

XARXA DE MONITORATGE DE LA POSIDÒNIA A LES BALEARS

GUIA DE CAMP



GOVERN
ILLES
BALEARSES



Tragsatec
Grup Tragsa



Illes
Sostenibles

INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

Les praderies de Posidònia (*Posidonia oceanica* L.) constitueixen l'ecosistema dominant a les Illes Balears, on ocupen una extensió del fons marí d'uns 380 km² a fondàries compreses entre els 0 i els 30 m (ocasionalment a més profunditat).

La *Posidonia oceanica* té una extraordinària importància biològica i ecològica, ja que intervé en el manteniment i l'equilibri del sistema litoral mitjançant diferents aspectes bàsics (Rodríguez-Perea et al., 2000).

Malgrat els nombrosos estudis realitzats sobre les praderies de fanerògames marines i en concret sobre les de *Posidonia oceanica*, és molt el que encara es desconeix d'elles. En concret, el nivell de coneixement sobre el seu estat de conservació a les Illes Balears és encara insuficient. Tot i així, s'han constatat canvis importants en algunes zones subjectes a forts impactes antròpics, que demostren la necessitat de monitoritzar la praderia de Posidònia per conèixer el seu estat i les variacions temporals que experimenta. Al mateix temps, l'estat de conservació de la praderia pot ser empleat com a indicador de l'estat general de l'ecosistema litoral. Per aquest motiu, l'any 2002, la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears va posar en funcionament la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia. Aquesta Xarxa va estar en funcionament durant deu anys i va permetre conèixer l'estat de salut de les praderies i la seva evolució durant aquest temps. Però, malauradament, l'any 2012 la Xarxa es va interrompre de forma abrupta. Malgrat tot, l'any 2017, va ser possible iniciar la recuperació de la Xarxa, gràcies al finançament provinent de l'Impost de Turisme Sostenible. [Enllaç al web de l'ITS](#)

La instal·lació i el seguiment de la Xarxa de Monitoratge estan desenvolupats a partir d'altres exemples satisfactoris duts a terme a Espanya i en altres països (Muñoz-Ramos et al., 1999; Díaz-Almela & Marbà, 2009).

Aquesta 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 on es pot repetir la presa de mesures en el mateix lloc i en les mateixes condicions per mostrar una evolució temporal de l'estat de les praderies. D'aquesta manera, la Xarxa esdevé una eina molt útil que permet saber com canvien al llarg del temps.

El bon funcionament de la Xarxa de Monitoratge depèn íntegrament de la participació ciutadana. La societat balear té una elevada sensibilitat cap al medi ambient, i en particular està molt conscienciada sobre la importància que té preservar les praderies de *Posidonia oceanica*. Aquest impuls de preocupació social es pot canalitzar en actuacions que permetin a la ciutadania participar en la protecció del medi ambient.

Per tant, la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia ofereix a diverses institucions, clubs de busseig i grups de bussejadors voluntaris, l'oportunitat de participar en un projecte centrat en la important i difícil tasca de conservar en bon estat els nostres fons. La implicació i el treball d'aquests voluntaris són bàsics per al funcionament del projecte.

En definitiva, l'objectiu del nou projecte de Monitoratge de la Posidònia iniciat el 2017 consisteix en reprendre les relacions amb els grups de voluntaris que van participar anteriorment en la Xarxa, o fins i tot, establir noves relacions amb altres grups, a fi de recuperar les estacions de mostreig estudiades en el passat. D'aquesta manera, als mateixos punts, s'estan recopilant noves dades que són comparades amb la sèrie temporal existent per poder conèixer si l'estat de les praderies en aquelles zones ha millorat o empitjorat. Així, es pot establir l'estat de salut de les praderies de les Balears i determinar quines zones necessiten intensificar les mesures de gestió, per tal d'aconseguir l'estat òptim de conservació.

ÀMBIT D'ACTUACIÓ DE LA XARXA

La Xarxa de Monitoratge de la Posidònia a les Balears té estacions de mostreig a les quatre illes majors: Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera. El nombre d'estacions instal·lades en cadascuna depèn del nombre de centres de busseig o institucions que participen en el projecte.

Cada centre voluntari controla una o diverses estacions en funció de les seves possibilitats. A més, sempre que és possible, el control de les estacions es realitza de forma anual. Per al mostreig de cada estació es requereix un mínim de 5-6 bussejadors voluntaris. No obstant això, no és recomanable que participin més de 12 voluntaris en el control d'una mateixa estació.

ACTIVITATS REALITZADES PELS VOLUNTARIS

Cada grup de bussejadors voluntaris es responsabilitza de la recollida de dades en la seva estació mitjançant la realització d'una sèrie d'activitats.

