



REMTECH EXPO

FERRARA FIERE

17-19

SETTEMBRE 2025



LE DUNE COSTIERE

Valore ambientale, paesaggistico ed economico.

Risorsa da proteggere e preservare

Ingegneria Naturalistica per la difesa delle spiagge emerse e sommerse: un approccio sostenibile - ricordo di Paolo Cornellini

Federico Boccalaro

Ferrara, 18 settembre 2025

Pianta del "blow-out"

INTRODUZIONE



Introduzione

Habitat marini costieri europei

L'entità della perdita di *habitat* marini-costieri è allarmante.

Ad oggi, meno del 15% degli ***habitat* costieri europei** può essere considerato in buone condizioni, e la situazione è ancora più drammatica per le coste italiane dove le attività dell'uomo si sono concentrate per migliaia di anni.

Ignorare queste perdite può compromettere la salute e la sostenibilità dei pochi frammenti di *habitat* naturali che ancora sopravvivono, con gravissime ripercussioni **anche** per l'industria del **turismo** (da Airolidi L. e Beck M., 2009).

Nei secoli l'erosione, le bonifiche, lo sviluppo costiero incondizionato, il sovrasfruttamento delle risorse della pesca e l'inquinamento hanno portato alla **scomparsa** di vastissime porzioni di ***habitat* costieri naturali**. Tra questi le lagune costiere, le praterie di fanerogame marine (tra cui *Posidonia o.*), le rupi costiere, i sistemi dunali.

Introduzione

Habitat marini costieri europei

Questi *habitat* forniscono importantissimi servizi all'uomo, come cibo, depurazione, difesa da mareggiate e inondazioni, controllo dell'erosione costiera, svago e ricreazione. Di fatto, il **valore economico** dei servizi forniti da praterie di fanerogame marine, dune, spiagge e lagune costiere è stimato dieci volte superiore a quello di qualsiasi sistema terrestre, con valori che raggiungono i 350.000 euro per ettaro all'anno.

La perdita di questi sistemi naturali ha causato danni economici rilevanti per molti Paesi europei, inclusa l'Italia.

Basti pensare al problema dell'**erosione costiera** (mediamente 3 milioni di euro di interventi di difesa all'anno per le sole coste della regione Emilia-Romagna), facilitata dalla **perdita di habitat marini** che forniscono alle coste delle difese naturali.

Figura - *Le dune costiere in Europa* (da Pranzini, 2004)

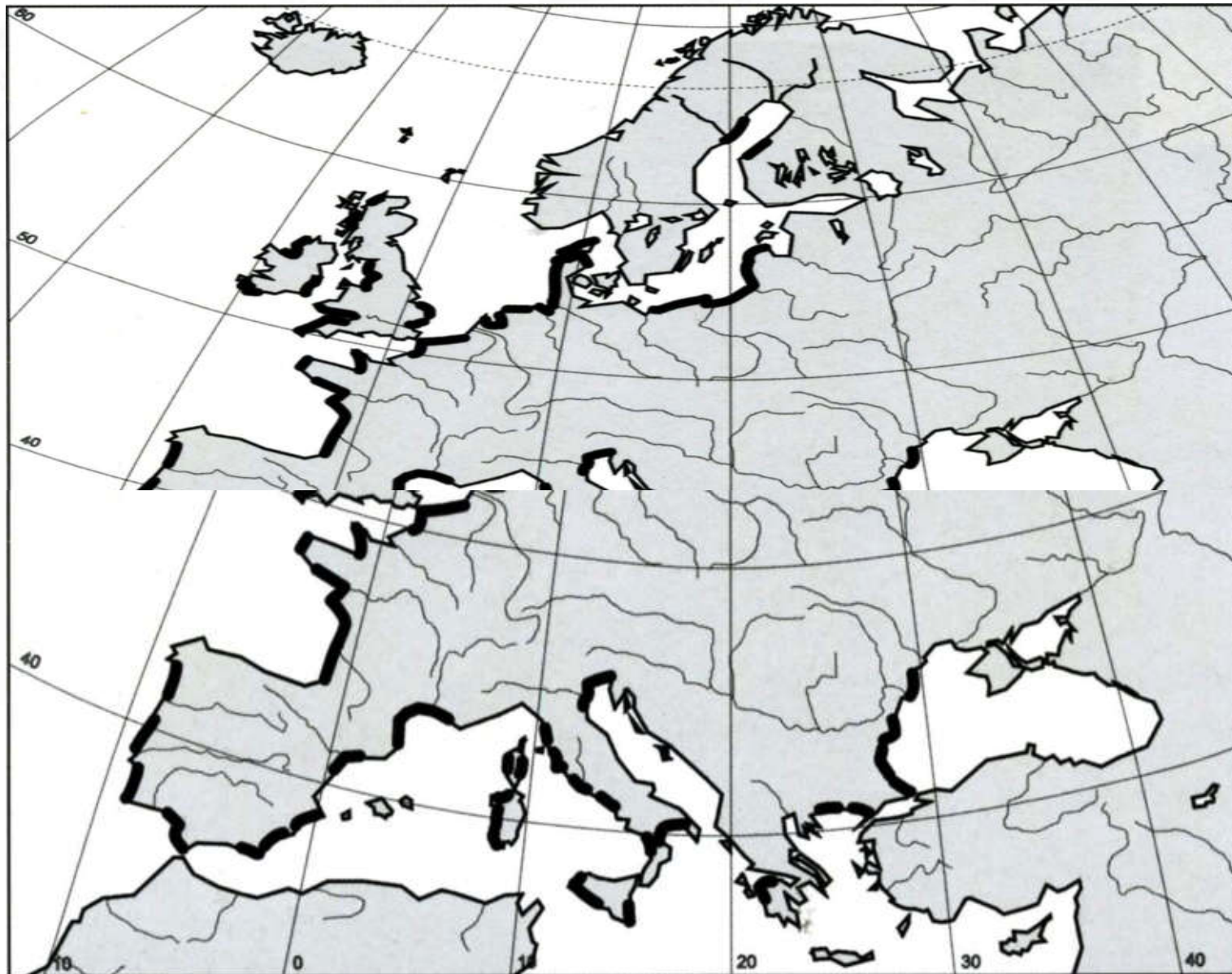
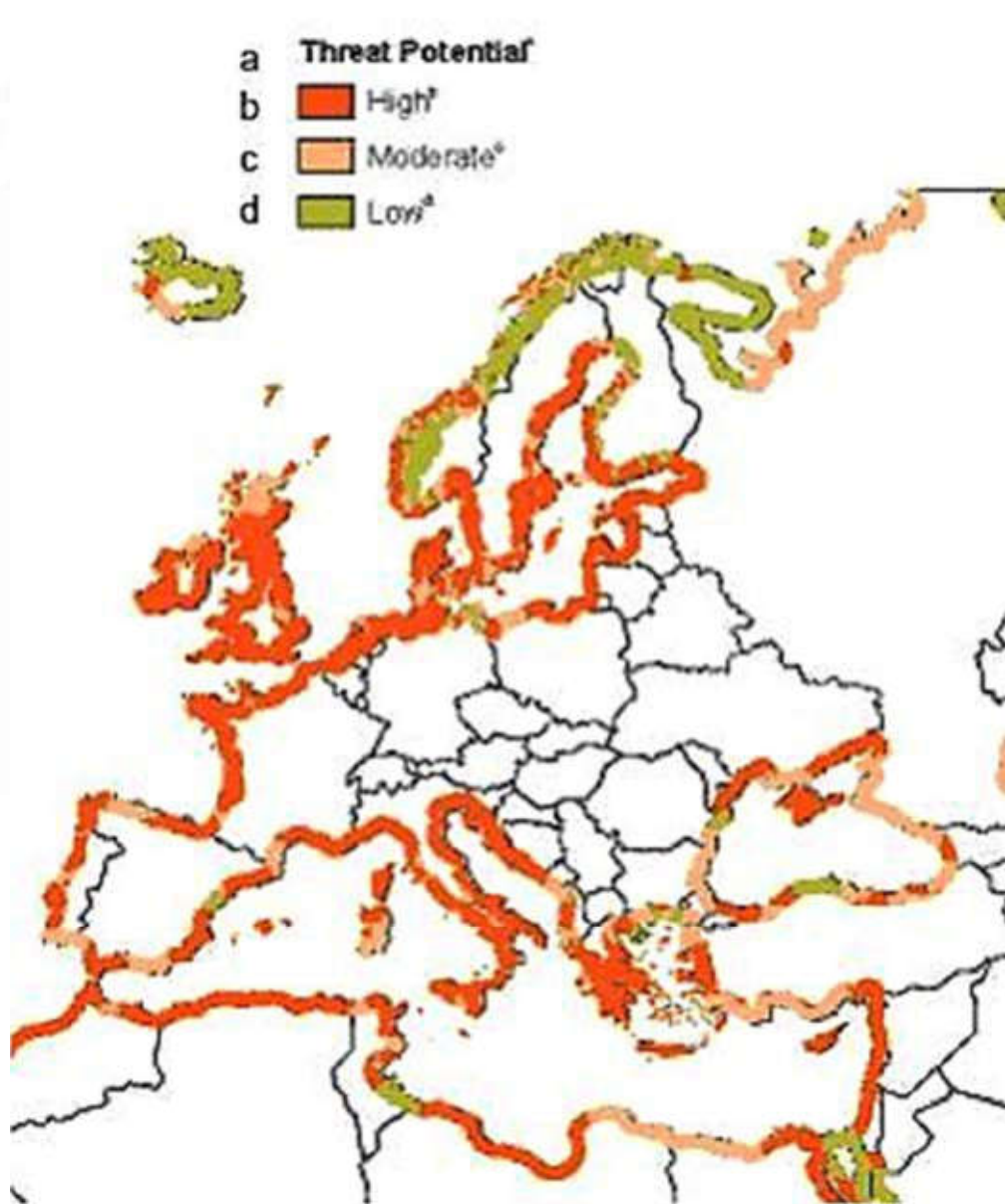


Figura - *Ecosistemi costieri europei minacciati dallo sviluppo* (da *EUROSION*, 2004)



No NOTE

a) La classificazione delle minacce descrive il potenziale rischio per gli ecosistemi costieri dalle attività connesse allo sviluppo.

b) Zone costiere che rientrano in una città o un'importante area portuale o che hanno una densità di popolazione superiore a 150 persone per chilometro quadrato, una densità della rete stradale superiore a 150 metri di strada per chilometro quadrato, o una densità di rete tubiera superiore a 10 metri di condotta per chilometro quadrato.

c) Zone costiere con una densità di popolazione compresa tra 75 e 150 persone per chilometro quadrato, una densità della rete stradale compresa tra 100 e 150 metri di strada per chilometro quadrato, di una densità di rete tubiera compresa tra 0 e 10 metri di condotta per chilometro quadrato .

d) Zone costiere con una popolazione inferiore a 75 persone per chilometro quadrato, una densità della rete stradale inferiore a 100 metri di strada per chilometro quadrato e nessuna rete tubiera nota presente.

Figura - Mappa dei paesaggi sensibili costieri più a rischio (da Italia Nostra, 2010)



Le dune costiere in Italia

Posizione dei principali siti italiani citati nel capitolo, nei quali si riscontrano ancora discrete estensioni di dune costiere in buono stato:

- | | |
|--|---|
| 1) Parco Migliarino S. Rossore
Massaciuccoli | 19) Oasi WWF di Torre Guaceto, nei
dintorni di Ostuni |
| 2) Costa toscana da Cecina a Populonia | 20) Dune del lago di Lesina |
| 3) Costa toscana da Castiglion della
Pescaia a Principina a Mare e Parco
della Maremma | 21) Costa abruzzese e molisana a sud di
Vasto |
| 4) Coste toscane e laziali da Burano a
Tarquinia | 22) Litorale di Ravenna fra Lido di Dante
e Lido di Classe |
| 5) Litorale di Castel Porziano e
Capocotta | 23) Litorale ravennate di Porto Corsini e
Casal Borsetti |
| 6) Parco del Circeo | 24) Delta del Po e area protetta di Porto
Caleri |
| 7) Litorale laziale a nord di Sperlonga | 25) Valle Vecchia (Venezia) |
| 8) Litorale campano nei dintorni di
Mondragone | 26) Lignano Pineta |
| 9) Litorale calabrese nel golfo di S.
Eufemia | 27) Pistis |
| 10) Litorale calabrese nei dintorni di
Rosarno | 28) Piscinas |
| 11) Area Protetta alle foci del Simeto
(Catania) | 29) Buggerru-Portixeddu |
| 12) Area protetta di Vendicari e Capo
Passero | 30) Porto Pino |
| 13) Costa siciliana nei pressi di Sampieri | 31) Chia-Domus de Maria |
| 14) Costa siciliana fra Scoglitti e Gela | 32) Dintorni della foce del Flumendosa |
| 15) Costa calabrese nei dintorni del fiume
Neto | 33) Capo Comino |
| 16) Costa jonica lucana | 34) Costa sarda fra S. Teresa di Gallura e
Vignola |
| 17) Costa pugliese nel comune di Ugento | 35) Costa sarda da Badesi a Valledoria |
| 18) Costa pugliese dei laghi Alimini | 36) Litorale di Platamona |
| | 37) Porto Ferro |
| | 38) Is Arenas |

Figura - Mappa dei paesaggi sensibili costieri più a rischio (da Italia Nostra, 2010)

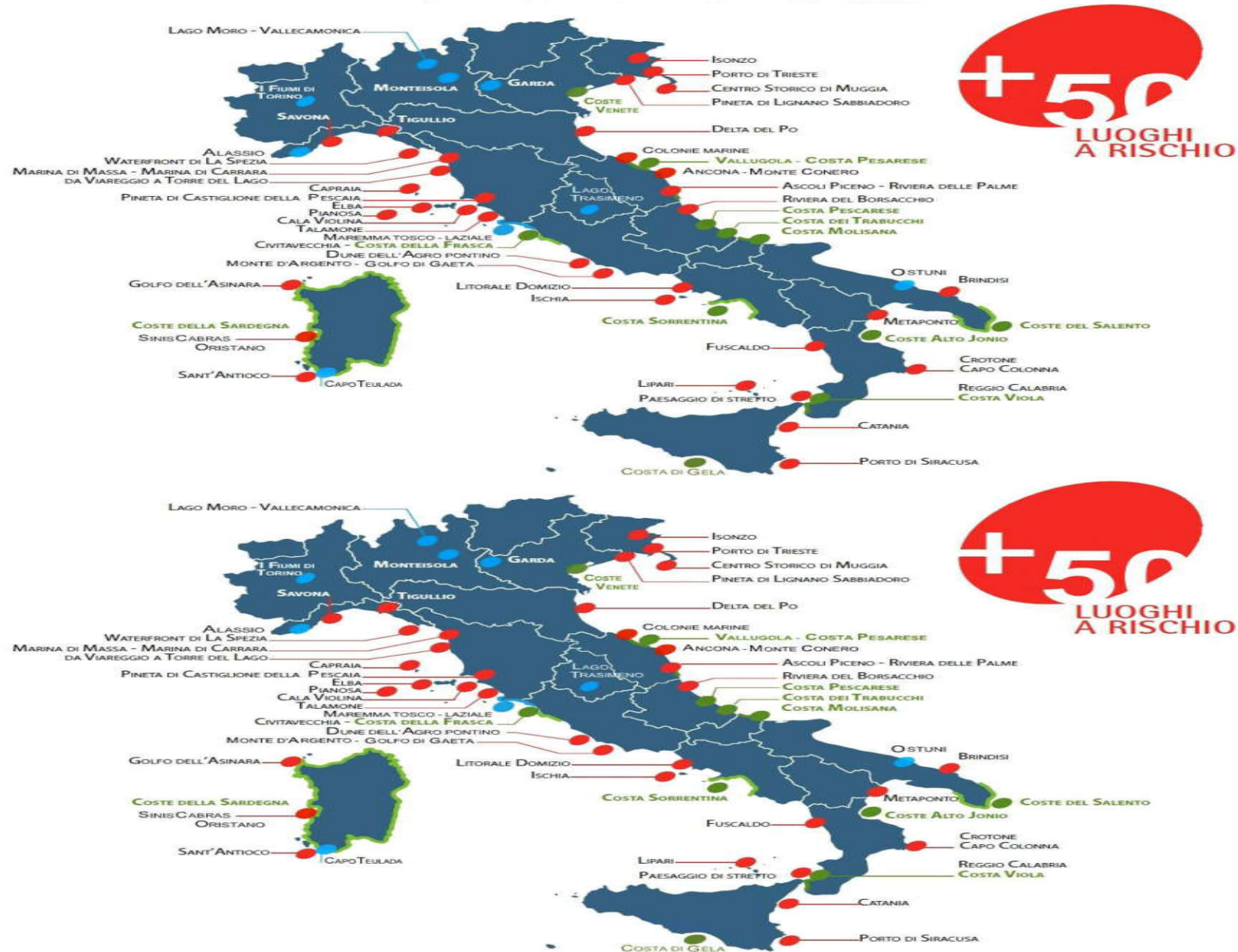


Figura - *Ambiente costiero integro* (da F. Boccalaro, 2006)



Figura - *Ambiente costiero degradato* (da G. Bovina, 2007)



Figura - *Distruzione di dune litoranee* (da F. Boccalaro, 2010)



Figura - *Dune di Sovereto in erosione per blow out* (da F. Boccalaro, 2009)



Ingegneria Naturalistica

Premessa

Tra le discipline tecniche che intervengono nella soluzione dei problemi creati dal dissesto idrogeologico, si è inserita ormai da diversi anni l'Ingegneria Naturalistica.

L'**Ingegneria Naturalistica** (I.N., ted. *Ingenieurbiologie*, ingl. *Soil Bioengineering*) è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento, in genere in abbinamento con altri materiali (legno, terra, roccia, geotessili, reti zincate, ecc.), per la ricostruzione di ecosistemi tendenti al naturale ed all'aumento della biodiversità.

Ingegneria Naturalistica

Premessa

I **campi di intervento** vanno da quelli tradizionali:
di consolidamento dei versanti
al recupero di aree degradate (cave, discariche, cantieri),
alla mitigazione degli impatti causati da opere di ingegneria (barriere antirumore, ecosistemi-filtro a valle di scarichi idrici),
all'inserimento ambientale delle infrastrutture di trasporto lineari (scarpate stradali e ferroviarie, gasdotti, ecc.),
alla rinaturazione dei corsi d'acqua,
alla **difesa costiera e marina, ecc.**

Ingegneria Naturalistica

Premessa

Le finalità degli interventi di I.N. sono principalmente:

- **tecnico-funzionali**, ad esempio antierosive e di consolidamento di una scarpata, di una sponda o di una duna;
- **naturalistiche**, in quanto lo scopo non è la semplice copertura a verde ma la ricostituzione o l'innescò di comunità vegetali appartenenti alla serie dinamica autoctona;
- **estetiche e paesaggistiche** di inserimento nel paesaggio naturale;
- **economiche**, in quanto tipologie alternative e competitive alle opere tradizionali (ad esempio muri di sottoscarpa in cemento sostituiti da palificate vive).

Figura - *Tipi di interventi di Ingegneria Naturalistica* (da AIPIN, 2012)

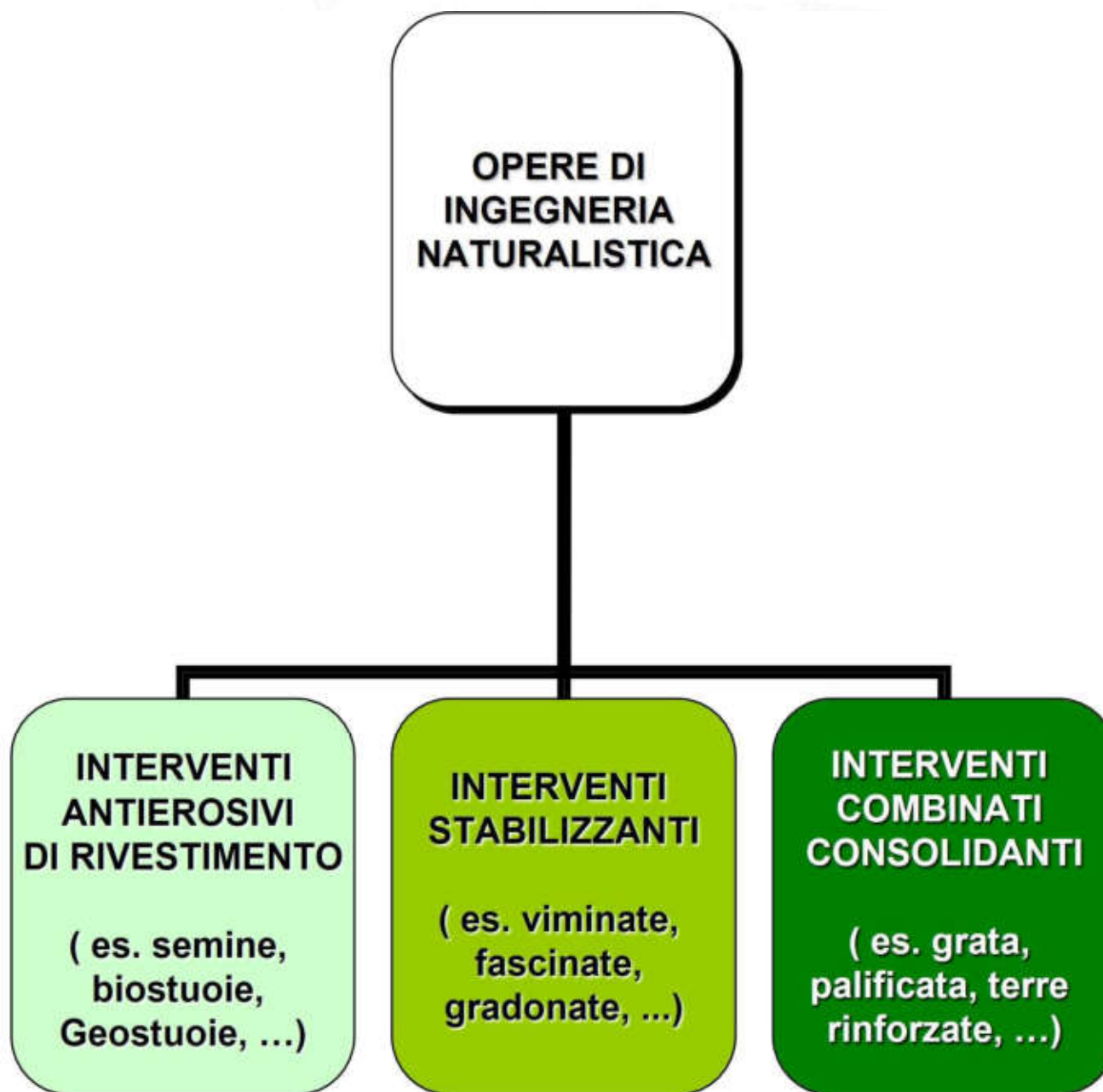


Figura - *H.M.Schiechtl alla laguna di Nora (CA)* (da F.Boccalaro, 1997)

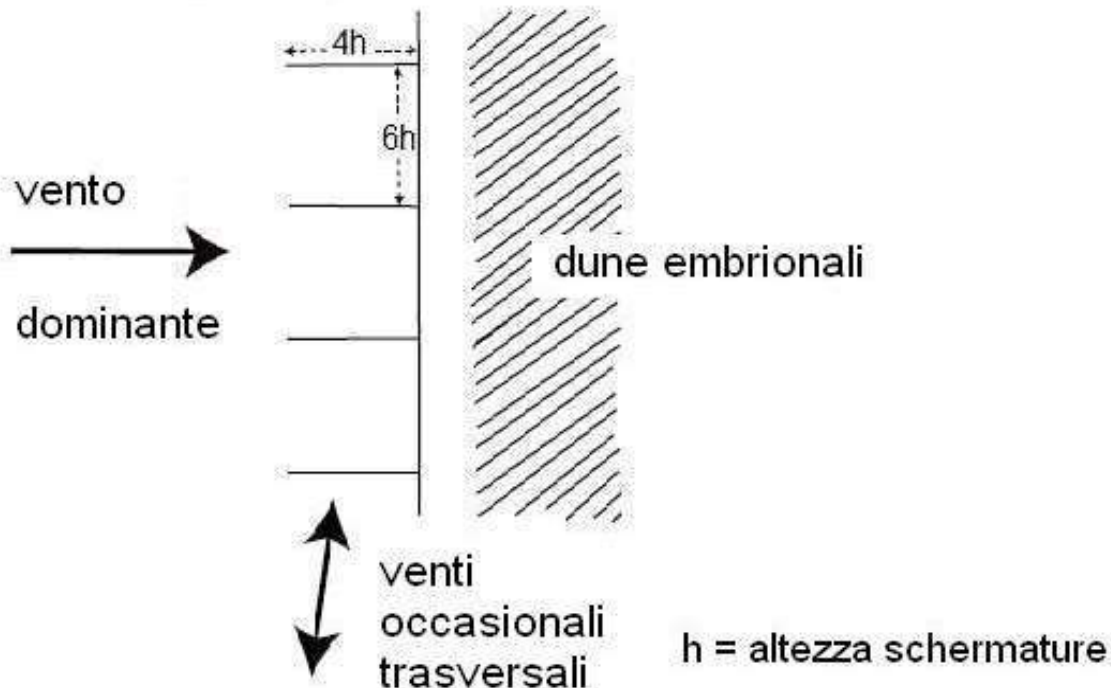


superficie dunale
vulnerabile, protetta da
dune mobili stagionali

PROGETTAZIONE COSTIERA

dune stagionali, formatesi in
primavera e estate, e spazzate via
da mareggiate invernali

Vista in pianta



griglia di schermature disposte secondo
allineamenti come frangiventi quando i tipi di
vento sono complessi

Ingegneria Naturalistica costiera

Rivegetazione delle dune

La formazione delle dune è direttamente collegata anche alla presenza della vegetazione, in particolare di quella **pioniera** (*Ammophila*), che favorisce la formazione di depositi embrionali, a distanze anche molto ridotte rispetto alla linea di riva.

