



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Agricultura,  
Ramaderia, Pesca i Alimentació  
**Direcció General de Pesca  
i Afers Marítims**

## **PROTOCOL DE BONES PRÀCTIQUES EN EL FONDEIG I L'ANCORATGE AL LITORAL CATALÀ**



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Agricultura,  
Ramaderia, Pesca i Alimentació  
**Direcció General de Pesca  
i Afers Marítims**

**Autors:**

**Grup de Treball d'Hàbitats d'Interès Pesquer**  
Comissió d'Investigació i Sostenibilitat del Consell de Pesca  
Direcció General de Pesca i Afers Marítims

**Any**

**Juliol de 2016**

## Índex

<b>1. Introducció .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Les fanerògames marines .....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Posidonia oceanica</i> .....	6
2.2. <i>Cymodocea nodosa</i> .....	6
2.3. <i>Zostera noltei</i> i <i>Zostera marina</i> .....	7
<b>3. Importància de les praderies de fanerògames marines .....</b>	<b>8</b>
3.1. Riquesa de l'ecosistema .....	8
3.2. Producció de matèria orgànica o biomassa .....	8
3.3. Estabilització dels fons i de la dinàmica de sorres .....	8
3.4. Bioindicadors .....	9
3.5. Oxigenació de les aigües litorals.....	9
3.6. Productors nets de sediments carbonatats .....	9
3.7. Mitigació del canvi climàtic.....	9
<b>4. Marc legal aplicable .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Causes humanes de la regressió de fanerògames.....</b>	<b>12</b>
5.1. Desenvolupament litoral .....	12
5.2. Activitats de pesca professional.....	13
5.3. Activitats turístiques.....	13
5.3.1. <i>Ancoratge d'embarcacions</i> .....	14
5.3.2. <i>Instal·lació inadequada de sistemes de fondeig</i> .....	15
5.4. Degradació de la qualitat de l'ecosistema.....	17
5.5. Canvi climàtic .....	18
<b>6. Bones pràctiques en l'ancoratge d'embarcacions .....</b>	<b>19</b>
<b>7. Bones pràctiques en la instal·lació de sistemes de fondeig.....</b>	<b>20</b>
7.1. Correcta planificació dels camps de boies de fondeig.....	20
7.2. Sistemes de fondeig .....	21
7.2.1. <i>Instal·lació de sistemes de fondeig sobre sorra:</i> .....	21
7.2.2. <i>Instal·lació de sistemes de fondeig en zones en contacte o sobre praderies de fanerògames marines</i> .....	21
7.3. Pràctiques d'instal·lació i retirada dels sistemes de fondeig.....	22
7.4. Retirada de morts de formigó actualment instal·lats sobre fanerògames marines .....	23
<b>Annex: Sistemes de fixació de baix impacte .....</b>	<b>24</b>
A. Sistema d'ancoratge " <i>Manta-Ray</i> " .....	24
B. Sistema d'ancoratge en espiral ( <i>Steel coil anchor Harmony type P.</i> ) .....	25
C. Sistema d'ancoratge helicoidal ( <i>Sand screw, helix o helical anchor</i> ) .....	26
D. Sistema d'ancoratge sobre substrats durs ( <i>Grouted anchor</i> ) .....	27

## **1. Introducció**

Des d'un punt de vista biològic, tots els ecosistemes aquàtics, així com l'estat dels seus hàbitats, estan relacionats amb els recursos marins vius. Relació que s'estableix tant amb la seva qualitat com amb la quantitat d'aquests. Per tant, des d'una perspectiva científica, ja sigui de forma directa com indirecta, tots ells es considerarien d'interès per a l'activitat pesquera.

Entre tots aquests hàbitats, alguns es caracteritzen per acollir major quantitat d'organismes que en ells troben protecció i recer. Aquests hàbitats esdevenen llocs privilegiats per alimentar i acollir algunes, o totes, les fases vitals de moltes espècies d'interès pesquer. Per aquest motiu, aquests hàbitats estan protegits per la legislació pesquera i ambiental internacional, estatal i catalana i, normativament, són considerats d'interès pesquer.

D'acord amb la legislació vigent, els principals hàbitats d'interès pesquer presents al Mar Mediterrani estan formats per les comunitats de fanerògames marines, els hàbitats de coral·ligen i els fons de maèrl o grapissar.

### **Les fanerògames marines**

Les fanerògames marines són plantes superiors perennes, que com a tals, produeixen flors i fruits i que viuen en el medi marí. Formen praderies, conegudes a Catalunya amb els noms d'alguers, altines, herbassars o bruts.



Estructuren ecosistemes complexos i tenen un paper imprescindible en els cicles biològics marins. Colonitzen principalment fons sorrencs, entre 0 i 25 metres de profunditat, encara que en funció de la transparència de l'aigua, i per tant de la presència de llum, poden arribar a profunditats superiors. També es dona la presència de fanerògames en fons rocosos.

Les espècies de fanerògames marines presents al litoral català són *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltei* i *Zostera marina*.

La fanerògama més abundant i sensible al litoral català és la *Posidonia oceanica*, espècie endèmica de la Mediterrània.

### **El coral·ligen**

És una comunitat amb una base estructural fonamentada en algues vermelles calcàries (*Mesophyllum alternans* i *Lithophyllum frondosum*), que es caracteritza per la predominança d'espècies d'animals suspensívores (gorgònies i esponges) que poden arribar a envergadures molt destacades.



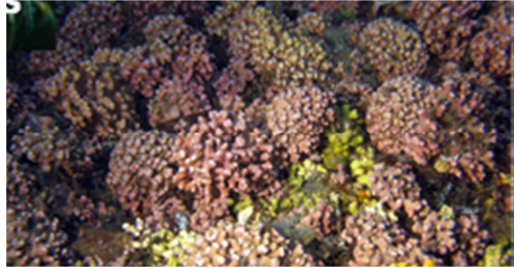
L'hàbitat que es genera en aquestes formacions és estructuralment molt complex i permet el desenvolupament de moltes espècies d'invertebrats (poliquets, mol·luscs, briozous, crustacis) i d'algues, així com d'una rica fauna piscícola associada.

### **El maèrl o grapissar**

És una formació vegetal formada per l'acumulació d'algues vermelles calcàries de creixement lent i sense subjecció al substrat, principalment *Lithothamnium corallioides* i *Phymatolithon calcareum*.

Concrecions algals de diferents mides i formes entapissen el fons marí, entre 10 i 90 metres, i són remogudes quan es produeixen condicions hidrodinàmiques d'alt nivell energètic.

El maèrl constitueix un ecosistema d'alt valor ecològic ja que alberga una gran diversitat d'organismes, tant vegetals com animals, i és refugi i zona de cria de diferents espècies, també d'interès comercial.



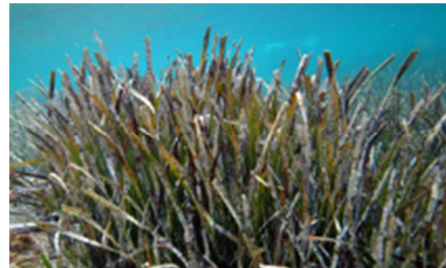
## **2. Les fanerògames marines**

Totes les fanerògames marines tenen en comú que les fulles s'agrupen en feixos i que aquests s'uneixen entre sí mitjançant tiges o rizomes que poden tenir un creixement horitzontal o vertical.

A continuació es comenten de forma abreujada algunes de les característiques principals d'aquestes espècies pel que fa a la distribució al litoral català, la seva morfologia, pautes de creixement i cicle biològic.

### **2.1. *Posidonia oceanica***

Es distribueix al llarg de tota la costa menys a les zones de la desembocadura dels rius principals, des de pocs metres de fondària fins a 25 metres, sempre que la transparència de l'aigua permeti l'arribada de la llum solar per a poder realitzar la fotosíntesi. Colonitza aigües netes i amb un cert grau d'agitació, creixent sobre substrats sorrencs arrezerats i, en menor mesura, també sobre fons de roca. És l'espècie de fanerògama més gran i robusta a la costa catalana.



A l'extrem superior dels rizomes es troben els feixos de fulles (4-10), d'un color verd fosc i amb forma de cinta, de fins a 1 metre de longitud i entorn 1 cm d'amplada.