Durant el mostreig de l'estació es duen a terme dos tipus d'activitats: activitats comunes i activitats opcionals. Les activitats comunes es realitzen sempre en totes les estacions ja que proporcionen la informació mínima necessària per conèixer l'estat de la praderia. Les activitats comunes que es realitzen són les següents:

- Mesura de la cobertura de la praderia
- Estima de la densitat de feixos de plantes
- Recompte de nacs vives
- Vigilància d'espècies indicadores/invasores

Per contra, les activitats opcionals són triades pels voluntaris en funció dels seus gustos i del seu nivell d'implicació. Aquestes activitats aporten informació complementària sobre aspectes ecològics relacionats amb la praderia i amb la qualitat ambiental de la zona. Les activitats opcionals que poden triar els voluntaris són les següents:

- Descripció general de la praderia
- Censos de bogamarins
- Censos d'holotúries
- Censos de peixos
- Col·lecció de fotos
- Registre de la temperatura
- Estudi de la dinàmica de poblacions amb quadres fixos
- Estima de la densitat de flors/fruits

Aquestes activitats es descriuen detalladament més endavant en el document.

ORGANIZACIÓ ESTRUCTURAL I MECANISMES DE COMUNICACIÓ

La Xarxa de Monitoratge de la Posidònia és un projecte promogut per la Direcció General de Pesca i Medi Marí (DGPM) del Govern de les Illes Balears gràcies al finançament provinent de l'Impost de Turisme Sostenible. Per a més informació veure:

Per obtenir més informació sobre la Xarxa de la web de la Direcció General de Pesca i Medi Marí es pot [clicar sobre l'enllaç](#).

Per obtenir més informació sobre els projectes finançats amb l'Impost de Turisme Sostenible es pot [clicar sobre l'enllaç](#)

Comunicació de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia

Una de les funcions més importants que té el projecte és conscienciar a la població sobre la problemàtica mediambiental que pateix la mar Mediterrània, i la importància de conservar les praderies de fanerògames marines per mantenir l'equilibri ecològic i la biodiversitat. A més d'això, en el cas dels projectes dependents de la participació ciutadana per al seu funcionament, com és el cas de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, la comunicació i divulgació adquireix un paper fonamental.

Els principals mitjans de comunicació del projecte són:

- La pàgina web del projecte, a la qual es pot accedir a través del logotip que es troba a la pàgina de la Direcció General de Pesca i Medi Marí o des del següent enllaç:
<http://www.caib.es/sacmicrofront/index.do?idsite=82&lang=ca>
- La pàgina de Facebook, que constitueix una eina molt útil per interactuar amb un elevat nombre de persones:
<https://www.facebook.com/redmonitorizacionposidonia/>

- A més, es pot obtenir informació sobre el projecte contactant directament amb la persona encarregada:

Maria del Mar Gil
Grupo Tragsa - SEPI
Passatge Cala Figuera, 6 (Son Rullan)
07009 Palma de Mallorca
Tel. fix: 971 706921 Ext.: 326960
Tel. mòbil: 610563573
e-mail: mgil4@tragsa.es



SEGUIMENT DE LES ESTACIONS

El mostreig de les estacions es realitza, sempre que és possible, anualment. Cadascuna de les estacions es senyalitza per mitjà de tres barres metàl·liques clavades al substrat i amb una boia petita lligada a l'extrem per poder localitzar-les amb facilitat. A més a més, en superfície es prenen les coordenades GPS de cadascuna de les estacions.

Agafant com a inici cadascuna de les barres de senyalització, es tracen transsectes de 30 metres paral·lels a la línia de costa. A cada transsecte, s'anota l'orientació amb una brúixola per poder traçar el mateix transsecte en els propers anys i així poder repetir les mesures en el mateix lloc. A més s'anota la profunditat inicial i final de cada transsecte. La metodologia per la mesura dels paràmetres es detalla a continuació.

DESCRIPCIÓ DE LES ACTIVITATS COMUNES

Com ja s'ha indicat anteriorment, les activitats comunes es realitzen sempre en totes les estacions ja que proporcionen la informació mínima necessària per conèixer l'estat de la praderia. Les activitats comunes que es realitzen són les següents:

- Mesura de la cobertura de la praderia
- Estima de la densitat de feixos de plantes
- Recompte de nacs vives
- Vigilància d'espècies indicadores/invasores

1. Estima de la Cobertura de la praderia

1.1. Cobertura de la praderia

La cobertura es defineix com el percentatge de superfície recobert per rizomes vius de *P. oceanica*. 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. Aquesta forma d'ocupar l'espai és la base del mètode que s'utilitza i que s'exposa a continuació, el mètode de la quadrícula subdividida.

