

Diagnosi sobre l'efecte del submarinisme en les comunitats bentòniques de la Reserva Marina de les Illes Medes

Aquest capítol ha de ser citat com:

Hereu B., Linares C, 2016. Diagnosi sobre l'efecte del submarinisme en les comunitats bentòniques dels fons de la Reserva Marina de les Illes Medes. Memòria tècnica. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.

La normativa específica dels usos i activitats de l'àrea protegida de les Illes Medes, 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 es regula el nombre de submarinistes que poden accedir a les diferents zones de busseig (Taula 1) 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 de les comunitats i l'impacte del submarinisme sobre els fons.

Taula 1- Nombre d'immersions distribuït en les diverses zones les illes Medes, segons la proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre.

Zona d'immersió	Boies afectades	Màxim d'immersions anuals
El Guix	C1	6.136
El Salpatxot	C2 i P1	6.136
La Pedra de Déu	C3 i P2	5.687
La Pota del Llop	C4 i P3	2.939
La Vaca	C5A*, C5B*, P4* i P5*	8.451
La cova de la Reina	C6	2.390
Dofí	C7A*, C7B*, P6A i P6B	8.533
Tascó Gros	C8 i P7	4.439
Carall Bernat	C9 i P8	6.591
Tascó Petit	C10	5.850
Ferranelles	C11A, C11B i P9	11.000
L'Embarcador del Francès	I2**	4.000
Sant Istiu	I6**	4.000

*No utilitzables de manera simultània

**D'acord amb les especificacions de l'apartat 2.3

La finalitat del programa de seguiment de la biodiversitat marina del Parc Natural del cap de Creus i el Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter es realitzar el seguiment de l'estat de conservació de la biodiversitat marina en aquests espais, així com relacionar el seu estat amb la possible afectació de les activitats antròpiques i dels factors ambientals sobre aquella a partir del seguiment i monitorització de determinades espècies i comunitats indicadores. D'aquesta manera es proporcionaran dades objectives que permetran la presa de decisions als gestors d'aquests espais naturals protegits.

Tal com s'especifica en el Plec de Prescripcions tècniques del contracte, "La memòria d'avaluació d'impacte de la ordre AAM/112/2015 de modificació del pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les Illes Medes estableix,(...), que la modificació del model de limitació d'immersions a les Illes Medes comporta la realització d'un seguiment complementari i específic de l'evolució de les comunitats que es troben en els diferents punts d'immersió".

Aquesta modificació del règim d'immersions té com objectiu ajustar millor els requeriments conservació i la capacitat d'acollida. Es tracta doncs d'establir uns nombres màxims anuals d'immersió per a cada zona

o sector d'immersió de les illes, a la vegada que s'ha habilitat un seguiment acurat dels indicadors biològics de les comunitats més fràgils i vulnerables com el coral·lígen i les coves (i, per extensió de totes les espècies que s'hi poden trobar) que ens indiqui en quins casos l'evolució d'aquest és negativa, fet que comportaria reduir de forma immediata el nombre d'immersions anuals en les zones d'on s'hagi detectat, ui en quins casos es positiva, fet que comportaria incrementar a mig termini el nombre d'immersions anuals en les zones d'on s'hagi detectat.

La memòria del seguiment de l'any 2016 (Hereu et al., 2016) 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 del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter de l'any 2016, tal i com consta al plec de prescripcions amb expedient PTOP-2016-451 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.

En aquesta memòria es presenten els descriptors destinats a avaluar l'efecte del submarinisme a l'àrea protegida de les Illes Medes, briozous, gorgònies i coves, a les diferents zones estudiades segons cada descriptor (Taula 2).

Taula 2- Estacions de mostreig indicant els indicadors estudiats en cadascuna per a la diagnosi sobre l'efecte de la freqüentació en les comunitats bentòniques.

Estació	Briozous	Gorgònies	Coves
El Guix	X	X	
Salpatxot	X		
Pedra de Déu	X	X	
Pota del Llop	X	X	
Cova de la Vaca Nord		X	X
Cova de la Vaca Sud	X		X
Cova del Mal Pas			X
Cova de la Reina	X		
Cova del Dofi	X		X
Tunel del Dofi			X
Cova dels Misidacis			X
Tascó Gros	X	X	
Tascó Petit	X	X	
Carall Bernat	X	X	
Ferranelles	X		
Punta Salines	X		
Medallot	X	X	

Els resultats de l'informe indiquen que en algunes estacions els descriptors estudiats mostren diferents graus d'impacte. No obstant, per a la determinació de l'impacte del submarinisme en cada una de les estacions, i tenint en compte els diferents descriptors, s'han de tenir una sèrie de factors en compte.