Presenta una longevitat força alta. Tot i que les fulles es van renovant periòdicament, les tiges individuals poden viure fins als 50 anys i els rizomes molt més.

La posidònia és una planta superior que es reproduïx principalment de forma vegetativa o asexual per fragmentació i creixement horitzontal. D'altra banda, tot i que amb freqüències molt baixes, la reproducció sexual a través d'òrgans sexuals masculins (estams) i femenins (pistils) també pot tenir lloc.

El creixement del seus rizomes, tant horitzontal com vertical, creen una xarxa tridimensional que es troba soterrada en gran part pel sediment. Aquest tipus de creixement representa una bona estratègia de supervivència en zones d'elevada sedimentació, ja que n'evita el seu soterrament.

El creixement vertical de les fanerògames presenta etapes estacionals. A la primavera, les fulles creixen ràpidament, a la tardor cauen les fulles i a l'hivern, tot i que l'activitat de la planta és molt baixa, gràcies a les reserves emmagatzemades durant l'estiu, la planta comença a produir noves fulles. Les fulles velles caigudes, s'esfilagarsen i es barregen amb la sorra i formen pilotes de fibres que es poden trobar a les platges i que poden servir d'indicadors de la seva presència.

La *Posidonia oceanica* presenta una taxa de creixement horitzontal molt lenta, de només 1-2 cm/any. Quan estem davant del naixement d'un nou herbassar aquesta taxa pot augmentar fins a 5-6 cm/any. La seva baixa capacitat de creixement determina en gran part la seva vulnerabilitat i baixa capacitat de resposta davant de les pertorbacions d'origen antròpic o natural.

### **2.2. *Cymodocea nodosa***

Forma praderies que poden arribar a ser molt denses, en ambients calmats com badies d'aigües somes o cales. També en costes més obertes, però en aquest cas, per sota dels 10 metres, ja





que no tolera l'onatge fort. La distribució és molt similar a la de la posidònia (fondària inferior a 30 metres) i es pot trobar associada als marges de les praderies d'aquesta. Les praderies més importants de *Cymodocea* a Catalunya es troben al golf de Roses, a la badia de Pals, al Maresme, a la costa Daurada, al Tarragonès i al delta de l'Ebre, entre d'altres indrets.

La taxa de creixement horitzontal és molt ràpida, fins a 2,5 metres/any. Aquest fet li permet estendre's amb relativa facilitat quan les condicions ambientals i físiques li són favorables.

Les fulles poden assolir els 60 cm de longitud i 4,5 mm d'amplada. Presenten de 7 a 9 nervis paral·lels que recorren longitudinalment la fulla. La punta de la fulla és arrodonida i serrada. Les tiges són fràgils i de color groc-rogenç amb nusos circulars que indiquen antics feixos de fulla ja caiguts.

A diferència de la posidònia, la reproducció sexual d'aquesta espècie és bastant freqüent. Aquest fet incrementa la capacitat de recuperació d'aquesta fanerògama davant possibles pertorbacions.

### **2.3. *Zostera noltei* i *Zostera marina***

El gènere *Zostera* sp. agrupa les espècies més petites de totes les fanerògames marines de la costa catalana. Les seves fulles mesuren uns 1-3 mm d'amplada i el rizoma pot arribar a 1,4 mm de gruix.

És una planta perenne que podem trobar a llocs d'aigües somes i tranquil·les, on el sediment és més fangós. Els seus rizomes són groguencs i no presenten nusos circulars.



La distribució de la *Zostera marina* a la costa catalana és molt reduïda. Així, només ha estat vista a la badia dels Alfacs (delta de l'Ebre) i en dues localitzacions properes al cap de Creus, la badia de Portlligat i cala Jonquet. *Zostera noltei*, entre d'altres indrets, ha estat localitzada a la zona de cap de Creus (cala Calders, Portlligat, cala Jonquet i cala Jugadora), al litoral de Begur (Sa Tuna) i a les badies del Delta de l'Ebre.

La *Zostera marina* té una grandària similar o fins i tot superior a la *Zostera noltei*. En aquest sentit, la segona és l'espècie de fanerògama marina més petita. *Z. Marina* es sol trobar barrejada amb *Cymodocea nodosa* o algunes algues, essent però molt escassa.

### **3. Importància de les praderies de fanerògames marines**

La importància dels herbassars marins no es limita només a les diferents espècies de fanerògames marines que l'integren, sinó que les praderies constitueixen per sí mateixes importants i complexos ecosistemes, tenint un ampli ventall de funcions ecològiques.

Així, aquests hàbitats generen importants beneficis ecosistèmics com permetre el desenvolupament de moltes espècies objecte de la pesca comercial i/o recreativa, l'esmoreïment de la dinàmica marina i l'estabilització litoral o la mitigació del canvi climàtic. En aquest sentit, la seva degradació inevitablement tindrà efectes econòmics importants i més o menys directes per a la societat.

#### **3.1. Riquesa de l'ecosistema**

Les praderies de fanerògames marines comprenen, en el seu interior o associades a elles, una biodiversitat molt superior a la d'altres comunitats bentòniques (del fons marí) mediterrànies.

En aquest sentit, en una praderia de posidònia podríem trobar fins a més de 700 espècies diferents, incloent: algues epífites, hidroïdeus (pòlips i meduses), porífers (esponges), poliquets (cucs), briozous (pòlips colonials amb embolcall calcari), amfípodes (gambetes diminutes), decàpodes (crustacis de 10 potes), mol·luscs, etc. A més, cal afegir-hi la fauna nedadora, com els peixos, i la fauna bentònica, com els equinoderms: garotes, holotúries (cogombres de mar) i estrelles de mar.

Les praderies de fanerògames marines són àrees de reproducció, alevinatge i zona de descans i resguard per a nombroses espècies de peixos. A més de garantir l'existència d'espècies d'interès pesquer (peixos, mol·luscos i altres invertebrats) de gran valor comercial, són l'hàbitat predilecte d'algunes espècies protegides per la legislació sectorial com la nacra (*Pinna nobilis*) o el corn (*Charonia lampas*).

Aquests hàbitats també són molt importants per les activitats pesqueres, ja que en ells s'hi troben moltes espècies de consum humà, com les sèpies i multitud de peixos com els déntols, molls, sards, pagells, rajades, mussols, escòrpores, orades i aranyes, que hi realitzen part del seu cicle vital.

#### **3.2. Producció de matèria orgànica o biomassa**

La gran quantitat d'organismes que podem trobar en aquests ecosistemes, provoquen que la producció de matèria orgànica sigui molt elevada. Les algues epífites i les que viuen enganxades als rizomes, constitueixen una important font d'aliment per als habitants de la praderia. Entre els excrements dels animals que s'alimenten de les fulles (cargols, salpes, garotes, etc.), trobem trossos d'aquestes sense digerir, que es reincorporen a la xarxa tròfica i són aprofitats per organismes detritívors, és a dir, que s'alimenten de matèria morta en descomposició. Les restes no aprofitades acaben mineralitzant-se o passen a formar part del sediment.

La matèria orgànica generada no només té influència a la pròpia praderia, sinó que és exportada a d'altres llocs gràcies a l'acció dels corrents, provocant beneficis als ecosistemes adjacents.

#### **3.3. Estabilització dels fons i de la dinàmica de sorres**

La complexa estructura de rizomes de creixement que presenta contribueix a la fixació del sediment i l'estabilització del fons marí. A més, les fulles que sobresurten dels rizomes formen una estructura de barrera que ajuda a esmoreir l'efecte de



l'hidrodinamisme (onades i corrents marins), evitant en gran mesura l'erosió de les platges i el litoral.

Així mateix, l'acumulació de fulles mortes a les platges protegeix de l'erosió generada per la dinàmica litoral marina, en especial durant els períodes de temporals hivernals.

### **3.4. Bioindicadors**

Les fanerògames marines es desenvolupen de manera òptima en zones on la qualitat de les aigües sigui bona ja que són unes plantes molt sensibles a la contaminació. Per aquest motiu, la presència, l'absència i la qualitat de les praderes de fanerògames marines, així com el seu estat de salut o d'integritat, ens pot donar una idea de la qualitat de les aigües d'un indret determinat.