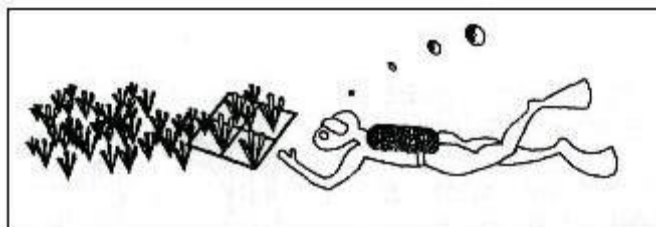
1.2. Material necessari

- Cinta mètrica de 50 m
- Quadre de mostreig de PVC de 50 x 50 cm subdividit en 4 parts iguals
- Pissarra per anotar la cobertura

1.3. Protocol detallat per a l'estudi de la cobertura de la praderia

A cada estació es realitzen fins a 3 transsectes de 30 metres de longitud en funció de la disponibilitat de bussejadors voluntaris. Al llarg del transsecte marcat amb la cinta mètrica, es col·loca el quadre de mostreig cada dos metres, per tant, es mesuren 15 quadres per transsecte. A cada un dels quadres de mostreig s'estima visualment el percentatge que ocupa la Posidònia (segons la projecció vertical dels rizomes, no de les fulles) en cadascuna de les 4 subdivisions.

Com 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 en cada quadre i cada transsecte. La cobertura de la praderia s'expressa en tant per cent de recobriment.



2. Densitat de feixos

2.1. Densitat de feixos

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 (Díaz-Almela & Marbà, 2009). De fet la densitat de feixos és un paràmetre clau inclòs en qualsevol programa de monitorització o en qualsevol valoració de l'estat de la praderia. La densitat de les praderies es defineix com el nombre de feixos de planta per unitat de superfície.

2.2. Material necessari

- Cinta mètrica de 50 m
- Quadre de mostreig de PVC de 20 cm x 20 cm
- Pissarra per anotar

2.3. Protocol detallat per a l'estudi de la densitat de feixos

Per a la determinació de la densitat de feixos es col·loca el quadre de mostreig a l'atzar en les taques de Posidònia, és a dir, no es col·loca en aquelles àrees on hi ha presència de sorra o roca. Es compta el nombre de

feixos que hi ha al seu interior i s'obté la densitat de feixos per metre quadrat de praderia. Per minimitzar els errors del comptatge, els bussejadors subjecten les fulles amb un braç i amb l'altra mà van comptant els feixos. Es realitzen uns 10 censos al llarg de cada transsecte. El nombre de feixos obtingut en cada quadre s'apunta a la pissarra.

Resolució de problemes

- Per maximitzar la precisió en el recompte és molt important no equivocar-se, si un es perd durant el comptatge, és millor tornar a començar.
- Començar a comptar els feixos des d'una cantonada del quadre i a mesura que es van comptant amb una mà, s'agrupen amb l'altra, fins a finalitzar el quadre.
- Els feixos que han iniciat la seva divisió (és a dir, s'observen dos punts de creixement de fulles) s'han de comptabilitzar com dos feixos.

3. Recompte de nacles

3.1. *Pinna nobilis* i *Pinna rudis*

La nacra (*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. Les poblacions d'aquest mol·lusc es troben amenaçades a les costes de la major part de la Mediterrània occidental.

A més, des de l'any 2016, 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 (Vázquez-Luis et al., 2017).



Per aquest motiu, la localització i recompte d'individus vius és un treball de

vital importància. A més, el recompte d'individus morts (tant recents com de fa temps) serveix per donar una idea dels efectes i de la dispersió de la infecció.

Pinna rudis és una altra nacra present a la Mediterrània. Aquesta nacra és característica de fons durs, però, en algunes ocasions també es troba en fons blans de praderia de *Posidonia oceanica*. Actualment, a causa de la situació que està patint *Pinna nobilis*, els exemplars de nacra que es localitzen a les praderies solen pertànyer a l'espècie *Pinna rudis*. Per aquest motiu, cal enregistrar també els exemplars vius d'aquesta espècie trobats a les praderies per no confondre'ls amb les escasses troballes d'exemplars vius de *Pinna nobilis*.

3.2. Material necessari

- Cinta mètrica de 50 m
- Regla o peu de rei
- Pissarra per anotar

3.3. Protocol detallat per a la realització de recomptes de nacres

La presència de nacres es mesura a cada estació al llarg de cada un dels transsectes realitzats. S'inspecciona, cercant detingudament entre les fulles de *P. oceanica*, la totalitat del transsecte amb una amplada d'un metre a cada costat de la cinta mètrica, per tant, s'estudia una àrea de 2 x 30 m. En el cas de trobar alguna nacra s'anota l'espècie (*Pinna nobilis* o *Pinna rudis*), el seu estat (viva o morta) i la mesura de la seva amplada màxima.

Posteriorment aquestes dades són transferides al portal de "Observadores del Mar" (<http://www.observadoresdelmar.es>).

4. Vigilància d'espècies indicadores/invasores

4.1. Espècies indicadores/invasores

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, sobretot a partir de l'obertura del canal de Suez. Altres espècies han estat introduïdes directament per l'home, a través de l'aqüicultura i l'aquariofília.