- Per una banda, no tots els descriptors o les comunitats estudiades estan a totes les zones (veure Taula 2).
- Tot i que hi hagi descriptors en algunes zones, s'ha de tenir en compte que els submarinistes concentren les seves immersions en zones determinades.
- Pel que fa als briozous, tot i que s'ha demostrat que es un bon indicador, s'ha de tenir en compte que les estacions estudiades ja han estat impactades i, per tant, el canvi entre abans i després de l'estiu no es perceptible en moltes d'elles ja que es parteix de la base de comunitats ja impactades.
- Pel que fa als briozous, tot i que es va procurar establir els transectes en zones de la mateixa fondària i morfologia, en algunes estacions no va ser possible, de forma que aquestes comunitats o be no estan ben desenvolupades degut a que no hi ha les hàbitats apropiats, o les zones trobades amb les comunitats òptimes estan allunyades de les zones de busseig.
- S'haurien de considerar estacions de referència de briozous en zones no impactades
- La zona del Medallot s'ha de tenir en compte com a control de recuperació: ens indicarà la capacitat de recuperació d'una zona impactada, i aquesta capacitat de recuperació es compararà amb les zones que segueixen sent freqüentades. Si s'observa que el Medallot es recupera, i les estacions freqüentades no, significaria que segueix havent un impacte en aquestes comunitats degut al submarinisme.
- Dins dels briozous, l'espècie que sembla ser més informativa i més vulnerable al impacte del busseig és *Pentapora fascialis*, pel que recomenen que els esforços es centrin en aquesta espècie.
- Pel que fa a les gorgònies, la lenta dinàmica poblacional d'aquesta espècie únicament permet considerar canvis significatius a partir de 4 ó 5 anys i, per tant, el període estudiat no ens permet detectar canvis a curt termini. Els estudis publicats demostren que en aquest termini fent un seguiment acurat de les gorgònies dins transectes permanents si que es poden detectar canvis en la taxa de mortalitat anual que ens indica el grau d'impacte en cada zona.
- Pel que fa les gorgònies, tot i que s'ha demostrat que es un bon indicador de l'impacte dels submarinistes, s'ha de tenir en compte que les estacions estudiades estan en zones molt freqüentades històricament, de forma que ja han estat impactades. La única població no impactada ha estat la nova estació del Tascó Petit, ja que en aquesta zona es va posar una nova boia el 2015. Aquesta població s'ha pres com a referència, i s'ha pogut constatar que presenta una estructura de talles molt diferent de la resta d'estacions, amb una estructura de talles amb una alta proporció de colònies grans de més de 40 cm, fet que evidencia el seu bon estat de conservació que contrasta amb la resta de zones on si que hi hauria unefecte dels submarinistes, com ja s'ha demostrat a nivell de illes Medes (però no específicament en cada zona) en estudis anteriors.

- Pel que fa a les comunitats de coves, en aquest estudi s'ha mesurat la cobertura de les càmeres d'aire com a indicador de l'efecte dels submarinistes. Això no vol dir que aquest sigui l'únic impacte sobre aquestes comunitats, ja que l'aire, encara que no s'acumuli, sí que pot pertorbar de forma no letal als organismes. Tampoc s'ha tingut en compte l'efecte de l'erosió sobre els organismes dels fons i les partes, que probablement són molt superiors que en altres zones, ja que el confinament de les coves obliga a que tots els submarinistes facin el mateix recorregut, i fa disminuir la seva capacitat de moviments degut al poc espai disponible i al nombre de submarinistes que les freqüenten simultàniament, fet que produeix un major nombre d'impactes sobre els fons i les parets de les coves.
- Les comunitats de coves, degut a la seva lenta dinàmica derivada de l'ambient poc il·luminat i confinat, tenen una capacitat de recuperació molt lenta, probablement de dècades.

Es per aquest motiu, que per a determinar l'efecte dels submarinistes en cada una de les zones de busseig s'han de considerar diferents indicadors, a ser possible en algunes zones podrà ser més d'un i en altres zones el que estigui dins del recorregut dels bussejadors. S'ha de tenir en compte que no només un únic indicador per lloc, sinó que s'ha de considerar tots els descriptors possibles, i considerar els que han sofert un impacte.

A més, el comportament dels submarinistes no es homogeni al voltant del punt d'immersió on es troba la boia, sinó que els submarinistes tendeixen a anar a punts concrets per a ser visitats, com les parets de gorgònies, o coves, de forma es precisament en aquestes comunitats on s'ha de focalitzar el control de l'impacte dels submarinistes, ja que són les zones més freqüentades, i aalhora les més fràgils.

D'aquesta manera, es fa una diagnosi punt per punt tenint en compte aquestes consideracions:

El Guix

Aquesta estació ha estat visitada l'any 2016 per 3.440 submarinistes, tots provinents de centres d'immersió. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 6.136 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i gorgònies com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

En aquesta estació, les abundàncies de de *Pentapora fascialis* han estat molt baixes a la primavera (només s'ha trobat una colònia), que ha desaparegut després de l'estiu (Figura 1).

Aquestes densitats, igual que les trobades en la resta de punts mostrejats (veure comentaris a cada estació), són molt baixes si les comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada els anys 90 (3,6 individus/m² al Guix; Sala *et al.*, 1996; Garrabou *et al.*, 1998), o en estacions no freqüentades sense impacte, com la zona de cap Castell, o les pedres aïllades del Salpatxot, valors obtinguts ens estudis

recents en aquesta mateixa àrea (7,2 i 8,0 individus/m² respectivament, Hereu *et al.*, 2014, 2015), de forma que mostren un elevat grau d'afectació per part dels submarinistes.

En aquesta estació l'indicador de briozous ens servirà per a detectar si hi ha una recuperació de les comunitats en els propers anys. Si l'estació de control del Medallot es recupera i aquesta no, significarà que seguirà havent un impacte per la freqüentació de submarinistes.

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació és de 22 ind/m² abans de l'estiu i 19 ind/m² a la tardor (Figura 2). Les diferències entre abans i després de l'estiu pel que fa a la densitat no han estat significatives. Tot i que no s'ha observat mortalitat en el període estudiat, l'estructura de talles d'aquesta població mostra una falta de colònies grans de més de 40 cm (prenent com a referència com a referència l'estació del Tascó Petit), evidenciant que aquesta població ha sofert un impacte del submarinisme en els anys o dècades anteriors, i no s'ha recuperat.

