



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana



Provincia di Livorno



Formazione e gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* sugli arenili





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Formazione e gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* sugli arenili



ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana



Provincia di Livorno



Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

La Legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008, ha istituito l'ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

L'ISPRA svolge le funzioni che erano proprie dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (ex APAT), dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ex INFS) e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ex ICRAM).

La presente pubblicazione fa riferimento ad attività svolte in un periodo antecedente l'accorpamento delle tre Istituzioni e quindi riporta ancora, al suo interno, richiami e denominazioni relativi ai tre Enti soppressi.

ISPRA – Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.it

ISPRA, MLG 55/2010

ISBN 978-88-448-0426-8

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: A. Ricciardi Tenore, F. Iozzoli, G. Bovina

Coordinamento tipografico:

Daria Mazzella

ISPRA - Settore Editoria

Amministrazione:

Olimpia Girolamo

ISPRA - Settore Editoria

Distribuzione:

Michelina Porcarelli

ISPRA - Settore Editoria

Impaginazione e Stampa

Tipolitografia CSR - Via di Pietralata, 157 - 00158 Roma

Tel. 064182113 (r.a.) - Fax 064506671

Finito di stampare aprile 2010

Coordinamento:	Patrizia Borrello
Autori	ISPRA: Patrizia Borrello ¹ , Roberta De Angelis ¹ , Elena Pallottini ² , Flavia Saccomandi ¹ ¹ Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine ² Dipartimento 2 - Prevenzione e mitigazione degli impatti ENEA-ACS: Sergio Cappucci ARPA Lazio: Laura Aguzzi, Silvia Castelli ARPA Liguria: Veronica Parodi, Cecilia Cuneo ARPA Puglia: Nicola Ungaro ARPA Sicilia: Benedetto Sirchia ARPA Toscana: Fabrizio Serena, Cecilia Mancusi Provincia di Livorno: Alessandro Bini, Jessica Viacava Studio Associato GEOSPHERA, Latina: Giancarlo Bovina
Supervisione:	Stefano Corsini – Dirigente del Servizio Difesa delle Coste, ISPRA
Referee:	Giovanni De Falco - Istituto per l’Ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale delle Ricerche, IAMC - CNR, Italia Giulia Ceccherelli - Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche, Università degli Studi di Sassari
Ringraziamenti	Si ringrazia il Comune di Santo Stefano al Mare (IM) per la col- laborazione, nelle persone di Marco Pallino (Sindaco) e Marco Pe- luso (Responsabile settore Lavori Pubblici. Ringraziamenti anche al Dott. Fulvio Garibaldi per la sua disponibilità e per il suo con- tributo. Si ringrazia la Provincia di Livorno per aver messo a disposizione le proprie Linee Guida "Gestione integrata della Posidonia oceanica" http://www.provincia.livorno.it/ .

PRESENTAZIONE

Mi è particolarmente gradita l'occasione di presentare questa pubblicazione sulla **“Formazione e gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* sugli arenili”**, che si propone come un utile strumento di consultazione per tutti coloro che si confrontano con il fenomeno dello spiaggiamento e accumulo dei resti di *P. oceanica* (*banquettes*) e con le problematiche ad esso connesse. Infatti, in mancanza di una metodologia gestionale univoca e di norme specifiche, gli amministratori locali, ad oggi, hanno adottato per lo più soluzioni gestionali temporanee e di emergenza riguardo le *banquettes* presenti sulle spiagge italiane.

Il pregio di tale pubblicazione è quello di arricchire il quadro conoscitivo sull'argomento “gestione delle *banquettes*” in ambito nazionale fornendo così un valido contributo agli organismi pubblici chiamati, ognuno per il proprio ruolo istituzionale, a trovare le soluzioni gestionali ottimali per fronteggiare le problematiche che ne derivano. Essa contiene un repertorio tecnico conoscitivo con esempi di soluzioni gestionali adottati localmente, che tengono conto sia della salvaguardia ambientale sia degli aspetti economico-turistici.

Questo lavoro rappresenta un primo passo verso la conoscenza e l'approfondimento di tale tematica nella prospettiva che una successiva edizione del manuale possa ulteriormente contribuire alla definizione di una normativa di settore.

Ing. Emilio Santori
Subcommissario ISPRA

PREMESSA

Lo spiaggiamento dei resti di *P. oceanica* (foglie morte, rizomi, resti fibrosi) è un fenomeno naturale che annualmente si osserva sui litorali, specialmente in seguito alle mareggiate autunnali e invernali. L'accumulo di biomassa spiaggiata, combinandosi con la sabbia, forma delle strutture conosciute con il nome di “*banquettes*” che possono raggiungere anche i 2 metri di altezza e svilupparsi per centinaia di metri, in funzione dell'assetto geomorfologico della costa. In generale le *banquettes* sono costituite prevalentemente dalle foglie di posidonia la cui forma a nastro, e modalità di accumulo, conferisce all'ammasso una struttura lamellare molto compatta ed elastica. La natura elastica cui sono soggette le rende comunque forme di deposito transitorie e facilmente deformabili per l'azione del moto ondoso incidente cui sono soggette.

Le *banquettes*, assieme alla propria frazione fluttuante, svolgono un ruolo importante nella protezione meccanica delle spiagge dall'erosione ostacolando l'azione e l'energia del moto ondoso contribuendo in tal modo alla stabilità delle spiagge. Inoltre, danno un contributo diretto e indiretto alla vita delle biocenosi animali e vegetali della spiaggia in quanto i prodotti della degradazione delle foglie accumulate rimettono in circolo grandi quantità di nutrienti fondamentali per la flora e la fauna dell'intera fascia costiera. Tuttavia, i resti di *Posidonia oceanica* spiaggiata costituiscono un problema sempre maggiore. Infatti, se da un lato è utile mantenerli in loco per ostacolare l'erosione delle spiagge e favorire la produttività delle acque costiere, dall'altro la loro presenza nelle zone turistico-balneare, può scoraggiare la presenza dei bagnanti sia per i residui fluttuanti e sia per gli odori che si sviluppano durante i processi di degradazione batterica. Tali aspetti comportano una diminuzione del valore turistico della spiaggia stessa e di conseguenza viene richiesto alle amministrazioni locali di rimuovere tali depositi per rendere le spiagge più gradevoli.

Il destino delle *banquettes* si colloca così nella più generale problematica della gestione delle biomasse spiaggiate ed in particolare di come queste debbano essere considerate.

I soggetti pubblici coinvolti, ad oggi, hanno adottato per lo più soluzioni temporanee e di emergenza ricorrendo anche ad onerosi interventi di raccolta e smaltimento in discarica. In genere, la rimozione viene effettuata prima dell'estate con mezzi meccanici che asportano, oltre alle foglie, grandi quantità di sabbia senza tenere conto della natura del litorale su cui si interviene. Ciò significa innescare/accelerare l'erosione e compromettere l'integrità dell'habitat costiero costringendo poi le amministrazioni locali ad interventi costosi di protezione della costa e di ripascimento della spiaggia.

La gestione del materiale spiaggiato non risulta di semplice esercizio in quanto mancano regole e modelli condivisi. La normativa vigente difatti, non è sempre di semplice interpretazione a riguardo: manca un riferimento specifico a questi materiali come rifiuto ed inoltre solo di recente le fanerogame marine come la *Posidonia* spiaggiata possono essere utilizzate nella produzione di compost (D.M. 22 gennaio 2009 del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali “Aggiornamento degli allegati al D. L.vo 29/04/06, n. 217, concernente la revisione della disciplina in materia di fertilizzanti”).

Pertanto, alla luce delle considerazioni sopra esposte e in mancanza di una metodologia gestionale univoca e di norme specifiche, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) anche a seguito delle pressanti richieste di chiarimenti da parte dei comu-

ni costieri nella circolare MATTM n. 8123/2006, ha fornito 3 possibili tipi di intervento gestionale “*legati di volta in volta alla specificità dei luoghi e delle situazioni sociali ed economiche*: (1) mantenimento in loco della *banquettes*; (2) spostamento degli accumuli; (3) rimozione permanente e trasferimento in discarica.

Allo scopo di approfondire il quadro delle conoscenze relative alle modalità gestionali e procedurali delle *banquettes* in ambito nazionale l’ISPRA (exAPAT), nel 2006, ha attivato una specifica linea tematica organizzando e coordinando un gruppo di lavoro costituito da tecnici delle ARPA costiere, da tecnici della Provincia di Livorno e tecnici ISPRA.

A tal fine sono stati predisposti e inviati a circa 400 comuni costieri delle regioni Lazio, Liguria, Puglia, Sardegna, Sicilia e Toscana, specifici questionari per raccogliere informazioni su: presenza/assenza delle *banquettes* sui litorali, quantità di biomassa spiaggiata, modalità gestionali, procedure di rimozione e quantitativi rimossi, eventuale recupero della sabbia intrappolata negli accumuli.

I dati sono riportati in questo documento il quale può rappresentare un utile strumento di consultazione per tutti coloro che si confrontano con le problematiche connesse alla presenza degli accumuli di *P. oceanica* sugli arenili.

Sebbene questo studio rappresenti un primo passo verso la conoscenza e l’approfondimento sulla “gestione delle *banquettes*” nello stesso tempo può costituire una base per la definizione di una normativa di settore o di linee guida per permettere di rispondere in maniera ottimale alle differenti problematiche con le quali annualmente si confrontano le diverse amministrazioni locali.

INDICE

Presentazione	Pag.	V
Premessa	Pag.	VII
1. POSIDONIA OCEANICA E BANQUETTES	Pag.	1
1.1. <i>Posidonia oceanica</i>	Pag.	1
1.1.1. Biologia	Pag.	1
1.1.2. Ecologia	Pag.	3
1.1.3. Metodi di studio delle praterie	Pag.	4
1.1.4. Impatto antropico sulle praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	Pag.	6
1.2. Localizzazione geografica delle praterie di <i>P. oceanica</i>	Pag.	8
1.2.1. Lazio	Pag.	8
1.2.2. Liguria	Pag.	11
1.2.3. Toscana	Pag.	18
1.2.4. Puglia	Pag.	23
1.2.5. Sicilia	Pag.	25
1.3. <i>Banquettes</i>	Pag.	45
1.3.1. Formazione e composizione	Pag.	45
1.3.2. Significato ecologico delle “ <i>banquettes</i> ”	Pag.	57
1.3.3. Utilizzo nel passato.....	Pag.	60
1.3.4. Aspetti chimici.....	Pag.	62
2. ANALISI DEGLI SPIAGGIAMENTI E DELLE BANQUETTES A LIVELLO NAZIONALE E INTERNAZIONALE	Pag.	65
2.1. <i>Posidonia oceanica</i> spiaggiata e normativa	Pag.	65
2.2. Indicazioni del Ministero dell’Ambiente	Pag.	66
2.3. Localizzazione e gestione regionale delle <i>banquettes</i>	Pag.	72
2.3.1. Lazio	Pag.	72
2.3.2. Liguria	Pag.	76
2.3.3. Puglia	Pag.	80
2.3.4. Sicilia	Pag.	83
2.3.5. Toscana	Pag.	90
3. VALUTAZIONE DELLE ATTIVITÀ GESTIONALI	Pag.	95
3.1. Rimozione delle <i>banquettes</i> e sue implicazioni ambientali e socio-economiche	Pag.	95
3.2. Ricerche in corso per utilizzi delle <i>banquettes</i> di <i>P. oceanica</i> : stato dell’arte e prospettive future	Pag.	97
3.3. Esempi di procedure/casi studio relativi alla gestione delle <i>banquettes</i> in Italia	Pag.	102
3.3.1. Liguria	Pag.	102
3.3.2. Puglia	Pag.	107
3.3.3. Toscana	Pag.	107
3.4. Comunicazione e informazione	Pag.	110
4. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI	Pag.	113
BIBLIOGRAFIA	Pag.	115

1. POSIDONIA OCEANICA E BANQUETTES

1.1 *Posidonia oceanica*

1.1.1 *Biologia*

Posidonia oceanica (L.) Delile è una fanerogama marina endemica del Mediterraneo, bacino nel quale ha trovato le condizioni ambientali ottimali di temperatura, salinità e trasparenza delle acque.

Colonizza ampie aree dei fondali formando vere e proprie praterie sommerse le quali costituiscono una delle componenti fondamentali dell'equilibrio e della ricchezza dell'ambiente litorale costiero (fig. 1.1.1).

È una pianta superiore appartenente alla famiglia delle Posidoniaceae (subphylum Angiospermae, classe Monocothyledonae) provvista di strutture vegetative differenziate: radici, fusto (o rizoma), foglie unite in fasci di 6/7, fiori (prodotti in autunno) e frutti (prodotti in primavera) comunemente chiamati “olive di mare” (figg. 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4).



Figura 1.1.1 – Prateria di *Posidonia oceanica* (Foto: M.Magri, www.rete.toscana.it).



Figura 1.1.2 – Fiori di *P. oceanica*
(Foto: archivio Marevivo).



Figura 1.1.3 – Frutti di *P. oceanica*
(Foto: archivio Marevivo).

Posidonia oceanica può riprodursi per via sessuata mediante fiori e frutti (Den Hartog, 1970). La fioritura è comunque un evento molto raro pertanto, la principale modalità di riproduzione è quella asessuata per distacco di frammenti di rizomi terminali.

I rizomi, la cui parte più esterna va incontro ad una graduale lignificazione, presentano la caratteristica di accrescersi sia in senso orizzontale (rizoma plagiotropo o tracciante) che verticale (rizoma ortotropo). I rizomi plagiotropi sono i primi a colonizzare i sedimenti. Essi crescono alla velocità di circa 7 cm/anno originando altri rizomi orizzontali che ancorano la pianta al substrato grazie anche alla presenza di radici sul lato inferiore. I rizomi ortotropi, crescendo in altezza, contrastano il progressivo insabbiamento dovuto al continuo processo di sedimentazione permettono in tal modo di sfruttare la luce e lo spazio disponibili (Mazzella *et al.*, 1986).



Figura 1.1.4 – *P. oceanica*: morfologia (foto: G. Bovina).

Tale modalità di accrescimento è all’origine della formazione della “matte” (fig. 1.1.5), tipica struttura a terrazzo costituita dall’intreccio di più strati di rizomi e radici e di sedimento intrappolato e compattato. Questa formazione, che può raggiungere i 6 metri di altezza, è ricoperta da piante vive solo nella sommità. (Mazzella *et al.*, 1986; Boudouresque *et al*, 1984).

La morfologia e le modalità di accrescimento consentono alla pianta di svilupparsi preferenzialmente su fondali sabbiosi ma cresce anche su roccia e recentemente è stato descritto un posidonieto su sedimenti relitti. (De Falco *et al* 2008).

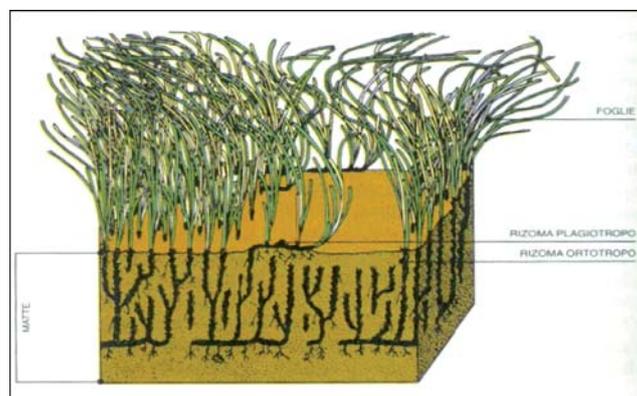


Figura 1.1.5 - Rappresentazione della “matte”, dello strato dei rizomi e delle foglie di *Posidonia oceanica* (Da: Boudouresque *et al* , 1984).

Le foglie, sono nastriformi con apici arrotondati; hanno una larghezza media di 1 cm e possono raggiungere 1,5 mt di lunghezza. Le foglie adulte, presenti nella parte più esterna del fascio, si staccano dalla pianta in autunno e trasportate dalle correnti e dalle onde raggiungono le spiagge dove si accumulano formando le *banquettes*.

La caduta delle foglie lascia sui rizomi resti fibrosi i quali una volta staccati, sotto l'effetto delle correnti e delle onde, si aggregano a formare strutture tondeggianti o ovali, di colore marrone chiaro, di consistenza feltrosa chiamate egagropili (fig. 1.1.6). La caduta delle foglie, così come la loro formazione, avviene durante tutto l'anno (Pergent et Pergent-Martini, 1991).



Figura 1.1.6 – Egagropili di *P. oceanica* (Foto: G. Bovina).

1.1.2. Ecologia

P. oceanica è l'unica fanerogama in grado di colonizzare in maniera continua la fascia costiera compresa tra la superficie ed una profondità massima che dipende dalla trasparenza dell'acqua (Boudouresque *et al.*, 2006). In Italia tale profondità varia dai 21-28 m della Liguria (Bianchi et Peirano, 1995), ai 20-30 m del Lazio (Diviacco *et al.*, 2001) e ai 38 m di Ischia (Giraud *et al.*, 1979). Essa rappresenta l'endemismo più caratteristico e la specie più significativa, per l'importanza ecologica che riveste nei delicati e fragili equilibri della fascia costiera mediterranea.

E' una pianta fotofila, stenoalina, necessita cioè di valori di salinità relativamente costanti (36‰-39‰) e cresce in un campo di temperature compreso fra i 10 e i 28 °C con *optimum* tra 17 °C e 20 °C.

Le praterie costituiscono un complesso ecosistema in termini di ricchezza e di interazioni biotiche. Esse rappresentano un habitat preferenziale per le molte specie adattate ai differenti microambienti determinati dalla stessa complessità strutturale delle piante. Il sistema offre riparo ed è area di riproduzione per moltissimi organismi marini. Il popolamento faunistico comprende comunità associate allo strato fogliare, ai rizomi o alla matte.

Oltre che per la notevole quantità e diversità di organismi animali e vegetali che la popolano, l'importanza delle praterie di posidonia deriva anche dagli elevati valori di produttività che le caratterizzano: la produttività di una prateria può infatti raggiungere i 16 g/m²/giorno di sostanza organica (www.provincia.livorno.it/newsdoc/archivio2004/rapporto_mare2004/posidonia.pdf).

Le praterie, anche attraverso i loro accumuli spiaggiati specie se strutturati (*banquettes*), rappresentano ecosistemi di interazione e scambio tra i sistemi ecologici marini e quelli terrestri.

1.1.3. Metodi di studio delle praterie

Le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sono diffuse in tutto il Mediterraneo e formano nel piano infralitorale, che da esse è caratterizzato, una cintura quasi continua che occupa una superficie di circa 20 miglia quadrate, costituendo probabilmente l'ecosistema più importante di questo mare. (Molinier et Picard, 1952; Peres et Picard, 1964).

Posidonia oceanica, per la sua sensibilità alle variazioni delle condizioni ambientali è, inoltre, considerata un buon indicatore biologico della qualità delle acque. Attraverso lo studio delle praterie è, infatti, possibile ottenere un quadro della situazione ecologica dell'area costiera.

All'interno della prateria si riconosce un *limite superiore*, vale a dire la linea lungo la quale ha inizio la prateria partendo dalla linea di costa ed il *limite inferiore*, cioè la profondità in cui la prateria termina, che può essere di tre tipi:

- limite progressivo (caratterizzato da rizomi plagiotromi traccianti) regolato dalla progressiva diminuzione della luminosità che diventa un fattore limitante;
- limite netto (caratterizzato dall'assenza di matte e dalla presenza di un'alta densità di fasci fogliari) apparentemente condizionato da fattori edafici come ad esempio il tipo di substrato o il passaggio da un substrato sabbioso ad uno roccioso;
- limite erosivo (caratterizzato da elevata densità e presenza di matte) è condizionato dal forte idrodinamismo che erode la prateria impedendole di progredire.

Lo studio delle variazioni spazio temporali della struttura delle praterie permette di diagnosticarne le tendenze evolutive e di predirne eventuali cambiamenti futuri.

Le principali tecniche d'ispezione e di rilevamento che vengono impiegate per il monitoraggio delle praterie di *Posidonia* possono vedere:

- il coinvolgimento diretto dell'operatore in immersione con A.R.A. o in immersione a bordo di unità subacquee (metodi diretti);
- l'utilizzo di strumenti di ricerca di vario tipo (metodi indiretti): riprese ecografiche (Side Scan Sonar), aerofotogrammetria convenzionale, telerilevamento aereo, telerilevamento satellitare, riprese mediante telecamera filoguidata (ROV), sondaggio meccanico (benna, box corer, carotatori, etc.) e sondaggio ecografico (bassa e alta frequenza).

Queste tecniche permettono di elaborare cartografie tematiche utili per la gestione delle aree costiere.

Le più importanti tecniche di indagine sulle praterie di *Posidonia oceanica* prevedono l'impiego di descrittori sintetici biotici e abiotici. Nelle indagini sulla prateria i principali descrittori analizzati sono: densità, fenologia, lepidocronologia e comunità epifita.

Per definire meglio lo stato di equilibrio di una prateria rispetto all'ambiente circostante, inoltre, si utilizzano alcuni descrittori fisiografici: tipologia della prateria e tipologia del limite inferiore.

Infine, alcuni descrittori fisici utili da rilevare per meglio pianificare i programmi di studio delle praterie sono: la distribuzione delle batimetrie tra 0 e -40 m (profilo del fondale), i caratteri geomorfologici del fondale, la litologia e la sedimentologia al contorno e interna alla prateria.

presenti sui fondali della regione Toscana.

Nello studio della dinamica del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* la tecnica del “balisage” fornisce informazioni di dettaglio, ma limitate ad un tratto non molto esteso; una visione d’insieme della prateria che si vuole studiare può essere fornita dall’impiego del Side Scan Sonar. Questo strumento permette di ottenere un rilievo ecografico del fondo e offre l’opportunità di valutare il tipo di distribuzione della pianta all’interno della prateria, evidenziando la presenza di radure e di canali. Inoltre, la sovrapposizione di più rilievi effettuati a distanza di un anno l’uno dall’altro, permette di studiare la dinamica del limite su un tratto molto più esteso rispetto a quanto è possibile fare con il “balisage”, ma, ovviamente, con un dettaglio inferiore. Le due tecniche non sono da considerarsi in alcun modo una sostitutiva dell’altra, ma, piuttosto, un completamento di un quadro conoscitivo necessario per uno studio di questo tipo. Il quadro conoscitivo potrebbe essere arricchito anche dalla sovrapposizione dei rilievi effettuati sullo stesso punto con il Multi Beams (MBES). I dati batimetrici e geomorfologici del fondale acquisiti con questo strumento permettono infatti una rappresentazione tridimensionale della prateria (fig. 1.1.8).

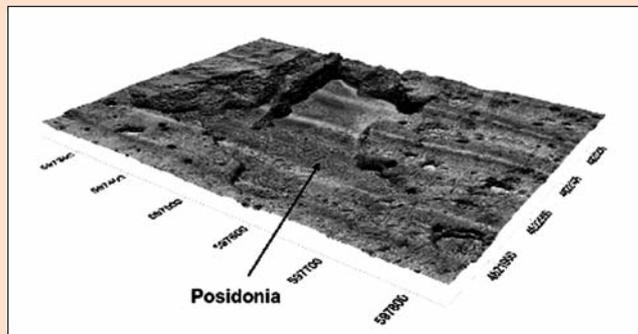


Figura 1.1.8 - Immagine ottenuta con il SSS (sopra) ed immagine tridimensionale ottenuta con il MBES insieme al SSS (sotto).

1.1.4. Impatto antropico sulle praterie di *Posidonia oceanica*

Le aree costiere del Mediterraneo, che coprono 1.491.977 km² sugli 88.528.914 km² della superficie totale dei paesi che lo delimitano, ospitano circa il 37,2 % della popolazione (UNEP, 1989). La massiccia urbanizzazione delle coste ha aumentato l’azione inquinante degli scarichi dei vari centri abitati del litorale, accentuati d’estate per l’afflusso turistico e accresciuti dalle immissioni di acque dolci provenienti da fiumi e canali con il loro apporto inquinante (40% circa); oltre all’urbanizzazione, contribuiscono all’inquinamento delle coste anche le industrie e l’agricoltura. Le sostanze inquinanti, per percolazione o direttamente attraverso canali idrici e di scarico, finiscono in mare, producendo inquinamento e torbidità delle acque causando la risalita a minori profondità del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica*. Inoltre, sia l’aumento delle particelle in sospensione, che il massiccio sviluppo di organismi fitoplanctonici, provoca anche un eccessivo sviluppo di epifiti vegetali sulle foglie di *Posidonia oceanica*. Il risultato è una diminuzione dell’intensità luminosa, che raggiunge la pianta e una conseguente riduzione della sua attività fotosintetica.

A tal proposito, Pérès (1984) ha osservato lungo i litorali più urbanizzati del Mediterraneo (Francia, Italia e Spagna), una diminuzione della densità fogliare della prateria e un calo della copertura del fondale occupato. La massiccia cementificazione delle zone litorali con conseguente infangamento dei fondali, provoca uno stato di squilibrio nella struttura dinamica della prateria, in quanto le piante non sono più in grado di adeguare il limite di crescita all’aumentato ritmo di sedimentazione (Pérès, 1984; Balduzzi *et al.*, 1984; Bourcier, 1989; Boudouresque *et al.*, 1990).

Astier (1984) studiando i danni subiti da una prateria di posidonia per la costruzione di una spiaggia artificiale antistante Tolone, osserva la perdita di 22 ettari di prateria, perché coperti dalla costruzione stessa, di 10 ettari distrutti dal successivo infangamento e la risalita del limite inferiore da 28 a 15 metri di profondità per la prolungata torbidità.

Anche Bourcier (1989) registra un innalzamento rilevante del limite inferiore, che passa dai 28 metri ai 25 metri a seguito dell'impatto congiunto di 2 scarichi urbani su una prateria nella baia di Cassis (Marsiglia) tra il 1966 e il 1979. Gli scarichi urbani oltre all'aumento di torbidità, provocano una netta regressione della prateria, a causa della grande quantità e varietà di sostanze chimiche ad essi associate, che alterano la biosintesi dei pigmenti fotosintetici (Augier et Madinas, 1979).

Alle sostanze altamente inquinanti appartengono anche i detersivi, le cui caratteristiche tossicologiche provocano danni letali a livello istologico ed alterano i processi di accrescimento della pianta (Augier *et al.*, 1984, 1987). Infine gli idrocarburi, formando un sottile film sulla superficie dell'acqua, ostacolano la penetrazione della luce e depositandosi sulle foglie, ne riducono gli scambi gassosi.

Un altro importante tipo di minaccia che provoca la regressione delle praterie, è collegabile allo stress meccanico legato all'uso eccessivo di imbarcazioni, soprattutto nei mesi estivi, che, oltre all'inquinamento, provocano disturbo alle comunità sottomarine; agli ancoraggi, che per la loro quantità incidono negativamente sui fondali; agli impianti di acquicoltura, attività che va diffondendosi sempre più ed il cui effetto è ancora poco conosciuto; al sovrasfruttamento attuato dall'attività di pesca (*overfishing*), che solo negli ultimi anni è stato in parte regolamentato.

Un po' ovunque, lungo le coste di Mediterraneo Nord-occidentale, si incontrano macchie circolari d'erbario morto che corrispondono ad esplosioni subacquee: bombe cadute in occasione della guerra 1939 - 1945, esplosione di mine durante o dopo la guerra, o pesca alla dinamite (Pergent-Martini, 1994; Harmelin *et al.* 1996; Pasqualini *et al.* 1999, 2000). La sensibilità di *Posidonia oceanica* agli esplosivi è certamente dovuta alla presenza di un *aéarium* all'interno delle foglie: canali occupati da gas (ossigeno e/o diossido di carbonio, secondo l'ora del giorno). In occasione di un'esplosione, l'*aéarium* fa scoppiare le foglie.

Inoltre, anche alcuni tipi di pesca illegale, come la pesca "a strascico", arando il substrato, estirpa le foglie ed i rizomi della pianta, provocando una diminuzione della densità della pianta e delle sostanze umiche, provocando così sia la distruzione degli habitat naturali di molte specie anche d'interesse economico sia la diminuzione dei meccanismi di crescita della prateria (Augier et Boudouresque, 1970; Porcher et Jeudy de Grissac, 1985; Astier, 1984; Peres, 1984; Arduzzone et Pelusi, 1984). In Italia questo tipo di pesca è severamente vietata entro le tre miglia dalla costa.

Infine, bisogna tenere in considerazione la crescente minaccia legata alla costruzione di infrastrutture costiere come oleodotti e gasdotti, dighe foranee di porti e barriere artificiali. Queste opere a mare creano un danno meccanico irreversibile, o modificano il regime idrodinamico con un conseguente soffocamento della pianta a causa dell'incremento della sedimentazione. Queste attività dunque hanno innescato il processo di regressione delle praterie di *Posidonia oceanica*, che sembra essere irreversibile.

Tra le alterazioni legate indirettamente alle attività umane, possiamo prendere in considerazione l'introduzione di specie alloctone; queste competono con la *Posidonia oceanica* per il substrato e negli ultimi anni, probabilmente a causa delle variazioni climatiche che interessano il Mediterraneo, stanno sempre più estromettendo la *Posidonia oceanica* dai substrati che le sono più congeniali. L'esempio più importante di tale fenomeno è dato dall'espansione della *Cau-*

lerpa taxifolia (Vahl) e della *Caulerpa racemosa* (Forsskal), alghe tropicali appartenenti al phylum Chlorophyta (Villele et Verlaque, 1995; Ceccherelli *et al.*, 2000; Piazzì *et al.*, 2000; Ceccherelli *et al.*, 2002).

E' probabile che nessuna di queste fonti di disturbo sia sufficiente da sola a produrre la regressione delle praterie a cui stiamo assistendo, ma che piuttosto si tratti di un effetto sinergico dei vari fattori considerati. In ogni caso vale la pena rammentare come i meccanismi descritti siano "sitospecifici".

1.2 Localizzazione geografica delle praterie di *P. oceanica*

A partire dal 1998 il Ministero dell'Ambiente ha promosso una serie di studi per la caratterizzazione e la mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* secondo il "Programma nazionale di individuazione e valorizzazione della *Posidonia oceanica* nonché di studio delle misure di salvaguardia della stessa da tutti i fenomeni che ne comportano il degrado e la distruzione", previsto dalla Legge n° 426/98 (M.A.T.T.M. - SiDiMar., 2008).

Intorno agli anni '90 si è concluso il primo programma per la mappatura delle praterie di *Posidonia* in 5 regioni italiane: Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia

Tra il 1999 e il 2002 sono state realizzate le mappature delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia e isole minori e lungo le coste della Sardegna. Successivamente, tra il 2002 e il 2004, sono state realizzate le mappature delle praterie di *P. oceanica* lungo le coste della Campania e della Calabria.

Le praterie di *Posidonia* sono state cartografate mediante l'integrazione di diverse tecniche di rilevamento quali la fotografia aerea, il sistema acustico Side Scan Sonar, videocamere subacquee filoguidate dalla superficie, immersioni dirette mediante autorespiratore ad aria. I dati sono stati successivamente elaborati e cartografati mediante GIS.

Di seguito si riporta la cartografia relativa alla distribuzione dei posidonieti delle regioni Lazio, Liguria, Toscana, Puglia e Sicilia.

1.2.1 Lazio

I posidonieti laziali si estendono per un totale di 22.400 ettari. L'84% di essi (per una superficie pari a 20.341 ettari) sono inclusi all'interno di 19 SIC relativi all'habitat n. 1120 ("Praterie di *Posidonia oceanica*").

Di seguito si riporta la cartografia relativa alla distribuzione dei principali posidonieti lungo la costa laziale (figg. 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 e 1.2.4).

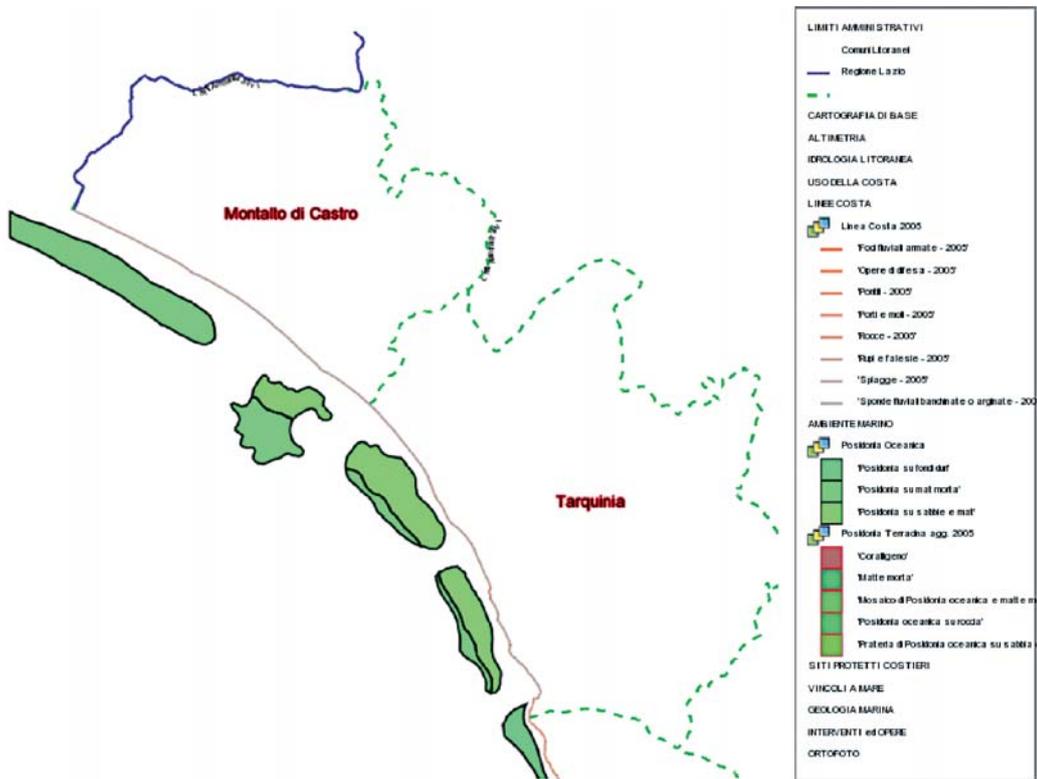


Figura 1.2.1– Posidonieti antistanti i comuni di Montalto di Castro e Tarquinia (Lazio settentrionale; fonte: www.beachmed.it).

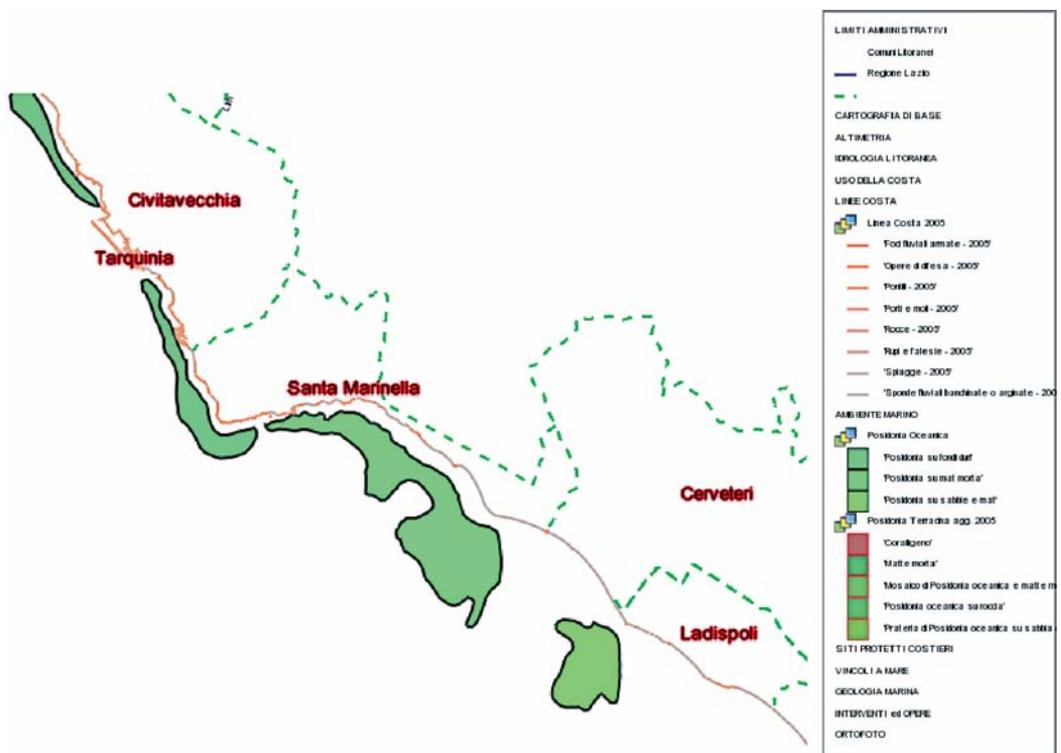


Figura 1.2.2– Posidonieti antistanti i comuni di Civitavecchia, Santa Marinella, Cerveteri e Ladispoli (Lazio settentrionale; fonte: www.beachmed.it).