Algunes d'aquestes espècies tenen una capacitat invasora important desplaçant comunitats senceres de flora i/o fauna indígenes. Dins d'aquestes últimes destaca l'alga *Caulerpa taxifolia*. És una alga tropical que es va introduir accidentalment a la Mediterrània a través d'un abocament procedent del Museu Oceanogràfic de Mònaco el 1984. A causa de la seva elevada capacitat invasora, l'alga va colonitzar grans àrees de la Mediterrània occidental ràpidament. En concret, a Mallorca es va detectar la seva presència el 1992. Durant un temps es van dur a terme campanyes d'eradicació i es va posar en marxa una xarxa de vigilància i prevenció amb voluntaris. Gràcies al treball d'aquests voluntaris i de la col·laboració ciutadana, es va aconseguir frenar l'expansió de l'alga. Actualment, a les Balears l'alga està desapareguda, a diferència d'altres zones com Mònaco, França o Itàlia. Aquest fet remarca la importància de la tasca de vigilància i prevenció per evitar, en la mesura del possible, la instal·lació de noves colònies. Avui en dia, encara que *Caulerpa taxifolia* ja no suposa un problema potencial, hi ha altres algues que s'han establert a les Illes Balears i estan provocant importants danys en l'ecosistema litoral. Les algues invasores que es vigilen com a part de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia són les següents:

- *Caulerpa taxifolia*
- *Caulerpa cylindracea*
- *Lophocladia lallemandii*
- *Acrothamion preissii*
- *Womersleyella setacea*

A més, com a part del treball de la Xarxa de Monitoratge, es vigila la presència de *Caulerpa prolifera* ja que, tot i ser una espècie autòctona de la Mediterrània, la seva presència sol indicar degradació ambiental per excessiva sedimentació o per algun tipus de contaminant.

4.2. Material necessari

- Cinta mètrica de 50 m
- Pissarra per anotar

4.3. Protocol per a la vigilància d'espècies indicadores/invasores

La vigilància d'espècies indicadores i/o invasores es realitza en cada estació al llarg de cada un dels transsectes realitzats. S'inspecciona una àrea de 2 x 30 m al mateix temps que es realitza el recompte de nacs. En el cas de trobar alguna de les espècies indicades s'anota a la pissarra.

DESCRIPCIÓ DE LES ACTIVITATS OPCIONALS

Com ja s'ha indicat anteriorment, les activitats opcionals són triades pels voluntaris en funció dels seus gustos i del seu nivell d'implicació. Les activitats opcionals que poden triar els voluntaris són les següents:

- Descripció general de la praderia.
- Censos de bogamarins.
- Censos d'holotúries.
- Censos de peixos.
- Col·lecció de fotos.
- Registre de la temperatura.
- Estudi de la dinàmica de poblacions amb quadres fixes.
- Estima de la densitat de flors/fruits.

1. Descripció general de la praderia

Una mesura de qualitat ambiental que es pot dur a terme consisteix a descriure la praderia, així com la zona on es troba ubicada. Mitjançant una o diverses immersions a l'estació i els seus voltants es pot fer una descripció preliminar de les característiques generals de la praderia en una determinada zona, és a dir, si és una praderia homogènia o a taques, si es troba sobre sorra o sobre roca, si s'observa contaminació, etc.

De la mateixa manera es pot fer una caracterització de la zona en general, anotant els impactes més evidents, com ports esportius, fondeig d'elevat nombre d'embarcacions, etc., o les mesures de protecció que s'apliquen a la zona.

2. Censos de bogamarins

2.1. Censos de bogamarins

El bogamarí o eriçó comú (*Paracentrotus lividus*) juga un paper fonamental en el sistema de la praderia ja que és el principal



consumidor de les fulles de Posidònia. En determinades zones pot arribar a elevades densitats i produir problemes de sobrepastura. Mitjançant la realització de censos a les estacions d'estudi s'obté una estima de l'estat de les poblacions de bogamarins a les nostres aigües.

2.2. Material necessari

- Quadre de PVC de 20 x 20 cm
- Pissarra per anotar

2.3. Protocol per a la realització de censos de bogamarins

Els censos de bogamarins es realitzen al mateix temps que es realitzen els quadres de densitat de feixos emprant els mateixos quadres de mostreig. Es col·loquen els quadres a les taques de Posidònia i es pren nota del nombre de bogamarins que es troben dins del quadre. Es realitzen uns 10 censos al llarg de cada transsecte.

3. Censos d'holotúries

3.1. Censos d'holotúries

Les holotúries tenen un important paper en la dinàmica de la praderia a causa de la seva nutrició sedimentívora. Les espècies sedimentívores tenen una funció complementària a la dels herbívors, ja que s'alimenten de les restes de fulles i rizomes que no poden ser digerits per ells. Per aquest motiu, es poden realitzar censos de holotúries per obtenir una estima de les seves poblacions a les Balears.