### **3.5. Oxigenació de les aigües litorals**

La fotosíntesi és un procés fisiològic que permet a la planta la formació de matèria orgànica, a partir de l'ús de l'energia del sol i els nutrients absorbits del substrat o l'aigua. Com a resultat d'aquest procés, es produeix oxigen ( $O_2$ ), que serà emprat per respirar, pels diferents organismes que viuen a la praderia o a d'altres indrets de l'ecosistema marí.

### **3.6. Productors nets de sediments carbonatats**

Molts dels organismes que viuen a les praderies tenen esquelets de composició calcària que, en morir i degradar-se, passen a formar part del substrat.

Part d'aquests sediments romandrà al substrat marí i una altra part serà transportada per les onades i els corrents cap a la costa, afavorint així el manteniment i renovació de la sorra de les platges.

### **3.7. Mitigació del canvi climàtic**

Les praderies presenten una elevada capacitat d'absorció i fixació de  $CO_2$  atmosfèric, contribuint així a l'atenuació de l'efecte hivernacle i la mitigació de les conseqüències del canvi climàtic. En aquest sentit, les praderies de *Posidonia oceanica* constitueixen un dels principals embornals de  $CO_2$  atmosfèric de la Mediterrània.

Així mateix, la síntesi de matèria orgànica també afavoreix a la fixació d'altres nutrients i, en aquest sentit, també presenten un cert efecte depurador de l'aigua ja que absorbeixen nutrients de la columna d'aigua i els immobilitzen al sediment.

#### **4. Marc legal aplicable**

Degut a la importància ecològica, econòmica i social d'aquests hàbitats, amb el temps s'han anat aprovant diferents normatives sectorials dirigides a la seva preservació i protecció.

Cal destacar l'aprovació a principis dels anys 90 per part del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya de l'**Ordre de 31 de juliol de 1991, per a la regulació d'herbassars de fanerògames marines**. Aquesta pionera regulació encara està vigent i estableix que "amb la finalitat de prevenir la desaparició dels herbassars d'alguers de fanerògames marines i de permetre la conservació dels biòtops corresponents, es prohibeix la destrucció, la venda, la compra i la utilització d'aquestes espècies".

Des de llavors, ha anat incrementant el nombre de normatives destinades a la seva preservació. Actualment els herbassars de fanerògames marines constitueixen un hàbitat d'interès pesquer protegit per la normativa europea, estatal i catalana pesquera i ambiental.

Pel que fa a les diferents normatives aplicables, l'article 11 del Protocol sobre Zones Especialment Protegides i Diversitat Biològica de la Mediterrània (**Protocol ZPIM**) del Conveni de Barcelona, indica que s'establiran i recolliran llistes d'espècies en perill o amenaçades de flora i fauna marina, i s'acordarà atorgar-los la condició de protegides. Així mateix, s'indica que s'haurà de reglamentar i, quan escaigui, prohibir les activitats que tinguin efectes adversos sobre aquelles espècies o els seus hàbitats, i s'adoptaran mesures d'ordenació, planificació i d'altre índole per garantir-ne el bon estat de conservació. Així mateix, l'article 12 del Protocol ZPIM estableix que l'Estat haurà de vetllar per la protecció i conservació de la *Posidonia oceanica*, la *Cymodocea nodosa*, la *Zostera noltei* i la *Zostera marina*.

En aquest sentit, d'acord amb l'apartat a) de l'article 54 de la **Llei 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat**, i el Reial decret 139/2011, de 4 de febrer, per al desenvolupament de la Llista d'espècies silvestres en règim de protecció especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades, les quatre espècies de fanerògames presents al litoral de Catalunya, no es poden "recollir, tallar, mutilar, arrencar o destruir intencionadament". D'altra banda, aquesta norma també estableix que es poden reglamentar les operacions d'ancoratge d'embarcacions o altres de semblants per a les zones amb presència de *Posidonia oceanica*.

També cal tenir present el Protocol relatiu a la Gestió integral de zones costaneres de la Mediterrània (**Protocol GIZC**) del Conveni de Barcelona. Al seu article 10 s'indica que les parts hauran d'adoptar mesures per a protegir les característiques de determinats ecosistemes costaners particulars com els hàbitats marins. Així, "reconeixent la necessitat de protegir les zones marines que contenen hàbitats i espècies amb alt valor de conservació, independentment de la seva classificació com a zones protegides, han d'adoptar mesures per a garantir, mitjançant la legislació, la planificació i la gestió, la protecció i la conservació de les zones marines i costaneres, en particular les que continguin hàbitats i espècies la conservació de les quals representi un gran valor".

Pel que fa a la normativa ambiental Europea, l'annex I sobre les classes d'hàbitats naturals d'interès comunitari la conservació dels quals requereix la designació de ZEC de la Directiva 92/43/CEE del Consell de 21 de maig de 1992 relativa a la conservació dels hàbitats naturals y de la fauna y flora silvestres (**Directiva Habitats**), recull l'hàbitat dels herbassars de posidònia i els classifica com a hàbitat prioritari.

Pel que fa a la normativa pesquera d'àmbit europeu, el capítol II del **Reglament (CE) núm. 1967/2006 del Consell de 21 de desembre de 2006, relatiu a les mesures de gestió per l'explotació sostenible dels recursos pesquers al Mar Mediterrani**, fa referència a les espècies i els hàbitats protegits. Amb l'objectiu de protegir els hàbitats d'interès per a la pesca, el seu article 4 prohibeix la pesca amb diferents arts sobre llits de vegetació marina constituïda per *Posidonia oceanica* i altres fanerògames, així com sobre hàbitats de coral-ligen i grapissar.

Així mateix s'indica que els estats membres hauran de prendre les mesures oportunes per garantir l'adequada recopilació d'informació científica per a la identificació i descripció cartogràfica d'aquests hàbitats.

En el mateix sentit, els articles 29 i 32 de la **Llei 2/2010, del 18 de febrer, de pesca i acció marítimes** de Catalunya estableixen que "els espais ocupats per zones d'herbassars de fanerògames marines, coral-lígens i grapissars (fons de maërl) són hàbitats protegits als efectes de pesca, en concordança amb la normativa pesquera de la Unió Europea i de la normativa mediambiental". En aquest sentit, es determinen com a infraccions greus les accions que puguin malmetre l'estat d'aquestes zones d'interès pesquer o les seves barbadetes, així com altres actuacions que puguin perjudicar greument la gestió i la conservació dels recursos marins.

D'altra banda, cal tenir present la darrera modificació de la **Llei Orgànica 10/1995, de 23 de novembre, del Codi Penal**, ja que modifica el seu articulat. Així, indica que el que contravenint les lleis o altres disposicions de caràcter general, talli, arranqui, recol·lecti, adquireixi, posseeixi o destrueixi espècies protegides de flora silvestre, o trafiqui amb elles, les seves parts, derivats de les mateixes o amb els seus propàguls, serà castigat amb pena de presó o una multa, i inhabilitació especial per la seva professió o ofici fins a dos anys. D'altra banda, s'imposarà la mateixa pena en el cas de que, contravenint les lleis o altres disposicions de caràcter general, es destrueixi o alteri greument el seu hàbitat.

## **5. Causes humanes de la regressió de fanerògames**

Les praderies de fanerògames marines, a més d'estar exposades a les perturbacions naturals i malgrat tota la legislació vigent que les protegeix, estan sotmeses a multitud de pressions directes i/o indirectes (per la pèrdua de qualitat del medi) lligades a l'activitat humana. Sovint, a més, la pressió ve donada per l'acció de diferents factors alhora i, per tant, l'impacte negatiu i la disminució de la resiliència davant les perturbacions naturals d'aquest important ecosistema és molt superior.

Així, la sensibilitat i la fragilitat d'aquests hàbitats lligada a la seva proximitat a la costa, on es concentra la major part de la població i hi convergeixen nombroses activitats socioeconòmiques, fan que les nostres praderies siguin molt vulnerables a les pressions antròpiques.

### **5.1. Desenvolupament litoral**

Les obres d'infraestructura litoral com la construcció de ports esportius, espigons o conduccions submarines (cables, emissaris, etc.) poden malmetre les praderies fins al punt de poder-les fer desaparèixer. Això és degut al fet que aquestes construccions es poden realitzar en zones on aquestes espècies poden viure i, per tant, podrien arribar a realitzar-se directament a sobre de les praderies o afectant àrees susceptibles de poder ser recolonitzades per aquestes.

