



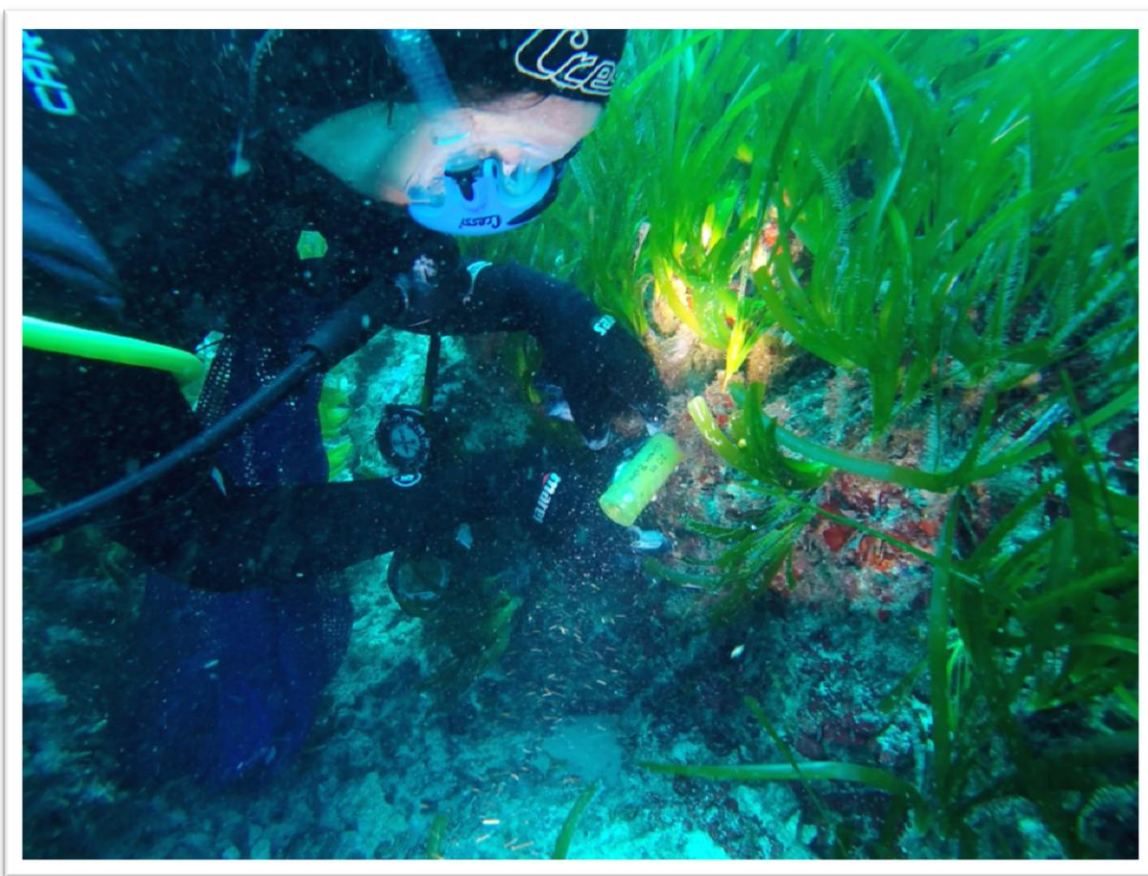
G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT,
I AGRICULTURA
B I PESCA



Illes
Sostenibles

XARXA DE MONITORATGE DE LA POSIDÒNIA

MEMÒRIA ANUAL 2017



Autora: Maria del Mar Gil Oviedo (Tècnic TRAGSATEC)



Tragsatec
GrupoTragsa

ÍNDEX

RESUM EXECUTIU.....	5
1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS	9
2. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS REALITZATS	15
2.1. RECOPIACIÓ DE LA INFORMACIÓ EXISTENT	15
2.2. RECUPERACIÓ DE LES ESTACIONS DE MONITORATGE.....	20
2.2.1. Preparació del material de mostreig.....	20
2.2.2. Contacte amb els centres voluntaris i planificació d'activitats de mostreig...	21
2.2.3. Formació dels bussejadors voluntaris	22
2.2.4. Metodologia del mostreig de les estacions.....	23
2.2.5. Dades recollides a les estacions i anàlisis realitzats	26
2.2.6. Resultats de les estacions mostrejades.....	30
2.3. ANÀLISIS TEMPORALS DE LES ESTACIONS.....	33
2.3.1. Anàlisis temporals realitzats.....	33
2.3.2. Estació de S'Aguilot (#18).....	34
2.3.3. Estació del Caló de s'Oli (#20)	36
2.3.4. Estació del Caló del Moro (#16)	38
2.4. REGISTRE DE LA TEMPERATURA	40
2.5. DIFUSIÓ DEL PROJECTE	43
3. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS	47
4. BIBLIOGRAFIA.....	51

RESUM EXECUTIU

Aquest informe tècnic recull les tasques realitzades dins la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia a les Illes Balears durant l'any 2017. Els treballs per recuperar la Xarxa, la qual va ser abruptament interrompuda, es varen iniciar el mes de setembre de 2017. La antiga Xarxa de Posidònia es va iniciar a l'any 2002 per part de la Direcció General de Pesca i Medi Marí (Govern Balear) i durant els deu anys que va estar en funcionament es varen posar en marxa 36 estacions fixes a tot l'arxipèlag balear. El seguiment d'aquestes estacions es va poder realitzar gràcies a la col·laboració de nombrosos organismes, centres de busseig i bussejadors voluntaris.

Durant els tres mesos de 2017, en els que es varen iniciar les tasques de recuperació de la Xarxa, es va recopilar gran part de la informació i les dades recollides a l'antiga Xarxa, es va iniciar el contacte amb diferents grups col·laboradors i es varen recuperar tres estacions fixes de mostreig (dues a Mallorca i una a Formentera). A més a més, es varen instal·lar sensors de temperatura a dos punts de Mallorca.

Els paràmetres mesurats a les estacions de mostreig varen ser: la densitat de feixos, la densitat de flors, la cobertura de la Posidònia i la presència de nacs i/o algues invasores. Aquestes dades varen ser analitzades i comparades amb tot el registre de dades recollides al mateix punt durant el funcionament de la Xarxa antiga, per tal de determinar l'estat de conservació de les praderies estudiades. L'estació de S'Alguilot (#18), localitzada a prop del Port d'Andratx, va presentar valors positius per totes les variables analitzades: densitat de feixos per m², taxa de canvi de la densitat, percentatge de canvi de la cobertura i variació de la densitat global; per tant l'estat general de conservació de la praderia va ser considerat bo. A l'estació del Caló del Moro (#16), situada a la Reserva Marina del Toro, es varen obtenir resultats similars als anteriors, per tant també es va considerar en bon estat de conservació. Pel contrari, a l'estació del Caló de s'Oli (#20), situada a Formentera, es varen detectar importants disminucions en la taxa de canvi de la densitat i en la densitat global, encara que la resta de variables varen donar bons resultats, per tant es va considerar que aquesta praderia es troba en un estat de conservació regular. Per tant, es convenient vigilar en els pròxims anys l'evolució de l'estació del Caló de s'Oli, per si es mantén aquesta tendència regressiva.

A més a més, en els pròxims anys de desenvolupament del projecte es pretén ampliar el nombre d'estacions de mostreig a totes les illes, per tal d'adquirir un coneixement més global de l'estat de conservació de les praderies de Posidònia a les Illes Balears. A més, gràcies a les dades de temperatura recollides pels sensors instal·lats, les variables analitzades podran ser relacionades amb dades precises de temperatura mesurades a zones properes a les estacions i a fondàries similar, per tal d'establir l'efecte produït a les praderies per l'estrès tèrmic.



1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

Les praderies de Posidònia són praderies submarines mil·lenàries formades per la fanerògama marina *Posidonia oceanica*, endèmica a la mar Mediterrània. Aquestes praderies són l'ecosistema predominant sobre fons d'arena cobrint una extensió total d'uns 50.000 km² (Béthoux & Copin-Montégut, 1986). A les Illes Balears es troben les praderies més grans i millor conservades de tot l'estat espanyol (Mas et al., 1993; Díaz-Almela & Marbà, 2009). Aquest tipus d'hàbitat ocupa uns 378 km² a les aigües costeres de les Balears (Díaz-Almela & Marbà, 2009).

A més de la seva gran extensió, la *Posidonia oceanica* té una extraordinària importància biològica i ecològica, ja que intervé en el manteniment i equilibri del sistema litoral mitjançant diferents aspectes bàsics (Rodríguez-Perea et al., 2000). Les praderies de Posidònia proporcionen protecció natural a la zona costera amb l'esmoreïment de l'acció de l'onatge, ja que absorbeixen l'energia de les ones reduint la taxa d'erosió de sediments fins a 4-6 vegades més que a zones amb absència de praderies (Boudouresque & Meinesz, 1982; Fonseca & Fisher, 1986; Gacia & Duarte, 2001). A més a més, les praderies capten i retenen sediments minimitzant la seva pèrdua mar endins (Scoffin, 1970), i fins i tot, intervenen en la producció sedimentària, ja que els organismes calcaris que viuen sobre les fulles són arrossegats i depositats a les platges (Jaume & Fornós, 1992). La producció de sediments ha estat estimada en uns 65 g de carbonats per m² de praderia i per any (Canals & Ballesteros, 1997).

Per altra banda, les praderies, a través de l'activitat fotosintètica, contribueixen a la producció d'O₂ i a la captació de CO₂. Generen entre 4 i 20 litres diaris d'oxigen per cada m² constituint una de les fonts d'oxigenació més importants de la mar Mediterrània (WWF/Adena, 2000). A més, part d'aquest oxigen es difon a l'atmosfera terrestre durant els períodes de màxima productivitat. Mitjançant la producció primària, les praderies produeixen una mitjana de 38 tones de biomassa en pes sec per hectàrea (Boudouresque & Meinesz, 1982). D'aquesta manera, capten una gran quantitat de diòxid de carboni, per tant funcionen com a element mitigador del canvi climàtic, contribuint alhora al compliment de l'Acord de París adoptat el 12 de desembre de 2015 per la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, ratificat per l'Estat espanyol el 23 de desembre de 2016 (BOE de 2 de febrer de 2017).

Finalment, les praderies de Posidònia formen uns dels ecosistemes més rics i diversos de la mar Mediterrània. Es calcula que més de 400 espècies vegetals i 1.000 d'animals habiten a les praderies (WWF/Adena, 2000). Les praderies són importants zones de reproducció, posta i reclutament per moltes espècies; a més a més, proporcionen refugi i són un important recurs alimentari per diferents animals (Montefalcone et al., 2006).

Degut a la seva gran rellevància, les praderies estan identificades como a hàbitat prioritari a conservar dins del territori de la Unió Europea, segons la Directiva d'Hàbitats (92/43/CEE). A més a més, el Reglament de Pesca de la Unió Europea per la Mediterrània (Reglament CE núm. 1626/94), prohibeix expressament la pesca d'arrossegament damunt de les praderies de fanerògames marines. A Espanya, la Directiva d'Hàbitats va ser adaptada al Reial Decret 1997/1995 (7 de desembre de 1995) on es consideren a les praderies como a sistemes a conservar, establint mesures per garantir la biodiversitat. No obstant això, a les Illes Balears, la Comunitat Autònoma té competència exclusiva en matèria de protecció del medi ambient, ecologia i espais naturals protegits, sense perjudici de la legislació bàsica de l'Estat, com també en normes addicionals de protecció del medi ambient (Article 30.46 de l'Estatut d'Autonomia de les Illes Balears). Per aquest motiu, la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca activarà pròximament un decret destinat a garantir la conservació de la *Posidonia oceanica* i les comunitats biològiques de que forma part, a l'àmbit de les Illes Balears.

Com a ecosistema dominant a les Illes Balears i degut al seu rellevant paper a nivell biològic i ecològic, existeixen un elevat nombre d'estudis sobre les praderies de Posidònia (Marbà et al., 1996; Gacia & Duarte, 2001; Díaz-Almela et al., 2006). Malgrat això, el coneixement de l'estat de les praderies a les illes és insuficient. Per tant, sorgeix la necessitat de monitoritzar les praderies de Posidònia per així conèixer el seu estat i els canvis que es produeixen, a més de poder utilitzar el seu estat de conservació com a indicador de l'estat de tot l'ecosistema litoral en general. Per aquest motiu, l'any 2002, el Govern Balear mitjançant la Direcció General de Pesca i Medi Marí va posar en marxa la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia a les Illes Balears. Aquesta Xarxa va estar funcionant durant deu anys i va permetre conèixer l'estat de salut de les praderies i la seva evolució durant aquest període. Malauradament, els treballs duts a terme dins la Xarxa de Monitoratge es varen interrompre a l'any 2012 per diversos motius relacionats amb la crisi econòmica que afectava a tot l'estat espanyol en aquell moment. No obstant, a l'any 2017, gràcies al finançament provinent de l'Impost de Turisme Sostenible, ha estat possible iniciar la recuperació de la Xarxa.

Tant la instal·lació de la Xarxa de Monitoratge com la metodologia empleada per dur a terme el seu seguiment, es basa en diferents estudis desenvolupats a Espanya i a altres països (Muñoz-Ramos et al., 1999; Díaz-Almela & Marbà, 2009). La Xarxa està formada per diverses estacions de mostreig fixes on es controlen periòdicament una sèrie de paràmetres propis de les praderies. Les estacions són unitats de referència en les quals es pot repetir la presa de mesures en el mateix lloc i en les mateixes condicions per tal de mostrar una evolució temporal de l'estat de les praderies. D'aquesta manera, la Xarxa es converteix en una eina molt útil que permet saber com canvien al llarg del temps. Malgrat això, el bon funcionament de la Xarxa de Monitoratge depèn

íntegrament de la participació ciutadana. La societat balear té una elevada sensibilitat pel medi ambient i en particular està molt conscienciada sobre la importància de preservar les praderies de Posidònia. Aquesta preocupació social permet la participació de diverses institucions, clubs de busseig i grups de bussejadors voluntaris. La implicació i els treballs de recollida de dades d'aquests voluntaris és bàsica pel funcionament de la Xarxa de Monitoratge.

Per tant, l'objectiu del nou projecte de Monitoratge de la Posidònia consisteix en reprendre les relacions amb els grups de voluntaris que varen participar a la Xarxa anteriorment, o fins i tot establir noves relacions amb altres grups, per tal de recuperar les estacions de mostreig estudiades en el passat. D'aquesta manera, es podran recopilar noves dades als mateixos punts que podran ser comparades amb la sèrie temporal existent per tal de conèixer si l'estat de les praderies en aquells punts ha millorat o empitjorat. Finalment es podrà establir l'estat de salut de les praderies de les Balears i determinar quines zones necessiten intensificar les mesures de gestió, per tal d'assolir l'estat òptim de conservació.



2. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS REALITZATS

2. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS REALITZATS

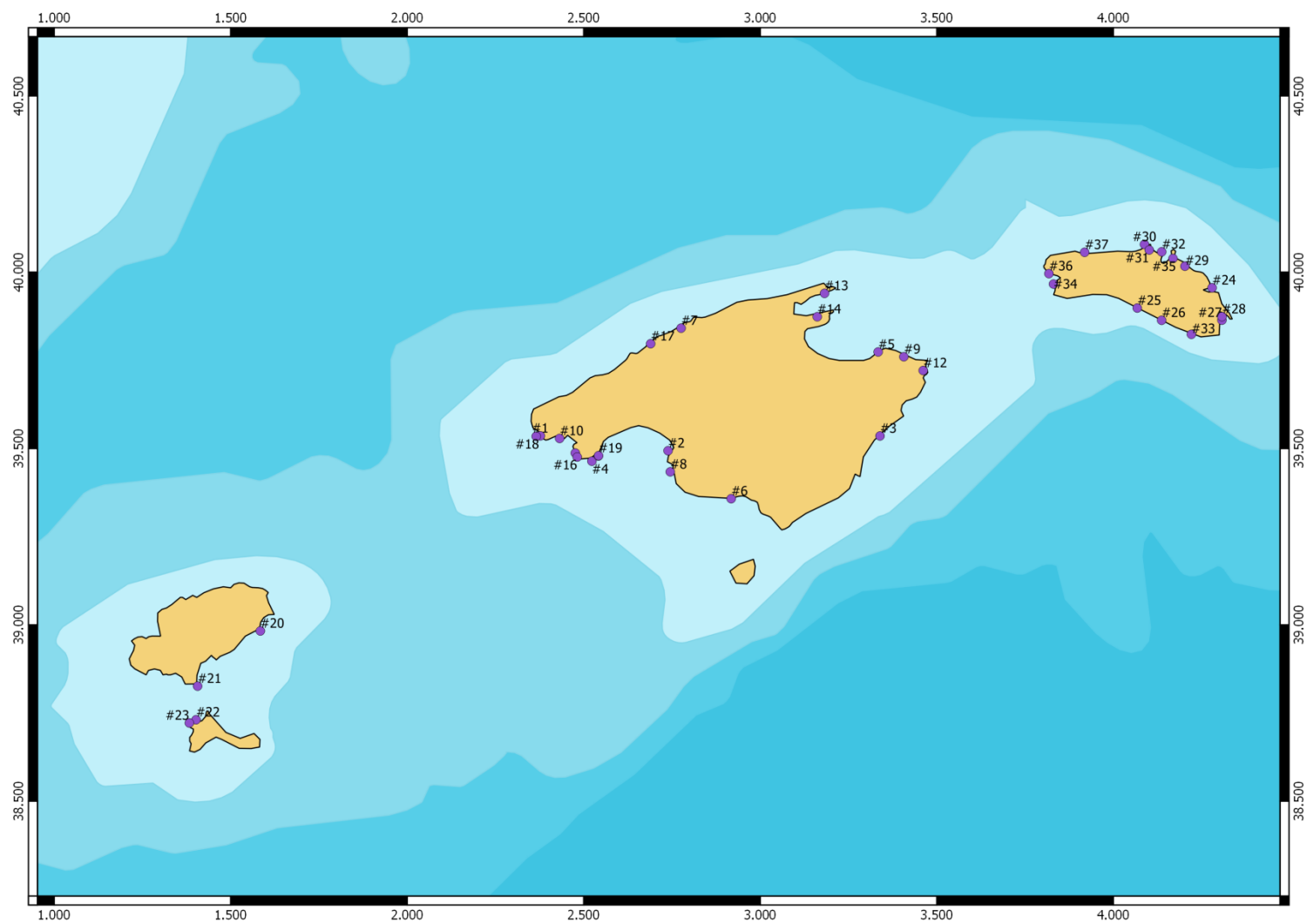
2.1. RECOPIACIÓ DE LA INFORMACIÓ EXISTENT

La recopilació de la informació existent sobre la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, des de l'any 2002 fins l'any 2012, és fonamental per tornar-la a posar en funcionament. Per això, va ser necessari recuperar tant la localització de les estacions de mostreig com els contactes del grups participats. Per aconseguir aquesta informació es varen realitzar diverses reunions amb el Cap de Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí i amb la tècnica encarregada de la Xarxa en el passat. A més a més, es varen recopilar i analitzar una gran quantitat de documents informàtics (Word, Excel, Power Point, ...) per tal d'extreure la informació requerida.

A l'any 2012 hi havia un total de 36 estacions en funcionament distribuïdes a les costes de les Illes Balears (Fig. 1). A l'illa de Mallorca hi havia localitzades 18 estacions, i a Menorca 14 estacions dividides en 35 subestacions, ja que la disponibilitat de recursos va permetre que a Menorca cada estació es mostregés a diferents profunditats. A l'illa d'Eivissa es localitzaven 2 estacions i a l'illa de Formentera 2 estacions més.

La localització (coordenades GPS), la profunditat i els centres voluntaris que varen participar estan recollits a la Taula 1. La estació #11 Port Adriano va desaparèixer amb les obres d'ampliació del port, per això es va instal·lar la estació #16 al Caló des Moro que és una zona pròxima a la estació inicial.

Figura 1.- Mapa amb la localització de les 36 estacions instal·lades a la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia a les Illes Balears durant els anys 2002-2012.



Taula 1.- Localització de les estacions de mostreig que formaven part de la primera Xarxa de Monitoratge de la Posidònia a les Balears (2002-2012), i centres voluntaris que participaven en el seu seguiment.

ID	ESTACIÓ	ILLA	LOCALITAT	PROF.	COORDENADES		CENTRES VOLUNTARIS
#1	Cala Marmacen	Mallorca	Andratx	15 m	39° 32,143'	2° 22,607'	Centre Busseig 7 Mares
#2	Es Caló de la Reina	Mallorca	Llucmajor	5 m	39° 29,617 '	2° 44,316'	Voluntaris de la RM de la Badia de Palma
#3	Portocristo	Mallorca	Manacor	5 m	39° 32,123'	3° 20,381'	Centre Busseig Gimnàs Manacor
#4	Cala Figuera	Mallorca	Calvià	17 m	39° 27,830'	2° 31,369'	Centre Busseig Isurus
#5	Es Caló	Mallorca	Artà	4 m	39° 46,423'	3° 20,022'	Voluntaris del PN de Llevant
#6	S'Estanyol	Mallorca	Llucmajor	5 m	39° 21,453'	2° 55,045'	Centre Busseig Bombersub Palma
#7	Cala Tuent	Mallorca	Escorca	10 m	39° 50,476'	2° 46,533'	Sense voluntaris
#8	Puig de Ros	Mallorca	Llucmajor	9 m	39° 26,021'	2° 44,692'	Centre Busseig Top Dive
#9	Cala Matzoc	Mallorca	Artà	10 m	39° 45,605'	3° 24,392'	Voluntaris del PN de Llevant
#10	Caló des Monjo	Mallorca	Calvià	10 m	39° 31,706'	2° 25,882'	Voluntaris de Protecció Civil de Calvià/Centre Busseig Triton/Centre Busseig Zoea
#11	Port Adriano	Mallorca	Calvià	17 m	39° 29,220'	2° 28,550'	Centre Busseig Squalo/Centre Busseig del Mar/Centre Busseig Triton
#12	Cala Lliteras	Mallorca	Capdepera	10 m	39° 43,263'	3° 27,685'	Centre Busseig Mero
#13	Cala Murta	Mallorca	Pollença	7 m	39° 56,395'	3° 10,914'	Sense voluntaris
#14	La Victoria	Mallorca	Alcudia	6 m	39° 52,412'	3° 09,676'	Voluntaris de la UIB
#15	Illa del Sec profunda	Mallorca	Calvià	19 m	39° 28,721'	2° 32,480'	Voluntaris de Protecció Civil de Calvià
#16	Caló des Moro	Mallorca	Calvià	15 m	39° 28,541'	2° 28,875'	Centre Busseig Triton
#17	Port de Sóller	Mallorca	Sóller	17 m	39° 47,827'	2° 41,356'	Centre Busseig Octopus
#18	S'Aguiot	Mallorca	Andratx	11-13 m	39° 32,069'	2° 21,901'	Centre Busseig Isurus
#19	Illa del Sec somera	Mallorca	Calvià	8 m	39° 28,766'	2° 32,497'	Sense voluntaris
#20	Illa de Santa Eulària	Eivissa	Santa Eulària	15 m	38° 58,943'	1° 35,014'	Centre Busseig Punta Dive
#21	Illot des Cargolet	Eivissa	Eivissa	10 m	38° 49,554'	1° 24,346'	Centre Busseig H2O/Voluntaris del PN de Ses Salines/Ses Salines Diving Center
#22	Es Caló de s'Oli	Formentera	Formentera	6 m	38° 43,832'	1° 24,079'	Centre Busseig Vellmarí/Voluntaris de la RM dels

Freus/Voluntaris del PN de ses Salines						
#23	Punta Gavina	Formentera	Formentera	14 m	38° 43,283'	1° 22,942'
#24a	Es Grau I	Menorca	Maó	4 m	39° 57,483'	4° 16,469'
#24b	Es Grau II	Menorca	Maó	11-12 m	39° 57,343'	4° 16,786'
#25a	Son Bou I	Menorca	Es Migjorn Gran	5 m	39° 53,946'	4° 04,245'
#25b	Son Bou II	Menorca	Es Migjorn Gran	15 m	39° 53,894'	4° 04,071'
#25c	Son Bou III	Menorca	Es Migjorn Gran	30 m	39° 53,596'	4° 03,888'
#26a	Cala en Porter I	Menorca	Alaior	7 m	39° 52,220'	4° 07,952'
#26b	Cala en Porter II	Menorca	Alaior	15 m	39° 51,814'	4° 08,212'
#26c	Cala en Porter III	Menorca	Alaior	32 m	39° 51,590'	4° 08,050'
#27a	Cala S. Esteve I	Menorca	Maó	10 m	39° 51,785'	4° 18,416'
#27b	Cala S. Esteve II	Menorca	Maó	15 m	39° 51,833'	4° 18,463'
#27c	Cala S. Esteve III	Menorca	Maó	27 m	39° 51,800'	4° 18,581'
#28	Port de Maó	Menorca	Maó	9,5 m	39° 52,432'	4° 18,465'
#29a	Addaia I	Menorca	Maó	7 m	40° 00,894'	4° 12,165'
#29b	Addaia II	Menorca	Maó	12,5 m	40° 01,019'	4° 12,173'
#29c	Addaia III	Menorca	Maó	27,5 m	40° 01,204'	4° 12,304'
#30a	Sa Nitja I	Menorca	Mercadal	6 m	40° 04,672'	4° 05,305'
#30b	Sa Nitja II	Menorca	Mercadal	16 m	40° 04,730'	4° 05,289'
#30c	Sa Nitja III	Menorca	Mercadal	29,5 m	40° 04,832'	4° 05,013'
#31a	Tirant I	Menorca	Mercadal	8 m	40° 03,264'	4° 06,168'
#31b	Tirant II	Menorca	Mercadal	16 m	40° 03,772'	4° 06,103'
#31c	Tirant III	Menorca	Mercadal	33 m	40° 04,121'	4° 06,128'
#32a	Fornells I	Menorca	Mercadal	7 m	40° 03,507'	4° 08,269'
#32b	Fornells II	Menorca	Mercadal	15 m	40° 03,462'	4° 08,223'
#32c	Fornells III	Menorca	Mercadal	30 m	40° 03,712'	4° 08,174'
#33	Binidali	Menorca	Sant Lluís	11-12 m	39° 49,424'	4° 13,268'
#34a	Cala Blanca I	Menorca	Ciudadela	8 m	39° 57,989'	3° 49,967'

#34b	Cala Blanca II	Menorca	Ciudadela	16 m	39° 57,979'	3° 49,830'	OBSAM-IME
#34c	Cala Blanca III	Menorca	Ciudadela	35 m	39° 57,965'	3° 49,421'	OBSAM-IME
#35a	Son Saura II	Menorca	Mercadal	15 m	40° 02,332'	4° 10,141'	OBSAM-IME
#35b	Son Saura III	Menorca	Mercadal	27 m	40° 02,857'	4° 10,769'	OBSAM-IME
#36a	Sa Farola II	Menorca	Ciudadela	15 m	39° 59,753'	3° 49,051'	OBSAM-IME
#36b	Sa Farola III	Menorca	Ciudadela	29,2 m	39° 59,492'	3° 49,164'	OBSAM-IME
#37a	Algairaus I	Menorca	Ciudadela	7-9 m	40° 03,096'	3° 55,210'	OBSAM-IME
#37b	Algairaus II	Menorca	Ciudadela	16 m	40° 03,383'	3° 55,122'	OBSAM-IME
#37c	Algairaus III	Menorca	Ciudadela	34,8 m	40° 03,659'	3° 54,796'	OBSAM-IME

2.2. RECUPERACIÓ DE LES ESTACIONS DE MONITORATGE

2.2.1. Preparació del material de mostreig

Abans d'iniciar les tasques de mostreig va ser necessari preparar el material utilitzat pels voluntaris durant el mostreig de les estacions. Gràcies a les entrevistes realitzades amb la tècnica encarregada de la Xarxa en el passat es va poder conèixer amb detall tot el material de mostreig necessari. La preparació del material es va dur a terme al taller del Laboratori d'Investigacions Marines i Aquicultura (LIMIA) del Govern Balear.

Per cada estació a mostrejar es varen preparar 3 barres fixes de senyalització (Fig. 2A). Aquestes es varen realitzar amb barres perforades d'estanteria d'acer galvanitzat de 2 metres que es varen tallar manualment amb una mida de 0,5 metres. A un dels extrems de cada barra es va lligar una petita boia de color blanc amb un cap. A més a més, les tres barres es varen identificar amb brides de diferents colors.

Durant el mostreig, a cada barra fixa es realitza un transecte de 30 metres, per tant va ser necessari adquirir 3 cintes mètriques de 50 metres a les quals se'ls va lligar un plom d'1 kg perquè la cinta quedi fixada al fons (Fig. 2A). A més a més, es va adquirir una maça de 1,4 kg per clavar les barres al fons marí.

Per la recollida de dades de cobertura de la *Posidonia oceanica* a les praderies es varen construir 3 quadres de mostreig de 50 x 50 cm subdividit en 4 seccions. Els quadres es varen realitzar amb tubs i colzes de PVC de 20 mm i les subdivisions es varen realitzar amb corda de 3 mm (Fig. 2B).

Per la recollida de dades de densitat de feixos de *Posidonia oceanica* es varen construir 6 quadres de mostreig de 20 x 20 cm. Els quadres es varen realitzar amb tubs i colzes de PVC de 20 mm (Fig. 2C). A més a més es varen realitzar uns marques amb cinta aïllant per millorar la seva visibilitat a les praderies i així evitar pèrdues del material.

A més es varen preparar 12 tauletes perquè els voluntaris que participen als mostreigs puguin anotar les dades recollides (Fig. 2D). Les tauletes adquirides són de PVC espumat de color blanc amb una mida de foli (210 x 297 mm) i dos forats a la part inferior. A un dels forats es va lligar un llapis amb una corda i a l'altra forat es va lligar un mosquetó per fixar la tauleta al bussejador ja que la tauleta flota i es podria perdre. A més a més es va adquirir paper de polièster (Canson A4 75µ) per imprimir les quadricules on s'anoten les dades. Aquestes fulles es fixen a les tauletes amb cinta aïllant.

Finalment, es varen adquirir unes bosses de xarxa perquè els voluntaris portin el material i es va posar a punt un GPS on es varen emmagatzemar les coordenades de les estacions.