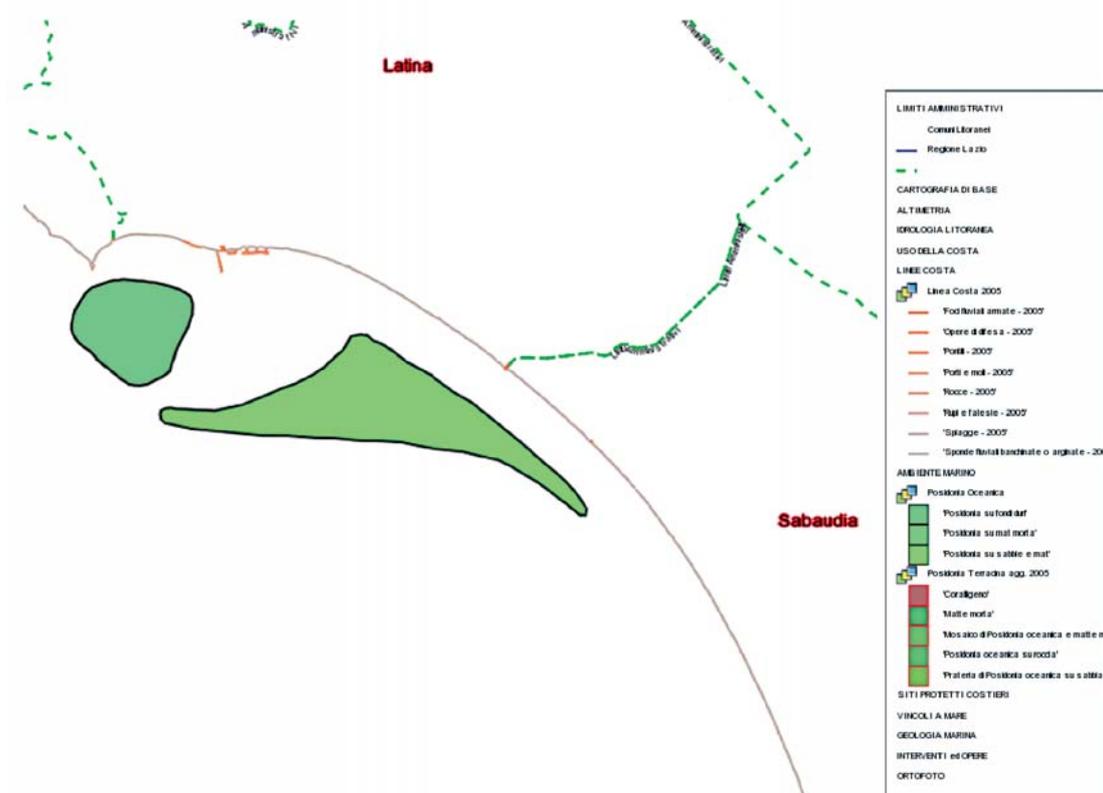


Figura 1.2.3– Posidonieti antistanti i comuni di Latina e Sabaudia (Lazio meridionale; fonte: www.beachmed.it).

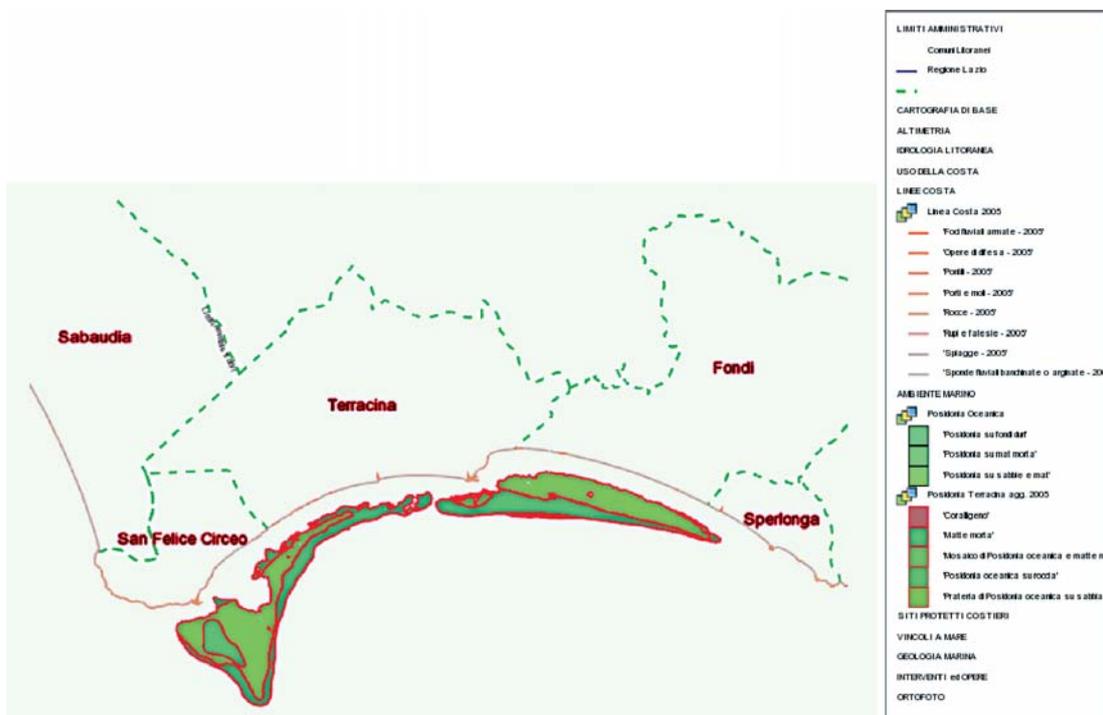


Figura 1.2.4– Posidonieti antistanti i comuni di San Felice Circeo, Terracina, Fondi e Sperlonga (Lazio meridionale). Dati aggiornati al 2005 nell'ambito del sottoprogetto NAUSICAA, INTERREG IIIC Beachmed-e (fonte: www.beachmed.it).

Attualmente sono in corso attività di aggiornamento dei limiti delle praterie di *P. oceanica* nell'ambito di una Convenzione di Ricerca tra la Regione Lazio ed il Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo dell'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma, approvata il 22 settembre 2009.

Il progetto ha come obiettivo il completamento della cartografia delle praterie di *P. oceanica* presenti lungo la piattaforma laziale, con la definizione dell'estensione, dei margini superiori ed inferiori e dello stato di salute di ogni prateria (copertura, presenza di matte morta).

1.2.2 Liguria

I posidonieti liguri ricoprono un'area di 4844 ettari, occupando mediamente l'8% della superficie totale di fondo compreso tra la costa e l'isobata dei 50 m. Rispetto alle restanti regioni mediterranee la superficie occupata dalle praterie in Liguria si presenta piuttosto bassa. Ciò è da imputare sia alle caratteristiche morfologiche della costa (fondali rocciosi, esiguità della piattaforma continentale), sia al continuo incremento delle attività antropiche gravanti sulla fascia costiera. Considerando lo sviluppo lineare, le praterie di *P. oceanica* interessano 138 km, pari al 43% della lunghezza della costa ligure.

In Tabella 1.2.1 si riporta lo schema sintetico dello sviluppo lineare delle praterie di *P. oceanica* in ogni comune costiero della Liguria. Sono indicate anche le percentuali dei tratti costieri comunali e provinciali interessati (Diviacco et Coppo, 2006).

Comune (Provincia)	Sviluppo costiero	<i>Posidonia oceanica</i>	
	km	km	%
Ventimiglia	9,8	5,2	53
Camporosso	0,3	0,0	0
Vallecrosia	1,0	0,0	0
Bordighera	6,0	2,1	35
Ospedaletti	3,2	3,1	97
Sanremo	10,5	10,0	95
Taggia	1,1	1,1	100
Riva Ligure	2,2	1,8	82
Santo Stefano al Mare	2,8	2,5	89
Cipressa	2,8	2,8	100
Costarainera	9,2	0,6	100
San Lorenzo al Mare	3,6	1,9	100
Imperia	1,2	8,2	89
Diano	3,4	3,6	100
San Bartolomeo al Mare	1,2	1,2	100
Cervo	3,4	3,4	100
Provincia di Imperia	59,6	47,2	79
Andora	4,0	1,4	35
Laigueglia	4,2	4,1	98
Alassio	6,7	6,4	96
Alberga	6,7	5,5	82
Ceriale	3,5	3,4	97
Borghetto Santo Spirito	1,8	1,8	100
Loano	3,0	2,2	73
Pietra ligure	3,3	0,0	0
Borgio Verezzi	1,	0,0	0
Finale ligure	8,8	2,1	24
Noli	4,0	1,7	43
Spotorno	2,7	2,0	74
Bergeggi	5,0	1,9	38
Vado ligure	2,5	0,0	0

Savona	6,8	0,8	12
Albisola marina	0,9	0,4	44
Albisola superiore	1,4	0,6	43
Celle ligure	3,9	2,5	64
Varazze	7,2	1,5	21
Provincia di Savona	78,1	38,2	49
Cogoleto	3,0	2,5	83
Arenzano	4,5	2,1	47
Genova	30,	7,4	25
Bogliasco	1,8	1,8	100
Pieve ligure	2,3	2,2	96
Sori	2,2	1,6	73
Recco	235	0,3	12
Camogli	8,8	3,8	43
Portofino	6,0	0,6	10
Santa margherita ligure	4,0	2,2	55
Rapallo	4,0	2,4	60
Zoagli	3,5	2,7	77
Chiavari	4,9	1,2	24
Lavagna	5,4	0,0	0
Sestri levante	11,1	4,5	41
Moneglia	6,8	2,6	38
Provincia di Genova	100,8	37,9	38
Deiva marina	0,5	0,0	0
Framura	4,4	2,2	50
Bonassola	5,9	4,5	76
Levanto	5,8	1,4	24
Monterosso al mare	3,5	1,7	49
Vernazza	5,7	2,4	42
Riomaggiore	6,6	1,2	18
La Spezia	12,5	0,5	4
Portovenere	21,0	0,5	2
Lerici	10,5	0,2	2
Ameglia	4,6	0,0	0
Sarzana	1,8	0,0	0
Provincia di La Spezia	82,8	14,6	18
Totale	321,3	138,0	43

Tabella 1.2.1- Schema sintetico dello sviluppo lineare delle praterie di *P. oceanica* in ogni comune costiero della Liguria.

Di seguito si riporta la cartografia (Diviacco et Coppo, 2006) relativa alla distribuzione dei principali posidonieti lungo la costa ligure (figg. 1.2.5 – 1.2.20).

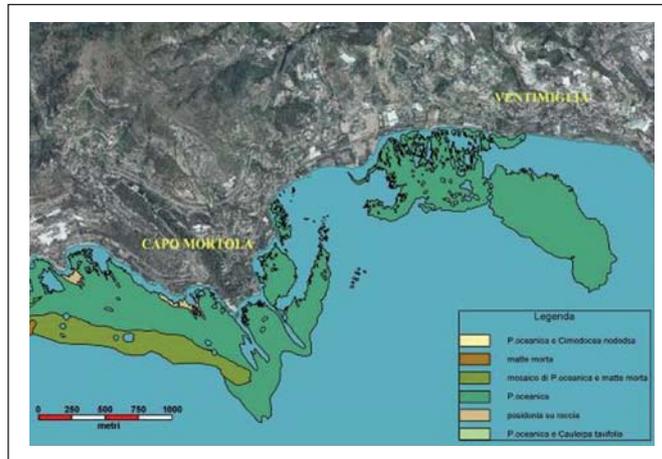


Figura 1.2.5- Posidonieti di Capo Mortola e Ventimiglia.

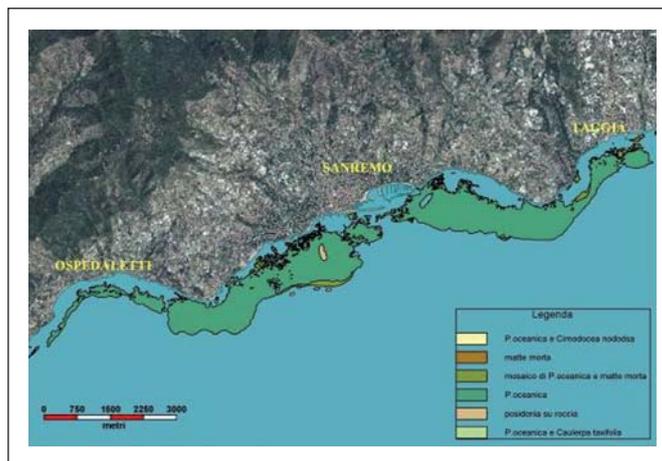


Figura 1.2.6- Posidonieti di Ospedaletti, Pian di Poma (Sanremo) e Capo Verde (Taggia).

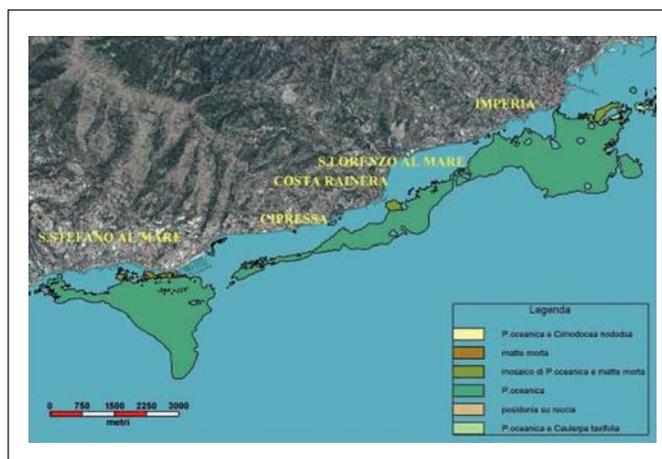


Figura 1.2.7- Posidonieti di Santo Stefano al Mare, San Lorenzo e Porto Maurizio (Imperia)

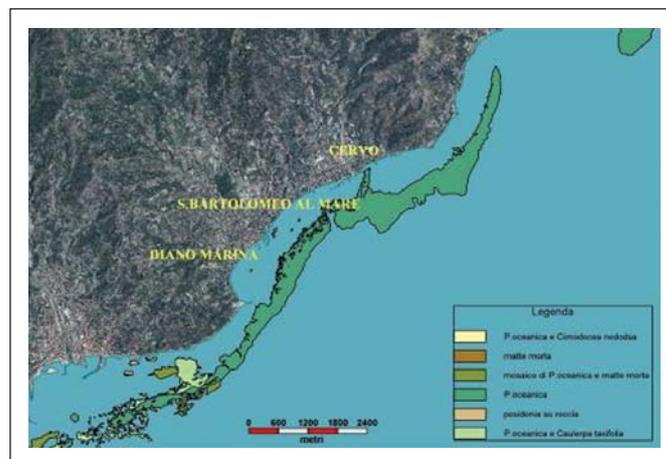


Figura 1.2.8- Posidonieti di Capo Berta (tra Imperia e S. Bartolomeo al Mare) e di Cervo.

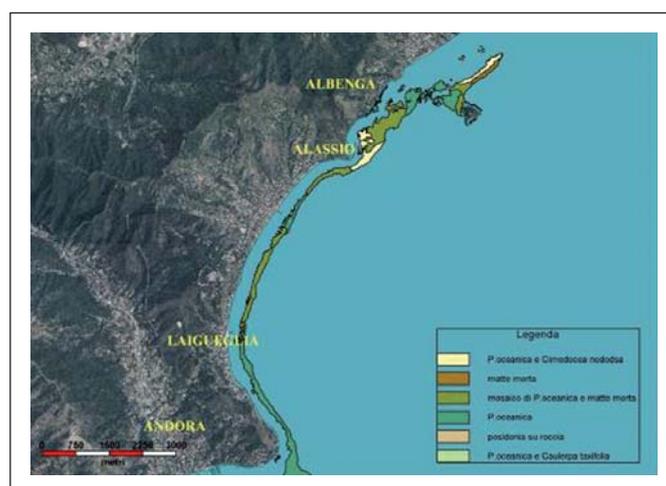


Figura 1.2.9- Posidonieti di Capo Mele (Laigueglia) e Alassio.

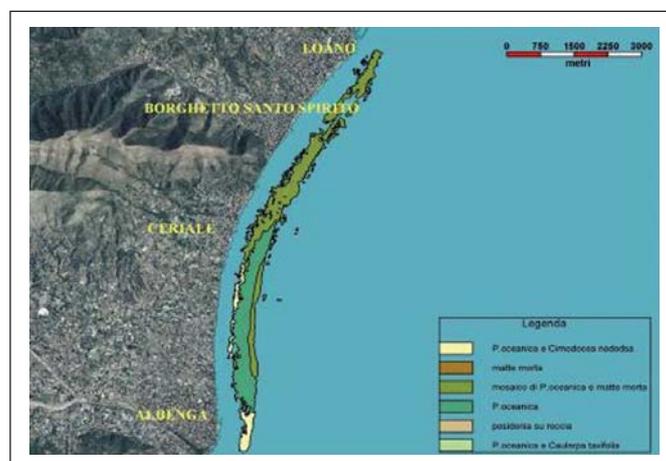


Figura 1.2.10- Posidonieti di Albenga e di Ceriale-Borghetto.

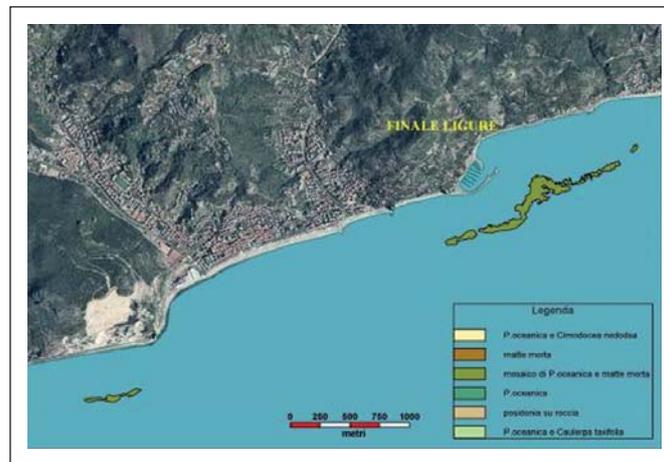


Figura 1.2.11- Posidonieto di Finale Ligure.

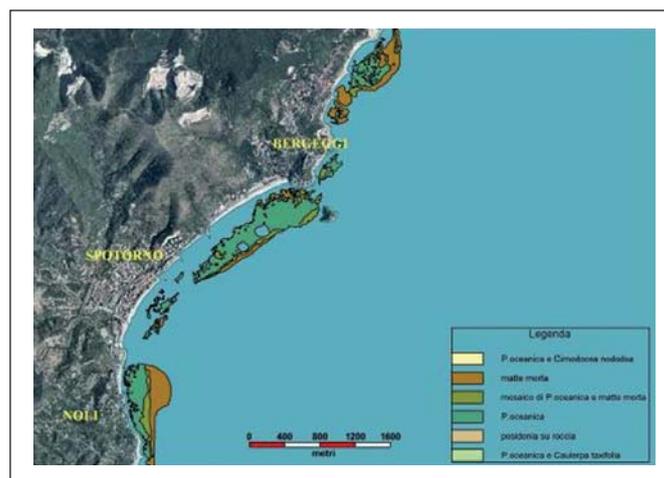


Figura 1.2.12- Posidonieti di Noli, Spotorno e Bergoglio.

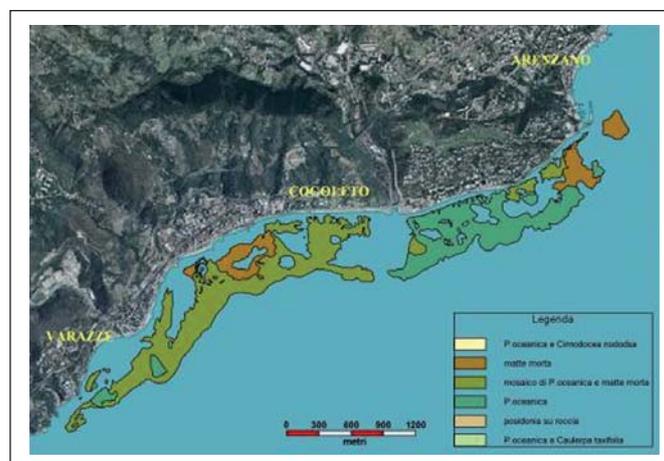


Figura 1.2.13- Posidonieti di Varazze, Cogoleto e Arenzano.

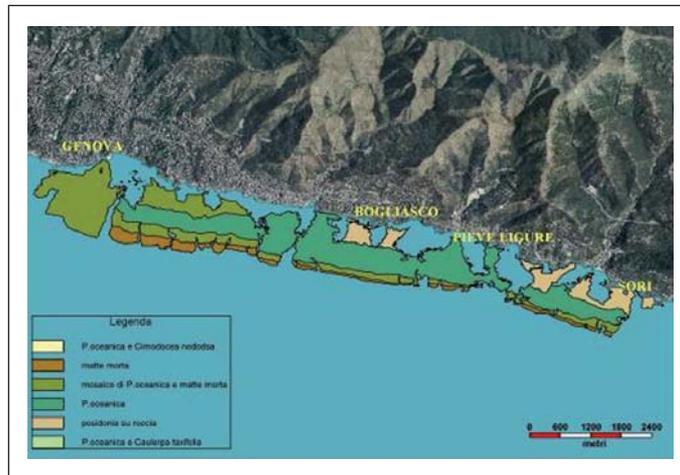


Figura 1.2.14- Posidonieto di Genova Quarto-Sori.

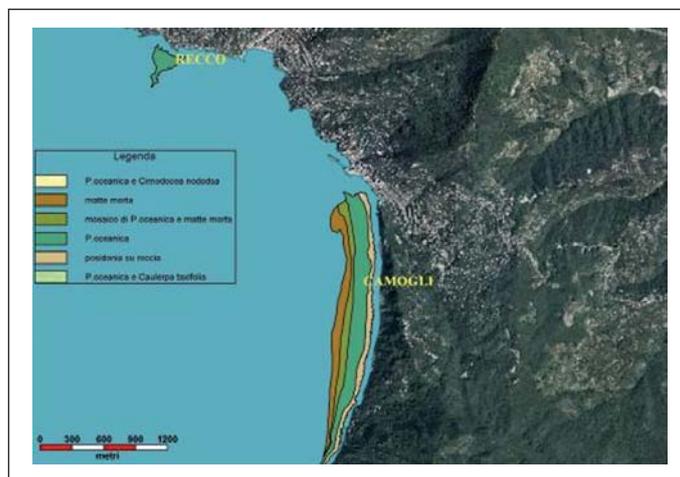


Figura 1.2.15- Posidonieti di Recco e Porto Pidocchio (Camogli).

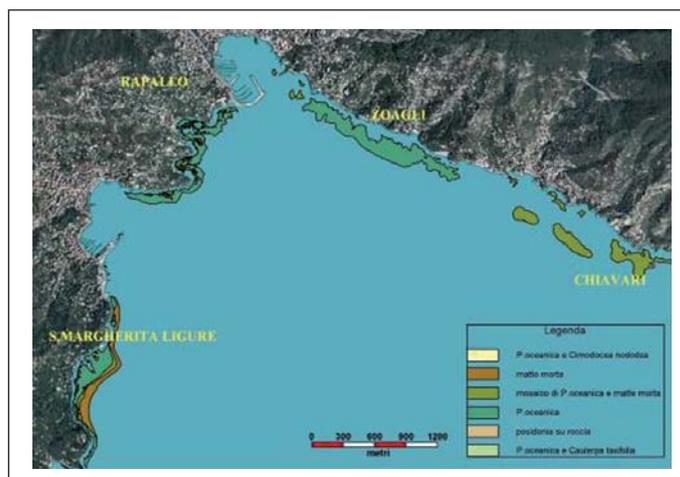


Figura 1.2.16- Posidonieti di Punta Pedale (S. Margherita Ligure), S.Michele di Pagana (Rapallo) e Zoagli.

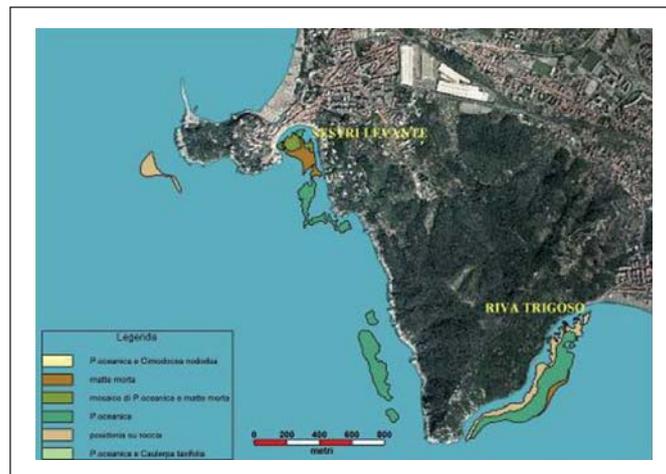


Figura 1.2.17- Posidonieti della Baia del Silenzio (Sestri Levante) e di Punta Manara (di fronte all'abitato di Riva Trigoso).

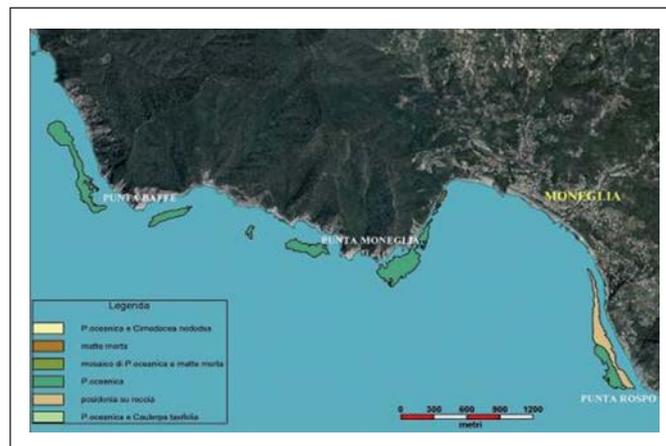


Figura 1.2.18- Posidonieti di Punta Baffe, Punta Moneglia e Punta Rospo.

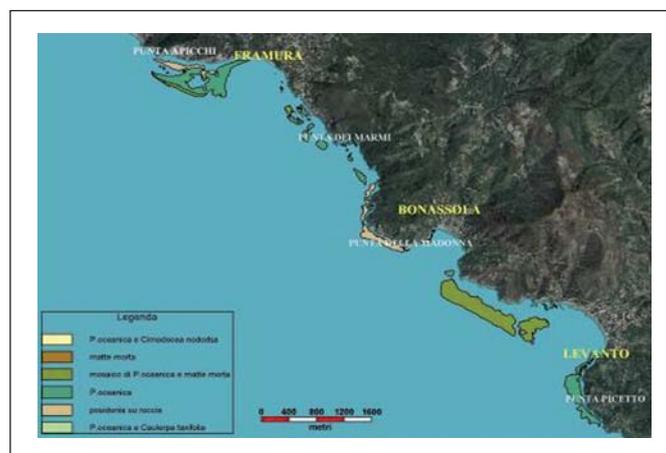


Figura 1.2.19- Posidonieto di Punta Apicchi (Framura), posidonieto tra Punta dei Marmi e Punta della Madonna (Bonassola), posidonieto tra Bonassola e Levanto e posidonieto di Punta Picetto (Levanto).

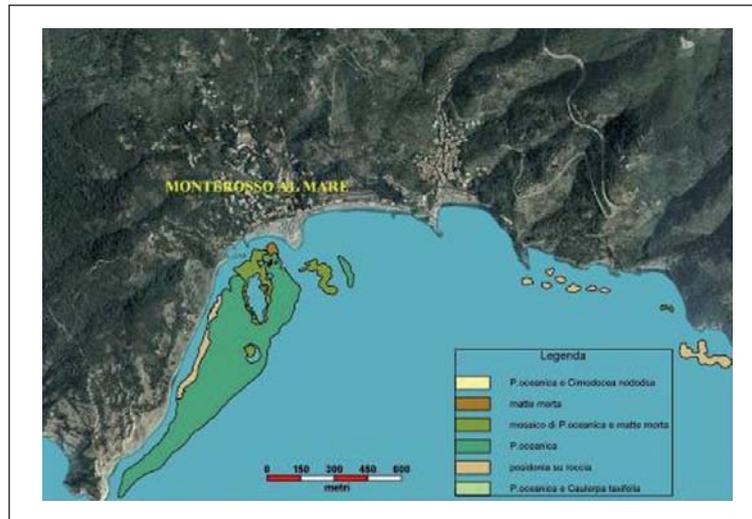


Figura 1.2.20- Posidonieto di Punta Mesco.

1.2.3 Toscana

La mappatura della prateria di posidonia, effettuata mediante l'impiego del Side Scan Sonar (SSS), è stata realizzata con uno studio specifico (Cinelli et Piazzi, 1990). Le tavole cartografiche realizzate in scala 1:25000 interessano il tratto di fondale compreso tra la costa e -50 m; la mappatura è stata portata a termine effettuando rotte parallele alla costa. Il tracciato del SSS è stato verificato mediante l'impiego del veicolo filoguidato ROV (*Remotely Operated Vehicle*); il limite superiore della prateria è stato invece individuato tramite telerilevamento satellitare. Complessivamente questo studio ha individuato sette praterie principali (Cinelli et Piazzi, 1990).

1 - Secche della Meloria

A largo della città di Livorno, area di bassi fondali con profondità che varia da 5 a 25 m. La prateria si estende per circa 40 km² e si spinge fino ad una distanza di 12 km dalla costa di Livorno. Caratterizzata dall'alternarsi di situazioni diverse, una buona porzione presenta uno spesso strato di "matte" ed è spesso interrotta da canali, radure, affioramenti rocciosi. Il limite superiore si trova a circa 3000 m dalla costa, eccezionalmente si avvicina fino a 1000 m. Il limite inferiore, a 25 m, è netto con un evidente scalino di "matte" che termina su substrato sabbioso. La prateria si presenta mediamente in buono stato e solo alcune aree (limite nord occidentale) mostrano una situazione di regressione e tratti di "matte" morta. Per la descrizione di questa prateria si veda anche Bacci *et al.*, 1969).

2 - Livorno

Si estende a sud del centro della città, fino a Quercianella (si interrompe in prossimità del torrente Fortulla). Probabilmente rappresenta la continuazione meridionale della prateria della Meloria e copre una fascia relativamente stretta parallela alla costa. Le caratteristiche di questa prateria sono variabili a causa della natura rocciosa del substrato e dell'ampiezza delle batimetriche. In alcuni punti (Antignano, ad esempio) il limite superiore è situato in prossimità della linea di costa e le prime piante di posidonia crescono in pochi centimetri d'acqua. Più a sud, a Calafuria, ad esempio, la prateria inizia a 10 m di profondità, subito ai piedi della scogliera. Il limite inferiore è quasi sempre netto a causa della morfologia del fondale. La prateria presen-

ta alcune zone di regressione, soprattutto nella parte settentrionale, e le condizioni generali di salute mostravano un miglioramento procedendo da nord verso sud.

3 - Secche di Vada

La prateria copre una zona di bassi fondali compresa tra Castiglioncello e Marina di Cecina. Il fondo, di natura rocciosa, è piuttosto irregolare e di conseguenza anche la copertura di posidonia è piuttosto variabile. In alcune zone si ha formazione di “matte” e le aree dove la prateria è più uniforme sono comunque interrotte da radure circolari e canali. Il limite superiore è molto frastagliato; il limite inferiore, alla profondità di circa 18 m, è di tipo progressivo su sabbia. In generale la prateria si presenta in buono stato anche se, soprattutto nella sua porzione settentrionale, vi sono ampi tratti di “matte” morta chiari segni di una situazione di regressione e degrado.

4 - Baratti

Si estende dalla zona a sud di San Vincenzo fino al promontorio di Piombino, in una fascia di fondale parallela alla costa. Nella parte più settentrionale la prateria è localizzata tra 10 e 20 m di profondità ed è caratterizzata da “matte” piuttosto consistenti. Nel Golfo di Baratti l’andamento più irregolare della prateria è causato dall’alternarsi di substrato sabbioso e roccioso. In corrispondenza del promontorio di Piombino la prateria si trova a coprire una stretta fascia di fondale roccioso. Il limite superiore si trova a circa 10 m di profondità, eccezion fatta per il Golfo di Baratti dove la posidonia si spinge molto vicina a riva tanto da far emergere le foglie fuori dall’acqua (in prossimità del porticciolo). La prateria si arresta a circa 20 m di profondità con un limite inferiore netto con un evidente scalino di “matte”. In generale la prateria ha alta densità, un buono stato di salute e non mostra evidenti aree di regressione.

5 - Follonica

Una grande prateria copre il fondo dell’intero Golfo di Follonica, da 7 a 20 m di profondità. Il substrato è quasi ovunque sabbioso con poche eccezioni di fondo di natura rocciosa. Il limite superiore si presenta di solito strutturato da ciuffi sparsi di posidonia su sabbia che costituiscono talvolta “matte”. Quello inferiore, intorno a 20 m, è di tipo erosivo nei pressi di Follonica e netto più a sud. La parte più settentrionale, fino a Scarlino, mostra un notevole degrado con grosse estensioni di “matte” morta, mentre più a sud, fino a Punta Ala, la prateria è in buono stato.

6 - Talamone

Una prateria si estende in tutta la baia di Talamone interrompendosi in corrispondenza della foce del fiume Albegna, impiantandosi su un fondale interamente sabbioso. Il suo limite superiore si mantiene più o meno parallelo alla costa ad una distanza di circa 200 m; la prateria si interrompe invece con un limite inferiore di tipo netto a una profondità di 20 m circa. In quest’area la prateria non mostra evidenti segni di degrado.

7 - Burano

La prateria si estende come una lunga fascia parallela alla costa, compresa tra 10 e 25 m di profondità, estendendosi da Ansedonia al confine con il Lazio. Il substrato colonizzato dalla *Posidonia oceanica* è quasi interamente sabbioso, anche se in corrispondenza della Formica di Burano la pianta colonizza le pendici rocciose dell’isolotto. Il limite superiore è localizzato intorno alla profondità di 12 m e tra questa batimetria e i 16 m la prateria presenta il massimo di

strutturazione e formazione di “matte”. Non si riesce invece a definire con chiarezza il limite inferiore in quanto si tratta di una prateria in forte regressione che mostra una ampia zona morta nella porzione più profonda.

Le isole (fig. 1.2.21)

La mappatura delle praterie di posidonia delle isole dell’Arcipelago Toscano è relativamente più recente risalendo ai primi mesi del 2000. Ben presente sui fondali dell’Arcipelago toscano, la *Posidonia oceanica* è un buon indicatore della qualità di questo ambiente.

Pianosa registra la prateria di posidonia più importante del Tirreno settentrionale, con un’ampia fascia che circonda l’isola colonizzata da densi fasci di foglie. Gorgona, Capraia, Montecristo, Giglio e Giannutri vedono invece la prateria ridotta ad una zona costiera, vista la pendenza dei fondali rocciosi che sprofondano velocemente nel blu e la scarsa quantità di baie con basso fondale. Anche all’Elba è possibile osservare normalmente questa pianta e le praterie sono più o meno in buono stato a seconda della loro localizzazione. In particolare la superficie totale colonizzata dalla posidonia è di circa 3680 ettari e le praterie di maggiori dimensioni si trovano in corrispondenza dei golfi principali dell’isola: Procchio (a nord), Campo, Lacona e Stella (a sud). Il limite superiore è localizzato tra 3 e 10 m di profondità mentre quello inferiore tra 30 e 40 m. Il substrato colonizzato è spesso roccioso e la prateria mostra quindi una distribuzione piuttosto irregolare; mentre sui fondali sabbiosi la copertura è più uniforme, soprattutto in corrispondenza dei golfi principali. Le praterie mostrano inoltre un limite erosivo, soprattutto sulla costa nord-orientale e sud-occidentale, e aree ristrette piuttosto danneggiate e degradate nei pressi di Rio Marina, Portoferraio e Porto Azzurro (Piazzi *et al.*, 2000).

Nella tabella 1.2.2 viene riportato uno schema riassuntivo delle praterie toscane.