La **riforestazione** delle dune non è però cosa semplice, dato che il substrato è in continua evoluzione e le radici delle nuove **piantine** vengono continuamente scoperte dal vento; essa viene quasi sempre accompagnata da interventi di **Ingegneria Naturalistica**, eventualmente provvisori, idonei a ridurre la **mobilità** dei sedimenti, oltre che a limitare l'**accesso** (vedi *figura*).

La specie più frequentemente utilizzata per favorire la formazione di nuove dune o la stabilizzazione di quelle soggette a deflazione accelerata è l'***Ammophila litoralis***.

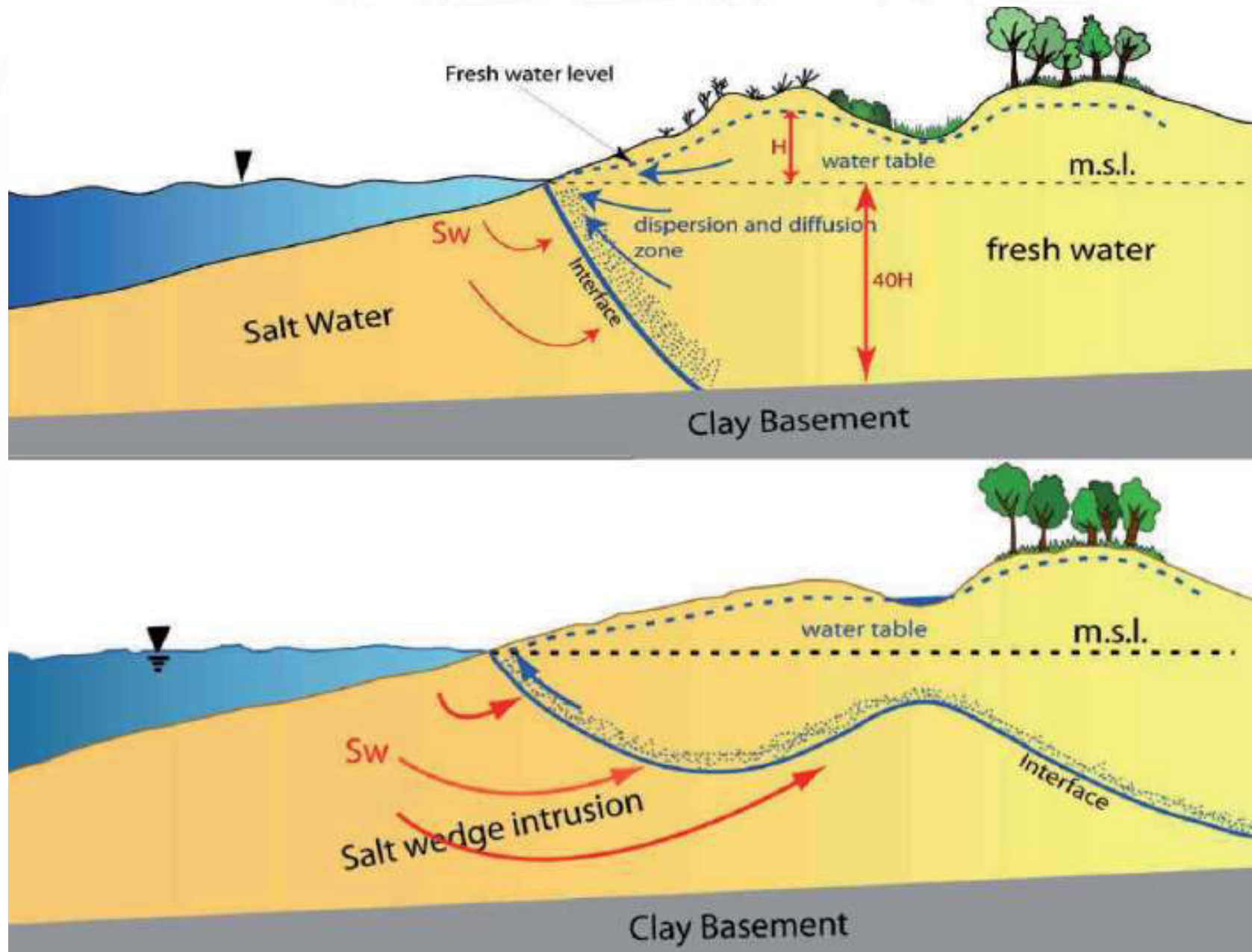
Ingegneria Naturalistica costiera

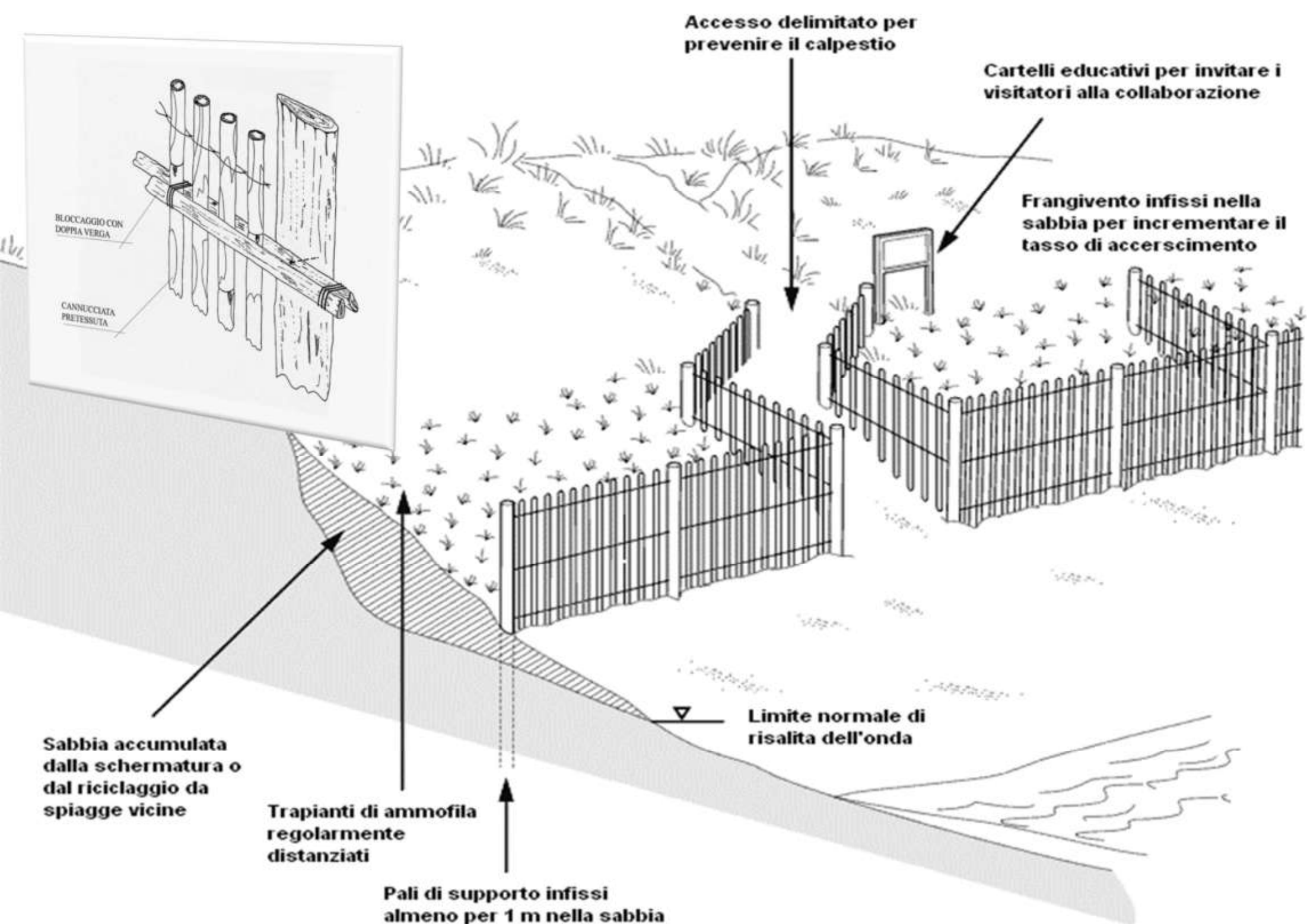
Rivegetazione delle dune

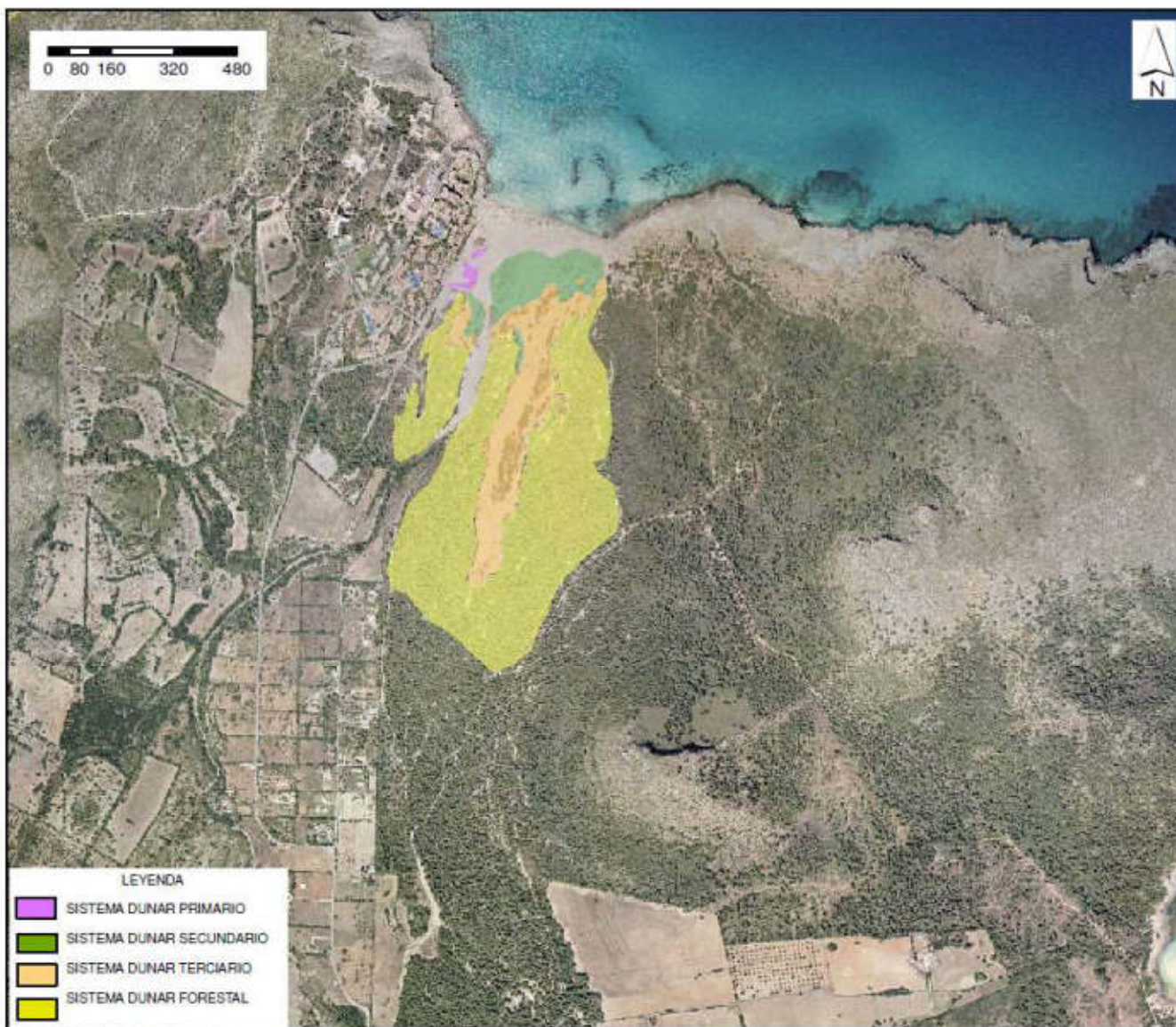
Le attenzioni agli **aspetti ecologici** delle dune hanno lo scopo di:

- mantenere pingue la **falda** di acqua dolce sottostante le dune, evitando il prelievo da pozzi superficiali, e facilitando la **percolazione** delle acque piovane (non paiono opportune le usuali fognature per acque bianche, che drenando e allontanando rapidamente le acque ne impediscono la percolazione);
- conservare la struttura di **barriera naturale**, anche e soprattutto nelle sue parti meno appariscenti ma più esposte che fronteggiano il mare, come la **zona erbacea** che fissa le sabbie (**vegetazione colonizzatrice**, caratterizzata in genere dalla presenza di *Ammophila arenaria*) e quella **arbustiva** retrostante (caratterizzata in genere dalla presenza di ginepro e lentisco, **vegetazione schermante**).

Figura - *Effetto barriera della falda d'acqua dolce in condizioni naturali (sopra) e antropizzate (sotto) (da Beachmed, 2008)*







SISTEMA DUNAR CALA MESQUIDA

Longitud: 400 m Anchura: Media: 66 m
 Máxima: 120 m
 Mínima: 20 m

Altura: 20 m

Superficie: Sistema dunar primario: 2.963 m²
 Sistema dunar secundario: 38.798 m²
 Sistema dunar terciario: 87.195 m²
 Sistema dunar forestal: 305.920 m²

Descripción:

Situado en una playa orientada al norte sin apenas abrigo a la tramuntana. La arena blanca se acumula sobre un zócalo de calcarenitas y "marès", que aflora puntualmente en el sector norte. Está claramente dividida por el torrente de Sa Mesquida en dos sectores. En el oriental puede reconocerse el patrón típico de zonación de las comunidades vegetales de los sistemas dunares del norte de la isla. Así, encontramos dunas primarias en el primer frente dunar con especies como el cardo de mar, la azucena de mar, la lechetrezná, la grama marina y el cuernecillo de mar. Las dunas secundarias se encuentran fijadas parcialmente por la comunidad de barrón, que ocupa la mayor parte de los grandes relieves del campo de dunas, entre los que el mayor es conocido como el "Munt Gros" (montón grande). Sin embargo, algunos relieves permanecen libres de cobertura vegetal y activos. Las dunas terciarias ocupan los espacios postdunares, generalmente en los senos entre las anteriores, consistiendo en sabinas aisladas en mosaico con manzanilla bastarda, la bolina y *Scrophularia canina* subsp. *ramosissima*. En el sector occidental, constituido en su mayor parte por una gran acumulación de escombros ligeramente cubiertos por la arena y la vegetación dunar típica de las dunas primarias. En la zona interior, se encuentra una importante superficie de duna forestada por sabinar y pinar.

Diagnóstico:

Su estado de conservación es precario. Las dunas primarias apenas se conservan en el sector occidental. Desde hace unos años, se vienen realizando campañas de instalación de captadores de arena invernales; sin embargo, no parece que sean suficientes para regenerar el sistema.







Área de regeneración dunar
Por favor, no pase. No pise las dunas.
(Moltes gràcies!)

Àrea de regeneració dunar
Per favor, no passeu. No trepigueu les dunes.
(Moltes gràcies!)

Dune regeneration areas
Please do not pass this point. Do not walk on the dunes.
(Thank you very much!)

Areal zur Regenerierung der Dünen
Bitte nicht durchgehen. Tricht die Dünen betreten.
(Vielen Dank!)



Ingegneria Naturalistica costiera

Rivegetazione delle dune

A costituire una prima barriera contro i venti marini è opportuno far precedere le fasce di vegetazione arborea da una prima linea di vegetazione più bassa, arbustiva, molto resistente ai venti carichi di salsedine e di sabbia; pertanto è opportuno conservare la **vegetazione spontanea** e, dove questa è stata eliminata, riprodurre artificialmente quella particolare forma che si trova in natura, ossia il "**cuneo**", per cui i venti marini, incontrata la prima fascia arbustiva, vengono sollevati in modo da sfiorare e non investire direttamente le chiome delle compagini arboree retrostanti.

Adatte a questa funzione sono le specie della **bassa macchia mediterranea**, quali **Ginepro** coccolone e fenicio, **Mirto**, **Lentisco**, **Tamerici**, **Ginestra** odorosa. Anche l'Oleandro resiste bene in queste condizioni difficili.

Figura - *Forma a cuneo della vegetazione spontanea* (da G. Gisotti, 1991)

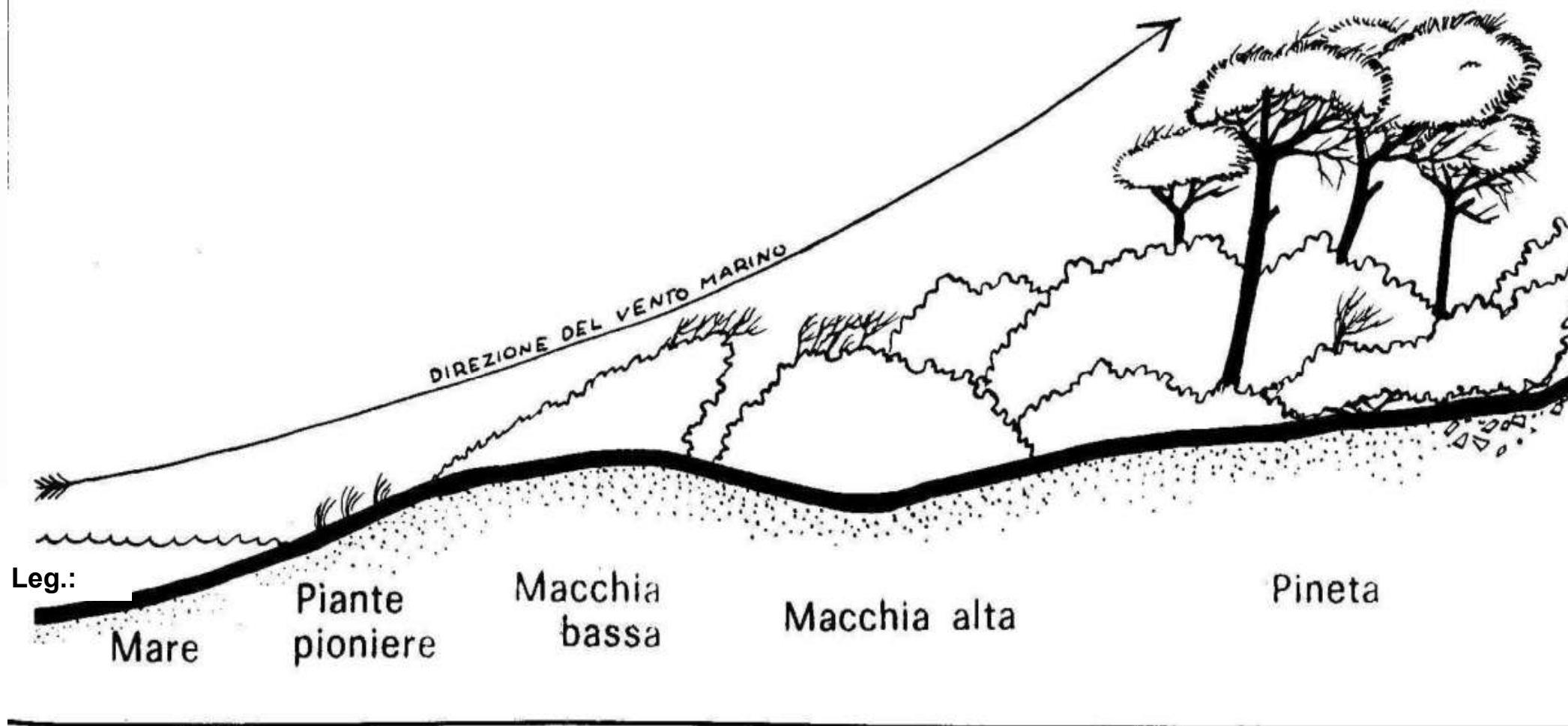
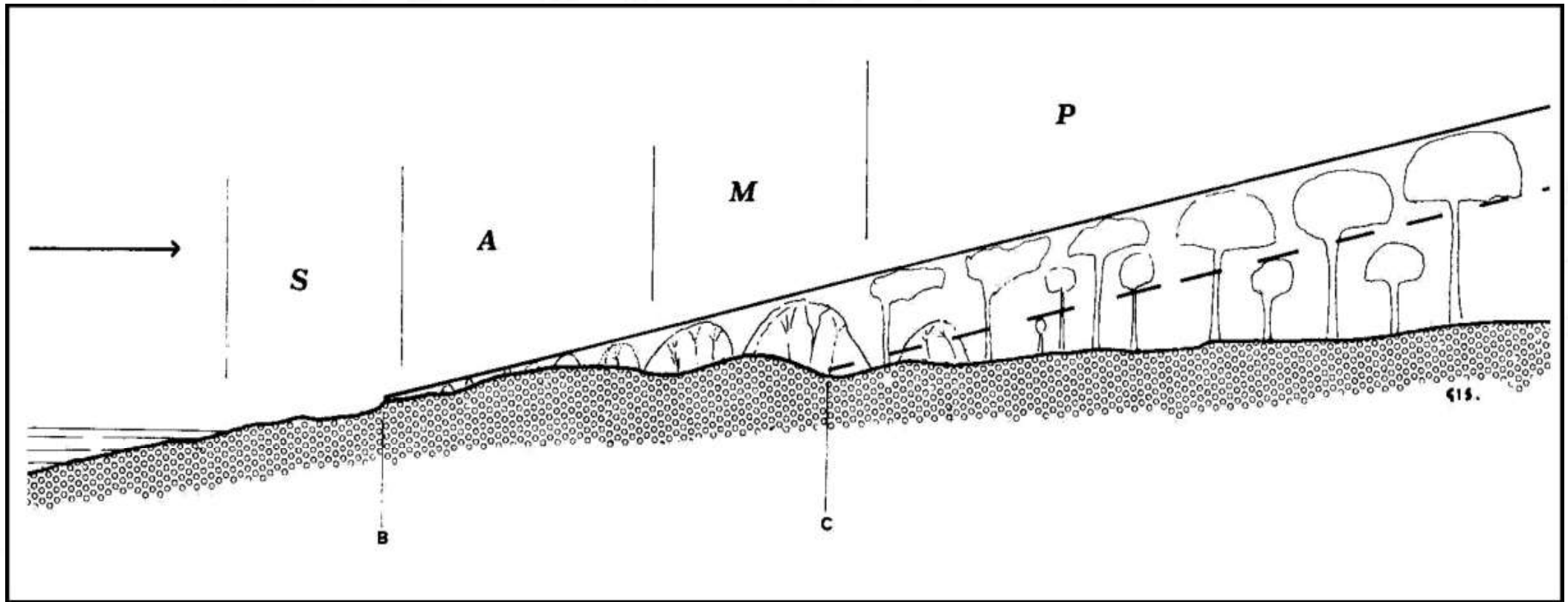


Fig. 90 - Depositi litoranei e sublitoranei - A1. Forma a «cuneo» della vegetazione spontanea.