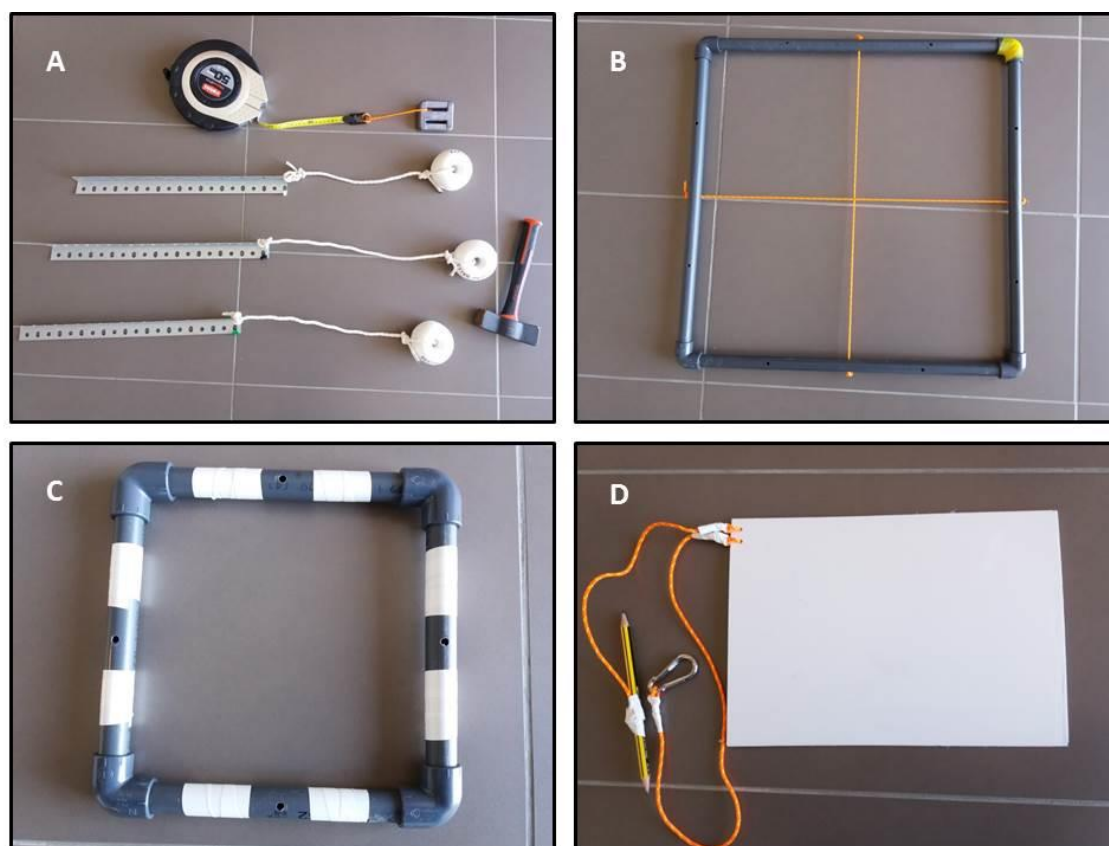


Figura 2.- Fotografies del material de mostreig preparat. A) Barres fixes, cinta mètrica i maça. B) Quadre per mesurar cobertura de 50 x 50 cm. C) Quadre per mesurar densitat de 20 x 20 cm. D) Tauleta per anotar les dades.

2.2.2. Contacte amb els centres voluntaris i planificació d'activitats de mostreig

Una de les tasques realitzades durant l'any 2017 va ser iniciar el contacte amb alguns dels centres que varen participar anteriorment a la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia. Els centres elegits varen ser aquells que hi havien participat més activament, es a dir, els centres de busseig Isurus, Mar Balear, 7 Mares i Vellmarí. A més a més, es va contactar amb el centre d'investigació LIMIA degut a la bona relació que existeix amb el seu personal. Les dades de contacte de cada centre i les activitats planificades venen recollides a la Taula 2.

Taula 2.- Centres voluntaris contactats durant l'any 2017 i les activitats planificades.

CENTRE VOLUNTARI	PERSONA CONTACTE	DATA ACTIVITAT	ESTACIÓ	ILLA
LIMIA	Elena Pastor	10/10/2017	#18 S'Aguiot	Mallorca
ISURUS	Cristina Risso	03/12/2017 (anul·lada)	#10 Caló des Monjo	Mallorca
7 MARES	Paco Valdés	Pendent de programar		

VELLMARÍ	Manu San Felix	24/10/2017	#20 Caló de s'Oli	Formentera
MAR BALEAR	Ayelen Ganser/ Oscar Espinasa	18/11/2017	#16 Caló des Moro	Mallorca

2.2.3. Formació dels bussejadors voluntaris

Prèviament a les activitats de mostreig, va ser necessari realitzar tasques de formació pels bussejadors voluntaris.

Les tasques de formació es varen realitzar el mateix dia de la immersió sempre que va ser possible, o pocs dies abans perquè els voluntaris no oblidessin la informació donada durant la formació. Aquesta formació es va impartir a les instal·lacions dels centres voluntaris, ja que tots disposaven de zones adequades per aquesta finalitat.

La formació va constar d'una presentació PowerPoint d'uns 20 minuts i una demostració d'uns 10 minuts de la metodologia empleada per recollir dades de cobertura i densitat emprant una maqueta de una praderia de Posidònia. No obstant això, la formació dels voluntaris va finalitzar "in situ" mitjançant demostracions de la recollida de dades.

La presentació PowerPoint constava d'una part introductòria on es presentava el projecte de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia i els seus objectius principals. Seguidament, hi havia una part on s'explicava detalladament la metodologia de feina durant la immersió, analitzant un per un els paràmetres a mesurar. Finalment, es varen repassar les mesures de seguretat a tenir en compte durant la immersió.

La demostració amb maqueta (Fig. 3) va servir per mostrar als voluntaris com col·locar els quadres de mostreig a la Posidònia i la metodologia a seguir per prendre les dades. La maqueta de la praderia de Posidònia consistia en una sèrie de feixos elaborats amb trossos de cinta d'embalatge units per un dels extrems amb cinta aïllant de color marró per simular els rizomes. Els trossos de cinta d'embalatge estaven pintats de color verd per simular les fulles de la Posidònia. Finalment, els feixos de Posidònia es fixaven amb un filferro a una planxa de poliestirè expandit per fer la demostració. La maqueta va ser cedida per la tècnica encarregada de la Xarxa en el passat. Aquest mètode va resultar ser molt útil ja que permetia explicar d'una manera molt visual el treball realitzat a la praderia.



Figura 3.- Fotografia de la maqueta de Posidònia utilitzada a les sessions de formació de voluntaris.

Finalment, durant els treballs de mostreig a les estacions es varen fer demostracions “in situ” a grups reduïts de voluntaris i es va comprovar individualment si la mesura de dades era correcta.

2.2.4. Metodologia del mostreig de les estacions

La metodologia empleada en el mostreig de les estacions va consistir, en primer lloc, en intentar localitzar les barres fixes de senyalització col·locades en el passat, per tal de trobar el punt exacte de mostreig. Únicament a l'estació del Caló de s'Oli es varen trobar les barres, però de totes maneres es varen instal·lar barres noves. Les 3 barres de senyalització es varen fixar al fons marí amb l'ajuda de la maça, amb una distància de separació d'uns 2-3 metres. Una vegada fixades les barres, es varen marcar els transectes a realitzar amb la cinta mètrica prenent com a punt inicial la barra. El nombre de transectes realitzats va dependre del nombre de bussejadors voluntaris disponibles per cada estació.

Cada transecte va tenir una llargària de 30 m i en ell es varen recollir dades de la cobertura de la praderia, de la densitat de feixos i de flors, i a més a més es va fer recompte de nacres vives o mortes i vigilància d'espècies invasores. Alguns d'aquests paràmetres presenten una gran variabilitat espacial, per tant es aconsellable que els transectes passin sempre pel mateix lloc. Per això vàrem iniciar sempre els transectes a la barra fixa i es va anotar l'orientació del transecte amb una brúixola

per poder repetir les mesures en el mateix lloc en els propers anys. A més a més es va anotar la profunditat inicial i final de cada transecte. La metodologia per la mesura dels paràmetres es detalla a continuació:

1.- Cobertura: Les praderies tenen tendència a ocupar l'espai de forma heterogènia. La distribució de feixos es realitza per contagi, per tant el terreny s'ocupa en forma de taques. La cobertura es defineix com el percentatge de superfície recobert per rizomes vius de *P. oceanica*, i va ser estudiada emprant el mètode de la quadrícula subdividida (Fig. 4). A cada transecte es varen mesurar uns 15 quadres cada dos metres al llarg de la cinta mètrica, utilitzant quadres de 50 x 50 cm subdividits en quatre parts iguals. Aquest mètode consisteix en mesurar el percentatge d'àrea ocupada a cada subdivisió. El percentatge de recobriment de la praderia s'estima visualment segons la projecció vertical dels rizomes, no de les fulles. Como es tracta d'una estima visual, poden existir importants diferències entre els mostrejadors, per tant dos bussejadors realitzen les mateixes mesures de manera que posteriorment es pugui calcular la mitjana i l'error del mostreig a cada quadre i a cada transecte.

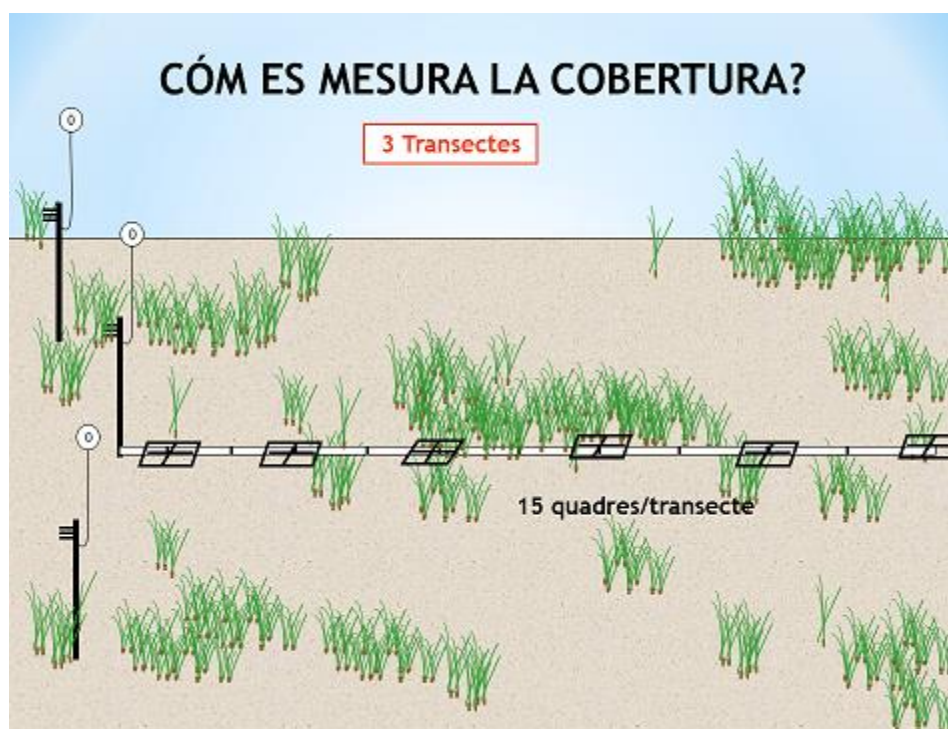


Figura 4.- Esquema de la metodologia empleada per mesurar la cobertura de la praderia.

2.- Densitat de feixos i de flors: Les fanerògames marines són plantes clonals, i les seves poblacions estan per tant compostes per una sèrie d'elements similars (feixos) produïts vegetativament. Els feixos són les unitats bàsiques de les praderies i, per tant la seva abundància numèrica és una eina bàsica per descriure l'abundància de la praderia. De fet la densitat de feixos és un paràmetre clau inclòs en qualsevol programa de monitorització o en una valoració de l'estat de la praderia. La densitat

aplicada a les praderies es defineix com el nombre de feixos de Posidònia per unitat de superfície quan la praderia té un 100% de cobertura. Aquest paràmetre (Fig. 5) es va mesurar unes 10 vegades al llarg del transecte amb quadres de 20 x 20 cm. Els bussejadors varen subjectar les fulles amb un braç i amb l'altra mà varen anar comptant els feixos. Al mateix temps que anaven comptant el nombre de feixos, els bussejadors varen contar el nombre de flors presents dins del quadre de mostreig de densitat.

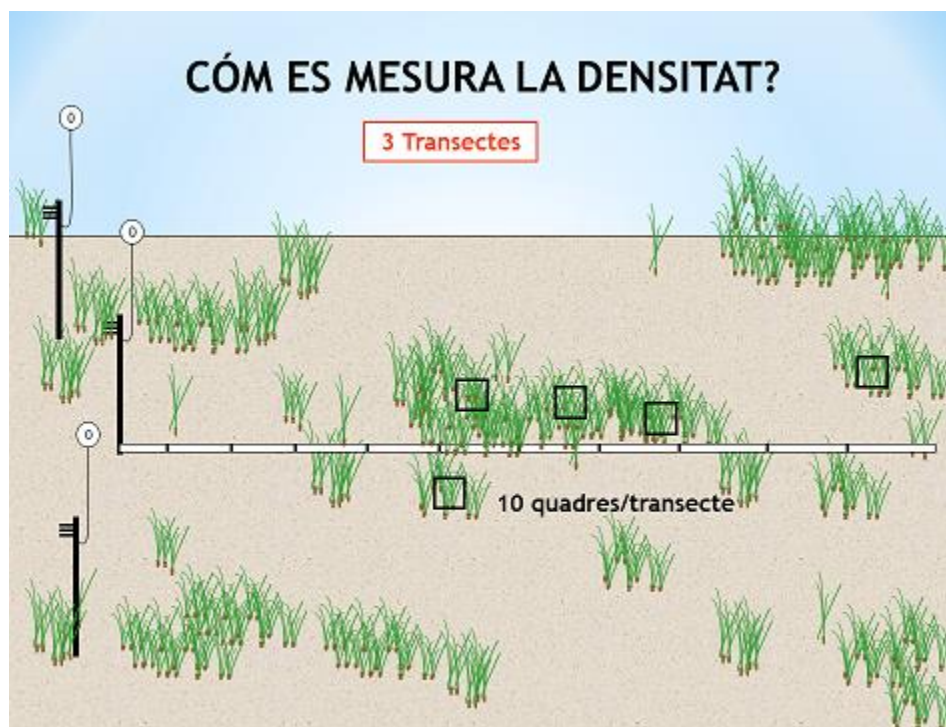


Figura 5.- Esquema de la metodologia empleada per mesurar la densitat de la praderia.

3.- Recompte de nacs vives o mortes i vigilància d'espècies invasores: La naca (*Pinna nobilis*) és una de les espècies bentòniques més indicadores de l'estat de salut de la praderia i del nivell d'impacte que pot haver patit una determinada zona. Però, recentment, les poblacions d'aquest mol·lusc estan sent afectades per la infecció d'un paràsit, un protozou del gènere *Haplosporidium*, que està produint pràcticament un 100% de mortalitat. Per aquest motiu, la localització i recompte d'individus vius es una feina de vital importància. A més a més, el recompte de individus morts servirà per donar una idea dels efectes de la infecció. Per altra banda, la Mediterrània ha rebut en els últims temps una onada de noves espècies que arriben d'altres llocs i colonitzen espais on abans no hi eren presents. L'arribada d'aquestes noves espècies es deu principalment a les activitats humanes. Algunes d'aquestes espècies tenen una capacitat invasora important desplaçant comunitats senceres de flora i/o fauna indígenes, i més concretament, ponen competir amb la *Posidonia oceanica* afectant seriosament a les praderies. Per tant, la vigilància d'aquestes espècies permet localitzar noves colònies i ajuda a frenar la seva expansió. Tant la presència de nacs com d'algues invasores (Fig. 6) es varen mesurar al llarg del transecte amb una

amplada d'un metre a cada costat de la cinta mètrica, per tant, es va estudiar un àrea de 2 x 30 m. Els bussejadors varen recórrer la cinta cercant entre las fulles de *P. oceanica* la presència d'alguna nacra viva o morta o d'alguna alga invasora. En el cas de trobar alguna nacra es va anotar l'espècie (*Pinna nobilis* o *Pinna rudis*), el seu estat (viva o morta) i la mesura de la seva amplada màxima. A més a més, en el cas de trobar alguna alga invasora es va anotar el seu nom. Les algues invasores que es varen considerar són: *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa cylindracea*, *Lophocladia lallemandii*, *Acrothamion preissii* i *Womersleyella setacea*.