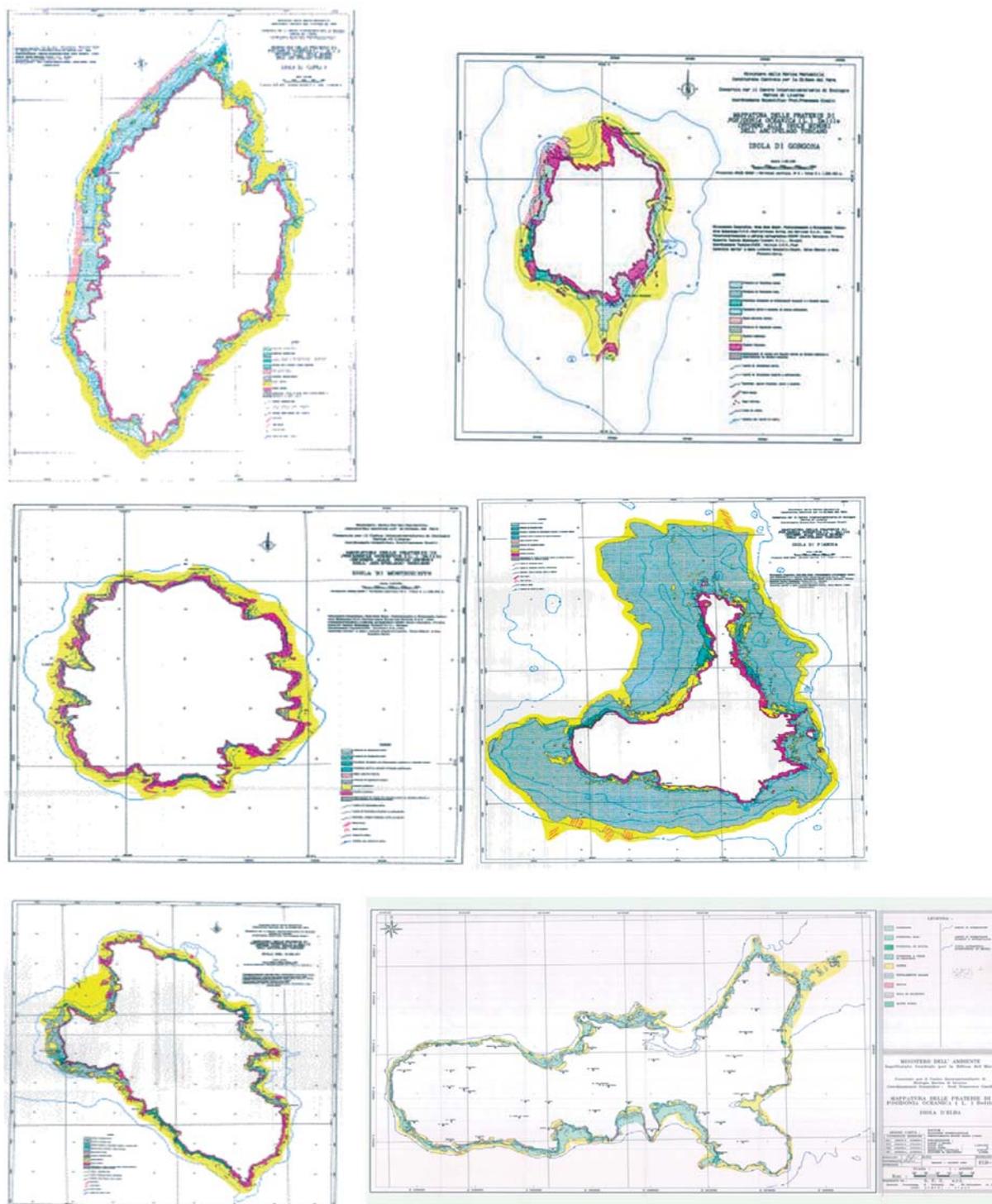


Figura 1.2.21 – Mappatura delle isole dell’Arcipelago Toscano. Dall’alto verso il basso Capraia (a), Gorgonia (b), Montecristo (c), Pianosa (d), Giglio (e), Elba (f). In azzurro la prateria di *Posidonia oceanica* (da: Cinelli *et al.*, 1995).

	Localizzazione delle praterie	Estensione (kmq)	Valutazione dello stato di conservazione
1	Secche della Meloria	84	Variabile: buono nella parte più esterna, basso nella parte nord-orientale
2	Costa Livornese	4.82	Variabile: buono nella parte meridionale, basso nell'area urbana
3	Secche di Vada	72.5	Variabile: buono nella parte più esterna, prateria fortemente degradata nella parte costiera, medio altrove
4	Costa degli Etruschi e promontorio di Baratti	6.7	Buono
5	Golfo di Follonica	27.2	Variabile: buono nella parte meridionale, prateria fortemente degradata nella parte settentrionale, medio altrove
6	Golfo di Talamone	10.0	Buono
7	Promontorio di Monte Argentario	0.8	Buono
8	Formica di Burano	La porzione settentrionale della prateria delle coste laziali, circa 3 kmq	Variabile: mediamente buono nella parte più superficiale, con ampie aree di regressione nella parte più profonda
9	Isola di Gorgona	0.54	Buono
10	Isola di Capraia	3.2	Buono
11	Isola d'Elba	21.5	Buono quasi ovunque, con limitate aree di regressione
12	Isola di Pianosa	15.8	Buono
13	Isola di Montecristo	0.08	Buono
14	Scoglio d'Africa	17.5	Buono
15	Isola del Giglio	1.27	Buono
16	Isola di Giannutri	0.22	Buono
17	Formiche di Grosseto	0.11	Buono

Tabella 1.2.2 - Schema riassuntivo delle praterie toscane. I dati di superficie sono stati misurati dalla cartografia 1:10.000 o 1:25.000.

Inoltre la cartografia bionomica disponibile, e in parte consultata per quanto riguarda la posidonia in questo lavoro, è la seguente:

- Cartografia 1:25.000 delle praterie di *Posidonia oceanica* delle coste toscane. 1990. *Realizzate da Snamprogetti per conto del Ministero della Marina Mercantile - Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare.*
- Atlante cartografico 1:25.000 “*Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica lungo le coste delle regioni Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia*” di proprietà del Ministero della Marina Mercantile, Ispettorato centrale per la Difesa del Mare
- Cartografia bionomica 1:10.000 e 1:25.000 delle isole minori dell’Arcipelago Toscano (Gorgona, Capraia, Pianosa, Montecristo, Giglio, Giannutri, Scoglio d’Africa, Formiche di Grosseto). 1992. *Realizzate da CIBM Livorno per conto del Ministero dell’Ambiente – Ispettorato Centrale per la difesa del Mare.*

- Cartografia bionomica 1:10.000 e 1:40.000 dell'Isola d'Elba. 1994. *Realizzate da CIBM Livorno per conto del Ministero dell'Ambiente – Ispettorato Centrale per la difesa del Mare.* (www.provincia.livorno.it/new/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=238; ultimo accesso: luglio 2009)
- Cartografia bionomica 1:250.000 dei mari toscani. (ENEA-Regione Toscana, 1993).
- Carta bionomica 1:10.000 dei fondali antistanti Rosignano Solvay. (Cinelli *et al.*, 1990a)
- Carta bionomica 1:10.000 dei fondali antistanti Punta del Tesorino (Cinelli *et al.*, 1990b)
- Cartografia 1:10.000 del limite superiore delle praterie di *Posidonia oceanica* della costa livornese, dell'area antistante Rosignano Solvay e del Golfo di Follonica. (Bedini *et al.*, 2000)
- Cartografia bionomica 1:5.000 di alcune aree delle Secche della Meloria. (CIBM Livorno, 2000).
- Cartografia bionomica 1:2.500 dell'area antistante Santa Liberata. (Lenzi *et al.*, 1987).

La cartografia dell'Atlante del 1990 è stata riportata su GIS mediante scansione, vettorializzazione e nuova georeferenziazione dei limiti delle praterie nell'ambito del progetto "RIPO, Rivasitazione di alcune praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste delle regioni: Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia" (collaborazione tra il Dip.Te.Ris - Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse- e il CoNISMa - Consorzio Interuniversitario delle Scienze del Mare).

La cartografie delle praterie di *Posidonia oceanica* nel territorio della Provincia di Livorno è stata digitalizzata dalla suddetta Provincia ed è disponibile nel sito "CARTOGRAFIA PROVINCIA DI LIVORNO - REPERTORIO CARTOGRAFICO".

(www.provincia.livorno.it/new/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=238)

1.2.4 Puglia

La Regione Puglia è caratterizzata da una notevole estensione delle coste, stimabile linearmente in circa 900 km; la conformazione geo-morfologica delle stesse coste, così come quella degli antistanti fondali marini, è alquanto differenziata anche a causa della posizione geografica della regione, a cavallo di due Mari (Adriatico e Ionio).

Naturalmente l'allocazione geografica e la conseguente differenziazione sulla base delle caratteristiche ambientali locali, condiziona anche la distribuzione delle componenti biologiche marine, tra cui la *Posidonia oceanica*.

Posidonia oceanica è presente in Puglia con erbari e/o praterie. La stessa presenza e/o densità è però abbastanza variegata in base alle caratteristiche talassografiche locali, o all'impatto subito dalle attività antropiche.

Il più recente studio analitico sulla distribuzione e stato di conservazione delle praterie di *Posidonia* lungo tutto il litorale pugliese (AA.VV, 2006), ha evidenziato la presenza di erbari di *Posidonia* su una superficie complessiva di circa 330 km², di cui 247 su "mattes" (gradini formati dalle stesse radici di *Posidonia oceanica*), 61 su roccia e 22 su sabbia. La fanerogama in questione si distribuisce nelle aree marino-costiere pugliesi sia Adriatiche che Ioniche, ma la colonizzazione non risulta omogenea lungo l'intero tratto costiero investigato.

In particolare, i differenti aspetti vegetazionali riscontrati tra l'area Adriatica e quella Ionica sono sostanzialmente da addebitare alla diversa morfologia della costa e dei fondali, oltre che ad una diversa qualità delle acque, tendenzialmente più limpide nello Ionio a causa di ben note caratteristiche oceanografiche (Marano *et al.*, 1998). Inoltre, per quanto riguarda la globalità dell'area attualmente colonizzata, nell'Adriatico pugliese il limite settentrionale della distribuzione si pone appross-

simativamente all'altezza della cittadina di Molfetta; unica eccezione a tale limite è rappresentato dal posidonieto presente alle Isole Tremiti. Nello Ionio, la posidonia si sviluppa lungo l'intero tratto salentino per fermarsi a nord all'altezza della città di Taranto. In entrambi i casi, in Adriatico e nello Ionio, l'interruzione della presenza verso nord è essenzialmente dovuta a condizioni oceanografiche, inclusa la tessitura del substrato, che non favoriscono l'attecchimento della specie.

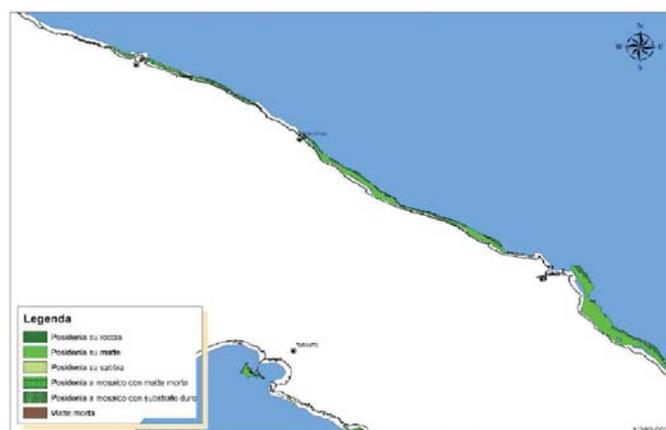


Figura 1.2.22 - Distribuzione degli erbari di *Posidonia oceanica* nell'area Nord della Puglia (escluse le Isole Tremiti) (Inventario e Cartografia delle praterie di *Posidonia* nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. POR Puglia – Regione Puglia).

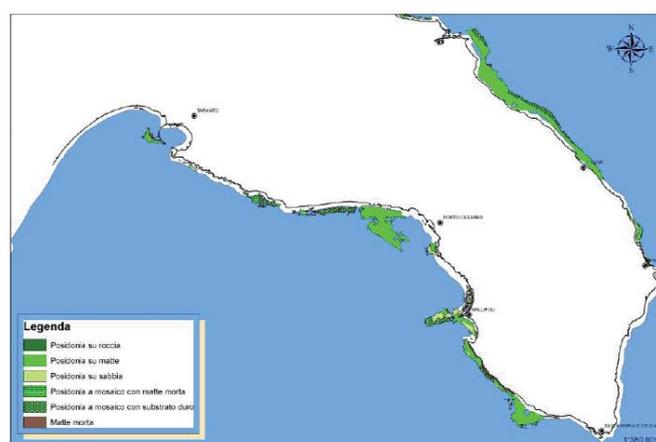


Figura 1.2.23 - Distribuzione degli erbari di *Posidonia oceanica* nell'area Sud della Puglia (Inventario e Cartografia delle praterie di *Posidonia* nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. POR Puglia – Regione Puglia).

Lo stato di salute e conservazione delle praterie è da mettere comunque in relazione, oltre che alle caratteristiche talassografiche locali, anche ai molteplici impatti antropici (inquinamento, pesca illegale, ancoraggi, ecc.). Sulla base di tutte le concause, le praterie pugliesi che attualmente sembrano in uno stato migliore di "salute" sono quelle del versante ionico tarantino, mentre abbastanza sofferenti, sia per cause naturali che antropiche, sembrano le praterie del versante adriatico (comprese le Isole Tremiti), ed in special modo quelle del litorale barese (AA.VV., 2006). Comunque, seppure sofferenti, questi erbari per ultimo descritti non evidenziano particolari trend negativi negli anni compresi tra il 2001 ed il 2006, mantenendo una certa stabilità nei principali parametri descrittivi (M.A.T.T.M. - SiDiMar., 2008).

1.2.5. Sicilia

Di seguito si riporta la cartografia relativa alla distribuzione dei principali posidonieti lungo la costa siciliana (M.A.T.T.M. - SiDiMar., 2008; AA. VV., 2002):

• *Da Capo Zafferano a Capo Gallo*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente a chiazze e/o radure, talvolta continua, e s'impianta su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e matte. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso, in alcuni casi è presente anche ghiaia o sabbia organogena.



Figura 1.2.24- Capo Zafferano. La legenda è valida per tutte le figure di seguito mostrate.



Figura 1.2.25- Capo Mongerbino.

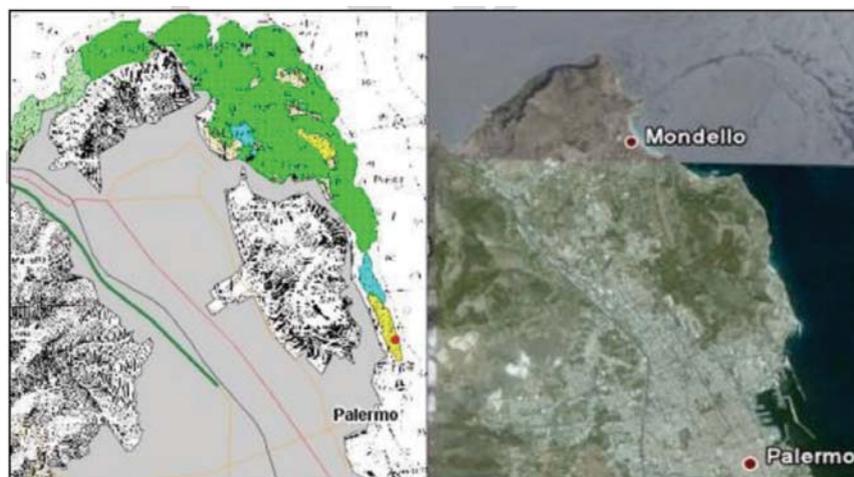


Figura 1.2.26- Mondello - Vergine Maria.

• *Da C.po Gallo a Punta Raisi*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente a radure e s'impiana su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e matte. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso e sabbioso organogeno, in alcuni casi è presente anche ghiaia o massi.



Figura 1.2.27- Isola delle Femmine – Capo Gallo.

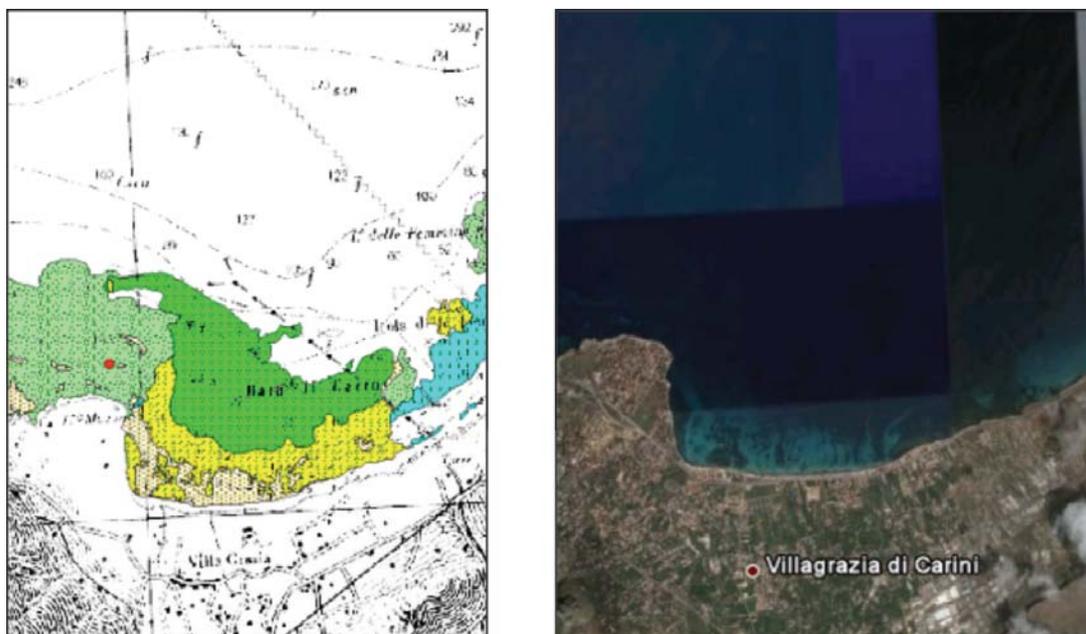


Figura 1.2.28 - Golfo di Carini.

• *Da Punta Raisi a Capo Rama*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione per la maggior parte continua, talvolta si osserva in radure, e s'impianta soprattutto su sabbia, a volte su *matte*. Il sedimento delle zone di confine è di vario tipo sabbia, ghiaia, sabbia organogena e massi.

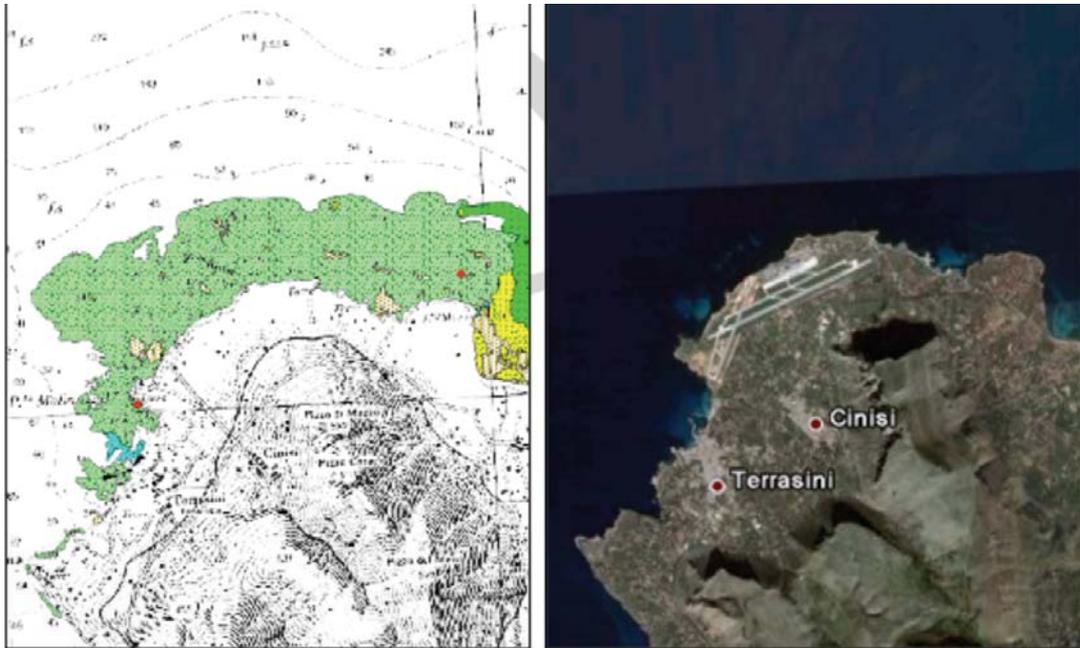


Figura 1.2.29 - Terrasini.

• *Da Capo Rama a C.po San Vito*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente a chiazze e s'impianta soprattutto su *matte* e talvolta su sabbia. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente sabbia, sabbia organogena e qualche volta limo. Si nota inoltre la presenza di *Cymodocea nodosa*.

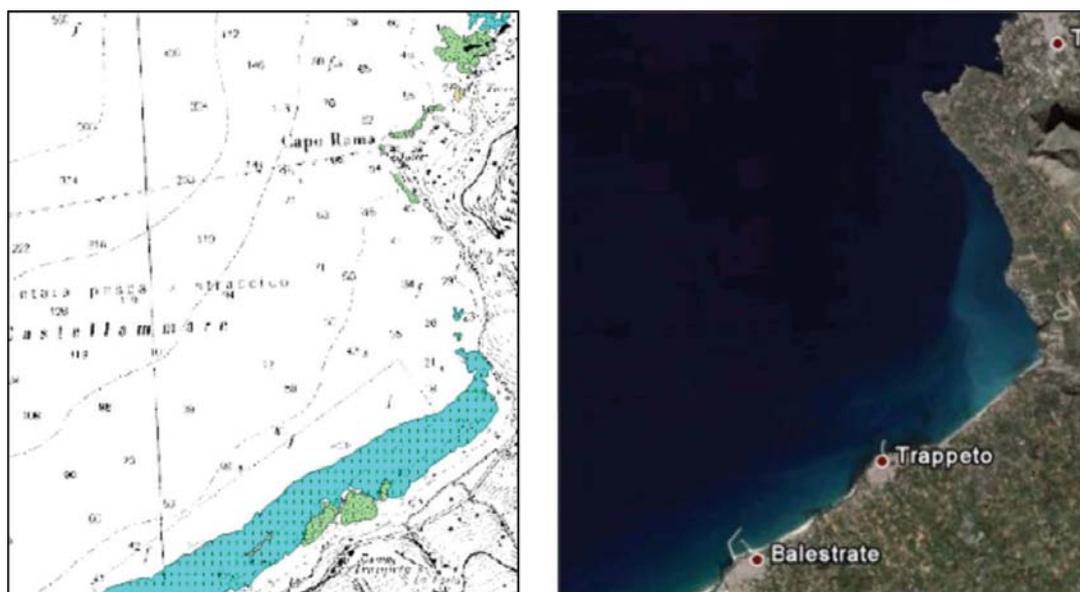


Figura 1.2.30 – Trappeto.

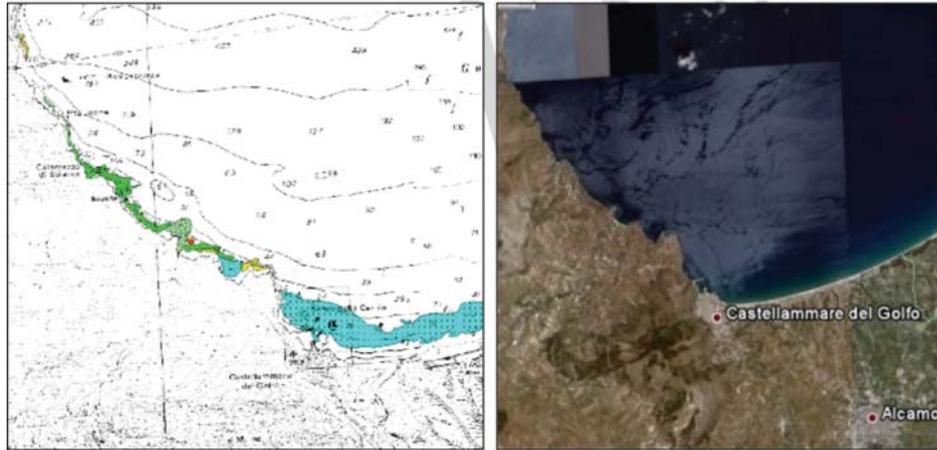


Figura 1.2.31 - Castellammare del Golfo.



Figura 1.2.32 – Capo S. Vito.

• *Da Capo San Vito a Tonnara di Bonagia*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente continua, talvolta a chiazze, e s'impiana soprattutto su sabbia e *matte*, qualche volta su roccia. Il sedimento delle zone di confine è di tipo sabbioso.



Figura 1.2.33 - Punta del Saraceno.

• *Da Tonnara di Bonagia a Punta Ligny*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua o a radure, e s'impianta su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è di tipo sabbioso o a sabbia organogena.

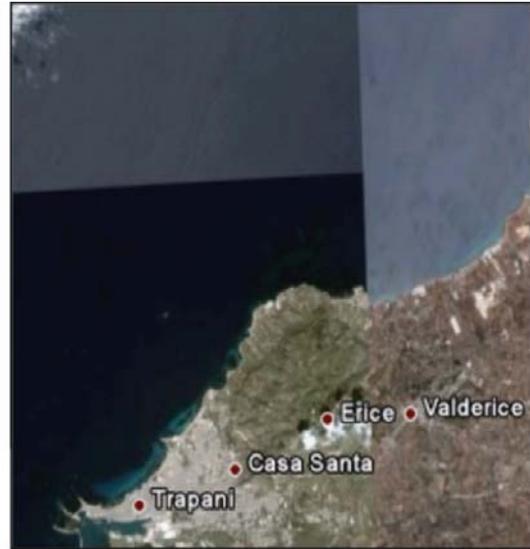
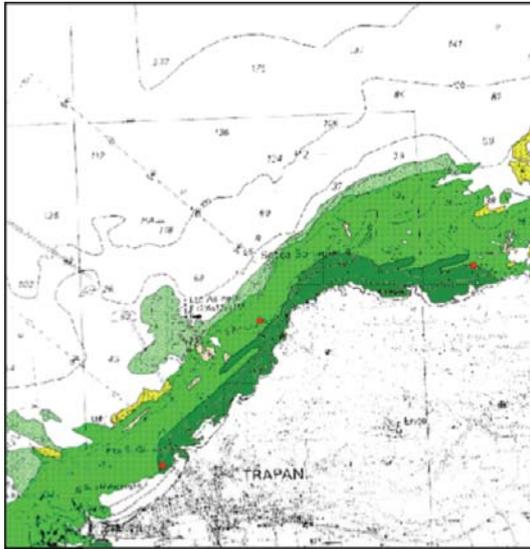


Figura 1.2.34 - Trapani Nord.

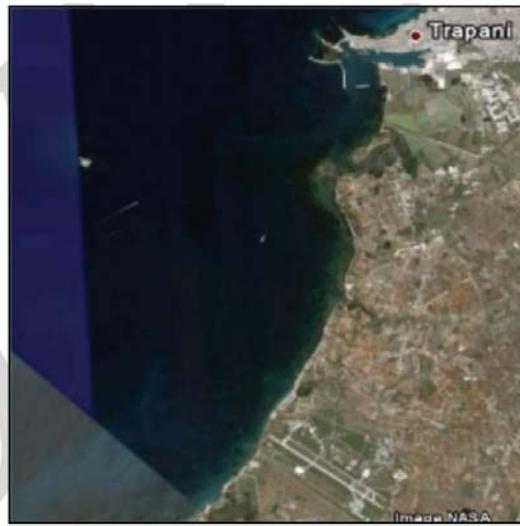
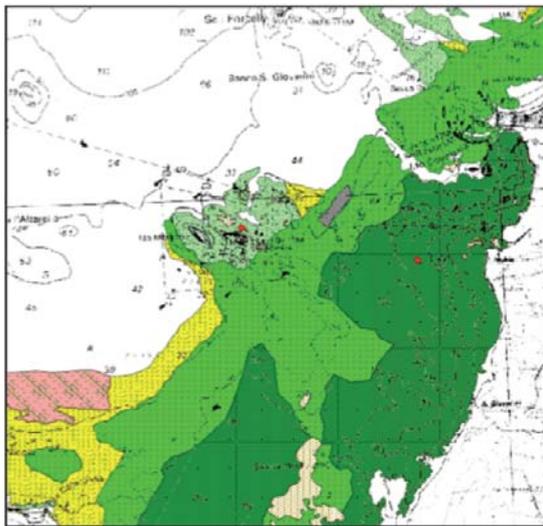


Figura 1.2.35 - Trapani.

• *Da Capo Lilibeo a Torre Sibilliana*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e s'impiana su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è di tipo sabbioso e a sabbia organogena.

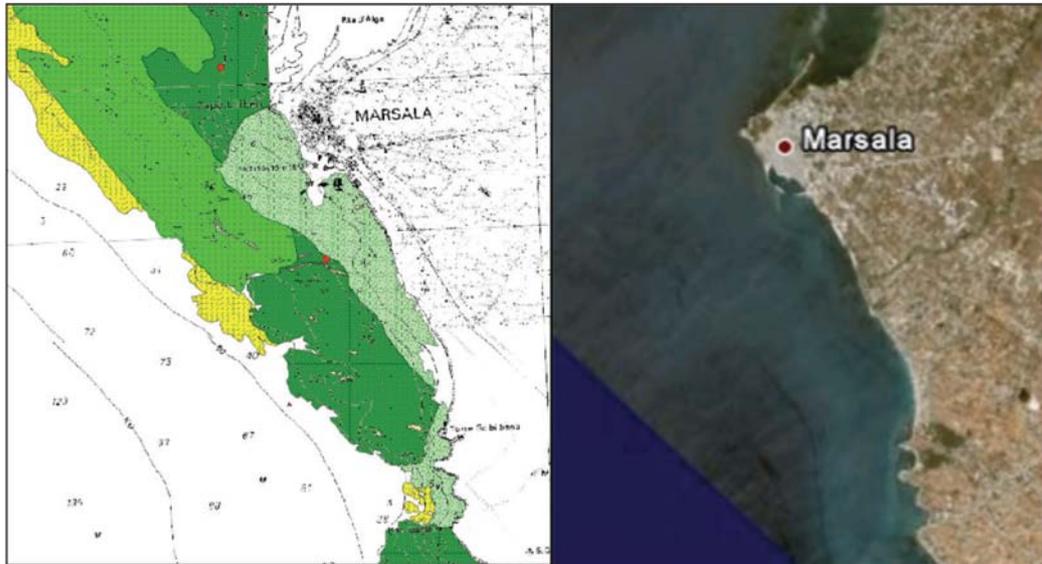


Figura 1.2.36 - Marsala.

• *Da Torre Sibilliana a Capo Feto*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e s'impiana soprattutto su sabbia, ma anche su *matte*. Il sedimento delle zone di confine è di tipo sabbioso e a sabbia organogena.

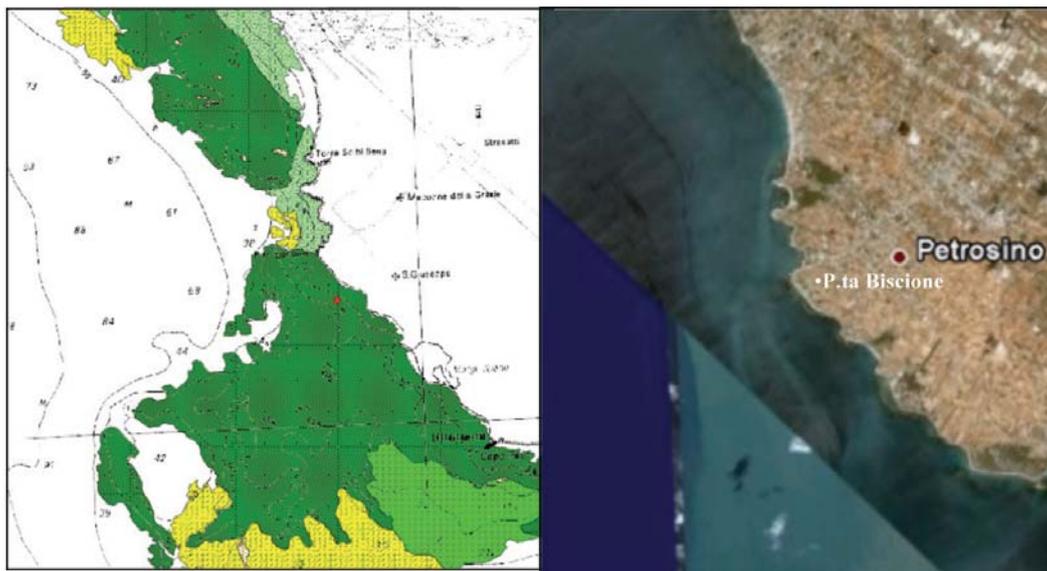


Figura 1.2.37 - P.ta Biscione.

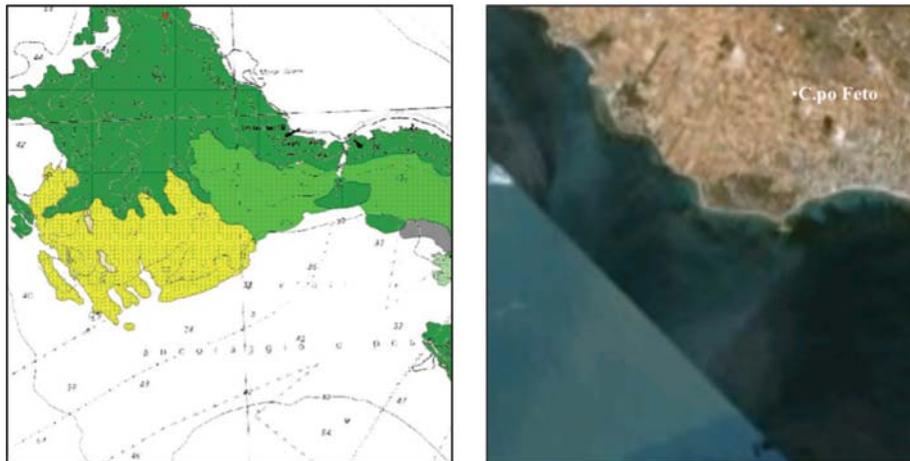


Figura 1.2.38 - Capo Feto.

• *Da Capo Feto a Capo Granitola*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e si impianta su *matte*. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso e a sabbia organogena.



Figura 1.2.39 - Mazara del Vallo.

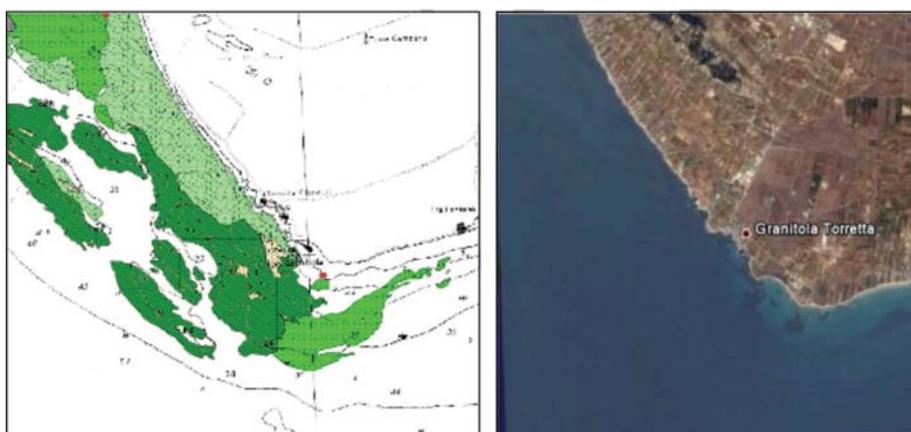


Figura 1.2.40 - Capo Granitola.

• *Da Capo Granitola a Capo San Marco*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e si impianta su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso e a sabbia organogena. Si ipotizza un'intensa attività di pascolamento per la presenza di un notevole numero di foglie con apici erosi.

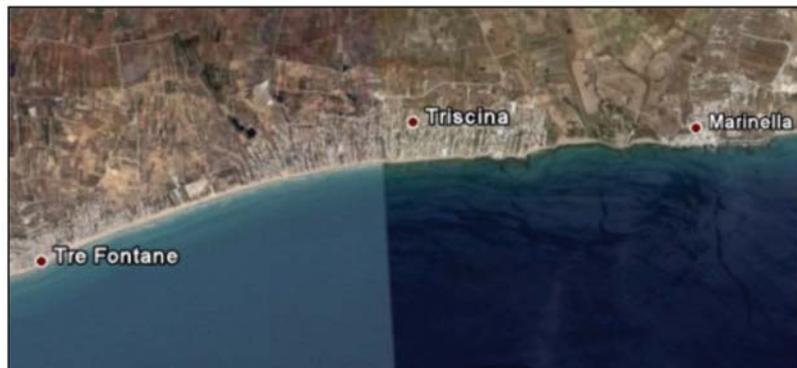
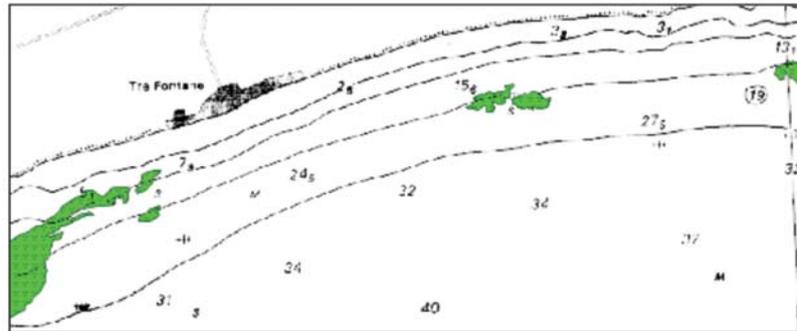


Figura 1.2.41- Marinella – Tre Fontane.