Figura - *Forma a cuneo della vegetazione spontanea* (da G. Gisotti, 1991)



Leg.: = spiaggia; A = ammoreto, agropireto (vegetazione antidunale); M = macchia mediterranea; P = pineta. Qualsiasi intervento che modifichi la struttura del «cuneo» di vegetazione, modificherà conseguentemente la vegetazione verso terra, venendo a mancare la reciproca protezione che esercitano le piante. Pertanto, se in seguito a degradazione della copertura vegetale una zona del cuneo viene distrutta, tra B e C, se ne formerà un altro più all'interno, e il vertice si sposterà da B a C: molte piante che prima erano riparate dai venti marini, nella nuova situazione saranno esposte e quindi soggette a deperimento, in quanto il sistema macchia protettiva-pineta per restare in equilibrio con l'ambiente dovrà riassetarsi su un fronte più arretrato. In particolare le piante colpite saranno quelle la cui chioma si trova al di sopra della linea tratteggiata.

Ingegneria Naturalistica costiera

Rivegetazione delle dune

Ma dove si trovano sabbie nude, mobili sotto la spinta del vento, è opportuno far precedere il rimboschimento da **specie consolidatrici**, adatte a questo particolare tipo di suolo sabbioso e salso.

Di solito l'imbrigliamento delle sabbie si effettua mediante **file** o **reticoli di schermature**, e negli spazi interni viene eseguita la semina, o la piantagione, di **specie erbacee** (*Ammophila arenaria*, *Agropyrum junceum*, *Cakile maritima*, *Eryngium maritimum*, ecc.) o **arbustive** (*Pistacia lentiscus*, *Juniperus macrocarpa*, *Tamarix sp.*, ecc.).

In ogni caso tutte queste **piante**, dapprima arbustive poi arboree, delle fasce litoranee esercitano un'**azione favorevole** sulla vegetazione che le segue verso l'interno, che è quella, a volte d'importanza vitale, di ripararle dai **venti marini** carichi di salsedine, di sabbia e di inquinanti, i quali determinano forte erosione, esplicano **azione disseccante** sulla vegetazione e sul terreno e provocano deperimento della vegetazione.

Figura - *Vegetazione delle dune* (da S. Pignatti, 2001)

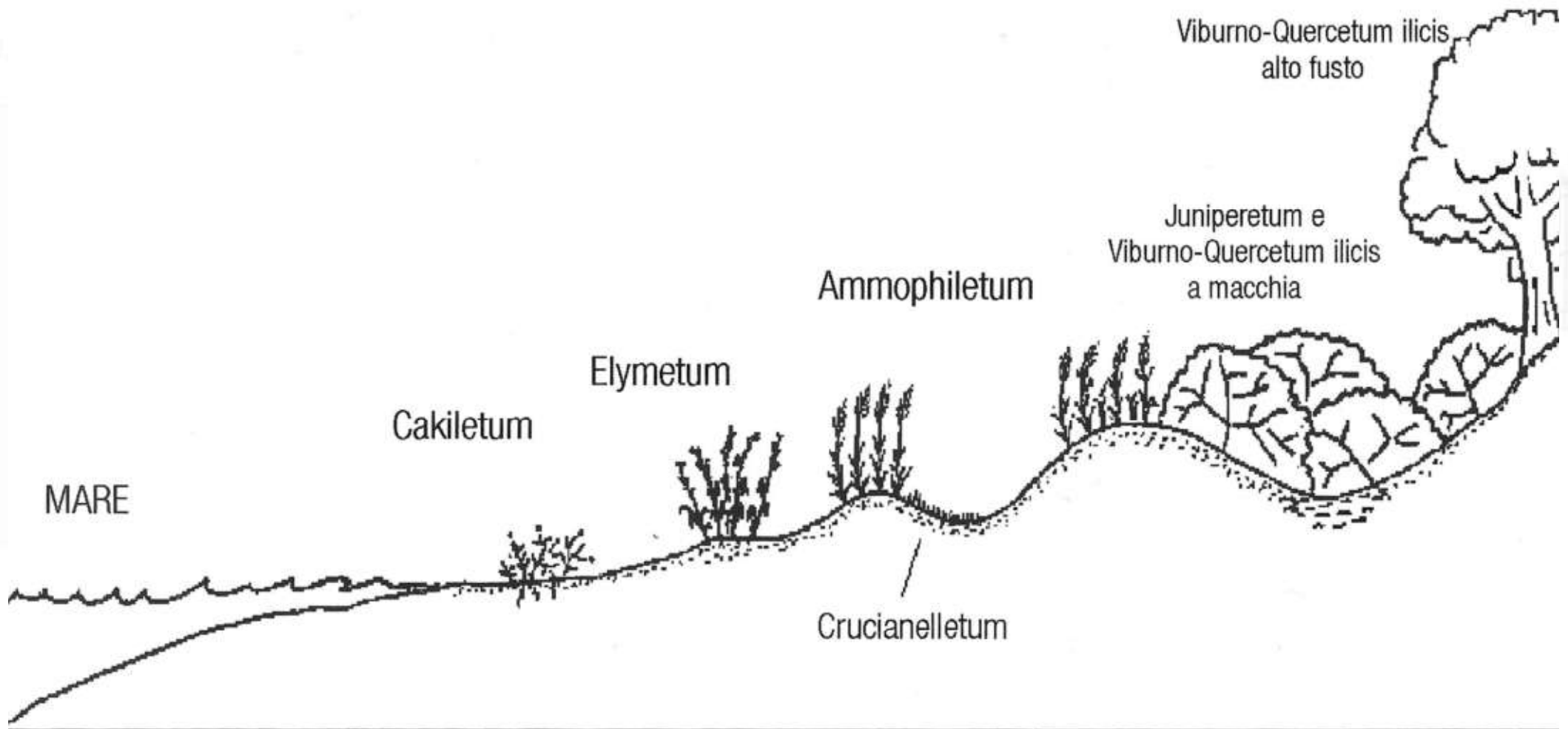


Fig. 1.1. Rappresentazione schematica della serie alopsammofila in località Grotta di Piastra.

Figura - *Intensità dei fattori ecologici sulla vegetazione dunale* (da Acosta, 2005)



Figura - *Ammophila arenaria* a Maiorca (ES) (da F.Boccalaro, 2005)



Figura - *Soldanella di mare (Calystegia soldanella)* (da Giuliano, 2004)



Figura - *Santolina delle spiagge* (*Othantum maritimum*) e *Piede di lepre* (*Plantago lagopus*) (da F. Boccalaro, 2005)



Figura - *Eringio marino* (*Eryngium maritimum*)



Figura - *Juniperus phoenicea* (*Ginepro fenicio*) (da F. Boccalaro, 2010)



Figura - *Juniperus communis* (*Ginepro comune*) (da Flora d'Italia - TCI, 1967)



Figura - *Pistacia lentiscus* (Lentisco) (da F. Boccalaro, 2010)



set. '25

Figura - *Pistacia lentiscus* (Lentisco) (da Flora d'Italia - TCI, 1967)





Ingegneria Naturalistica costiera

Manuale delle spiagge/dune

La tabella seguente permette di individuare le minacce possibili, gli indicatori di qualità ambientale e le **azioni di intervento** di ripristino per gli ambienti dunali e i posidonieti delle spiagge sommerse, tra loro correlati attraverso le spiagge emerse.

Figura - Minacce, indicatori di qualità ambientale e azioni di restauro per dune e posidonieti (da ICRAM, 2007)

TIPOLOGIA DI RIFERIMENTO	MINACCE	INDICATORI	AZIONI DI RESTAURO
Dune consolidate	- Erosione costiera; - Abbassamento della falda; - Ingressione in falda di acque marine; - Riduzione della falda dolce sospesa; - Fenomeni di erosione della duna, idrica incanalata ed edifica; - Localizzati fenomeni di compattazione nelle zone umide retrodunali dovuti a eccessivo calpestio; - Azioni di "pulizia" e spianamento meccanico della spiaggia, con eliminazione delle comunità ad esse associate; - Frequenzamento eccessivo; - Aerosol marino carico di elementi inquinanti; - Attività di bonifica non corrette, che determinano la perdita del reticolo idrico superficiale e delle possibilità di impaludamento retrodunale invernale; - Cambiamento dell'uso del suolo, con perdita di connessione con le aree palustri e/o i canali interni o circostanti i siti.	- Presenza di differenti tipologie di vegetazione erbacea della duna mobile; - Presenza di vegetazione legnosa retrodunale, soprattutto a carattere forestale; - Buona strutturazione delle comunità ed estensione delle stesse; - Caratteristiche morfologiche dei diversi cordoni dunali (altezza, continuità, distanza dal mare, ecc.); - Presenza di comunità di rettili cheloni (Emididi e Testudinati) e uccelli Coraciformi; - Per i mammiferi, la presenza di istrice; - Per gli insetti, la presenza di insetti specializzati, quali <i>Hymenoptera</i>, <i>Coleoptera</i> (<i>Tenebrionidae</i>, <i>Scarabaeidae</i>, <i>Carabidae</i> e <i>Cicindelidae</i>); - Presenza di endemismi di elevato interesse; - Nidificazione di uccelli quali il fraticello e durante i passi o lo svernamento la sosta di estese comunità di larvali, specialmente in presenza di pantani e stagni retrodunali; - La presenza di comunità ripariali di crostacei Anfipodi.	- Allentamento delle pressioni antropiche in un'adeguata zona di rispetto intorno al sistema dunale con particolare riguardo alla azione di compressione e compattamento della sabbia e di modificazione del profilo originario delle dune che porterebbe alla distruzione dei siti di nidificazione possibili e alla riduzione delle comunità di invertebrati psammofili; - Ricostruzione dei ginepri durali degradati; azione che difficilmente può basarsi sull'ulteriore diretto delle specie principali di tale <i>habitat</i> (<i>Juniperus macrocarpa</i> e <i>J. phoenicea</i>) poiché l'allevamento dei ginepri in vivaio è problematico e la specie ha un lento accrescimento in fase giovanile; - Utilizzo, da sperimentare, delle sclerofille (lentisco e filliree) che in tali <i>habitat</i> accompagnano naturalmente i ginepri; la ricostruzione della vegetazione dunale è basata sull'impiego di erbe psammofite e di arbusti che attecchiscono per talea (tamerici, ammotila, olivello di Boemia); - Vigilanza e prevenzione antincendio; - Controllo dell'emungimento dalle falde profonde e sospese; - Opere di ingegneria naturalistica per la ricostruzione delle dune degradate (barriere basali, schermi frangivento, etc.); - Creazione di opportuni passaggi sulle dune onde evitare il calpestio (passerelle in legno, etc.); - Evitare l'utilizzo di costruzioni per la difesa delle coste di tipo <i>hard</i> (barriere, scogliere etc.) in luogo di metodologie più <i>soft</i> (ripascimenti, barriere soffici, tubi drenanti etc.); - Drastica diminuzione della movimentazione della sabbia; - Regolamentazione e rotazione nel taglio boschivo retrodunale.
Posidonieti	- Fenomeni di disturbo del fondo; - Inquinamento del mare; - Azioni di disturbo, come ad esempio pesca a strascico; - Alterazione strutturale del complesso sistema di <i>habitat</i> presente nel tratto di spiaggia mobile e consolidato; - Eccesso di frequentazione per balneazione; - Minacce alla conservazione di <i>Pinna nobilis</i>.	- Ricchezza biologica di specie animali e vegetali; - Status di conservazione di <i>Pinna nobilis</i>; - Continuità della copertura.	- Installazione di boe fisse per l'ormeggio di natanti; - Perimetrazione, attraverso appositi parchi boe, del posidonieto; - Installazione di depuratori lungo costa (da valutare caso per caso); - In casi gravi di rarefazione del posidonieto possibilità di intervento attraverso opere di piantumazione di giovani di <i>P. oceanica</i>; - Posizionamento di barriere anti-strascico; - Incrementare il numero delle riserve marine; - Interdizione alla navigazione da diporto.

Figura - *Manuale ripristino habitat costieri* (da F. Boccalaro, 2008)





Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

Motivazioni

Il ripristino della duna e la protezione dei depositi embrionali al piede della stessa è derivato dal fatto che la duna, sormontata dalla **strada litoranea** realizzata negli anni '30 del secolo scorso, è soggetta all'impatto del turismo ed a quello dell'erosione marina.

In passato, la strada asfaltata, oltre a rappresentare un elemento rigido in un contesto che dovrebbe essere "elastico", provocava il **ruscellamento** delle acque piovane, con conseguenti solchi di erosione tra la duna e la spiaggia.

Le persone che frequentavano la spiaggia contribuivano, con il loro **calpestio**, ad approfondire tali solchi e a crearne di nuovi.

Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

Il **vento** faceva la sua parte, incanalandosi ed erodendo a sua volta la duna.

Al piede della duna, a causa dell'utilizzo della spiaggia e della pulizia meccanizzata erano quasi **scomparse le dune embrionali** con la relativa vegetazione erbacea, importanti per smorzare i venti paralleli alla costa e la spiaggia, appiattendosi, aveva perduto il profilo naturale.

In questo contesto l'**erosione marina** ha potuto provocare gravi danni arrivando anche a far crollare tratti di strada che si è stati costretti a interdire al traffico.

Figura - *Rilievo fotografico* (da F.Boccalaro, 2020)



Figura – *Rilievo fotografico* (da F.Boccalaro, 2020)



Figura – *Rilievo fotografico* (da F.Boccalaro, 2020)



Figura - *Rilievo fotografico* (da F.Boccalaro, 2020)



Figura - *Rilievo fotografico* (da F.Boccalaro, 2020)



Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

Obiettivi - Gli obiettivi specifici del presente intervento consistono nel **ripristino e salvaguardia** della duna litoranea mediante interventi ed opere basati sull'impiego di materiali naturali ai fini della **mitigazione** dei meccanismi erosivi, l'enfatizzazione di quelli **deposizionali** e l'innescare dei processi naturali di **ricolonizzazione** delle aree in dissesto ad opera della vegetazione dunale.

Gli obiettivi generali del presente intervento si inquadrano nel processo di **gestione adattativa** al territorio, e nello specifico alle peculiarità del territorio costiero.

- regolamentazione delle modalità di **pulizia** dell'arenile;
- istituzione di una **zona di rispetto** del piede dunale entro cui interdire tutte le modalità di pulizia meccanizzata;
- supporto alla sperimentazione di azioni gestionali di **tutela** della duna.

Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

La **gestione degli impatti antropici** sulla struttura di un habitat dunale è ulteriormente supportata da:

- contenimento del frazionamento dell'habitat dunale;
- contenimento dell'impatto da calpestio sulla vegetazione dunale;
- contenimento del consumo di suolo sul fronte dunale;
- contenimento della diffusione di specie vegetali "aliene" sulla duna;
- "riutilizzo" delle sabbie derivanti dalla manutenzione della costa nel sistema sedimentario spiaggia-duna;
- azioni di comunicazione e sensibilizzazione sul valore ambientale e funzionale della duna, adeguatamente supportate da cartellonistica *in situ*.

Figura – Sito SIC (da MinAmbiente, 2004)

La quasi totalità delle spiagge site all'interno del Parco Nazionale del Circeo rientrano nel Sito d'Importanza Comunitario denominato DUNE del CIRCEO e che si estende per un'area di 441 ettari

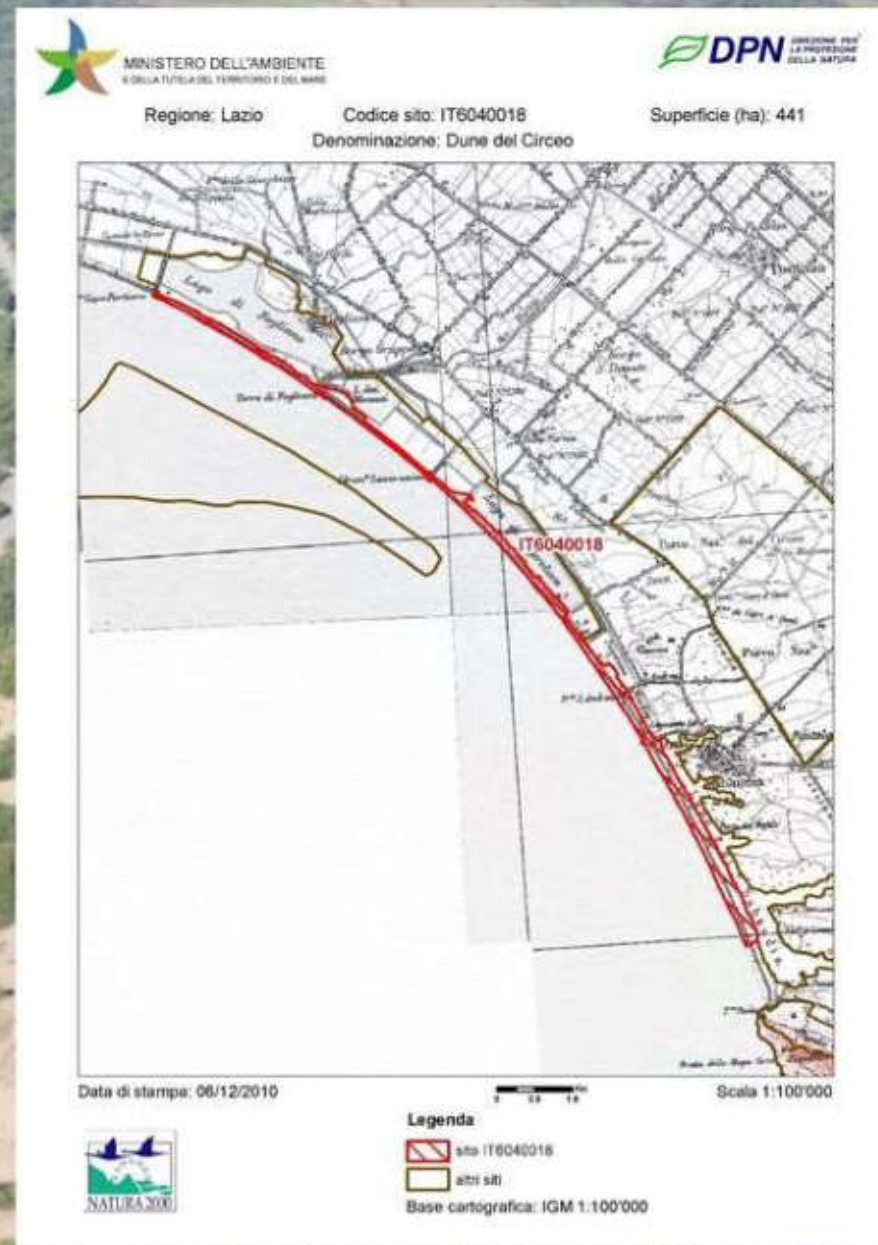


Figura - *Ortofoto e IGM* (da F. Boccalaro, 2020)



Figura - Ortofoto (da F. Boccalaro, 2020)



Figura - Progetto (da F. Boccalaro, 2020)

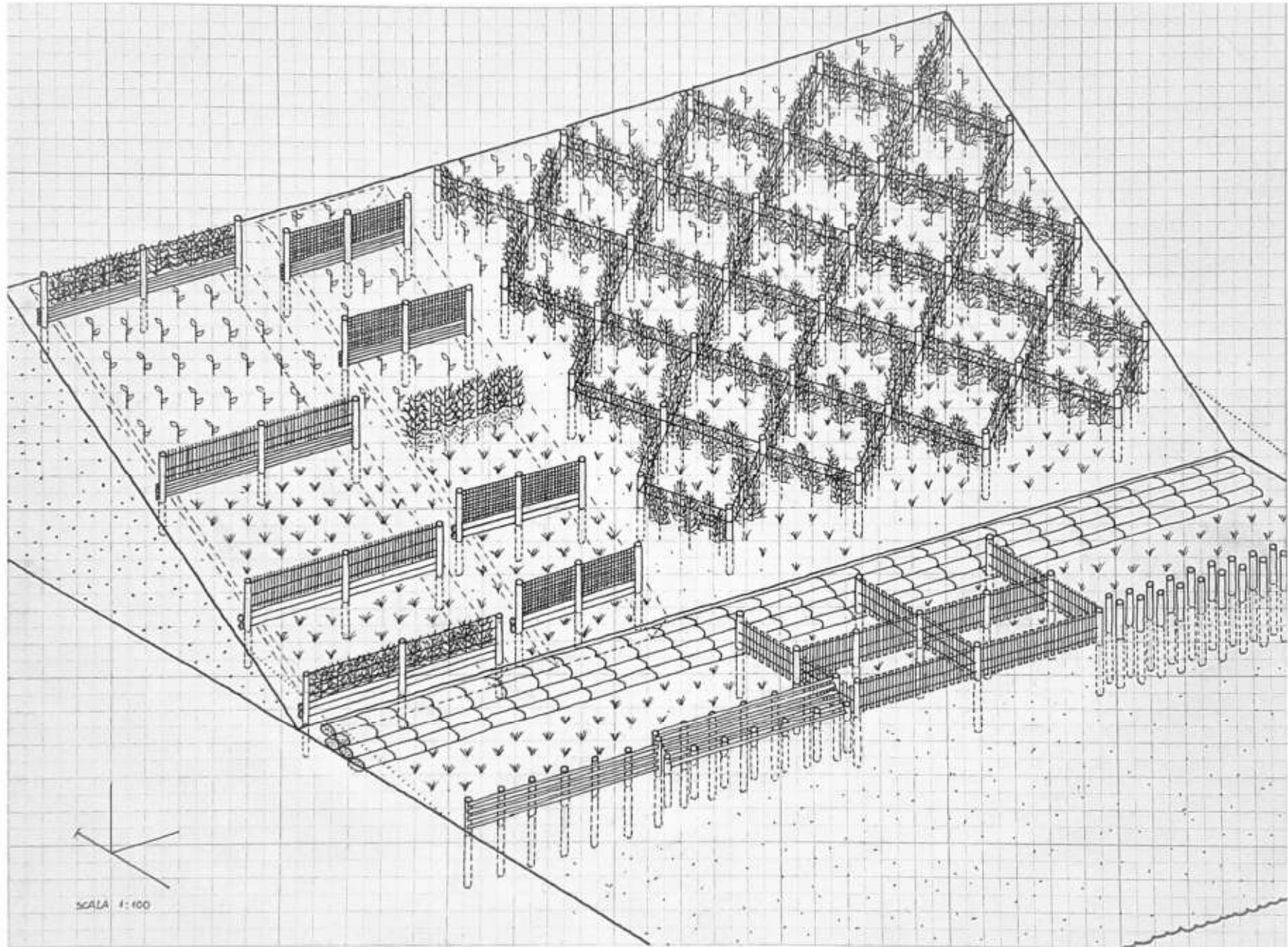


Figura - Progetto (da F.Marsiali, 2020)