D'altra banda, també s'ha de contemplar l'impacte indirecte que generen les obres, ja que suposen un obstacle a la circulació natural de les aigües i, per tant, alteren la dinàmica preexistent dels corrents i les onades. En aquest sentit, en funció de la ubicació de l'estructura, poden modificar els processos naturals de sedimentació i arribar a tenir efectes negatius sobre les praderies existents o les zones susceptibles de ser recolonitzades.

La construcció mal planificada d'algunes d'aquestes infraestructures porta associada modificacions en les dinàmiques d'erosió i sedimentació litoral, accentuada durant els temporals. Així, una de les conseqüències és la regressió d'algunes platges i l'ampliació d'altres. Per fer front a aquestes alteracions i poder mantenir la utilitat d'aquest recurs turístic, amb el temps s'han executat diferents solucions com la construcció de nous espigons o la regeneració de platges amb material dragat o transportat d'altres zones. Cap d'elles, però, a més de suposar noves pressions per l'hàbitat de fanerògames marines, no ha donat solucions definitives a la problemàtica i, per tant, s'han de repetir amb el temps.

Els dragatges de fons marins, a més de servir per reposar la sorra que s'ha perdut de les platges, també s'utilitzen per habilitar canals de navegació en zones on s'acumulen els sediments i disminueix la fondària dificultant el pas d'embarcacions. Quan no s'executen correctament, aquestes actuacions provoquen l'erosió del fons i l'arrencament de les plantes o el seu colgament per la sorra mobilitzada.

Per tot això, la correcta planificació d'aquestes infraestructures i actuacions que tenen lloc al litoral és clau per evitar i/o minimitzar la pressió que poden generar sobre



aquests hàbitats d'interès pesquer evitant, així, els impactes negatius de la seva degradació.

## **5.2. Activitats de pesca professional**

Les arts de pesca com el ròssec (bou), les dragues, l'encerclament, les xarxes de tir des d'embarcació i altres modalitats pesqueres i marisqueres són perjudicials per a les praderies de fanerògames marines, ja que al passar amb l'art per sobre d'aquests hàbitats, arrenquen gran quantitat de fulles i rizomes. Així, la relinga de ploms, portes, cables i cadenes, així com la mateixa xarxa, poden provocar destrosses a les praderies.

Per aquest motiu, com s'ha comentat anteriorment, la normativa sectorial de pesca prohibeix l'ús d'aquestes modalitats sobre fons amb presència de fanerògames marines.



## **5.3. Activitats turístiques**

Les activitats turístiques que actualment exerceixen una pressió més directe sobre aquests hàbitats d'interès pesquer estan vinculades a la nàutica d'esbarjo. En aquest sentit, segons dades del Pla de Ports de Catalunya (PPC), la costa catalana acull 50 ports esportius i instal·lacions nàutiques aptes per el turisme nàutic, amb un total de 28.641 amarradors. Així, Catalunya representa un dels focus de concentració d'infraestructures nàutiques a Espanya amb prop d'un 15% dels ports esportius espanyols i el 25% dels amarradors (la tercera i la primera comunitat en importància respectivament).

A més dels ports esportius, les dàrsenes esportives, les marines interiors i les instal·lacions lleugeres, cal tenir en compte diferents ports naturals que permeten el fondeig d'embarcacions i les diferents instal·lacions permanents (zones de varada permanent) o de temporada (zones de varada estacionals, palanques en ports i platges i boies) amb les quals es duplica la capacitat d'oferta per a la nàutica esportiva fins a arribar a les 48.477 places, 2.992 de les quals són boies de temporada (PPC).

Durant els darrers 30 anys, i lligat a l'augment del turisme i activitats nàutiques, s'ha gairebé duplicat la oferta d'amarradors als ports de Catalunya. Així, aquest increment és un bon reflex de l'augment de les activitats lligades a les embarcacions recreatives i de transports de viatgers dels darrers temps.

Com la resta d'activitats humanes, la nàutica d'esbarjo té associades diferents pressions sobre els ecosistemes com les emissions de CO<sub>2</sub>, la pesca recreativa, la contaminació de les aigües o l'erosió física dels fons marins deguda als ancoratges. Així, el gran creixement de l'activitat nàutica d'esbarjo dels darrers anys, a més de suposar uns ingressos econòmics directes, també ha suposat un augment de la pressió humana sobre el medi i, amb aquesta, dels impactes ecològics i econòmics que porta associats (degradació d'hàbitats i possibles repercussions sobre recursos turístics i pesquers).

El fondeig i ancoratge d'embarcacions porta associada l'erosió mecànica dels fons marins. Aquesta erosió, tindrà un major o menor impacte sobre l'ecosistema en funció de l'ús de cordes o cadenes, la tipologia d'àncores usades i la classe i sensibilitat dels hàbitats marins sobre els quals es dugui a terme.

D'altra banda, moltes de les instal·lacions temporals relacionades amb l'amarratge d'embarcacions de temporada, s'instal·len al medi marí per mitjà de diferents sistemes de fixació. En aquest sentit, la tipologia d'aquestes fixacions i la seva localització també seran determinants en l'erosió mecànica dels hàbitats bentònics.

Respecte a les fixacions d'aquestes infraestructures i elements temporals al medi, per diferents raons (econòmiques i tècniques), habitualment s'han utilitzat diferents classes de "morts". Amb el temps, però, s'ha vist que les seves característiques i la seva mobilitat associada als temporals implica la degradació dels ecosistemes bentònics marins degut a l'erosió mecànica d'aquests sobre els fons. A més, aquesta mateixa mobilitat fa que en ocasions s'extraviiïn els morts d'una temporada a la següent forçant la instal·lació de nous elements de fixació, incrementant el cost econòmic, la quantitat de residus acumulats al mar i la degradació dels ecosistemes marins deguda al moviment d'artefactes.

Sense haver de limitar les activitats nàutiques i amb l'objectiu d'evitar la degradació directe o indirecte dels ecosistemes marins lligada aquests usos i, per tant, tots els impactes econòmics associats al turisme i a la pesca, darrerament s'estan fent passes cap a models més respectuosos. Per exemple:

- Establiment de restriccions normatives i recomanacions generals dins o fora dels espais naturals protegits.
- Clàusules particulars en les autoritzacions en serveis de temporada pel que fa a la instal·lació de camps de boies i abalisament de zones de bany.
- Projectes concrets d'identificació i eliminació d'artefactes de fons marins.

#### 5.3.1. Ancoratge d'embarcacions

L'increment del turisme en general, i dels esports nàutics en particular, a la costa ha anat lligat a l'afectació d'algunes comunitats marines. A més, cal tenir present que les zones més atractives per aquestes activitats són les cales resguardades d'aigües clares on sovint es troben fanerògames marines.

L'ancoratge d'embarcacions en zones amb presència de fanerògames marines pot degradar aquest hàbitat arrencant-ne fulles i/o rizomes. Així, sigui per l'efecte de l'ancora o pel de la cadena, les maniobres de llançament i recollida solen arrencar i/o malmetre aquestes plantes (figura 1 i 2). Aquest efecte s'agreuja si l'embarcació garreja, és a dir que arrossega el sistema d'ancoratge pel fons degut a una maniobra mal efectuada. Sobre praderies de fanerògames marines sovint té lloc aquest efecte ja que l'estructura del substrat dificulta la subjecció de l'ancora en comparació a les zones de fons sorrencs.



Figura 5.3.1.1



Figura 5.3.1.2



Figura 5.3.1.3

S'estima que en una maniobra completa d'una embarcació es poden arribar a destruir entre 16 a 34 feixos de posidònia (figura 3). Per això és imprescindible minimitzar o eliminar l'impacte produït per l'ancoratge.



Es pot minimitzar aquesta problemàtica si els usuaris d'embarcacions d'esbarjo tenen cura a l'hora de fondejar i amb la utilització de formes alternatives de fondeig (instal·lació d'amarratges fixos, boies fixes, etc). Així es podrien conservar les praderes de posidònia, i fins i tot podria arribar a incrementar-se la seva superfície pels marges a raó d'entre 2 i 6 centímetres l'any.