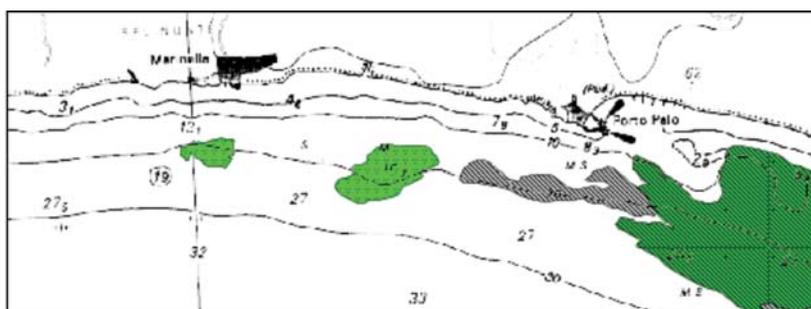


Figura 1.2.42 - Porto Palo – Marinella.



Figura 1.2.43- Porto Palo – Capo San Marco.

• *Da Capo San Marco a Capo Bianco*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente a chiazze, talvolta continua o a radure, e si impianta soprattutto su roccia. Il sedimento delle zone di confine è per la maggior parte a sabbia organogena e massi, talvolta si osserva limo e sabbia. Si nota un substrato fortemente incrostato.

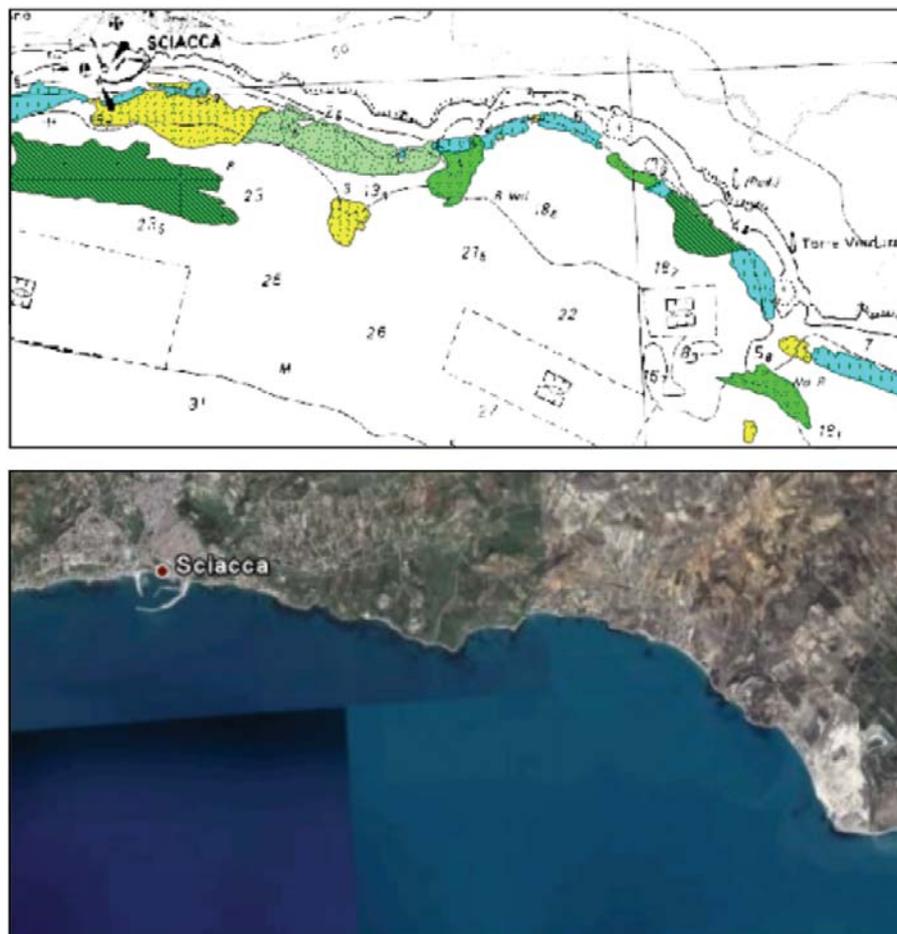


Figura 1.2.44 - Sciacca.

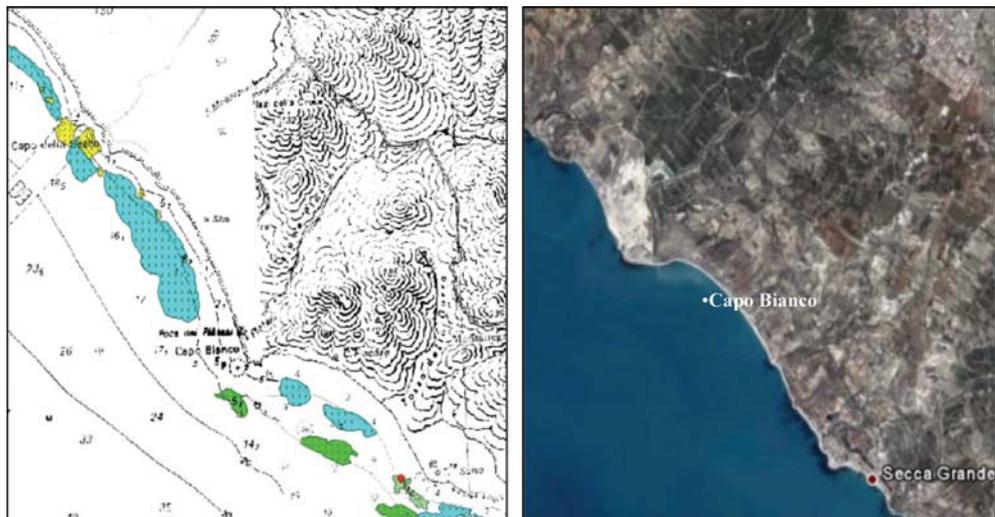


Figura 1.2.45 - C.po Bianco.

• *Da Capo Bianco a Porto Empedocle*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente a chiazze e radure e si impianta solo su affioramenti rocciosi. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo limoso.



Figura 1.2.46 - P.ta Secca.

• *Da Scoglitti a Punta Castellazzo*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione a chiazze e si impianta su roccia. Il sedimento delle zone di confine è di vario tipo: sabbia, limo, ghiaia massi e sabbia organogena. Si nota la presenza di *mattes* morte e rizomi impiantati su substrato fortemente ridotto e di *Caulerpa racemosa* e *C. prolifera*.

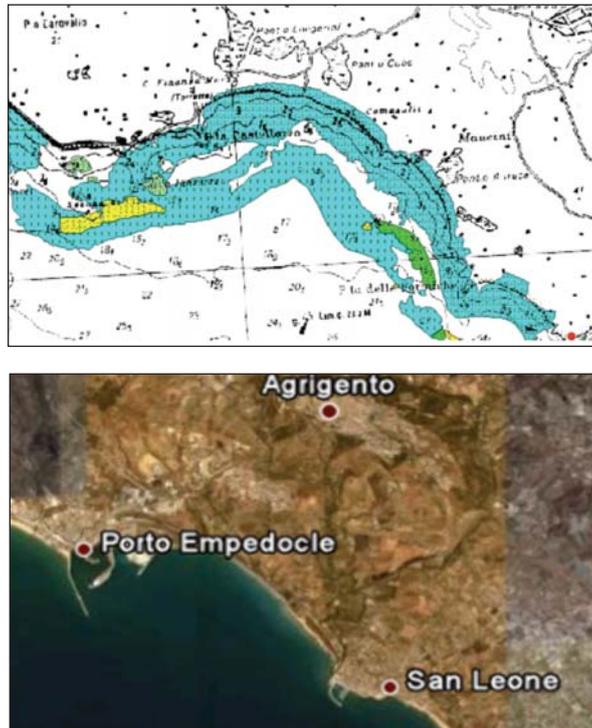


Figura 1.2.47 - Punta Castellazzo.

• *Da Punta Castellazzo a Capo Passero*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione a chiazze, talvolta continua, e si impianta su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso o a sabbia organogena. Si nota un'abbondante presenza di *Caulerpa racemosa*, *C. prolifera* e di *Cymodocea nodosa*; in accordo con il ciclo fenologico si rilevano resti di peduncoli fiorali e plantule di *Posidonia oceanica*.



Figura 1.2.48 - Capo Passero.

• Da Capo Passero a Torre Vendicari

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente continua, talvolta a radure, e si impianta su tutte e tre le tipologie di substrato: sabbia, roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è per la maggior parte di tipo sabbioso o a sabbia organogena. Si nota la presenza di *Caulerpa racemosa* e *C. prolifera*; in accordo con il ciclo fenologico si rilevano resti di peduncoli fiorali di *Posidonia oceanica*.

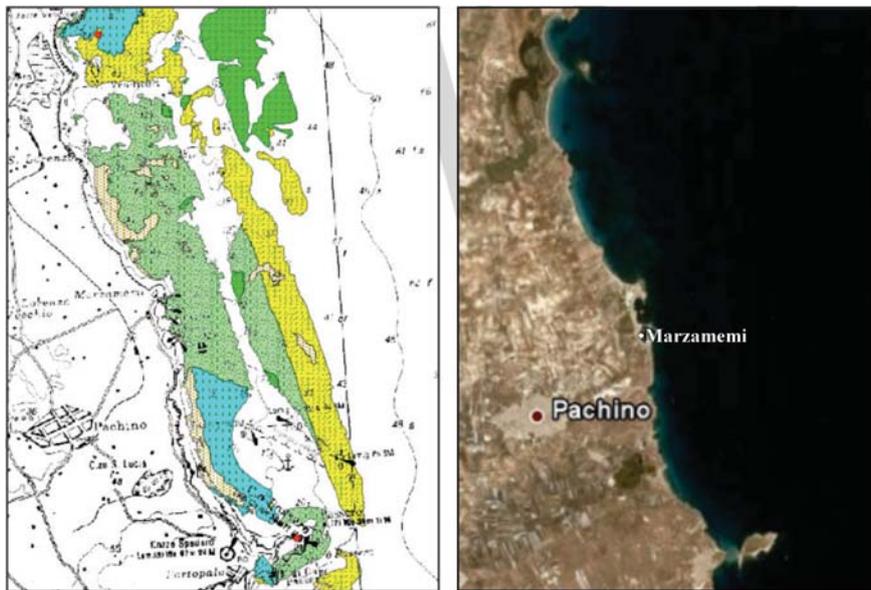


Figura 1.2.49 - Marzamemi.

• Da Torre Vendicari a Capo Murro di Porco

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione a radure e si impianta su roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente del tipo a sabbia organogena, talvolta sabbioso. Si nota la presenza di *Caulerpa racemosa* e *C. prolifera* e di *mattes* morte di *Posidonia oceanica*.

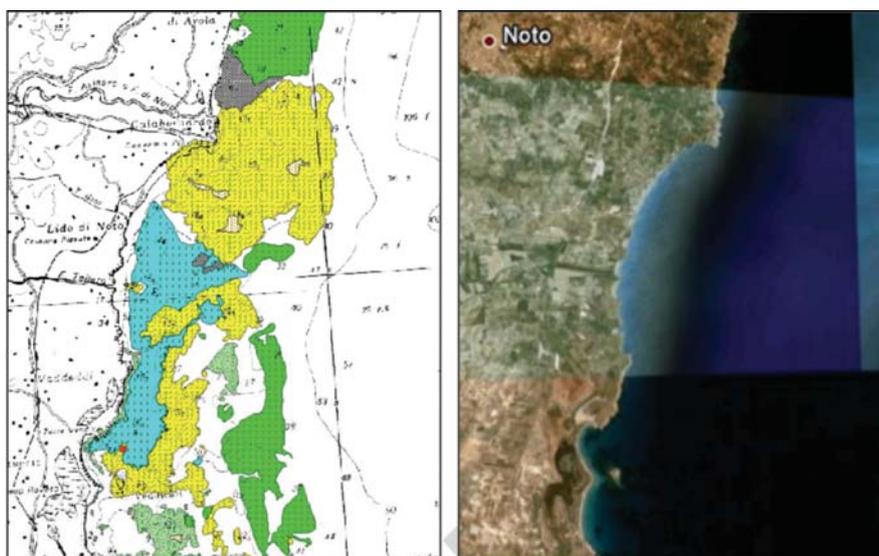


Figura 1.2.50 - Noto.

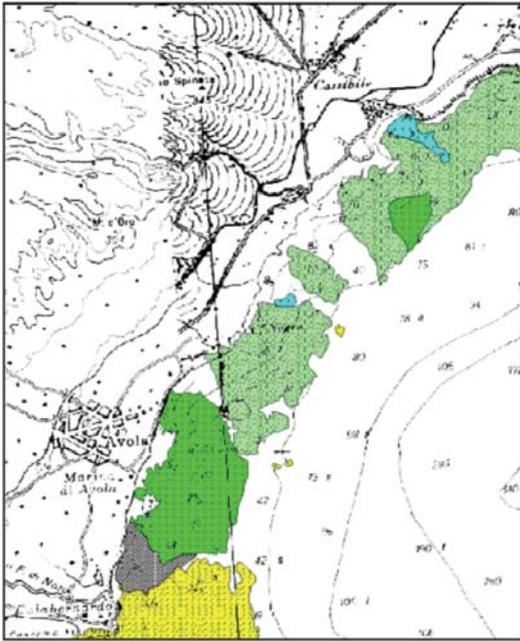


Figura 1.2.51 - Avola.

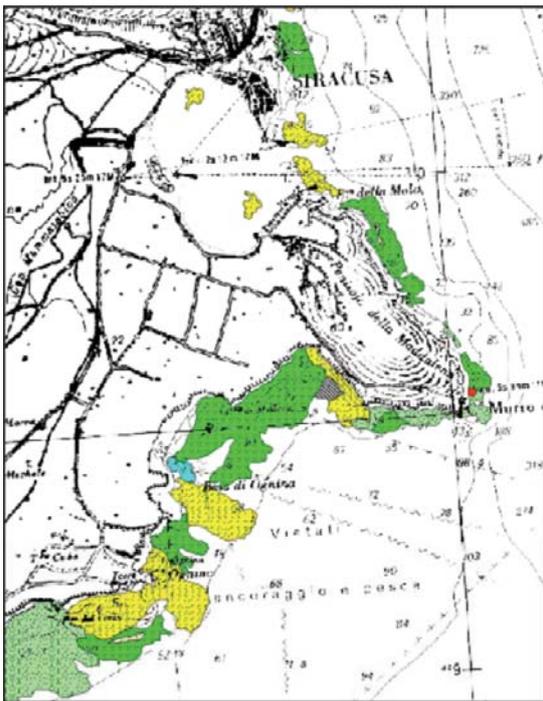


Figura 1.2.52 - C.po Murro di Porco.

• *Da Capo Murro di Porco a Capo Santa Panagia*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e si impianta su sabbia e *matte*, talvolta su roccia. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo a sabbia organogena. Si nota la presenza di *Caulerpa racemosa*.

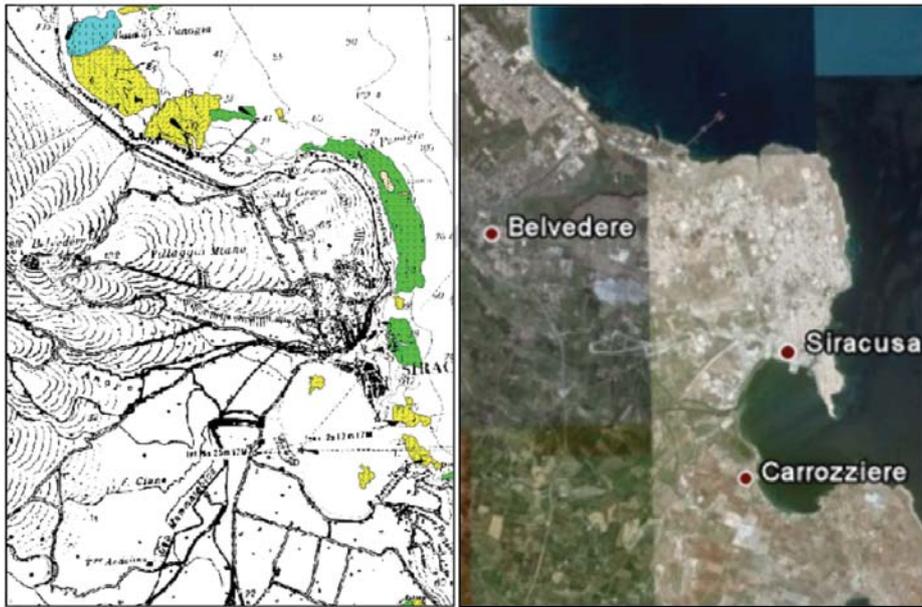


Figura 1.2.53 - Siracusa.

Da Capo Santa Panagia a Capo Campolato

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione a chiazze e radure e si impianta su sabbia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è di tipo a sabbia organogena o sabbioso. Si evidenzia la presenza di *mattes* morte su cui si impianta *Caulerpa racemosa* e *C. prolifera*.

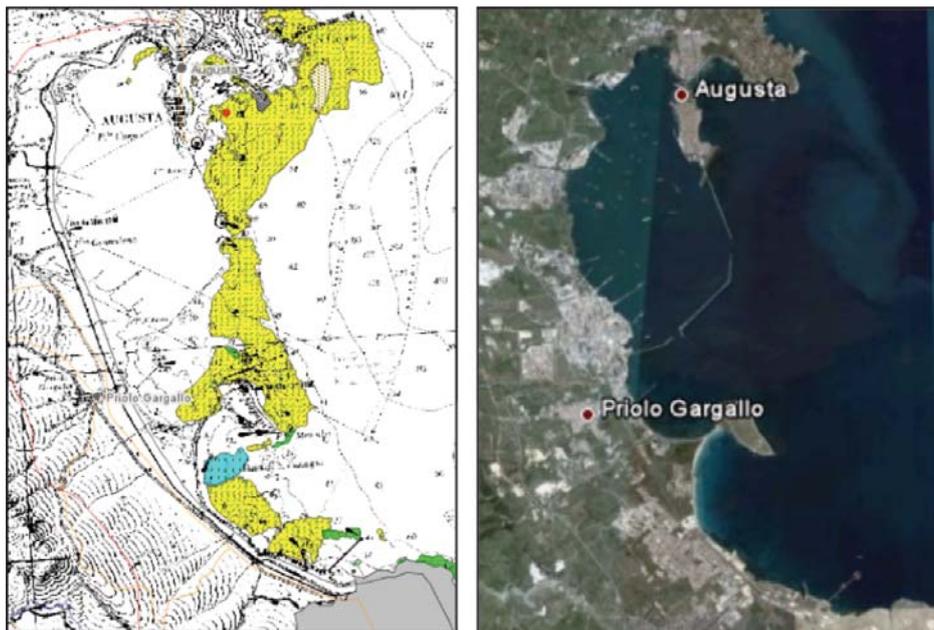


Figura 1.2.54 - Augusta.

• *Da Capo Campolato a Capo Molini*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione prevalentemente continua, talvolta a chiazze e radure, e si impianta su sabbia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è a sabbia organogena. Si evidenzia un alto grado di epifitismo su *P. oceanica*.

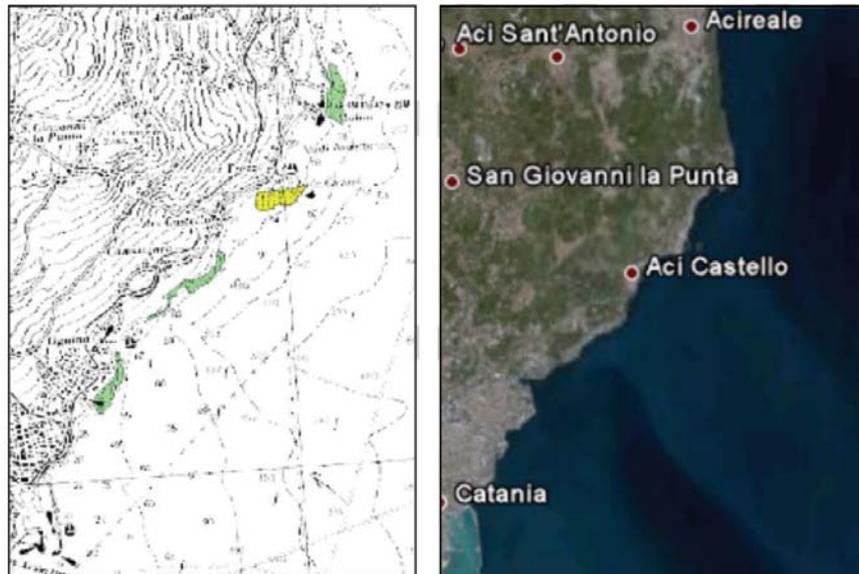


Figura 1.2.55 - Catania.

Da Capo Molini a Capo Milazzo

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione a chiazze e si impianta su sabbia, roccia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso, con massi e limo, in alcuni casi è presente anche sabbia organogena.



Figura 1.2.56 - Acireale.

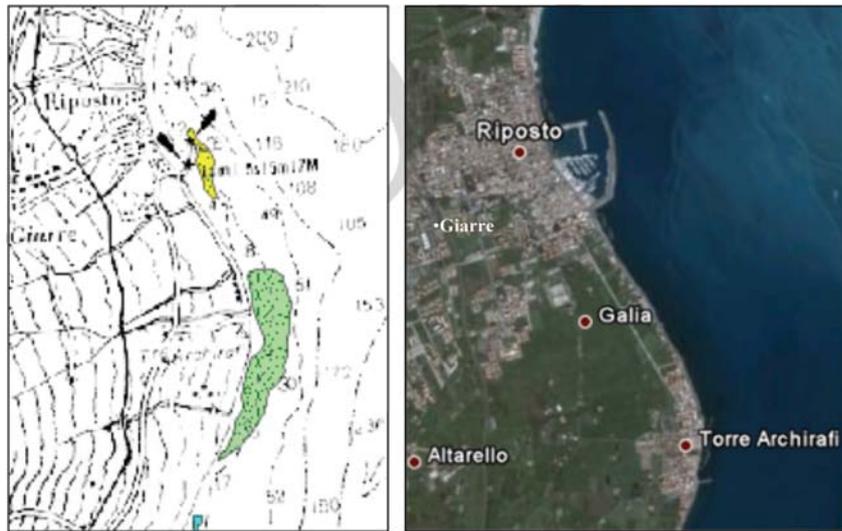


Figura 1.257 - Giarre.

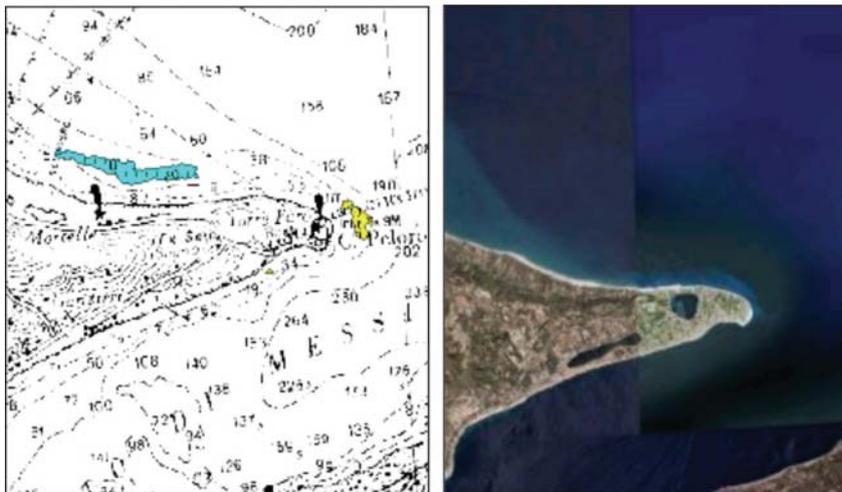


Figura 1.258 - Stretto di Messina.

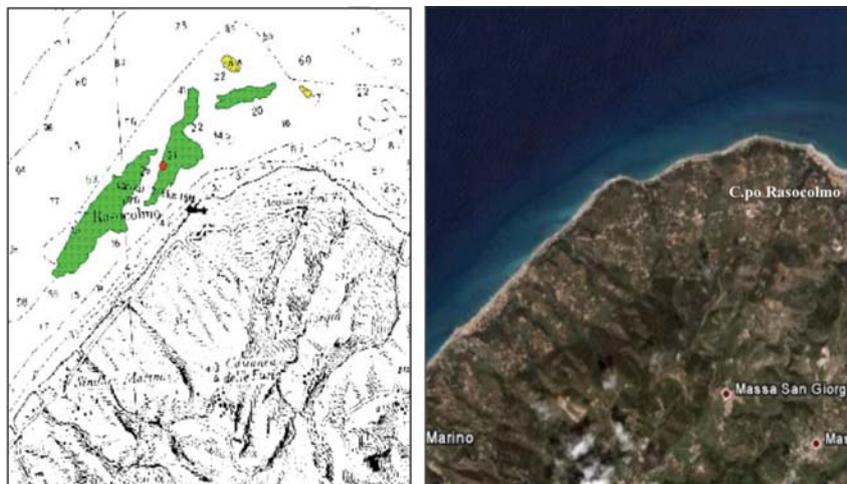


Figura 1.259 - Capo Rasocolmo.

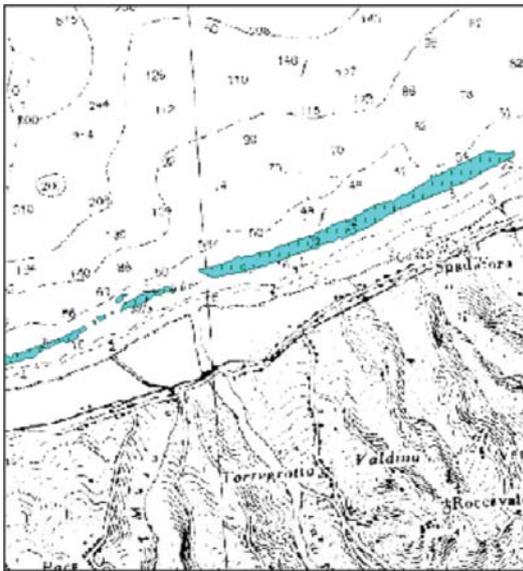


Figura 1.2.60 - Rometta Marea.

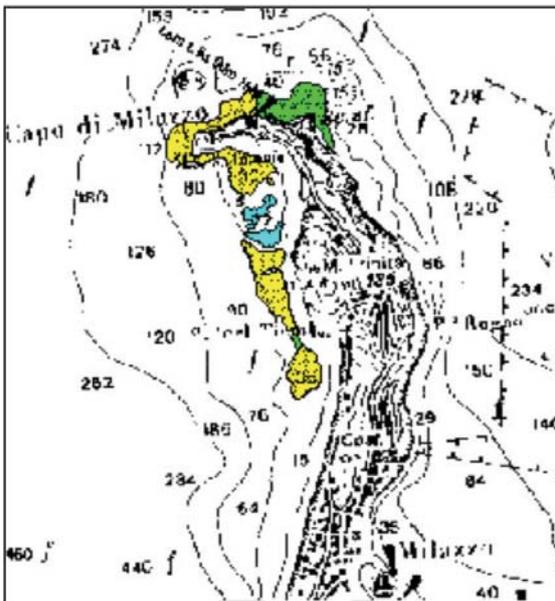


Figura 1.2.61 - Milazzo.

• *Da Capo Milazzo a Capo d'Orlando*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione a radure e continua, e si impianta soprattutto su *matte* ma anche su sabbia e roccia. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso, in alcuni casi è presente anche limo o sabbia organogena.



Figura 1.2.62 - Porto Rosa.

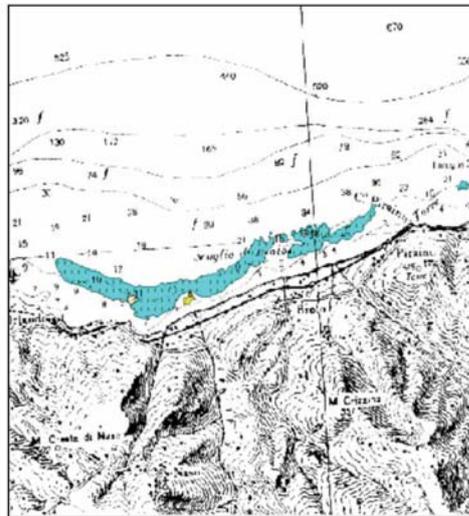


Figura 1.2.63 - Brolo.

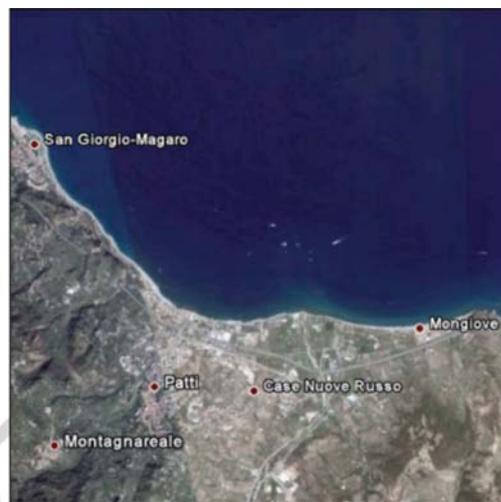
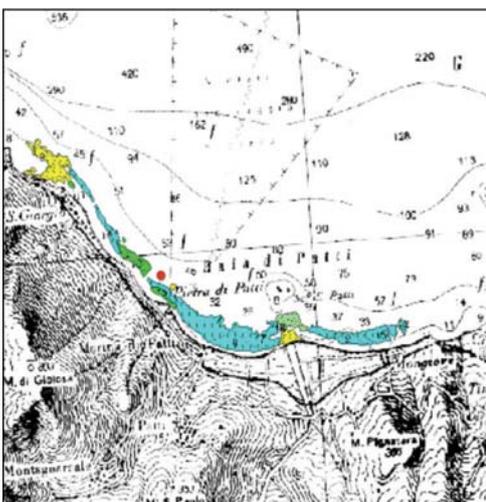


Figura 1.2.64 - Patti.

• *Da Capo d'Orlando a Punta Finale*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e si impianta su sabbia e *matte*. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente di tipo sabbioso e ghiaioso, in alcuni casi è presente anche sabbia organogena.

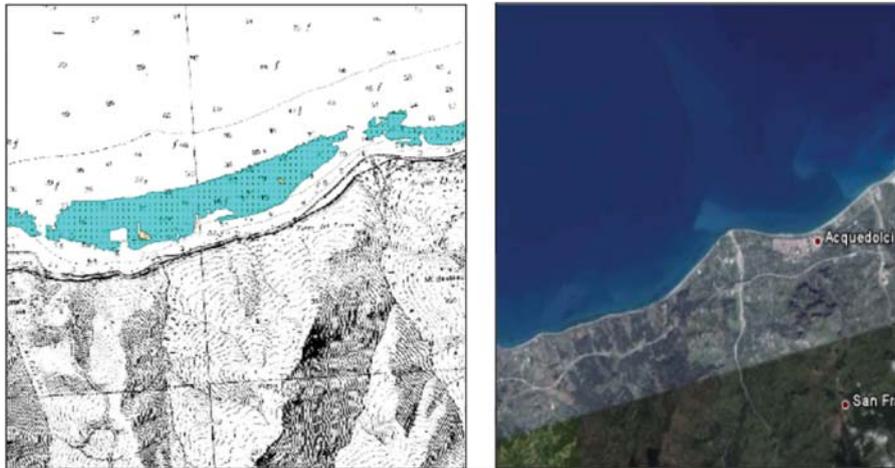


Figura 1.2.65- Acquedolci.

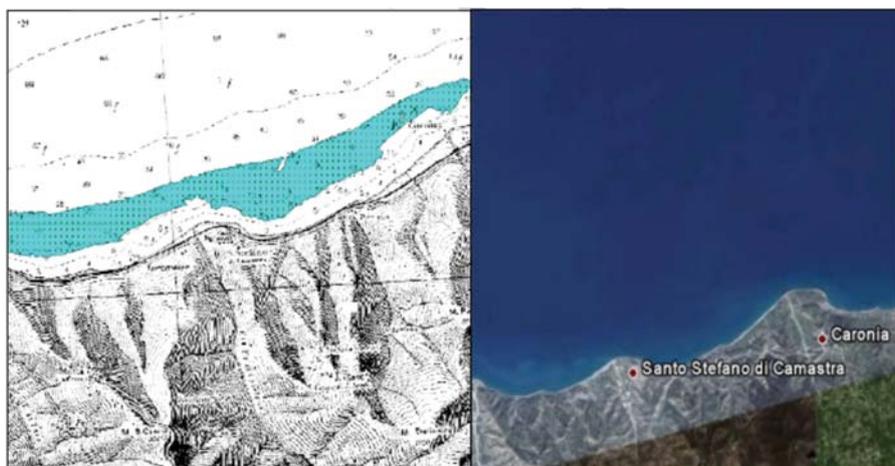


Figura 1.2.66 - S. Stefano di Camastra.

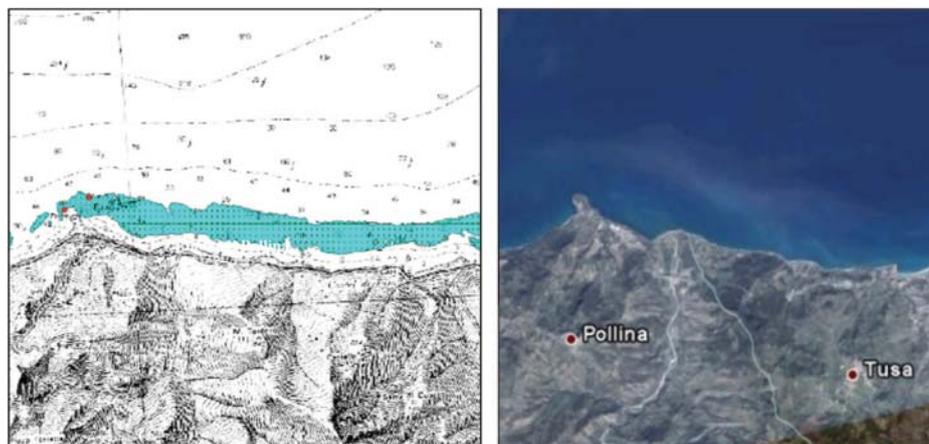


Figura 1.2.67 - Finale di Pollina.

• *Da Punta Finale a Termini Imerese*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e si impianta su un substrato costituito da *matte* alternate a zone di sabbia. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente a ghiaia e sabbia.

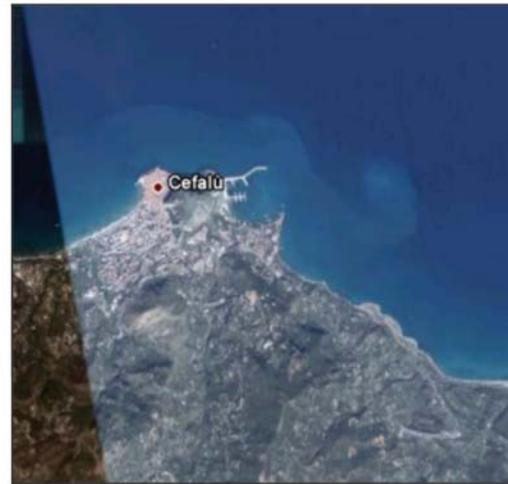
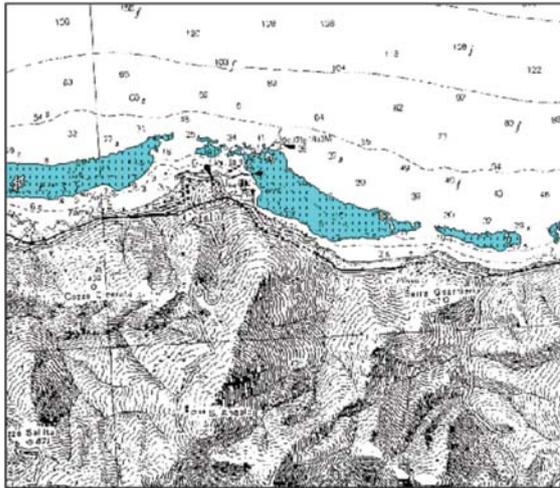


Figura 1.2.68 - Cefalù.

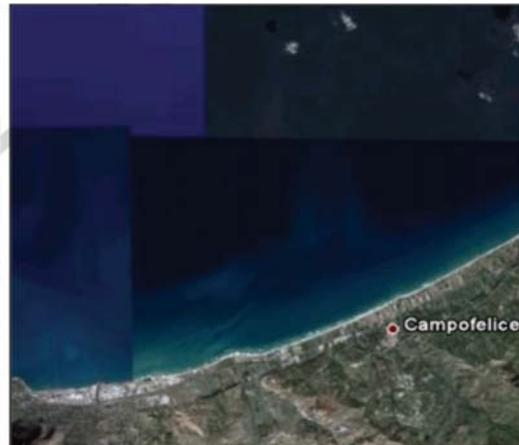
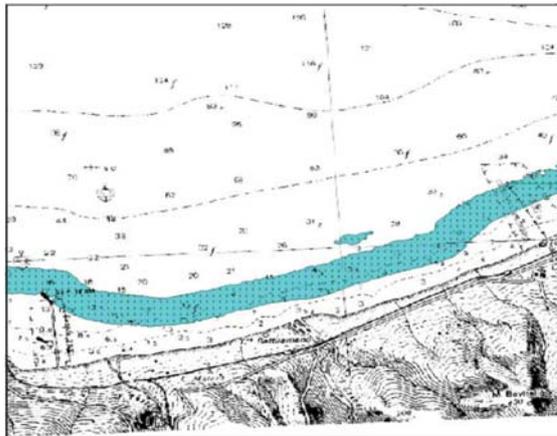


Figura 1.2.69 - Torre Battilmano.