En aquesta estació s'ha detectat una forta mortalitat degut a l'escalfament de l'aigua (Figura 3). Després de l'estiu, es va detectar que el 30% de les colònies, amb una mitjana d'un 70% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu

Aquesta estació mereix una especial atenció, ja que mostra una caiguda de densitat destacable i uns percentatges d'afectació molt elevat.

Diagnosi

Aquesta estació mostra un fort impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i sense signes de recuperació amb el nombre de submarinistes registrats el 2016 (3.440), aproximadament la meitat dels previstos amb el nou pla. A més, la falta de colònies de *P. clavata* grans, indica que aquesta es una població ja afectada pel submarinisme, i que no s'ha recuperat. La forta afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Salpatxot

Aquesta estació ha estat visitada per 4.212 submarinistes l'any 2016, 4.196 provinents de centres d'immersió i 43 particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 6.136 submarinistes.

Aquesta estació només s'ha monitoritzat les poblacions de briozous com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

Pentapora fascialis ha estat l'espècie més abundant en aquesta estació, amb valors mitjans de densitat que han disminuït després de l'estiu (1,08 Ind/m² a la primavera i 0,48 Ind/m² a finals d'estiu), tot i que els anàlisis estadístics no mostren diferències. Per altra banda, totes les colònies més exposades, les que estaven sobre fons plans, han desaparegut després de l'estiu i les que es trobaven en exposicions més protegides han persistit.

Els valors de densitat són molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix), de forma que mostren un elevat grau d'afectació per part dels submarinistes.

En aquesta estació l'indicador de briozous ens servirà per a detectar si hi ha una recuperació de les comunitats en els propers anys. Si l'estació de control del Medallot es recupera i aquesta no, significarà que seguirà havent un impacte per la freqüentació de submarinistes.

Diagnosi

Aquesta estació mostra un fort impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i sense signes de recuperació amb el nombre de submarinistes registrats el 2016 (4.212), aproximadament la meitat dels previstos amb el nou pla. A més, l'afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Pedra de Déu

Aquesta és una de les estacions que presenta valors més elevats de bussejadors, sent 5.581 l'any 2016, 5.387 provinents de centres i 194 particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 5.687 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i gorgònies com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

La densitat de les poblacions de *Pentapora fascialis* en aquesta estació ha sigut molt baixa en els dos mostrejos, disminuint després de l'estiu, tot i que l'anàlisi estadístic no mostra diferències significatives.

Els valors de densitat són molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix), de forma que mostren un elevat grau d'afectació per part dels submarinistes.

En aquesta estació l'indicador de briozous ens servirà per a detectar si hi ha una recuperació de les comunitats en els propers anys. Si l'estació de control del Medallot es recupera i aquesta no, significarà que seguirà havent un impacte per la freqüentació de submarinistes.

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació és de 32 ind/m², i no ha variat entre estiu i tardor (Figura 5 i 6).

Tot i que no s'ha observat mortalitat en el període estudiat, l'estructura de talles d'aquesta població mostra una falta de colònies grans de més de 40 cm (prenent com a referència com a referència l'estació del Tascó Petit), evidenciant que aquesta població ha sofert un impacte del submarinisme en els anys o dècades anteriors, i no s'ha recuperat.

En aquesta estació s'ha detectat una forta mortalitat degut a l'escalfament de l'aigua (Figura 3). Després de l'estiu, es va detectar que el 23% de les colònies, amb una mitjana d'un 80% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu

Aquesta estació mereix una especial atenció, ja que mostra una caiguda de densitat destacable i uns percentatges d'afectació molt elevat.

Diagnosi

Aquesta estació mostra un fort impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i sense signes de recuperació amb el nombre de submarinistes registrats el 2016 (5.581), pràcticament els mateixos previstos amb el nou pla. A més, la falta de colònies de *P. clavata* grans, indica que aquesta es una població ja afectada pel submarinisme, i que no s'ha recuperat. La forta afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Pota del Llop

Aquesta estació ha estat visitada l'any 2016 per 2.089 submarinistes, 2.038 procedents de centres d'immersió i 51 particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 2.939 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i gorgònies com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

El nombre de colònies de *P. fascialis* en aquesta estació ha disminuït significativament després de l'estiu (Figura 1). De la mateixa manera, l'alçada mitjana de les colònies ha disminuït, fet que s'explica observant l'estructura de talles, on es pot veure clarament una desaparició de les colònies de mida més gran. A més, al final de l'estiu només han persistint algunes colònies que estaven més protegides, epífites en gorgònies, fet que indica que la mortalitat ha estat causada per l'efecte de l'erosió causada per submarinistes.

Aquesta estació, ja estava impactada abans de l'estiu, ja que mostrava valors de densitat molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix).

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació es de 27 ind/m², i no ha variat entre estiu i tardor (Figura 2). L'estructura de talles d'aquesta estació es caracteritza per una dominància de la classe 20-30 cm, seguida de les classes de talla més grans.

Després de l'estiu, es va detectar que el 6% de les colònies, amb una mitjana d'un 68% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu

Diagnosi

Aquesta estació mostra un fort impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i una disminució clara i significativa de les densitats després de l'estiu, essent les colònies més exposades (i les més sensibles als efectes de l'erosió) les que han desaparegut.