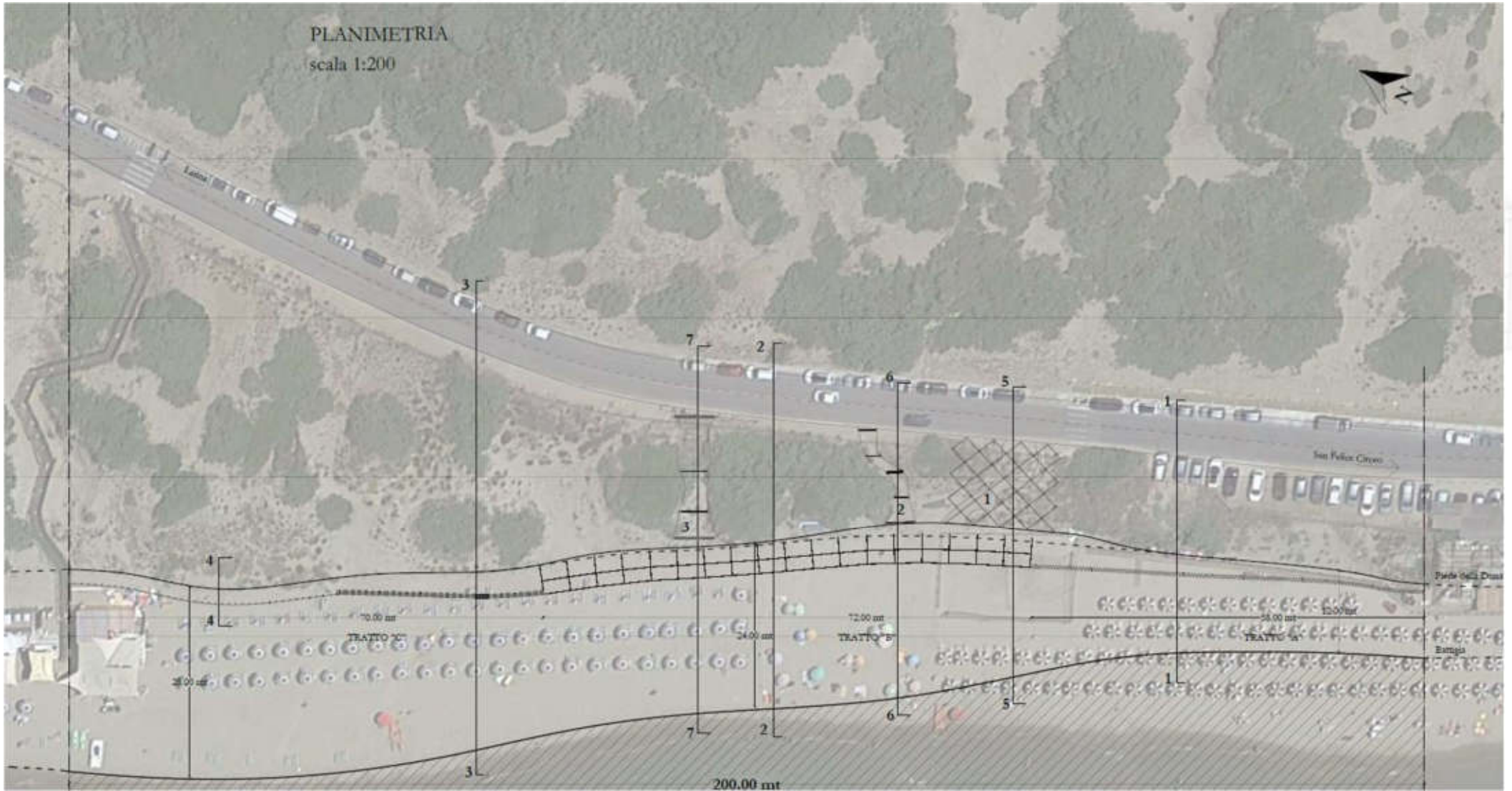


Figura - *Progetto* (da F.Marsiali, 2020)



Figura - *Ripristino dunale a Valencia (da ...)*



Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

Descrizione

Gli interventi attivi di contrasto all'erosione costiera che è possibile attuare nel contesto in esame, anche a prescindere da eventuali ulteriori azioni che possono essere effettuate a mare qualora ritenute necessarie (es. ripascimenti protetti, barriere immerse o soffolte, ecc.), devono essere inquadrati come interventi di **protezione del piede** della duna e di **ripristino morfologico** del cordone dunale, mediante tecniche di **ingegneria naturalistica** a bassissimo impatto ambientale.

In particolare, sulla stregua di quanto già recentemente sperimentato in contesti simili su arenili della Toscana e del Lazio, si prevedono interventi **stabilizzanti** con resistenza antierosiva ma che, al tempo stesso, si integrino con l'ambiente e il paesaggio. Tecniche denominate "**barriere frangiflutti emerse**", comprendenti "**palificate antedunali**", "**steccati basali antedunali**", "**palizzate antedunali**". 69

Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

Tecniche denominate "*schermature frangivento*" comprendenti "*stuoie di canne*" e pali in legname, "*biostuoie*" in cocco o agave e pali in legname, "*ramaglia*" in fascine con e senza pali in legname, utilizzando materiale vegetale da operazioni di taglio forestale (eventualmente anche di specie aliene invasive), anche sotto forma di cippato. Gli apporti di sabbia, anche contenuti in sacchi di fibra vegetale, possono essere mescolati con residui di posidonia spiaggiata eventualmente disponibile. Le dune saranno salvaguardate attraverso la realizzazione di strutture atte a impedire il passaggio dei bagnanti sulle dune (**recinzioni**).

Per ripristinare la naturale mobilità della duna, innescare il processo di ricolonizzazione delle specie caratteristiche dell'habitat e limitare il ruscellamento dell'acqua piovana, saranno **rimosse** vetuste opere di sistemazione dunale (palificate, steccati, sacchi) per alcuni tratti costieri ed utilizzate moderne tecniche di **ingegneria naturalistica**.⁷⁰

Ingegneria Naturalistica costiera

Progettazione di interventi costieri - dune del Circeo

Le dune, nelle porzioni più basse, saranno consolidate con la messa a dimora di **specie erbacee** come *Ammophila littoralis*, *Agropyron junceum*, ecc.; nelle porzioni più elevate con la messa a dimora di **specie arbustive** (*Juniperus oxycedrus* s. *Macrocarpa*, *Phyllirea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, ecc.).

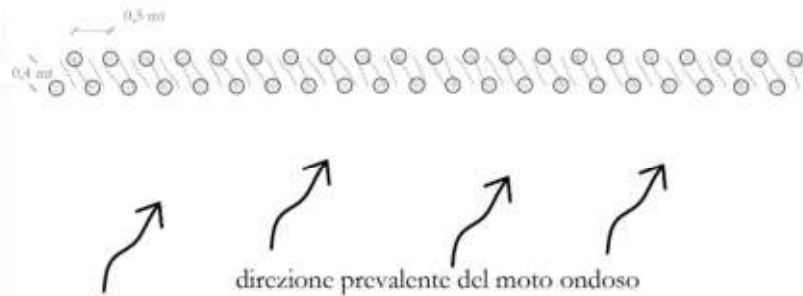
Per l'approvvigionamento di *Ammofila* e *Agropiro* si sceglie di utilizzare solo **individui autoctoni**, per preservarne le caratteristiche genetiche ed ecologiche, prelevandoli da siti di "diradamento naturale" locali, individuati con estrema attenzione in modo da non recar danno ad aree in stato di degrado e comportare il minore impatto sull'ambiente (ad es., si agisce solo sui cespi più densi).

Le autorizzazioni al prelievo saranno concesse dai vari uffici preposti, con precise prescrizioni, mentre le specie arbustive impiantate saranno fornite dal **vivaio forestale** del Parco Nazionale del Circeo, vista la valenza naturalistica dell'Area protetta e la necessità di tutelare il patrimonio vegetale locale anche sotto il profilo genetico.

Figura - Tecniche (da F.Marsiali, 2020)

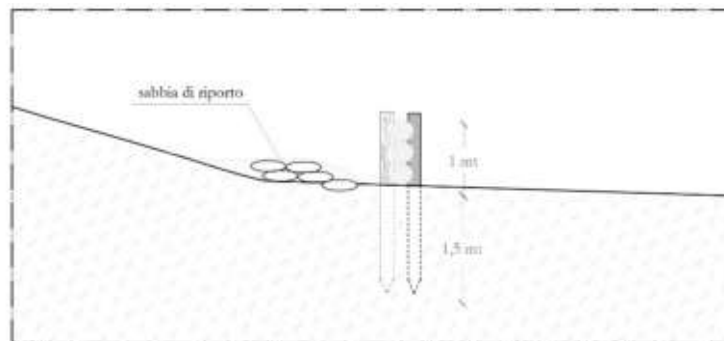
STRALCIO PIANTA TIPO "A"

scala 1:50



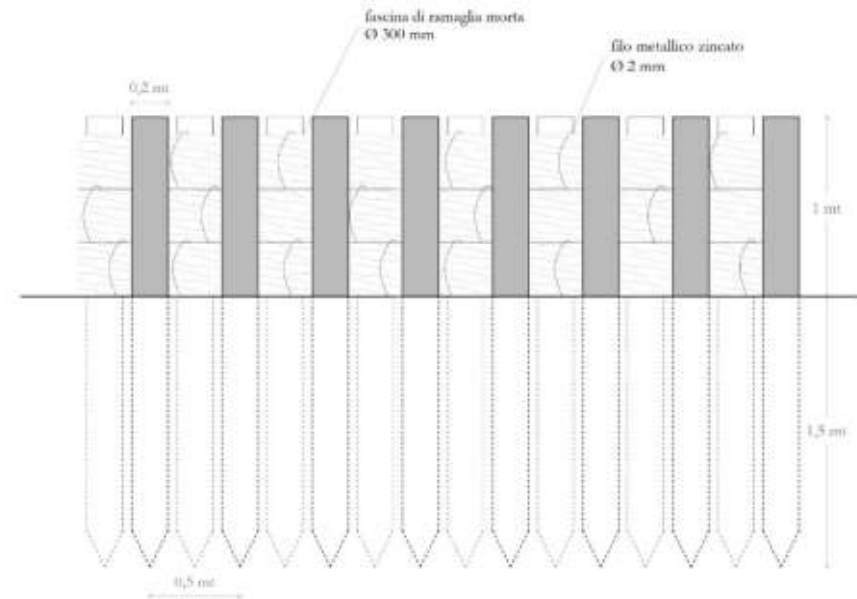
DETTAGLIO SEZIONE 1-1

scala 1:50



PROSPETTO "A"

scala 1:20



Dettaglio sacchi di sabbia

scala 1:20



Dettaglio pali

scala 1:20



Figura - *Paratie in pali* (da *Scottish Natural Heritage*, 2004)



Figura - *Paratie in pali* (da Scottish Natural Heritage, 2004)



Figura - Tecniche (da F.Marsiali, 2020)

STRALCIO PIANTA TIPO "C2"

scala 1:50



PROSPETTO TIPO "C2"

scala 1:20

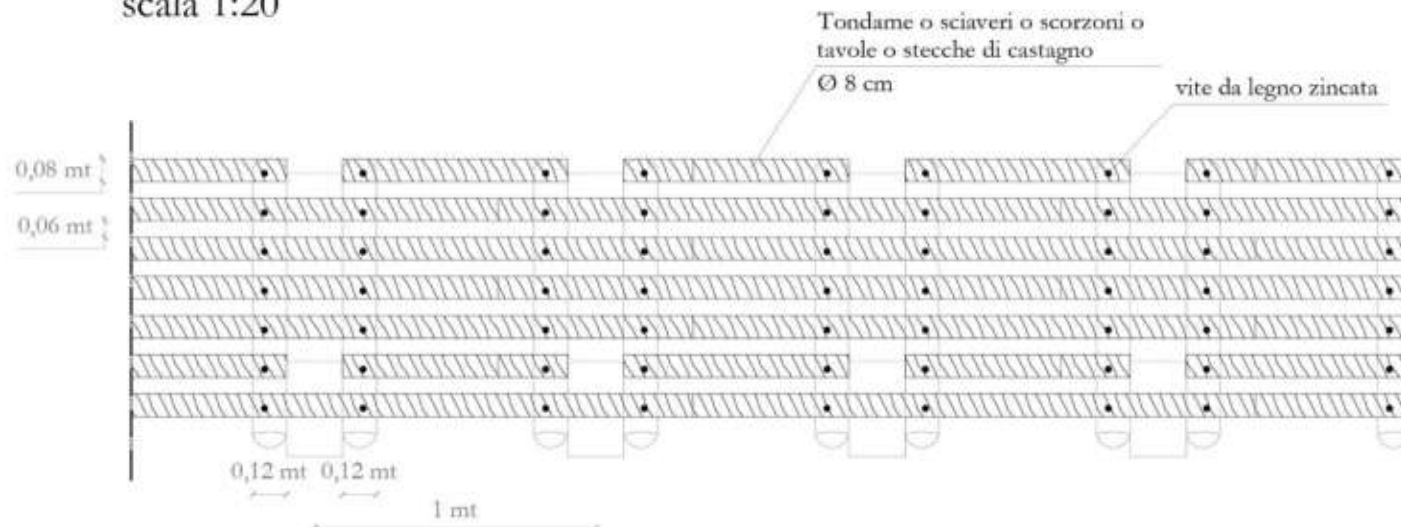


Figura - Tecniche (da F.Marsiali, 2020)

DETTAGLIO SEZIONE 3-3 scala 1:50

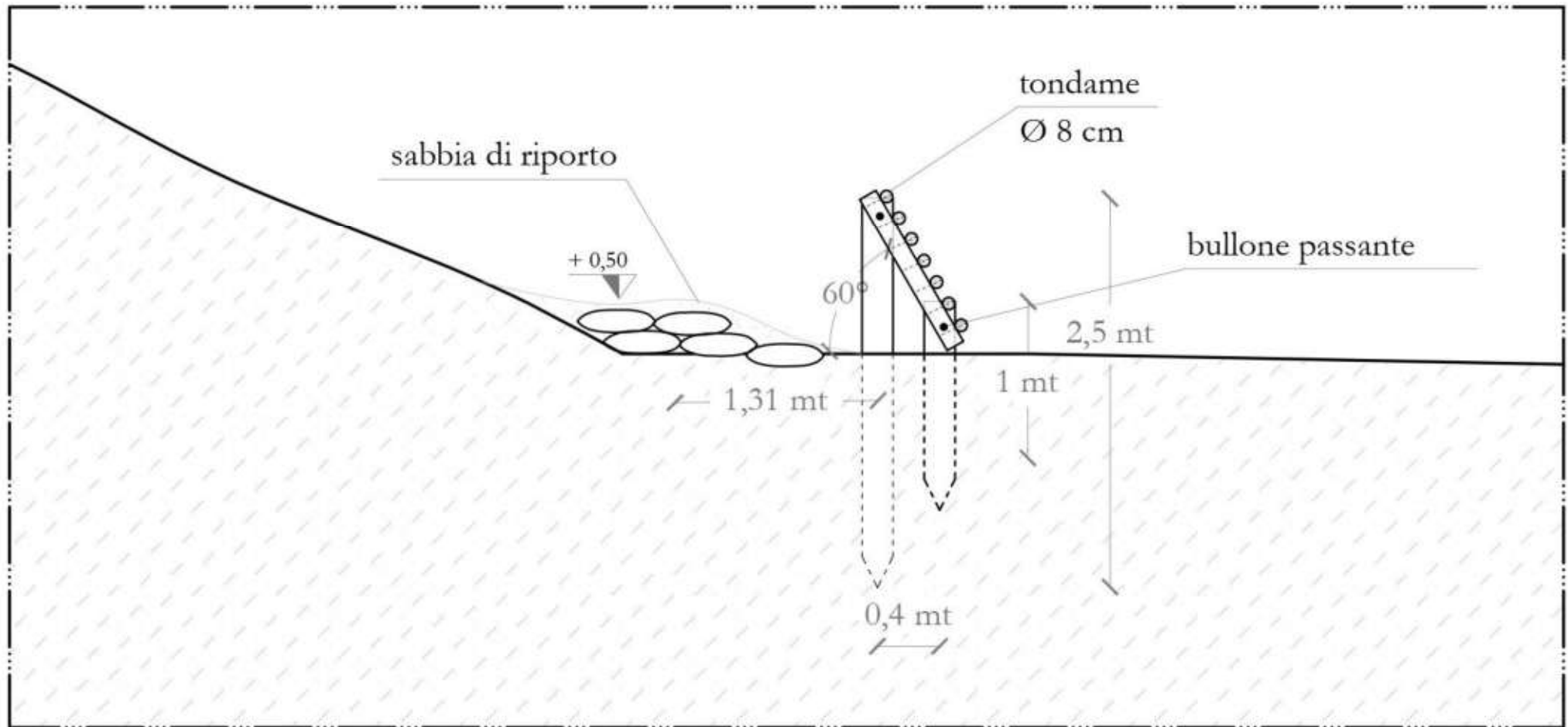


Figura - palizzate inclinate a Overstrand (UK) (da DEFRA, 1999)



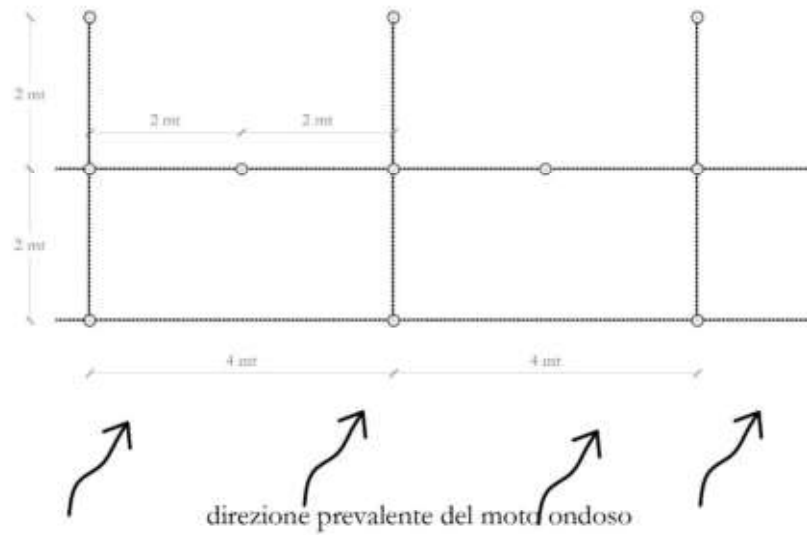
Figura - Schermature per dune stagionali a Texel (NL) (da DEFRA, 1999)



Figura - Tecniche (da F.Marsiali, 2020)

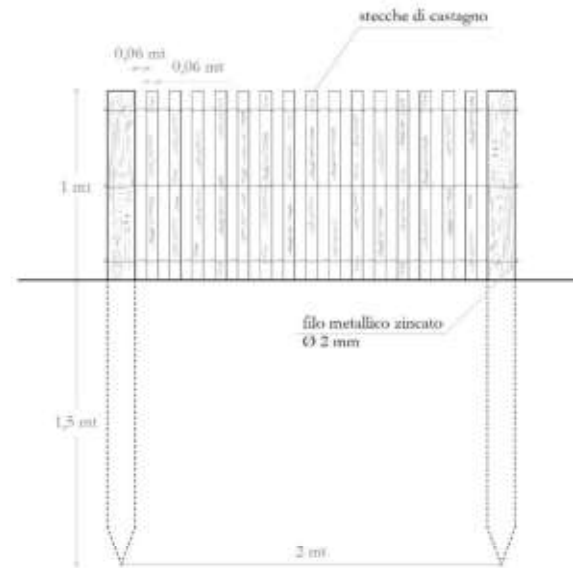
STRALCIO PIANTA TIPO "B"

scala 1:50



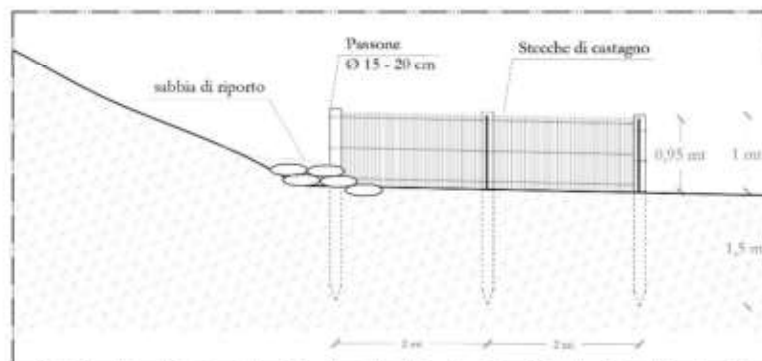
PROSPETTO "B"

scala 1:20



DETTAGLIO SEZIONE 2-2

scala 1:50



Dettaglio pali

scala 1:20



Figura - *Protezione di dune a cala Lagor in Algarve*
(...)