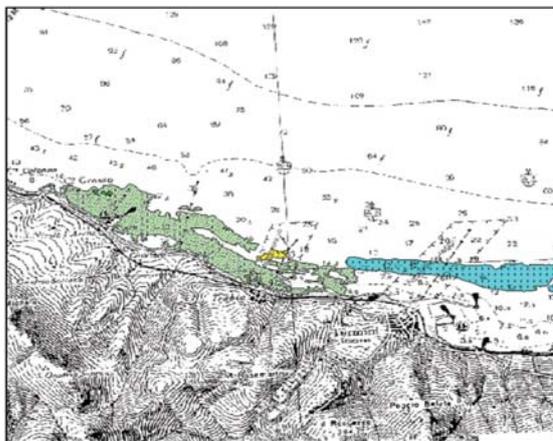


Figura 1.2.70 - Termini – San Nicola l'Arena.

• *Da Termini Imerese a Capo Zafferano*

La prateria di *Posidonia oceanica* ha una distribuzione continua e si impianta su un substrato costituito da *matte* alternata a zone di sabbia. Il sedimento delle zone di confine è prevalentemente a sabbia e sabbia organogena. Chiazze di *Cymodocea nodosa* sono state individuate nelle aree limitrofe.

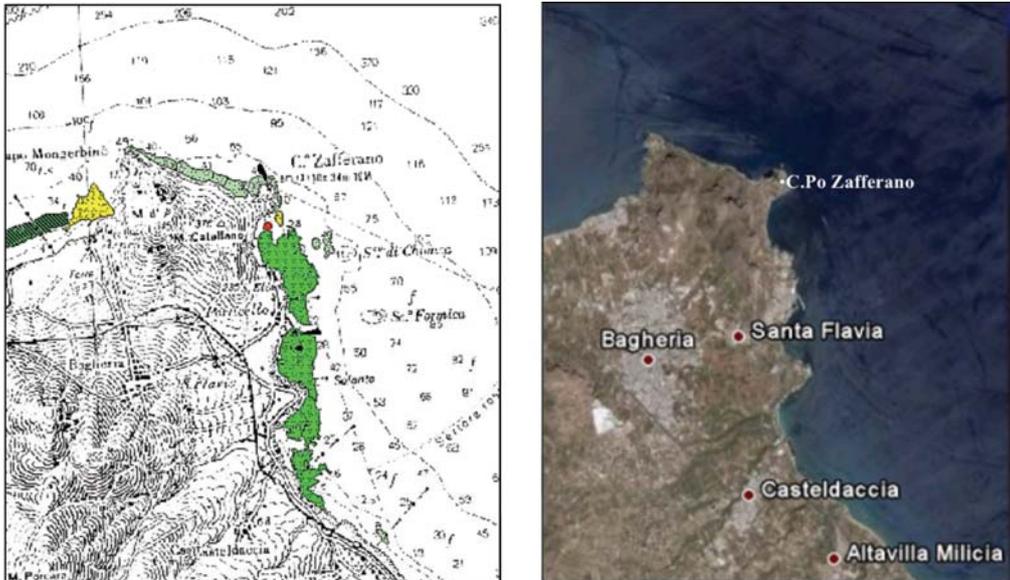


Figura 1.2.71 - Capo Zafferano.

1.3 Banquettes

1.3.1 Formazione e composizione

La deposizione di detriti vegetali marini per la maggior parte rappresentati da foglie, rizomi e resti fibrosi di *Posidonia oceanica* è un fenomeno diffuso lungo le coste del Mediterraneo. Dove questa è assente si osservano spiaggiamenti, in genere molto meno consistenti, di altre fanerogame (es. *Cymodocea*), figura 1.3.1, o di alghe (es. *Caulerpa prolifera*), figura 1.3.2.



Figura 1.3.1 - Spiaggiamento di *Cymodocea* a Foce Verde (LT) (Foto: G. Bovina).

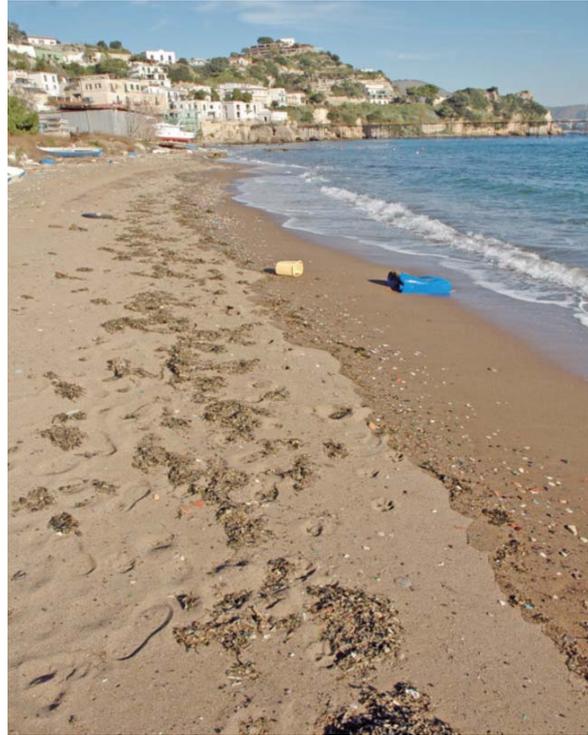


Figura 1.3.2 - Spiaggiamento di *Caulerpa prolifera* lungo il litorale di Baia (NA) (Foto: G. Bovina).

In prossimità delle grandi praterie di posidonia, in seguito alle mareggiate autunnali e invernali, ed in particolari condizioni (legate alle caratteristiche idrodinamiche e alla conformazione della costa), i resti di posidonia danno luogo alla formazione, di strutture conosciute con il termine francese di “*banquettes*” (Molinier et Picard, 1953; Picard, 1953; Blanc, 1971; fig. 1.3.3, fig. 1.3.4 e fig.1.3.5).



Figura 1.3.3 - *Banquette* delle Saline di Stintino (SS) (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.4 - Banquette di Alghero (Foto: G. Bovina).

Queste hanno spessori variabili che possono raggiungere anche diversi metri; sono variamente profonde e si sviluppano anche per centinaia di metri, in funzione dell'assetto geomorfologico della costa (Boudouresque et Meinesz, 1982; Jeudy de Grissac et Audoly, 1985; De Falco *et al.*, 2008).



Figura 1.3.5 - Banquette a Pianosa, Arcipelago Toscano (LI) (Foto: G. Bovina).

L'evoluzione e la stabilità delle *banquettes* è estremamente variabile; nei casi di maggiore consistenza costituiscono vere e proprie formazioni “bio-geomorfologiche”, certamente transitorie, ma che caratterizzano il paesaggio costiero incrementandone il patrimonio di diversità geomorfologica oltre che ecologica. (Marevivo, 2001).

In generale le *banquettes* sono costituite prevalentemente dalle foglie di posidonia la cui forma a nastro, e modalità di accumulo, conferisce all'ammasso una struttura lamellare molto compatta ed elastica (Marevivo, 2003; fig. 1.3.6). Tale struttura è in grado di assorbire l'energia del moto ondoso riducendone, per l'intera fase di demolizione che si verifica durante l'insorgere di alcune mareggiate, le capacità erosive e contribuendo in tal modo alla stabilità delle spiagge (fig. 1.3.7).



Figura 1.3.6 - Struttura lamellare di una *banquette* nel Golfo di Baratti (LI) (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.7 - Frangimento sulla *banquette* di Alghero.

Anche accumuli consistenti di resti fibrosi di posidonia possono dar luogo a depositi strutturati simili alle *banquettes* (fig. 1.3.8).



Figura 1.3.8 - *Banquette* “fibrosa” nel Golfo di Talamone (GR).

La struttura degli spiaggiamenti di posidonia e delle *banquettes* è stata accuratamente studiata nella regione di Marsiglia (Francia), dove il tasso d'acqua risulta compreso tra il 30 e il 90%, che va crescendo dalla parte superiore (esposta al sole) alla parte inferiore della *banquette* (Jeudy de Grissac et Audoly, 1985). Il tasso di sabbia è risultato variare invece dallo 0,5 all'85%, in funzione dell'esposizione della località, dell'idrodinamismo, della granulometria e della morfologia della spiaggia. La *banquette* infatti, esercita un ruolo attivo nel trattenere sedimento che rimane intrappolato tra gli strati sovrapposti di foglie: si calcola che 1m³ di *banquette* sia in grado di trattenere circa 40 kg di sedimento sciolto (Legambiente, 2005).

Secondo Jeudy de Grissac et Audoly (1985), gli accumuli vegetali che costituiscono le *banquettes* possono essere classificati in 3 categorie:

- Tipo 1: Resti poco evoluti, ancora verdi dove è ancora possibile osservare i due bordi della foglia. Rappresentano meno dell'1% delle *banquettes*;
- Tipo 2: Resti con le stesse caratteristiche di quelli di Tipo 1, ma di colore marrone. Rappresentano dall'1 al 26% delle *banquettes*;
- Tipo 3: Resti molto deteriorati, di colore marrone, che presentano al massimo uno solo dei due bordi della foglia. Rappresentano dall'1 al 99% delle *banquettes*.

Composizione e struttura delle *banquettes* sono stati studiati dettagliatamente nel corso dell'indagine condotta nel 2002÷2003 da Marevivo per conto del Ministero dell'Ambiente "Programma di indagine sulle *Banquettes di Posidonia oceanica* come indicatore dello stato di conservazione delle praterie" (Marevivo, 2003), durante la quale sono state messe a punto procedure per lo studio della distribuzione, classificazione degli spiaggiamenti di posidonia e per l'analisi composizionale e tessiturale delle *banquettes*. La validazione delle suddette procedure è stata successivamente condotta nell'ambito del progetto POSIDuNE dell'OCR Beachmed-e per il monitoraggio della costa laziale durante il progetto Posidune (Fase B e C).

Nelle figure 1.3.9a e 1.3.9b vengono mostrati i diagrammi relativi alla composizione tessiturale e composizionale delle *banquettes*.

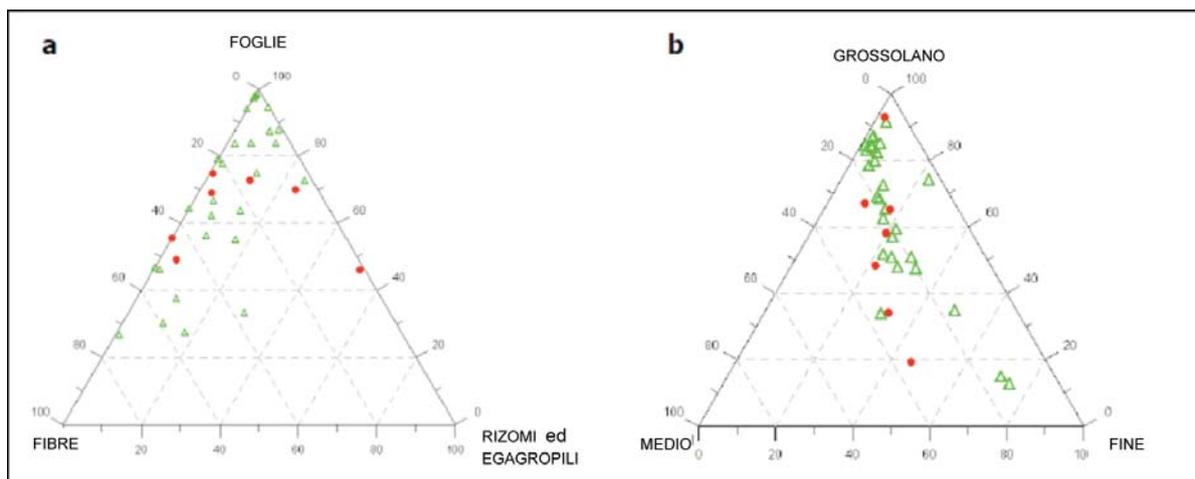


Figura 1.3.9 – Analisi della composizione (a) e della tessitura (b) dei depositi di *P. oceanica* lungo le coste del Lazio (in rosso) e di Talamone (in verde). (Bovina *et al.*, 2008; Marevivo, 2003).



Figura 1.3.10 - Spiaggiamento incoerente di posidonia (prevalenza di rizomi ed egagropili), Litorale di Montalto di Castro (VT) (Foto: G. Bovina).

Per la definizione del termine “*banquettes*” occorre fare riferimento a criteri per quanto possibile oggettivi: questi sono di tipo compositivo, morfologico-strutturale e funzionale:

- composizione prevalentemente fogliare (o fibrosa), (fig. 1.3.11),
- accumulo strutturato in *banquettes* o anche in strati sovrapposti (fig. 1.3.12 e fig. 1.3.13) e dal tipico profilo della *banquette* conferito dalla giacitura inclinata e immersione verso terra (fig. 1.3.14),

- funzione “tampono” della biomassa spiaggiata sia in termini ecologici (apporto di sostanze utili all’ecosistema di spiaggia) che geomorfologici (riduzione dell’energia del moto ondoso).

E’ evidente come l’aspetto “funzionale”, risulti strettamente connesso sia a parametri dimensionali che temporali (stabilità del deposito e ricorrenza del processo costruttivo), oggetto di approfondimenti (De Falco, *in progress*).



Figura 1.3.11 - *Banquette* composta da fibre di Posidonia nel Golfo di Talamone (GR) (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.12 - Evidente stratificazione della *banquette* di Cala di Vacca a Stintino (SS) (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.13 - Stratificazione della *banquette* di Santagostino, Civitavecchia (RM). (Foto: G. Bovina)



Figura 1.3.14 - Complessità morfologica della *banquette* delle Saline a Stintino (SS) (Foto: G. Bovina).

Sulla base delle numerose osservazioni condotte in differenti siti italiani (Marevivo, 2001; Bovina *et al.*, 2007a, INTERREG II Toscana/Corsica, 2000; De Falco *et al.*, 2008) i meccanismi di formazione e di evoluzione del deposito sono risultati dipendere principalmente dall'interazione dei seguenti fattori:

1. fase stagionale contingente;
2. condizioni meteomarine;
3. posizione, caratteristiche e stato di conservazione delle “praterie madri”;
4. assetto geomorfologico della costa e dei fondali antistanti;
5. dinamica litoranea.

Nella formazione di una *banquette*, oltre alle caratteristiche delle praterie (in particolare la densità dei fasci e la loro lunghezza) ed alla distanza delle stesse dai punti di spiaggiamento, che può condizionare lo stato fisico e di trasformazione biochimica dei materiali, particolare influenza sembra avere la natura geomorfologica della costa (fig. 1.3.15). In linea di principio infatti, gli accumuli su spiaggia, anche se generalmente piuttosto consistenti nel momento del deposito, sono demoliti più facilmente dal moto ondoso (fig. 1.3.16) e quindi sono caratterizzati da minore stabilità, rispetto ai depositi su o tra affioramenti rocciosi che favoriscono “l'intrappolamento” della biomassa.



Figura 1.3.15 - Spiaggiamento su superfici di strato a Santagostino, Civitavecchia (Rm) (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.16 - *Banquette* in demolizione a Sperlonga (LT) (Foto: G. Bovina).

La natura elastica cui sono soggette le rende comunque forme di deposito transitorie e facilmente deformabili per l'azione del moto ondoso incidente cui sono soggette. Tuttavia, la presenza di stratificazioni all'interno degli ammassi fogliari (con livelli basali chiaramente più vecchi), la relativa stabilità di molte strutture e la ricorrente formazione in siti specifici, porta a ritenere utile poter considerare molti tratti litorali come "aree di probabile formazione di *banquettes*" (Marevivo, 2001; Bovina *et al.*, 2008). Tali siti normalmente sono caratterizzati dalla presenza di costa rocciosa bassa, di cale e spiagge antistanti falesie e anche dalla presenza di opere rigide di protezione litorale (scogliere artificiali e pennelli).

Recenti ricerche hanno cercato di approfondire i complessi meccanismi di distruzione, trasporto e ricostruzione delle *banquettes* nell'ambito della medesima spiaggia o unità fisiografica esposta a mareggiate di diversa durata, intensità e direzione di provenienza (Mateo *et al.*, 2003). Proprio l'angolo di incidenza del moto ondoso, meglio descrivibile come la direzione della cresta dell'onda nella zona di frangenza (dove si considera esaurito il processo di rifrazione) sembra infatti giocare un ruolo fondamentale nello spostare ingenti quantità di biomasse vegetali spiaggiate dai punti di maggiore esposizione del paraggio verso settori della costa con minore energia (Mateo *et al.*, 2003)".

BOX

Cenni di morfologia e morfodinamica costiera

La genesi e le caratteristiche di una spiaggia riflettono il grado di equilibrio dinamico raggiunto con l'ambiente in cui essa si è formata e si trova e sono strettamente correlate a diversi fattori tra i quali i più rilevanti sono (Bovina et Sinapi, 2009; Audisio *et al.*, 2002; Pranzini, 2004):

- 1) la conformazione e la natura geologica del territorio,
- 2) la disponibilità di risorse di sedimento,
- 3) le modalità di trasporto e di deposizione dei detriti, legate direttamente alle condizioni meteo-marine (regime anemometrico, clima ondososo, correnti, maree)

L'andamento del profilo trasversale di una spiaggia (fig. 1.3.17) è dovuto ai processi che agiscono perpendicolarmente alla linea di riva e generalmente può essere suddiviso in tre differenti unità: la spiaggia emersa o retrospiaggia (*backshore*), la spiaggia intertidale (*foreshore*) e la spiaggia sommersa (*shoreface*) (Lucarini *et al.*, 2007; Bovina et Sinapi, 2009).

La **spiaggia sommersa** si estende dal livello della bassa marea fino alla profondità di chiusura, ossia la profondità oltre la quale l'energia del moto ondososo non è più in grado di determinare rilevanti spostamenti di sedimento e le variazioni morfologiche del fondale sono trascurabili, per un dato tempo di ritorno. Generalmente la posizione della profondità di chiusura viene definita in base al clima ondososo annuale.

Al suo interno troviamo la cosiddetta linea dei frangenti, ossia la zona in cui le onde, avvicinandosi alla costa, iniziano a frangere a causa dell'influenza che il fondale, progressivamente meno profondo, esercita sulla traiettoria delle particelle d'acqua in moto (Davies Jr et Fitzgerald, 2004; Mangor, 2004).

In corrispondenza della linea dei frangenti, la spiaggia sommersa può essere caratterizzata dalla presenza di una o più barre sommerse parallele alla linea di riva (Davies Jr et Fitzgerald, 2004; Mangor, 2004).

Le barre possono essere intervallate da interruzioni dovute alla presenza di *rip currents*, correnti locali dirette dalla riva verso il largo (Davies Jr et Fitzgerald, 2004; Mangor, 2004).

La zona di raccordo tra la spiaggia sommersa e quella emersa prende il nome di **spiaggia intertidale** (o *foreshore*). Essa rappresenta la zona compresa tra il livello della bassa marea ed il limite superiore della risalita del moto ondososo in condizioni di alta marea. Questa porzione di spiaggia è alternativamente inondata ed esposta all'aria a causa dell'escursione tidale e dall'alternarsi delle onde che in condizioni normali raggiungono la riva (Davies Jr et Fitzgerald, 2004; Mangor, 2004).

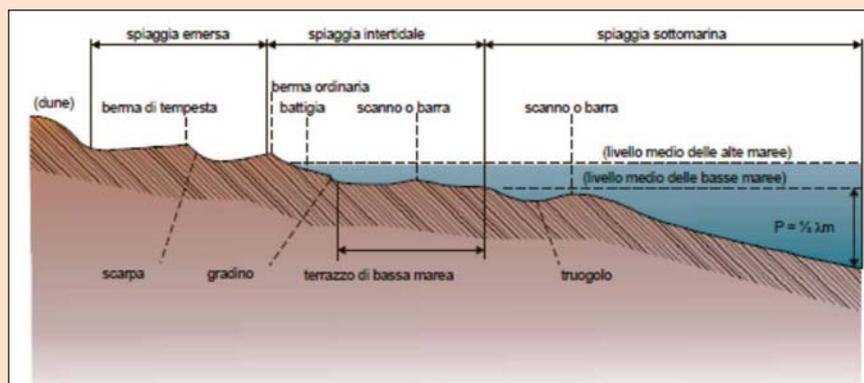


Figura 1.3.17 - Profilo trasversale di una spiaggia (Lucarini *et al.*, 2007).

In corrispondenza del limite superiore della zona intertidale, si trova normalmente una berma (berma ordinaria), elemento morfologico caratterizzato da creste a sezione triangolare che si forma a causa della deposizione della frazione più grossolana dei materiali trasportati durante la risalita delle onde (Davies Jr et Fitzgerald, 2004; Mangor, 2004; Bovina et Sinapi, 2009).

Alle spalle della berma ordinaria fino al punto in cui si trova il primo ostacolo morfologico, che può essere rappresentato da un elemento naturale (ad esempio una duna, una scarpata, ecc.) o artificiale (ad es. una scogliera, un muro, ecc.), si estende la **spiaggia emersa**.

Il suo profilo presenta una pendenza che aumenta procedendo verso l'entroterra e normalmente è asciutta (ed è esposta alle onde solo in condizioni estreme) e priva di vegetazione (afitoica) nella sua parte più prossima al mare. Formazioni erbacee annuali possono colonizzare la porzione più alta della spiaggia, in corrispondenza della zona in cui il materiale organico portato dalle onde si accumula e si decompone creando un substrato ricco di sali marini e di sostanza organica in decomposizione (*drifting line*). Questo habitat pioniero dall'elevata valenza ecologica (denominato "vegetazione annuale delle linee di deposito marine" e protetto dalla Direttiva 92/43/CEE) è diffuso lungo tutte le spiagge italiane e del Mediterraneo e rappresenta la prima fase di colonizzazione da parte delle fanerogame nella dinamica di costruzione delle dune costiere (fig. 1.3.18; Biondi *et al.*, 2009).

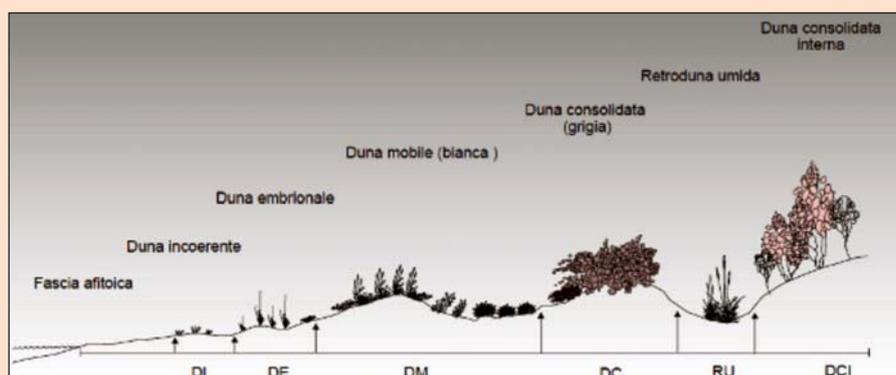


Figura 1.3.18 - Esempio di zonazione di spiaggia e sistema dunale retrostante, in base alla tipologia di vegetazione (da: A.Bertacchi, Analisi dell'integrità dunale del litorale DI Calambrone (PI), http://www.avanzi.unipi.it/ricerca/convegna/incontro_tec_dune/documenti_dune/bertacchi.pdf).

Dato che le caratteristiche generali di un profilo di spiaggia determinano il comportamento del moto ondoso incidente, così come le modalità di dissipazione sotto costa dell'energia ad esso associata, le spiagge sabbiose microtidali (con un'escursione di marea inferiore a 2 m, come nel Mediterraneo) vengono generalmente distinte in riflessive, intermedie e dissipative secondo la classificazione morfodinamica proposta da Wright e Short nel 1984 (e successivamente rivista da Short nel 1993).

Le **spiagge riflessive** (fig. 1.3.19) si trovano in presenza di sedimenti grossolani e/o condizioni di bassa energia legata al moto ondoso incidente.

L'elevata ripidità del profilo che le caratterizza determina l'assenza della zona dei frangenti: le onde arrivano direttamente sulla battigia senza frangere e la spiaggia riflette la maggior parte dell'energia incidente.

Le **spiagge intermedie** sono contraddistinte dalla presenza di una zona dei frangenti, con più serie di barre sommerse interrotte da canali, le cui caratteristiche variano al variare di quelle del moto ondoso incidente.



Figura 1.3.19 - Esempio di una spiaggia riflessiva ad Hammer Head, (Australia sud-occidentale) in cui sono ben visibili le cuspidi (foto: A.D. Short; fonte: http://www.ozcoasts.org.au/conceptual_mods/beaches/wdb.jsp).

Le **spiagge dissipative** (fig. 1.3.20) si trovano in presenza di sabbia fine e/o elevata energia associata al moto ondoso incidente. I sedimenti vengono immagazzinati in corrispondenza della zona di frangenti sotto forma di barre sommerse parallele alla linea di riva, che ha generalmente un andamento rettilineo ed uniforme dovuto all'assenza di *rip currents*.

Questa tipologia di spiaggia è caratterizzata da un profilo a debolissima pendenza e da un'elevata quantità di energia che si abbatte sulla spiaggia e che viene dissipata dalla sua porzione sommersa.



Figura 1.3.20 - Esempio di una spiaggia dissipativa, Grobust Sands (Westray, Isole Orcadi). (foto: Ketteth Pye; fonte: <http://www.kpal.co.uk/beaches.htm>)

Nel contesto del presente manuale, assume un particolare significato anche il concetto di **unità fisiografica**, ossia un settore di costa all'interno del quale i materiali si muovono senza subire influenze dai settori adiacenti (Lucarini *et al.*, 2007) e con cui, quindi, gli scambi sono da considerarsi nulli. Questo elemento rappresenta di conseguenza anche il paraggio interessato dallo spiaggiamento dei detriti provenienti da una medesima prateria di *Posidonia oceanica* (cfr. § 2.2). Il limite verso largo dell'unità fisiografica è individuato dalla già definita profondità di chiusura.

E' questa l'estensione della zona di riferimento per quanto riguarda il **bilancio sedimentario** di una spiaggia, che può essere in pareggio (quando le perdite di materiale dal sistema equivalgono agli apporti e il sistema è in equilibrio), positivo (quando le perdite di materiale dal sistema sono inferiori agli apporti e il sistema è in avanzamento) o negativo (quando le perdite di materiale dal sistema superano gli apporti e il sistema è in erosione).

In questo contesto, le **banquettes** di *Posidonia oceanica*, oltre a svolgere un'importante funzione ecologica per il contenuto di nutrienti (Mateo *et al.*, 2003), possono influenzare attivamente il bilancio sedimentario di una spiaggia poiché trattengono al loro interno una grande quantità di sedimento e smorzano l'energia del moto ondoso incidente proteggendo il litorale dall'erosione (fig. 1.3.21; Basterretxea *et al.*, 2004).

L'interazione di queste strutture con la spiaggia variano in funzione di una serie di fattori, tra cui i principali sono:

- tipologia della spiaggia (riflessiva, intermedia, dissipativa);
- quantità del materiale vegetale spiaggiato;
- caratteristiche dello spiaggiamento in termini di persistenza e di ricorrenza dell'evento.

Infatti, studi condotti recentemente in Sardegna (Simeone *et al.*, 2008; Simeone, 2008), hanno messo in evidenza una relazione tra le differenti tipologie di spiagge in cui si verificano gli spiaggiamenti e la quantità di resti di *posidonia* spiaggiata.

Considerato che in primo luogo la quantità del materiale vegetale spiaggiato dipende dalle caratteristiche della prateria madre (quali ad esempio estensione, distanza dalla linea di riva, stato di conservazione) e dalla stagione in cui si verifica lo spiaggiamento (gli spiaggiamenti più consistenti si verificano in corrispondenza del

fenomeno di perdita delle foglie della posidonia, che avviene in tarda estate/inizio autunno), è stato evidenziato come in spiagge protette e caratterizzate da una bassa energia legata al moto ondoso incidente, i resti di posidonia siano meno voluminosi rispetto a quelli che si trovano su spiagge più esposte (ad elevata energia del moto ondoso).

Il volume di posidonia spiaggiata risulta di primaria importanza poiché ad esso è direttamente legata la quantità di sedimento trattenuta all'interno del deposito e/o della *banquette* stessa.

E' stato infatti rilevato che la concentrazione di sedimento intrappolato all'interno di un deposito/*banquette* è indipendente dall'energia associata al moto ondoso che si abbatte sulla spiaggia e dipende solo dalla quantità di posidonia spiaggiata (Simeone *et al.*, 2008).



Figura 1.3.21 - Frangimento delle onde sulla *banquette* di Alghero (foto: G. Bovina).

Alla luce di quanto appena esposto, appare chiaro come qualsiasi azione volta alla gestione di queste forme di deposito debba essere attentamente valutata poiché la sottrazione di ingenti quantità di materiale vegetale spiaggiato può influire direttamente sul bilancio sedimentario di un litorale, causandone o accentuandone eventuali tendenze erosive.

1.3.2. Significato ecologico delle “banquettes”

I resti di *Posidonia oceanica* che si depositano sulla battigia costituiscono un prodotto che non ha ancora completato il suo ciclo biologico e che deve quindi subire diverse modificazioni biochimiche per poter essere utilizzato dalle reti trofiche costiere. Questo detrito, una volta frammentato da processi fisici e dagli organismi detritivori e rimineralizzato ad opera dei batteri, rappresenta una importante fonte di carbonio, particolato e disciolto, e di nutrienti. Si consideri come molti pesci, allo stadio giovanile, traggono parte delle loro risorse trofiche da organismi quali Anfipodi o Isopodi che vivono e si alimentano nella zona di battigia interessata dalla presenza di *banquette* (Boudouresque *et al.*, 2006; Bovina *et al.*, 2007b). Anche dal punto di vista più strettamente fisico, ed a fronte della frequente diffusione e recrudescenza dei meccanismi di erosione costiera, l'azione protettiva che gli ammassi fogliari, specie se abbancati, svolgono a protezione dei litorali sabbiosi o sabbioso-ciottolosi, è certamente non trascurabile tanto che localmente essa può assumere importanza strategica (Boudouresque et Meinesz, 1982; Marevivo, 2001, Bovina *et al.*, 2007b).

Il detrito abbancato è in stretto rapporto con la frazione in acqua (“massa flottante”) la cui presenza dipende dalle condizioni meteomarine ed è legata sia alle fasi costruttive che demolitive della *banquette*.

La biomassa in sospensione (prevalentemente costituita da foglie ma anche da resti fibrosi) costituisce una sospensione densa che con la sua “viscosità” e tensione superficiale, per alcuni metri davanti al banco vegetale, dissipa l'energia meccanica delle onde (figg. 1.3.22 e 1.3.23; Boudouresque et Meinesz, 1982; Marevivo, 2001; Manca *et al.*, 2009; INTERREG IIIC Beachmed-e, sottoprogetto NAUSICAA). In questo modo, le *banquettes* contribuiscono alla protezione delle spiagge contro l'erosione.

La reale efficacia della protezione meccanica offerta dal sistema della *banquette* (intesa come deposito a terra e massa flottante nella colonna d'acqua antistante) è comunque relativa perché l'ammasso fogliare, per quanto elastico e flessibile, è deformabile e la stabilità del deposito (specie sulle spiagge) è transitoria. Ad oggi non esistono studi e criteri che consentono di prevedere la durata della demolizione di una *banquette* che è funzione, come detto, anche delle caratteristiche morfobatimetriche del paraggio e del moto ondoso incidente. Tuttavia il contributo delle biomasse spiaggiate alla protezione naturale dei litorali va visto nel complesso dell'ecosistema litorale.



Figura 1.3.22 - *Banquette* ad Alghero; tra le due prese fotografiche sono trascorse circa 7 ore, intervallo nel quale è mutata la direzione di provenienza delle onde. (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.23 - *Banquette* e massa flottante a Rena Maggiore, Santa Teresa di Gallura (OT) (Foto: G. Bovina).

Infatti il contenuto di elementi nutritivi e la grande capacità di accumulo di umidità fanno sì che, anche in condizioni di deposito più modesto, tali materiali svolgano una funzione importantissima anche per la vegetazione pioniera delle spiagge e di quella delle dune (figg. 1.3.24 e 1.3.25), favorendo la formazione di dune embrionali, lo sviluppo delle *foredune* e quindi contribuendo alla stabilità del sistema (fig. 1.3.26; Marevivo, 2001; Bovina *et al.*, 2007a; Bovina *et al.*, 2007b; Bovina *et al.*, 2008)



Figura 1.3.24 - Cumuli di egagropili e rizomi colonizzati da *P. maritimum*, Golfo di Baratti (LI) (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.25 - *Banquette* fibrosa colonizzata da *salicornia*, Golfo di Talamone (GR) (Foto: G. Bovina).

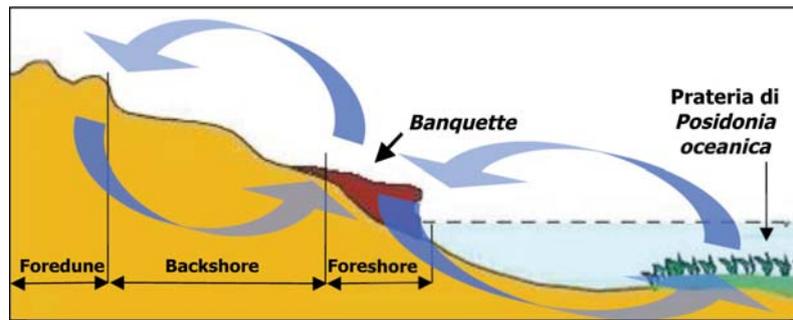


Figura 1.3.26 - Meccanismi di retroazione agenti tra le praterie di *Posidonia oceanica*, le *banquette*, il retrospiagge e la spiaggia sommersa (Modificata da: De Falco et al, 2002).

D'altro canto gli spiaggiamenti di posidonia (ma anche di altre fanerogame marine) si pongono nel contesto più generale degli apporti materiali delle *drifting line* di cui è nota l'importanza ecologica. La funzione "tampone" delle biomasse spiaggiate nei confronti dei depositi dunali si sviluppa attraverso tre distinti meccanismi:

1. apporto di vegetali in semi, radici e frammenti (molti dei quali di specie autoctone dell'ecosistema spiaggia - duna);
2. creazione di forme, irregolarità morfologiche e "rugosità" che favoriscono la deposizione e l'intrappolamento delle sabbie;
3. rilascio di nutrienti dai processi di mineralizzazione della sostanza organica.

Il ruolo tampone è evidente anche lungo le coste rocciose dove i resti vegetali depositati dalle onde e attraverso il trasporto eolico creano condizioni di "microfertilità" favorevoli all'insediamento di vegetazione alofila (figg. 1.3.27, 1.3.28 e 1.3.29).



Figura 1.3.27 - Specie alofile colonizzano il substrato roccioso (Foto: G. Bovina).



Figura 1.3.28 - Pacciamatura naturale di un sottile livello pedologico ad opera di foglie di posidonia (Foto: G. Bovina).

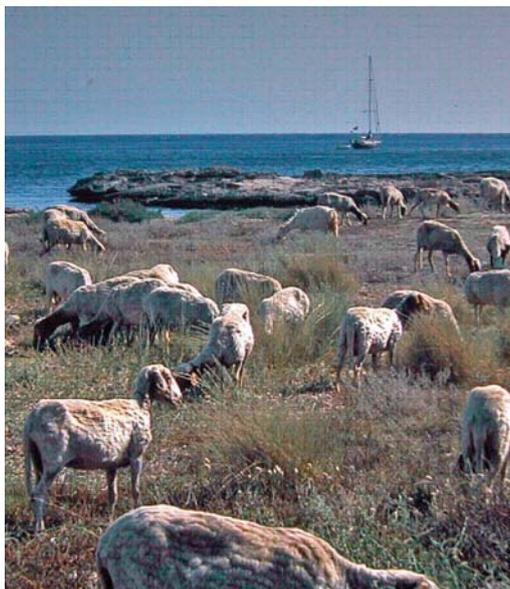


Figura 1.3.29 - Copertura erbacea colonizza direttamente il substrato roccioso coperto da uno strato di foglie di posidonia (Foto: G. Bovina).

Va infine sottolineato che le aree soggette a fenomeni di spiaggiamento e a formazione di *banquettes*, costituiscono alcuni degli habitat marino-costieri presenti nell'elenco delle biocenosi bentoniche del Mare Mediterraneo e sono considerate elementi "meritevoli di salvaguardia" dal protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona (sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo).

La classificazione e l'elenco di tali habitat è riportata di seguito:

I. SOPRALITORALE

I. 2. SABBIE

I. 2.1 Biocenosi delle sabbie sopralitorali

I. 2.1.5. Facies delle fanerogame che sono state spiaggiate (parte superiore)

II. MESOLITORALE

II. 3. MASSI E CIOTTOLI

II. 3.1 Biocenosi del detritico mesolitorale

II. 3.1.1. Facies degli ammassi spiaggiati (*banquettes*) di foglie morte di *Posidonia oceanica* ed altre fanerogame

1.3.3. Utilizzo nel passato

Le *banquettes* di *Posidonia oceanica* sono state utilizzate dall'uomo fin dall'antichità ed anche nella preistoria (Boudouresque et Meinesz, 1982). Oltre 100.000 anni fa, verso la fine della glaciazione del Riss, gli uomini delle grotte del Lazaret (Alpes-Maritimes, Francia) dormivano certamente su lettieri fatte di foglie morte di *Posidonia oceanica* (De Lumley *et al.*, 1969).