### 5.3.2. Instal·lació inadequada de sistemes de fondeig

La instal·lació controlada i adequada de camps de boies de fondeig és una bona eina de reducció de l'impacte de l'ancoratge lliure. Tanmateix, una mala planificació o una mala praxi en la instal·lació dels camps de boies de fondeig pot generar un impacte a vegades superior al produït per l'ancoratge lliure.

Els sistemes de fondeig tradicionals són els que es gestionen mitjançant l'ús de boies que queden fixades al fons amb morts de formigó. Aquestes boies poden ser d'ús lliure o d'ús reservat mitjançant el pagament d'una quota.



Els camps de boies, són instal·lacions autoritzades dins els serveis de temporada a les platges i mar territorial pel Servei de Costes de la Generalitat de Catalunya als ajuntaments. Sovint, però, la instal·lació i gestió d'aquesta instal·lació s'acaba adjudicant a un tercer.

La instal·lació d'aquests elements temporals sobre praderies de fanerògames marines o les seves barbadetes pot generar un fort impacte sobre l'ecosistema degut a:

- L'impacte directe causat pel mort de fondeig, que destrueix els feixos vegetals que esclafa, deixant clapes i clarianes a la praderia. (figura 2.1)
- L'efecte de borneig de la cadena a l'arrossegar-se sobre la praderia, que provoca moviment en totes les direccions que poden arribar a arrencar feixos sencers. (figura 2.2)
- L'impacte pel moviment o desplaçament del mort de formigó causat per un mal disseny dels elements de fixació, un mal ús de les boies de fondeig o els temporals. (figura 2.3)

Però no només es genera impacte pel disseny del sistema de fondeig. Les pràctiques inadequades en la instal·lació i retirada dels morts de fondeig poden ser una de les principals causes de regressió d'una praderia.

Per exemple, la instal·lació de sistemes de fondeig sense la corresponent autorització, col·locats per particulars a diversos punts de la costa, i que generalment són abandonats en acabar la temporada d'estiu, genera un impacte molt significatiu sobre les nostres praderies. Com també és perjudicial la pràctica d'arrossegar i acumular els morts de fondeig en un punt durant l'hivern quan aquesta té lloc sobre les praderies de fanerògames marines (figura 2.4).

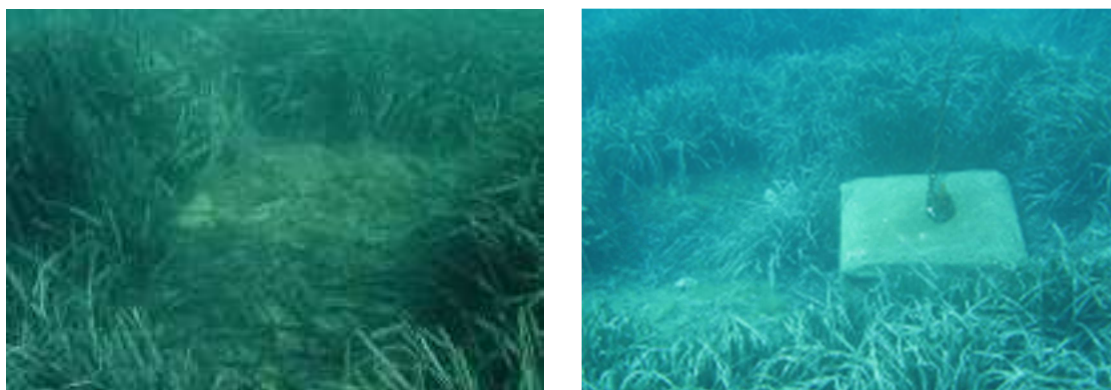


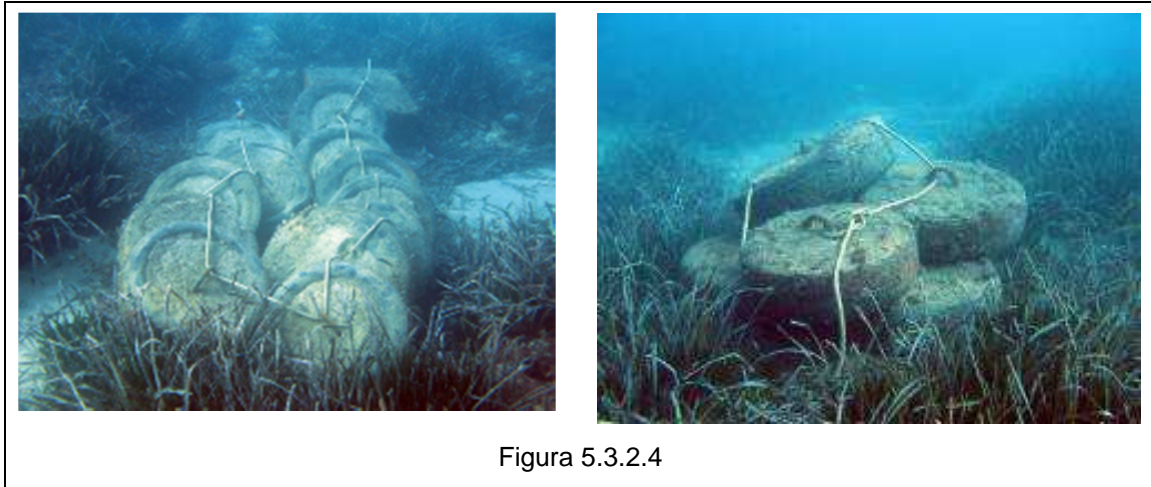
Figura 5.3.2.1



Figura 5.3.2.2



Figura 5.3.2.3



#### 5.4. Degradació de la qualitat de l'ecosistema

L'arribada de llum en òptimes condicions és vital per a la supervivència de les plantes, ja que altrament la planta no pot realitzar correctament la fotosíntesi i, per tant, no pot obtenir l'energia necessària per créixer adequadament. Així, la disminució de la transparència de la columna d'aigua pot afectar negativament la qualitat de la planta i, a més, reduirà la profunditat a la que pot viure i, per tant, la seva àrea de distribució.

En aquest sentit, l'excés de matèria orgànica en suspensió provoca la disminució de la transparència de l'aigua i, per tant, redueix la quantitat de llum disponible per la planta. La presència en excés de matèria orgànica a la columna d'aigua pot ser per aportacions d'origen terrestre directes, o per excés de producció primària del medi degut a la contaminació per substàncies inorgàniques (nitrogen i fòsfor) que provocaran l'eutrofització de l'ecosistema.



A més de l'abocament de matèria orgànica al mar, als ecosistemes marins hi arriben tot tipus de contaminants d'origen terrestre per abocament directe o de forma indirecte (escorrentia superficial). La majoria de productes contaminants són invisibles i inodors, cosa que en fa difícil la localització i posterior identificació, necessitant-se analítiques específiques per tal de poder ser detectats. Aquests s'acumulen als teixits dels organismes i els seus efectes es veuen a llarg termini, afectant tota la cadena alimentària.

L'abocament il·legal de pesticides, productes industrials, hidrocarburs (petroli, benzina, etc.), metalls pesants (plom, mercuri, cadmi, etc.), degrada les fanerògames marines i pot arribar a causar la mort a aquestes espècies i d'altres





organismes presents en aquests hàbitats. També el mal funcionament de les instal·lacions de sanejament pot ocasionar episodis puntuals de degradació sobre les fanerògames marines.

Una altra forma de degradació de la qualitat de l'ecosistema és degut a la introducció d'elements biològics nous a l'ecosistema, com la introducció d'espècies al·lòctones invasores.

La colonització de noves àrees per part de diferents espècies és un procés natural i dinàmic, limitat en alguns casos per barreres de tipus climàtic, físic, geogràfic, etc. Actualment, però, l'home és el causant de la dispersió a indrets llunyans d'aquestes espècies, que de manera natural molt difícilment haurien pogut arribar a colonitzar determinades zones, per les barreres abans esmentades. En molts casos, aquest és un procés força violent. L'espècie invasora pot ser molt agressiva en la seva estratègia colonitzadora i pot arribar a desplaçar o fins i tot, eliminar les espècies autòctones que realitzen la mateixa funció. Un exemple d'espècies invasores que poden posar en perill les praderies de fanerògames marines són la proliferació de *Caulerpa taxifolia* o la *Caulerpa racemosa*.