3.2. Material necessari

- Quadre de PVC de 20 x 20 cm
- Pissarra per anotar

3.3. Protocol per a la realització de censos d'holotúries

Els censos d'holotúries es realitzen al mateix temps que es realitzen els quadres de densitat de feixos, emprant els mateixos quadres de mostreig. Es col·loquen els quadres a les taques de Posidònia i es pren nota del nombre d'holotúries que es troben dins del quadre. Es realitzen uns 10 censos al llarg de cada transsecte.

4. Censos de peixos

4.1. Censos visuals de peixos

Les praderies són importants zones de reproducció, posta i reclutament per a moltes espècies; a més, proporcionen refugi i recursos alimentaris per a diferents animals (Montefalcone et al., 2006).

No obstant això, són poques les espècies que s'alimenten directament de la *P. oceanica* ja que, a causa del seu alt contingut en lignina, les fulles són corretjoses i difícils de digerir. Per tant, els herbívors dirigeixen la seva alimentació principalment a la flora i fauna epífita, per ser més fàcilment digerible i per ser més rica en nitrogen. Com a conseqüència, els atacs dels herbívors solen concentrar-se en les parts apicals de les fulles més velles i més carregades d'epífits (Alcoverro et al., 1997).



Habitualment, la major pressió d'herviboria sobre fulles i epífits l'exerceixen les salpes (*Sarpa salpa*), les quals pasturen a la praderia especialment a l'estiu, quan la càrrega d'epífits és més gran (Alcoverro et al., 1997). A més, quan la praderia floreix i produeix fruits és comú veure bancs de salpes pasturant també a l'hivern, alimentant-se de les infructescències en desenvolupament.

Existeixen diverses metodologies de censos visuals de peixos. Un dels mètodes més comuns (Harmelin-Vivien et al., 1985) consisteix a realitzar transsectes paral·lels a la costa d'una longitud determinada. Els censos visuals de peixos sobre praderia de Posidònia són complexos, sobretot a l'estiu, ja que sovint gran part de les espècies de peixos romanen ocultes entre les fulles i no es tenen en compte en els censos.

4.2. Material necessari

- Cinta mètrica de 50 m
- Profundímetre
- Pissarra per anotar

4.3. Protocol detallat per a la realització de censos visuals de peixos

Els censos es realitzen únicament per a les espècies més pròpies de les praderies: *Sarpa salpa*, *Diplodus annularis* i *Coris julis*, prenent nota sempre que sigui possible no només del nombre sinó també de la talla dels individus. Els transsectes per censos visuals de peixos sobre praderia de Posidònia es realitzen paral·lels a la costa i mantenint-se sempre a una profunditat constant en la mesura del possible. Es realitza un mínim de 3 transsectes a cada estació anotant la profunditat i el rumb de cada un dels transsectes. S'inicia el transsecte estenent la cinta mètrica al llarg de 50 m.

Es recorre la totalitat de la cinta prenent nota de la presència de les espècies abans indicades, especificant el seu nombre i la seva talla si és possible. Finalment es recull la cinta i es repeteix el procediment per a la resta de censos.

5. Col·lecció de fotos

5.1. Col·lecció de fotos

La col·lecció de fotos durant els mostrejos realitzats a la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia permet reflectir el treball realitzat pels voluntaris, així com la metodologia emprada. Al mateix temps permet

registrar qualsevol esdeveniment d'interès com pugui ser la presència d'un exemplar de *Pinna nobilis* (ja sigui viu o mort) o d'una alga invasora. La presència de nacles i/o algues invasores s'anota com a part del treball bàsic de mostreig, però, en alguna ocasió els voluntaris poden tenir dubtes sobre l'espècie trobada. En aquests casos, la possibilitat d'un registre fotogràfic permet confirmar les dades preses pels voluntaris, així com solucionar alguns dubtes sorgides durant la immersió.

5.2. Material necessari

- Càmera esportiva amb carcassa submergible
- Targeta de memòria

6. Registre de la temperatura

6.1. Registre de temperatura

La temperatura de l'aigua condiciona l'estabilitat de la praderia, ja que afecta a processos com el creixement, mortalitat i floració. La influència de la temperatura a la comunitat de la 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). Per tant, és convenient mantenir un registre de temperatura a les praderies mitjançant la instal·lació de sensors de temperatura (Data logger).