L'utilizzo delle foglie morte all'interno dei materassi, o come lettiera per gli animali, si è perpetuato a lungo; infatti, a causa degli acidi fenolici contenuti nelle foglie non si manifestava la

presenza di alcun parassita (Font-Quer, 1990). Nell'antico Egitto, sembra che si fabbricassero scarpe con la feltratura di egagropili (Täckholm et Drar, 1954) (fig. 1.3.30).

Nei secoli passati, quando non esistevano ancora la plastica a bolle o il polistirene espanso, le foglie di *Posidonia oceanica* sono state utilizzate dai vetrai veneziani per imballare e trasportare la loro arte vetraria delicata e famosa, al punto che queste foglie erano conosciute sotto il nome "di paglia di Venise" (Boudouresque et Meinesz, 1982).



Figura 1.3.30 - Massiccia presenza di egagropili legata alla grande disponibilità di resti fibrosi. Golfo di Talamone (GR) (Foto: G. Bovina).

Nell'Africa del Nord (Egitto, Libia, Tunisia), le popolazioni costiere hanno utilizzato fino dall'inizio del XX secolo le foglie secche di *Posidonia oceanica* per la costruzione dei tetti (Le Floch, 1983). In Corsica, si è scoperto sotto il tetto di un antico ovile, un rivestimento di foglie di *Posidonia* destinato probabilmente all'isolamento termico (Boudouresque et Meinesz, 1982). Sempre allo scopo d'isolamento termico e fonico, strati di *Posidonia oceanica* sono stati utilizzati sia in Sicilia che in Grecia (Sordina, 1951). All'inizio degli anni '80, è stato realizzato l'isolamento termico tramite foglie secche di posidonia del tetto del comune di Pigna (Corsica; Boudouresque et al., 2006).

Le foglie morte di *Posidonia oceanica* sono state anche utilizzate per molto tempo come compost dagli agricoltori delle coste mediterranee. Sembra tuttavia che non costituiscano un vero compost, ma piuttosto che contribuiscano a mantenere un certo tasso d'umidità alla superficie del suolo o, se sono sepolte, ad aerare il suolo troppo compatto (Germain de Sain-Piere, 1857; Sauvageau, 1920; Knoche, 1923; Braun-Blanquet *et al.*, 1952; Astier, 1972). In Corsica, si bruciavano le foglie sui terreni da coltivare, per modificarli (Conrad, 1982).

Le foglie di *Posidonia oceanica* fresche possiedono un buon valore nutritivo, simile a quello del fieno o dell'alfalfa (Molinier et Pellegrini, 1966). In passato, in Italia, venivano aggiunte ai prodotti alimentari delle galline migliorando così il peso delle uova (Baldiserra-Nordio *et al.*, 1967; Gallarati-Scotti, 1968).

In Tunisia, negli anni 20, furono effettuati dei tentativi per nutrire il bestiame con le foglie di *Posidonia* mescolate al foraggio: gli asini e le pecore si sono rifiutati di alimentarsi, mentre i cavalli si sono alimentati della miscela (Pottier, 1929; Boudouresque et Meinesz, 1982).



Figura 1.3.31 - Contadina dei primi del '900 con cesto di posidonia
(da: Boudouresque *et al.*, 2006)

I frutti di *Posidonia oceanica* spiaggiati sono stati consumati dal bestiame (Tunisia), dai maiali (Corsica) ed anche dall'uomo, in occasione di periodi di penuria (Cuénod, 1954; Boudouresque et Meinesz, 1982).

Fra gli altri impieghi di *Posidonia oceanica*, si può anche citare la produzione di carta, verso la fine del XIX secolo (Sauvageau, 1890; Lami, 1941). Infine, gli Egiziani gli attribuivano proprietà curative, in particolare contro il mal di gola e le malattie della pelle ed un vecchio manuale di botanica (Cazzuola, 1880) riporta la *Posidonia oceanica* fra i prodotti della farmacopea popolare.

Riassumendo, le foglie morte di *Posidonia oceanica* sono state effettivamente utilizzate in passato dalle popolazioni rivierasche.

1.3.4. Aspetti chimici

Nell'ambito del Programma Nazionale Marevivo (2001) e del progetto POSIDuNE (Bovina *et al.*, 2007a), sono state condotte ricerche bibliografiche anche relativamente agli aspetti analitici, di cui se ne riportano gli esiti.

Dagli accertamenti condotti in precedenti studi, sia sui depositi stessi che sulle praterie viventi di *Posidonia oceanica*, sono emersi i seguenti punti:

- Gli accertamenti sono stati eseguiti soprattutto sulle praterie di *Posidonia oceanica* (Ancora *et al.*, 2004; Augier et Maudinas, 1979; Augier *et al.*, 1984; Baldissera Nordio *et al.*, 1967; Baroli *et al.*, 2001; Bougerol *et al.*, 1995; Calmet *et al.*, 1988; Calmet *et al.*, 1991; Capiomont *et al.*, 2000; Caredda *et al.*, 1998; Castaldi et Melis, 2000; Catsiki et Panayotidis, 1993; Pergent-Martini, 1998; Pergent-Martini et Pergent, 2000; Tranchina *et al.*, 2005) piuttosto che sui depositi spiaggiati (Chessa *et al.*, 2000; Vitale et Chessa, 1998; tab. 1.3.1).
- Il numero degli studi e l'approccio metodologico finora utilizzato non sono idonei a stabilire se tutte le biomasse vegetali spiaggiate siano utilizzabili per opere di ripristino morfologico.

Elemento	<i>Posidonia oceanica</i> (esemplari vivi)		<i>Banquette</i>
	Conc. Min.	Conc. Max	Concentrazione
Ca	/	/	20,8 ‰ ⁷
Na	5,85 mg/kg _{ss} ²	/	4,6 ‰ ⁷
K	/	/	1,25 ‰ ⁷
Mg	/	/	8,35 ‰ ⁷
Hg	0,01 ng/g _{ss} ⁸	176,5 ng/g _{ss} ⁶	/
Pb	0,2 ng/g ¹	21 ng/g ¹	0,02 mg/kg _{ss} ⁴
Cd	0,3 ng/g _{ss} ¹	4,23 ng/g _{ss} ⁸	< 0,02 mg/kg _{ss} ⁴
Cu	0,25 ng/g _{ss} ⁵	61 ng/g _{ss} ^{1;8}	3,50 mg/kg _{ss} ⁴
Zn	19 ng/g _{ss} ¹	225 ng/g _{ss} ¹	69,33 mg/kg _{ss} ⁴
Fe	0,09 ng/g _{ss} ³	600 ng/g _{ss} ¹	/
Mn	0 ng/g _{ss} ¹	200 ng/g _{ss} ¹	0,08 mg/kg _{ss} ⁴
Ni	2,18 ng/g _{ss} ⁵	60,9 ng/g _{ss} ⁵	/
Cr	0,05 ng/g _{ss} ⁵	36,95 ng/g _{ss} ⁵	0,02 mg/kg _{ss} ⁴
Tl	/	/	< 0,02 g/kg _{ss} ⁴
V	/	/	0,50 g/kg _{ss} ⁴
Co	/	/	0,01 g/kg _{ss} ⁴

Tabella 1.3.1 - Concentrazione minima e massima di alcuni parametri chimici riscontrati in letteratura in foglie di *Posidonia oceanica* viva e spiaggiata (Bovina et al., 2007a). Le unità di misura sono riportate come da fonte bibliografica. I valori in % sono riferiti al materiale essiccato (Vitale et Chessa, 1998).

In sintesi, alla luce di quanto esposto, si può affermare che le *banquettes* di *Posidonia oceanica* svolgono un rilevante ruolo da diversi punti di vista:

- **Aspetto paesaggistico:** le *banquettes* sono vere e proprie strutture bio-geomorfologiche la cui formazione è favorita da una morfologia costiera in cui predominano piccole spiagge, coste ciottolose, coste e affioramenti rocciosi o opere di difesa costiere. Queste possono raggiungere frequentemente diversi metri di altezza la cui particolare morfologia conferisce alla spiaggia un aspetto caratteristico (fig. 1.3.32).
- **Aspetto ecologico:** i resti di *Posidonia oceanica* costituiscono una frazione rilevante della produzione primaria relativa alle praterie di questa fanerogama (la produzione primaria media netta di *Posidonia oceanica* è di 420g Massa Secca/m²/an – Boudouresque et al., 2006): rappresentano un'importante risorsa per le reti trofiche costiere (Ott et Maurer, 1977) e contribuiscono in modo non trascurabile alla produttività costiera globale (Giorgi et Thélin, 1983; Mazzella et Ott, 1984). Infatti, i resti di *Posidonia oceanica* e altre fanerogame marine che si depositano sulla spiaggia, non hanno ancora completato il loro ciclo biologico e per poter essere utilizzati dalle reti trofiche costiere devono subire diverse modificazioni. In parti-

¹ Ancora et al, 2004.

² Baldissera Nordio et al, 1967.

³ Baroli et al, 2001.

⁴ Castaldi et al, 2000.

⁵ Catsiki et Panayotidis, 1993.

⁶ Pergent-Martini, 1998.

⁷ Vitale et Chessa, 1998.

⁸ Ferrara et al. (inedito).

colare, tali materiali vengono frammentati sia ad opera di processi fisici che biologici, e rappresentano un'importante fonte di nutrienti e carbonio, particolato e disciolto (Marevivo, 2001; Boudouresque et al, 2006).

- **Protezione del litorale:** le biomasse vegetali spiaggiate rivestono anche la funzione di proteggere direttamente il litorale dall'erosione, contribuiscono allo smorzamento dell'energia del moto ondoso (riduzione dell'idrodinamismo dal 10% al 75% al di sotto della copertura fogliare) e alla protezione fisica delle spiagge durante le mareggiate (Jeudy de Grissac et Boudouresque, 1985; Gambi *et al*, 1989; Gacia *et al*, 1999; Gacia et Duarte, 2001; Duarte, 2004). Inoltre contribuiscono alla conservazione degli ecosistemi e degli habitat costieri. Una parte di questi resti viene trasportata infatti verso le zone più interne della spiaggia fino a raggiungere il limite spiaggia-duna. Qui la crescita delle specie vegetali pioniere, funzionali al consolidamento dei depositi eolici, viene favorita grazie alla decomposizione della biomassa, che fertilizza il terreno proteggendo allo stesso tempo la vegetazione (Marevivo, 2001). Trattandosi di specie costiere pioniere, l'elevato livello di salinità non costituisce un fattore limitante.

La maggior parte delle biomasse vegetali termina invece il suo ciclo in mare, dove fa "ritorno" dopo un lasso di tempo più o meno breve in funzione del regime meteomarinico del paraggio relativo all'area di accumulo.



Figura 1.3.32 – Febbraio 2007: banquettes lungo il litorale di S. Agostino nel Lazio settentrionale (Foto: G. Bovina).

2. ANALISI DEGLI SPIAGGIAMENTI E DELLE *BANQUETTES* A LIVELLO NAZIONALE E INTERNAZIONALE

2.1. *Posidonia oceanica* spiaggiata e normativa

Si riporta di seguito l'analisi normativa a livello nazionale relativa alla *posidonia* spiaggiata effettuata nell'ambito del progetto POSIDuNE - INTERREG IIIC Beachmed-e (Bovina *et al.*, 2007a; Bovina *et al.*, 2007b). La ricerca è aggiornata all'anno 2006 ed è stata condotta con lo scopo di individuare delle possibili linee di gestione dei detriti vegetali spiaggiati facendo riferimento alla normativa sui rifiuti allora in vigore (D. legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 e s.m.i²) per comprendere se questi debbano, o meno, essere considerati come rifiuto.

Sotto il profilo dell'origine, ad una attenta analisi della normativa si osserva che i detriti vegetali spiaggiati, le piante marine e le alghe non siano chiaramente definibili come rifiuti. L'articolo 7 del D.L. 22/97 (Classificazione) definisce semplicemente come urbani i rifiuti giacenti sulle spiagge ma non definisce rifiuto tutto quello che giace sulle spiagge.

Negli elenchi della normativa (nazionale o comunitaria) manca alcun riferimento specifico a tali materiali come rifiuti. Tra l'altro, essendo prodotto da un meccanismo naturale, non si individua né un produttore né un detentore.

Contrariamente a tutto questo, l'interpretazione data da esperti della materia rifiuti confermerebbe l'appartenenza alla categoria di rifiuto del materiale spiaggiato poiché, pur trattandosi di un prodotto naturale, questo avrebbe comunque terminato il suo ciclo naturale e la sua funzione, e certamente diventando rifiuto nel momento stesso in cui insorge la necessità di disfarsene per motivi turistico-balneari, ripulendo la costa con tecniche di raccolta che creano un mescolamento ai rifiuti veri e propri.

A conferma di tale impostazione restrittiva, e delle criticità che essa comporta, è significativo citare la risoluzione del Ministero delle Finanze del 5/11/1999 n. 158/E (TARSU – alghe giacenti sulle spiagge). La risoluzione risponde ai quesiti posti dal comune di Grado le cui spiagge, di apprezzabile valenza turistica, sono interessate da spiaggiamenti dell'ordine di 5000 , 10000 tonnellate annue di fanerogame marine (principalmente *Cymodocea* e *Zostera*) ed alghe. La risoluzione precisa che le “alghe” sono classificabili come rifiuti urbani esterni e che i costi di smaltimento (ovviamente in discarica) dovranno gravare sui singoli utenti; per i tratti in concessione, costituendo **rifiuti urbani interni**, la futura tariffa dovrà essere a carico del concessionario.

Quando tali materiali, frammisti ad altri chiaramente identificabili come rifiuti (oggetti plastici, contenitori, ecc.) vengono raccolti unitamente a questi, è inevitabile che vengano considerati contaminati e quindi classificati anch'essi come rifiuto. Tuttavia una raccolta mirata dei soli materiali “contaminanti” lascerebbe a terra le frazioni naturali, solo raramente causa di de-

² La normativa di riferimento a livello nazionale in materia di rifiuti è attualmente rappresentata dal **Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006**, emanato in attuazione della Legge 308/2004 “delega ambientale” e recante “norme in materia ambientale”. Tale Decreto dedica la parte IV alle “**Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati**” (articoli 177 – 266) ed ha abrogato una serie di provvedimenti precedenti tra cui il Decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997, cosiddetto Decreto “Ronchi”, che fino alla data di entrata in vigore del D.lgs. 152/06 ha rappresentato la legge quadro di riferimento in materia di rifiuti (fonte: <http://www.arpa.fvg.it/index.php?id=419>). Resta comunque inalterata la validità delle considerazioni emerse e riportate in questa sezione del documento.

grado ambientale principalmente di tipo organolettico e comunque limitato a particolari condizioni di accumulo (es. in adiacenza o corrispondenza di stabilimenti balneari, insediamenti turistici ecc).

Sempre in relazione agli aspetti normativi, per quanto riguarda la compostabilità delle biomasse vegetali spiaggiate, è necessario considerare che solo di recente è possibile utilizzare la posidonia spiaggata per la produzione di compost di qualità (Decreto 22 gennaio 2009 del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali “*Aggiornamento degli allegati al decreto legislativo 29/04/06, n. 217, concernente la revisione della disciplina in materia di fertilizzanti*”). Superando una contraddizione durata anni (il precedente D.M. 27 marzo 1998 sui fertilizzanti escludeva la presenza di “alghe e piante marine” tra i componenti degli ammendanti organici naturali), tra gli ammendanti (*ammendante compostato verde*), “*sono ammesse alghe e piante marine, come la Posidonia spiaggata, previa separazione della frazione organica dalla eventuale presenza di sabbia, tra le matrici che compongono gli scarti compostabili, in proporzioni non superiori al 20% (P:P) della miscela iniziale.*”

Il D.M. 5 febbraio 1998 non considera tali materiali in alcuna parte dell’allegato 1 “Norme tecniche generali per il recupero di materia dai rifiuti pericolosi”, perciò rendendoli non utilizzabili nei recuperi ambientali (Art. 5 – Recupero ambientale – “Le attività di recupero ambientale individuate nell’allegato 1 consistono nella restituzione di aree degradate ad usi produttivi o sociali attraverso rimodellamenti morfologici”).

Nonostante l’apertura verso un riutilizzo ecologico della posidonia spiaggata, prodotto dal recupero di fertilità connesso alla compostabilità di tali matrici, è tuttavia opportuno ricordare come la sottrazione su vasta scala della biomassa della *driftline*, e l’asportazione delle *banquettes*, costituiscano comunque elementi di forte criticità per i sistemi geomorfologici litorali (spiaggia-duna) e per gli habitat marino-costieri.

2.2. Indicazioni del Ministero dell’Ambiente

L’asportazione di grandi quantità di biomasse vegetali spiaggiate, che non hanno ancora terminato il proprio ciclo ecologico, può essere dannosa anche perché questi materiali rivestono un’importanza non trascurabile nel mantenimento degli equilibri biologici e fisici del sistema costiero.

Per questa ragione è necessario, ai fini di una corretta gestione integrata della fascia costiera, analizzare accuratamente la possibilità di adottare soluzioni alternative alla rimozione meccanizzata delle biomasse vegetali spiaggiate e il loro conferimento in discarica.

A tale proposito, il 17 marzo 2006 il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio ha emesso una Circolare (n. 8123/2006) avente come oggetto la “gestione della posidonia spiaggata”. Il testo è di seguito riportato:

“Lo spiaggamento delle foglie di Posidonia oceanica è un fenomeno naturale che annualmente si rileva in tutti i paesi bagnati dal Mediterraneo, di intensità differente in relazione alle estensioni delle praterie presenti in prossimità dei litorali.

Gli accumuli di biomassa spiaggata (banquette) svolgono un ruolo importante nella protezione delle spiagge dall’erosione e danno un contributo diretto ed indiretto alla vita delle biocenosi animali e vegetali della spiaggia; esercitano infatti una funzione attiva nel trattenere enormi quantità di sedimento che rimane intrappolato tra gli strati sovrapposti di foglie (si calcola che un metro cubo di banquette sia in grado di trattenere circa 40 kg di sedimento sciolto).

Intervenire rimuovendo la posidonia spiaggiata dalla sua sede naturale significa accelerare l'erosione e compromettere l'integrità dell'habitat costiero, che già in molti luoghi subisce un diminuito apporto di sedimenti, costringendo le amministrazioni locali ad importanti e costosi interventi di protezione della costa e ripascimento delle spiagge.

La necessità, dal punto di vista ecologico, di mantenere in loco la posidonia spiaggiata, confligge però con l'utilizzo delle spiagge a scopo turistico, in quanto le banquettes possono dar luogo a fenomeni putrefattivi e sono poco gradite ai bagnanti.

Per venire incontro a queste istanze, i comuni costieri hanno adottato via via soluzioni diverse ricorrendo anche ad onerosi interventi di raccolta e smaltimento in discarica dei materiali spiaggiati.

Non si ritiene utile fornire una regola e un modello univoco, ma è necessario adottare soluzioni flessibili, legate di volta in volta alla specificità dei luoghi e delle situazioni sociali ed economiche.

Gli interventi da attuare possono sintetizzarsi come segue:

- Mantenimento in loco delle banquettes (sul modello delle "spiagge ecologiche" adottato in Francia in alcune aree protette marine). Questa soluzione, la migliore dal punto di vista ecologico, va attuata laddove non entri in conflitto con le esigenze di balneazione e fruizione delle spiagge o in siti costieri dove il fenomeno erosivo sia particolarmente accentuato. E' la soluzione auspicabile nelle aree marine protette e nelle zone A e B dei Parchi Nazionali, la cui efficacia è aumentata da campagne di informazione/sensibilizzazione dei bagnanti. In relazione agli aspetti igienico – sanitari non risultano evidenze scientifiche per possibili meccanismi di criticità causati dalla biomassa spiaggiata nei confronti dell'uomo.
- Spostamento degli accumuli. La biomassa può essere stoccata a terra all'asciutto, trasportata in zone appartate della stessa spiaggia dove si è accumulata, spostata su spiagge poco accessibili o non frequentate da bagnanti o su spiagge particolarmente esposte all'erosione. Lo spostamento può anche essere stagionale, con rimozione della posidonia in estate e suo riposizionamento in inverno sull'arenile di provenienza. Le località interessate dallo spostamento e le modalità dello stesso dovranno essere oggetto di apposito provvedimento, da adottarsi da parte degli Enti Parco o dalla Regione competente, sentiti i Comuni interessati.
- Rimozione permanente e trasferimento in discarica. Laddove si verificano oggettive incompatibilità fra gli accumuli di biomassa e la frequentazione delle spiagge (fenomeni putrefattivi in corso, mescolamento dei detriti vegetali con rifiuti), le banquettes possono essere rimosse e trattate come rifiuti urbani secondo la normativa vigente".

Interpretazione della Circolare n. 8123/2006 del MATT

Nell'ambito del progetto POSIDuNE (INTERREG IIIC – Beachmed-e), le tre soluzioni prospettate dalla Circolare n. 8123/2006 del MATT sono state oggetto di un'analisi volta all'individuazione di possibili criteri di gestione delle biomasse spiaggiate in relazione ai diversi contesti locali e alle diverse esigenze territoriali. Si riportano di seguito le considerazioni effettuate.

Mantenimento in loco delle banquettes

La conservazione *in loco* delle *banquettes* e degli spiaggiamenti, così come riportato anche nella stessa circolare ministeriale, rappresenta la soluzione migliore dal punto di vista ecologico nonché quella più coerente con i principi di tutela e conservazione espressi anche nell'ambito del protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona (sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo) in cui spiaggiamenti e *banquettes* sono considerati elementi meritevoli di salvaguardia e definiti "habitat determinanti".

Così facendo, infatti, oltre che proteggere il delicato habitat legato agli spiaggiamenti e salvarne le molteplici funzionalità, non si interferisce con il ruolo che essi giocano nella protezione diretta e indiretta dei litorali dall'erosione.

Un esempio di strategia analoga è rappresentata dalla gestione di alcune spiagge della Francia (fig. 2.2.1), in cui:

- i rifiuti vengono periodicamente rimossi e separati dal materiale vegetale;
- la spiaggia è dotata di pannelli informativi volti alla sensibilizzazione e all'informazione dei bagnanti riguardo l'importanza e il ruolo che gli spiaggiamenti delle biomasse vegetali, e delle fanerogame marine in particolare, rivestono all'interno del sistema spiaggia-duna.



Figura 2.2.1 – Esempio di gestione ecologica di una spiaggia in Francia meridionale (Tombolo de Giens): le *banquettes* vengono lasciate sul posto mentre i rifiuti vengono regolarmente separati senza l'utilizzo di mezzi meccanici (Foto: E. Pallottini).

Spostamento degli accumuli

Ove per motivi essenzialmente turistici sia comunque necessario operare la rimozione, sono individuabili differenti e graduali azioni di reimpiego, che andrebbero condotte attraverso metodologie quanto più compatibili con la fragilità dell'ambiente costiero.

La separazione dei rifiuti di origine antropica dalle biomasse vegetali spiaggiate mediante procedure manuali o semi-manuali appare anche in questo caso l'operazione preliminare da eseguire per ridurre al minimo la sottrazione di sedimenti dall'arenile.

Le *banquettes* possono trattenere quantità variabili di sedimento tuttavia, le misure dirette sinora disponibili sulla composizione dei depositi strutturati indicherebbero incidenze massime del 2,3 % in peso (Marevivo, 2001; INTERREG IIIA GERER). Ciò non toglie che l'eventuale rimozione del materiale vegetale comporti di per sé l'asportazione di quantità di sedimento che in condizioni di deficit di alimentazione possono diventare significative (fig. 2.2.2).



Figura 2.2.2 - Rimozione di posidonia spiaggiata nel Cilento (Pioppi, SA) (Foto: G. Bovina).

A questo punto, una delle possibili azioni è rappresentata dal riutilizzo della frazione vegetale per scopi di protezione delle spiagge e/o di restauro delle dune. A tale proposito va precisato che l'elevata concentrazione di sale (NaCl) che caratterizza le biomasse vegetali spiaggiate non costituisce un fattore limitante per la vegetazione dunare naturalmente alofila, mentre rappresenta un fattore limitante per la produzione di compost.

Nell'ambito del progetto POSIDuNE, sono state prese in considerazione due diverse situazioni in cui le biomasse vegetali possono essere impiegate per questo scopo: nell'ambito dell'arenile stesso (spostamento *in situ*) oppure in ambiti costieri limitrofi (spostamento *ex situ*).

a. Spostamento degli accumuli *in situ*.

Nel caso in cui i depositi vegetali vengano spostati nell'ambito della medesima spiaggia, l'utilizzo di mezzi di trasporto per il loro trasferimento non è necessario. Pertanto, questa operazione non dovrebbe rientrare nell'ambito delle procedure per il recupero dei rifiuti che invece, se presenti, è consigliabile eliminare periodicamente. Di conseguenza la caratterizzazione fisica e chimica di tali materiali non è ritenuta necessaria.

Ove le caratteristiche morfo-sedimentologiche degli arenili e quelle dei depositi (presenza ridotta di rifiuti all'interno degli accumuli) lo consentano, si potrebbe procedere all'accumulo delle biomasse vegetali spiaggiate al piede della duna e/o alla sua sommità. In particolare, a protezione del piede della duna potrebbe essere utilizzata la frazione più grossolana dei resti spiaggiati (resti lignei di piante arboree), mentre quella più fine (fanerogame marine), posta sull'avanduna, potrebbe favorire la deposizione di sabbie.

Le foglie di *Posidonia oceanica* e/o delle altre fanerogame marine eventualmente presenti, potrebbero essere invece utilizzate come ammendante sulla coltre superficiale della duna per realizzare opere tese a eliminare o ridurre la dimensione dei varchi e dei *blowout*.

b. Spostamento degli accumuli *ex situ*.

Nel caso in cui l'arenile sia compromesso ad esempio a causa di (1) uno spiccato trend erosivo, (2) un livello di antropizzazione della fascia costiera troppo elevato, (3) una duna irrimediabilmente danneggiata o assente, i materiali vegetali spiaggiati potrebbero essere impiegati per la ricostruzione di dune che si trovano in altri siti, all'interno della stessa unità fisiografica, o comunque nel paraggio interessato dallo spiaggiamento dei detriti provenienti da una medesima prateria di *posidonia*.

In questo caso, il riutilizzo delle biomasse vegetali spiaggiate finalizzato alla realizzazione di interventi di ripristino morfologico potrebbe implicare il trasporto e il trasferimento di questi materiali da un sito in un altro.

A questo proposito, è interessante riportare l'esperienza maturata nell'ambito del sottoprogetto POSIDuNE³ nel corso del quale, in via del tutto sperimentale ed in attesa di un quadro normativo più chiaro, è stata attuata una sperimentazione volta al recupero di materiali vegetali spiaggiati per eseguire interventi di ripristino morfologico che rientrano in questa categoria, attualmente trattati genericamente come rifiuti urbani nonostante l'ampia e indiscutibile valenza ecologica e ambientale (Bovina *et al.*, 2007b). Tale sperimentazione prevedeva una caratterizzazione dei depositi spiaggiati, sia da un punto di vista compositivo che

³ Si definisce unità fisiografica un tratto di costa lungo il quale i sedimenti vengono trasportati rimanendo confinati all'interno dei limiti estremi dell'unità; lungo tali limiti, quindi, gli scambi tra unità fisiografiche adiacenti sono da considerarsi nulli (Lucarini *et al.*, 2007).

⁴ Per ulteriori informazioni sulla metodologia utilizzata per la caratterizzazione delle biomasse spiaggiate nell'ambito del progetto POSIDuNE si rimanda ai manuali pubblicati nel corso delle attività sul sito web <http://www.beachmed.it/Beachmede/SousProjets/POSIDuNE/tabid/99/Default.aspx>.

da un punto di vista chimico, previa autorizzazione secondo quanto indicato dalla Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (n. 08123 del 17 marzo 2006). Gli accertamenti analitici (e relativo test di cessione) sono stati condotti facendo riferimento alla tabella 2.2.1 di seguito riportata.

In questo caso, come riferimento per le concentrazioni massime dei parametri presi in considerazione, è stata considerata la L. 367 del 2003 (tab. 2.2.2), analogamente a quanto proposto per l'utilizzo di sedimenti per interventi di ripascimento artificiale delle spiagge.

ANALITI			
IPA	Pb	Mn	Fe
PCB	Cd	Hg	TBT
Ni	Cu	As	V
Ba	Zn	Cr	Tl

Tabella 2.2.1 - Lista degli analiti proposti per la caratterizzazione chimica della Posidonia oceanica e di altre fanerogame marine spiaggiate dal Gruppo di Lavoro sulle biomasse vegetali spiaggiate.

ELEMENTO	LIMITE	ELEMENTO	LIMITE
As	12 mg/kg s.s.	Cr	50 mg/kg s.s.
Hg	0.3 mg/kg s.s.	IPA totali	200 µg/kg s.s.
Pb	30 mg/kg s.s.	PCB	4 µg/kg s.s. (provvisorio)
Cd	0.3 mg/kg s.s.	TBT	5 µg/kg s.s.
Ni	30 mg/kg s.s.		

Tabella 2.2.2 - Elenco degli elementi e delle concentrazioni massime ammissibili indicate dalla L. 367/03 (e s.m.i.) in relazione agli standard di qualità dei sedimenti di acque marino-costiere.

Rimozione permanente e trasferimento in discarica

Il conferimento in discarica delle biomasse vegetali spiaggiate, oltre alla sottrazione irreversibile di biomasse all'intero sistema costiero, comporta altri impatti ambientali, quali:

- danneggiamento della vegetazione dunale pioniera e delle forme d'accumulo sabbioso embrionali;
- sistematica sottrazione di sabbie da arenili frequentemente interessati da deficit detritici, ormai divenuti cronici lungo la maggior parte delle spiagge italiane. Si potrebbe risolvere quest'ultimo problema separando i sedimenti dai rifiuti prima di conferirli in discarica.
- elevati costi per la raccolta, il trasporto e lo smaltimento dei materiali organici;
- occupazione di volume di discarica.

Alla luce di queste considerazioni, tale soluzione è da attuarsi preferibilmente solo in caso di effettiva necessità, cioè nell'impossibilità di ricorrere a soluzioni alternative.

Nella figura che segue (fig. 2.2.3), è illustrato un diagramma di flusso che sintetizza le considerazioni sopra riportate, frutto dell'analisi degli aspetti normativi ed ecologici relativi ai resti vegetali spiaggiati e dei meccanismi di *feedback* agenti tra questi e il sistema spiaggia-duna sopra riportati.

⁵ Gruppo di Lavoro appositamente istituito in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, il Ministero delle Politiche Agricole, l'Istituto Superiore di Sanità e le Associazioni Ambientaliste (WWF, Legambiente, Marevivo).

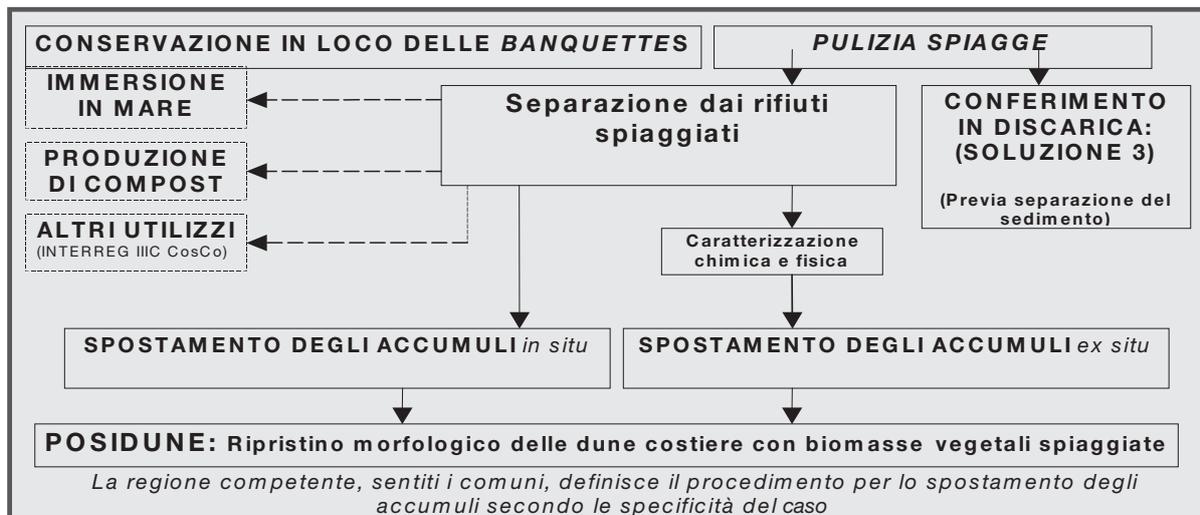


Figura 2.2.3 – In alto è schematizzato il diagramma di flusso che illustra le possibili linee di gestione delle biomasse vegetali spiaggiate emerse nel corso del progetto POSDuNE e selezionate dall’Unione Europea come “Best practice”. Le linee tratteggiate rappresentano potenziali soluzioni, ancora in esame dal punto di vista normativo, pertanto non ancora attuabili, e i campi di applicazione approfonditi nell’ambito del progetto INTERREG IIIC CosCo. In basso è riportato il testo della Circolare dell’allora Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n. 08123 del 17 marzo 2006 con la quale sono definite le competenze per la redazione dei procedimenti specifici.

Oltre quelle previste dalla già citata Circolare del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, sono state individuate ulteriori soluzioni che, al momento, devono essere ancora analizzate dal punto di vista normativo:

1. Immersione in mare: la possibilità di re-immissione in mare delle biomasse vegetali spiaggiate, costituisce una soluzione che deve essere esaminata con maggiore attenzione per verificare se può essere accettata dai paesi firmatari della Convenzione di Barcellona. E’ una soluzione che andrà pertanto approfondita e sperimentata nell’ambito di altri progetti.
2. Produzione di compost: grazie a diversi studi sperimentali, è stata accertata la presenza di Arsenico e Vanadio nella *Posidonia oceanica*. A tale proposito, l’ISS ha indicato dei valori limite di concentrazione per questi elementi nel caso in cui il materiale venga destinato alla produzione di compost di qualità ai sensi della normativa 748 del 1984 e s.m.i. con parere n. 00161 del 13/05/2006. Per quanto riguarda il Tallio, ugualmente riscontrato nella pianta, non è stato proposto alcun limite di concentrazione. Sempre in relazione agli aspetti normativi, solo di recente è possibile utilizzare la posidonia spiaggiata per la produzione di ammendante compostato verde a seguito dell’entrata in vigore del Decreto 22 gennaio 2009 del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali “Aggiornamento degli allegati al decreto legislativo 29/04/06, n. 217, concernente la revisione della disciplina in materia di fertilizzanti”.
3. Altri utilizzi: ulteriori campi di applicazione come quelli della medicina, delle costruzioni e degli imballaggi, sono stati approfonditi nell’ambito del progetto INTERREG IIIC CosCo “Regional cycle development through coastal co-operation - seagrass and algae focus” (<http://www.interreg3c.net/sixcms/detail.php?id=6278>; ultimo accesso: maggio 2009).

Tutti i riferimenti normativi presi in considerazione nell’ambito del progetto POSIDuNE sono stati inglobati nella 152/06.

2.3. Localizzazione e gestione regionale delle banquettes

Le spiagge dove si accumulano resti di *Posidonia oceanica*, che si tratti di un semplice tappeto o di *banquettes*, sono in generale poco apprezzate dai bagnanti, anche a causa dell'odore che, in alcune condizioni di permanente umidità, può emanare a causa di processi putrefattivi. Inoltre, associati ai resti di *P. oceanica* spesso si trovano rifiuti non biodegradabili e quindi l'accumulo viene erroneamente associato ad un fenomeno di inquinamento.

Gli accumuli di *Posidonia oceanica* sulle spiagge non rappresentano di per sé un problema, anzi contribuiscono al rallentamento dell'erosione costiera e rappresentano la prima fase del fenomeno di deposizione delle spiagge. Tuttavia, dal punto di vista dell'utilizzo delle spiagge a scopo turistico, la loro presenza rappresenta un problema per tutti i comuni costieri interessati dal fenomeno, in quanto poco gradite dai bagnanti. Tutto ciò costringe le amministrazioni locali a ricorrere ad onerosi interventi di raccolta e di smaltimento in discariche dei materiali piaggiati.

Allo scopo di approfondire il quadro delle conoscenze relative alle modalità gestionali e procedurali delle *banquettes* in ambito nazionale l'ISPRA (ex APAT), nel 2006, ha attivato una specifica linea tematica organizzando e coordinando un gruppo di lavoro costituito da tecnici delle ARPA costiere, da tecnici della Provincia di Livorno e tecnici ISPRA (ex ICRAM).