Figura - Tecniche (da F.Marsiali, 2020)

PROSPETTO MODELLO OLANDESE scala 1:50

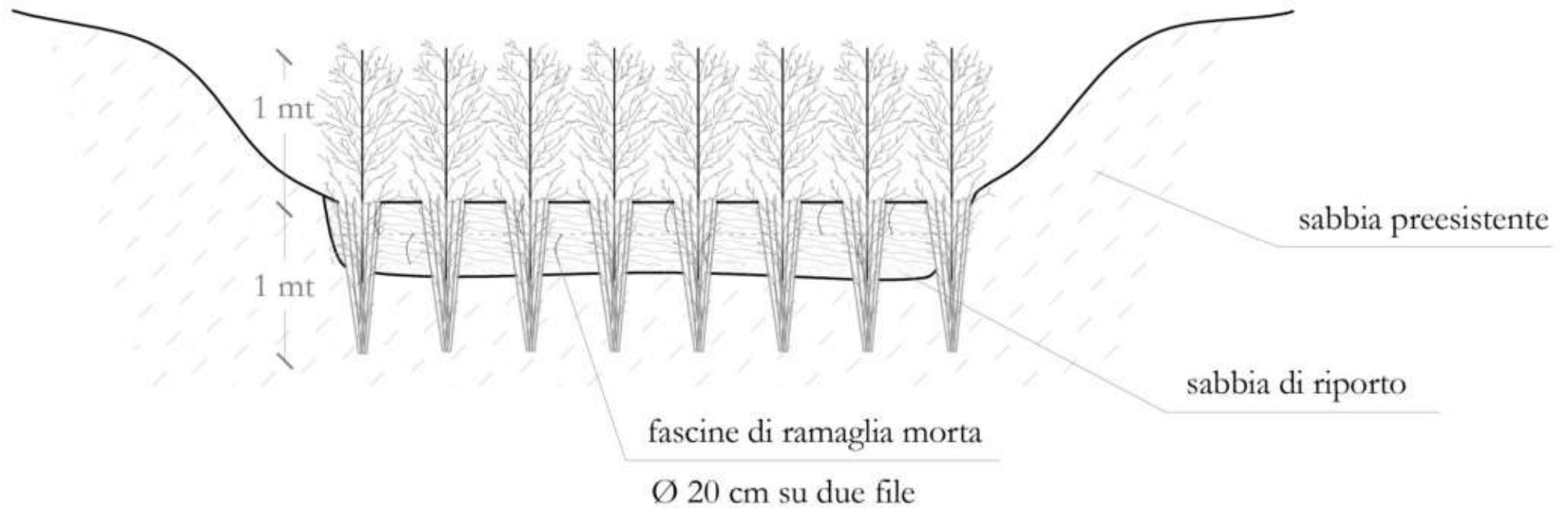
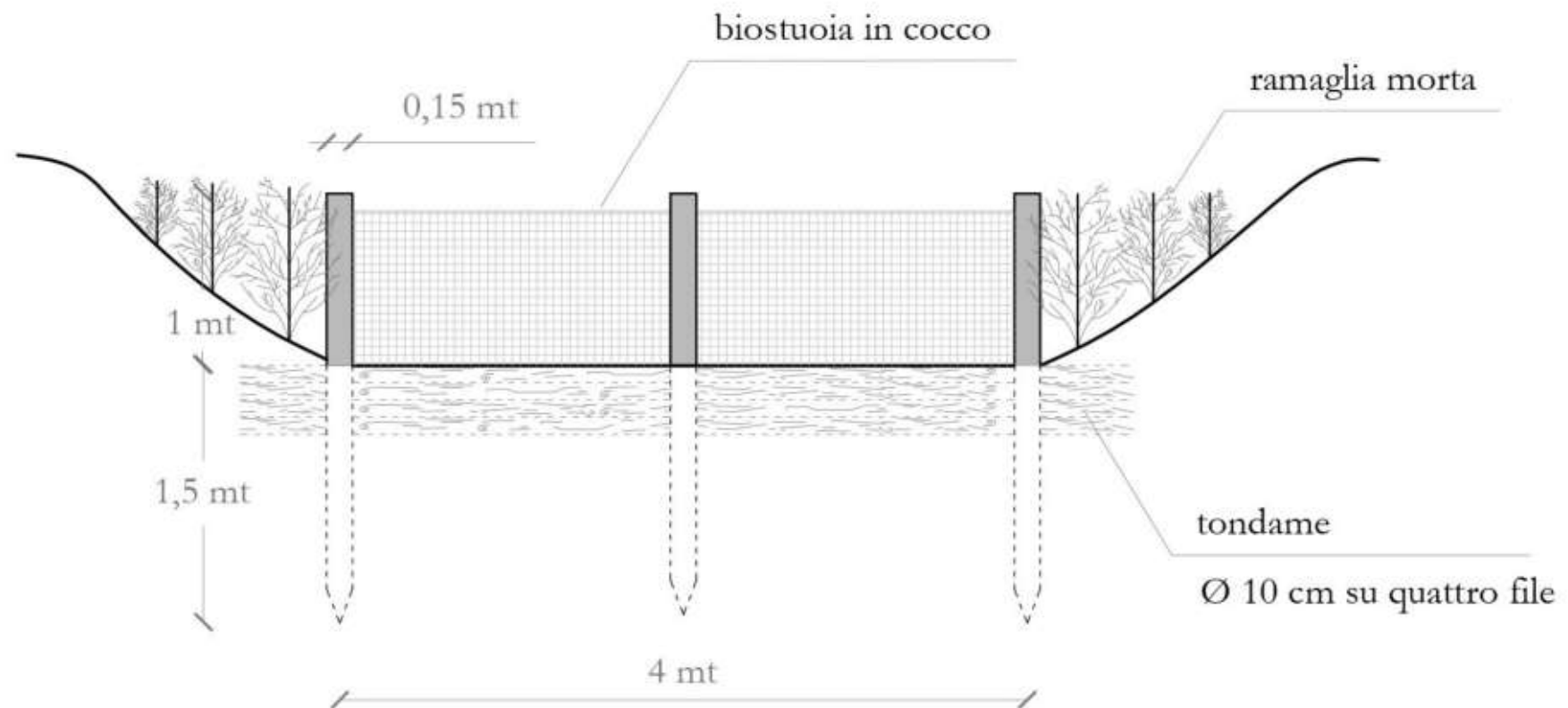


Figura - *Intervento di stabilizzazione di dune costiere con griglie di siepi morte (Olanda) (da U. Macchia, 1993)*

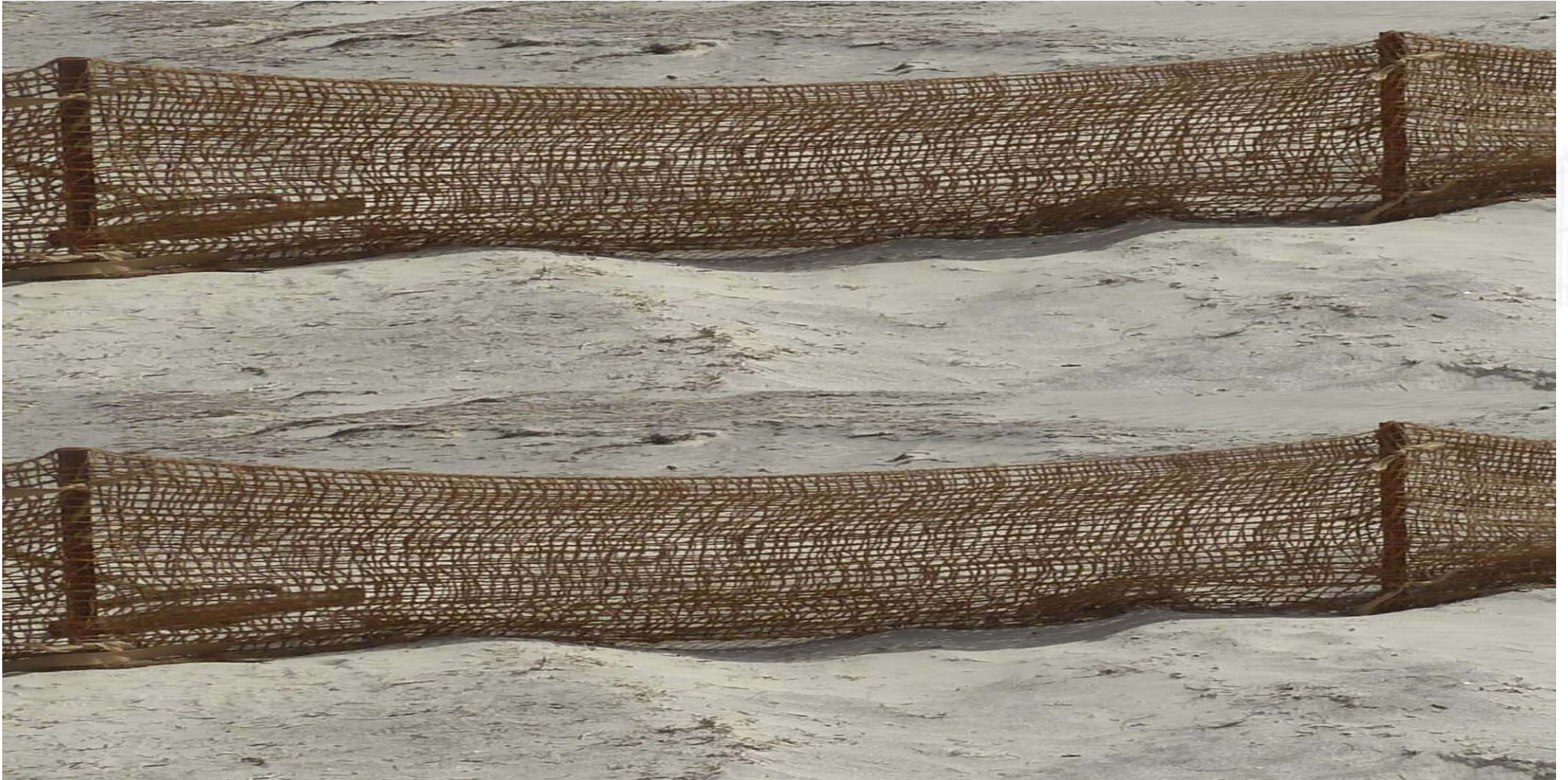


PROSPETTO CANALE 2

scala 1:50



Biorete in cocco (da ...)



set

QUALITY	QUALITY	CANALITY

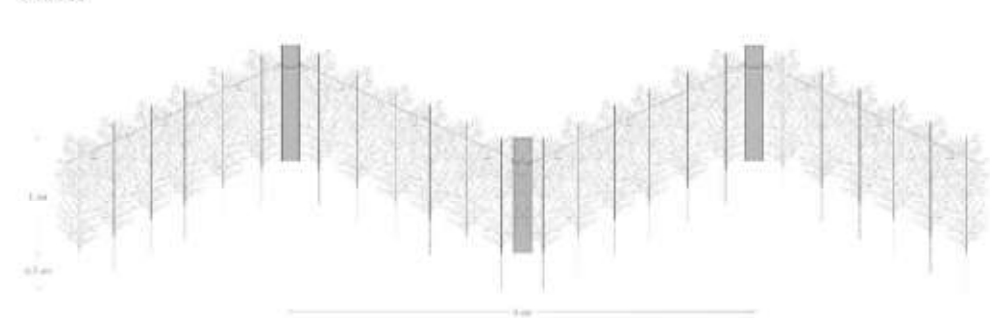
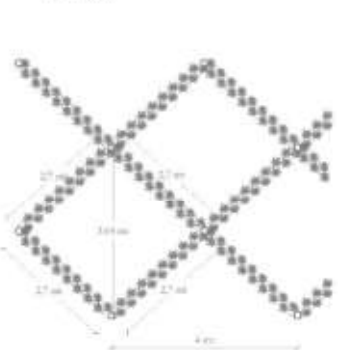
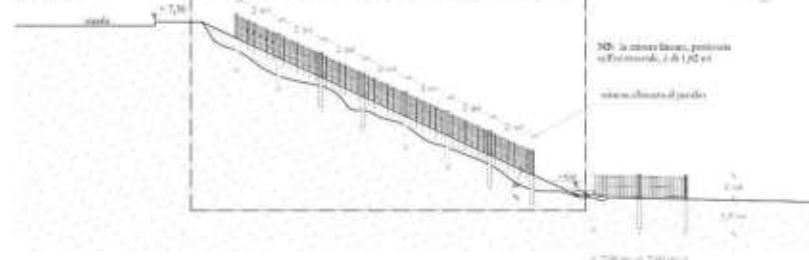
85

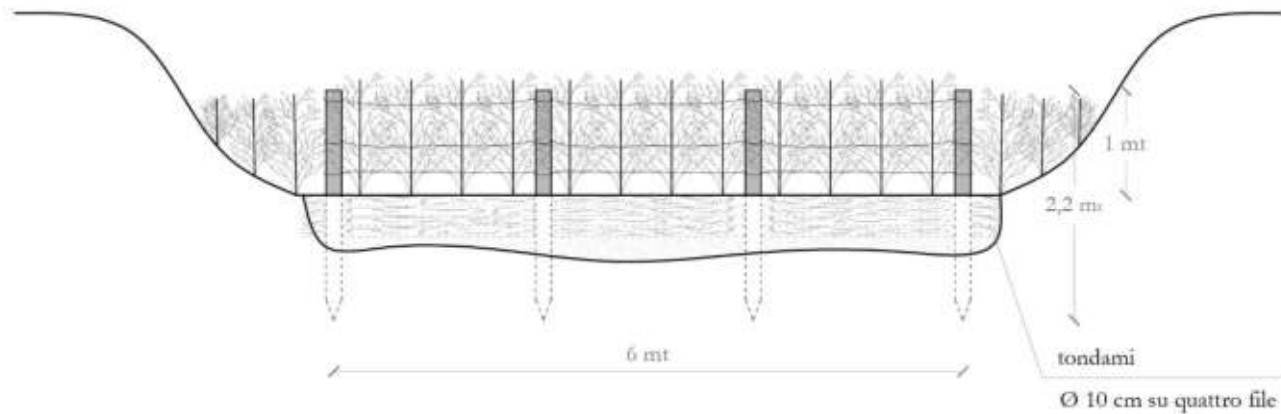
Figura - *Schermature al Circeo* (da F. Boccalaro, 2010)



Figura - Tecniche (da F.Marsiali, 2020)

PROSPETTO CANALE 3 - tipo a)

scala 1:50



PROSPETTO CANALE 3 - tipo b)

scala 1:50

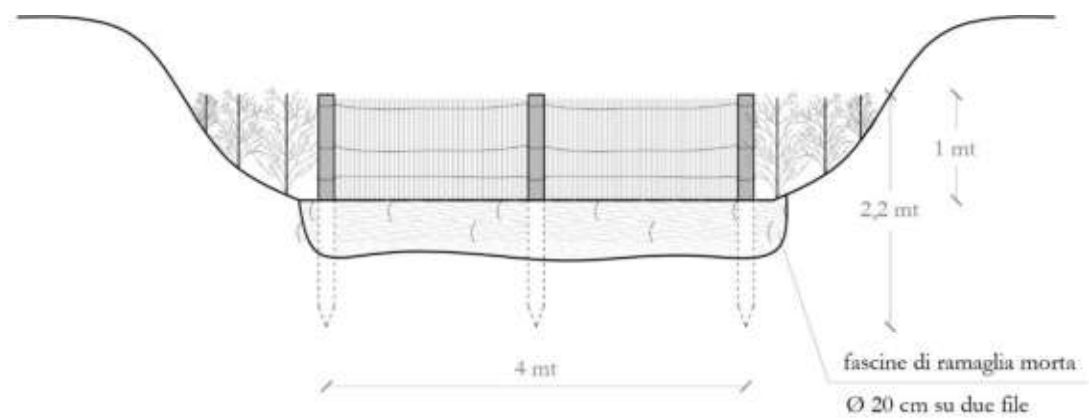


Figura - *Schermature in Sardegna* (da F. Boccalaro, 2010)



Figura - *Recinzioni e cartellonistica* (da F. Boccalaro, 2010)



Figura - Specie vegetali (da F.Marsiali, 2020)

ABACO DELLA VEGETAZIONE



Elenco delle specie arbustive

Parco della DUNA ALTA - (113 mq - 1 piantina ogni 2 mq)

Gli arbusti possono essere utilizzati sulle dune per:

- proteggere le dune dai venti e dalle maree, e così aiutare a mantenere le loro posizioni;
- ridurre gli effetti di deflazione del vento nei boschi e allo stesso tempo creare la sabbia per creare e ricompilare;
- consolidare le aree sabbiose di sabbia includendo le zone di deposito dei boschi, le dune sabbiose, i boschi sabbiosi e i boschi sabbiosi;
- creare di loro e di materiale per la protezione e per la sedimentazione con paglia e mangrovia;
- creare boschi, mangrovia, ecc. per creare boschi e boschi sabbiosi.

FORME BIOLOGICHE

Forma biologica: P. nappi - Forme biologiche: P. nappi - Forme biologiche: P. nappi

Forma biologica: P. nappi - Forme biologiche: P. nappi - Forme biologiche: P. nappi



Philadelphus angustifolius (L.) - P. nappi



Quercus ilex (L.) - P. nappi, P. nappi



Leucos (L.) - P. nappi, P. nappi



Tamarix nigra (L.) - P. nappi, P. nappi



Elenco delle specie erbacee

Parco della DUNA INTERMEDIA - (138 mq - 5 piantine ogni 1 mq)

Le specie erbacee possono essere utilizzate sulle dune per:

- proteggere le dune dai venti e dalle maree, e così aiutare a mantenere le loro posizioni;
- ridurre gli effetti di deflazione del vento nei boschi e allo stesso tempo creare la sabbia per creare e ricompilare;
- consolidare le aree sabbiose di sabbia includendo le zone di deposito dei boschi, le dune sabbiose, i boschi sabbiosi e i boschi sabbiosi;
- creare di loro e di materiale per la protezione e per la sedimentazione con paglia e mangrovia;
- creare boschi, mangrovia, ecc. per creare boschi e boschi sabbiosi.

FORME BIOLOGICHE

Forma biologica: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi

Forma biologica: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi



Epilobium angustifolium (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Leucos (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Epilobium angustifolium (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Leucos (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Elenco delle specie erbacee

Parco della AVANDUNA - (96 mq - 5 piantine ogni 1 mq)

Le specie erbacee possono essere utilizzate sulle dune per:

- proteggere le dune dai venti e dalle maree, e così aiutare a mantenere le loro posizioni;
- ridurre gli effetti di deflazione del vento nei boschi e allo stesso tempo creare la sabbia per creare e ricompilare;
- consolidare le aree sabbiose di sabbia includendo le zone di deposito dei boschi, le dune sabbiose, i boschi sabbiosi e i boschi sabbiosi;
- creare di loro e di materiale per la protezione e per la sedimentazione con paglia e mangrovia;
- creare boschi, mangrovia, ecc. per creare boschi e boschi sabbiosi.

FORME BIOLOGICHE

Forma biologica: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi

Forma biologica: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi - Forme biologiche: G. nappi



Philadelphus angustifolius (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Leucos (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi



Leucos (L.) - G. nappi



Quercus ilex (L.) - G. nappi

Figura - Specie vegetali (da F.Marsiali, 2020)

LISTA DELLE SPECIE VEGETALI DA IMPIEGARE

Specie arbustive

Fascia della duna alta (duna consolidata – Ginepreto)

(113 mq, 1 pianta/2 mq, ~ 60 piante totali)

Fillirea a foglie strette (*Phillyrea angustifolia*)

Ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* sp. *macrocarpa*) (***)

Lentisco (*Pistacia lentiscus*)

<i>n° piante</i>	<i>trapianto</i>	<i>h (cm)</i>	<i>φ (cm)</i>	<i>riproduzione</i>
20	vaso, fitocella	100	24	seme, taleaggio
20	vaso, fitocella	140	24	seme, taleaggio
20	vaso, fitocella	80	24	seme, taleaggio

N.B.: le piante con (*) sono quelle di maggiore importanza

Figura - Specie vegetali (da F.Marsiali, 2020)

LISTA DELLE SPECIE VEGETALI DA IMPIEGARE

Specie erbacee

<u>Fascia della duna intermedia (duna mobile - Ammofiletto)</u> (138 mq, 3 fasci/mq, ~ 418 fasci totali, 2÷6 piantine ogni fascio)	n°_{fasci}	trapianto	h (cm)	ϕ (cm)	riproduzione
Calcatreppola marittima (<i>Eryngium maritimum</i>)	38	plantule	15	4	seme
Camomilla marina (<i>Anthemis maritima</i>)	38	plantule	15	4	separazione
Crucianella marittima (<i>Crucianella maritima</i>) [sottovento]	38	rizomi, cespi	15	4	taleaggio
Erba medica marina (<i>Medicago marina</i>) (**)	38	rizomi, cespi	15	4	separazione
Giglio di mare (<i>Pancratium maritimum</i> , protetta) [sottovento]	38	rizomi, cespi	15	4	seme
Ginestrino delle spiagge (<i>Lotus commutatus</i>) (**)	38	rizomi, cespi	15	4	seme, separazione
Gramigna delle spiagge (<i>Agropyron junceum</i>) (**)	38	rizomi, cespi	35	8	separazione, seme
Silene biancastra (<i>Silene canescens</i>)	38	plantule	15	8	seme
Sparto della sabbia (<i>Ammophila arenaria</i>) (***)	76	rizomi, cespi	35	8	separazione, seme
Zigolo delle spiagge (<i>Cyperus capitatus</i>)	38	rizomi, cespi	15	4	seme

N.B.: le piante con (*) sono quelle di maggiore importanza

Figura - Specie vegetali (da F.Marsiali, 2020)

LISTA DELLE SPECIE VEGETALI DA IMPIEGARE

<u>Fascia della avanduna (duna embrionale – Agropireto)</u> (96 mq, 3 fasci/mq, ~ 288 fasci totali, 2÷6 piantine ogni fascio)	n° fasci	trapianto	h (cm)	ϕ (cm)	riproduzione
Finocchio litorale (<i>Echinophora spinosa</i>)	32	plantule	15	4	seme
Giglio di mare (<i>Pancratium maritimum</i> , protetta) [sottovento]	32	rizomi, cespi	15	4	seme
Gramigna delle spiagge (<i>Elymus Farctus</i>) (***)	64	rizomi, cespi	35	8	separazione, seme
Ononide screziata (<i>Ononis variegata</i>) [sottovento] (**)	32	rizomi, cespi	15	4	seme, separazione
Ravastrello (<i>Cakile maritima</i>)	32	plantule	15	4	seme
Sparto della sabbia (<i>Ammophila arenaria</i>) (**)	32	rizomi, cespi	35	8	separazione, seme
Sporobolo delle spiagge (<i>Sporobolus virginicus</i>) (**)	32	rizomi, cespi	15	4	separazione, seme
Vilucchio marittimo (<i>Calystegia soldanella</i>)	32	plantule	15	4	seme

N.B.: le piante con (*) sono quelle di maggiore importanza

Figura - Specie vegetali (da F.Marsiali, 2020)

