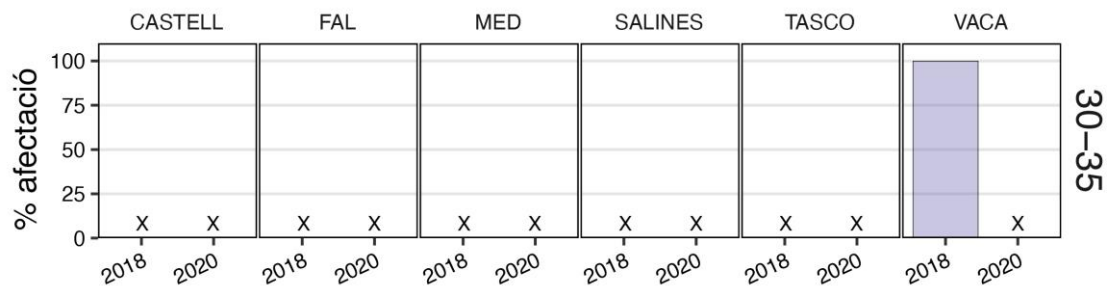


Figura 35. Percentatge d'afectació (colònies afectades) de *Cladocora caespitosa* en els diferents rangs de fondària i estacions estudiades al P.N del Montgrí. La part més fosca de les barres representa la mortalitat antiga, la part més clara la mortalitat recent i la d'una tonalitat intermèdia mostra colònies amb ambdues mortalitats. Les creus marquen la manca d'observacions.

Discussió

Desde ja fa anys els efectes del canvi climàtic sobre els ecosistemes marins han estat actuant als Parcs Naturals de Catalunya. La preocupació pels seus efectes, produïts tan pel canvi en els règims tèrmics com pel canvi en les característiques hidrodinàmiques de la Costa Brava, no es preveia tan urgent abans del 2015 ja que mai s'havia observat cap efecte directament relacionat amb aquesta causa (Garrabou et al. 2009; Linares et al. 2012). Dins el programa del *Seguiment de la Biodiversitat Marina dels Parcs Naturals de Catalunya*, es va posar en evidència, i en informes anteriors, els efectes de l'augment de la temperatura sobre els ecosistemes bentònics dels Parcs Naturals, ja fos per l'alt percentatge de mortalitat de les poblacions de gorgònies (Capdevila et al. 2017) i de briozous (Rovira et al. 2017), l'aparició de mortalitat d'algues calcàries incrustants l'any 2015 (Matamalas et al. 2016) o com pels episodis de proliferació d'algues filamentosas ocorreguts durant el 2015 i 2017 (Hereu et al. 2017). Un altre any i gràcies a l'avaluació dels descriptors emprats tan per l'informe del *Seguiment anual de briozous, gorgònia vermella i coves a la Reserva Natural Parcial Marina de les Medes del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter* (Hereu et al. 2020) com a la continuïtat d'aquest nou descriptor incorporat l'any 2018, ha quedat palès que els efectes del canvi climàtic són cada vegada més una situació preocupant on any rere any els episodis de mortalitats massives aniran acumulant-se. Aquest 2020 s'ha observat un alt percentatge de mortalitat en les poblacions de briozous (Rovira et al. 2020), de gorgònies (Linares et al. 2020), algues calcàries incrustants i esponges.

La metodologia emprada ens ha permès obtenir informació dels efectes de l'augment de la temperatura en un ampli espectre d'organismes que, si bé no representen el total de la biodiversitat dels parcs, sí que ens donen una aproximació més precisa d'aquest impacte a nivell de tot l'ecosistema. La selecció de les espècies sensibles i que alhora tenen un important paper estructural o funcional, ens indiquen l'abast d'aquest impacte a tota la comunitat. Els resultats obtinguts enguany, mostren una vegada més l'abast dels efectes de l'escalfament de l'aigua degut al canvi climàtic sobre els ecosistemes bentònics, ja que s'ha detectat una important mortalitat en la majoria d'espècies i grups monitoritzats. Tot i que es podria pensar que la mortalitat podria ser força diferent entre les diferents localitats monitoritzades, degut a diferències entre les zones com per exemple entre la mar d'amunt i les Illes Medes en quant a situació geogràfica, orientació i

règims oceanogràfics, s'ha pogut observar que aquesta mortalitat s'ha produït en totes les estacions.

En les algues calcàries, s'ha observat un patró clar en quant a la fondària sent les aigües més someres on el percentatge de mortalitat era el més elevat. També s'ha pogut observar diferències entre el Parc Natural del Cap de Creus i la del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter pel que fa a la mortalitat. El percentatge més elevat de mortalitat d'aquestes algues s'ha trobat les Medes i al Montgrí on el màxim es situava entre els 0 i els 5 metres de fondària, tot i que en aquest darrer període la mortalitat en la resta de fondàries ha augmentat fins a valors similars de les zones més someres, entorn al 40%. Al Cap de Creus, degut probablement a les seves condicions i règims oceanogràfics no s'observava aquesta diferència entre profunditats i la mortalitat rondava el 30% de mitja en tot el rang de fondària.

Pel que fa a les gorgònies, també s'observa un patró clar de profunditat. La gorgònia blanca (*Eunicella singularis*) mostra la seva màxima mortalitat entre els 0 i els 5 metres de fondàries tant al Montgrí com a Cap de Creus, on presenta un percentatge d'afectació marcadament superior en les mateixes profunditats. Respecte la gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) trobem similituds entre ambdós parcs naturals ja que en el rang de fondària on s'han observat, entre els 15 i els 35 metres, presenten un 50% de mortalitat. Cal destacar però una clara diferència entre les dues àrees protegides, a les Medes i Montgrí predomina clarament la mortalitat antiga mentre que al Cap de Creus és predominant la suma de mortalitat recent més l'antiga. La mortalitat de gorgònies ha estat important a fondàries per sota de la termoclina, sense observar cap patró clar entre les diferents zones monitoritzades, evidenciant que els efectes del canvi climàtic estan afectant a totes les fondàries, més enllà de les poblacions someres més afectades. Aquesta és una de les espècies que ha sofert una important mortalitat durant les darreres dècades i és molt vulnerable a l'augment de les temperatures (Coma et al. 2006, Garrabou et al. 2009).

Respecte als briozous, *Pentapora fascialis* i *Myriapora truncata*, en les colònies observades de *P.fascialis* a les Medes i la costa del Montgrí la mortalitat era quasi total en tot el rang de fondària mentre que al Cap de Creus la major afectació per mortalitat es va concentrar entre els 30 i els 35 metres de profunditat. Per *M.truncata* al les Medes i el Montgrí no es va observar diferències en la mortalitat entre el rang de fondària que ocupaven les colònies però l'afectació era molt elevada (entorn el 70% de mortalitat). Al Cap de Creus en canvi, l'afectació era molt elevada entre els 0 i 5 metres i menor entre els 15 i els 35 metres de fondària.

Pel que fa al corall vermell (*Corallium rubrum*) l'afectació a les Medes i el Montgrí ha estat major que al Cap de Creus. A Medes ha estat focalitzada en el rang dels 15 als 20 metres de fondària i una afectació inferior al 20% i al Cap de Creus tan sols s'han trobat colònies afectades dels 30 als 35 metres i el percentatge de mortalitat assolía el 10%. No obstant, això es pot explicar primer per la distribució d'aquesta espècie, ja que al Montgrí i les Medes és molt abundant, i es pot trobar a fondàries molt somes, fins i tot a menys de 5 metres, com a les abundants coves i extraploms d'aquest parc. En aquesta espècie, no obstant, sí que hi ha un clar patró de fondària, ja que les poblacions més somes són les que més han patit aquesta mortalitat degut a que en aquests rangs de fondària l'estrès per temperatura és major ja que es troben per sobre de la termoclina. Pel contrari, a cap de Creus, l'abundància d'aquesta espècie és molt menor, degut probablement a les

condicions físiques del medi, però també degut a la sobrepesca d'aquesta espècie en aquesta àrea (Linares et al. 2017). Així, les poques poblacions de corall vermell observades han estat en fondàries per sota de la termoclina, que han sofert poca mortalitat.