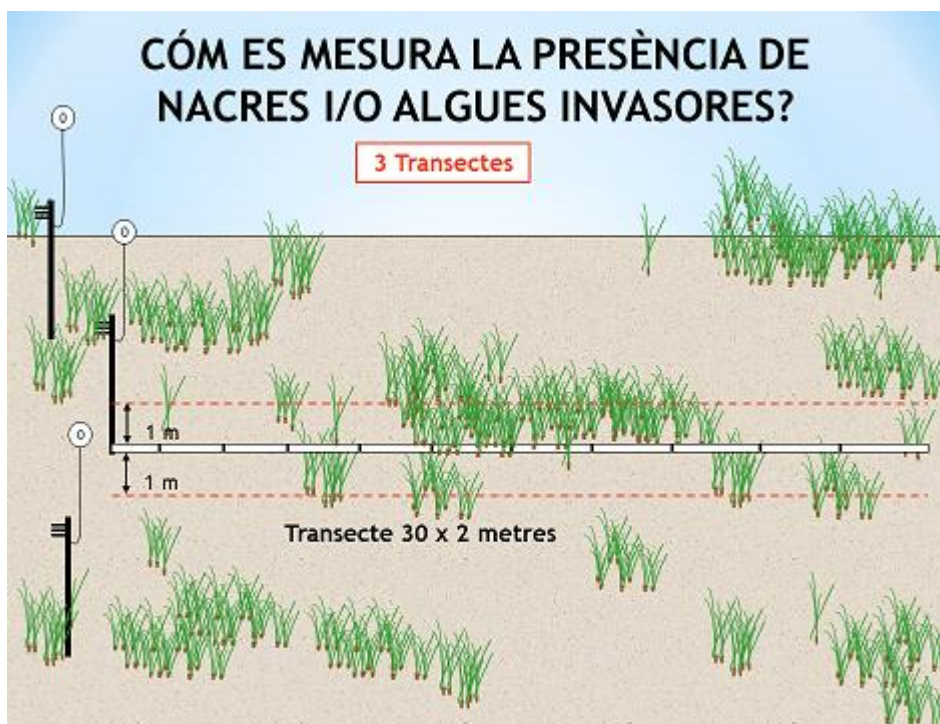


Figura 6.- Esquema de la metodologia empleada per mesurar la presència de nacs i algues invasores a la praderia.

2.2.5. Dades recollides a les estacions i anàlisis realitzats

La quantitat de dades que es varen recollir a cada estació i per a cada paràmetre venen recopilades a la Taula 3. En el cas de les dades de cobertura de la praderia, s'ha de tenir en compte que cada dada va ser mesurada dues vegades per dos bussejadors diferents, a més a més, cada dada està formada per 4 mesures (es a dir, una per a cada subdivisió del quadre de mostreig).

Taula 3.- Dades recollides a les estacions mostrejades durant l'any 2017.

ESTACIÓ	DATA MOSTREIG	POSICIÓ GPS	NOMBRE BUSSEJADORS	TRANSSECTE	DADES COBERTURA	DADES DENSITAT	PRESÈNCIA NACRES/ALGUES INVASORES
#18 S'Aguilot	10/10/2017	39º 32,059 / 2º 21,904	4	1	0	3	No valorat
				2	12	12	Valorat
#20 Caló de s'Oli	24/10/2017	38º 43,832 / 1º 24,079	6	1	15	15	Valorat
				2	3	23	Valorat
#16 Caló des Moro	18/11/2017	39º 28,478 / 2º 28,864	7	1	15	10	Valorat
				2	15	10	Valorat
				3	15	10	Valorat

L'estació #10 Caló del Monjo no es va poder mostrejar durant l'any 2017, ja que va ser aplaçada tres vegades per condicions meteorològiques adverses.

Les dades enregistrades varen ser analitzades per cada estació per separat però, a més a més, es va realitzar un anàlisi conjunt per totes les estacions analitzades durant l'any 2017. Totes les anàlisis es varen realitzar amb el programa estadístic R (<http://www.r-project.org/>).

Prèviament a la realització de les anàlisis es va realitzar una inspecció visual de les dades de densitat de feixos, mitjançant un gràfic de punts, per tal de detectar valors atípics. Al gràfic (Fig. 7) es varen detectar dos punts que es separaven considerablement de la resta de punts de la mateixa estació i, per tant, varen ser eliminats de totes les anàlisis.

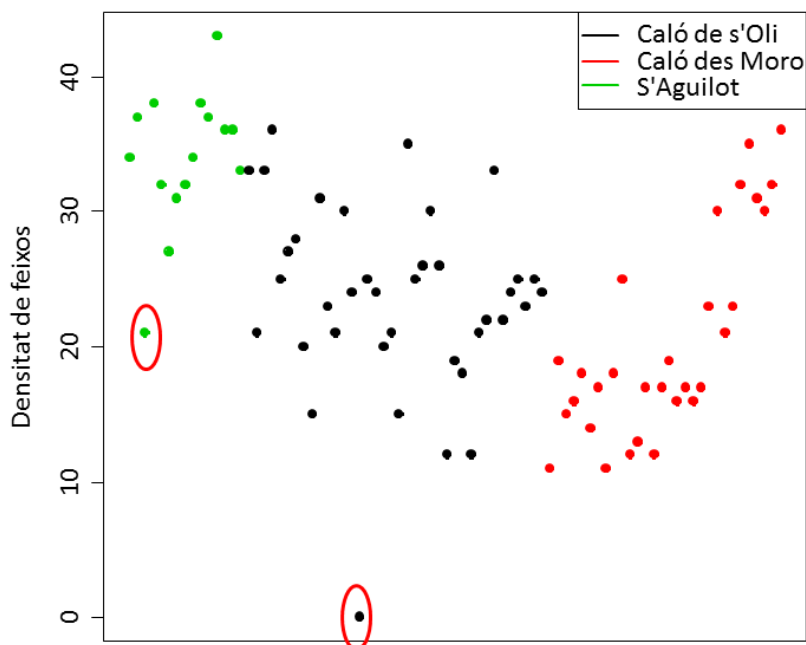


Figura 7.- Dades de densitat de feixos (nombre de feixos per quadre de mostreig) mesurades a les diferents estacions.

A més a més, a cada estació individualment, es va estimar l'existència de diferències significatives entre els bussejadors que varen mesurar un mateix paràmetre. Tant per les mesures de densitat de feixos com per les mesures de cobertura es va realitzar una anàlisi de la variància (ANOVA) considerant el mostrejador com a factor fix. Es va considerar l'existència de diferències significatives entre els bussejadors quan els valors de p varen ser menors de 0,05. D'aquesta manera es va poder conèixer la fiabilitat de les dades recollides a cada estació.

Finalment es varen analitzar el paràmetres mesurats, primer considerant cada transecte i estació per separat, i després considerant les dades de totes les estacions mostrejades durant l'any 2017.

La cobertura es va analitzar realitzant en primer lloc una mitjana de les dades recollides per cada bussejador per cada subquadrícula, i a continuació es va realitzar una mitjana de les dades de cada subquadrícula per tal d'obtenir un percentatge de cobertura de Posidònia.

La densitat de feixos es va analitzar calculant una mitjana i un error estàndard. Prèviament, la densitat de feixos mesurada en el quadre de mostreig (0,04 m²) es va transformar en la densitat de feixos per metre quadrat. El valor mitjà de la densitat de feixos a cada estació serveix per determinar l'estat de conservació de la praderia de Posidònia (Favorable–alt, Favorable–normal, Desfavorable–inadequat o Desfavorable–dolent) en funció de la classificació desenvolupada per (Pergent et al., 1995; Pergent-Martini & Pergent, 1996) (Taula 4).

Taula 4.- Classificació de l'estat de conservació de la Posidònia en funció dels valors de densitat (feixos per m²) desenvolupada per Pergent-Martini & Pergent (1996) i Pergent et al. (1995).

PROFUNDITAT	DESFAVORABLE– DOLENT	DESFAVORABLE– INADEQUAT	FAVORABLE –NORMAL	FAVORABLE –ALT
1	< 822	822 - 934	934 - 1158	> 1158
5	< 413	413 - 525	525 - 749	> 749
10	< 237	237 - 349	349 - 573	> 573
15	< 134	134 - 246	246 - 470	> 470
20	< 61	61 - 173	173 - 397	> 397
21	< 48	48 - 160	160 - 384	> 384
22	< 37	37 - 149	149 - 373	> 373
23	< 25	25 - 137	137 - 361	> 361
24	< 14	14 - 126	126 - 350	> 350
25	< 4	4 - 116	116 - 340	> 340
26		< 106	106 - 330	> 330
27		< 96	96 - 320	> 320
28		< 87	87 - 311	> 311
29		< 78	78 - 302	> 302
30		< 70	70 - 294	> 294
35		< 31	31 - 255	> 255

A més a més, combinant els dos paràmetres anteriors es va estimar la densitat global que és un paràmetre que reflecteix de manera més general l'estat de la praderia. Per obtenir aquest paràmetre es va multiplicar la densitat mitjana de feixos pel percentatge mitjà de cobertura.

2.2.6. Resultats de les estacions mostrejades

2.2.6.1. Estació de S'Aguilot (#18)

A l'estació de S'Aguilot es varen realitzar dos transsectes, encara que, degut al baix nombre de mostrejadors, les dades recollides varen ser limitades i alguns dels paràmetres varen ser mesurats únicament a un dels transsectes. Les profunditats inicials i finals i l'orientació d'aquests transsectes venen recollides a la Taula 5. A més a més, un dels transsectes (Transsecte 2) va ser inspeccionat a la recerca de nacs i algues invasores, encara que no es va trobar cap (Taula 5).

Taula 5.- Dades recollides de profunditat, orientació i recompte de nacs i algues invasores a cada transsecte de l'estació de S'Aguilot.

	PROFUNDITAT INICIAL (M)	PROFUNDITAT FINAL (M)	ORIENTACIÓ	RECOMPTE NACRES	RECOMPTE INVASORES
TRANSSECTE 1	12,7	19,0	240° SW	-	-
TRANSSECTE 2	12,8	19,0	240° SW	0	0

Els resultats de les ANOVAs realitzades per estimar l'existència de diferències entre mostrejadors varen constatar l'existència de diferències significatives entre els mostrejadors que mesuraven la densitat de feixos ($F_{1,12}=4,8$; $p=0,048$). Pel contrari, els mostrejadors que varen mesurar la cobertura no varen presentar diferències significatives ($F_{1,94}=0,35$; $p>0,05$).

Les mitjanes i errors estàndards calculades a partir de les dades de cobertura i densitat mesurades per a cada transsecte i en total, a l'estació de S'Aguilot, venen recollides a la Taula 6.

Taula 6.- Valors mitjans i errors estàndards de les dades de densitat de feixos per m², densitat de flors per m² i percentatge de cobertura recollides a cada transsecte de l'estació de S'Aguilot.

	DENSITAT DE FEIXOS/M ²	MESURES DENSITAT FEIXOS	DENSITAT DE FLORS/M ²	MESURES DENSITAT FLORS	% COBERTURA	MESURES COBERTURA
TRANSSECTE 1	908,3 ± 30,0	3	50,0 ± 38,2	3	-	-
TRANSSECTE 2	861,4 ± 31,9	11	15,9 ± 7,0	11	19,8 ± 2,0	96
TOTAL	871,4 ± 25,9	14	23,2 ± 9,6	14	19,8 ± 2,0	96

Si considerem que la praderia es troba a una profunditat mitjana d'uns 15 metres, la densitat mitjana es correspon amb un estat de conservació "Favorable-alt" segons la Taula 4. A més a més, la densitat global, estimada com el producte de la densitat de feixos mitjana pel percentatge mitjà de cobertura, va ser de 172,6 feixos per m².

2.2.6.2. Estació del Caló de s'Oli (#20)

A l'estació del Caló de s'Oli es varen realitzar dos transsectes, les profunditats i orientacions dels quals venen recollides a la Taula 7. A més a més, els transsectes varen ser inspeccionats a la recerca de nacres i algues invasores, on es va detectar la presència de l'alga invasora *Caulerpa cylindracea* (Taula 7).

Taula 7.- Dades recollides de profunditat, orientació i recompte de nacres i algues invasores a cada transsecte de l'estació del Caló de s'Oli.

	PROFUNDITAT INICIAL (M)	PROFUNDITAT FINAL (M)	ORIENTACIÓ	RECOMPTE NACRES	RECOMPTE INVASORES
TRANSSECTE 1	5,7	6,0	90° E	0	<i>Caulerpa cylindracea</i>
TRANSSECTE 2	5,7	6,0	90° E	0	<i>Caulerpa cylindracea</i>

Els resultats de les ANOVAs realitzades per estimar l'existència de diferències entre mostrejadors varen mostrar que els quatre bussejadors que mesuraven la densitat de feixos no varen presentar diferències significatives ($F_{3,33}=1,3$; $p>0,05$). A més a més, no hi va haver diferències significatives entre els tres bussejadors que varen mesurar la cobertura ($F_{2,137}=2,1$; $p>0,05$).

Les mitjanes i errors estàndards calculades a partir de les dades de cobertura i densitat mesurades per a cada transsecte i en total, a l'estació del Caló de s'Oli, venen recollides a la Taula 8.

Taula 8.- Valors mitjans i errors estàndards de les dades de densitat de feixos per m², densitat de flors per m² i percentatge de cobertura recollides a cada transsecte de l'estació del Caló de s'Oli.

	DENSITAT DE FEIXOS/M ²	MESURES DENSITAT FEIXOS	DENSITAT DE FLORS/M ²	MESURES DENSITAT FLORS	% COBERTURA	MESURES COBERTURA
TRANSSECTE 1	626,8 ± 39,4	14	0	14	62,5 ± 2,4	120
TRANSSECTE 2	590,2 ± 31,1	23	15,2 ± 8,4	23	79,0 ± 2,4	20
TOTAL	604,0 ± 24,3	37	9,4 ± 5,3	37	64,9 ± 2,1	140

Si considerem que la praderia es troba a una profunditat d'uns 5 metres, la densitat mitjana es correspon amb un estat de conservació "Favorable-normal" segons la Taula 4. A més a més, la densitat global estimada va ser de 392,1 feixos per m².

2.2.6.3. Estació del Caló del Moro (#16)

A l'estació del Caló del Moro es varen realitzar tres transsectes complets. Les profunditats i orientacions d'aquests transsectes venen recollides a la Taula 9, encara que les profunditats finals dels transsectes 2 i 3 no es varen mesurar per falta de temps. A més a més, els transsectes varen ser inspeccionat a la recerca de nacs i algues invasores, on es varen trobar 3 nacs mortes que varen ser comptabilitzades i mesurades (Taula 9).

Taula 9.- Dades recollides de profunditat, orientació i recompte de nacs i algues invasores a cada transsecte de l'estació del Caló del Moro.