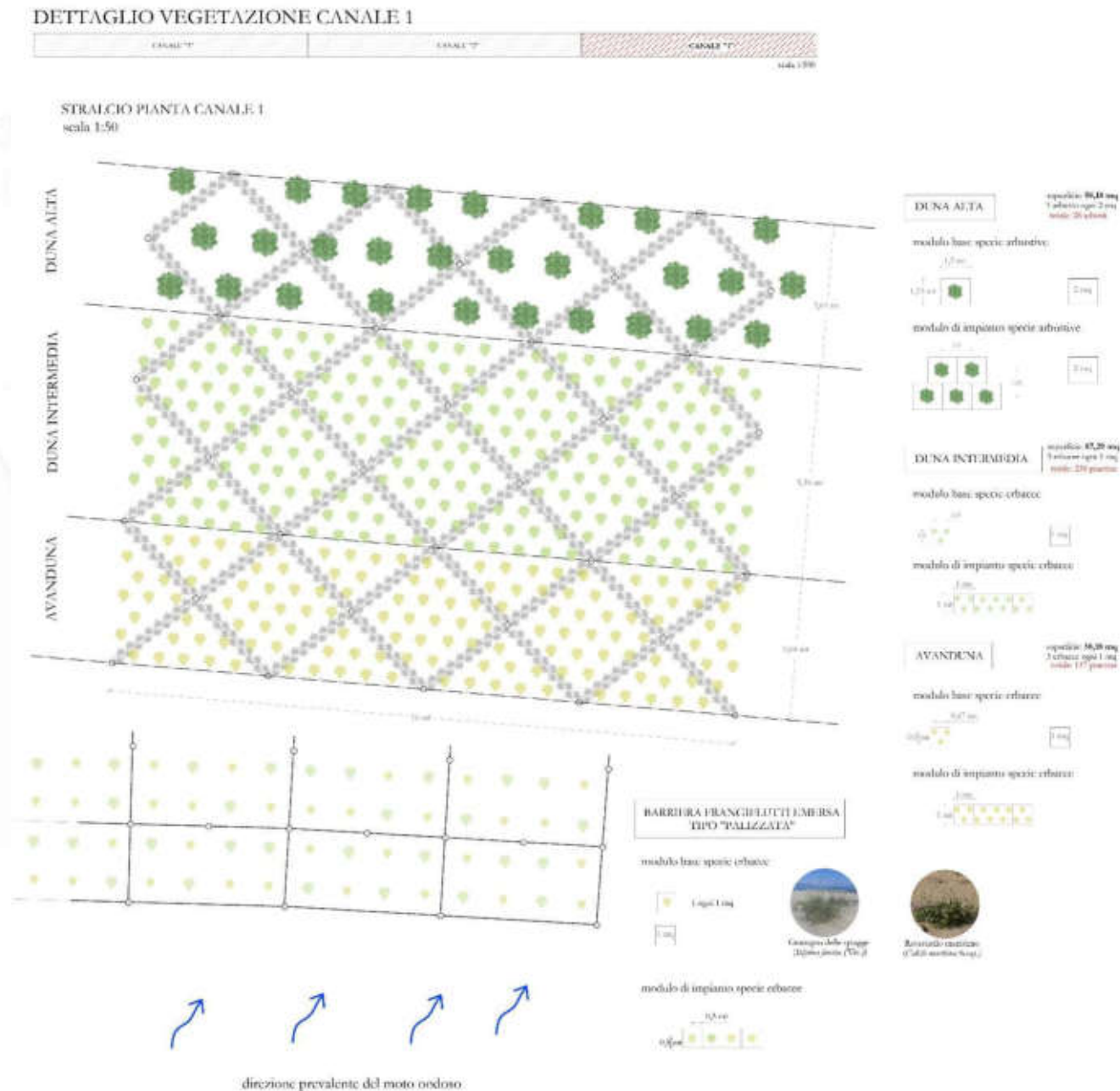


Figura - Specie vegetali (da F.Marsiali, 2020)

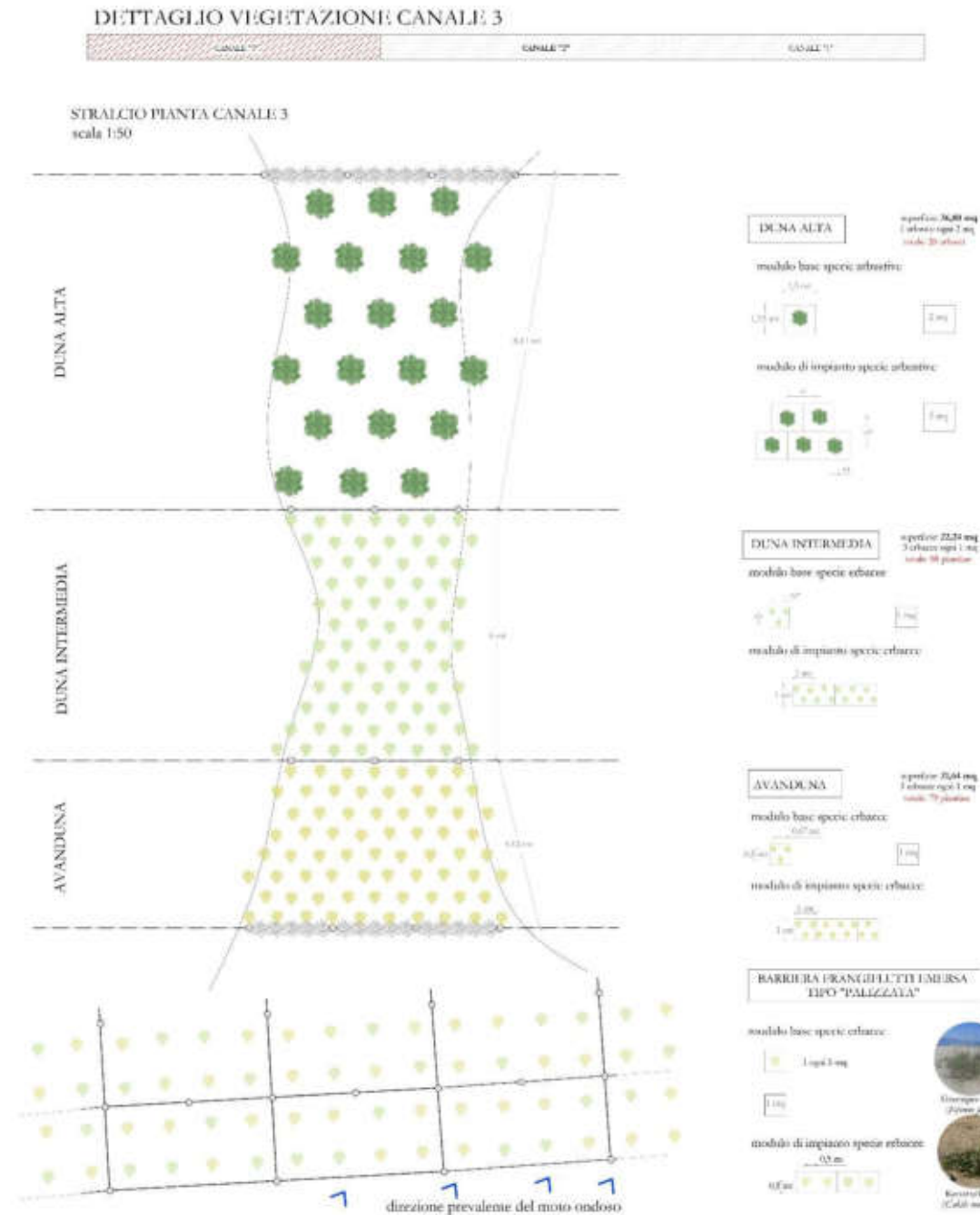


Figura - *Piantumazione di Ammophila arenaria sulle dune di Cala Mesquida, Maiorca (da F. Boccalaro, 2010)*



IN RICORDO DI PAOLO CORNELINI



CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE DEL COMPENDIO DUNALE E FLUVIALE DEL SIC DI OROSEI (Nuoro, Sardegna)

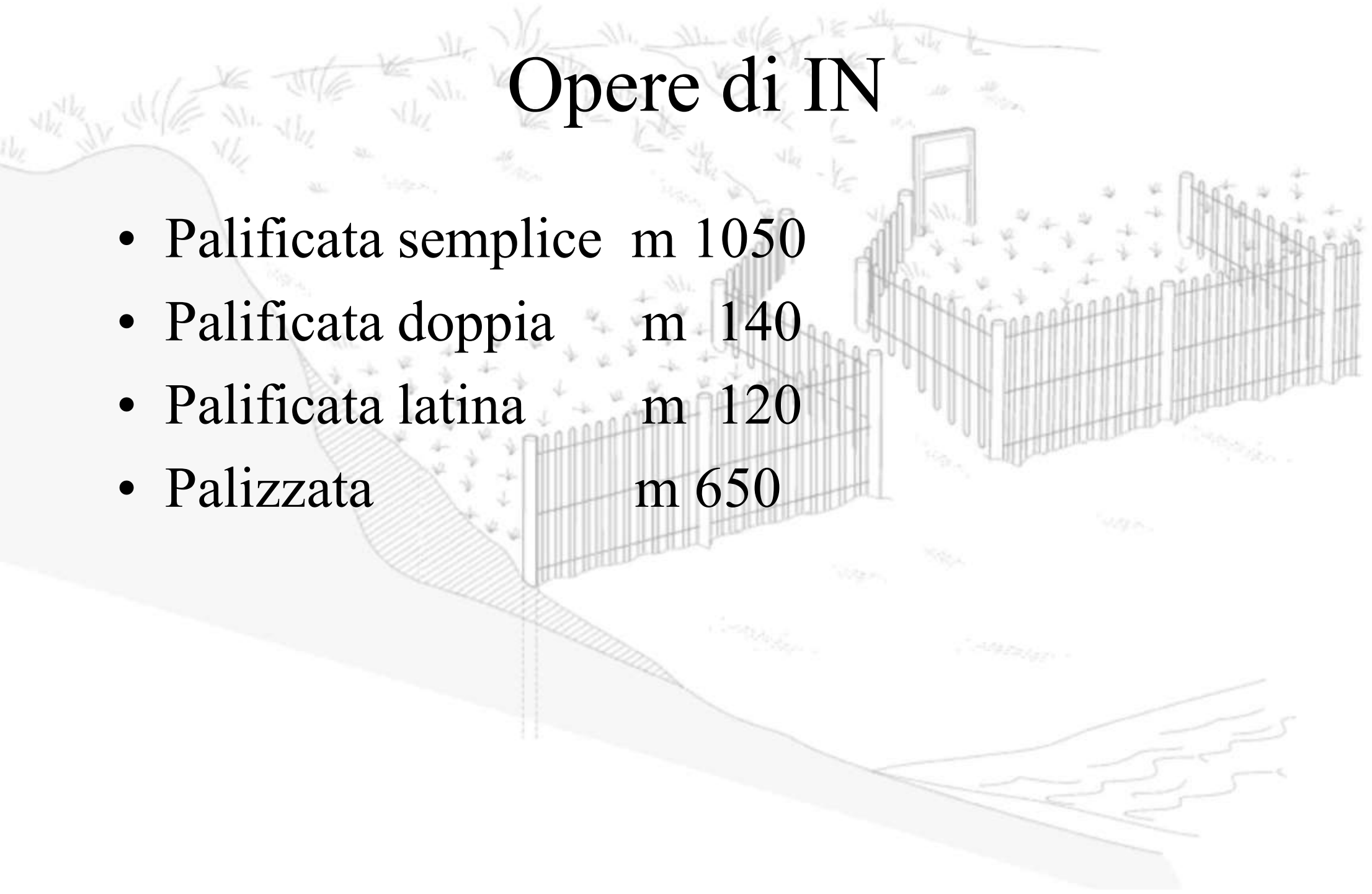
L'intervento, realizzato nel 2007 - 2008, risulta di notevole interesse per la finalità di riqualificare il patrimonio naturalistico del Sito di Importanza Comunitaria (SIC) «Palude di Osalla» sottoposto a notevole pressione antropica dalle attività balneari, ricercando comunque un equilibrio tra la conservazione della biodiversità e la fruizione della spiaggia



foto Cornelini

Opere di IN

- Palificata semplice m 1050
- Palificata doppia m 140
- Palificata latina m 120
- Palizzata m 650



Palificata semplice con talee di *Tamarix* prelevate in loco e scogliere rinverdite con trapianti di *Juncus acutus*, *Halimione portulacoides* (Portulaca di mare), etc.



Maggio 2008



Maggio 2009



foto Cornellini

RECUPERO E RICOSTITUZIONE DEL CORDONE DUNALE DI OROSEI (Nuoro, SARDEGNA)

A partire dal mare verso l'interno:

- piantagione di tamerici (6 file) con la funzione di ricostruzione della fascia del tamericeto ormai inesistente;
- realizzazione di una fascia di 10 – 15 ml di pineta.
- realizzazione di una siepe di arbusti mediterranei autoctoni
- messa a dimora di siepe di tamerici lungo la strada.



piantazione di tamerici (6 file)

Dicembre 2008

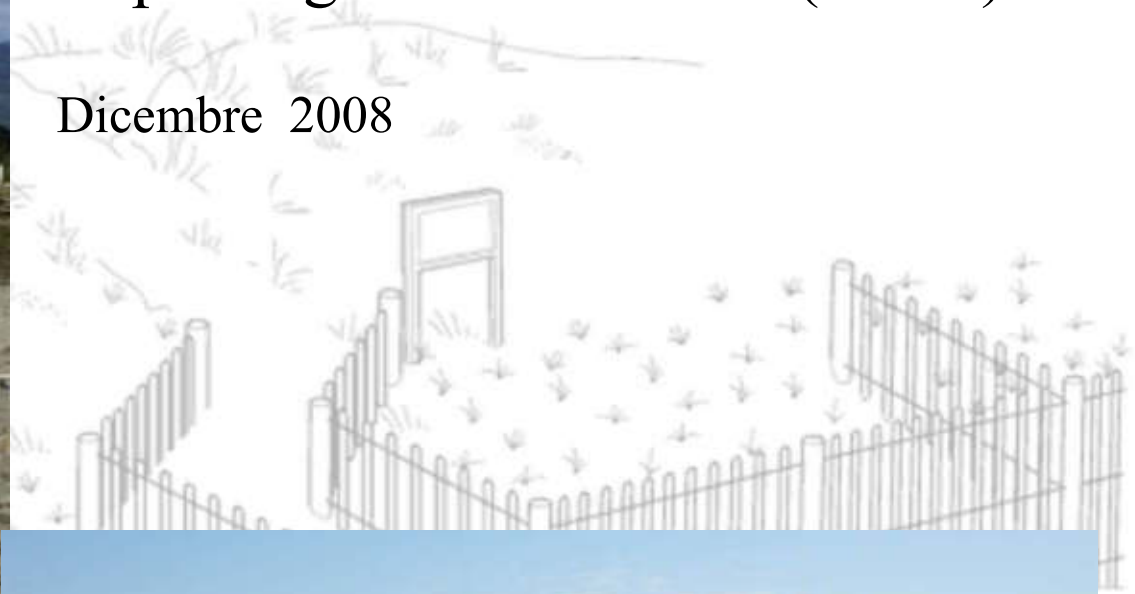


foto Cornellini

Maggio 2009



**palificata *latina* a spirale per la
delimitazione dell' area parcheggio**



Giugno 2008



Luglio 2008



foto Cornelini



**palificate *latina* a spirale per la
delimitazione dell' area parcheggio;
Recupero dopo la mareggiata del
novembre 2008**

maggio 2009



foto Cornelini

Protezione della prima fascia dunale di Sorso (Sassari , Sardegna) con recinzioni frangivento - 2008



foto Cornellini



**Protezione della fascia dunale
di Sorso (Sassari , Sardegna)
novembre - 2009**



foto Cornellini





Omaggio fotografico a Paolo Cornellini (da F. Boccalaro, 2025)





Omaggio fotografico a Paolo Cornellini (da F. Boccalaro, 2025)



Omaggio fotografico a Paolo Cornellini (da F. Boccalaro, 2025)











**Omaggio fotografico a Paolo
Cornellini (da F. Boccalaro, 2025)**

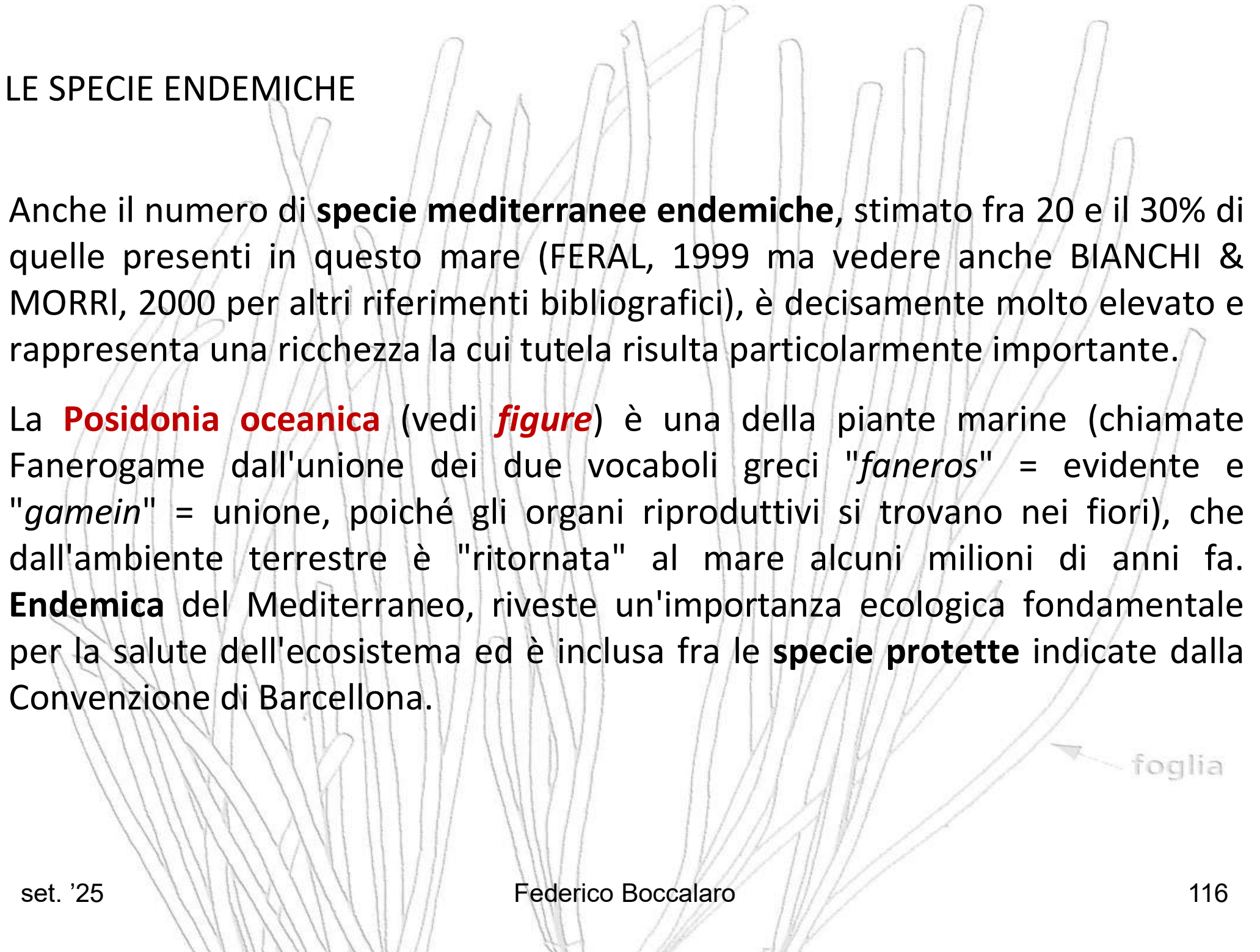
ECOSISTEMA MARINO



LE SPECIE ENDEMICHE

Anche il numero di **specie mediterranee endemiche**, stimato fra 20 e il 30% di quelle presenti in questo mare (FERAL, 1999 ma vedere anche BIANCHI & MORRI, 2000 per altri riferimenti bibliografici), è decisamente molto elevato e rappresenta una ricchezza la cui tutela risulta particolarmente importante.

La **Posidonia oceanica** (vedi *figure*) è una delle piante marine (chiamate Fanerogame dall'unione dei due vocaboli greci "*faneros*" = evidente e "*gamein*" = unione, poiché gli organi riproduttivi si trovano nei fiori), che dall'ambiente terrestre è "ritornata" al mare alcuni milioni di anni fa. **Endemica** del Mediterraneo, riveste un'importanza ecologica fondamentale per la salute dell'ecosistema ed è inclusa fra le **specie protette** indicate dalla Convenzione di Barcellona.



foglia

Figura - *Bloccosezione di prateria in fase di crescita* (Boudouresque e Meinesz, mod., 1982)

POSIDONIA SU MATTE

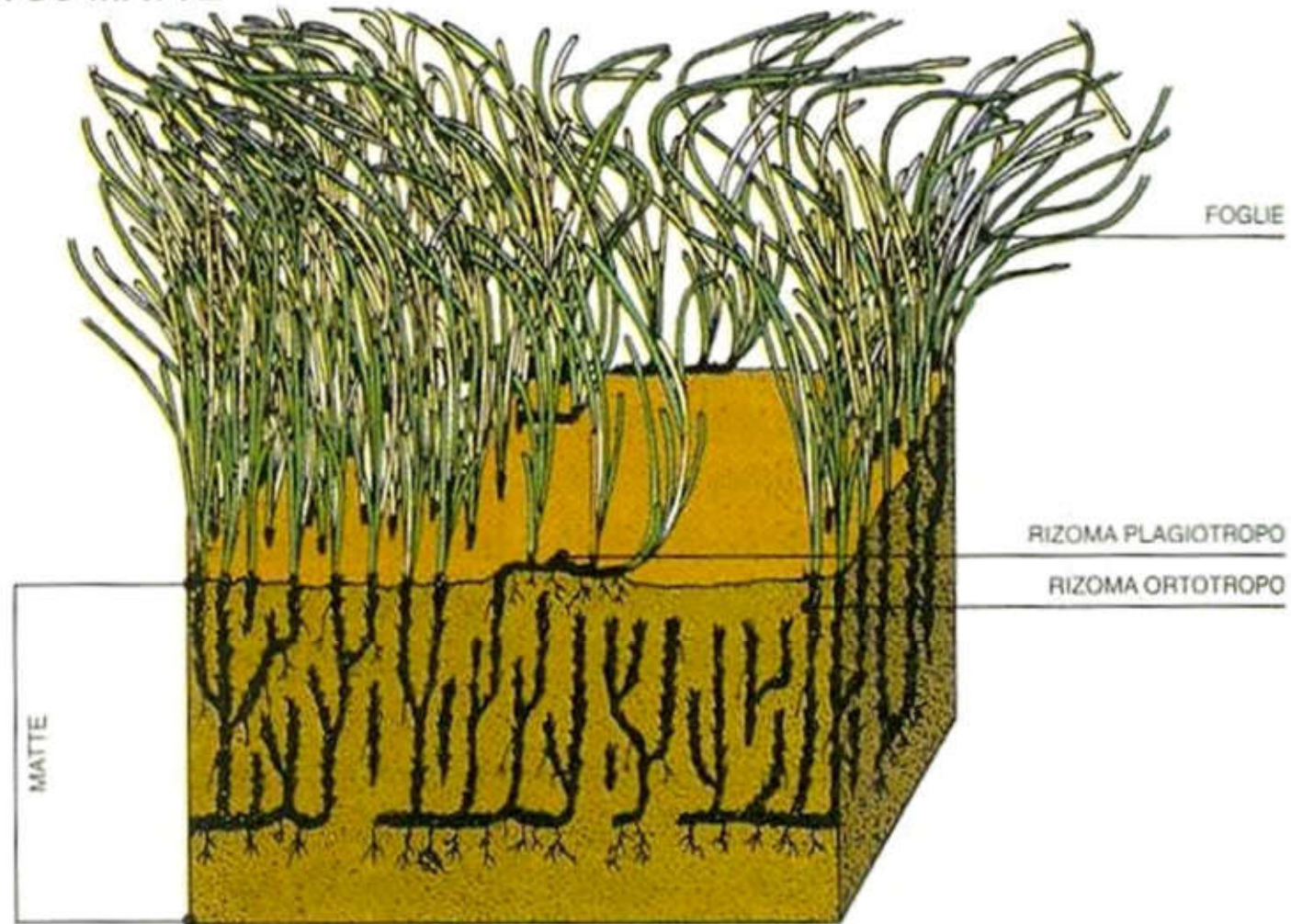


Figura - *Zolla di prateria in fase di crescita* (R. C. Phillips, 2004)



Figura - *Evoluzione della prateria e formazione della "récife barriere"* (da: Boudouresque e Meinesz, 1982, modificato)