Pel que fa a les esponges enguany s'ha detectat per primera vegada en el Seguiment marí mortalitat d'esponges al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Anys anteriors només s'havia detectat aquesta mortalitat al Parc Natural del Cap de Creus i la del Montgrí i Medes era insignificant. Aquest 2020 s'ha observat mortalitat focalitzada entre els 0 i els 5 metres de profunditat que ha arribat a assolir el 85% d'afectació. Al Cap de Creus però, la mortalitat segueix sent superior i s'observa en tot el rang de fondària. S'ha de tenir en compte que la mortalitat d'esponges és fàcilment distingible just en el moment de la mortalitat, però que després aquesta part morta es desprèn molt fàcilment i per tant de seguida veiem esponges totalment vives, però que en realitat poden haver patit una forta mortalitat durant els mesos anteriors (Cebrian et al. 2011).

Com ja s'ha dit, els efectes del canvi climàtic ja fa anys que han estat actuant als Parcs Naturals de Catalunya. És per això que hem d'intentar discernir els episodis anuals de mortalitat dels efectes que s'acumulen de mortalitats passades, que han deixat una senyal encara detectable. En el cas de les gorgònies o briozous, hem pogut diferenciar la mortalitat antiga i la mortalitat recent per a determinar l'abast de la mortalitat d'enguany. Considerant aquesta diferència, hem pogut constatar que enguany efectivament hi ha hagut una forta mortalitat per a algunes espècies i estacions, però que els efectes de les mortalitats anteriors són molt importants. Com que aquests efectes són acumulatius, és esperable que cada any l'estat de conservació d'aquestes espècies sigui pitjor.

Per tot això, els organismes censats en aquest estudi poden ser només una fracció de molts altres organismes que hagin mort en episodis anteriors i que corresponguin als individus més resistents que hagin sobreviscut aquests esdeveniments de mortalitat. Així, les estimes de mortalitat que estem estudiant poden ser en realitat estimades a la baixa, ja que estem estudiant comunitats ja pertorbades. De fet, ja s'ha detectat una disminució del límit de distribució més somer d'algunes espècies com la gorgònia *Paramuricea clavata* en zones protegides com el Parc Nacional de Cabrera (Linares et al. 2017) i es preveu que aquests canvis en la distribució en fondària siguin més freqüents en un futur proper (Montero-Serra et al. 2018).

Degut a que no es pot actuar en contra de l'escalfament i el canvi global de forma local, la gestió a nivell de Parc Natural ha d'aplicar amb urgència el criteri de prudència per minimitzar els impactes a les comunitats, a les espècies i al conjunt d'ecosistemes afectats pel canvi climàtic que si que queden a mans del parc per a la seva bona gestió i protecció.

Bibliografia

Bates, A.E., Helmuth, B., Burrows, M.T., Duncan, M.I., Garrabou, J., Guy-Haim, T., Lima, F., Queiros, A.M., Seabra, R., Marsh, R., Belmaker, J., Bensoussan, N., Dong, Y., Mazaris, A.D., Smale, D., Wahl, M., Rilov, G. (2018). Biologists ignore ocean weather at their peril. *Nature*, 560: 299–301.

- Brierley, A.S., Kingsford, M.J. (2009). Impacts of Climate Change on Marine Organisms and Ecosystems. *Current Biology*, 19: R602–R614.
- Capdevila, P., Aspillaga, E., Hereu, B., Medrano, A., Montero-Serra, I., Pagès, M., Rovira, G., Linares, C. (2018). *Seguiment de les poblacions de gorgònia vermella al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2017*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural.
- Cebrian, E., Uriz, M.J., Garrabou, J., Ballesteros, E. (2011). Sponge Mass mortalities in a warming Mediterranean sea: Are Cyanobacteria-Harboring Species Worse Off? *Plos One*, 6: e20211.
- Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti, R., Bava, S., Morganti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiaparelli, S., Siccardi, A. (2000). A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters*, 3(4): 284–293.
- Coll, M., Piroddi, C., Albouy, C., Ben Rais Lasram, F., Cheung, W.W., Christensen, V., Karpouzi, V.S., Guilhaumon, F., Mouillot, D., Paleczny, M., Palomares, M.L. (2012). The Mediterranean Sea under siege: spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine reserves. *Global Ecology and Biogeography*, 21: 465–480.
- Coma, R., Linares, C., Ribes, M., Díaz, D., Garrabou, J., Ballesteros, E. (2006) Consequences of a mass mortality in populations of *Eunicella singularis* (Cnidaria : Octocorallia) in Menorca (NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 327: 51–60.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F.B.R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C.N., Corbera, J., Dailianis, T. and Danovaro, R. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE*, 5: e11842.
- Coma, R., Ribes, M., Serrano, E., Jiménez, E., Salat, J., Pascual, J. (2009). Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, pp.pnas-0805801106.
- Garrabou, J., Coma, R., Bensoussan, N., Bally, M., Chevaldonné, P., Cigliano, M., Díaz, D., Harmelin, J.G., Gambi, M.C., Kersting, D.K., Ledoux, J.B. (2009). Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology*, 15(5): 1090–1103.
- Hampe, A., Petit, R.J. (2005). Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters*, 8: 461–467.
- Harvell, C.D., Kim, K., Burkholder, J.M., Colwell, R.R., Epstein, P.R., Grimes, D.J., Hofmann, E.E., Lipp, E.K., Osterhaus, A.D.M.E., Overstreet, R.M. and Porter, J.W. (1999). Emerging marine diseases – Climate links and anthropogenic factors. *Science*, 285: 1505–1510.
- Helmuth, B., Mieszkowska, N., Moore, P., Hawkins, S.J. (2006). Living on the edge of two changing worlds: Forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37: 373–404.
- Hereu, B., Aspillaga, E., Capdevila, P., Linares, C., Medrano, A., Pagès, M., Rovira, G. (2018). Descripció de l'episodi de proliferació d'algues filamentoses ocorregut al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. *Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2017*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural.

- Hughes, T.P., Anderson, K.D., Connolly, S.R., Heron, S.F., Kerry, J.T., Lough, J.M., Baird, A.H., Baum, J.K., Berumen, M.L., Bridge, T.C., Claar, D.C., (2018). Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. *Science*, 359(6371): 80–83.
- Kersting, D.K., Bensoussan, N., Linares, C. (2013). Long-Term Responses of the Endemic Reef-Builder *Cladocora caespitosa* to Mediterranean Warming. *PLoS ONE*, 8: e70820.
- Kersting, D.K., Cebrián, C., Casado, C., Teixidó, N., Garrabou, J., Linares, C. (2015). Experimental evidences of synergistic effect of warming and invasive algae on a temperate reef-builder coral. *Scientific Reports*, 5: 18635.
- Lejeune, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C. F., Pérez, T. (2010). Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution*, 25: 250–260.
- Linares, C., Ballesteros, E., Verdura, J., Aspillaga, E., Capdevila, P., Coma, R., Díaz, D., Garrabou, J., Hereu, B., Ledoux, J.B., Tomás, F., Uriz, M.J., Cebrian, E. (2017). Efectos del cambio climático sobre la gorgonia *Paramuricea clavata* y el coralígeno asociado en el parque nacional marítimo-terrestre del archipiélago de Cabrera *Proyectos de investigación en parques nacionales: convocatoria 2012-2015*: 45–67
- Linares, C., Coma, R., Diaz, D., Zabala, M., Hereu, B., Dantart, L. (2005). Immediate and delayed effects of a mass mortality event on gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 305: 127–137.
- Linares, C., Coma, R., Garrabou, J. (2012). El coral·lígen a les illes Medes: una comunitat fràgil amb un gran valor patrimonial. En: *El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació*. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis.
- Linares, C., Doak, D. (2010). Forecasting the combined effects of disparate disturbances on the persistence of long-lived gorgonians: the case study of *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 402: 59–68.
- Linares, C., Garrabou, J., López-Sanz, A., López-Sendino, P., Aspillaga, E., Capdevila, P., Rovira, G., Montero-Serra, I. (2017). *Seguiment de les poblacions de corall vermell a la costa catalana. Any 2017*. Informe encarregat per la Direcció General de Pesca i Afers Marítims del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.
- Marbà, N., Jordà, G., Agustí, S., Girard, C., Duarte, C., (2015). Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota. *Frontiers in Marine Science*, 2: 56.
- Matamalas, N., Hereu, B. (2016). *Seguiment de les algues coral·lines incrustants al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.
- Montero-Serra, I., Garrabou, J., Doak, K., Ledoux, J.B., Linares, C. (en premsa) Marine protected areas enhance structural complexity but do not buffer the detrimental consequences of ocean warming for an overexploited precious coral. *Journal of Applied Ecology*.
- Oliver, E.C., Donat, M.G., Burrows, M.T., Moore, P.J., Smale, D.A., Alexander, L.V., Benthuisen, J.A., Feng, M., Gupta, A.S., Hobday, A.J., Holbrook, N.J. (2018). Longer and more frequent marine heatwaves over the past century. *Nature Communications*, 9(1): 1324.
- Otero, M.M., Numa, C., Bo, M., Orejas, C., Garrabou, J., Cerrano, C., Kružić, P., Antoniadou, C., Aguilar, R., Kipson, S., Linares, C., Terrón-Sigler, A., Brossard, J., Kersting, D., Casado-Amezúa, P., García, S., Goffredo, S., Ocaña, O., Caroselli, E., Maldonado, M., Bavestrello, G., Cattaneo-Vietti, R., Özalp, B. (2017). *Overview of the conservation status of Mediterranean anthozoans*. IUCN, Malaga, Spain. x + 73 pp.