	PROFUNDITAT INICIAL (M)	PROFUNDITAT FINAL (M)	ORIENTACIÓ	RECOMPTE NACRES	RECOMPTE INVASORES
TRANSSECTE 1	14,3	13,7	160° SE	0	0
TRANSSECTE 2	15,1	-	160° SE	0	0
TRANSSECTE 3	15,6	-	160° SE	3 <i>P. nobilis</i> mortes	0

En aquest cas, no es va estimar l'existència de diferències significatives entre els mostrejadors que mesuraven la densitat de feixos perquè varen mesurar diferents transsectes, per tant, les diferències observades podrien ser degudes a diferències entre els bussejadors o diferències entre els propis transsectes. En canvi, els resultats de les ANOVAs realitzades amb les dades de cobertura varen indicar que els dos mostrejadors que varen prendre dades als transsectes 1 i 3 varen ser estadísticament diferents ($F_{1, 238}=10,9$; $p=0,001$). Pel contrari, els dos mostrejadors dels transsecte 2 no varen presentar diferències significatives ($F_{1, 118}=0,1$; $p>0,05$).

Les mitjanes i errors estàndards calculades a partir de les dades de cobertura i densitat mesurades per a cada transsecte i en total, a l'estació del Caló del Moro, venen recollides a la Taula 10.

Taula 10.- Valors mitjans i errors estàndards de les dades de densitat de feixos per m², densitat de flors per m² i percentatge de cobertura recollides a cada transsecte de l'estació del Caló del Moro.

	DENSITAT DE FEIXOS/M ²	MESURES DENSITAT FEIXOS	DENSITAT DE FLORS/M ²	MESURES DENSITAT FLORS	% COBERTURA	MESURES COBERTURA
TRANSSECTE 1	410,0 ± 32,5	10	55,0 ± 16,1	10	40,5 ± 2,4	120
TRANSSECTE 2	732,5 ± 41,2	10	0	10	36,3 ± 2,4	120
TRANSSECTE 3	390,0 ± 19,1	10	22,5 ± 8,7	10	33,3 ± 2,0	120
TOTAL	510,8 ± 34,2	30	25,8 ± 7,2	30	36,7 ± 1,3	360

Si considerem que la praderia es troba a una profunditat d'uns 15 metres, la densitat mitjana es correspon amb un estat de conservació "Favorable-alt" segons la Taula 4. A més a més, la densitat global estimada va ser de 187,5 feixos per m².

2.2.6.4. Estimes totals

Analitzant conjuntament les dades de les tres estacions mostrejades durant l'any 2017 es va obtenir una idea global de la situació actual de les praderies de Posidònia a les Illes Balears, encara que el nombre de estacions estudiades en aquest primer any va ser baix.

La cobertura mitjana va ser de $40,6 \pm 1,2\%$, mentre que la densitat de feixos va ser $607,2 \pm 22,9$ feixos per m² i la densitat de flors va ser de $18,1 \pm 3,9$ flors per m². A més a més, el 33,3% de les estacions varen presentar algues invasores (*Caulerpa cylindracea*) i nacres mortes amb una densitat de 0,016 nacres per m².

2.3. ANÀLISIS TEMPORALS DE LES ESTACIONS

2.3.1. Anàlisis temporals realitzats

Les dades de percentatge de cobertura, densitat de feixos i densitat global recollides durant l'any 2017 varen ser comparades amb les dades recopilades durant l'anterior Xarxa a les mateixes estacions, mitjançant el càlcul dels valors mitjans anuals i les seves desviacions estàndards. Les anàlisis de densitat de feixos es varen realitzar directament amb els valors (nombre de feixos per quadre de mostreig) recollits a les estacions, no obstant les anàlisis de cobertura es varen realitzar amb els valors mitjans per transecte i mostrejador. En aquest cas no va ser possible treballar amb les dades brutes perquè els mostrejos duts a terme abans de l'any 2009 es varen realitzar amb un mètode diferent a l'actual per tant les dades recollides no varen ser comparables. En el cas de la densitat global es va estimar un únic valor anual a partir de la mitjana anual de la densitat de feixos i la mitjana anual de la cobertura, això va fer que en alguns casos el nombre de dades fos molt limitat per realitzar anàlisis estadístiques.

A més a més, sempre que el nombre d'anys mostrejats va ser suficient, es va realitzar un anàlisi de regressió lineal per tal de detectar tendències temporals positives o negatives. Les tendències varen ser considerades significatives quan varen presentar valor de p menors de 0,05. A l'estació de S'Aguilot no es va realitzar la regressió lineal de la densitat global ja que només es disposava de dos punts.

Finalment, per tal de detectar increments o disminucions significatives en el darrer any, es varen realitzar anàlisis de la variància, ANOVA d'un factor, als paràmetres de densitat de feixos i cobertura enregistrats els dos darrers anys mostrejats. A l'estació

de S'Aguilot no es varen realitzar aquestes anàlisis ja que, com només es disposava de dos anys de mostreig, els resultats varen coincidir amb els resultats de la regressió lineal. Els resultats obtinguts per la densitat de feixos va permetre estimar la taxa de canvi de densitat (Marbà et al., 2015), aquesta va ser considerada “Regressiva” quan la taxa de canvi va ser significativament negativa, “Estable” quan la taxa de canvi no va ser significativa i “Expansiva” quan la taxa de canvi va ser significativament positiva. A més a més, els resultats de la comparació de la cobertura el dos darrers anys, va permetre considerar un estat de conservació “Favorable” quan la cobertura va augmentar o no va variar significativament, “Desfavorable–inadequat” quan la cobertura va disminuir significativament menys d'un 30%, i “Desfavorable–dolent” quan la cobertura va disminuir significativament més d'un 30% (Díaz-Almela & Marbà, 2009).

2.3.2. Estació de S'Aguilot (#18)

Les dades recollides a S'Aguilot durant l'any 2017 varen ser analitzades conjuntament amb les dades recollides a l'any 2010 en el mateix punt.

La densitat de feixos mitjana del 2017 (871,4 feixos per m²) va ser major que la densitat mitjana enregistrada l'any 2010 que va ser de 716.1 feixos per m² (Fig. 8A). A més a més, la regressió lineal de les dades va corroborar un increment significativament positiu (Pendent=155,3; $p=0,022$) al llarg del temps (Fig. 8B).

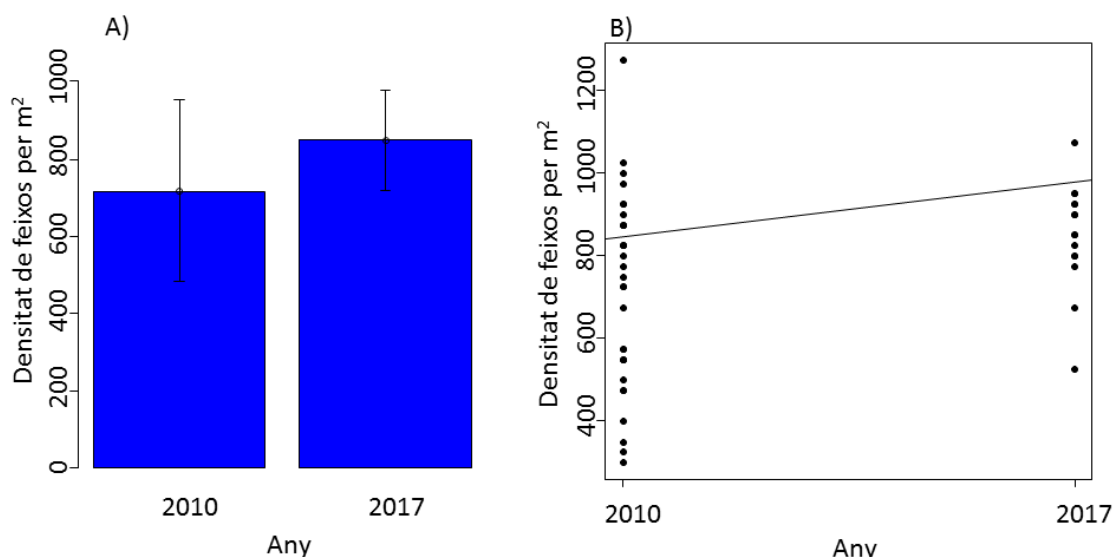


Figura 8.- Dades de densitat de feixos per m² mesurades al llarg del temps a l'estació de S'Aguilot. A) Valors mitjans (representats per les barres blaves) i desviacions estàndards (representades per les línies de error) de la densitat de feixos per cada any estudiat. B) Regressió lineal de les dades de densitat de feixos mesurades en funció del temps.

El percentatge de cobertura mitjana de l'any 2017 (19,8%) va ser superior al valor mitjà enregistrat l'any 2010 que va ser de 12,7% (Fig. 9A). A més a més, l'anàlisi de regressió lineal realitzat va demostrar un increment significativament positiu ($Pendent=0,99$; $p=0,001$) de la cobertura de la Posidònia en aquesta estació en funció del temps (Fig. 9B).

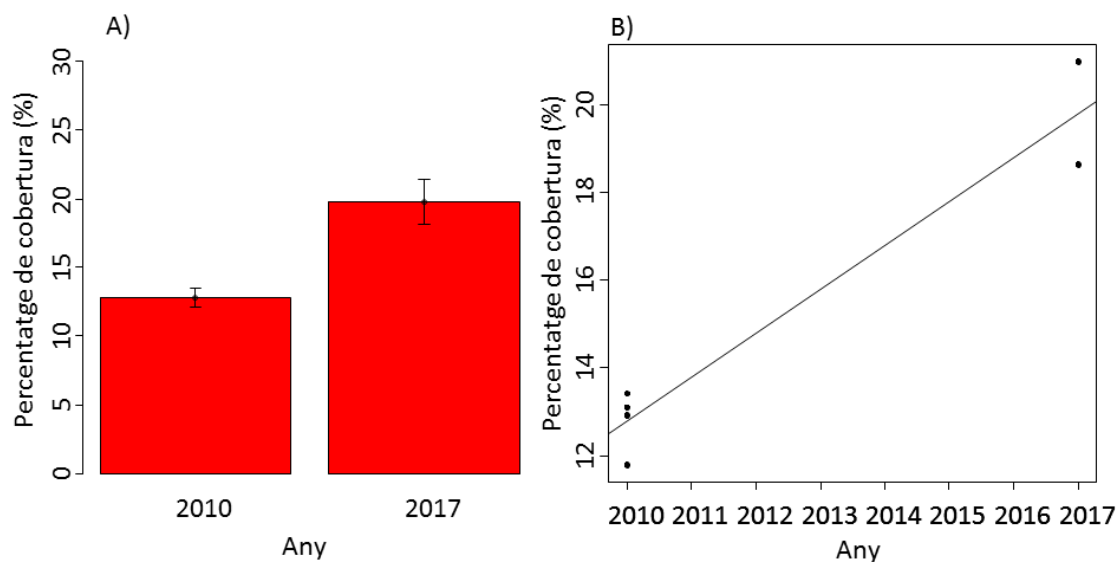


Figura 9.- Dades de percentatge de cobertura al llarg del temps a l'estació de S'Aguilot. A) Valors mitjans (representats per les barres vermelles) i desviacions estàndards (representades per les línies de error) del percentatge de cobertura per cada any estudiat. B) Regressió lineal de les dades de percentatge de cobertura mesurades en funció del temps.

La densitat global de feixos a l'any 2010 va ser de 90,7 feixos per m^2 , per tant va ser inferior que la densitat mesurada l'any 2017, indicant una millora de la praderia en aquesta estació (Fig. 10).

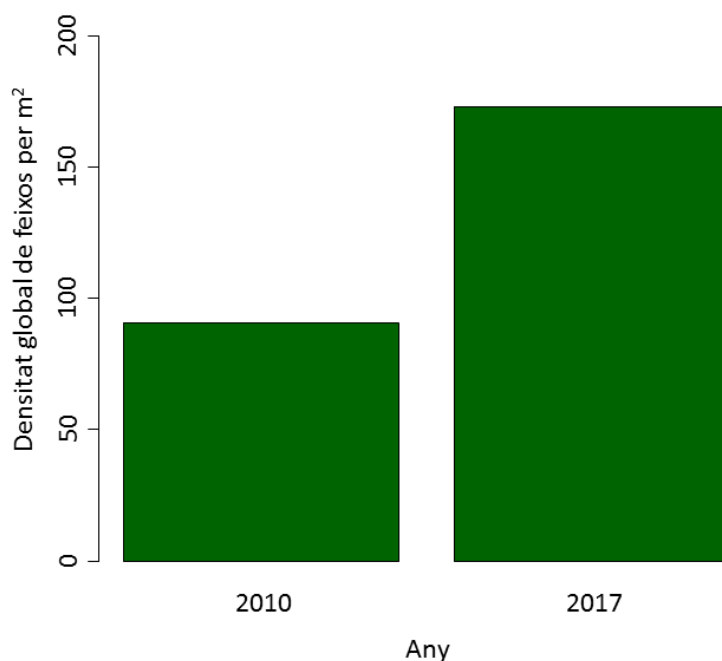


Figura 10.- Densitats globals de feixos per m² estimades al llarg del temps en l'estació de S'Aguilot.

2.3.3. Estació del Caló de s'Oli (#20)

Les dades recollides al Caló de s'Oli durant l'any 2017 varen ser analitzades conjuntament amb les dades recollides als anys 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 i 2012 en el mateix punt.

La densitat mitjana de feixos per m² des de l'any 2003 va experimentar notables variacions al llarg del temps (Fig. 11A). Malgrat això, la tendència general va ser significativament positiva (Pendent=11,5; $p=0,002$), tal i com es pot observar a la Figura 11B, mitjançant l'anàlisi de regressió lineal. De totes maneres, l'estima mitjana de densitat de feixos de l'any 2017 (604,0 feixos per m²) va ser considerablement inferior a la mesurada el darrer any de la antiga Xarxa, és a dir, al 2012 la densitat va ser de 1000 feixos per m². Això suposa una disminució del 39.6%. Els resultats de la ANOVA entre els dos darrers anys mostrejats (2012 i 2017) va confirmar una disminució significativa en el darrer any ($p<0,001$).

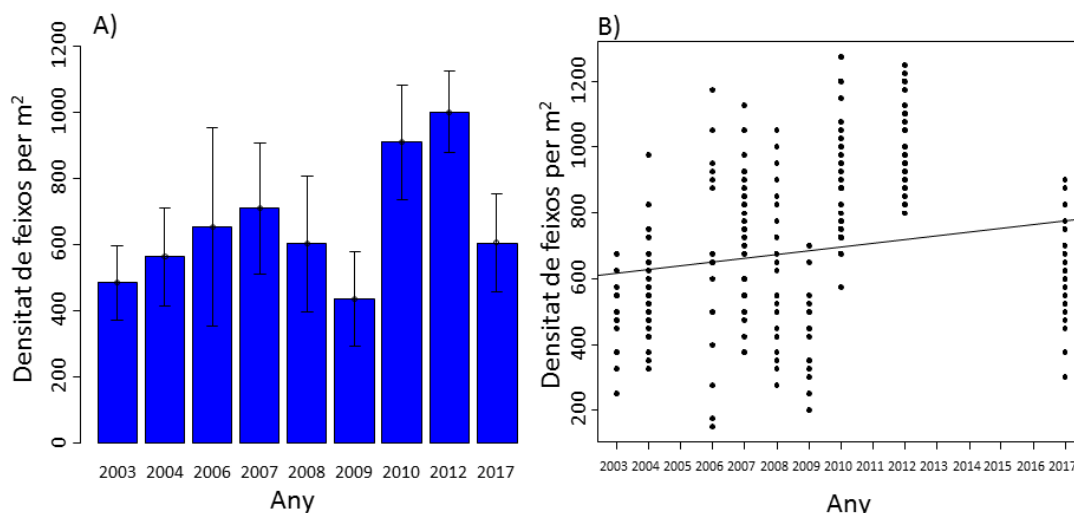


Figura 11.- Dades de densitat de feixos per m² mesurades al llarg del temps a l'estació del Caló de s'Oli. A) Valors mitjans (representats per les barres blaves) i desviacions estàndards (representades per les línies de error) de la densitat de feixos per cada any estudiat. B) Regressió lineal de les dades de densitat de feixos mesurades en funció del temps.