### **5.5. Canvi climàtic**

Els augments en la concentració de CO<sub>2</sub> als ecosistemes marins lligat al canvi climàtic, a priori sembla que podria afavorir l'augment de la productivitat d'aquestes espècies. Tot i això, aquests efectes positius queden àmpliament superats pels efectes negatius del canvi climàtic sobre aquests hàbitats.

En aquest sentit, les fanerògames marines són sensibles a molts dels canvis en els ecosistemes marins deguts als canvis climàtics com les variacions de la temperatura, salinitat, transparència de la columna d'aigua, acidificació dels oceans, augment del nivell de l'aigua i a la modificació de la freqüència i intensitat dels temporals.

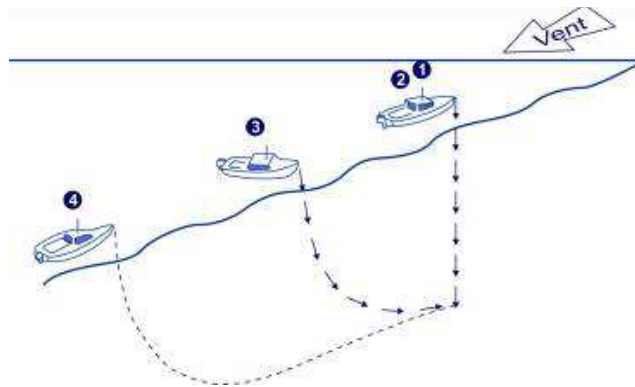
En aquest sentit, les actuals pressions antròpiques i la pressió negativa relacionada amb els efectes del canvi climàtic, posa en perill la persistència i resiliència de les fanerògames marines als nostres mars.

## **6. Bones pràctiques en l'ancoratge d'embarcacions**

L'ancoratge sobre la sorra és segur i no destrueix els fons. Per contra, l'ancoratge sobre els alguers no tan sols pot ser menys eficaç, sinó que a més destrueix els organismes que conformen aquest hàbitat.

La millor opció és amarrar l'embarcació a les boies de fondeig habilitades per aquesta finalitat. A més, sempre s'han de respectar les zones i limitacions establertes pels serveis de temporada autoritzats i la normativa sectorials en les zones protegides.

Si no es pot accedir a una boia de fondeig o aquesta és inexistent, abans de llençar l'àncora s'ha de procurar buscar un fons sorrenc, o una clariana suficientment lluny de la praderia de fanerògames marines per evitar afectar-la, i seguir els següents consells. D'aquesta forma es millorarà la nostra seguretat i es contribuirà a conservar les praderies submarines.



1. Apropar el vaixell de cara al vent i localitzar una zona clara (fons de sorra).
2. Tirar l'àncora quan el vaixell estigui parat.
3. Filar cadena o cap almenys tres vegades la profunditat del punt on hem tirat l'àncora. No cal fer marxa enrere per clavar l'àncora, ja que aquesta quedarà fixada al fons per la inèrcia del vaixell en recular.
4. Esperar que el vaixell hagi tornat a l'eix del vent i verificar l'ancoratge prenent enfilacions a terra o amb el GPS per comprovar que no garreja. Si garreja, filar una mica més de cadena o cap i, si cal, repetir la maniobra.
5. En el moment de la sortida, avançar amb el motor al mínim recollint el cap o la cadena fins a l'aplom de l'àncora sense estirar-la. Una vegada a l'aplom de l'àncora, pujar-la fins a l'embarcació.

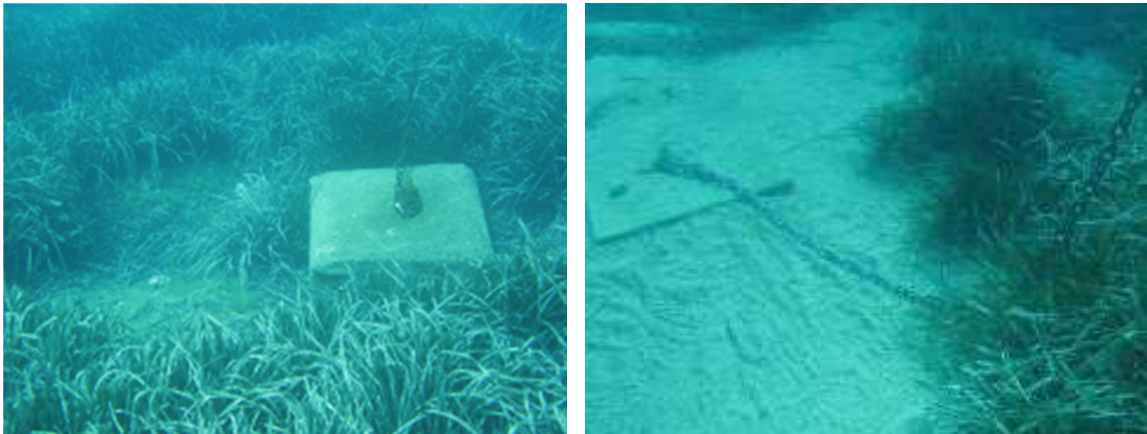
En vaixells d'una certa eslora, és recomanable utilitzar un orinc. L'orinc és un cap que s'amarra a la creu de l'àncora (és a dir, a l'extrem contrari d'on va el cap principal), i es deixa sense treballar durant el fondeig. A l'hora de recollir l'àncora, i un cop el vaixell és aplom, l'àncora es desclava estirant de l'orinc, el que fa que surti suaument i sense malmetre el fons. Un cop desclavada, es lleva normalment

La conscienciació i formació dels usuaris d'embarcacions recreatives envers la protecció de les fanerògames marines és un element essencial per a la minimització de l'impacte de l'ancoratge.

## **7. Bones pràctiques en la instal·lació de sistemes de fondeig**

### **7.1. Correcta planificació dels camps de boies de fondeig**

La instal·lació de sistemes de fondeig en zones amb presència de fanerògames marines provoca la destrucció de feixos pel propi mort de fondeig i/o per l'arrossegament de la cadena pel fons.



En aquest sentit, per garantir que la instal·lació d'un camp de boies no malmetrà els hàbitats bentònics de la zona, incloses les praderies de fanerògames i altres hàbitats d'interès pesquer, prèviament a la seva autorització, cal garantir una bona planificació. Aquesta planificació ha de tenir en compte diferents aspectes com la seguretat marítima i el bon funcionament dels fondejos, però també aspectes ambientals, especialment la distribució d'hàbitats submarins.

La millor opció a l'hora de planificar un camp de boies, ja siguin destinades al fondeig o a la delimitació d'espais (reserves marines, zones de bany, etc.) és escollir un fons sorrenc, fora de l'espai ocupat per les fanerògames marines o altres hàbitats d'interès.

Per a eliminar possibles afectacions de l'hàbitat protegit pels morts i/o els sistemes de fondeig, es considerarà com a zona de possible afectació d'aquests elements la distància al mort igual a l'alçada de la columna d'aigua en aquell mateix punt. Per tant, en general els morts s'hauran de situar sempre a una distància de la praderia igual o superior a la de l'alçada de la columna d'aigua en aquell punt. En qualsevol cas, aquesta distància sempre ha de ser superior a 5 metres a partir del marge de la praderia existent.

Per tant, les noves autoritzacions per a la instal·lació de camps de boies s'han de prioritzar sobre fons sorrencs i allunyades del marge de les praderies marines. A més, d'acord amb la legislació actual, la barbada d'una praderia ha de tenir el mateix tracte que la praderia.

Cas de que no hi hagi altra solució tècnicament possible, els camps de boies es podrien instal·lar sobre praderies de fanerògames marines o altres hàbitats d'interès. En aquests casos, de manera taxativa cal complir dues condicions:

- a) Sempre s'utilitzaran sistemes de baix impacte.
- b) S'han de basar en el coneixement existent o obtingut *ad hoc* sobre la distribució dels hàbitats marins (per exemple les cartografies bionòmiques).