A més, la falta de colònies de *P. clavata* grans, indica que aquesta es una població ja afectada pel submarinisme, i que no s'ha recuperat. La forta afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Cova de la Vaca

Tot i que en aquesta localitat hi ha dues boies, C5a i C5b, i en les que s'han estudiat diferents paràmetres, es podria considerar una mateixa estació, ja que la majoria de submarinistes, fan el mateix recorregut travessant la cova de la Vaca i visitant les parets de gorgònies que es troben a la part Nord-Est, i ocasionalment visitant la cova del Mal Pas.

Degut a que el transsecte d'aquesta estació es troba entre les dues boies de centres d'immersió corresponents en aquesta zona, els valors de bussejadors d'aquestes s'han sumat. Per aquesta raó, aquesta estació ha estat la segona més visitada del 2016, amb un valor de 8.001 submarinistes, 7.722 provinents de centres d'immersió i 279 particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 8.451 submarinistes.

En aquesta estació s'ha fet el control de les comunitats de briozous, gorgònies i coves com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

La densitats de *Pentapora fascialis* en aquesta estació han disminuït significativament després de l'estiu (Figura 1), així com l'alçada mitjana de les colònies degut a la desaparició de les colònies de mida més gran. A més, aquesta mortalitat s'ha produït en les colònies més exposades (fet que indica que la mortalitat ha estat causada per l'efecte de l'erosió causada per submarinistes).

Aquesta estació, ja estava impactada abans de l'estiu, ja que mostrava valors de densitat molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix).

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació és de 12 ind/m², i no ha variat entre estiu i tardor (Figura 2). Tot i que no s'ha observat mortalitat en el període estudiat, l'estructura de talles d'aquesta població mostra una falta de colònies grans de més de 40 cm (prenent com a referència com a referència l'estació del Tascó Petit), evidenciant que aquesta població ha sofert un impacte del submarinisme en els anys o dècades anteriors, i no s'ha recuperat.

Després de l'estiu, es va detectar que el 12% de les colònies, amb una mitjana d'un 57.5% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu (Figura 3).

Coves

La Cova del Malpàs mostra un elevat percentatge de la superfície del sostre afectada per l'acumulació de bombolles d'aire dels submarinistes, 6,03%, amb un percentatge de zones totalment mortes del 3,81% (Figura 4). Aquesta cova, després del túnel del dofí, es la que presenta un major grau d'afectació.

La cova de la Vaca presenta diferències en les seves dues entrades, sent en l'entrada Sud-Est on hi ha una major quantitat d'espais amb aire (2,82%) respecte l'entrada Nord-Oest (2,14%). No obstant, és a l'entrada de la Vaca NO on es va trobar major percentatge d'espais amb aire amb la mortalitat total dels organismes (1,33%) que espais amb aire en els que encara es troba fauna bentònica viva (0,81%).

Diagnosi

Aquesta estació mostra un fort impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i una disminució clara i significativa de les densitats després de l'estiu, essent les colònies més exposades (i les més sensibles als efectes de l'erosió) les que han desaparegut.

A més, la falta de colònies de *P. clavata* grans, indica que aquesta es una població ja afectada pel submarinisme, i que no s'ha recuperat. La forta afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

El descriptor de les comunitats de coves, mostra una vegada més un clar efecte de l'impacte dels submarinistes en aquestes comunitats.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Cova de la Reina

Aquesta estació, durant el 2016, ha estat visitada per 2.007 submarinistes, tots provinents de centres d'immersió. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 2.390 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

En aquesta estació, les poblacions de *P. fascialis* han sigut molt baixes a la primavera (només es va trobar una colònia), i tot i que aquesta ha desaparegut després de l'estiu. Aquests valors tan baixos no permeten fer cap anàlisi.

Per altra banda, les poblacions de *M. truncata* mostren una densitat més alta, i han augmentat després de l'estiu mentre que l'alçada mitjana ha disminuït degut a la desaparició de colònies més grans (Figura 2). Per altra banda, les talles més petites han augmentat després de l'estiu, fet que indica que hi ha hagut reclutament en aquesta estació, fent que la densitat hagi sigut major, i que hagi augmentat la proporció de colònies més exposades.

Aquesta estació, ja estava impactada abans de l'estiu, ja que mostrava valors de densitat molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix).

Diagnosi

En aquesta estació, els descriptors utilitzats no ens permeten detectar un impacte del submarinisme. No obstant, les densitats molt baixes comparades amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix), mostren un cert grau d'afectació per part dels submarinistes.

Es per això que en aquesta estació es recomana **mantenir el nombre de submarinistes** fins que es determini si les poblacions de briozous es recuperen.

A més, es recomana **incorporar nous descriptors en comunitats més vulnerables**, com el corall vermell, que es abundant a la zona d'extraplom situada a la zona Nord de la boia, que per la seva disposició poden ser molt vulnerables a l'efecte de la freqüentació dels submarinistes.

Cova del Dofí, Túnel del Dofí i Cova dels Misidacis

Tot i que en aquesta localitat hi ha dues boies, C7a i C7b, i en les que s'han estudiat diferents paràmetres, es podria considerar una mateixa estació, ja que la majoria de submarinistes fan el mateix recorregut travessant la cova del Dofí i el túnel del Dofí, i ocasionalment visitant la cova dels Misidacis.

Aquesta estació ha estat visitada l'any 2016 per 7.102 submarinistes, 4.458 provinents de la boia Dofí Nord (4.354 provinents de centres d'immersió i 104 particulars) i 2.664 provinents de la boia Dofí Sud (2.540 provinents de centres d'immersió i 104 particulars). Amb la nova proposta de decret de pel qual es

modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 8.533 submarinistes.

En aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i les comunitats de coves com a indicadors de l'impacte del submarinisme.

Briozous

En aquesta estació, les poblacions de *P. fascialis* han disminuït entre principis i finals d'estiu, tot i que degut als baixos valors de densitat no es mostren diferències estadísticament significatives en els anàlisis. Les colònies que han desaparegut són les que es troben en posicions més exposades i que són, per tant, més sensibles als impactes causats pels submarinistes.

En aquesta estació, les poblacions de *Myriapora truncata* han mostrat abundàncies molt baixes tant a la primavera com passat l'estiu, fet que no permet fer cap anàlisi estadística ni pel que fa a les densitats com en l'alçada i l'estructura de talles

Aquesta estació, ja estava impactada abans de l'estiu, ja que mostrava valors de densitat molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix).

Coves

El túnel del Dofí i la cova del Dofí mostren un elevat percentatge de superfície de sostre afectada per l'acumulació de bolles d'aire derivades de la respiració dels submarinistes (amb un 9,1% i 2,6% de superfície respectivament) (Figura 4). Per altra banda, la cova dels Misidacis es la que menor percentatge de superfície afectada mostra, amb un 0,43% (Figura 4). El túnel del Dofí es la que presenta un major grau d'afectació, probablement perquè es la cova que rep més visites i probablement està més confinada. La comparació amb les fotografies preses el 1978, en les que només hi havia un 0,7% d'aire acumulat, i una composició faunística diferent, mostra que aquest efecte es causa directa dels submarinistes.

Però no només s'ha detectat un impacte en els sostres, sinó que també s'ha pogut constatar un fort impacte sobre els fons de la cova del Dofí. La comparació dels fons del túnel del Dofí entre l'any 1978 i el 2016, mostra que, mentre el 1978 els blocs de roca dels fons mostraven una elevada cobertura d'esponges i tunicats, mentre que en les fotografies de 2016 s'observa aquests mateixos blocs totalment denudats, sense organismes que formin estructures tridimensionals sobre el fons. creiem que aquest efecte es comú a la resta de coves de les illes Medes, ja que en totes s'observa la mateixa tipologia de les comunitats dels fons.

Diagnosi

Pel que fa a la comunitat de briozous, aquesta estació mostra una certa tendència, ja que s'ha observat una disminució de les densitats de les colònies. A més, la falta de colònies de *P. clavata* grans, indica que aquesta es una població ja afectada pel submarinisme, i que no s'ha recuperat.

No obstant, en aquesta estació, la zona on s'ha instal·lat el transecte per a l'estudi dels briozous, queda força allunyada de les zones d'immersió degut a que no es varen trobar zones més a prop amb els hàbitats idonis.

El descriptor de les comunitats de coves, mostra un efecte molt clar de l'impacte dels submarinistes en aquestes comunitats, amb una forta afectació sobre les comunitats de sostres, i també sobre els fons.

Es per això que lluny d'augmentar el nombre de submarinistes es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

A més de les coves, **el seguiment del corall vermell**, molt abundant en aquesta zona i en el llocs més visitats pells bussejadors, pot ser un bon indicador per avaluar l'efecte dels submarinistes.

Tascó Gros

Aquesta estació ha estat visitada l'any 2016 per 3.277 submarinistes, 3.138 provinents de centres d'immersió i 139 per particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 4.439 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i gorgònies com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

La densitat de les poblacions de *P. fascialis* en aquesta estació era la més elevada de totes les estacions estudiades, amb densitats semblants a les trobades en zones no impactades, tot i que les talles molt menors. Després de l'estiu, la densitat de les colònies de *P. fascialis* ha disminuït dràsticament, especialment les que es troben en posicions exposades, mostrant una clara significació en les anàlisis estadístiques (Figura 1).

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació es de 18 ind/m², i no ha variat entre estiu i tardor (Figura 2). L'estructura de talles d'aquesta estació es caracteritza per una dominància de la classe 10-20 i 20-30 cm, seguida de les classes de talla més grans.

Després de l'estiu, es va detectar que el 74% de les colònies, amb una mitjana d'un 63% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu

Diagnosi

Aquesta estació mostra un fort impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra una forta disminució de les densitats després de l'estiu, essent les colònies més exposades (i les més sensibles als efectes de l'erosió) les que han desaparegut.

La forta afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Tascó Petit

Aquesta estació ha estat visitada l'any 2016 per 5.644 submarinistes, tots provinents de centres d'immersió. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 5.850 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i gorgònies com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

Aquesta estació, ja estava impactada abans de l'estiu, ja que mostrava valors de densitat molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix).

Tot i la baixa densitat, les poques colònies de *P. fascialis* que es varen censar en aquesta estació abans de l'estiu han desaparegut totalment després de l'estiu (Figura 1).

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació és de 20 ind/m² abans de l'estiu i 18 ind/m² a la tardor (Figura 2). Les diferències entre abans i després de l'estiu pel que fa a la densitat no han estat significatives.

En aquesta estació s'ha detectat una forta mortalitat degut a l'escalfament de l'aigua (Figura 3). Després de l'estiu, es va detectar que el 33% de les colònies, amb una mitjana d'un 48% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu.