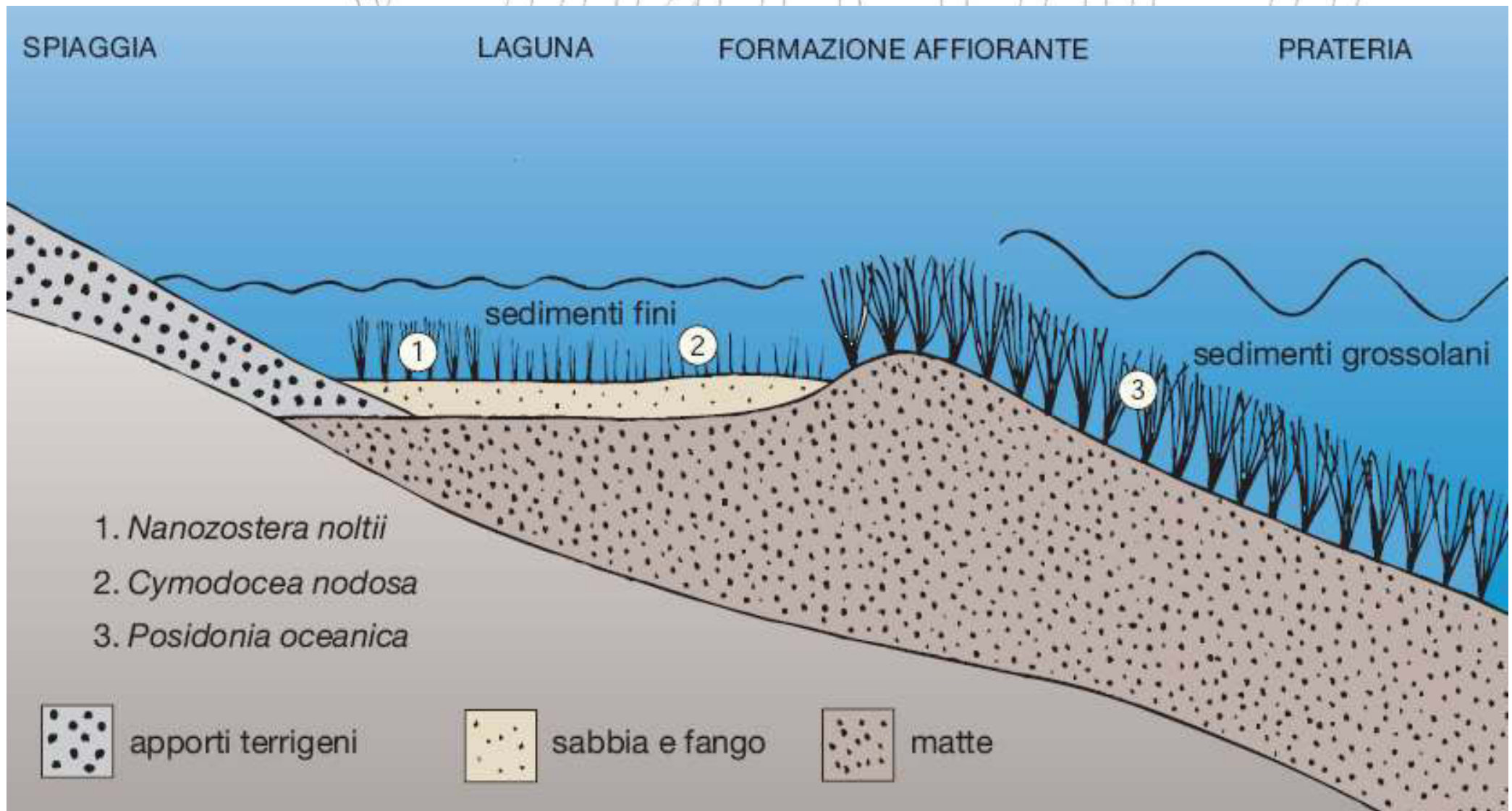


Figura - Sezione schematica di una barriera di *Posidonia oceanica* e distribuzione di altre fanerogame associate (da: Boudouresque e Meinesz, 1982, modificato)

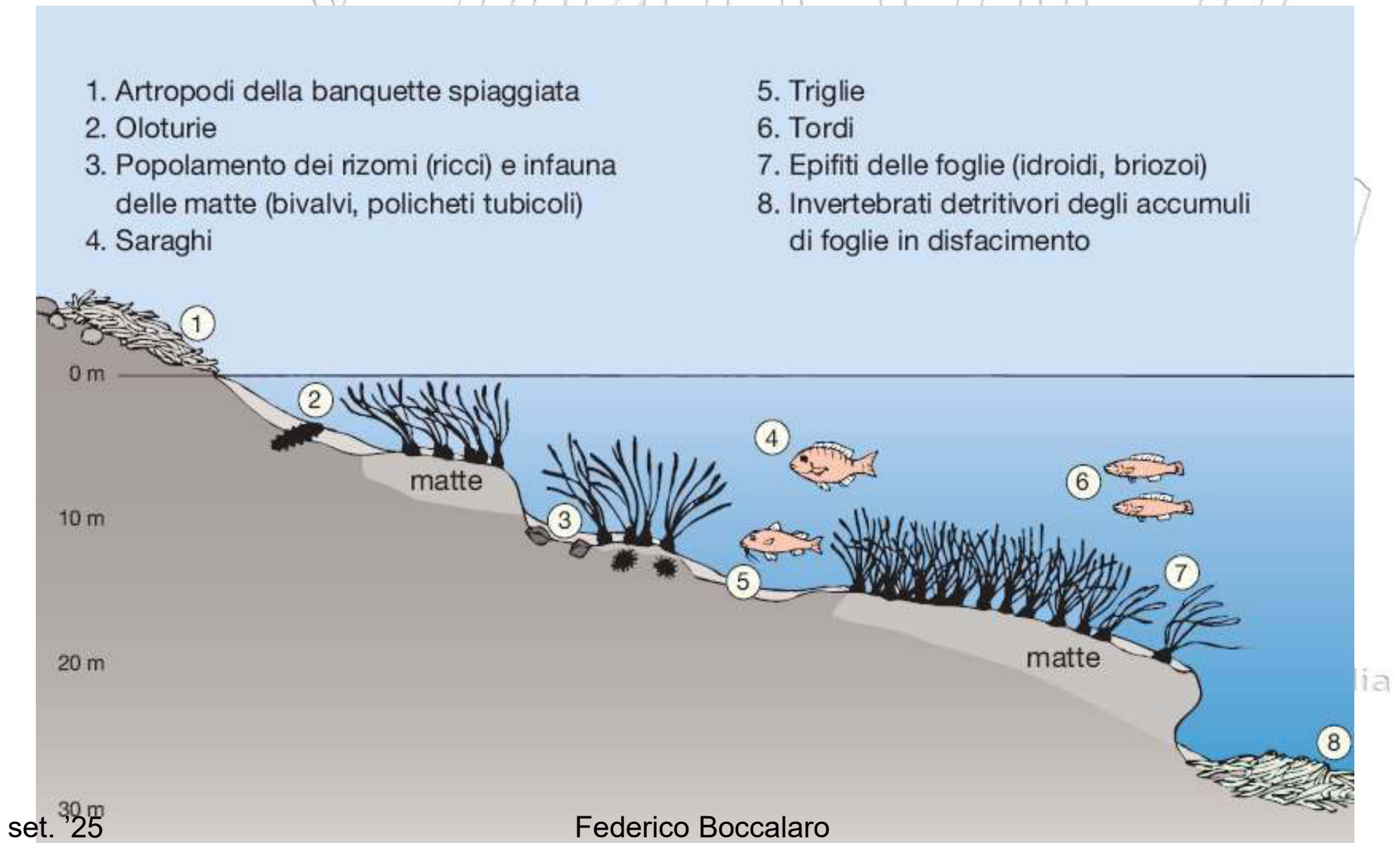


Figura - *Prateria di Posidonia oceanica*



GESTIONE DI POSIDONIA OCEANICA SPIAGGIATA

Lo spiaggiamento delle foglie di Posidonia oceanica e la relativa formazione delle “*banquettes*” lungo le coste sabbiose del Mediterraneo sono una delle difese naturali più importanti contro il fenomeno dell’erosione costiera. La gestione delle biomasse vegetali spiaggiate in Italia è stata in genere realizzata attraverso la rimozione meccanica ed il trasferimento in discarica dei depositi fogliari presenti sulla linea di costa. Tale procedura, apparentemente semplice e immediata, determina invece una sottrazione netta di sedimenti dalla spiaggia sabbiosa e provoca, quindi, un *deficit* nel bilancio sedimentario del sistema costiero, esponendo pertanto il litorale a rischio di erosione.

Figura - *Posidonia oceanica* spiagggiata (Sinis) (da WWF, 2005)

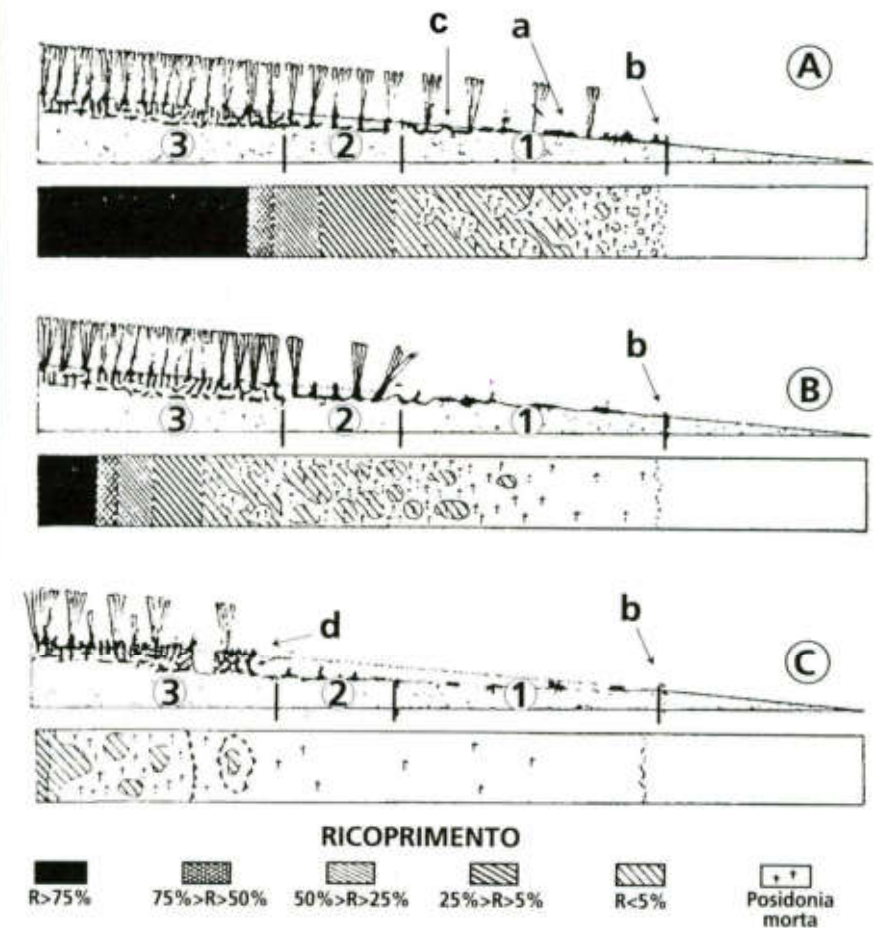


CAUSE DI REGRESSIONE DELLE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA

Un aumento degli apporti sedimentari favorisce l'**insabbiamento** e il conseguente soffocamento della pianta, mentre una riduzione del sedimento provoca lo **scalzamento** dei rizomi e rende quindi la prateria più sensibile a fenomeni di erosione. Gli squilibri provocati al sistema costiero dalla scomparsa delle praterie di *P. oceanica*, studiati in molte aree del Mediterraneo, portano ad un **impoverimento** quantitativo e qualitativo delle **biocenosi** del sistema litorale e ad una maggiore **sensibilità** delle coste a fenomeni di **erosione** che hanno un elevato impatto sia dal punto di vista naturalistico che economico. Nell'intento di salvaguardare l'ecosistema a *Posidonia oceanica*, assume un'importanza basilare definire le aree occupate dalle praterie, studiarne la struttura, la fenologia ed i popolamenti epifiti.

Figura - *Stadi di regressione delle praterie* (da Meinesz e Laurent, 1978, modificato)

- A:** stadio iniziale di prateria in regressione
B: stadio intermedio di prateria in regressione
C: stadio avanzato di prateria in regressione
1 = zona esterna
2 = zona intermedia
3 = zona interna
a = rizomi morti
b = limite inferiore originario
c = fasci fogliari scalzati
d = gradino di *matte*



SITI MARINI



RIVEGETAZIONE DI PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA

In riferimento alle problematiche di degrado degli ambienti marino costieri del Mediterraneo, e considerate soprattutto le minacce in corso per le **praterie di Posidonia oceanica**, endemismo del bacino del Mediterraneo, il prof. Francesco Cinelli, Dipartimento di Biologia Università di Pisa, ha avviato, in collaborazione con il suo staff di biologi (Marina Burgassi, Luigi Piazzini, Francesco Rende), con l'ing. Federico Boccalaro, esperto per la difesa costiera dell'ALPIN e con l'ing. Matteo Zanella della "Sistemi Protezione Coste" della MACCAFERRI, una sperimentazione finalizzata a testare **nuove tecniche di rivegetazione** (con metodologie di ingegneria naturalistica) applicate alle praterie di *Posidonia oceanica* degradate.

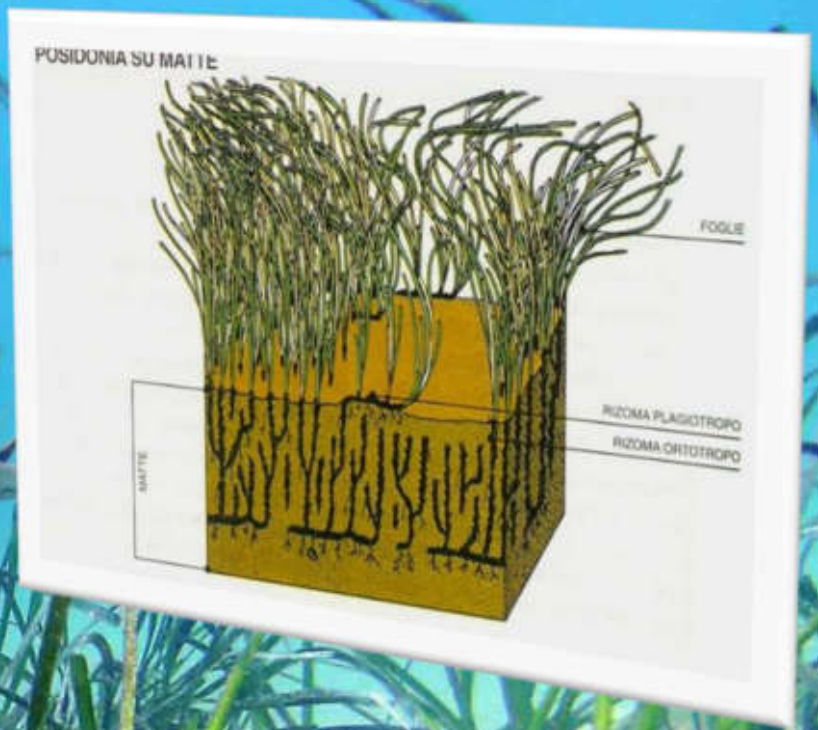
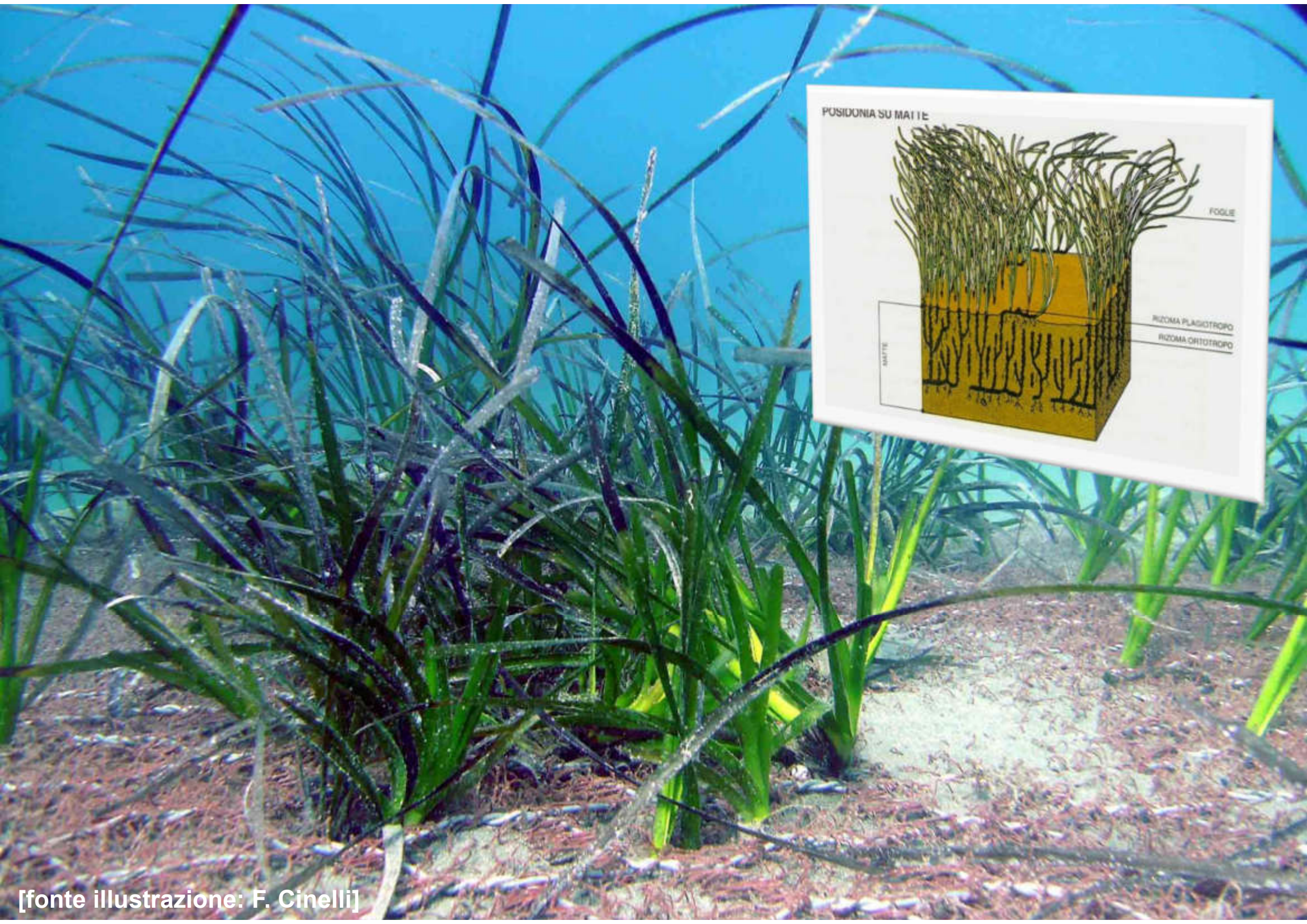
La sperimentazione è stata condotta in località **Cavo** nel Comune di Rio Marina (Isola d'Elba) e in particolare sulle praterie di Baia di Cavo.

Le metodologie di sperimentazione hanno previsto l'**espianto di talee** ortotrope e plagiotrope provenienti da praterie della baia di Cavo, il trasporto delle talee nel sito di riferimento individuato e il successivo trapianto.

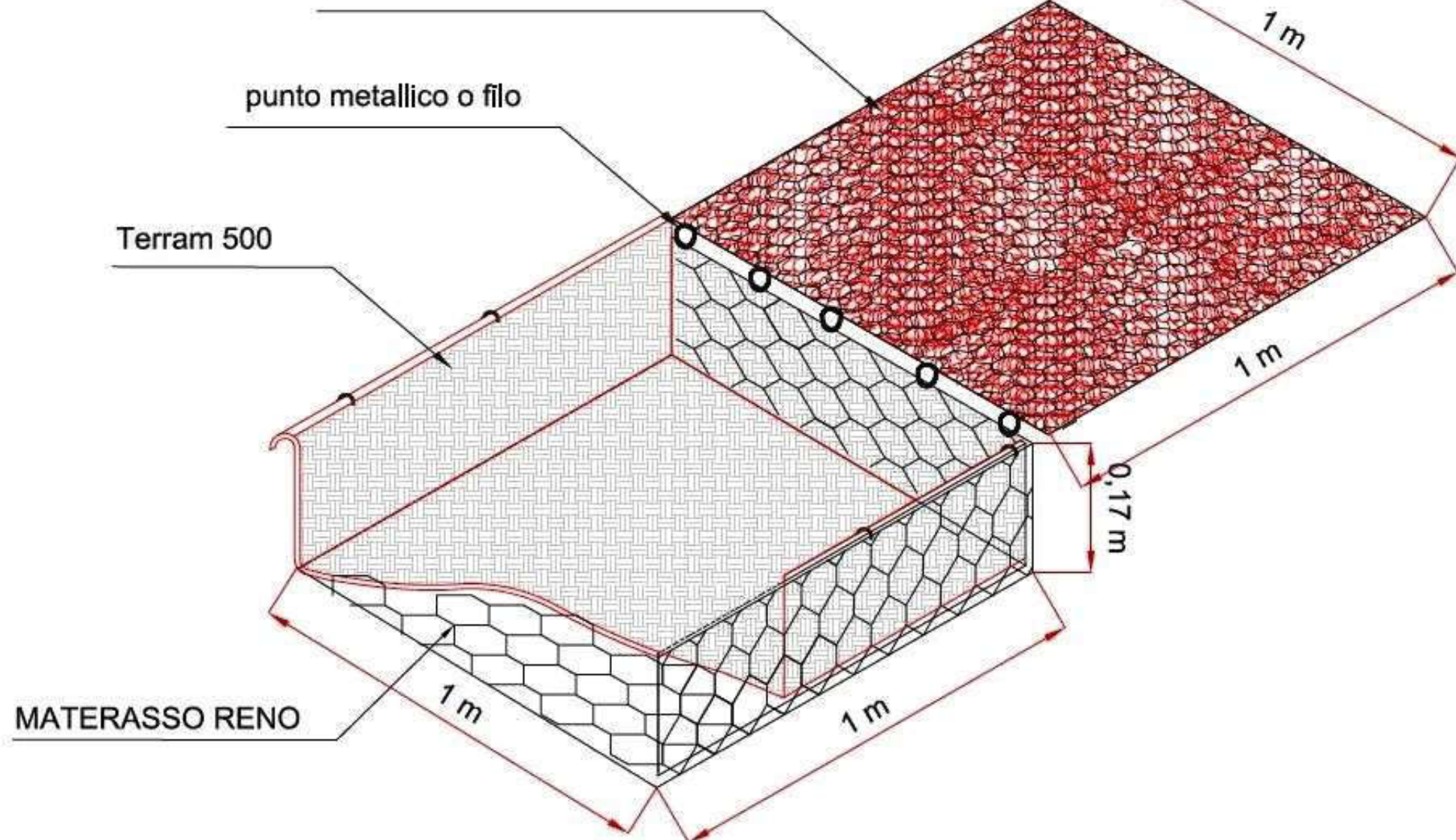
Sono stati sperimentati diversi **sistemi di ancoraggio** e di **rivestimenti antierosivi** al fondo per le talee, allo scopo di testare l'efficacia delle tecniche applicate. La durata delle operazioni è stata di circa 3 giorni.