El percentatge de cobertura es va anar incrementant lleugerament des de l'any 2003 (48,37%) fins l'any 2017 (70,96%), encara que el major valor es va enregistrar l'any 2009 amb un percentatge mitjà del 77,22% (Fig. 12A). La regressió lineal del percentatges mitjans de cobertura de Posidònia va confirmar aquest increment al llarg del temps (Pendent=1,67; $p=0,001$; Fig. 12B). Malgrat això, la ANOVA realitzada amb les dades dels dos darrers anys (2012 i 2017) no va mostrar diferències significatives ($p=0,088$), per tant la cobertura enregistrada l'any 2017 no va ser significativament superior a l'enregistrada l'any 2012.

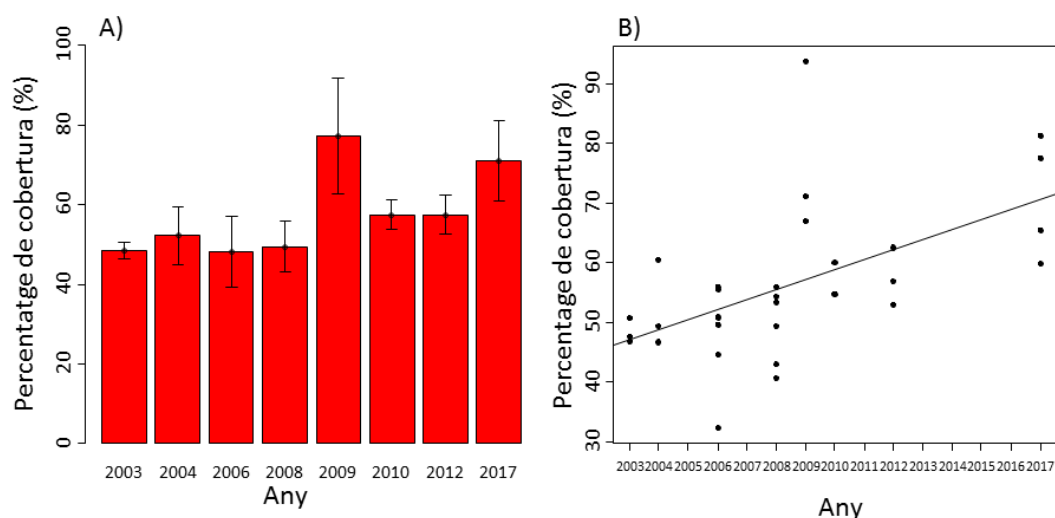


Figura 12.- Dades de percentatge de cobertura al llarg del temps a l'estació del Caló de s'Oli. A) Valors mitjans (representats per les barres vermelles) i desviacions estàndards (representades per les línies de error) del percentatge de cobertura per cada any estudiat. B) Regressió lineal de les dades de percentatge de cobertura mesurades en funció del temps.

La densitat global es va anar incrementant des de l'any 2003 amb un valor de 233,79 feixos/m² fins l'any 2012 amb un valor de 574,2 feixos/m² (Fig. 13A). No obstant, l'any 2017 va presentar un valor de 392,1 feixos/m², lo que suposa un disminució del 31,7%. La regressió lineal, encara que aparentment va presentar una tendència positiva, no va mostrar resultats significatius ($p>0.05$) debut principalment a la disminució del darrer any (Fig. 13B).

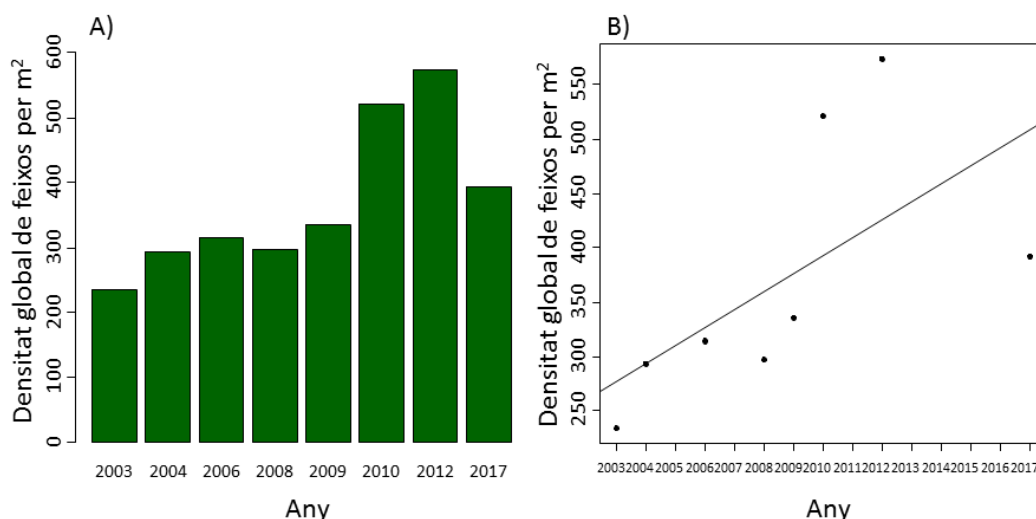


Figura 13.- A) Densitats globals de feixos per m² estimades al llarg del temps en l'estació del Caló de s'Oli. B) Regressió lineal de les dades de densitat global de feixos per m² estimades en funció del temps.

2.3.4. Estació del Caló del Moro (#16)

L'estació del Caló del Moro estava situada anteriorment a Port Adriano però amb les obres d'ampliació del port va desaparèixer l'estació i va ser reubicada a una zona propera. Les anàlisis temporals de l'estació del Caló del Moro es varen realitzar ajuntant les dades recollides a les dues estacions per tal de tenir una idea de l'evolució de les praderies de Posidònia en aquella zona però s'ha de tenir en compte que les dades no provenen del mateix punt a l'hora de interpretar els resultats.

La densitat de feixos mitjana per m² no va presentar importants variacions al llarg del temps, únicament l'any 2007 la densitat es va incrementar considerablement arribant a un valor mitjà de 744,44 feixos per m² (Fig. 14A). A partir de l'any 2008 la densitat de feixos s'ha mantingut en valors molt similars, entre 400 i 500 feixos per m². La regressió lineal no va mostrar resultats significatius ($p>0.05$) amb una recta d'ajust practicament horitzontal (Fig. 14B), fet que confirma les petites variacions temporals observades en els valors mitjans. Finalment, els resultats de la ANOVA entre els dos darrers anys mostrejats (2009 i 2017) no va mostrar diferències significatives ($p=0,899$).

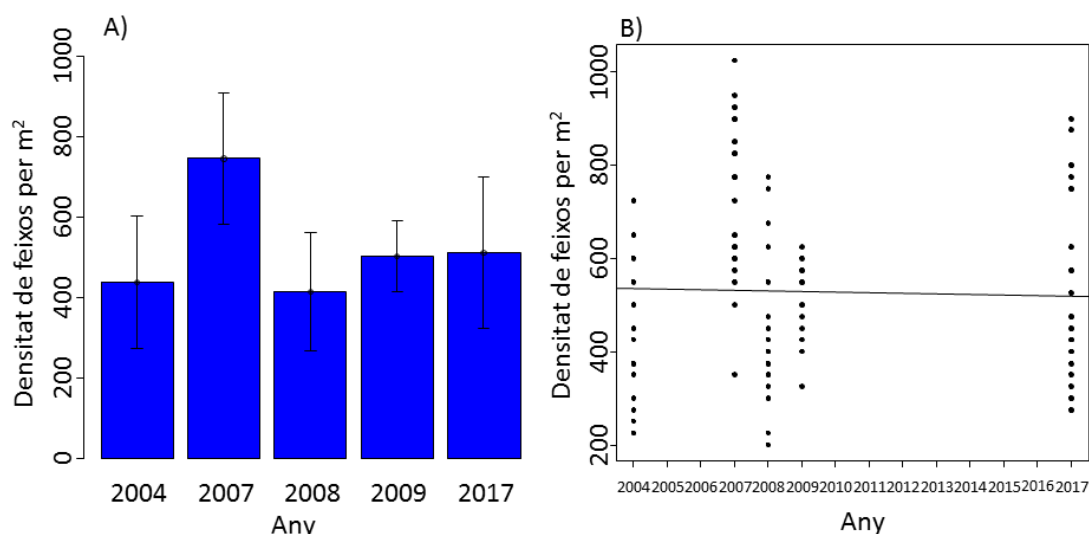


Figura 14.- Dades de densitat de feixos per m² mesurades al llarg del temps a l'estació del Caló del Moro. A) Valors mitjans (representats per les barres blaves) i desviacions estàndards (representades per les línies de error) de la densitat de feixos per cada any estudiat. B) Regressió lineal de les dades de densitat de feixos mesurades en funció del temps.

El percentatge de cobertura va experimentar un disminució important l'any 2007 (21,4%) però va anar augmentant progressivament els anys següents (Fig. 15A). L'any 2017, la cobertura de Posidònia va presentar el major valor enregistrat amb un percentatge de cobertura del 36,7%. La regressió lineal no va presentar un increment significatiu ($p > 0.05$) de la cobertura encara que la recta d'ajust va reflectir l'augment dels darrers anys (Fig. 15B). A més a més, encara que els percentatge de cobertura de l'any 2017 va ser superior al enregistrat l'any anterior (2009), aquestes diferències no varen ser significatives ($p = 0,129$) segons els resultats de la ANOVA realitzada.

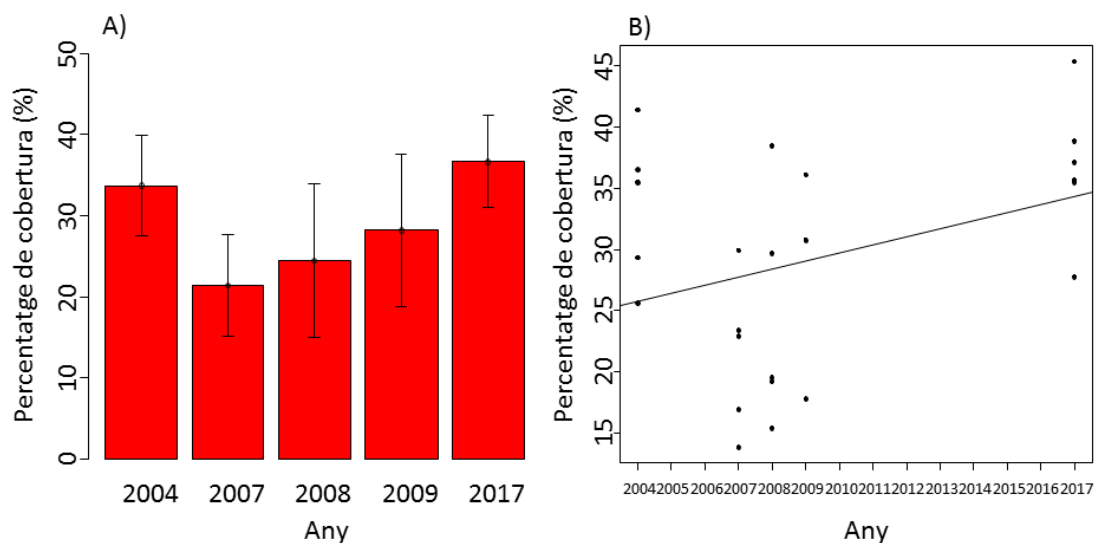


Figura 15.- Dades de percentatge de cobertura al llarg del temps a l'estació del Caló del Moro. A) Valors mitjans (representats per les barres vermelles) i desviacions estàndards (representades per les línies de error) del percentatge de cobertura per cada any estudiat. B) Regressió lineal de les dades de percentatge de cobertura mesurades en funció del temps.

La densitat global de feixos per m^2 va presentar una marcada disminució l'any 2008 amb un valor de 101,1 feixos per m^2 , encara que a l'any següent es va recuperar sensiblement amb un valor de 142,2 feixos per m^2 (Fig. 16A). No obstant, el major valor de densitat global (187,5 feixos/ m^2) es va enregistrar l'any 2017 indicant una millora a l'estat general de la praderia. La regressió lineal de les estimes de densitat global no va presentar resultats significatius ($p>0.05$) encara que la línia d'ajust va indicar una tendència positiva (Fig. 16B).

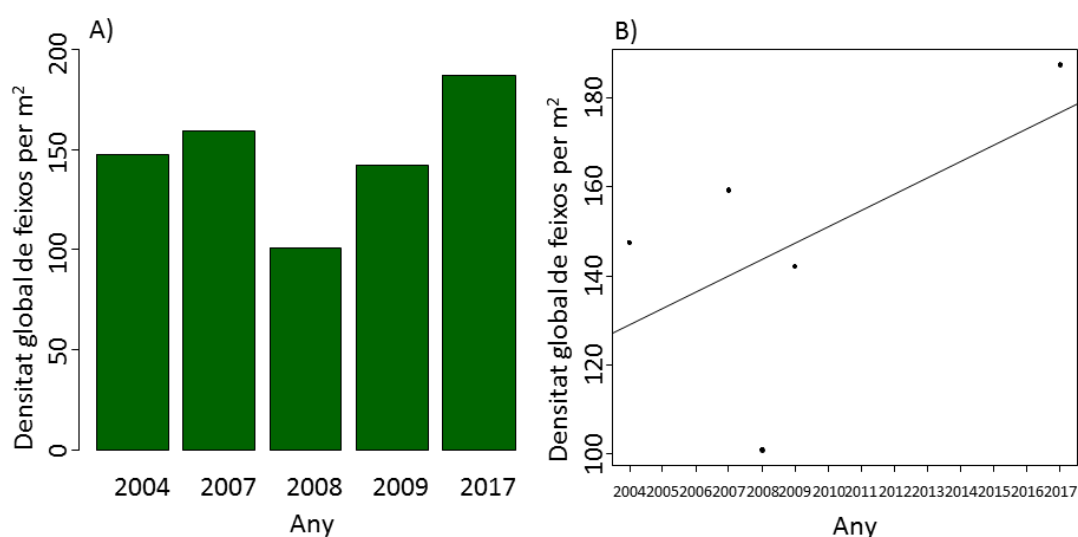


Figura 16.- A) Densitats globals de feixos per m^2 estimades al llarg del temps en l'estació del Caló del Moro. B) Regressió lineal de les dades de densitat global de feixos per m^2 estimades en funció del temps.

2.4. REGISTRE DE LA TEMPERATURA

La temperatura de l'aigua condiciona l'estabilitat de la praderia, ja que afecta a processos com el creixement, mortalitat i floració. Per tant, es convenient mantenir un registre de temperatura a les praderies. L'estudi de la temperatura es va realitzar amb sensors del tipus data logger de la marca Star Oddi (<https://www.star-oddi.com/>) i model DST milli-T (Fig. 17). Aquests sensors són ceràmics i tenen unes petites dimensions (3,94 cm i 9,5 g). La freqüència de mesura es pot programar amb intervals simples o múltiples i es poden emmagatzemar fins a 87.000 mesures de temperatura. La bateria pot durar fins a 5 anys, encara que les dades poden quedar emmagatzemades fins a 25 anys. El rang de temperatura que pot enregistrar va de 5 a 45 °C. Tots els sensors tenen una òptima resolució (0,032 °C) i precisió ($\pm 0,1$ °C).