Aquesta estació mereix una especial atenció, ja que, a diferència de la resta d'estacions, l'estructura de talles d'aquesta població mostra un percentatge força elevat de classes de talla gran. Això es degut a que aquesta estació no havia estat molt visitada anteriorment, ja que la posició de l'actual boia es va establir el 2015. Tenint en compte la lenta dinàmica d'aquesta espècie, i el temps necessari per a detectar pertorbacions en aquestes poblacions, aquesta serà una estació de referència a seguir en el futur, ja que no ha estat impactada i s'ha començat a visitar recentment. A més, els elevats percentatges d'afectació per la mortalitat per canvi climàtic poden afectar a la seva viabilitat, com la resta d'estacions.

Diagnosi

Aquesta estació mostra un marcat impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i una disminució fins a la seva desaparició amb el nombre de submarinistes registrats el 2016. La forta afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Carall Bernat

Aquesta estació ha estat visitada l'any 2016 per 6.122 submarinistes, 5.739 provinents de centres d'immersió, i 383 de particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 6.591 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous i gorgònies com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

Les poblacions de *P. fascialis* en aquesta estació a la primavera han presentat uns valors de densitat força baixos, i han disminuït en el cens de finals d'estiu, tot i que els anàlisis estadístics no mostren diferències significatives (Figura 1). A més, les colònies que han desaparegut són les de talles més grans. El reclutament observat durant el període d'estudi que compensa en certa forma aquesta baixada i resta significació a l'anàlisi. Per altra banda, les colònies que han desaparegut són les més exposades a l'erosió causada pels submarinistes.

Aquesta estació, ja estava impactada abans de l'estiu, ja que mostrava valors de densitat molt baixos si els comparem amb les mateixes zones estudiades a la dècada dels anys 90 (veure comentaris a l'apartat de la zona del Guix).

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació es de 12 ind/m², i no ha variat entre estiu i tardor (Figura 2). L'estructura de talles d'aquesta estació es caracteritza per una representació de totes les classes de talla, excepte els reclutes.

Després de l'estiu, es va detectar que el 45% de les colònies, amb una mitjana d'un 21% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu.

Diagnosi

Aquesta estació mostra un marcat impacte degut a la freqüentació de submarinistes pel que fa a l'indicador de briozous, ja que mostra densitats molt baixes, i una disminució a finals d'estiu. L'afectació de la mortalitat de gorgònies fa que aquesta estació tingui una nova situació més sensible, ja que l'afectació per la freqüentació pot ser més severa en les poblacions ja afectades per la mortalitat per canvi climàtic.

Es per això que es recomana **reduir la freqüentació de submarinistes** en aquesta zona per sota dels valors registrats el 2016.

Ferranelles

Degut a que el transecte d'aquesta estació es troba entre les dues boies de centres d'immersió corresponents en aquesta zona, els valors de bussejadors d'aquestes s'han sumat. Per aquesta raó, aquesta estació ha estat la més visitada l'any 2016, amb un valor de 9.953 bussejadors, 9.675 provinents de centres d'immersió i 278 particulars. Amb la nova proposta de decret de pel qual es modifica el Pla

rector d'ús i gestió de l'àrea protegida de les illes Medes, aprovat pel Decret 222/2008, d'11 de novembre, es preveu que aquesta zona sigui visitada per 11.000 submarinistes.

Aquesta estació s'ha monitoritzat les poblacions de briozous com a indicadores de l'impacte del submarinisme.

Briozous

En aquesta estació, les abundàncies de de *Pentapora fascialis* han estat molt baixes a la primavera (només s'ha trobat una colònia), que ha desaparegut després de l'estiu.

La densitat de les colònies de *Myriapora truncata* ha estat molt elevada tant abans com després de l'estiu, i no s'han observat canvis ni en la densitat ni en l'alçada mitjana. Tot i així, s'observa una disminució de colònies de mida mitjana i un augment de colònies de mida petita, indicant un cert grau de reclutament. Per altra banda, no hi ha hagut diferències evidents en l'exposició de les colònies, tot i que ha augmentant el percentatge de colònies en plans i en extraploms, posicions adoptades pels nous reclutes.

Diagnosi

Amb els elements actuals analitzats, no tenim indicadors que mostrin o bé una disminució o una recuperació de l'estat de les comunitats d'aquesta estació.

Es per això que es recomana **mantenir la freqüentació de submarinistes** amb els valors registrats el 2016.

No obstant, creiem que la zona on s'ha instal·lat el transecte per a l'estudi dels briozous, queda força allunyada de les zones d'immersió degut a que no es varen trobar zones més a prop amb els hàbitats idonis. Es per això que es recomana **buscar nous descriptors** que ens proporcionin més informació sobre l'evolució i l'estat de les comunitats en aquesta zona.

Medallot

Aquesta estació, amb la nova proposta de gestió ha estat declarada zona de reserva integral, fet que ha permès establir per a primera vegada una zona de control que servirà com a referència de zona no impactada per els submarinistes.

Briozous

Les poblacions de *P. fascialis* en aquesta estació no han mostrat diferències entre els dos períodes mostrejats, ni en les densitats ni en la talla mitjana (Figura 1). Tot i que les mides petites han disminuït entre abans i després de l'estiu, el nombre de colònies grans és el mateix abans i després de l'estiu.

Gorgònies

La densitat de gorgònies vermelles d'aquesta estació és de 19 ind/m², i no ha variat entre estiu i tardor. L'estructura de talles d'aquesta estació és la representada a la Figura 18, amb està dominada per una major representació de les classes mitjanes, entre 10 i 30 cm d'alçada.