COPERCHIO IN GEOSTUOIA TIPO MACMAT R



Titolo Disegno:
 3 Materasso Reno 1x1x0,17m con Terram 500 applicato all'interno e
 Macmat R come coperchio

Rev. e data:
 00 del - / - /2006

Tecnico:
 XXXX

Cliente:
 NOME CLIENTE

disegno non in scala

Proposta N°:
 xxx

Disegnatore:
 XXXX

NON ESECUTIVO

Nome file:
 XXXXXX

Verifica:
 XXXX



COASTAL PROTECTION SYSTEMS
 Via Agostini, 6 - 40123 Bologna - Italia
 Tel. ++39 051 8436138 - Fax ++39 051 236507
 e-mail: matteo.zane@coastalprotection.com
 Website: www.coastalprotection.com

Cosital Protection Systems non si assume alcuna responsabilità a riguardo
 dei disegni e dei calcoli trasmessi, in quanto i medesimi vanno intesi come
 indicazione di massima, tendendo solamente a conseguire l'impiego
 ottimale dei prodotti.

ANCORAGGI SOSTENIBILI

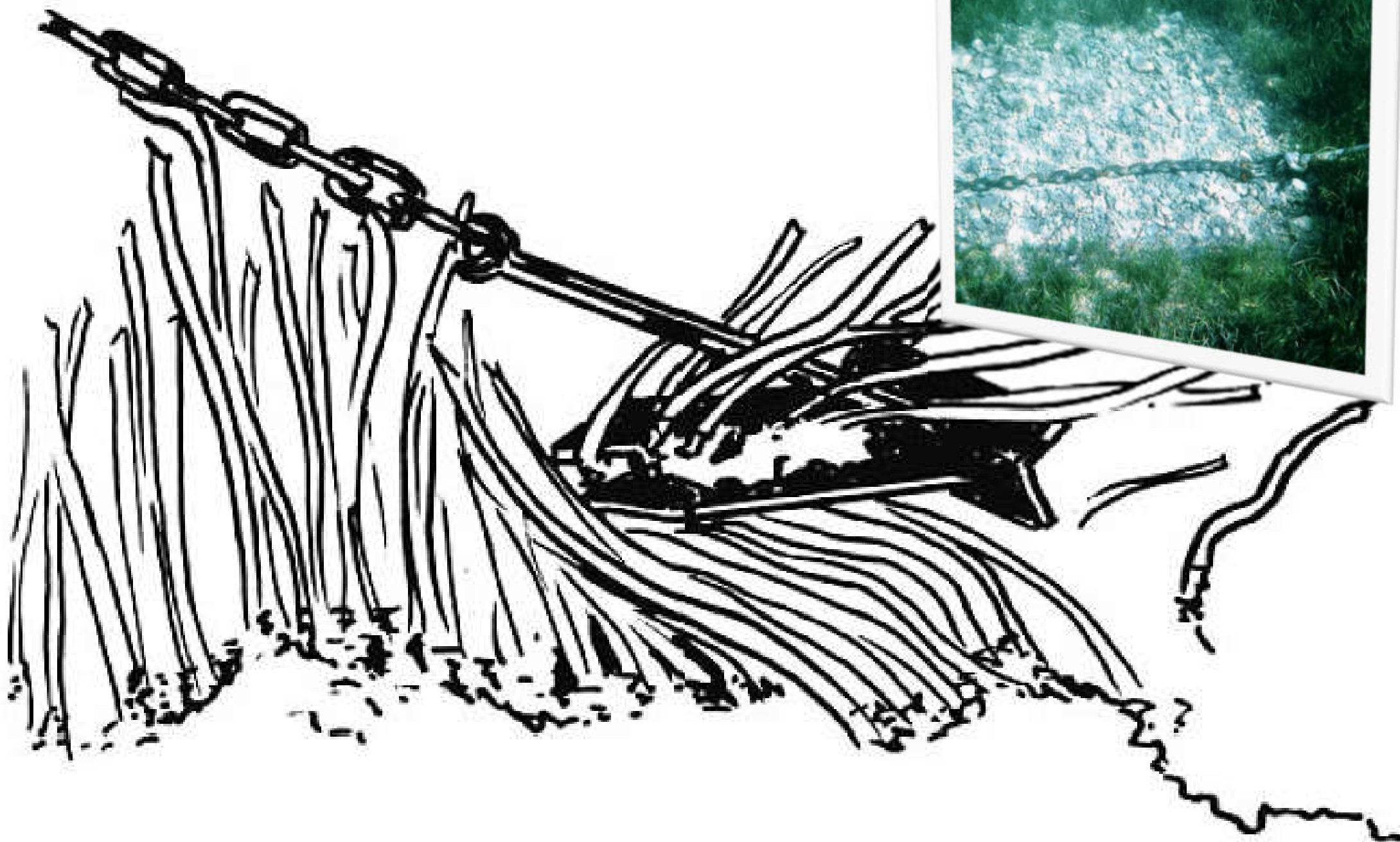
Il processo di **degrado della Posidonia** viene innescato non solo dall'azione meccanica dell'ancoraggio, ma anche dall'azione di soffocamento prodotto dalla sospensione derivante dallo sgretolamento della matte.

Le soluzioni sono:

- **Evitare gli ancoraggi** per consentire che dalle aree in buona salute possa propagarsi la ricolonizzazione naturale delle aree in cui la vegetazione è scomparsa.
- Utilizzare i **campi ormeggio** per evitare gli ancoraggi.
- Aiutare il processo di ricolonizzazione per mezzo di **trapianti** in aree selezionate.
- Effettuare un **monitoraggio** continuo sull'evoluzione della prateria al fine di valutare l'effetto delle azioni intraprese.

Il sistema **MarPark**, consente la prenotazione telematica degli ormeggi ed il controllo elettronico della gestione, costituendo un sistema trasparente ed efficiente di protezione ambientale e fruizione sostenibile delle aree marine.

I **dispositivi di ritenzione** dei gavitelli al fondale sono scelti per garantire il massimo livello di sicurezza e compatibilità ambientale.



- ❖ Il Gavittello Telematico
- ❖ Il SeaPass
- ❖ La stazione locale di controllo
- ❖ Il centro operativo
- ❖ Il Web Server
- ❖ La piattaforma dei Servizi



The screenshot shows the "marpark" website. On the left, there is an illustration of a man at a computer with the label "Prenotazione" (Reservation) below it. The website header includes the "marpark" logo, navigation icons, and a "log-in utenti" (user login) section. Below the header, there is a map of the VERNAZZA area with a grid of green dots representing data points. The text "Come prenotare" (How to book) and "Le Aree Marine Protette" (Marine Protected Areas) is visible. At the bottom right of the screenshot, the label "Accesso" (Access) is present.



Rinaturalizzazione di fondali marini

Barriere artificiali sommerse - attività anti rete a strascico

Le scogliere artificiali anti-pesca a strascico sono di utilità alla **gestione integrata** delle risorse litorali più pregiate, dopo l'istituzione di **Aree Marine Protette**. Questa gestione può riguardare sia l'uso del territorio (condivisione di aree e di risorse ittiche nelle attività della pesca), sia l'aspetto ecologico (protezione di **habitat** e di specie vulnerabili o protette, ripristino di ambienti degradati, diversificazione dei substrati naturalmente poveri).

Nel complesso, le scogliere artificiali di protezione sono uno strumento molto potente contro la pratica illegale della pesca a strascico, per gestire i conflitti di utilizzo (la condivisione dello spazio) tra i pescherecci da traino e la pesca artigianale, per la conservazione sostenibile delle risorse, per la protezione delle praterie di *P. oceanica* e la protezione delle specie che sono in stretta relazione, come la grande bivalve ***Pinna nobilis*** (vedi **figura**).

Figura - *Pinna nobilis* (da A. Pozzo, 2008)



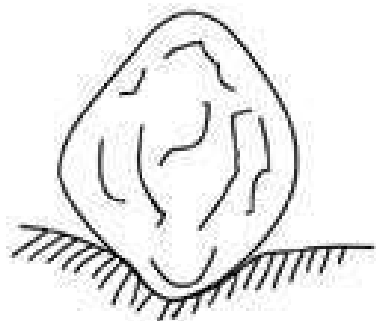
foglia

fasci
di fogli

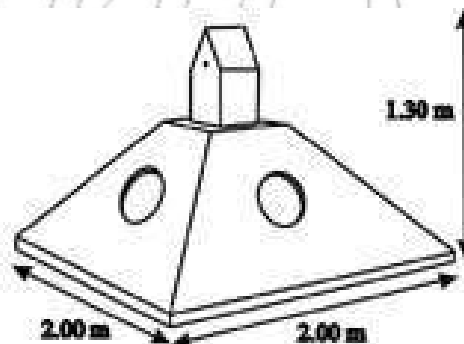
10 cm

set. '25

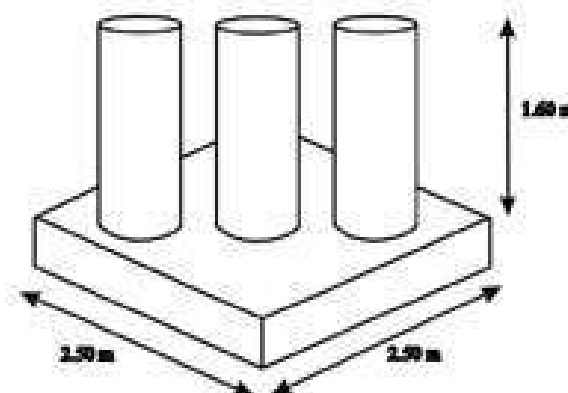
Figura - Tipologie di elementi di barriera (da E. Charbonnell, 2006)



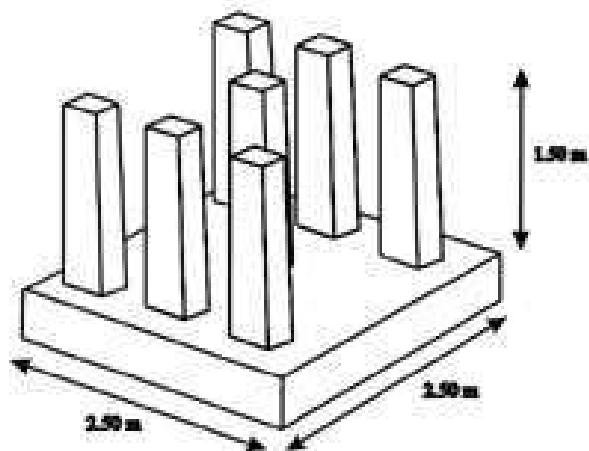
Type 1: natural quarry rock
Volume : 4 à 4.8 m³
Weight: 10 à 12 t



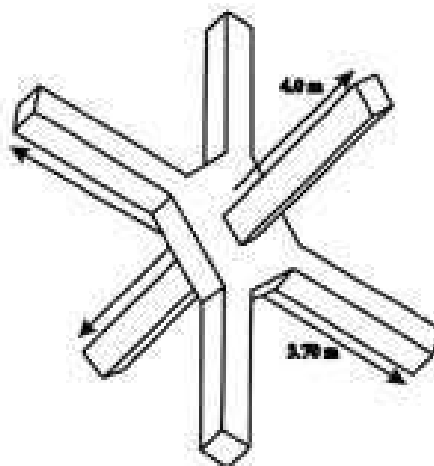
Type 2: Sea-rock
Volume : 1.6 m³
Weight: 1.7 à 2 t



Type 3: Module Nègri
Volume : 11 m³
Weight: 8 t



Type 4: Module Fakir poteaux EDF
Volume : 11 m³
Weight : 8 t
set. "25



Type 5: Tripod anti purse senne
Volume : 15 m³
Weight: 3 t
Federico Boccalaro



Type 6: pipe unit
Volume: 7.1 m³
Weight: 8.15 t

Figura - *Planimetria delle barriere nel Parco Marino della Costa Azzurra* (da E. Charbonnell, 2006)

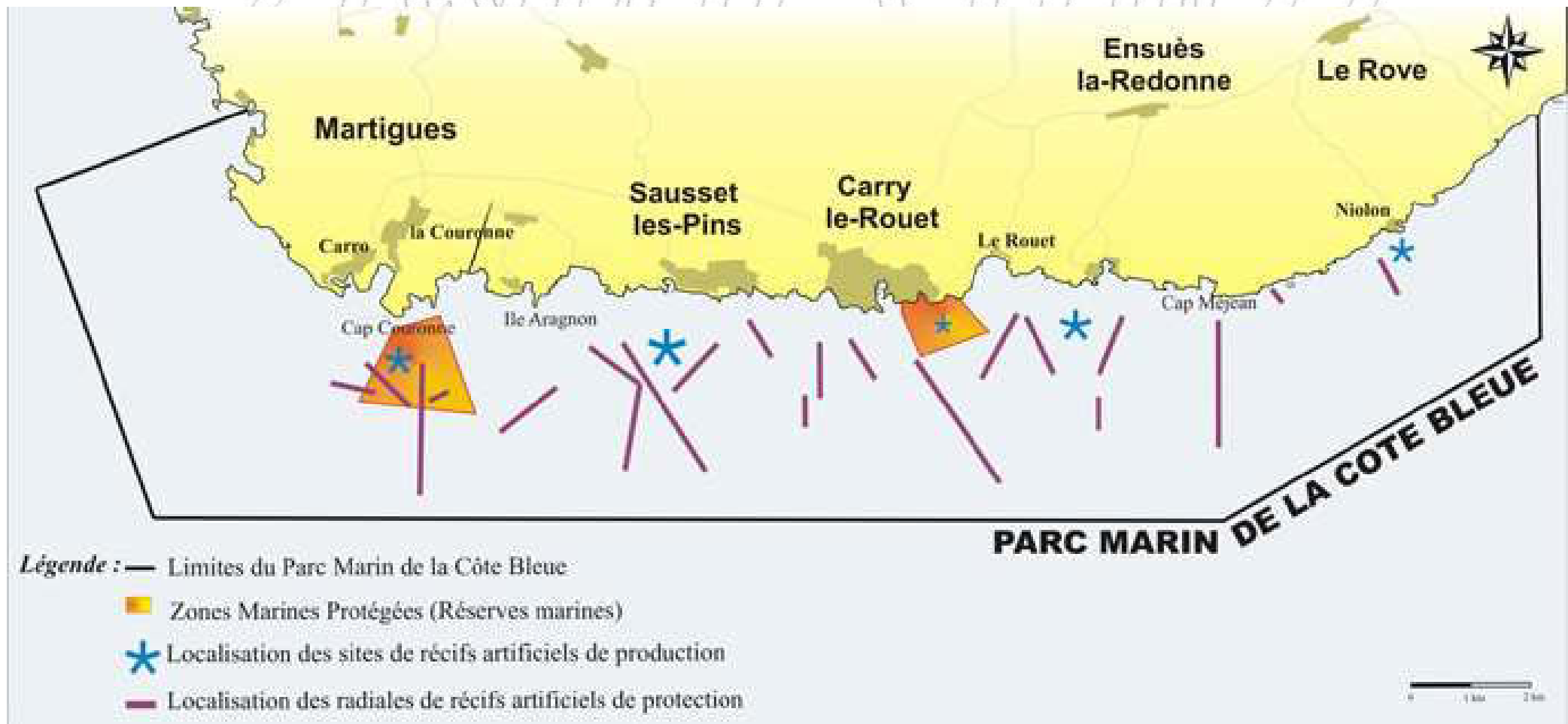
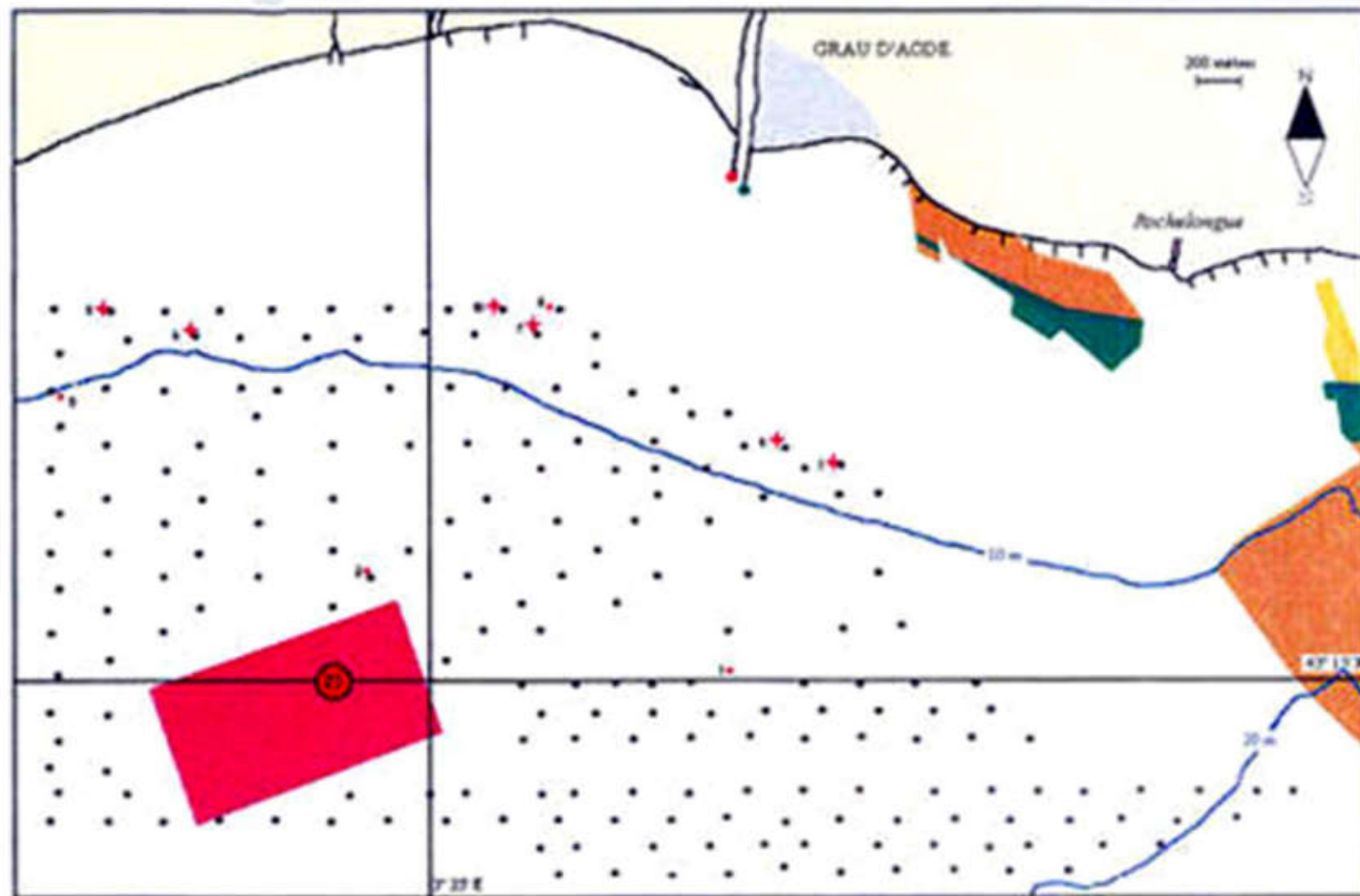


Figura - *Planimetria delle barriere in Linguadoca* (da E. Charbonnell, 2006)



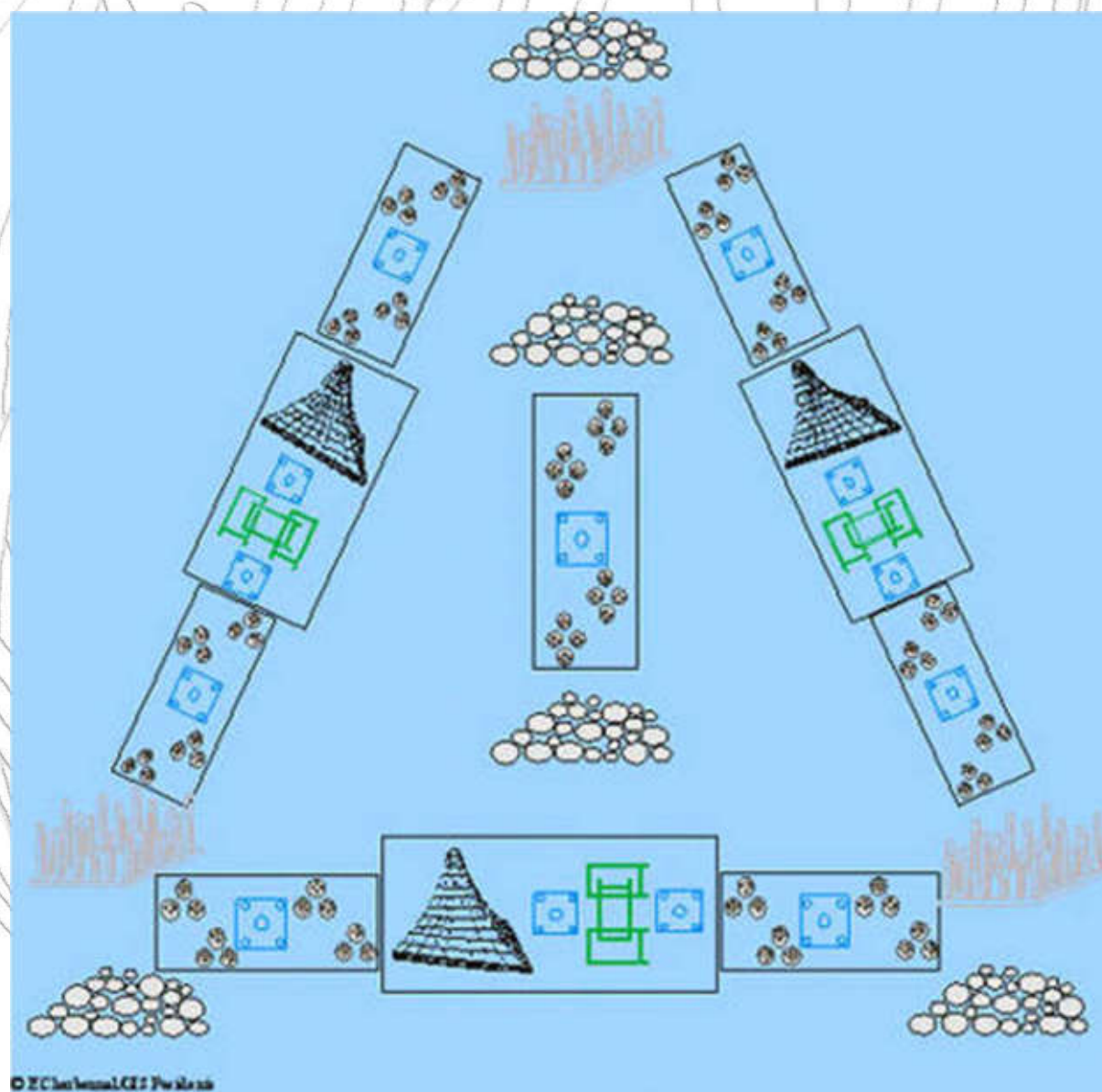
LEGENDE

Anti-trawling reefs in Agde-Languedoc

● Localisation théorique des modèles

■ Concession pour l'installation de récifs artificiels (1995)

Figura - *Tipologie di elementi di barriera* (da E. Charbonnell, 2006)



foglia

rizoma

fascio
di foglie

© E. Charbonnell, GIS Pwale

Figura - *EcoSystems Reef* (Francour et al., 1991)



Federico Boccalaro

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

• Ing. Federico Boccalaro

• Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica – A.I.P.I.N.

• Telefono +39 328 665 2826

• E-mail federico.boccalaro@libero.it