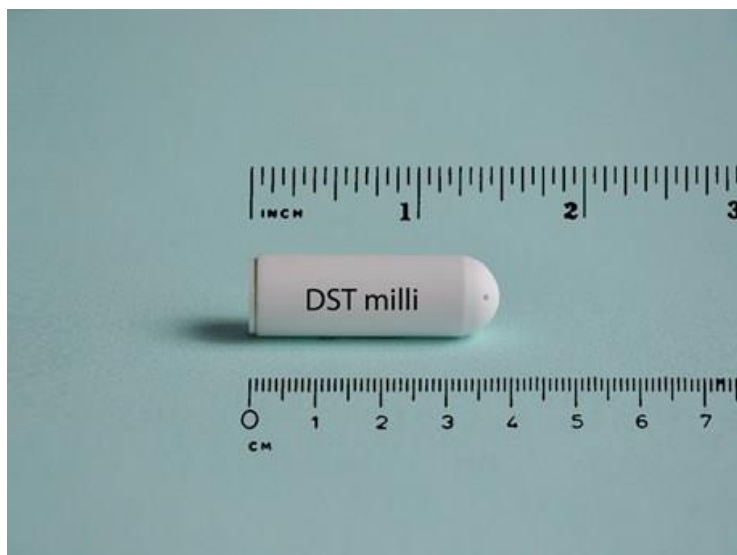


Figura 17.- Fotografia del sensor de temperatura model DST milli-T de la marca Star Oddi. Recurs: pàgina web Star Oddi (<https://www.star-oddi.com/>).

Es varen comprar un total de 6 sensors a través de la empresa Aquitec (<http://www.acuitec.es/>) i la persona de contacte va ser Mikel Arostegi (mikel@acuitec.es, telèfon 943 693327).

Una vegada adquirits els sensors, es varen programar perquè iniciessin l'enregistrament de dades al dia següent de la seva instal·lació i perquè mesuressis la temperatura cada hora.

Les zones seleccionades per la instal·lació dels sensors varen ser perfils rocosos de més de 20 metres de profunditat per tal de col·locar-los a diferents fondàries en un mateix punt. Una vegada elegida la zona, mitjançant una immersió de busseig per parelles, es va cercar a la profunditat desitjada un forat amb la mida suficient per introduït un pern d'acer de 8 cm de llargària (Fig. 18A). El forat es va omplir amb massilla Nural 36 (marca Pattex) que s'endureix davall l'aigua (Fig. 18B). Finalment, el sensor es va introduir a una funda protectora (Fig. 18A), adquirida també a la empresa Star Oddi, per protegir-lo dels possibles impactes i la funda protectora es va unir a l'ull del pern d'acer amb brides.

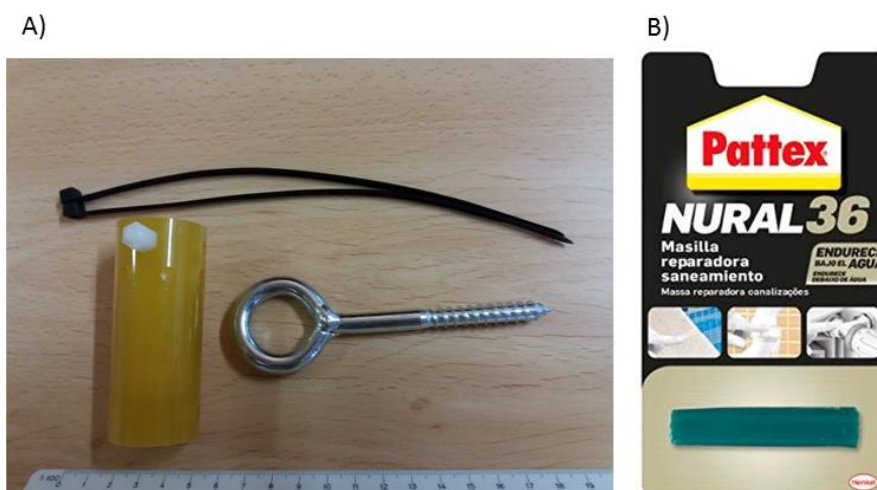


Figura 18.- A) Fotografia de la funda protectora del sensor, del pern d'acer amb ull i de les brides emprades per fixar els sensors a les roques. B) Fotografia de la massilla emprada per fixar el pern a la roca. Recurs: pàgina web Pattex (<http://www.pattex.es/pagina-de-inicio/productos/bicomponentes/para-el-profesional/construccion/nural-36.html>).

Els sensors es varen instal·lar a la Reserva Marina de la Illa del Toro (Fig. 19A; Coordenades: N 39° 27,955' / E 2° 28,522') el dia 05/12/2017 i a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Ratjada (Fig. 19B; Coordenades: N 39° 44,825' / E 03° 27,645') el dia 13/12/2017.

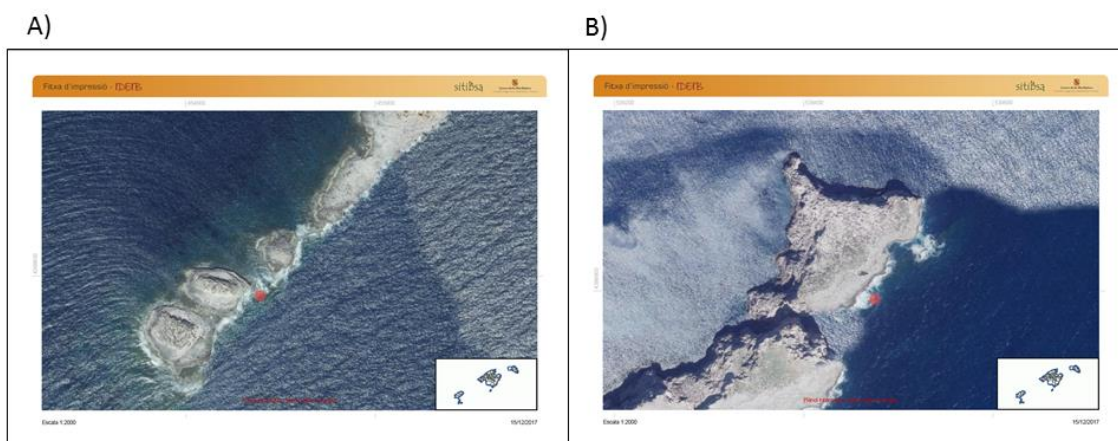


Figura 19.- Localització dels punts on es varen instal·lar els sensors de temperatura. A) Mapa de la Reserva Marina del Toro (el punt vermell indica la localització dels sensors). B) Mapa de la Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Ratjada (el punt vermell indica la localització del sensor).

A la Reserva Marina del Toro es varen col·locar dos sensors, un a 15 metres de fondària i l'altre a 20 metres (Fig. 20A). Estava previst instal·lar un tercer sensor a 5 metres però no va ser possible perquè part de la massilla es va endurir massa ràpid perquè es va mesclar a la superfície i no es va disposar de massilla suficient. A la immersió de la Reserva Marina del Llevant de Mallorca, la massilla es va mesclar davall l'aigua i va

donar millors resultats. En aquest punt, els sensors es varen col·locar a 20, 15 i 5 metres de profunditat (Fig. 20B).

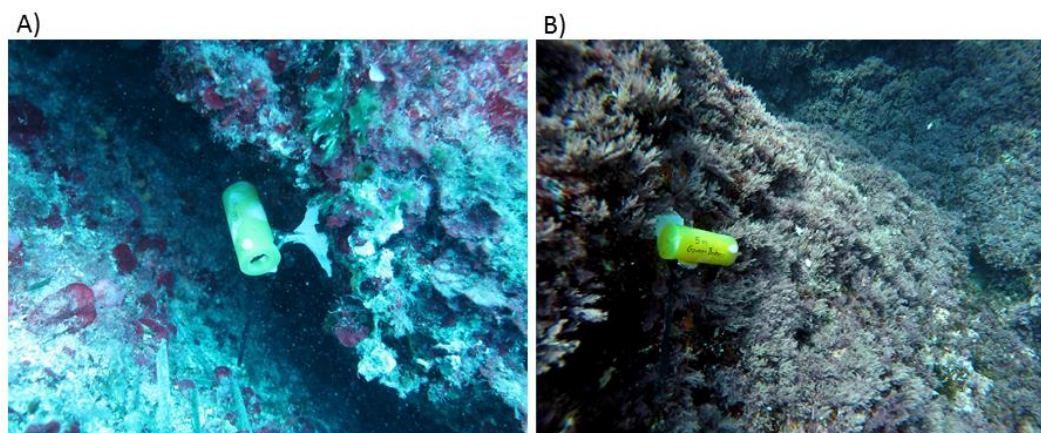


Figura 20.- Fotografies dels sensors instal·lats. A) Sensor fixat a la Reserva Marina del Toro a 15 metres de fondària. B) Sensor fixat a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca a 5 metres de fondària.

Està previst deixar els sensors fondejats durant un any aproximadament. Passat aquest temps es treuran els sensors, es descarregaran les dades emmagatzemades i es tornaran a fondejar al mateix lloc.

2.5. DIFUSIÓ DEL PROJECTE

La difusió de tot projecte finançat amb fons públics és una necessitat, ja que tot allò que la societat ha invertit s'ha de veure retornat. A més d'això, en el cas dels projectes dependents de la participació ciutadana pel seu funcionament, com es el cas de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, la divulgació adquireix un paper fonamental.

La divulgació realitzada durant l'any 2017 es va centrar en la pàgina web, les xarxes socials (Facebook) i la premsa.

La pàgina web de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia (<http://www.caib.es/sacmicrofront/home.do?idsite=82&lang=CA>) es va posar en funcionament amb la antiga Xarxa. Es tracta de un *microsite* que penja de la pàgina web de la Direcció General de Pesca i Medi Marí (Fig. 21). Aquesta pàgina va ser revisada i actualitzada per tal de reflectir el finançament, metodologia i dades de contacte actuals. La pàgina consta d'una primera part introductòria on s'indiquen els objectius del projecte, una part on s'explica com es dur a terme el projecte mitjançant el mostreig de estacions fixes amb voluntaris, una altra part on s'indiquen els paràmetres mesurats a les estacions, una part on es detalla com es pot contactar amb

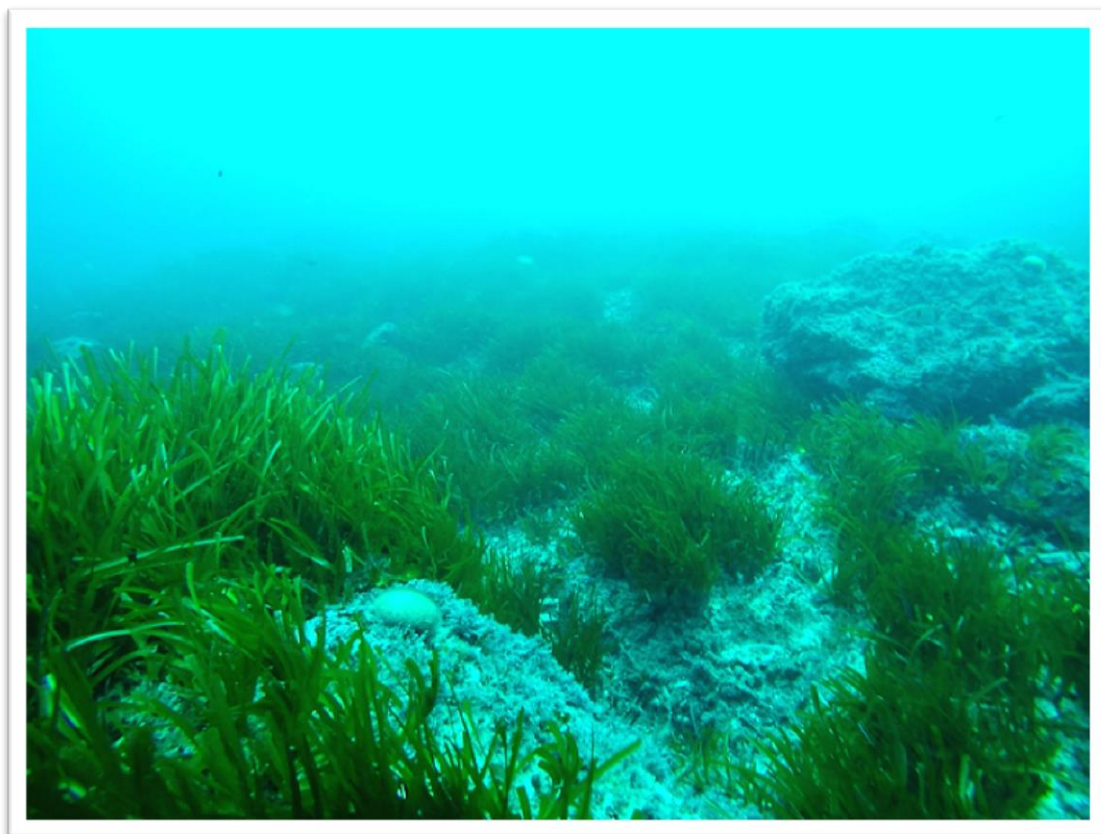
la persona encarregada del projecte i finalment un part amb les fons de finançament passades (Programes europeus) i actuals (Impost de Turisme Sostenible).



Figura 21.- Captura de la pàgina web de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia.

Actualment, les xarxes socials constitueixen unes eines molt útils per interactuar amb un elevat nombre de persones. Per aquest motiu, es va posar en marxa una pàgina de Facebook (<https://www.facebook.com/redmonitorizacionposidonia/>). Aquesta pàgina, a més de ser un mitjà per contactar amb la persona responsable de la Xarxa, també permet informar als voluntaris de les pròximes activitats, penjar fotos de les activitats realitzades, penjar notícies relacionades amb la Xarxa de Posidònia, i fins i tot permet als voluntaris comunicar-se entre sí per compartir experiències i opinions. De moment, la pàgina de Facebook du poc temps en funcionament però ja té 32 seguidors.

Finalment, la notícia de la recuperació de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia va sortir publicada dia 9/12/2017 al periòdic *Diario de Mallorca* (<http://www.diariodemallorca.es/mallorca/2017/12/09/ojos-posidonia-oceanica/1270676.html#>).



3. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

3. DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

La recuperació de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia per part de la Direcció General de Pesca i Medi Marí (Govern Balear) ha suposat una mesura fonamental per la conservació de les praderies de Posidònia de les Balears. Els programes de seguiment dirigits a determinar l'estat i evolució dels hàbitats marins bentònics, bé des del punt de vista de la conservació de la biodiversitat com de la gestió de recursos, són una peça clau i fonamental per a l'avaluació de l'estat inicial de l'hàbitat, estat dels indicadors, definició de nivells de referència i tendències de l'hàbitat cap a aquests nivells (Serrano et al., 2012).

La variació de l'estructura del dosser foliar és una de les respostes més plàstiques conegudes per aquesta espècie (González-Correa et al., 2009). De fet, la disminució de la densitat de feixos de les taques que forma el paisatge d'una praderia de *P. oceanica* i el grau de recobriment (o cobertura) d'aquestes sobre el substrat representen una de les respostes més característiques, i millor documentades, en relació a l'alteració de les condicions del medi causades per diferents pressions antròpiques (Ruiz et al., 2001; Ruiz & Romero, 2003; Leriche et al., 2011) i són descriptors àmpliament acceptats per a l'avaluació i seguiment de les praderies (Pergent et al., 1995; Pergent-Martini & Pergent, 1996; Renom et al., 1998; Boudouresque et al., 2006; Díaz-Almela & Marbà, 2009; Lopez y Royo et al., 2010; Ruiz et al., 2010; Lopez Y Royo et al., 2011). Són indicadors molt eficients de la integritat estructural de la praderia i de fàcil mesura. La pèrdua de densitat de feixos i/o cobertura de la vegetació implica a llarg termini la pèrdua de les múltiples funcions que estan íntimament associades al manteniment de l'estructura de l'hàbitat (diversitat biològica, embornal de carboni, producció primària, etc.).