- Pagès-Escalà, M., Hereu, B., Garrabou, J., Montero-Serra, I., Gori, A., Gómez-Gras, D., Figuerola, B., Linares, C. (2018). Divergent responses to warming of two common co-occurring Mediterranean bryozoans. *Scientific Reports*, 8: 17455.
- Pascual, J., Bensoussan, N., Salat, J., Garrabou, J., (2012). Clima i règim tèrmic de les aigües de les illes Medes i el Montgrí. En: *El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació*. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis.
- Pinsky, M.L., Worm, B., Fogarty, M.J., Sarmiento, J.L., Levin, S.A. (2013). Marine taxa track local climate velocities. *Science*, 341(6151): 1239–1242.
- Ponti, M., Perlini, R.A., Ventra, V., Grech, D., Abbiati, M., Cerrano, C. (2014). Ecological Shifts in Mediterranean Coralligenous Assemblages Related to Gorgonian Forest Loss. *PLoS ONE*, 9(7): e102782.
- Poloczanska, E.S., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T. and Duarte, C.M. (2013). Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, 3: 919–925.
- Puce, S., Bavestrello, G., Di Camillo, C.G., Boero, F. (2009). Long-term changes in hydroid (Cnidaria, Hydrozoa) assemblages: effect of Mediterranean warming? *Marine Ecology*, 30: 313–326.
- Rivetti, I., Fraschetti, S., Lionello, P., Zambianchi, E., Boero, F. (2014). Global warming and mass mortalities of benthic invertebrates in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, 9: e115655.
- Rovira, G., Aspillaga, E., Capdevila, P., Medrano, A., Pagès, M., Linares, C., Hereu, B. (2018). Seguiment de les poblacions de briozous al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. *Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2017*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural.
- Vargas-Ángel, B. (2010). Crustose coralline algal diseases in the US-Affiliated Pacific Islands. *Coral Reefs*, 29: 943–956.
- Vargas-Yáñez, M., Moya, F., Tel, E., García-Martínez, M., Guerber, E., Bourgeon, M. (2009). Warming and salting in the western Mediterranean during the second half of the 20th century: inconsistencies, unknowns and the effect of data processing. *Scientia Marina*, 73: 7–28.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389–395.
- Ward, J.R., Lafferty, K.D. (2004). The elusive baseline of marine disease: Are diseases in ocean ecosystems increasing? *PLoS Biology*, 2: 542–547.
- Wernberg, T., Bennett, S., Babcock, R.C., de Bettignies, T., Cure, K., Depczynski, M., Dufois, F., Fromont, J., Fulton, C.J., Hovey, R.K., Harvey, E.S. (2016). Climate-driven regime shift of a temperate marine ecosystem. *Science*, 353(6295): 169–172.
- Williams, G.J., Price, N.N., Ushijima, B., Aeby, G.S., Callahan, S., Davy, S.K., Gove, J.M., Johnson, M.D., Knapp, I.S., Shore-Maggio, A., Smith, J.E. (2014). Ocean warming and acidification have complex interactive effects on the dynamics of a marine fungal disease. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1778): p.20133069.

Prospeccions del fons marí de la costa sud del Cap de Creus

Graciela Rovira, David Casals, Júlia Ortega, Bernat Hereu

- S'han dut a terme prospeccions a 5 zones del Parc Natural de Cap de Creus, des de Cap Norfeu fins a Punta Figuera.
- Aquesta zona presenta una orografia molt variable, des de zones profundes fins a 35-40 com a la zona del Gat i Punta Falconera, a zones més somes com cala Montjoi.

- Han destacat dues espècies formadores d'hàbitat en les diferents prospeccions: per una banda, les que s'han fet en perfils més verticals i amb coral·ligen s'ha observat força presència de *P. clavata*, i d'altra banda, en zones amb fons sorrenc ha destacat la presència de praderies de *P. oceanica*.
- S'han trobat deixalles, especialment a les praderies, però també fils de pesca enredats en gorgònies.
- El major impacte que s'ha observat ha estat el del canvi climàtic, especialment a la comunitat del coral·ligen, sobre gorgònies o algues calcàries.

Aquest capítol ha de ser citat com:

Rovira, G., Casals, D., Ortega, J., Hereu, B. (2020). Prospeccions del fons marí de la costa est del Cap de Creus. *Seguiment del medi marí al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica 2020*. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. pp 227–240.

Introducció

Conèixer l'estructura i funcionalitat dels ecosistemes és imprescindible per a la gestió i conservació del medi natural. Les espècies i els hàbitats responen de forma diferent a les pertorbacions, així que tot impacte o ús que l'home exerceix sobre el medi ha de ser analitzat tenint en compte les particularitats de cada sistema natural. En aquest sentit, l'estudi de la distribució d'hàbitats i espècies singulars o d'interès i la detecció d'impactes són una eina essencial per a obtenir informació sobre la qual definir les mesures de gestió i conservació del patrimoni natural.

No obstant això, no n'hi ha prou amb conèixer el patrimoni natural i la seva distribució a l'espai; també cal dur a terme mesures de control i monitorització regulars amb l'objectiu de detectar possibles canvis o per avaluar l'efecte de les mesures de gestió aplicades. Aquests estudis serveixen per a establir característiques ecològiques de referència per a espècies i hàbitats, a partir de les quals poder detectar canvis en l'estructura dels ecosistemes i en la dinàmica de les poblacions, ja siguin derivats de pertorbacions naturals o degudes als diferents usos o accions de gestió i restauració del medi.

Tot i ser molt àmplia en comparació amb altres mars del món, la major part dels coneixements sobre els fons marins mediterranis és fragmentaria i, tot sovint, poc rigorosa. Aquest no és el cas del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, on durant les darreres quatre dècades s'ha concentrat un gran esforç d'investigació i monitoratge que ha proporcionat descripcions molt acurades sobre els sistemes biològics que hi trobem i el seu funcionament ecològic (Ros *et al.* 1984; Hereu i Quintana 2012). Per exemple, la distribució de les comunitats i hàbitats bentònics dins del Parc Natural ha estat cartografiada i és ben coneguda (Hereu *et al.* 2012). A més, la gran freqüentació per part de submarinistes fa que aquesta zona, especialment al voltant de les Illes Medes, estigui força controlada, fet que permet una detecció primerenca dels impactes més conspicus, no només a través del programa de seguiment sinó també per part dels bussejadors i altres usuaris de l'espai. En el cas del Cap de Creus no tenim tanta informació com a la costa del Montgrí i, per tant, dur a terme un seguit de prospeccions en aquesta zona és vital per tal d'ampliar en nostre coneixement sobre els seus hàbitats. Això ens ajudarà en un futur per tal de poder dur a terme una millor gestió d'aquest espai. A més a més, això també és una eina per poder detectar possibles impactes, com poden ser els efectes del canvi climàtic sobre les comunitats, l'arribada d'espècies invasores, o els arts de pesca abandonats per la seva posterior extracció

L'objectiu principal de les prospeccions al fons marí del sud del Parc Natural de Cap de Creus és descriure en detall les comunitats bentòniques en diversos punts d'aquesta zona i obtenir una diagnosi de l'estat de conservació en que es troba actualment, fent especial èmfasi en la detecció d'espècies o hàbitats d'interès, i caracteritzar els principals impactes que els afecten.

Metodologia

Les prospeccions del fons marí es varen realitzar a la costa sud del Cap de Creus durant el mes d'agost del 2020. Es van seleccionar 5 estacions pertanyents a dos graus de protecció: dues a Reserva Natural Parcial (RNP) i tres a Parc Natural (PN) (Figura 1, Taula 1).