6.2. Material necessari

- Sensor tipus data logger
- Funda protectora
- Pern d'acer de 8 cm amb ull
- Brides de 20 cm
- Massilla reparadora

6.3. Protocol detallat per a la instal·lació de sensors de temperatura

Els sensors s'instal·len a les zones properes a una o diverses estacions de mostreig. Les zones seleccionades són perfils rocosos de més de 20 metres de profunditat per així poder col·locar els sensors en diferents fondàries en un mateix punt. Una vegada triada la zona, mitjançant una immersió de busseig per parelles, es va a buscar a la profunditat desitjada un forat amb la mida suficient per introduir un pern d'acer de 8 cm de llarg. El forat s'omple amb massilla reparadora que s'endureix sota l'aigua per fixar el pern a la roca. Finalment, el sensor s'introdueix en una funda protectora per protegir-lo dels possibles impactes i la funda protectora es fixa en l'ull del pern d'acer amb brides.



7. Estudi de la dinàmica de poblacions

7.1. Estimació directa del reclutament i mortalitat de la praderia

L'angiosperma marina *Posidonia oceanica*, és una planta clonal que forma extenses praderies. Els feixos d'aquestes plantes, formats per 4-6 fulles verdes i un rizoma amb arrels adventícies, constitueixen la unitat funcional de la planta. El creixement de les praderies depèn principalment de la dinàmica de poblacions dels feixos (és a dir, mortalitat de feixos igual, major o menor que la proporció de naixements). L'estima d'aquest balanç entre reclutament i mortalitat es realitza mitjançant repetits censos de feixos en quadres permanents instal·lats a la praderia.

Tots els feixos del quadre permanent són marcats individualment. A cada visita es compta el nombre de feixos marcats que han desaparegut, i el nombre de nous feixos que han aparegut (aquests últims són marcats de diferent manera, permetent la supervisió individual de les diferents cohorts de feixos nascuts). Aquests censos permeten una estima precisa de la densitat de la praderia, millorant les mesures que s'obtenen amb els mètodes tradicionals d'estima de la densitat i la cobertura.

7.2. Material necessari per a la instal·lació de quadres permanents

Per a cada quadre:

- 4 barres d'acer galvanitzat de 50 cm de longitud x 4 cm d'ample, i amb forats de $\varnothing$ 1cm (de prestatgeries metàl·liques).
- 4 boiarins petits ($\varnothing$ 5-10cm)
- 4 trossos de corda fina d'1 m de longitud per fermar els boiarins
- 3.5 m de corda fina per delimitar el perímetre del quadre
- 4 etiquetes DYMO amb el número del quadre (1, 2 o 3), enganxades a cada barra per mitjà de brides de plàstic. Una alternativa a aquest tipus d'etiquetatge, és la d'afegir a la barra 1, 2 o 3 brides, segons correspongui.
- Un martell pesat
- Una corda fina amb la mesura del costat del quadre (50 cm), i una altra corda amb la mesura de la diagonal del quadre (70.7 cm), per poder construir els quadres correctament.
- 3 piquetes per fermar les cordes de 50 i 70.7 cm
- 600 brides d'electricista negres (100 mm llarg x 2.5 mm ample). S'utilitzen per marcar els feixos de Posidònia el primer any.
- Gomes elàstiques
- Pissarra per anotar el nombre de feixos marcats

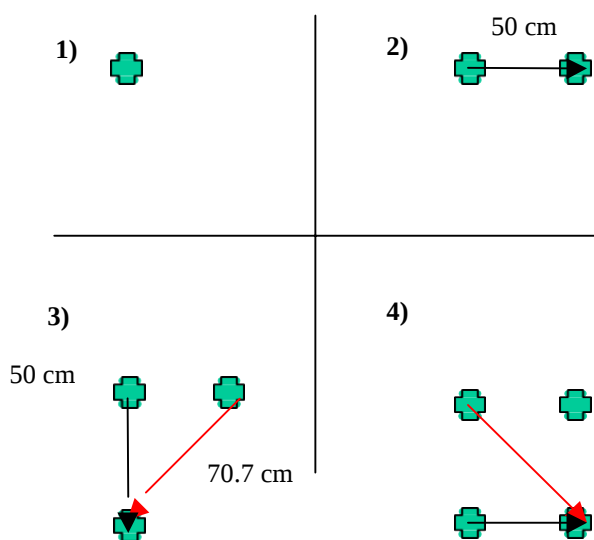


7.3. Protocol detallat per a la instal·lació de quadres permanents

Al laboratori, es lliguen els boiarins a la part superior de les barres, i es marquen les barres amb les etiquetes corresponents. A més, es fan grups de 20 brides unides per mitjà d'una goma elàstica.

A la barca, es prenen les coordenades GPS del lloc triat per instal·lar els quadres permanents.

A la praderia, s'anota la profunditat i es claven $\frac{3}{4}$ parts de la barra al sediment amb el martell. És més fàcil fer els quadres correctament emprant les dues cordes amb la mesura del costat i de la diagonal del quadre (veure esquema a continuació). Un cop clavades les barres es col·loca la corda per delimitar el perímetre del quadre el més a prop possible del fons, passant la corda a través dels forats de les barres.