A tal fine l'ISPRA (ex APAT) ha predisposto e inviato a circa 400 comuni costieri delle regioni Lazio, Liguria, Puglia, Sardegna, Sicilia e Toscana, specifici questionari elaborati dal tavolo tecnico, per raccogliere informazioni su:

- presenza/assenza delle *banquettes* sui litorali;
- quantità di biomassa piaggiata;
- modalità gestionali;
- procedure di rimozione e quantitativi rimossi;
- eventuale recupero della sabbia intrappolata negli accumuli.

I risultati dello studio sono di seguito riportati.

2.3.1. Lazio

La linea di costa della regione Lazio si estende per 361,5 Km e coinvolge 24 comuni di 3 province, Viterbo, Roma e Latina.

Dai dati raccolti in base alla compilazione dei questionari inviati ai comuni costieri emerge che la regione non è interessata dal fenomeno delle *banquettes* in modo rilevante.

Su 24 comuni contattati solo 9 hanno compilato il questionario e/o inviato una comunicazione in merito al fenomeno (fig. 2.3.1).

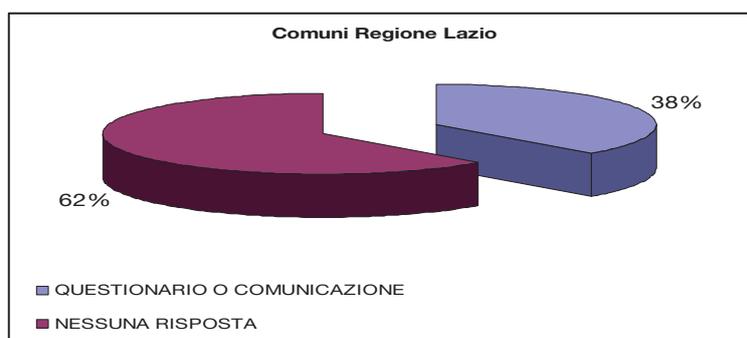


Figura 2.3.1 – Percentuale di risposte ricevute dai comuni costieri.

I comuni che hanno partecipato all'iniziativa sono costituiti principalmente da spiagge di tipo turistico; in pochi casi la spiaggia è di interesse naturalistico.

In 5 comuni (Civitavecchia, Anzio, Sabaudia, San Felice e Ventotene) è presente un occasionale fenomeno di spiaggiamento di *Posidonia oceanica* senza una vera e propria formazione di *banquettes*.

Nelle sei spiagge del litorale di Civitavecchia solo nel 2002 si è verificato un fenomeno di spiaggiamento di posidonia, che è stata lasciata in loco.

Nelle 17 spiagge del comune di Nettuno la scarsa quantità di posidonia spiaggiata viene regolarmente eliminata con la pulizia ordinaria degli arenili.

Lungo il litorale del comune di San Felice Circeo si verificano sporadici e poco consistenti fenomeni di spiaggiamento; la gestione consiste nel lasciare la posidonia in loco da ottobre a maggio e nel rimuoverla durante il periodo balneare, gettandola in mare a largo o sotterrandola in buche sotto la spiaggia. Solo se misto a rifiuti il materiale viene conferito in discarica.

Nella spiaggia di Cala Nave a Ventotene la posidonia spiaggiata viene sempre lasciata in loco. Le 5 spiagge del comune di Anzio, pur non essendo interessate da fenomeni di spiaggiamento di *Posidonia oceanica*, sono caratterizzate da una rilevante presenza di macroalghe appartenenti ai generi *Ceramium spp*; *Sphaerococcus spp* ed *Enteromorpha spp*, che nel solo 2006 sono state raccolte in quantità pari a 556.860 Kg.

In figura 2.3.2 sono riportati in sintesi i metodi di gestione della posidonia spiaggiata, utilizzati dai 9 comuni che hanno dato riscontro all'iniziativa.

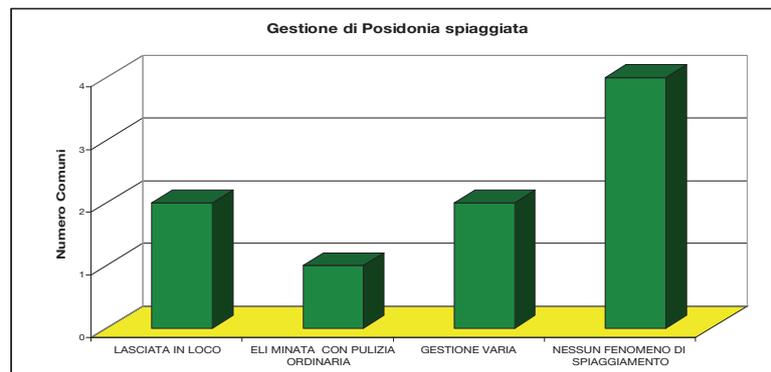


Figura 2.3.2 – Tipologia di gestione della posidonia spiaggiata.

A supporto delle informazioni ottenute mediante la compilazione degli appositi questionari da parte dei comuni costieri della regione Lazio, si ritiene interessante riportare quanto emerso dalle attività condotte nell'ambito del progetto POSIDuNE, che ha previsto un programma di indagini per la localizzazione degli spiaggiamenti di fanerogame marine lungo le coste laziali ai fini di un loro possibile impiego in interventi di ripristino e consolidamento dei depositi eolici costieri (Bovina *et al.*, 2008).

Le informazioni inerenti la presenza e la caratterizzazione delle praterie di fanerogame marine lungo la costa di interesse sono state acquisite grazie alla consultazione di materiali di diversa natura quali volumi (Boudouresque *et al.*, 2006; Diviacco *et al.*, 2001a; SNAMPROGETTI S.P.A., 1991), articoli (Boudouresque *et Meinesz*, 1982; Cancemi *et al.*, 1997; Casola *et al.*, 2004; Gabellini *et al.*, 2002; Guccione *et al.*, 2005; Vitale *et Chessa*, 1998) e documenti cartografici (Ardizzone *et al.*, 1994a, b, c; Diviacco *et al.*, 2001b). In particolare, molto utile si è dimostrata la cartografia redatta alla scala 1:100.000 sulla base della ricognizione effettuata nella primavera dell'anno 2002 lungo il litorale compreso tra Civitavecchia (Lazio settentrionale) e la foce del

Fiume Magra (confine Liguria - Toscana) nell'ambito della Convenzione stipulata nel 2002 tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e l'Associazione Ambientalista "Marevivo" riguardo lo studio delle *banquettes* (Marevivo, 2001; Marevivo, 2003).

Vista la distribuzione delle aree di potenziale spiaggiamento, tenendo in considerazione il fatto che i depositi spiaggiati strutturati (*banquettes*) sono fortemente discontinui e hanno nella maggior parte dei casi dimensioni limitate, è stato effettuato un controllo continuo e pressoché ininterrotto di ampi tratti del litorale laziale.

In questo modo oltre ai depositi più cospicui, rappresentati dalle *banquettes*, è stato possibile rilevare anche la presenza di spiaggiamenti di posidonia di differente entità e quindi non necessariamente strutturati.

Sulla base della distribuzione delle praterie di posidonia lungo il litorale regionale (e facendo riferimento al concetto di "prateria madre" come area specifica di probabile produzione della biomassa vegetale), la ricognizione diretta ha così interessato circa 130 Km dei circa 216 Km di costa bassa della regione Lazio; in particolare, nell'arco temporale 30 gennaio - 22 febbraio 2007 sono stati esplorati i seguenti archi costieri:

- Lazio settentrionale: Litorale compreso tra la foce del F. Chiarone (confine di regione) e Santa Severa (Castello di Pyrgi). A tale arco litorale sono riferibili le praterie di Burano, Montalto di Castro, foce del Torrente Arrone, Tarquinia, Frasca, Mattonara, Santa Marinella.
- Lazio meridionale: Litorale compreso tra Torre Astura (a nord della foce del F. Astura) e Sperlonga (Torre Truglia), lungo il quale sono presenti la prateria di Torre Astura, Fogliano, S.F. Circeo, Terracina, Lago Lungo.
- A questi si è aggiunta (15 marzo 2007) la ricognizione della costa dell'isola di Ventotene cui afferisce l'omonima prateria.

Nel corso della ricognizione sono stati individuati 8 depositi sufficientemente rappresentativi dell'areale di influenza delle diverse praterie distribuite lungo la costa laziale citate in precedenza.

Di seguito vengono riportate le considerazioni conclusive emerse a seguito delle ricognizioni effettuate lungo la costa laziale allo scopo di indagare la localizzazione e la tipologia delle forme di spiaggiamento e dei depositi ivi presenti. Per una descrizione dettagliata dei risultati relativi a questa attività, si rimanda al Rapporto Tecnico di Fase C del sottoprogetto POSIDuNE (Bovina et al, 2007).

La distribuzione degli spiaggiamenti di posidonia, per quanto potuto osservare mediante la ricognizione condotta nell'arco temporale 30 gennaio - 22 febbraio 2007, ha evidenziato la scarsità di depositi strutturati (*banquettes*) lungo la costa continentale del Lazio che sono favoriti, oltre che dalla vicinanza delle "praterie madri", da condizioni geomorfologiche peculiari quali presenza di cale, coste rocciose basse, opere di difesa costiera, ecc (Marevivo, 2001; Marevivo, 2003).

Le uniche *banquettes* definibili come stabili sono quelle riscontrate a Santagostino poco a Nord di Civitavecchia, depositi che erano stati osservati anche nelle precedenti ricognizioni (Marevivo, 2003).

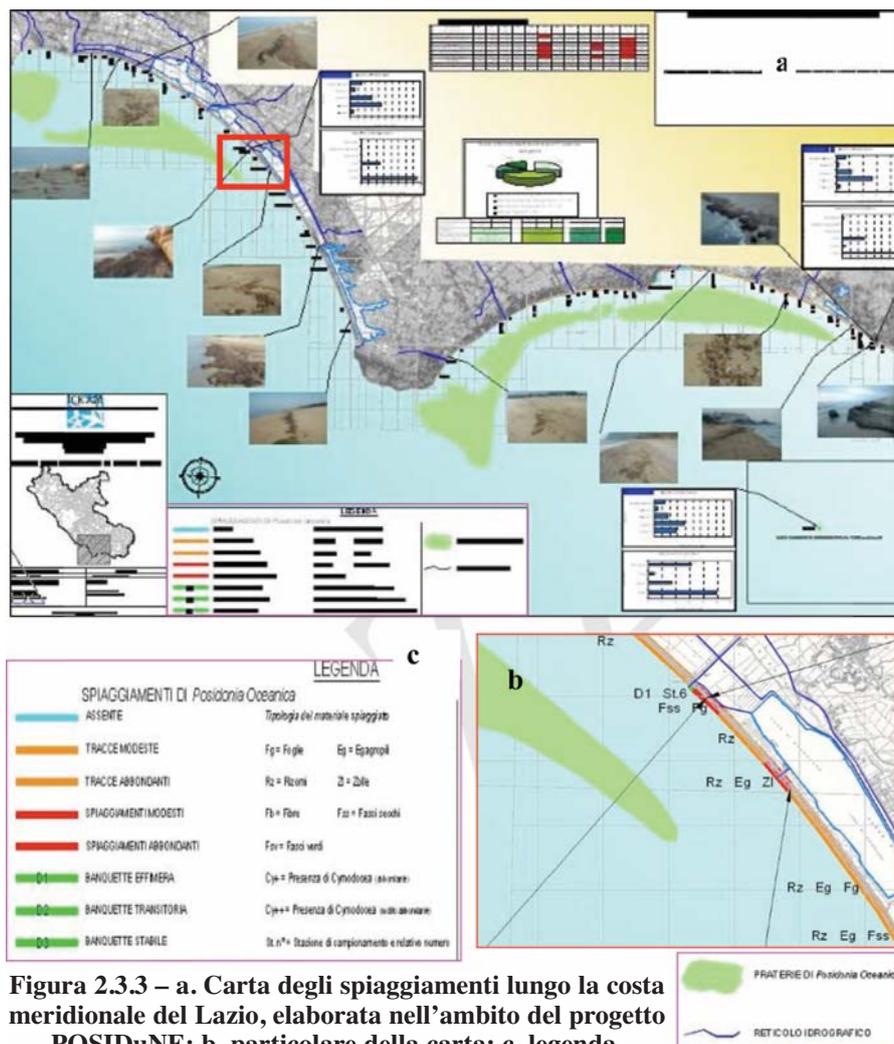
In generale, gli accumuli di foglie di posidonia (le quali rappresentano il materiale che la pianta perde naturalmente nel proprio ciclo vegetativo) anche quelli solo parzialmente stabili, sono risultati comunque poco frequenti e di dimensioni molto limitate.

La *Posidonia* spiaggiata, anche solo in tracce esigue, è stata riscontrata in pratica lungo tutto il litorale direttamente esplorato. Il materiale spiaggiato è risultato essere costituito da rizomi, fibre libere ed egagropili. Questi ultimi derivano direttamente dal rimaneggiamento e frammentazione dei rizomi. Ampi tratti costieri sono risultati interessati dallo spiaggiamento di fasci in-

teri (rizomi singoli o in gruppi con foglie integre) di differente età. A questi sono spesso associate zolle intere di differente dimensione. In particolare, il fenomeno è stato rilevato all'altezza delle Saline di Tarquinia. Anche il litorale di Sperlonga, seppur in misura inferiore, è risultato fortemente caratterizzato da rilevanti spiaggiamenti delle parti basali della pianta. Il prevalere della frazione rizomatosa, proveniente dalle porzioni basali delle piante, e soprattutto di fasci e zolle indica condizioni di idrodinamismo elevato, sufficienti a produrre lo scalzamento delle piante e la demolizione di parti di prateria a cui potrebbero associarsi anche meccanismi di erosione costiera (Blanc, 1971; Boudouresque et al, 2006; De Falco et al, 2002; Jeudy De Grissac, 1984; Picard, 1953).

Anche la *Cymodocea* è risultata largamente distribuita seppur generalmente in tracce lungo tutto il litorale d'indagine. In alcuni settori specifici, nonostante una biomassa vegetale potenziale molto più bassa rispetto alla posidonia, sono stati rilevati cumuli di *Cymodocea* piuttosto consistenti come all'altezza della foce del Fiume Mignone e di Foce Verde (Latina). Le condizioni di elevato idrodinamismo sarebbero quindi alla base dell'erosione anche dei prati di *Cymodocea* i cui riflessi sono registrati nei vistosi accumuli di Foce Verde.

A seguito di questa ricognizione sono state prodotte due carte relative alla localizzazione e alla tipologia degli spiaggiamenti lungo la Regione Lazio. Nelle figure 2.3.3a, 2.3.3b e 2.3.3c, viene riportato uno dei due elaborati cartografici, relativo al Lazio meridionale.



2.3.2. Liguria

I questionari inviati ai comuni e opportunamente compilati hanno permesso di capire come sino ad oggi è stata affrontata la gestione delle *banquettes* in Liguria.

La situazione emersa è riportata in figura 2.3.4: un buon 67% dei comuni liguri ha dato risposta al questionario indipendentemente dalla presenza o meno del fenomeno, mentre dal restante 33% non è stato ricevuto alcun riscontro.

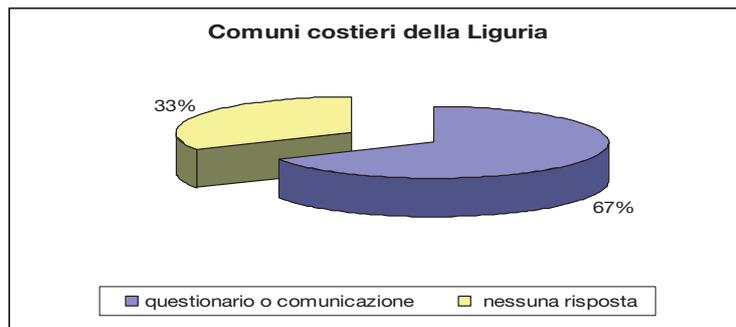


Figura 2.3.4 - Percentuale di risposte ricevute dai comuni liguri.

Analizzando la situazione in maniera più dettagliata è risultato che, su un totale di 64 comuni, 14 hanno rinvenuto problemi legati alla gestione delle *banquettes*: Ventimiglia, Taggia, Santo Stefano al Mare, Cipressa, San Bartolomeo al Mare, in provincia di Imperia, Andora, Ceriale, Laigueglia, Noli in provincia di Savona, Recco, Rapallo, Santa Margherita Ligure, Chiavari in provincia di Genova e Deiva Marina in provincia di La Spezia.

Dei rimanenti 50, 29 comuni hanno dichiarato di non essere interessati dal fenomeno, mentre dai restanti 21 non è stato ricevuto alcun riscontro.

Di seguito si riporta, per ciascuna provincia, la mappa tematica, elaborata su GIS, dei comuni interessati o meno dal fenomeno dello spiaggiamento delle *banquettes* (figg. 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7 e 2.3.8).



Figura 2.3.5 - Comuni costieri della provincia di Imperia, In rosso sono indicati i comuni interessati da accumuli di *banquettes*, in azzurro quelli che non sono interessati dal fenomeno, in giallo i comuni che non hanno fornito alcuna informazione.

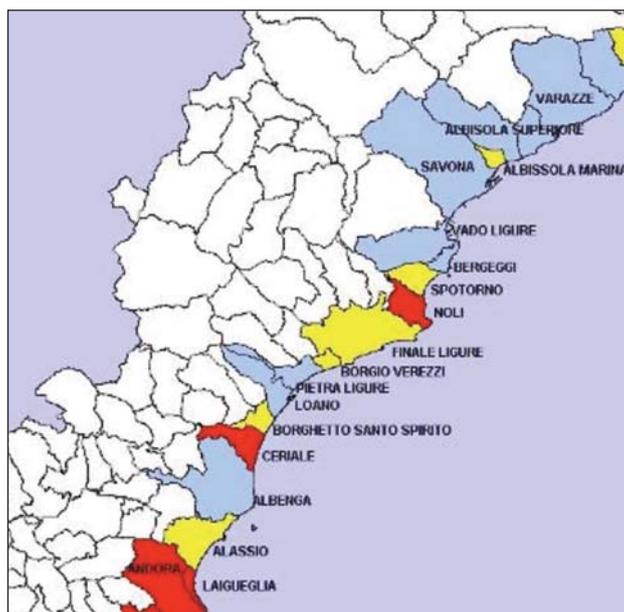


Figura 2.3.6 - Comuni costieri della provincia di Savona. In rosso sono indicati i comuni interessati da accumuli di *banquettes*, in azzurro quelli che non sono interessati dal fenomeno, in giallo i comuni che non hanno fornito alcuna informazione.



Figura 2.3.7 - Comuni costieri della provincia di Genova. In rosso sono indicati i comuni interessati da accumuli di *banquettes*, in azzurro quelli che non sono interessati dal fenomeno, in giallo i comuni che non hanno fornito alcuna informazione.



Figura 2.3.8 - Comuni costieri della provincia di La Spezia. In rosso sono indicati i comuni interessati da accumuli di *banquettes*, in azzurro quelli che non sono interessati dal fenomeno, in giallo i comuni che non hanno fornito alcuna informazione.

Analizzando la distribuzione dei comuni interessati dal fenomeno dello spiaggiamento per provincia, si nota come la percentuale maggiore sia situata in provincia di Imperia, mentre la minore in provincia di La Spezia; Genova e Savona presentano una situazione omogenea (fig. 2.3.9). È interessante comparare tale distribuzione con la percentuale di posidonieti presenti in Liguria, distribuiti nelle quattro province. Come si nota dal grafico riportato in figura 2.3.10 la provincia di Imperia è quella che riporta la più alta percentuale di posidonieti ed è infatti la provincia con più litorali su cui frequentemente si accumulano le *banquettes*. La provincia di La Spezia riporta invece la percentuale più bassa di praterie e solamente un comune sui dodici ha dichiarato problemi di gestione delle *banquettes* sulle proprie coste. Il restante dei posidonieti è distribuito per buona parte sui fondali della provincia di Genova e in minor parte nella provincia di Savona.

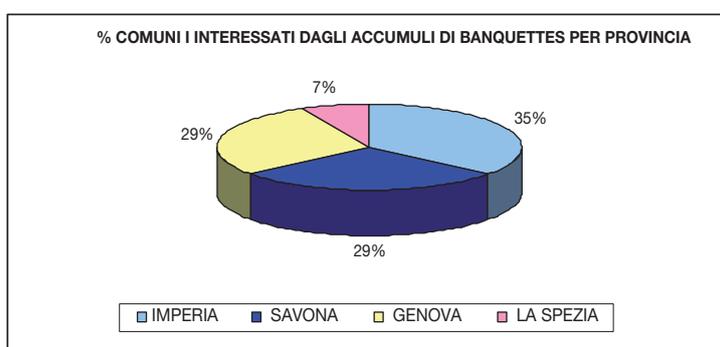


Figura 2.3.9 - Percentuale di comuni liguri interessati dal fenomeno dello spiaggiamento di *banquettes* nelle quattro province.

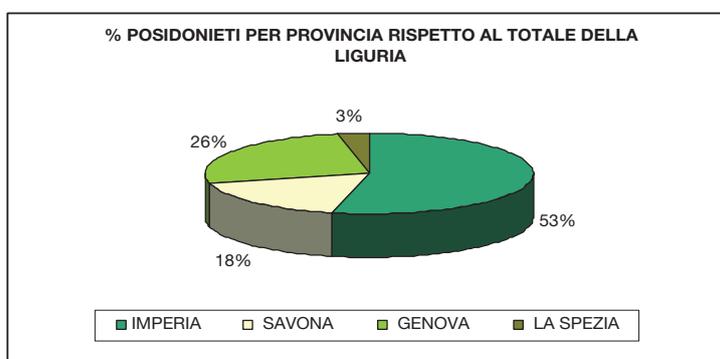


Figura 2.3.10 - Distribuzione percentuale di praterie di *Posidonia oceanica* nelle quattro province liguri.

Dalle informazioni contenute nei questionari opportunamente compilati è stato possibile capire come nei diversi comuni è stata affrontata la gestione della posidonia spiaggiata dal 2001 al 2006.

Il comune di Ventimiglia ha individuato tre arenili che, dal 2001 sino ad oggi, sono stati interessati dal fenomeno dello spiaggiamento di *banquettes*. Gli accumuli raggiungono quasi sempre le 90 t annue in un sito, 20-25 t annue nei restanti due. La soluzione adottata per ripulire gli arenili è stata la rimozione tramite vasche carrabili e ruspe. Solamente in un sito gli accumuli sono stati mantenuti in loco.

Nel comune di Taggia solamente un arenile è interessato dal fenomeno dello spiaggiamento. Anche in questo caso la soluzione adottata, dal 2001 sino ad oggi, è la rimozione dei cumuli attraverso mezzi meccanici e successivo conferimento in discarica. I quantitativi di materiale

spiaggiato e quindi rimosso, vanno da un minimo di 600 m³, registrato nel 2001, sino ad un massimo di 1200 m³ nel 2004.

Il comune di Cipressa ha effettuato, sia nel 2005, sia nel 2006, lo spostamento degli accumuli in spiagge non frequentate, con l'impiego di mezzi meccanici. Le spese di gestione, riferite solamente all'anno 2006, sono state di circa 7000 €.

Per quanto riguarda il Comune di Santo Stefano si rimanda al paragrafo successivo per una dettagliata descrizione della situazione (§3.3).

Sul litorale di San Bartolomeo al Mare quattro arenili sono interessati da spiaggiamenti di *banquettes*, anche se in misura minore. La pulizia è effettuata nell'ambito dell'appalto rifiuti solidi urbani e gli accumuli sono trasferiti in discarica. Gli oneri sono compresi in detti servizi.

Nel Comune di Ceriale sono ben tredici gli arenili interessati da spiaggiamento di *banquettes*. Gli unici dati forniti risalgono però all'anno 2006 dove i quantitativi da smaltire vanno da un minimo di 30 m³ ad un massimo di 67 m³. In tutti i casi la soluzione adottata è la rimozione in discarica, senza il recupero di sabbia. Non sono stati comunicati costi di gestione.

Nel comune di Andora nel 2006 sono stati rimossi 396 t di materiale da un solo arenile, per un costo di gestione pari a 42274,54 €. Non è stata comunicata né il tipo di soluzione adottata per la pulizia dell'arenile, né il metodo, anche se si suppone la rimozione in discarica. Tuttavia è stato segnalato il recupero della sabbia dai cumuli.

Il Comune di Laigueglia non ha comunicato dati circa i quantitativi di materiale smaltito, poiché la pulizia degli arenili veniva ed è tuttora, eseguita dai gestori degli stabilimenti balneari. I litorali di Noli non sono interessati da ingenti accumuli di *banquettes* (circa 0,5 t per anno). Il comune pertanto provvede meccanicamente all'insabbiamento di tali accumuli sugli stessi arenili durante le ricorrenti pulizie antecedenti la stagione balneare. I costi di gestione si aggirano intorno ai 1000 €.

A Recco sono principalmente due le spiagge interessate da accumuli di *P.oceanica*, una di interesse turistico, una di interesse naturalistico. Nel primo sito gli accumuli dal 2001 al 2006 sono stati lasciati in loco, mentre nel secondo, nel 2006, 189 t di materiale sono stati smaltiti in discarica per una spesa totale di circa 18000 €.

Nel comune limitrofo di Rapallo sono sette gli arenili interessati dagli accumuli e soggetti pertanto a pulizia. I quantitativi smaltiti in totale nei sette siti sono stati di 939,92 t nel 2002, 633,87 t nel 2003, 239,06 t nel 2004, 38,74 t nel 2005 e 242,60 t nel 2006. Il metodo utilizzato in tutti i casi è la rimozione in discarica con l'ausilio di mezzi meccanici nella maggior parte dei casi. Solamente nell'arenile "Degli Archi-S.Michele" la rimozione è stata attuata manualmente. Tuttavia non è stato mai effettuato alcun recupero di sabbia. I costi di gestione riferiti all'anno 2006 sono stati di 31627,20 €.

Il comune di Santa Margherita Ligure ha fornito dati relativi alla gestione delle *banquettes* per gli anni 2001, 2002 e 2003. Le tonnellate rinvenute nei diversi anni variano da un minimo di 19 t nel 2003 ad un massimo di 374 t smaltite nel 2002. La soluzione adottata per la pulitura dell'arenile è sempre la rimozione meccanica degli accumuli e successivo smaltimento in discarica, senza il recupero della sabbia.

Anche nel Comune di Chiavari gli accumuli di *banquettes* sono smaltiti in discarica. La rimozione è sia manuale, sia meccanica ed è previsto il recupero della sabbia. Non sono stati comunicati i quantitativi di materiale da smaltire, ma i costi di gestione relativi al 2006 sono stati di 27899,00 €.

A Deiva Marina gli spiaggiamenti di *banquettes* sono rinvenuti su 320 m di arenile presente. Si tratta di quantitativi molto bassi, sempre intorno ai 0,500 m³ in tutti gli anni considerati dal 2001 al 2006. Tali cumuli sono stati rimossi manualmente e smaltiti in discarica.

2.3.3. Puglia

La distribuzione quali-quantitativa di *Posidonia oceanica* nei mari pugliesi influenza anche la localizzazione delle *banquettes* lungo i litorali (fig. 2.3.11); infatti, la presenza in mare di consistenti erbari di posidonia, insieme ad una tipica conformazione della costa bassa, sabbiosa e caratterizzata da baie ed anse, aumenta la probabilità di formazione di *banquettes* in alcuni particolari siti dei litorali pugliesi.

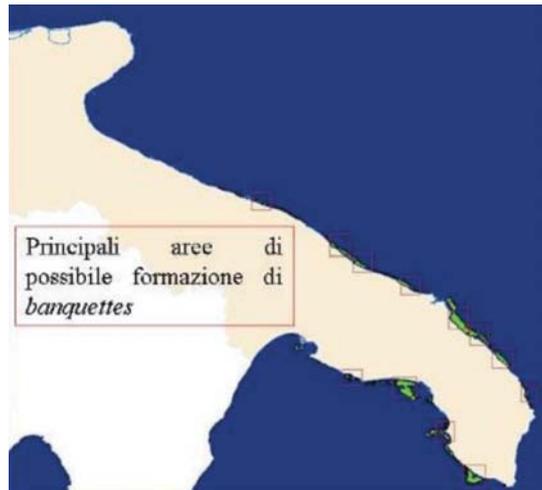


Figura 2.3.11 – Principali aree di possibile formazione di *banquettes* lungo le coste pugliesi.

Di seguito sono rappresentati alcuni tra i principali siti di formazione ed accumulo di *banquettes* lungo i litorali pugliesi (figg. 2.3.12, 2.3.13, 2.3.14 e 2.3.15).



Figura 2.3.12 - Marina di Manduria (TA) – Torre Columena – Ionio.

A sinistra e a destra mappa di distribuzione e foto della *banquette* tratte da “Inventario e Cartografia delle praterie di *Posidonia* nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. POR Puglia – Regione Puglia, 2006”; al centro immagine satellitare della baia di Torre Columena.



Figura 2.3.13 - Marina di Ugento (LE)- Ionio.

A sinistra mappa di distribuzione tratta da “Inventario e Cartografia delle praterie di *Posidonia* nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. POR Puglia – Regione Puglia, 2006”, a destra immagine satellitare della spiaggia di Ugento.



Figura 2.3.14 - Marina di Torre Rinalda (LE) – Adriatico.

A sinistra mappa di distribuzione tratta da “Inventario e Cartografia delle praterie di Posidonia nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. POR Puglia – Regione Puglia, 2006”, al centro immagine satellitare dell’area di Torre Rinalda, a destra immagine della *banquette* (foto N. Ungaro).



Figura 2.3.15 - Marina di Mola (BA) – Adriatico.

A sinistra mappa di distribuzione tratta da “Inventario e Cartografia delle praterie di Posidonia nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto. POR Puglia – Regione Puglia, 2006”, al centro immagine satellitare dell’area portuale di Mola di Bari, a destra immagine della *banquette* all’interno del porto (foto N. Ungaro).

Per quanto riguarda la gestione delle *banquettes* nelle località costiere pugliesi interessate dal fenomeno dello spiaggiamento, la Regione Puglia attualmente considera tale materiale biologico assimilabile ai Rifiuti Solidi Urbani (vedasi la definizione ai sensi dell’art. 6 del D.L.vo n° 22/97) ed i Comuni hanno l’obbligo della rimozione (art. 14, medesimo Decreto), a meno che non si tratti di un’area in concessione a privati: in tal caso questi chiedono al Comune il certificato di parificazione agli R.S.U. e generalmente incaricano una ditta autorizzata al trasporto rifiuti conto terzi per il conferimento presso una normale discarica (oppure in un sito di stoccaggio della frazione umida). In alternativa, si possono stipulare accordi con i Comuni per la raccolta e lo smaltimento stagionale, con gravamento dei maggiori costi sulla tassa R.S.U. I codici CER più utilizzati per questa tipologia di rifiuto sono i seguenti: codice 200201, CER 2002 – Dec. 2000/532 CE; rifiuti urbani domestici e assimilabili – rifiuti prodotti da giardini e parchi – rifiuti biodegradabili; codice 200303, CER 2002 – Dec. 2000/532 CE; rifiuti urbani domestici e assimilabili – altri rifiuti urbani – residui della pulizia stradale.

Ciononostante, nell’ultimo periodo si è iniziato in Puglia un nuovo corso, basato su principi di sostenibilità ambientale, tendenzialmente indirizzato ad una movimentazione *in situ* delle *banquettes* ed ad un loro eventuale riutilizzo.

Per esempio, nel caso della spiaggia di Ugento (LE) la modifica dell’assetto del litorale dovuta alla costruzione/allungamento di un nuovo molo, sembra abbia causato negli ultimi anni un aumento dell’accumulo di residui di posidonia lungo una spiaggia a forte vocazione turistica. Per questo motivo il Comune di Ugento nel 2007 aveva proposto alla Regione Puglia la rimo-

zione temporanea della *banquette* prima della stagione turistica, l'allocazione presso punti di stoccaggio ed il successivo riposizionamento in loco alla fine della stagione. Tuttavia, per ragioni non meglio precisate, la *banquette* è stata utilizzata per ricostituire parti deteriorate della retrostante duna e per chiudere dei varchi nella stessa duna (fig. 2.3.16).



Figura 2.3.16 - Particolari dell'utilizzo della *banquette* per la ricostituzione del fronte dunale (Foto: N. Ungaro).

La Regione Puglia, in merito alla proposta iniziale del Comune di Ugento ha espresso parere favorevole, con alcune prescrizioni di cui si riportano le più importanti:

- prima di qualsiasi spostamento il materiale antropico (plastica, vetro, ecc.) doveva essere separato manualmente dal materiale vegetale, raccolto e smaltito secondo le norme vigenti;
- la movimentazione all'interno della spiaggia doveva essere curata in tutti i suoi aspetti, per non creare danno alla duna ed alla vegetazione. Particolare attenzione doveva essere data all'utilizzo dei mezzi meccanici.

Nel Comune di Mola di Bari, la recente costruzione del nuovo molo di levante del porto ha creato condizioni tali che hanno favorito l'accumulo di residui di *P. oceanica* all'interno dell'area portuale, in virtù dell'idrodinamismo locale e della presenza di un erbario della fanerogama all'esterno in mare aperto. Attualmente, nella zona interna del porto è costantemente presente una *banquette* che si distribuisce dalla linea di marea sino a circa 15-20 m all'interno su una superficie complessiva di circa 1000 m².

In considerazione dell'ingente quantitativo spiaggiato, l'Assessorato all'Ambiente del Comune di Mola di Bari nel 2007 ha proposto di utilizzare tali biomasse nell'ambito del progetto INTERREG POPRURA 2006-2008: "La Posidonia oceanica (L.) Del.: protezione, ripopolazione di praterie e utilizzazione dei residui in agricoltura" che prevedeva una attività sperimentale per il riutilizzo dei residui di *P. oceanica* in agricoltura (compostaggio).

L'ARPA Puglia, interessata dalla stessa Amministrazione Comunale, ha espresso parere positivo nel merito, sulla base delle seguenti considerazioni e con alcune prescrizioni:

- la *banquette* era situata in ambito portuale, e non su una spiaggia strutturata, quindi sono minimizzati gli eventuali effetti erosivi in caso di rimozione della stessa;
- non vi era rischio di sottrarre sostanza organica all'ambiente marino, in quanto l'ambito portuale è già di per se abbastanza "trofico";

Si è dunque prescritto di utilizzare tutti gli accorgimenti per minimizzare l'asportazione indiretta del sedimento sabbioso (evitare la rimozione in profondità, lasciando uno strato di *banquette* di minimo spessore), e lasciando indisturbata la fascia "umida" a contatto con le acque marine (circa 1-2 m dalla linea di bassa marea) allo scopo di rendere del tutto trascurabili i processi erosivi.

2.3.4. Sicilia

Lungo le coste della Sicilia sono presenti vaste aree colonizzate da praterie a *Posidonia oceanica* in particolare, nella Sicilia Nord-Occidentale e Sud-Orientale si rinvencono delle praterie continue con tratti di produttività tra i maggiori nel Mediterraneo. La presenza di queste estese praterie in molte aree costiere dell'isola determina un grosso spiaggiamento di foglie e la successiva formazione di *banquettes* con ricadute sia sul settore turistico-balneare che su quello naturalistico e di conservazione degli ecosistemi. Per conoscere l'entità del fenomeno (quantità di materiali spiaggiato sugli arenili, estensione e periodicità del fenomeno e soluzioni adatte per la gestione) è stato inviato ai Comuni della Provincia di Palermo, Messina, Catania, Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Trapani che presentano praterie di *Posidonia oceanica* nello specchio di mare prospiciente i propri litorali, il già citato questionario (§2.3)

Di seguito sono riportati alcune zone costiere interessate dal fenomeno delle *banquettes* e la mappa di distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia.

Le figure 2.3.17, 2.3.18, 2.3.19, 2.3.20 e 2.3.21 mostrano esempi di *banquettes* di *Posidonia oceanica* lasciata in loco in diverse località: Punta Biscione (TP) e Torre Siciliana (TP), Bonagia (TP), Paceco (TP) e Mondello (PA).



Figura 2.3.17- Banquette lasciata in loco in località Punta Biscione (TP) (Foto: B. Sirchia).



Figura 2.3.18 - Banquette lasciata in loco in Località Torre Siciliana (TP) (Foto: B. Sirchia).



Figura 2.3.19 - Banquette lasciata in loco in Località Bonagia (TP) (Foto: B. Sirchia).



Figura 2.3.20 - Banquette lasciata in loco in Località Paceco (TP) (Foto: B. Sirchia).



Figura 2.3.21 - Banquettes in località Mondello (PA) rimossa prima della stagione balneare (Foto: B. Sirchia).

La figura 2.3.22, riporta la distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia, mettendo in evidenza i Comuni costieri interessati dalla presenza di quest'ultima e la percentuale di ricoprimento.