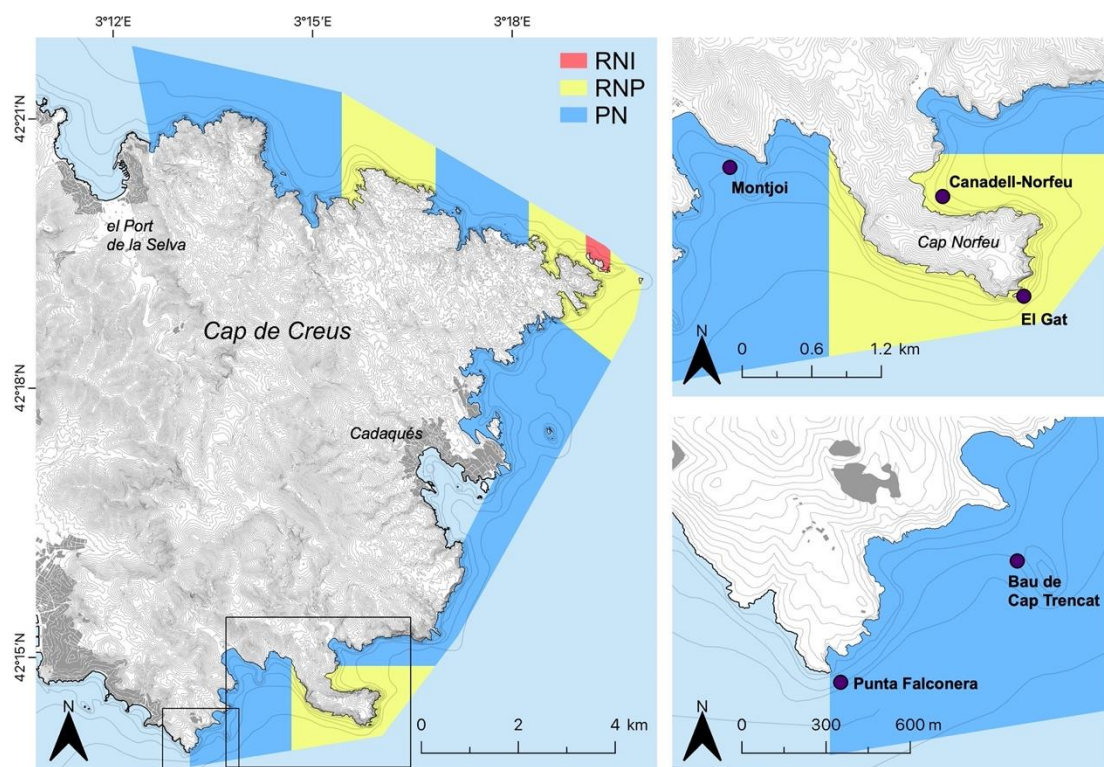


Figura 1. Mapa d'estacions de les prospeccions del fons marí a la costa sud del Parc Natural de Cap de Creus.

Taula 1. Estacions de mostreig de prospeccions mitjançant escafandre autònoma de l'any 2020. Grau de protecció: Reserva Natural Parcial (RNP) i Parc Natural (PN).

Parc	Protecció	Estació	Data
Cap de Creus	RNP	Canadell-Norfeu	2020-08-10
		El Gat	2020-08-10
	PN	Montjoi	2020-08-12
		Bau de Cap Trencat	2020-08-12
		Punta Falconera	2020-08-13

A cada estació, un equip de dos bussejadors va dur a terme una prospecció cobrint tot el rang de fondàries, des de la superfície fins a les comunitats del circalitoral (30-40 m de fondària, o fins al punt on hi ha una continuïtat d'algun fons concret, com podria ser un fons de sorra extens). Durant les immersions, es va anotar en cada fondària els tipus de substrat i la distribució de les comunitats principals i les espècies més característiques, així com els possibles signes d'impactes o perturbacions, com acumulacions de deixalles, restes d'arts de pesca, impactes físics, senyals de

furtivisme, mortalitats d'algues i invertebrats bentònics o la presència d'espècies introduïdes. A més, també es va obtenir un registre fotogràfic com a referència i per possibles anàlisis futurs (Figura 2).

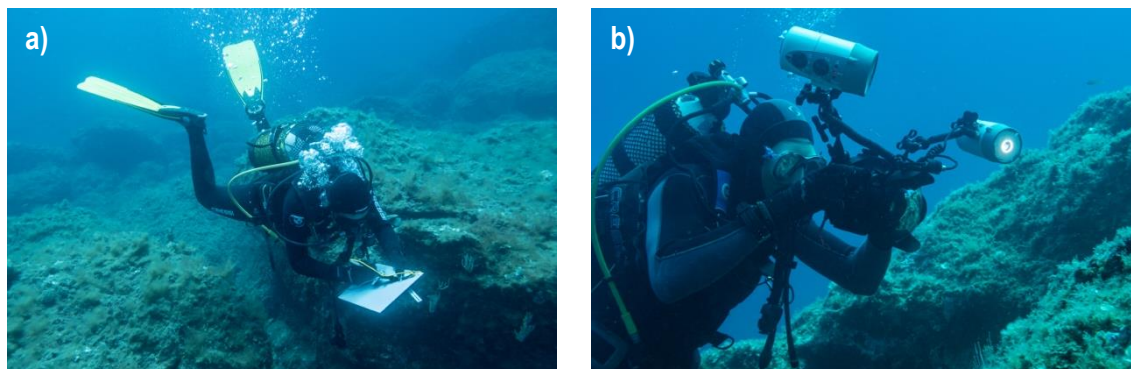


Figura 2. Mètode de mostreig de les prospeccions. a) Realització d'un esquema de la zona prospectada anotant la presència d'espècies rellevants, tipus comunitat a cada fondària, impactes produïts pel canvi climàtic i restes d'objectes abandonats per l'home tals com arts de pesca. b) Fotografia de comunitats, espècies i altres aspectes rellevants al llarg de la immersió

Resultats

S'ha fet una llegenda per poder seguir bé els esquemes realitzats de cada prospecció:

Espècies:	
 <i>Posidonia oceanica</i>	 Gorgònia blanca (<i>Eunicella singularis</i>)
 Llagosta (<i>Palinurus elephas</i>)	 Gorgònia vermella (<i>Paramuricea clavata</i>)
 Garotes (<i>Paracentrotus lividus</i> i <i>Arbacia lixula</i>)	 Corall vermell (<i>Corallium rubrum</i>)
 <i>Myriapora truncata</i>	 <i>Aplysina aerophoba</i>
 <i>Pentapora fascialis</i>	 Cap abandonat

Figura 3. Llegenda d'espècies i altres ítems abandonats representats als esquemes de les prospeccions realitzades a l'est del Cap de Creus.

Jòncols-Norfeu

La prospecció es va dur a terme de forma paral·lela al cap Norfeu, a la part nord, seguint el gradient batimètric des de Cala Canadell fins al final del cap. La part més somera presenta un fons de sorra amb còdols, i continua amb una llarga extensió de sorra. A uns 15 metres es troba la praderia de *Posidonia oceanica* (Figura 4b) que s'estudia en el capítol destinat a aquesta espècie, que arriba fins a uns 18 metres. Tot seguit ens trobem amb una gran esplanada de sorra (Figura 4d), on en alguns trams del recorregut es poden observar taques de mata morta d'aquesta fanerògama (Figura 4c). A uns 23 metres es pot trobar una taca de *P. oceànica* (Figura 4e), on inicialment es troba de forma discontinua, perquè a mesura que avancem passa a ser contínua. Aquesta és força estreta i es troba enganxada a la paret, amb un esglaó molt marcat a la part que es troba tocant a la sorra. La paret bàsicament està composta per roca base i hi trobem sobretot algues fotòfiles. Aquest recorregut és molt somer, degut a que, més enllà d'aquesta praderia que es troba gairebé arribant al cap, la seva continuació és sorra. Al llarg del recorregut es varen trobar deixalles, tals com una tovallola de platja, però no arts de pesca.