Procediment d'instal·lació del quadre emprant 2 cordes, de 50 cm pel costat i de 70.7 cm per la diagonal.

Una vegada instal·lat el quadre, es procedeix a marcar tots els feixos de l'interior, col·locant les brides al voltant dels rizomes, un o dos centímetres per sota del feix de fulles. És molt important que es col·loqui la brida a la

part inferior del rizoma, ja que si es col·loca més amunt pot desaparèixer quan les fulles més velles caiguin. Tampoc ha d'estar molt ajustat, ja que pot danyar el feix, ni molt fluix, perquè es pot perdre.

El nombre de feixos marcats en cada quadre ha de ser comptat amb tota la cura que sigui possible i anotat. Per facilitar la feina, quan s'hagin col·locat un grup de 20 brides, es guarda l'elàstic col·locant-lo al voltant del braç. Quan tots els feixos del quadre estan marcats, es compta el nombre d'elàstics i es multiplica per 20. En el cas que no s'hagués acabat amb les 20 brides de l'últim grup, se compten les que queden a la mà i se li resta a 20, el nombre obtingut se suma al total.

7.4. Material necessari per a les visites successives

Per a cada quadre:

- 50 brides negres (color inicial)
- 20 brides d'un nou color
- 2 cordes fines de 70 cm
- 4 piquetes
- Pissarra per anotar les dades

7.5. Procediment en les visites successives

Els quadres permanents es revisen anualment, sempre que sigui possible. A cada visita, es subdivideix cada quadre en quatre triangles unint les barres amb les cordes en diagonal.

A cada triangle es comptabilitzen els feixos vius marcats amb brida i els feixos marcats que són morts (sense fulles verdes). A aquests últims se'ls treu la brida.

Finalment, si hi ha feixos nous se'ls col·loca una nova brida (d'un color diferent en cada visita), i s'anota el nombre a la pissarra. Com *P. oceanica* creix tan lentament, els feixos joves són molt curts i poden aparèixer com dos grups de fulles molt junts. Quan la bifurcació és massa curta, es pot col·locar la nova brida en el feix mare comú, al costat de l'antiga brida. Si hi ha feixos adults sense brida (fàcilment distingibles dels nous perquè els

antics són més llargs) se'ls marca amb una brida del color inicial i s'anota el nombre de "feixos adults sense marques". Aquests feixos representen el nombre de feixos inicials que amb el temps han perdut la marca. Es repeteix aquest procediment en cada una de les subdivisions fetes al quadre permanent.

Finalment, es retiren les cordes divisores i es repeteix el procediment complet en els altres quadres de cada estació.

Resolució de problemes

- Per prevenir l'abració de la corda que delimita el perímetre del quadre, es convenient fer el nus pel costat interior de la barra, i fixar-la amb brides.
- Per estar segur que tots els feixos han estat marcats, és recomanable procedir sistemàticament, col·locant la brida al voltant de cada feix d'un grup de feixos propers.
- És important no oblidar treure les gomes elàstiques del braç quan es comença un nou quadre, per evitar barrejar els recomptes.

8. Estima de la densitat de flors/fruits

8.1. Floració/Fructificació

Posidonia oceanica és una planta fanerògama amb flors i fruits. La floració de la planta s'inicia al setembre a les praderies poc profundes. Al llarg del mes d'octubre les flors maduren i es fertilitzen. Els fruits es desenvolupen al llarg de l'hivern, i comencen a alliberar-se al març o abril (Buia & Mazzella, 1991). Els fruits suren durant diversos dies, i poden ser arrossegats pels corrents. La floració de la Posidònia no es realitza tots els anys i depèn d'unes condicions ambientals favorables i del bon estat de conservació de la praderia. A més, s'ha observat que hi ha un desfasament d'un o dos mesos en les praderies profundes (> 20 m), en les quals les flors comencen a aparèixer al novembre (Buia & Mazzella, 1991). També sembla que hi ha un cert desfasament amb la latitud: com més al nord, més llarga sol ser la maduració del fruit (Sandmeier et al., 1999). Les floracions varien

enormement entre anys i d'una praderia a una altra, poden produir-se floracions massives en determinats anys, i en altres no florir, fins i tot algunes praderies poden no florir durant molts anys. Els fruits són més o menys carnosos, i tenen la forma i aspecte d'una oliva. L'amollada dels fruits comença a l'abril, i poden trobar-se de vegades a les platges, on arriben arrossegats per les onades.

Si s'observen flors o fruits a la praderia estudiada es pot dur a terme una estima de la seva densitat.