Per aquest motiu, les dades enregistrades d'aquests paràmetres (densitat de feixos i cobertura) a les estacions analitzades l'any 2017 varen permetre establir el grau de conservació de la Posidònia a aquelles zones. A més a més, gràcies a les dades enregistrades i emmagatzemades durant els deu anys de desenvolupament de la antiga Xarxa de Posidònia, va ser possible comparar l'estat actual de les praderies (any 2017) amb l'estat de les mateixes praderies en el passat, obtenint així un valuós coneixement sobre l'estat actual de conservació i sobre el nivell de pressió antropogènica que pot estar patint cada una de les zones estudiades.

Les dades recollides l'any 2017 són difícilment interpretables per si mateixes (Fig. 22), ja que, com ja s'ha mencionat més amunt, es tracta de paràmetres molt plàstics que poden ser afectats per nombrosos factors ambientals, per exemple, la profunditat (González-Correa et al., 2009).

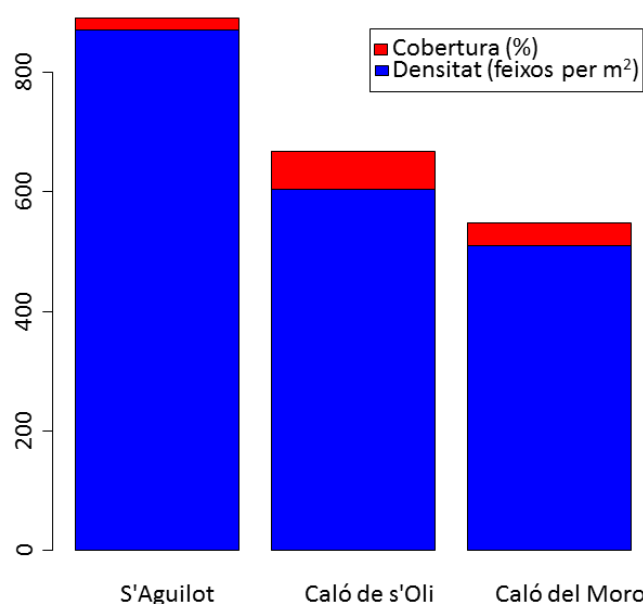


Figura 22.- Valors mitjans de la densitat de feixos i de la cobertura a les praderies analitzades durant l'any 2017.

Malgrat això, mitjançant l'aplicació de la taula que classifica l'estat de conservació de la praderia de Posidònia en funció de la densitat de feixos i de la fondària (Pergent et al., 1995; Pergent-Martini & Pergent, 1996), es va obtenir una situació favorable per a totes les estacions estudiades l'any 2017. Fins i tot, per les estacions de S'Aguilot i el Caló del Moro, l'estat de conservació assignat va ser el màxim (es a dir, Favorable–alt).

Aquests resultats obtinguts concorden perfectament amb les anàlisis temporals realitzades a aquestes estacions. Aquestes anàlisis temporals permeten l'estudi de l'estat de conservació de la praderia al llarg del temps, detectant millores o empitjoraments de cada un dels paràmetres mesurats.

L'estació de S'Aguilot va mostrar un increment significatiu de la densitat de feixos i de la cobertura, lo que finalment es va traduir en un important increment de la densitat global de feixos. Aquests resultats s'haurien d'interpretar amb precaució, ja que aquesta estació únicament es va mesurar una vegada a la Xarxa antiga, malgrat això, aquesta important millora coincideix amb l'estat favorable obtingut a la Taula 4. Per lo que es pot afirmar que aquesta estació es troba en un bon estat de conservació.

L'estació del Caló del Moro no va mostrar increments significatius al llarg del temps dels paràmetres mesurats però comparant els resultats amb els obtinguts el darrer any mostrejat a la Xarxa antiga (any 2009) es va observar un increment de tots els paràmetres. Aquest augment va ser molt lleuger per la densitat de feixos però considerablement important per la cobertura. Finalment, la densitat global va mostrar un notable increment l'any 2017, cosa que, juntament amb els resultats de la Taula 4, indica que l'estat de conservació d'aquesta estació es favorable.

Finalment, l'estació del Caló de s'Oli va presentar una important disminució de la densitat de feixos (39.6%) respecte l'any anterior (any 2012). Aquesta disminució va provocar que, encara que la cobertura va augmentar en el darrer any, la densitat global mostrés una reducció del 31.7%. Aquests resultats es corresponen amb un estat de conservació regressiu. Malgrat això, s'ha de tenir en compte que el registre de la densitat dels dos anys anteriors (2010 i 2012) va ser anormalment elevat, per tant una disminució no és sinònim necessàriament de una situació desfavorable. La cobertura del darrer any va augmentar un 13,54% i la densitat de feixos va ser considerada "Favorable-normal" segons la Taula 4, per tant, l'estat de conservació general de la praderia pot ser considerat "Regular". No obstant, aquesta va ser la única estació on es va detectar la presència d'algues invasores, concretament *Caulerpa cylindracea*. Malauradament, no es pot relacionar aquest fet amb la disminució de la densitat de feixos ja que no se té un registre de la presència d'algues invasores en el passat.

A tots els mostrejos realitzats l'any 2017 es va detectar la presència de floració a les praderies de Posidònia que va arribar a una densitat de 55 flors per m² a l'estació del Caló del Moro. La floració de les praderies és una resposta de la planta davant condicions d'estrès com és l'estrès tèrmic (Díaz-Almela et al., 2009). Així que els esdeveniments de floració serveixen com a indicadors d'un possible estrès associat a estius anòmalament càlids. La influència de la temperatura a la comunitat de praderia de *P. oceanica* cobra cada vegada més importància a causa de l'actual escenari d'escalfament global i de la tendència a l'augment de la temperatura superficial que pateix la Mediterrània (Jordà et al., 2012). Aquests canvis en la temperatura de l'aigua probablement condicionaran, de cada vegada més, l'estabilitat de les praderies. Per tant, convé mantenir un registre local detallat de la temperatura de l'aigua a les praderies que estan incloses en un programa de monitorització. En els pròxims anys, les relacions entre la temperatura i les praderies de Posidònia podran ser estudiades de manera precisa i directa gràcies als sensors de temperatura que han estat instal·lats.

En resum, l'estat general de conservació de les praderies estudiades es va classificar en funció dels resultats obtinguts (Taula 11). L'estat general va ser considerat "Bo" quan tots els paràmetres analitzats varen presentar resultats positius (color verd o taronja), va ser considerat "Regular" quan un o dos paràmetres varen presentar resultats negatius (color vermell), o va ser "Negatiu" (encara que no es va detectar cap praderia en aquest estat de conservació) en el cas de detectar més de dos paràmetres amb resultats negatius. Per tant, l'estat de conservació general de l'estació de S'Aguirot és "Bo", ja que tots els paràmetres estimats són positius. De igual manera també es pot considerar que l'estat general de conservació de l'estació del Caló del Moro és "Bo" encara que la taxa de canvi de densitat és "Estable", perquè el fet de que una praderia que es troba en un bon estat de conservació mantingui les seves condicions de densitat o cobertura sense canvis en el temps es pot considerar un aspecte positiu.

Finalment, l'estació del Caló de s'Oli presenta un estat de conservació "Regular" ja que dos dels paràmetres analitzats varen presentar resultats negatius. Per tant, aquesta estació haurà de ser vigilada amb cura durant els pròxims anys per analitzar com evoluciona la seva situació. A més a més, en els pròxims anys de desenvolupament del projecte es pretén ampliar el nombre de estacions de mostreig a totes les illes per tal d'adquirir un coneixement més global de l'estat de conservació de les praderies de Posidònia a les Illes Balears.

Taula 11.- Resum dels estats de conservació atribuïts a les 3 estacions mostrejades durant l'any 2017 en funció de les variables analitzades.

ESTACIÓ	DENSITAT DE FEIXOS	TAXA DE CANVI DENSITAT	% CANVI COBERTURA	VARIACIÓ DENSITAT GLOBAL	ESTAT GENERAL
S'Aguilot (#18)	Favorable–alt	Expansiva	Favorable	Augmenta	Bo
Caló de s'Oli (#20)	Favorable–normal	Regressiva	Favorable	Disminueix	Regular
Caló del Moro (#16)	Favorable–alt	Estable	Favorable	Augmenta	Bo

4. BIBLIOGRAFIA

- Béthoux, J. P. & Copin-Montégut, G. (1986) Biological Fixation of Atmospheric Nitrogen in the Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography* **31**, 1353–1358.
- Boudouresque, C. F. & Meinesz, A. (1982) *Découverte de L'herbier de Posidonie*. France: 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 publisher.
- Canals, M. & Ballesteros, E. (1997) Production of Carbonate Particles by Phytobenthic Communities on the Mallorca-Menorca Shelf, Northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **44**, 611–629.
- Díaz-Almela, E. & Marbà, N. (2009) 1120 Posidonion Oceanicae. Praderas de Posidonia Oceanica (*). In VV.AAAA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* p. 129 Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Díaz-Almela, E., Marbà, N., Álvarez, E., Balestri, E., Ruiz-Fernández, J. M. & Duarte, C. M. (2006) Patterns of Seagrass (Posidonia Oceanica) Flowering in the Western Mediterranean. *Marine Biology* **148**, 723–742.
- Díaz-Almela, E., Marbà, N., Martínez, R., Santiago, R. & Duarte, C. M. (2009) Seasonal Dynamics of Posidonia Oceanica in Magalluf Bay (Mallorca, Spain): Temperature Effects on Seagrass Mortality. *Limnology and Oceanography* **54**, 2170–2182.
- Fonseca, M. S. & Fisher, J. S. (1986) A Comparison of Canopy Friction and Sediment Movement between Four Species of Seagrass with Reference to Their Ecology and Restoration. *Marine Ecology Progress Series* **29**, 15–22.
- Gacia, E. & Duarte, C. M. (2001) Sediment Retention by a Mediterranean Posidonia Oceanica Meadow: The Balance between Deposition and Resuspension. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **52**, 505–514.
- González-Correa, J. M., Fernández-Torquemada, Y. & Sánchez-Lizaso, J. L. (2009) Short-Term Effect of Beach Replenishment on a Shallow Posidonia Oceanica Meadow. *Marine Environmental Research* **68**, 143–150.
- Jaume, C. & Fornós, J. J. (1992) Composició i Textura Dels Sediments de Platja Del Litoral Mallorquí. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* **35**, 93–110.
- Jordà, G., Marbà, N. & Duarte, C. M. (2012) Mediterranean Seagrass Vulnerable to Regional Climate Warming. *Nature Climate Change* **2**, 821–824.
- Lerliche, A., Boudouresque, C. F., Monestiez, P. & Pasqualini, V. (2011) An Improved Method to Monitor the Health of Seagrass Meadows Based on Kriging. *Aquatic Botany* **95**, 51–54.
- Lopez y Royo, C., Casazza, G., Pergent-Martini, C. & Pergent, G. (2010) A Biotic Index Using the Seagrass Posidonia Oceanica (BiPo), to Evaluate Ecological Status of Coastal Waters. *Ecological Indicators* **10**, 380–389.
- Lopez Y Royo, C., Pergent, G., Alcoverro, T., Buia, M. C., Casazza, G., Martínez-Crego, B., Pérez,

- 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.
- Marbà, N., Duarte, C. M., Cebrian, J., Gallegos, M. E., Olesen, B. & Sand-Jensen, K. (1996) Growth and Population Dynamics of *Posidonia Oceanica* on the Spanish Mediterranean Coast: Elucidating Seagrass Decline. *Marine Ecology Progress Series* **137**, 203–213.
- Marbà, N., Álvarez, E., Vivas, S., Barrañón, A., Moreno, D., Remón, J. M., De la Rosa, J., León, D., Peñalver, P., Díaz-Almela, E., et al. (2015) *Estudio Demográfico de Posidonia oceanica. 'Proyecto LIFE09NAT/ES/000534. Conservación de Las Praderas de Posidonia Oceanica En El Mediterráneo Andaluz'*. Spain.
- Mas, J., Franco, I. & Barcala, E. (1993) *Primera Aproximación a La Cartografía de Las Praderas de Posidonia Oceanica En Las Costas Mediterráneas Españolas. Factores de Alteración Y de Regresión. Legislación*. Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía, 11.
- Montefalcone, M., Lasagna, R., Bianchi, C. N., Morri, C. & Albertelli, G. (2006) Anchoring Damage on *Posidonia Oceanica* Meadow Cover: A Case Study in Prelo Cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chemistry and Ecology* **22**, S207–S217.
- Muñoz-Ramos, G., Manzanera, M. & Romero Martinengo, J. (1999) Estudi de l'Alguer de Mataró. Presentació D'objectius I Resultats de La Campanya de 1997. *L'Atzavara* **8**, 11–16.
- Pergent-Martini, C. & Pergent, G. (1996) Spatio-Temporal Dynamics of *Posidonia Oceanica* Beds Near a Sewage Outfall (Mediterranean - France). In *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop* pp. 299–306 Rottnest Island (Western Australia).
- Pergent, G., Pergent-Martini, C. & Boudouresque, C. F. (1995) Utilisation de L'herbier À *Posidonia Oceanica* Comme Indicateur Biologique de La Qualité Du Milieu Littoral En Méditerranée: Etat Des Connaissances. *Mesogée* **54**, 3–27.
- Renom, P., Romero, J. & Muñoz-Ramos, G. (1998) *Xarxa de Vigilancia de La Qualitat Biològica Dels Herbassars de Fanerògames Marines. Informe de Progrés Any 1998*. Spain.
- Rodríguez-Perea, A., Servera, J. & Martín, J. A. (2000) *Alternatives a La Dependència de Les Platges de Les Balears de La Regeneració Artificial: Informe Metadona*. Universitat de les Illes Balears, Col·lecció Pedagogia Ambiental n° 10.
- Ruiz, J. M. & Romero, J. (2003) Effects of Disturbances Caused by Coastal Constructions on Spatial Structure, Growth Dynamics and Photosynthesis of the Seagrass *Posidonia Oceanica*. *Marine Pollution Bulletin* **46**, 1523–1533.
- Ruiz, J. M., Pérez, M. & Romero, J. (2001) Effects of Fish Farm Loadings on Seagrass (*Posidonia Oceanica*) Distribution, Growth and Photosynthesis. *Marine Pollution Bulletin* **42**, 749–760.
- Ruiz, J. M., Marco-Méndez, C. & Sánchez-Lizaso, J. L. (2010) Remote Influence of off-Shore Fish Farm Waste on Mediterranean Seagrass (*Posidonia Oceanica*) Meadows. *Marine Environmental Research* **69**, 118–126.
- Scoffin, T. P. (1970) The Trapping and Binding of Subtidal Carbonate Sediments by Marine Vegetation in Bimini Lagoon, Bahamas. *Journal of Sedimentary Petrology* **40**, 249–273.
- Serrano, A., Ruiz, J. M., Punzón, A., Ordines, F., Tello, O., Ramos, A. & Mas, J. (2012) *Estrategias Marinas: Demarcación Marina Levantino-Balear. Parte IV. Descriptores Del Buen Estado*

Ambiental. Descriptor 6. Fondos Marinos. Evaluación Inicial Y Buen Estado Ambiental. Spain.

WWF/Adena. (2000) *Las Praderas de Posidonia: Importancia Y Conservación (Propuesta de WWF/Adena)*. Madrid: WWF/Adena.