El Gat

Aquesta prospecció comença a la cara sud del Gat, arran de costa. Es voreja la costa fins a arribar a una paret de roca base vertical i s'avança paral·lelament a aquesta, descendant en profunditat. L'inici es du a terme a una paret de roca base, on s'observen algues calcàries amb mortalitat (Figura 5b) amb fons de blocs on s'hi pot observar part de blancall degut a l'herbivoria de les garotes (Figura 5c). Fins als 5m de profunditat dominen les comunitats fotòfiles amb espècies algals típiques com *Padina pavonica*, *Laurencia sp.* i *Ellisolandia elongata*. També trobem esponges i a mesura que descendim, les primeres colònies de *Myriapora truncata*, així com algunes colònies de *E. singularis* (Figura 5d), amb poca mortalitat. Quan arribem a la paret del Gat el perfil batimètric fa un canvi brusc, ja que aquesta és totalment vertical. Als 15m de profunditat trobem les primeres colònies de gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) (Figura 5e), cada vegada més abundants a mesura que descendim i avancem per la paret, arribant a una cota batimètrica de 35m. Als 30m aproximadament el coral·ligen és la comunitat més extensa amb espècies típiques com corall vermell, *M. truncata*, esponges i tunicats. També s'hi va identificar una llagosta (*Palinurus elephas*) (Figura 5f), tot i que als censos d'aquest indicador no se'n va registrar cap en aquesta estació. A més, a uns 30-35 m hi trobem corall vermell (*Corallium rubrum*) en bon estat i amb algunes colònies de mida força gran en comparació amb el corall que es sol trobar en aquesta zona (Figura 5g). El coral·ligen arriba fins a una profunditat aproximada de 40m, on el fons ja és sorrenc.

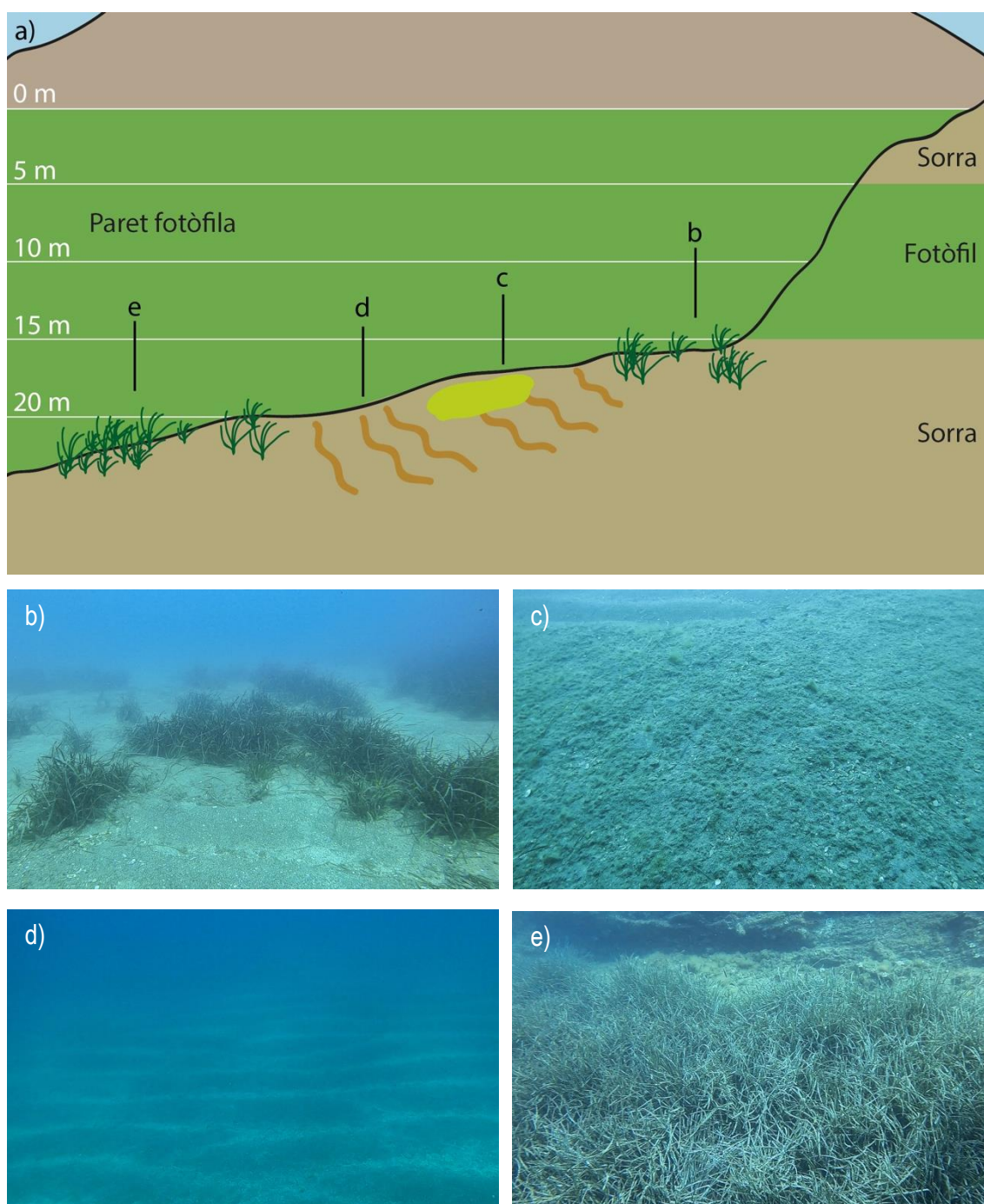


Figura 4. Esquema i fotografies corresponents a la prospecció de Juncols-Norfeu. a) Perfil general del recorregut mostrant les principals comunitats, fons observats i aspectes a destacar; b) taca de *Posidonia oceanica* corresponent a l'estudiada en el pertinent capítol; c) fons de mata morta de *P. oceanica*; d) fons de sorra on s'hi poden apreciar ripples produïts per les onades; e) praderia de *P. oceanica*.