8.2. Material necessari

- Cinta mètrica de 50 m
- Quadre de PVC de 20 x 20 cm
- Pissarra per anotar

8.3. Protocol per a l'estima de la densitat de floració/fructificació

La determinació de la densitat de flors o fruits es realitza conjuntament amb l'estima de densitat de feixos. El quadre de mostreig es col·loca a l'atzar a les taques de Posidònia i es compta en primer lloc el nombre de feixos que hi ha al seu interior. A continuació, sense moure el quadre de mostreig, es compta el nombre d'inflorescències o infructescències que hi ha a l'interior del quadre. Gràcies a aquests comptatges s'obté la densitat d'inflorescències/infructescències per metre quadrat de praderia, així com el percentatge de feixos que presenten flors o fruits. Igual que amb l'estima de densitat de feixos, es realitzen uns 10 censos al llarg de cada transsecte. El nombre d'inflorescències / infructescències obtingut en cada quadre s'apunta a la pissarra.

REQUISITS, NORMES DE SEGURETAT I ORGANITZACIÓ DEL TREBALL

1. REQUISITS

Tots els voluntaris que vagin a realitzar activitats de busseig han de ser majors d'edat, tenir la titulació mínima requerida per a bussejar (FEDAS-CMAS, SSI, PADI, ACUC) i tenir l'assegurança de busseig en vigor.

El material de busseig, excepte les botelles de busseig, és aportat pels voluntaris.

Material bàsic necessari per a la immersió i localització de l'estació

- GPS
- Equip de busseig
- Profundímetre
- Manòmetre
- Taules de busseig o ordinador de busseig per planejar la immersió

2. NORMES DE SEGURETAT

Abans de la immersió

- Comprovar que l'equip de busseig està complet.
- Comprovar el treball que s'ha de realitzar durant la immersió, repassar el material necessari i la manera de prendre correctament les mesures.
- Revisar amb el company l'equip de busseig i els senyals i paràmetres de la immersió.

Durant la immersió

- Mantenir sempre contacte visual amb el company.
- Controlar la flotabilitat durant tota la immersió, sobretot durant la presa de dades.
- Revisar periòdicament el manòmetre propi i el del company.
- Donar per acabada la immersió quan la quantitat d'aire romanent sigui igual o inferior a 1/3 de la capacitat de la botella i procedir a realitzar l'ascens.
- Ascendir sempre amb el company.

- Realitzar una parada de seguretat de 3 minuts a 5 metres de profunditat.

Després de la immersió

- Una vegada a terra passar les dades preses en les pissarres a la coordinadora de la Xarxa.
- Retornar tot el material de mostreig facilitat net i en bon estat.

3. ORGANITZACIÓ DEL TREBALL

A cada activitat de mostreig, les tasques de formació, coordinació i organització recauen sobre la coordinadora de la Xarxa.

Una vegada fixada l'hora i la data de l'activitat, i sempre que les condicions meteorològiques ho permetin, els voluntaris es reuneixen amb els responsables de la sortida, en el lloc i hora indicats.

Depenent del nombre final de bussejadors es planifica el treball a realitzar, que es reparteix entre els voluntaris, aclarint tots els dubtes existents sobre el treball que cadascú ha de dur a terme. La immersió es realitza sempre per parelles.

La immersió està supervisades per un instructor de busseig o Divemaster procedent del centre de busseig col·laborador. A l'embarcació hi ha d'haver com a mínim una persona que supervisi els treballs des de la superfície, així com per ajudar en finalitzar la immersió amb la pujada dels equips.

Les immersions mai han de ser superiors als 25 m de profunditat, i cap dels voluntaris pot superar-la.

BIBLIOGRAFIA

- Alcoverro, T., Duarte, C. M. & Romero, J. (1997) The Influence of Herbivores on Posidonia Oceanica Epiphytes. *Aquatic Botany* **56**, 93–104.
- Buia, M. C. & Mazzella, L. (1991) Reproductive Phenology of the Mediterranean Seagrasses Posidonia Oceanica (L.) Delile, Cymodocea Nodosa (Ucria) Aschers., and Zostera Noltii Hornem. *Aquatic Botany* **40**, 343–362.
- 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.
- Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G., Chauvet, C., Duval, C., Galzin, R., Lejeune, P., Barnabe, G., Blanc, F., Chevalier, R., Duclercq, J., et al. (1985) Evaluation Visuelle Des Peuplements et Populations de Poissons. Méthodes et Problèmes. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)* **40**, 467–539.
- Jordà, G., Marbà, N. & Duarte, C. M. (2012) Mediterranean Seagrass Vulnerable to Regional Climate Warming. *Nature Climate Change* **2**, 821–824.
- 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.
- 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.
- Sandmeier, M., Caye, G. & Molenaar, H. (1999) Seed Enzyme Polymorphism and Autogamy of the Seagrass Posidonia Oceanica from the Western Mediterranean. *Botanica Marina* **42**, 359–366.
- Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajón, A., García-March, J. R., Grau, A., Hendriks, I. E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., et al. (2017) S.O.S. Pinna Nobilis: A Mass Mortality Event in Western Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science* **4**, 1–6.