En aquest sentit, la delimitació de praderies del litoral català que ha elaborat i manté la Direcció General de Pesca i Afers Marítims, esdevé una bona eina per a la planificació adequada dels camps de fondeig.

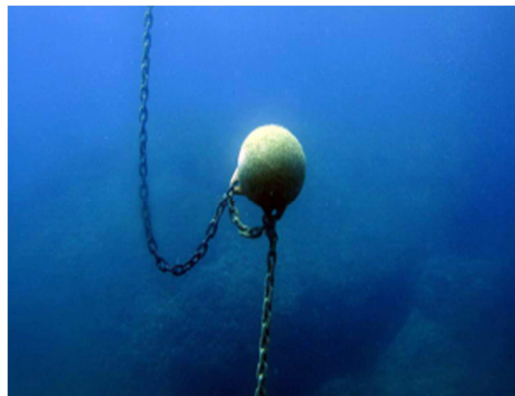
Pel que fa a camps de boies preexistents i amb autorització vigent, cal valorar la possibilitat del seu desplaçament a una zona de sorra més allunyada segons els criteris esmentats. Alternativament, caldria retirar els morts convencionals i substituir-los per sistemes de fixació de baix impacte.

## **7.2. Sistemes de fondeig**

### **7.2.1. Instal·lació de sistemes de fondeig sobre sorra:**

La instal·lació de sistemes de fondeig sobre sorra és la forma més econòmica, segura i respectuosa amb el medi.

Els elements que haurà de tenir un sistema de fondeig sobre sorra són: un mort de formigó com a sistema de fixació al fons, una boia intermèdia per evitar l'impacte del borneig sobre les comunitats sorrenques i una boia de fondeig i senyalització en superfície d'acord amb les prescripcions de la Capitania marítima corresponent.



A dalt a l'esquerra es pot observar un mort de fondeig, a dalt a la dreta una boia intermèdia i a baix a l'esquerra una boia de fondeig i senyalització.

### **7.2.2. Instal·lació de sistemes de fondeig en zones en contacte o sobre praderies de fanerògames marines**

Per tal d'evitar la degradació d'aquest hàbitat, la instal·lació de sistemes de fondeig sobre fanerògames marines o en zones pròximes s'autoritzarà només quan no es pugui instal·lar sobre sorra o d'altres substrats.

En aquest cas, els elements que haurà de tenir el sistema de fondeig són: un element de fixació al substrat, un cap o cadena, una boia intermèdia que n'elimini l'arrossegament, i per tant l'impacte de la cadena sobre el fons, i una boia de senyalització en superfície d'acord amb les prescripcions de la Capitania marítima corresponent. En aquest cas, l'element de fixació al fons ha de ser de baix impacte o ecològic homologat, o amb estudis que avalin la seva innocuïtat per les comunitats bentòniques. Aquest element variarà en funció de si el substrat al qual s'hagi d'adherir és tou o dur (Veure Annex).



### **7.3. Pràctiques d'instal·lació i retirada dels sistemes de fondeig**

La instal·lació i retirada de sistema de fondeig s'haurà de realitzar de forma compatible amb la conservació de les fanerògames marines. En aquest sentit, no es podran arrossegar sobre el fons els morts de fondeig durant la seva instal·lació o retirada per evitar l'impacte sobre el fons i els recursos marins.

Els morts de formigó no es podran agrupar i deixar-los submergits durant la temporada d'hivern. S'hauran de retirar de forma controlada o deixar-los instal·lats amb la corresponent senyalització.

Els sistemes de fondeig de baix impacte s'hauran de mantenir durant la temporada d'hivern, degudament senyalitzats, encara que pot ser una senyalització que no arribi a la superfície.

La verificació visual submarina dels elements de la instal·lació garantirà la no afectació dels habitats bentònics de la zona. Així mateix, l'enregistrament de la seva localització exacte (per exemple GPS) facilitarà la seva reutilització futura, reduint costos i acumulació de residus sobre el fons marí litoral.



- L'empresa adjudicatària del camp de fondeig tindrà un llibre de seguiment i control on enregistrarà documentalment, en paper o en format digital, els treballs d'instal·lació i manteniment periòdic dels elements que integren el camp de fondeig. Aquest llibre estarà a disposició en tot moment de les autoritats competents que ho sol·licitin i, si escau, de qualsevol usuari de la instal·lació que ho sol·liciti.

En el llibre de seguiment i control del camp de boies constarà, entre d'altres, les dades següents:

- Una numeració correlativa per a cadascuna de les boies de superfície segons el sistema que s'indiqui a l'autorització i que serà igual per a tot el litoral català.
- Les coordenades de posicionament GPS del mort o sistema d'ancoratge de baix impacte.
- Els treballs d'instal·lació de les boies i dels morts en el camp de fondeig (dates d'instal·lació, metodologia emprada, personal que hi ha participat, etc).
- Per a cadascun dels morts s'indicarà el tipus de substrat sobre el que s'ha instal·lat (sorra, roca, praderia, etc.) i els elements del sistema de fondeig que l'integren.
- Data i tipus de treball de manteniment periòdic realitzat i la persona que fa la tasca amb el vistiplau del responsable del camp de fondeig.
- Els treballs de retirada de les boies i dels morts en el camp de fondeig.

#### **7.4. Retirada de morts de formigó actualment instal·lats sobre fanerògames marines**

Aquells morts de formigó que actualment estan instal·lats sobre fanerògames marines hauran de ser avaluats per tal de decidir si és convenient la seva retirada.

En aquells casos que es consideri adient retirar-los l'adjudicatari s'haurà de responsabilitzar de la seva retirada i, si escau, substituir-los per sistemes de baix impacte. Aquestes tasques s'han de realitzar de forma controlada i minimitzant les afectacions sobre els ecosistemes.

En el cas de fondeigs abandonats o il·legals les administracions implicades han d'identificar-los, avaluar-ne el seu estat i, si escau, retirar-los degudament.



## **Annex: Sistemes de fixació de baix impacte**

Actualment al mercat es poden trobar diferents models o sistemes d'ancoratge de baix impacte, anomenats sistemes EFM (*ecological friendly mooring*) o SFM (*seagrass friendly mooring*). La seva característica comú és que tots estan dissenyats per a minimitzar l'efecte negatiu de la seva instal·lació sobre els hàbitats bentònics i evitar el borneig de la cadena durant la seva utilització.

Les diferències entre ells es basen en la manera com l'aparell queda fondejat en el fons, en la maquinària addicional que cal per fixar-lo al substrat i en la facilitat de transport i minimització de l'impacte fins al punt d'instal·lació.

A continuació s'enumeren les característiques dels tres principals sistemes d'ancoratge sobre fons tous utilitzats internacionalment. Així mateix, es presenta un sistema d'ancoratge de baix impacte sobre substrats durs, ja que poden ajudar a minimitzar els impactes negatius sobre altres hàbitats d'interès pesquer com el coral·ligen.

Indicar que poden existir i/o aparèixer en el futur d'altres sistemes o models alternatius que podrien ampliar els recollits en aquest document. Aquests sempre hauran de complir amb la condició de produir un impacte mínim sobre els hàbitats d'interès durant la instal·lació i l'explotació, i evitar l'arrossegament de cadenes i caps pel fons marí.

A més d'escollir el sistema d'ancoratge adequat, en funció de les embarcacions que s'han d'amarrar, la tipologia de substrat i les característiques del medi, cal tenir present altres característiques del sistema de fondeig que poden fer augmentar la seva resistència i minimitzar el contacte de les cadenes i caps sobre el bentos. Per exemple, el *Ezyrider mooring* (<http://ezyridermoorinq.com/>), *Seaflex mooring* (<http://www.seaflex.net/>), *Jeyco mooring* (<http://www.jeyco.com.au/>), *Cyclone mooring* (<http://damiensmithdesign.com.au/wordpress/services/cyclone-moorings/>), *Des Maslen Seagrass Friendly Mooring* (<http://www.seagrassmooring.com.au/>), etc.)

### **A. Sistema d'ancoratge “Manta-Ray”**

És un sistema de fondeig format per una barra llarga acabada amb una pala mòbil que s'introdueix a pressió completament al substrat i, després, s'estira lentament per permetre l'obertura de la pala i, així, fixar l'estructura al fons. A l'extrem oposat de la pala, s'hi cargola una anella on s'hi enganxarà el cap de la boia de fondeig.