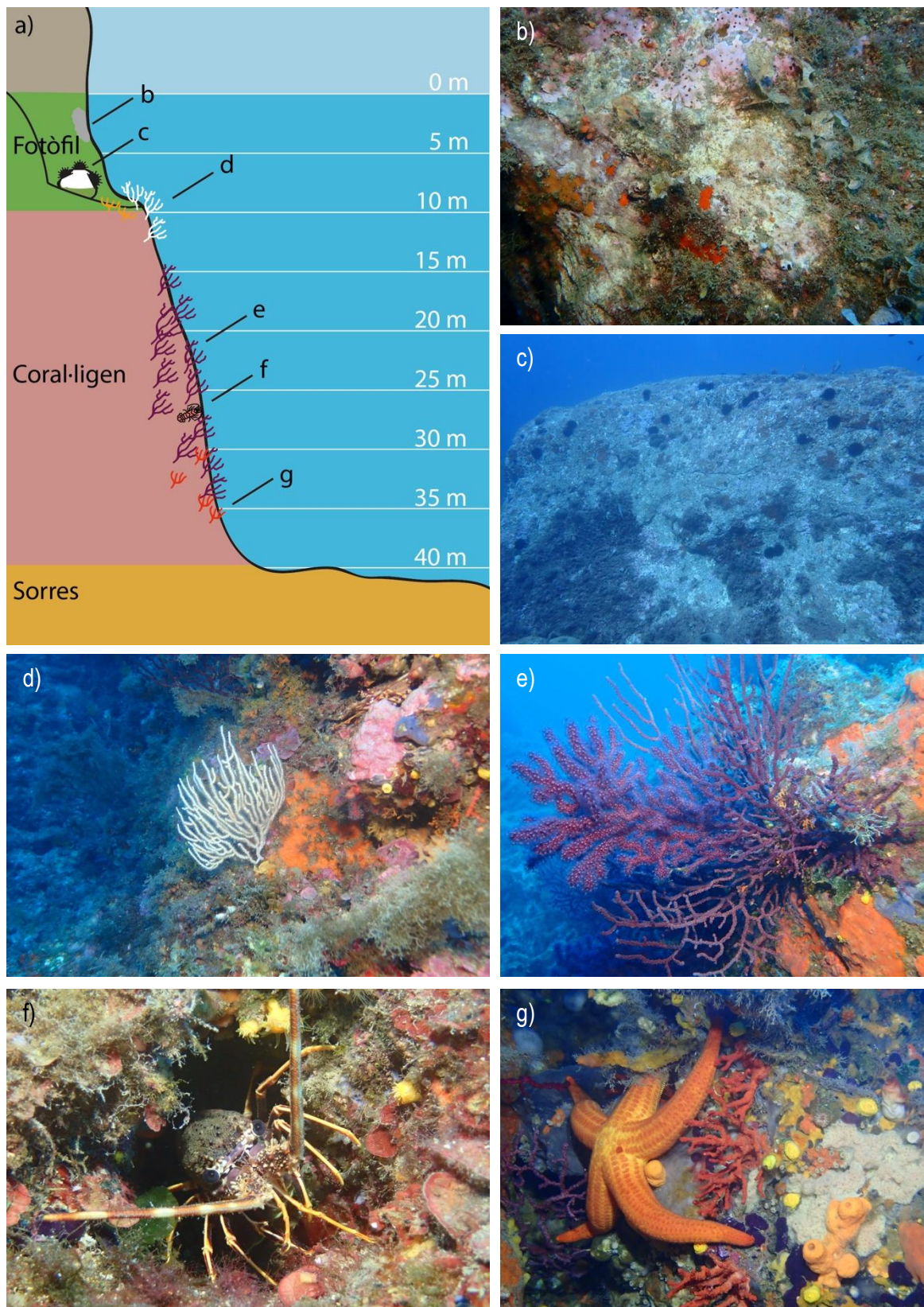


Figura 5. Esquema i fotografies corresponents a la prospecció d'El Gat. a) Perfil general del recorregut mostrant les principals comunitats, fons observats i aspectes a destacar; b) algues calcàries amb mortalitat; c) fons amb blancall i garotes; d) colònia de *E. singularis*; e) colònia de *P. clavata*; f) individu de llagosta (*P. elephas*); colònies de corall vermell (*C. rubrum*).

Montjoi

La prospecció s'inicia a la cala Montjoi, resseguint el perfil paral·lel a la costa, travessant la praderia de *Posidonia oceànica*. La immersió comença en un fons de sorra gruixuda amb pedra, i de seguida comença praderia ja que es troba molt somera, a aproximadament mig metre de fondària. Tot seguit apareix un canal central (Figura 6b) que la divideix, i aquest continua fins a uns 10 m de profunditat, on la praderia s'estén de forma contínua (Figura 6e) fins al seu límit profund, que acaba a uns 23 m, aproximadament. A la part lateral hi trobem roca base, juntament amb una sèrie de blocs i megablocs amb *P. oceànica* intercalada (Figura 6c); aquest fons és fotòfil i està compost d'una comunitat d'algues en forma de gespa, dominades per espècies com *Padina pavonica* (Figura 6d). La praderia finalitza amb un límit on s'hi troba mata morta (Figura 6f) i fulles caigudes. A més, aquesta estació destaca degut a que enguany s'hi ha trobat l'alga invasora *Caulerpa cylindracea* (Figura 6g), la qual l'any anterior només se n'havia trobat a cala Galladera, senyal que aquesta s'està estenent. Tot i això, l'estat en el que es va trobar aquesta alga no era gaire bo, ja que estava força deteriorada. No obstant, el creixement d'aquesta alga és estacional i és a la tardor quan pot tenir un creixement major. La immersió conclou als 24 m, ja que més enllà únicament s'hi pot trobar una gran extensió de sorra. En aquesta immersió s'hi ha pogut trobar algun tipus de deixalles, tals com ampolles de vidre, però cap art de pesca abandonat.

Bau de Cap Trecat

La prospecció s'inicia al Cap Trecat seguint el gradient batimètric perpendicular a la línia de costa. El primer que s'hi pot observar és un fons fotòfil compost per roca base que baixa progressivament fins que a uns 15 m hi trobem la boia de centres d'immersió. El fons continua sent fotòfil, però la composició canvia, ja que s'inicia un tram de blocs i megablocs coberts d'algues fotòfiles, tals com *Padina pavonica*. Continuant en la mateixa direcció, a cert punt topem amb una formació de roca base amb comunitat de precoral·ligen, amb una gran població de gorgònia vermella (*Paramuricea clavata*) (Figura 7b). Aquestes colònies presenten cert grau de mortalitat, tant recent (en menor mesura) com antiga (majoritàriament). Dins aquesta formació hi trobem altres espècies que destaquen: per una banda, podem trobar adherides a les gorgònies colònies del briozou *Pentapora fascialis* (Figura 7c), moltes d'elles també amb mortalitat, sobretot antiga, algues calcàries on també s'hi pot observar emblanquiment que indica que part d'aquesta està morint (Figura 7d), i també s'hi poden observar algues esciòfiles, com ara *Flabellia petiolata* o *Peyssonnelia rubra* (Figura 7e). El final de la prospecció acaba a uns 25 m de fondària, on es troba un fons detrític.

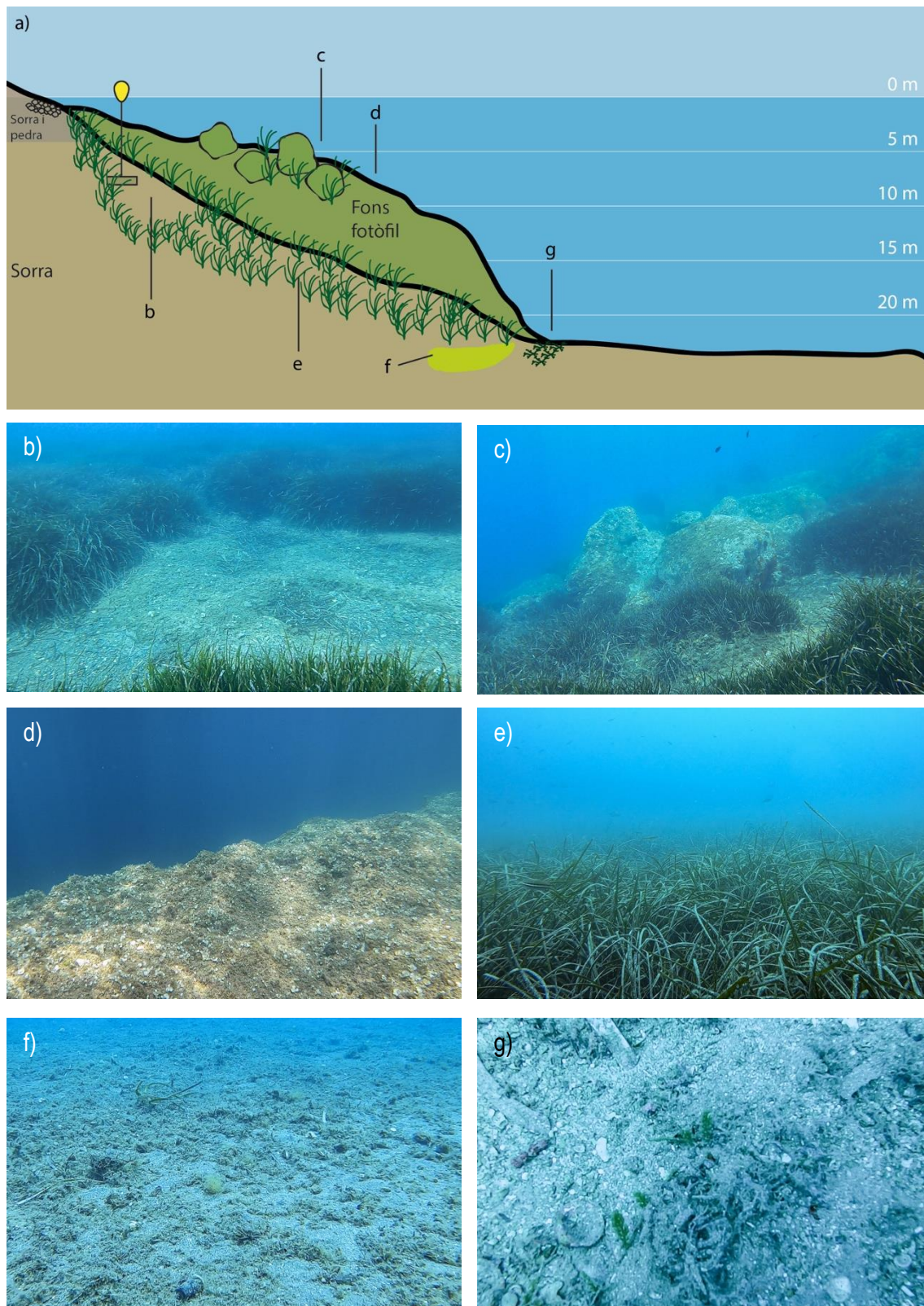


Figura 6. Esquema i fotografies corresponents a la prospecció de Montjoi. a) Perfil general del recorregut mostrant les principals comunitats, fons observats i aspectes a destacar; b) canal de sorra enmig de la praderia de *P. oceanica*; c) fons de blocs i megablocs enmig de *P. oceanica*; d) fons fotòfil compost per gespes; e) praderia de *P. oceànica*; f) límit de la praderia amb fulles caigudes; g) fons de mata morta.