En aquesta estació s'ha detectat una mortalitat degut a l'escalfament de l'aigua semblant a la resta d'estacions (Figura 3). Després de l'estiu, es va detectar que el 58% de les colònies, amb una mitjana d'un 50% de la seva superfície, presentaven necrosi recent derivada de la mortalitat causada per l'elevada temperatura de l'aigua d'aquest estiu

Diagnosi

S'ha de tenir en compte que aquesta reserva integral va començar el 2015 després de molts anys d'haver estat freqüentada. Això implica que no s'ha de tenir com a referència de zona no impactada, ja que ho ha estat fins l'any passat, de forma que els paràmetres analitzats actuals son molt similars al de les altres estacions, fet que indica que està igual de perturbada que la resta, i no a la inversa (que la resta d'estacions estan en bon estat com a una reserva integral sense impacte).

Aquesta estació ens servirà sens dubte per a observar quina es la capacitat de recuperació de les poblacions després d'haver estat impactades, de forma que en els propers anys ens pot proporcionar indicadors sobre la recuperació de les poblacions no només de briozous i gorgònies, sinó d'altres comunitats i espècies, a resta d'estacions que sí estan visitades.

Per tant, recomanem **mantenir aquesta estació tancada a les visites.**

Referències citades

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

Sanchez J., Bartolí A. i Gazo M. (2010). Impacte del busseig sobre les comunitats bentòniques, com a eina per a l'establiment de la capacitat de càrrega, a les illes Medes. Memòria tècnica. Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya i SUBMON.

Figures i taules

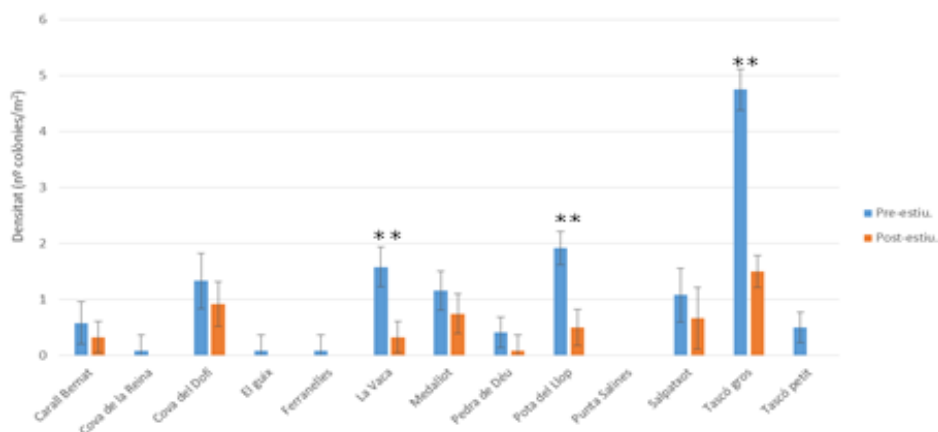


Figura 1. Densitat mitjana (nombre de colònies/m²) de *Pentapora fascialis* en les diferents estacions, diferenciant els períodes de mostreig. Els asteriscs en les estacions indiquen diferències estadísticament significatives entre les densitats abans i després de l'estiu.

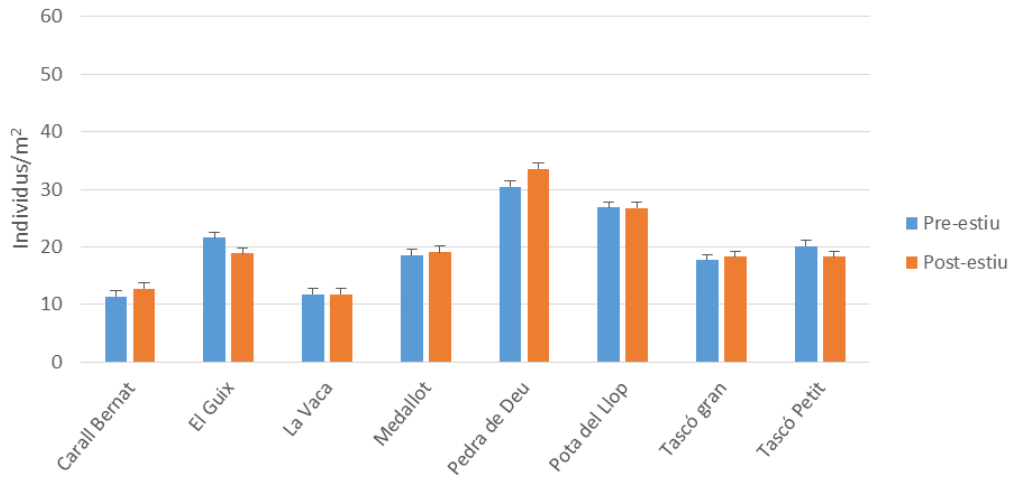


Figura 2: Les densitats, en individus per m², als 8 llocs analitzats abans i després de la temporada de busseig.