El millor substrat per utilitzar aquest sistema són les sorres compactades, tot i que en d'altres classes de sediments també es poden utilitzar. Tots els models tenen una capacitat de retenció de 20 tones, però la tipologia i mida del sistema d'ancoratge dependrà de les característiques del sediment. Així, en els substrats més tous es sol utilitzar el sistema MR-SR, en els substrats normals o de duresa mitjana el sistema MR-1 i en els substrats més durs el sistema MR-2.





MR-SR



MR-1



MR-2

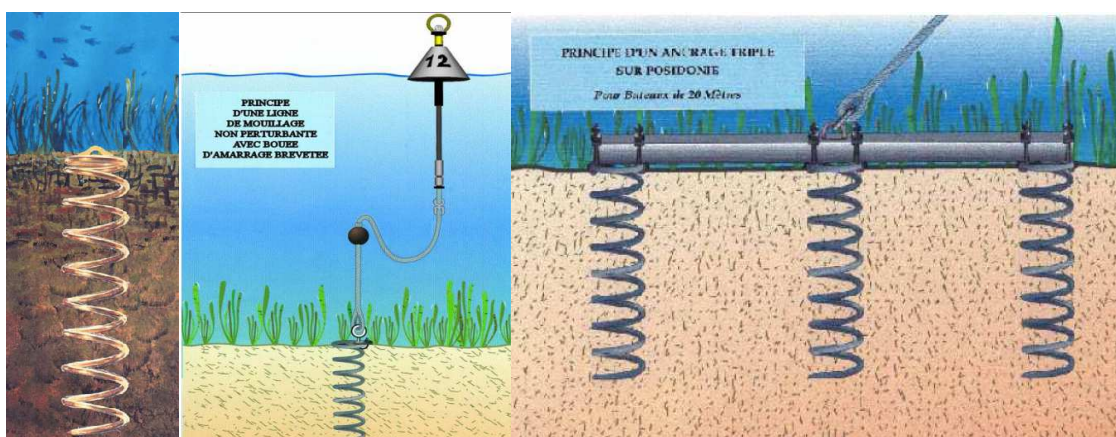
Per a la seva instal·lació, l'àncora s'impulsa amb un equip hidràulic convencional fins a la fondària adequada, posteriorment es procedeix al tancament de sistema amb un dispositiu específic i es comprova la capacitat de retenció amb un sistema de mesura de càrrega. El temps d'instal·lació varia en funció de les característiques del substrat, però oscil·la al voltant dels 30 minuts.

Per a més informació, es pot consultar la web del fabricant *MacLean Civil Products* (<http://www.earthanchor.com/manta-ray> o <http://ancorloc.com.au/products/sting-ray-manta-ray/>)

### **B. Sistema d'ancoratge en espiral (*Steel coil anchor Harmony type P.*)**

És un sistema de fixació amb patent europea que presenta un disseny similar al d'un tirabuixó. Consisteix en un peu helicoidal fabricat en acer galvanitzat. Les mides del sistema són una barra de 3 cm que forma una hèlix de 35 cm de diàmetre, una llargada total d'entre 80 i 160 cm i un pes total d'entre 25 i 42 kg.

És un sistema d'ancoratge dissenyat específicament per instal·lar-se en hàbitats de fanerògames marines. El seu disseny permet la seva penetració al substrat sense afectar el sistema de rizomes de les fanerògames i, aquest mateix entramat de rizomes és el que garanteix les seves capacitats de retenció. En aquest sentit, en praderies degradades, amb poca densitat de rizomes o sense presència de fanerògames és preferible utilitzar altres sistemes, perquè la seva capacitat de retenció serà inferior.



Per a informació més detallada, es pot consultar la web del fabricant *Neptune Environment Ancrages Harmony* (<http://www.ancrage-ecologique-harmony.fr/>).

Com en el cas dels sistemes d'ancoratge helicoidal, es poden utilitzar de forma individual o, per augmentar-ne la seva resistència, en grups de diverses unitats unides per una barra.

Tot i que la instal·lació manual es pot dur a terme en els models més petits, generalment s'ha d'utilitzar un sistema pneumàtic específic. La seva estructura facilita la seva extracció i, si escau, futura reutilització.

### **C. Sistema d'ancoratge helicoidal (*Sand screw, helix o helical anchor*)**

Es tracta d'un sistema d'ancoratge basat en el disseny d'un cargol d'Arquímedes. Consisteix en un eix principal, generalment d'entre 1 i 2 metres de llargada, amb uns discs oberts en angle enganxats de forma helicoidal. Els discs poden ser rectes o amb forma cònica per facilitar la penetració al substrat. A l'extrem oposat dels discs, hi ha una anella que quedarà fora del substrat on s'hi enganxa el cap de la boia de fondeig.

Trobem diferents models en funció del diàmetre (de 150 a 400 mm) i el número de discs (fins a 3). En funció del model i la tipologia del substrat la seva resistència o capacitat de retenció d'embarcacions variarà. Així mateix, aquests sistemes es poden instal·lar de forma individual o amb grups de 2 o 3 unitats amb una barra per augmentar-ne la seva resistència.

En funció de la resistència del sistema d'ancoratge desitjada i del substrat del fons on s'ha d'instal·lar, s'optarà per un o altre model. La norma general és que la seva resistència serà proporcional al diàmetre dels discos i a la llargada total de l'eix.



El sistema utilitzat per a la seva instal·lació variarà en funció del model i la tipologia de substrat. Així, els models més senzills i en fons que ofereixin poca resistència, es poden instal·lar manualment amb dos treballadors subaquàtics: introduint una barra de ferro a l'anella i fent girar el dispositiu de forma manual fins que ha penetrat totalment dins el sediment. Els models més robustos o quan s'instal·len sobre fons més durs o resistents a la penetració del sistema d'ancoratge, requereixen la utilització d'equips mecànics pneumàtics addicionals. L'orientació dels sistemes d'ancoratge helicoidal per a la instal·lació de boies ha de ser perpendicular al fons.

Aquest sistema d'ancoratge és millor en termes de cost-eficàcia respecte a la capacitat de retenció que els sistemes de fixació tradicionals, així poden tenir fins a cinc vegades la capacitat de retenció respecte als tradicionals (*Cruising World Magazine & Boat Us Insurance*). S'ha considerat com el millor sistema de fondeig ecològic per utilitzar sobre substrats sorrencs.



Un altre dels seus avantatges és que és un sistema reutilitzable ja que fent el procés invers a la seva instal·lació, es poden extreure i tornar a utilitzar en una altra zona.

Actualment, al mercat es comercialitzen diferents models, amb diferents noms i per part de diferents marques comercials.

#### **D. Sistema d'ancoratge sobre substrats durs (*Grouted anchor*)**

Per la fixació sobre substrats durs, el més recomanable és la fixació d'una anella sobre la roca per mitjà d'un cargol o un tac químic (sistema d'ancoratge). L'anella pot anar unida directament a l'ancoratge o a una platina feta a mida i fixada al substrat per mitjà de varis cargols o tacs químics. La seva instal·lació requereix la perforació del substrat per mitjà d'equips pneumàtics i/o hidràulics.

És un sistema d'ancoratge que minimitza la pressió dels sistemes de fondeig sobre els hàbitats de coral·ligen i té un ampli ventall d'usos: des de la instal·lació de boies fins a grans estructures flotants o submergides.

Cal tenir present que és un sistema no reversible i les seves diferents parts no són reutilitzables. Per tant, cal tenir molta cura quan es decideix el lloc d'instal·lació, en especial sobre els hàbitats de coral·ligen, ja que aquest serà definitiu.

La resistència del punt d'ancoratge, estarà definida per la resistència interna de cada un dels components: substrat (dimensions de la roca), sistema d'ancoratge i material de fixació. Amb presència de coral·ligen, per maximitzar la seva eficiència caldria realitzar l'ancoratge directament sobre la roca.

Així mateix, en aquests hàbitats protegits i d'interès pesquer, caldria aconseguir un balanç òptim entre el mínim contacte amb el substrat i la màxima resistència. En aquest sentit, s'hauria de prioritzar la utilització d'un únic cargol/tac químic, més llarg i amb un diàmetre superior.