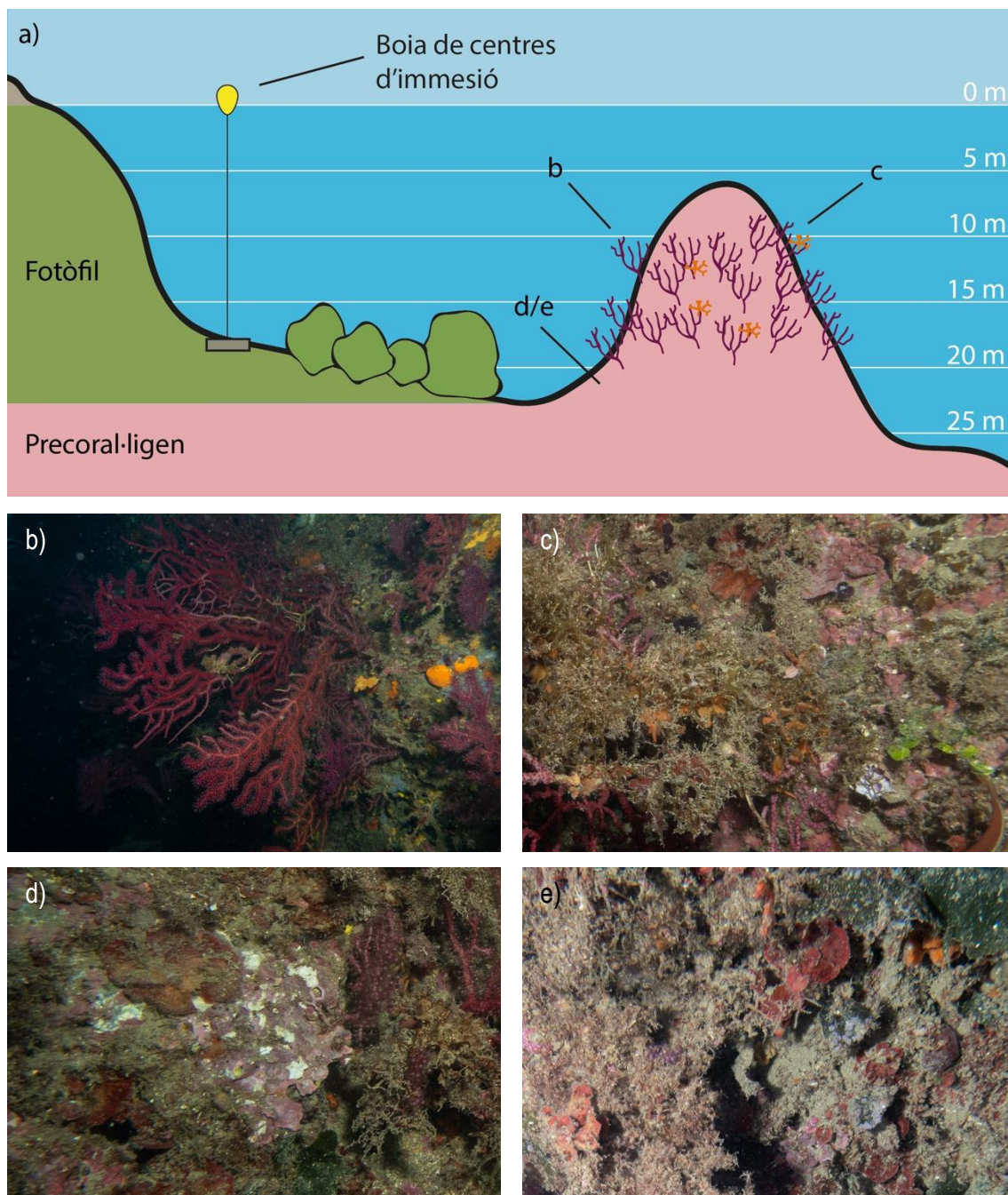


Figura 7. Esquema i fotografies corresponents a la prospecció de Bau de Cap Trecat. a) Perfil general del recorregut mostrant les principals comunitats, fons observats i aspectes a destacar; b) colònia de gorgònia vermella (*P. clavata*); c) colònia del briozou *P. fascialis* cobert d'algues *Dyctiotals*; d) algues del gènere *Peyssonnelia* i *Flabellia*; e) praderia de *P. oceànica*; f) límit de la praderia amb fulles caigudes; g) fons de mata morta.

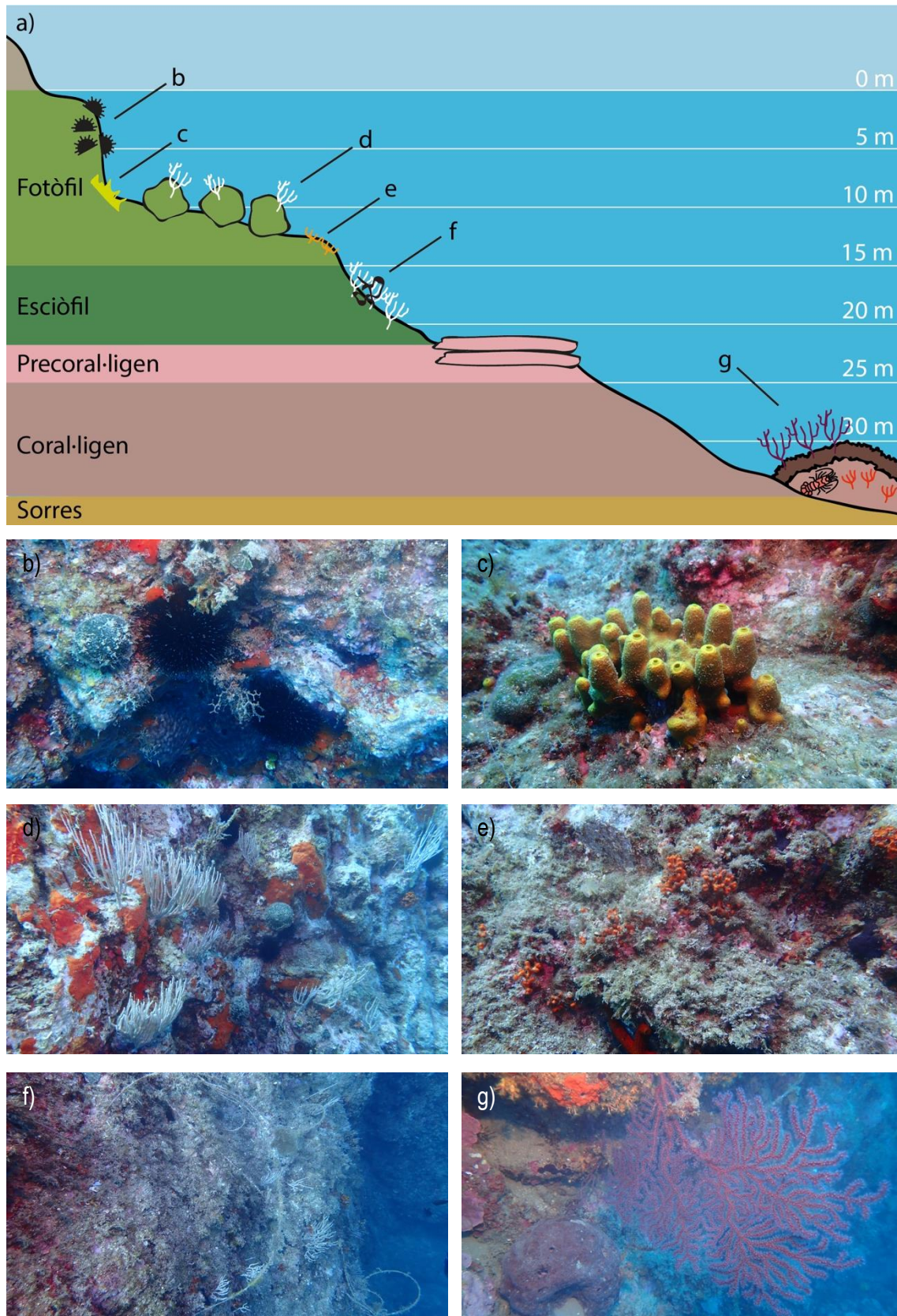


Figura 8. Esquema i fotografies corresponents a la prospecció de Punta Falconera. a) Perfil general del recorregut mostrant les principals comunitats, fons observats i aspectes a destacar; b) garotes (*A. lixula*); c) esponja de l'espècie *Aplysina aerophoba*; d) colònies de *E. singularis*; e) colònies de *M. truncata*; f) cap enredat entre colònies de gorgònia blanca; g) colònies de gorgònia vermella (*P. clavata*).