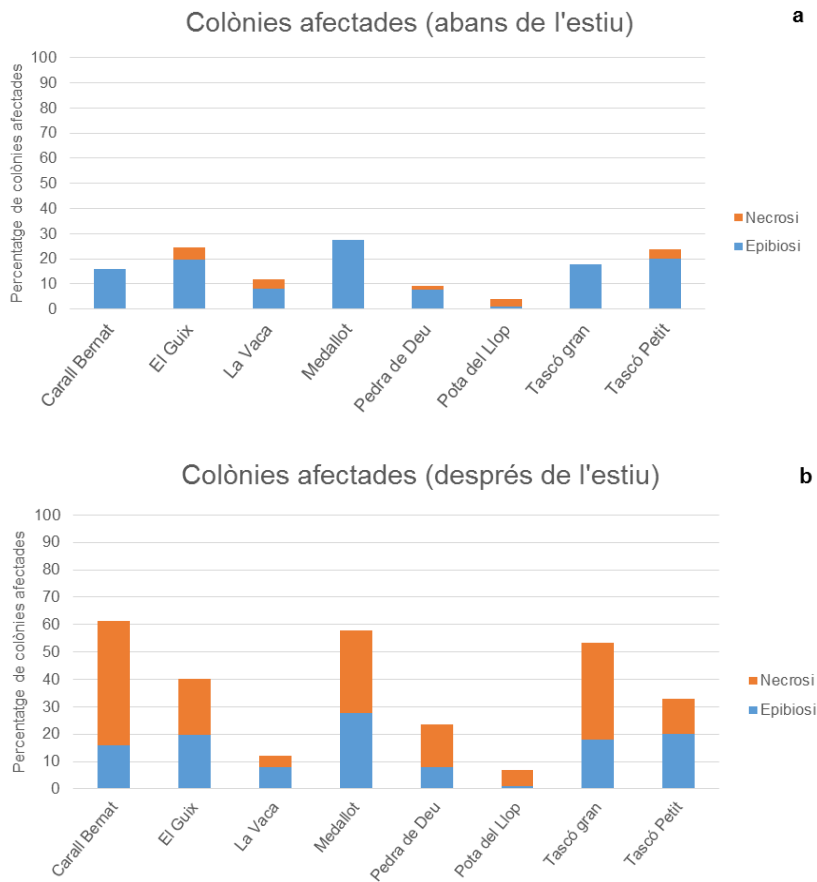


Figura 3. La mortalitat de colònies als 8 llocs estudiats segons es tracti de necrosi o d'epibiosi, abans (a) i després del pic de la temporada de busseig (b).

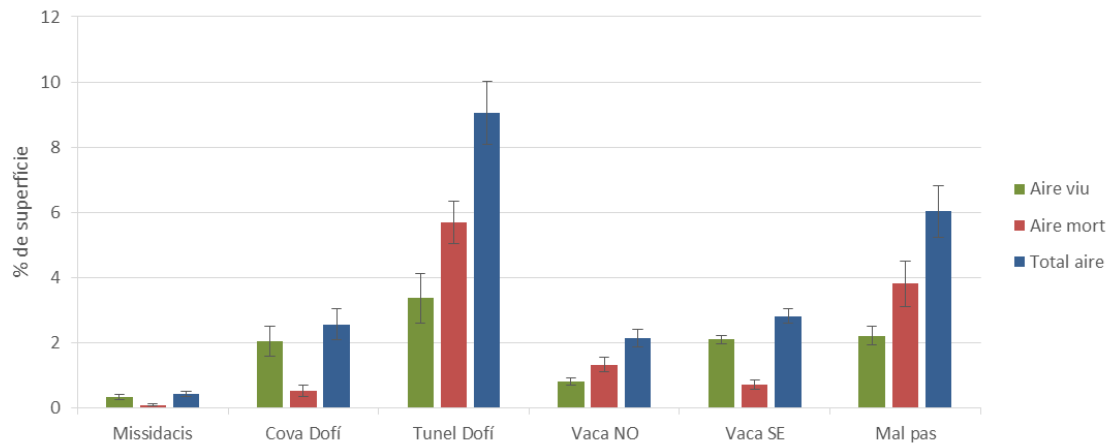


Figura 4. Mitjanes \pm error estàndard dels percentatges dels sostres de les 6 coves estudiades ocupats per les càmeres d'aire (segons s'hi hagi o no observat mortalitat d'organismes) o lliures de bombolles.

Taula 3- Taula resum amb el nombre de submarinistes enregistrats el 2016, els resultats obtinguts per a cada descriptor estudiat, i la diagnosi del seguiment, amb la indicació de la necessitat de nous descriptors, i la recomanació per a la gestió del busseig l'any 2017.

Estació	Imm. 2016	Briozous	Gorgònies	Coves	Corall	Altres	Diagnosi
El Guix	3440	No recuperació	Necrosi				Reduir el nombre d'immersions
El salpatxot	4239	No recuperació					Reduir el nombre d'immersions
Pedra de Deu	5581	No recuperació	Necrosi				Reduir el nombre d'immersions
Pota del Llop	2089	Regressió	Necrosi				Reduir el nombre d'immersions
Vaca Nord	2320	Regressió	Necrosi	Regressió			Reduir el nombre d'immersions
Vaca Sud	5695	Regressió	Necrosi	Regressió			Reduir el nombre d'immersions
Cova Reina	2007	No recuperació			Afegir		Mantenir el nombre d'immersions
Dofí Nord	4458	No recuperació		Regressió	Afegir		Reduir el nombre d'immersions
Dofí sud	2644	No recuperació		Regressió			Reduir el nombre d'immersions
Tascó Gros	3277	Regressió	Necrosi				Reduir el nombre d'immersions
Tascó Petit	5644	Regressió	Necrosi				Reduir el nombre d'immersions
Carall Bernat	6122	Regressió	Necrosi				Reduir el nombre d'immersions
Ferranelles A	5034	No recuperació				Afegir	Mantenir el nombre d'immersions
Ferranelles B	4919	No recuperació				Afegir	Mantenir el nombre d'immersions
L'Embarcador	2071					Afegir	Mantenir el nombre d'immersions
Sant Istiu	1375					Afegir	Mantenir el nombre d'immersions
Medallot	11	No recuperació	Necrosi				Mantenir tancat a les visites