Punta Falconera

La prospecció es va realitzar seguint el gradient batimètric de la barra submarina que neix a Punta Falconera i avança mar endins perpendicular a la línia de costa. Aquesta zona es caracteritza per un gradient batimètric força vertical, amb roca base esglaonada, alternant replans i parets verticals, fins a arribar a un fons sorrenc. La primera part de la immersió transcorre sobre una paret vertical de roca base amb garotes (Figura 8b), sense arribar a ser un blancall (0-5m). A més, també s'hi poden observar forces colònies de l'esponja *Aplysina aerophoba* (Figura 8c), i una densitat elevada en algunes zones de *Myriapora truncata*, que presenta una elevada mortalitat recent. A partir dels 10 m la paret perd verticalitat i la roca base del fons es combina amb blocs. A partir dels 15 m el perfil guanya inclinació de nou i s'hi poden observar colònies de gorgònia blanca (*E. singularis*), amb una elevada mortalitat antiga i recent (Figura 8d) sobre fons fotòfil, i també forces colònies del briozou *M. truncata* (Figura 8e). La comunitat de *E. singularis* es troba fins als 23 m, on hi trobem un cap enredat entre les colònies (Figura 8f), i després el perfil del fons es torna horitzontal de nou i on s'hi poden observar unes barres de precoral·ligen. Als 25 m comença comunitat del coral·ligen, que avança fins als 35m. Es documenten espècies típiques d'aquesta comunitat com la gorgònia vermella (*P. clavata*), que mostra un percentatge elevat de mortalitat antiga (Figura 8g), el corall vermell (*Corallium rubrum*) o llagosta (*P. elephas*). Finalment, a partir dels 35m comença un fons continu de sorra.

Discussió

Les prospeccions que es duen a terme al llarg del seguiment de la biodiversitat marina ens proporcionen un major coneixement dels fons que estudiem. D'aquesta manera es recopila major informació dels seus hàbitats i comunitats, les espècies que hi habiten i els impactes que reben aquestes. Així doncs, és una eina que permet tenir una visió general del seu estat de conservació i que ens ajuda a poder actuar en cas de que aquest no sigui bo, podent mostrejar a zones on únicament amb els descriptors no hi arribaríem.

Enguany s'ha mostrejat la zona sud del Cap de Creus, des de Punta Figuera fins a Punta Falconera. Degut a que l'any anterior ja es va dur a terme una prospecció a la primera, enguany s'ha dut a terme a partir de cap Norfeu. Aquesta zona presenta una orografia molt diversa: per una banda, tenim els dos caps principals, cap Norfeu i Punta Figuera, els quals mostren un perfil molt més vertical i que arriba a uns 35-40 m de fondària i on arribem a trobar coral·ligen. D'altra banda, hi ha les zones més someres, com la part més propera a les cales, amb fons més sorrencs.

Així doncs, hem trobat una gran varietat de perfils, amb diversitat d'espècies i comunitats. Les dues espècies que més han destacat en aquestes prospeccions han estat la gorgònia vermella (*P. clavata*) i la fanerògama marina *P. oceanica*, ambdues molt importants per a les espècies del fons marí, degut a que són formadores d'hàbitat. La comunitat més destacable que trobem de la primera espècie és la que trobem a la paret vertical de l'estació del Gat, que s'observen des d'uns 15 m a uns 35 aproximadament. Aquestes han presentat força mortalitat, tal i com es descriu en el capítol de canvi climàtic. Aquesta espècie s'ha trobat a dues estacions més: a Bau de Cap Trencat i a Punta Falconera, formant part de la comunitat del precoral·ligen i el coral·ligen.

Pel que fa a la *P. oceanica*, s'ha observat tant a la prospecció Jòncols-Norfeu, amb dues petites praderies, com a Montjoi, amb una praderia molt més extensa i contínua. D'aquesta última cal remarcar la presència de *Caulerpa cylindracea* al seu límit profund. Aquesta espècie invasora ja es va detectar l'any anterior a cala Galladera, al nord del Cap de Creus, per tant, caldrà fer-ne un seguiment i s'haurà de prendre mesures perquè no es segueixi estenent per altres llocs de la costa catalana.

Altres espècies que s'han pogut observar amb freqüència han estat el corall vermell (*C. rubrum*), força petit en general, però que a l'estació del Gat se n'ha trobat alguna colònia de major mida, la gorgònia blanca (*E. singularis*), i la llagosta (*P. elephas*) que sobretot se n'ha trobat a Punta Falconera, degut a que és on s'ha trobat un millor hàbitat per aquesta espècie respecte les altres estacions mostrejades.

Pel que fa a deixalla submarina,enguany no s'han observat gaires arts de pesca perduts, tal i com va passar l'any anterior. Sí que s'han trobat, però, restes de fils de pesca enredats a gorgònies i deixalles del tipus ampolles de vidre/plàstic, objectes perduts, probablement dels vaixells, com ara tovalloles, i altres objectes de procedència humana, especialment a les praderies de *P. oceanica*. Pel que fa als arts de pesca perduts, malgrat que aquest any no han estat abundants, s'ha vist en mostres anteriors com tot el Cap de Creus és una zona molt impactada per aquesta activitat. El projecte "Evitem la pesca fantasma" s'encarrega de retirar aquests aparells abandonats als fons marins de la costa catalana, de manera que cada vegada que s'ha trobat algun art abandonat s'han enregistrat les localitzacions per a futures accions de restauració dins el marc d'aquest projecte.

L'impacte que més s'ha pogut observar, tant a les prospeccions com en altres indicadors, ha estat el del canvi climàtic. Aquest s'ha pogut veure en diferents espècies observades. Per una banda, i la més evident, ha estat sobre les gorgònies, tant la vermella (*P. clavata*) com en la blanca (*E. singularis*) que s'ha vist reflectit per la pèrdua del seu teixit viu i que posteriorment ha estat colonitzat per altres espècies (epibiosi). A més, també s'han pogut observar altres espècies com ara les algues calcàries (Hereu i Kersting, 2016) o algunes espècies d'esponges afectades per aquest impacte. Aquest fenomen s'observa any rere any i cada vegada en major mesura, i provocat per l'augment de temperatures constant que pateixen les aigües de tot el món i, en aquest cas, del Mar Mediterrani. Aquest impacte només es pot mitigar a escala global, però a escala local es poden dur accions per conservar el millor possible aquestes espècies, tals com reduir l'impacte de pertorbacions físiques com del busseig o el produït pels arts de pesca que s'hi enreden i les sufoquen o acaven arrencant-les.

Finalment, les prospeccions dutes a terme al sud de Cap de Creus ens han permès obtenir un major coneixement d'aquesta zona, la seva distribució d'hàbitats, comunitats i espècies per a una futura millor gestió d'aquest parc natural.

Conclusions

S'han dut a terme prospeccions a 5 zones del Parc Natural de Cap de Creus, des de Cap Norfeu fins a Punta Figuera.

Aquesta zona presenta una orografia molt variable, des de zones profundes fins a 35-40 com a la zona del Gat i Punta Falconera, a zones més somes com cala Montjoi.

Han destacat dues espècies formadores d'hàbitat en les diferents prospeccions: per una banda, les que s'han fet en perfils més verticals i amb coral·ligen s'ha observat força presència de *P. clavata*, i d'altra banda, en zones amb fons sorrenc ha destacat la presència de praderies de *P. oceanica*.

S'han trobat deixalles, especialment a les praderies, però també fils de pesca enredats en gorgònies.

El major impacte que s'ha observat ha estat el del canvi climàtic, especialment a la comunitat del coral·ligen, sobre gorgònies o algues calcàries.

Bibliografia

- Hereu, B., Quintana, X. (2012). *El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació*. Càtedra d'ecosistemes litorals mediterranis. Museu de la Mediterrània. ISBN: 2013-5939.
- Hereu, B., Kersting, D.K. (2016). Diseases of coralline algae in the Mediterranean Sea. *Coral Reefs*, 35(2): 713.
- Ros, J.D., Olivella, I., Gili, J.M. (1984). *Els sistemes naturals de les illes Medes*. Institut d'Estudis Catalans, Arxius de la Secció de Ciències, LXXIII. Barcelona. 828.