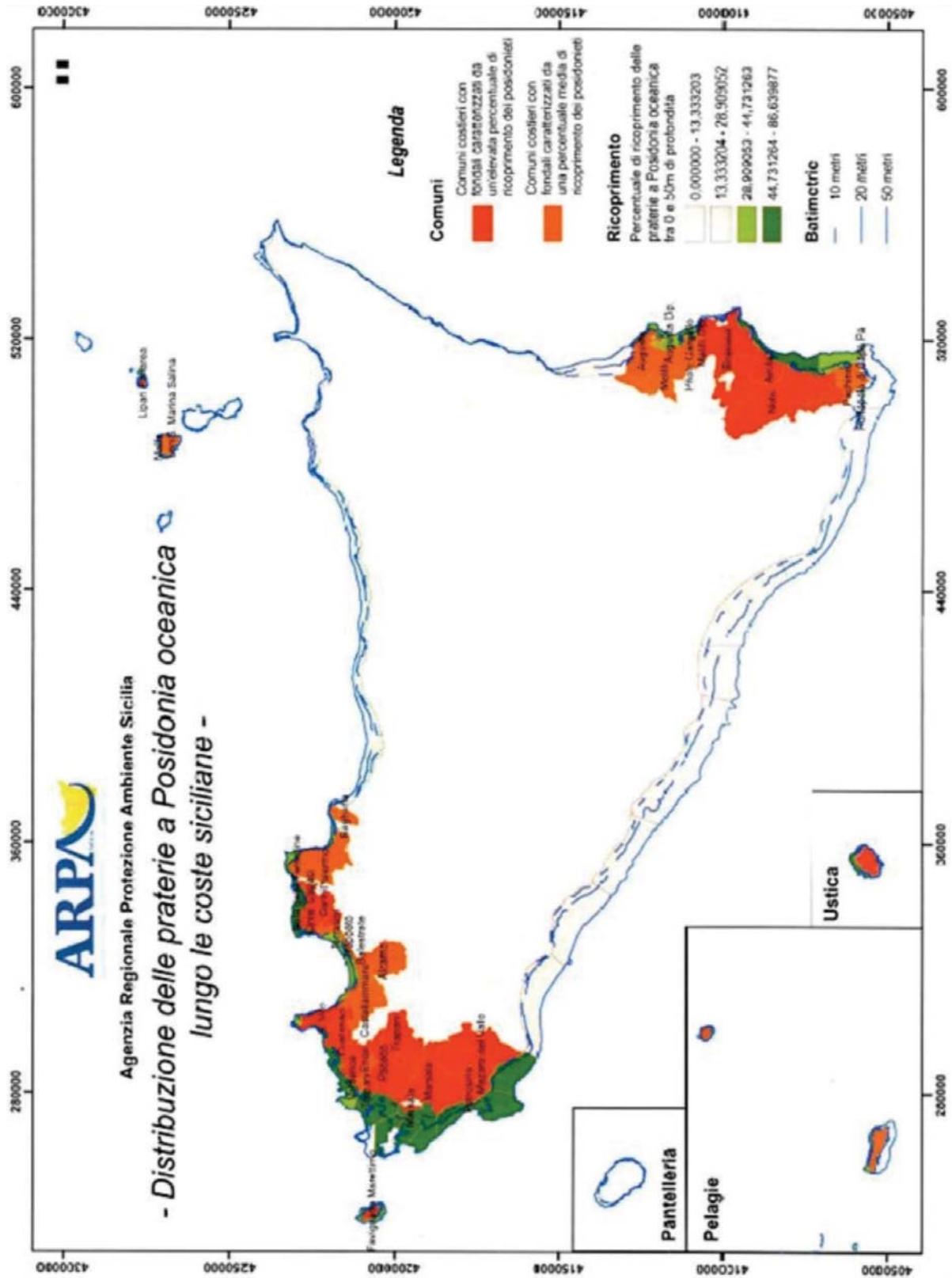


Figura 2.3.22 - Distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati dei questionari inviati ai Comuni delle province di Palermo (tab. 2.3.1), Messina (tab. 2.3.2), Catania (tab. 2.3.3), Siracusa (tab. 2.3.4), Ragusa (tab. 2.3.5), Agrigento (tab. 2.3.6), Caltanissetta (tab. 2.3.7) e Trapani (tab. 2.3.8)

Provincia di Palermo	Risposta
ALTAVILLA MILICIA	n.p.
BAGHERIA	n.p.
BALESTRATE	n.p.
CAMPOFELICE DI ROCCELLA	n.p.
CAPACI	n.p.
CARINI	n.p.
CASTELDACCIA	n.p.
CEFALU'	n.p.
CINISI	n.p.
FICARAZZI	n.p.
ISOLA DELLE FEMMINE	n.p.
LASCARI	x c.
PALERMO	n.p.
POLLINA	n.p.
SAN MAURO CASTELVERDE	n.p.
SANTA FLAVIA	n.p.
TERMINI IMERESE	x c.
TERRASINI	x
TRABIA	n.p.
TRAPPETO	n.p.
USTICA	n.p.

Tabella 2.3.1 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Palermo

Legenda: xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto.

Il Comune di Terrasini in cui sono presenti *banquettes* di *Posidonia oceanica* ha comunicato, per quanto riguarda la gestione, che viene lasciata in loco.

Provincia di Messina	Risposta
ALI TERME	x
BARCELLONA POZZO DI GOTTO	n.p.
BROLO	x c.
CAPO D'ORLANDO	n.p.
CARONIA	n.p.
FALCONE	n.p.
FORZA D'AGRO	x c.
FURCI SICULO	n.p.
FURNARI	n.p.
GIARDINI-NAXOS	x c.
GIOIOSA MAREA	n.p.
ITALA	n.p.
LENI	x c.
LETOJANNI	n.p.
LIPARI	n.p.
MALFA	n.p.
MESSINA	x
MILAZZO	n.p.
MONFORTE SAN GIORGIO	n.p.
MOTTA D'AFFERMO	n.p.
NASO	n.p.
NIZZA DI SICILIA	n.p.
OLIVERI	n.p.
PACE DEL MELA	n.p.
PATTI	n.p.
PIRAINO	n.p.
REITANO	n.p.
ROCCALUMERA	n.p.
ROMETTA	n.p.
SAN FILIPPO DEL MELA	n.p.
SAN PIER NICETO	n.p.
SANT'AGATA DI MILITELLO	n.p.
SANT' ALESSIO SICULO	x c.
SANTA MARINA SALINA	n.p.
SANTA TERESA DI RIVA	n.p.
SANTO STEFANO DI CAMASTRA	n.p.
SAPONARA	x c.
SCALETTA ZANCLEA	x c.
SPADAFORA	n.p.
TAORMINA	n.p.
TORREGROTTA	n.p.
TUSA	n.p.
VENETICO	n.p.
VILLAFRANCA TIRRENA	x c.
TERME VIGLIATORE	n.p.
ACQUEDOLCI	n.p.
TORRENOVA	n.p.

Tabella 2.3.2 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Messina
Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto

I Comuni interessati dal fenomeno, non hanno indicato sul questionario la modalità di gestione delle *banquettes*.

Provincia di Catania	Risposta
ACIREALE	x c.
CALATABIANO x	
CATANIA	n.p.
FIUMEFREDDO DI SICILIA	n.p.
MASCALI	n.p.
RIPOSTO	n.p.

Tabella 2.3.3 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Catania

Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto

Il Comune di Catalabiano interessato dal fenomeno, non ha indicato la modalità di gestione delle *banquettes*.

Provincia di Siracusa	Risposta
AUGUSTA	n.p.
AVOLA	n.p.
CARLENTINI	n.p.
MELILLI	n.p.
NOTO	n.p.
PACHINO x	
SIRACUSA	n.p.
PORTOPALO DI C.po PASSERO	n.p.
PRIOLO GARGALLO	n.p.

Tabella 2.3.4 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Siracusa

Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non

Nel Comune di Pachino, in Contrada Balata (fraz. Marzamemi), le *banquettes* vengono trasportate in discarica; in Contrada Concerie, invece, vengono lasciate in loco.

Provincia di Ragusa	Risposta
ACATE n.	p.
ISPICA x	
MODICA	n.p.
POZZALLO	n.p.
RAGUSA x	
SANTA CROCE CAMERINA	n.p.
SCICLI	n.p.
VITTORIA	n.p.

Tabella 2.3.5 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Ragusa

Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto

Il Comune d' Ispica, ha comunicato che la gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* avviene tramite lo spostamento degli accumuli della stessa a terra, all'asciutto in zone vicino all'area di accumulo.

Il Comune di Ragusa effettua il trasporto delle *banquettes* in discarica.

Provincia di Agrigento	Risposta
CATTOLICA ERACLEA	n.p.
LAMPEDUSA E LINOSA	n.p.
LICATA x	
MENFI	x c.
MONTALLEGRO n.p.	
PALMA DI MONTECHIARO	x
PORTO EMPEDOCLE	x c.
REALMONTE n.p.	
RIBERA x	
SCIACCA n.	p.
SICULIANA n	.p.

Tabella 2.3.6 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Agrigento

Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto

Il Comune di Licata, ha comunicato che le *banquettes* di *Posidonia oceanica* vengono lasciate in loco. Il Comune di Palma di Montechiaro ha reso noto che la gestione avviene in altro modo rispetto alle modalità riportate nel questionario senza però specificare.

Il Comune di Ribera effettua il trasporto delle *banquettes* in discarica.

Provincia di Caltanissetta	Risposta
BUTERA	n.p.
GELA	n.p.
ACI CASTELLO	n.p.

Tabella 2.3.7 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Caltanissetta

Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto

Provincia di Trapani	Risposta
ALCAMO	n.p.
CAMPOBELLO DI MAZARA	n.p.
CASTELLAMMARE DEL GOLFO	n.p.
CASTELVETRANO	n.p.
CUSTOMACI x	
ERICE	n.p.
FAVIGNANA	n.p.
MARSALA	n.p.
MAZARA DEL VALLO	n.p.
PACECO	n.p.
PANTELLERIA	n.p.
SAN VITO LO CAPO	x
TRAPANI x	
VALDERICE	n.p.
PETROSINO	n.p.

Tabella 2.3.8 - Esito dei questionari inviati ai comuni della provincia di Trapani

Legenda : xc: assenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; x: presenza di *banquettes* di *Posidonia oceanica*; n.p.: non pervenuto

Il Comune di San Vito lo Capo, ha comunicato che le *banquettes* di *Posidonia oceanica* sono lasciate in loco.

Il Comune di Trapani, ha comunicato che la gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* in tre diversi arenili avviene con le seguenti modalità:

- Lido Marausa : *banquettes* trasportate in discarica;
- Isolotto Nuovo (salina Grande) : *banquettes* trasportate in discarica;
- Dante Alighieri (Trapani) : *banquettes* lasciate in loco.

Nel Comune di Customaci, sia nella spiaggia “Cristoforo Colombo” sia nella zona della Spiaggia Centro, le *banquettes* vengono lasciate in loco.

2.3.5. Toscana

I questionari preparati nell’ambito del tavolo tecnico dell’ISPRA (ex APAT) e distribuiti ai comuni della regione, non hanno avuto un grande riscontro. Nella tabella 2.3.9 sono riportati, per provincia, i comuni che hanno restituito il questionario compilato. Non sempre, però, il questionario era completo in ogni sua parte e quindi l’informazione sulla presenza e gestione delle *banquettes* in Toscana è veramente parziale.

Provincia	Comune	Nome Arenile	dimensioni Km/m ²	Spiaggia di interesse turistico (SI/NO)
Grosseto	Orbetello	Spiaggia Giannella-S. Liberata	0,6/3000 SI	
Grosseto	Orbetello	Spiaggia Feniglia-Loc. Feniglia	SI	
Grosseto	Orbetello	Spiaggia Feniglia-Loc. Ansedonia	SI	
Grosseto	Orbetello	Spiaggia della Tagliata		SI
Grosseto	Follonica	Pratoranieri	3,6	SI
Grosseto	Follonica	Zona Centro	1,4	SI
Grosseto	Follonica	Zona Senzuno	1,4	SI
Lucca	Camaiore			SI
Pisa	Vecchiano	Marina di Vecchiano	4,5 Km	SI
Livorno	Rio nell'Elba			SI
Livorno	Marciana Marina	Procchio	0,805/34600	SI
Livorno	Marciana Marina	Campo all'Aia	0,145/1450	SI
Livorno	Marciana Marina	Spartaia	0,145/2030	SI
Livorno	Marciana Marina	Paolina	0,100/1500	SI
Livorno	Marciana Marina	S. Andrea	0,85/9200	SI
Livorno	Marciana Marina	Cotoncello	0,30/300	SI
Livorno	Marciana Marina	Chiessi	0,90/900	SI
Livorno	Marciana Marina	Pomonte	0,90/900	SI
Livorno	Marciana Marina	Punta Nera	0,80/960	NO
Livorno	Marciana Marina	Campo lo Feno	0,35/4200	NO
Livorno	Marciana Marina	Patresi	0,180/2750	SI
Livorno	Marciana Marina	La Guardia	0,90/900	SI
Livorno	Campo nell'Elba	Spiaggia di Marina di Campo		SI
Livorno	Capoliveri			SI
Livorno	Portoferraio			SI
Livorno	Piombino	Spiaggia di Salivoli		SI
Livorno	San Vincenzo			SI
Livorno	Rosignano Marittimo	Vada-Loc. Stagni	0,8/14000	SI
Livorno	Rosignano Marittimo	Vada-Loc. Tesorino	1,65/49000	SI
Livorno	Rosignano Marittimo	Vada-Loc. Mazzanta	0,75/1500	SI

Tabella 2.3.9 – Esito dei questionari inviati ai comuni toscani.

Di seguito alcune rappresentazioni grafiche derivate da una elaborazione minima (per i pochi dati a disposizione) delle informazioni contenute nei questionari pervenuti (fig. 2.3.24) e alcuni esempi di *banquettes* localizzate sulle spiagge della provincia di Livorno (figg. 2.3.24, 2.3.25, 2.3.26, 2.3.27)

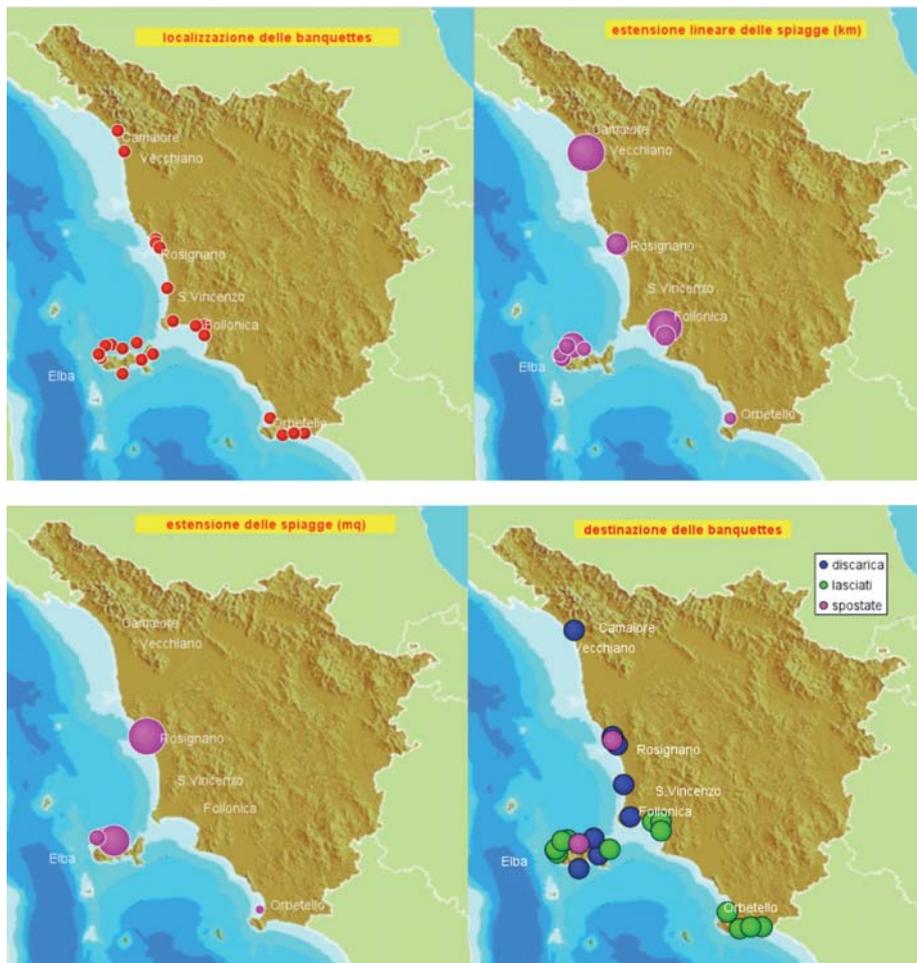


Figura 2.3.23 - Rappresentazioni grafiche derivate da una elaborazione delle informazioni contenute nei questionari pervenuti.



Figura 2.3.24 – Spiaggia di Salivoli (Piombino, LI).



Figura 2.3.25 - Loc. Tre Ponti, Livorno.



Figura 2.3.26 - Spiaggia di Baratti (LI).



Figura 2.3.27 - Loc. Piazzale Bovio, Piombino (LI).



3. VALUTAZIONE DELLE ATTIVITÀ GESTIONALI

3.1. Rimozione delle *banquettes* e sue implicazioni ambientali e socio-economiche

Quanto sinora evidenziato dalla letteratura, dimostra come gli spiaggiamenti di fanerogame marine (segnatamente *Posidonia oceanica*) dovrebbero essere lasciati lungo i litorali, in modo tale da consentire loro di poter completare il proprio ciclo biologico e svolgere le proprie funzioni ecologiche. Qualora, per motivazioni turistico-balneari, si renda necessaria la rimozione, e nell'impossibilità di una loro reimmissione in mare, tali biomasse dovrebbero poter essere utilizzate per interventi di restauro e protezione dei litorali sabbiosi e dei sistemi dunali in particolare, in modo tale di sfruttarne le proprietà ammendanti, mantenendo queste risorse all'interno del sistema spiaggia-duna (Marevivo, 2001).

La sottrazione di ingenti quantità di materiale vegetale spiaggiato può quindi essere critica ed è necessaria la massima cautela poiché i nutrienti derivanti dalle *banquettes* e le particelle di detrito contribuiscono in modo non trascurabile alla produttività costiera globale.

In tempi passati le *banquettes* erano considerate parte integrante del paesaggio costiero e se ne conoscevano gli aspetti positivi, tanto che la "convivenza" con tali forme di deposito naturale era più che gradita. Erano poi praticate (anche secondo differenti tradizioni locali) molteplici forme di utilizzazione delle foglie spiaggiate: quale materiale isolante, termico ed acustico, materiale da imballaggio e per imbottitura di materassi e cuscini, ammendante naturale, materiale per la formazione di suolo (Boudouresque et al, 2006).

Oggi, a causa dello sviluppo delle attività turistico-balneari, alle spiagge vengono imposte condizioni di totale artificialità; in particolare la manutenzione e la pulizia meccanizzata degli arenili comportano la rimozione delle masse vegetali spiaggiate delle quali risultano sconosciute le molteplici e strategiche funzioni ecologiche e di conseguenza innescano una sorta di "desertificazione" delle coste sabbiose (fig. 3.1.1).



Figura 3.1.1 - Operazioni di pulizia meccanizzata della spiaggia di Sabaudia (LT) (Foto: G. Bovina).

I resti della *posidonia* si mescolano frequentemente con quelli di altre fanerogame marine, alghe e con materiali vegetali di origine terrestre: il destino delle *banquettes* si colloca così nel-

la più generale problematica della gestione delle masse vegetali spiaggiate ed in particolare di come queste debbano essere considerate.

Va infatti rilevato come al momento, contrariamente a quanto accadeva in tempi passati, l'elevata quantità di rifiuti trasportata dai corsi d'acqua, abbandonata in mare o direttamente sugli arenili, si mescoli alle frazioni naturali vegetali degradandole (fig. 3.1.2).



Figura 3.1.2 – Esempio di biomasse vegetali spiaggiate (alghe, fanerogame, legname) mescolate con i rifiuti provenienti dal mare (Foto: G. Bovina).



Figura 3.1.3 –Detrito di posidonia fortemente rimaneggiato e frammisto a rifiuti solidi spiaggiate. Litorale di Viareggio (LU) (Foto: G. Bovina).

Le operazioni meccanizzate di pulizia degli arenili, oltre al danneggiamento fisico della spiaggia ed alla perdita delle sue funzioni ecologiche, determinano il mescolamento della frazione nobile e di quella contaminante, a cui segue, inevitabilmente, lo smaltimento in discarica (tra

tutte, la forma di smaltimento “culturalmente” meno impegnativa).

Oltre alla sottrazione pressoché irreversibile di importanti biomasse si aggiungono altri effetti critici:

- sistematica sottrazione di sabbie da arenili frequentemente interessati da un bilancio sedimentario negativo, ormai divenuto cronico lungo la maggior parte delle spiagge italiane;
- danneggiamento della vegetazione dunale pioniera e delle forme d’accumulo sabbioso embrionali;
- alti costi (economici ed energetici complessivi) per la raccolta, il trasporto e lo smaltimento dei materiali organici;
- occupazione di volume in discarica.

Tutto ciò impone la necessità di individuare modalità di fruizione e criteri di “manutenzione” delle spiagge maggiormente avanzati e responsabili.

3.2. Ricerche in corso per utilizzi delle *banquettes* di *P. oceanica*: stato dell’arte e prospettive future

Mediante una puntuale ricerca bibliografica, dalla quale è emerso come la scarsa conoscenza del fenomeno dello spiaggiamento rende la problematica più difficoltosa da gestire da parte degli operatori del settore (in quanto quasi sempre associato ad inquinamento), è stato possibile valutare in quale modo i paesi europei e non affrontano tale problematica.

Con lo stesso scopo, nell’ambito delle attività condotte per il “Programma Nazionale di individuazione e valorizzazione della *Posidonia oceanica*”, sono stati posti alcuni quesiti ad esperti francesi e spagnoli per ottenere informazioni sulle esperienze estere in materia di gestione degli spiaggiamenti di posidonia e di fanerogame marine.

In particolare, i quesiti hanno riguardato i seguenti aspetti:

- l’inquadramento nell’ambito normativo dei resti di *Posidonia* che si spiaggiano lungo la costa e se essi sono considerati rifiuto;
- le possibilità di riutilizzo mediante compostaggio o tecniche similari di stabilizzazione;
- il reimpiego in interventi di recupero ambientale o ricostruzione paesaggistica e la descrizione di interventi significativi in tale ambito.

Si riporta di seguito una sintesi delle informazioni ottenute.

Francia

Anche in Francia non risultano indicazioni normative specifiche relative al detrito vegetale spiaggiato (allegato II) e tale materiale viene trattato come rifiuto dai gestori delle spiagge turistiche; tutto questo nonostante esista una legge del 1988 che tutela sia la *Cymodocea nodosa* che la *Posidonia oceanica* (L.) Delille, “in tutte le sue parti”: secondo gli esperti comprendendo dunque in queste anche quelle asportate dalla prateria.

Si sottolinea però che nelle aree marine protette, come il Parco nazionale di Port-Cros o la Riserva Naturale di Scandola in Corsica, le foglie di posidonia non vengono rimosse (Boudouresque et al, 2006).

Ancora in Francia, in tema di sensibilizzazione, si riporta l’esperienza del comune di Hyeres dove, grazie alla collaborazione tra amministrazione locale, ecologisti ed esperti scientifici, dal 1999 viene condotta una esperienza di gestione ecologica di due spiagge nelle quali non vengono rimossi i depositi di *Posidonia*. La comunicazione rivolta ai turisti tramite pannelli espli-

cativi informa gli stessi che si tratta di materiali naturali, indicatori di buona qualità dell'ambiente, e non di rifiuto; inoltre, il fatto di non rimuovere un materiale fa sì che la spiaggia da loro frequentata possa essere considerata come una "spiaggia ecologica".

Inoltre, nel corso del progetto POSIDuNE (INTERREG IIIC Beachmed-e), i ricercatori dell'EID Méditerranée e dell'ICRAM hanno visitato il sito del *Tombolo de Giens* (Francia meridionale) dove i resti di fanerogame marine spiaggiate sono stati utilizzati come matrice principale per la ricostruzione di una duna costiera (fig. 3.2.1).



Figura 3.2.1 – Esempio di ricostruzione di una duna mediante l'utilizzo di resti di *Posidonia oceanica* e l'impianto di vegetazione (Tombolo de Giens, France) (Foto: E. Pallottini).

Spagna

In Spagna non esiste una regolamentazione specifica in materia di gestione degli spiaggiamenti. Come per altri paesi del bacino Mediterraneo questi resti sono considerati elementi di degrado e, per motivi turistici, ne è praticata la rimozione come rifiuto, come avviene per esempio nelle Isole Baleari.

Non sono stati avviati programmi sistematici di valorizzazione delle *banquettes* e/o di riutilizzo ecologico del detrito vegetale. Sono state condotte, da parte delle Università e delle Associazioni Ambientaliste, iniziative di sensibilizzazione e comunicazione sul ruolo ed importanza delle *banquettes* nella protezione dei litorali.

Si ha comunque notizia, non documentata, di reimpieghi localizzati in interventi di recupero ambientale in ambito costiero. Esistono inoltre esperienze, anch'esse non documentate, su sperimentazioni per la produzione di pannelli isolanti.

Per quanto riguarda più specificamente il compostaggio è utile riportare l'esperienza di Denya, comune della regione di Valencia in Spagna. Con il sostegno finanziario dello strumento LIFE Ambiente (concesso dalla Commissione Europea nel 1996 per il carattere innovativo del progetto), la municipalità di Denya, sotto la supervisione dell'Università Politecnica di Valencia, ha realizzato un impianto di compostaggio in grado di trattare circa 15000 mc/anno di residui vegetali.

Il progetto è nato dall'esigenza di rimuovere ingenti quantità di alghe e fanerogame marine, spiaggiate in grande quantità lungo la costa della municipalità di Denya, e di smaltire rilevanti quantità di scarti di manutenzione del verde pubblico e privato (circa 60000 mc/anno).

Il ciclo di trattamento utilizza la tecnica del cumulo rivoltato all'aperto, con aerazione forzata: la capacità di trattamento è di circa 9000 T di resti vegetali e 3000 T di *Posidonia* (con una incidenza di circa il 15 % di alghe).

Secondo l'esperienza spagnola, con tale composizione viene ottenuto un compost di apprezzabili caratteristiche agronomiche, con deboli limitazioni e ricco in oligoelementi, particolarmente indicato per impieghi nella vivaistica, negli interventi di riforestazione o di recupero ambientale. (Universitat Politècnica València - <http://www.upv.es>; ultimo accesso: maggio 2009)

Gli effetti di protezione da parte delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* sulla linea di costa sono stati ampiamente illustrati negli anni 80 da studiosi francesi (Boudouresque et Meinesz, 1982; Jeudy de Grissac 1984). Nel 2002, Servera e collaboratori elaborano un modello consequenziale di deposizione e ritirata naturale delle *banquettes* accumulate sulle spiagge delle isole Baleari. Il modello è rappresentato in figura 3.2.2 (Servera *et al.*, 2002).

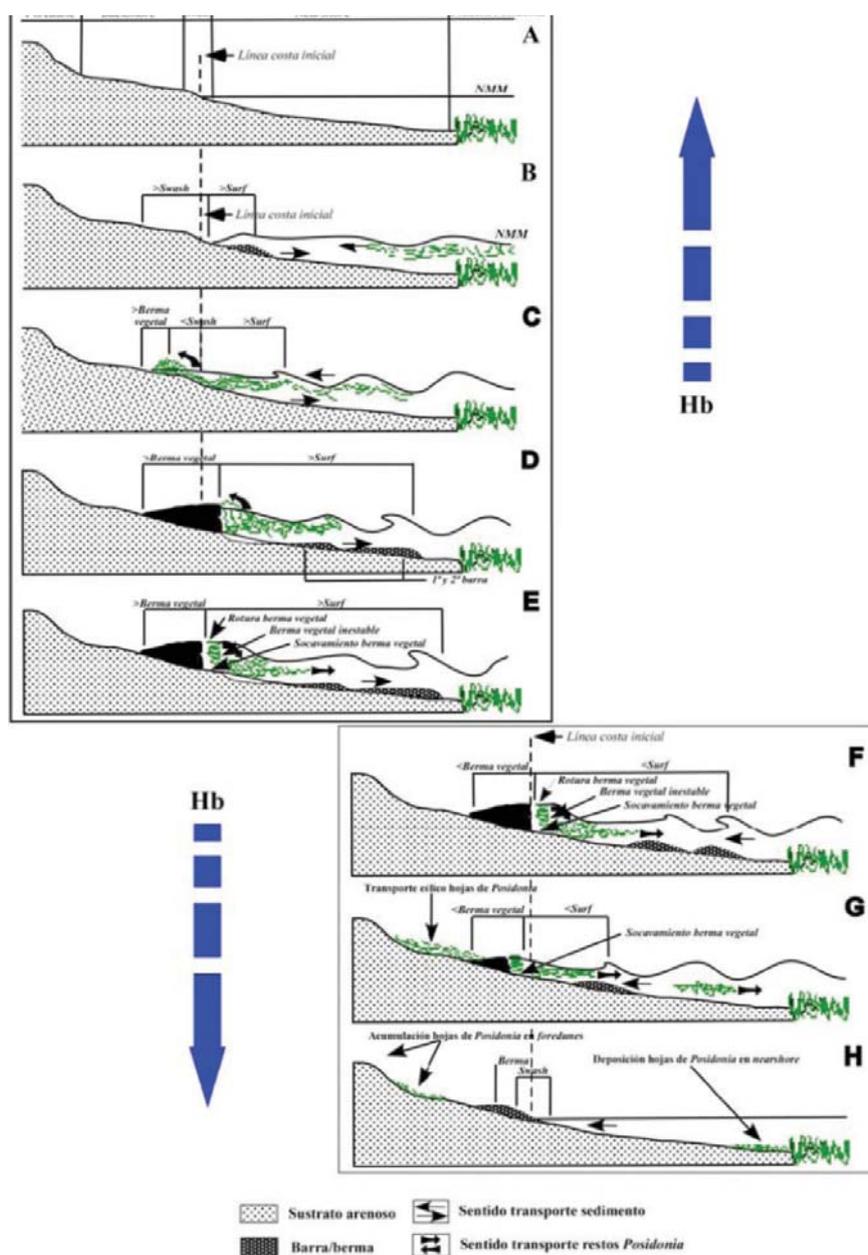


Figura 3.2.2 - Modello sequenziale di costruzione e distruzione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica* accumulate sulla zona di swash (da: Servera *et al.*, 2002).

Dallo studio di questo modello è stato possibile determinare due profili di costa diversi dipendenti dalla rimozione o meno delle *banquettes* (fig. 3.2.3). E' possibile notare come il profilo A, dove è stata condotta la continua rimozione delle *banquettes*, mostri un tipico fenomeno erosivo; viceversa il profilo B dove gli accumuli di posidonia non sono stati rimossi mostri un fenomeno di accrescimento della linea di costa.

Gli effetti erosivi sono da imputare principalmente all'asporto meccanico delle *banquettes* dalle spiagge, depauperando così la costa sia dal punto di vista fisico con asportazione di sedimento che da quello biologico. In occasione di una mareggiata è stato possibile verificare quanto teorizzato dal modello si è infatti verificata la perdita di circa 33 m³ di sedimento e di materiale organico sul profilo di costa, la perdita di vegetazione sia sulla spiaggia che sulle dune nonché la modificazione del profilo naturale della spiaggia con una erosione temporale della linea di costa di circa 15 m. Sulla base di quanto accaduto è stato elaborato un piano di gestione delle *banquettes* all'interno del Piano di gestione integrata del litorale (Roig, 2001) su tutta l'isola di Minorca.

Il piano prevede la rimozione delle *banquettes* unicamente nelle spiagge "urbane", cioè quelle a maggior afflusso turistico, tra il mese di giugno e la metà di settembre. In questo periodo infatti oltre ad avere il massimo afflusso turistico sulle spiagge si ha anche la minor probabilità di rilevanti eventi temporaleschi. Così facendo si mantiene il profilo naturale di costa, e non si "desertifica" la spiaggia degli elementi nutritivi. Contrariamente nelle spiagge meno frequentate e più isolate le *banquettes* non saranno rimosse.

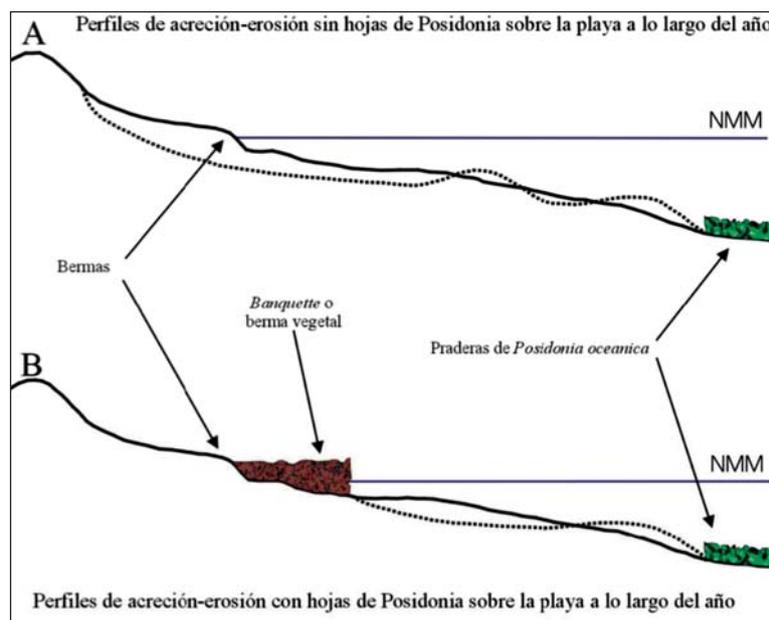


Figura 3.2.3 - Profili teorici di spiagge con e senza accumulo di foglie di *Posidonia oceanica* sulla zona di swash (da: Servera *et al.*, 2002).

Per quanto riguarda l'asportazione delle *banquette* il piano gestionale prevede l'utilizzo di una benna con una porosità maggiore del 95% e una capacità di rimozione di 2.8 m³ collegata all'automezzo mediante braccio telescopico in modo da poter effettuare sia la rimozione sia il lavaggio del cumulo a debita distanza dalla linea di costa. Il lavaggio delle *banquettes* permette di non asportare ingenti quantità di sedimento ma di lasciarlo a riva.

Il destino finale delle *banquettes* è stabilito dalla disponibilità di spazio sul sistema spiaggia-duna. La soluzione migliore è quella di lasciarle nel retro spiaggia in modo da creare una in-

terferenza eolica e con il tempo essere incorporate nuovamente al sistema.

Gli autori di molte pubblicazioni comunque concordano con l'opinione che la conoscenza del fenomeno dello spiaggiamento da parte dei frequentatori delle spiagge è la migliore delle soluzioni per una possibile convivenza.

Malta

A Malta sono stati condotti interventi, considerati innovativi (ma comunque basati su esperienze storiche), per la gestione ed il miglioramento della copertura vegetale costiera, attraverso il reimpiego "locale" della Posidonia spiaggiata. Il materiale viene rimosso dalla spiaggia ed utilizzato come substrato organico per creare condizioni pedologiche favorevoli allo sviluppo delle coperture vegetali ed al restauro di aree costiere degradate o comunque denudate e carenti di suolo.

Gli obiettivi dell'azione sono:

- la pulizia, per motivi turistici, delle spiagge;
- la riduzione delle problematiche di gestione dei rifiuti;
- la creazione di barriere verdi utili per fini di restauro ambientale ed il contenimento dell'impatto prodotto dai veicoli sulle spiagge.

L'esperienza maltese prevede la rimozione meccanizzata, ma comunque attenta del materiale, che viene successivamente deposto in cumuli, l'uno accanto all'altro, a formare uno strato di circa 1.5 metri di spessore, modellato prima dell'inverno. Dopo almeno due stagioni invernali il deposito viene piantumato con specie quali *Atriplex halimus*, lungo il perimetro, e *Tamarix sp.* ed acacia al suo interno.

A circa 15 anni dai primi interventi i risultati ottenuti sono molto soddisfacenti essendosi realizzate barriere verdi alte più di 2 metri, in grado di controllare l'accesso selvaggio alle spiagge, soprattutto per le automobili, e di creare condizioni favorevoli alla colonizzazione della vegetazione pioniera locale (University of Malta – Research and development centre Ministry of agriculture and fisheries - J. Borg <http://www.um.edu.mt/pub/jborg.html>; ultimo accesso: maggio 2009).

Nord Europa

Alcuni paesi del Nord Europa (Germania, Danimarca, Francia), nell'ambito del progetto INTERREG IIIC CosCo (*Coastal co-operation with sea grass and algae focus*), hanno avviato sperimentazioni per attuare il riutilizzo delle biomasse vegetali spiaggiate (in questo caso costituite per la maggior parte da alghe) in differenti settori quali quello medico, edile, commerciale (per la realizzazione di materiale isolante e prodotti per animali domestici (fig. 3.2.4).



Figura 3.2.4 - Esempio di riutilizzo delle alghe: lettiera per gatti prodotta con l'alga *Zostera*.

Lo scopo è stato quello di evitare lo smaltimento di tali depositi in discarica per non incrementare la concentrazione di biogas (derivante dalla decomposizione della sostanza organica) nell'atmosfera. In quest'ottica, infatti, il conferimento in discarica di biomasse vegetali contraddice le direttive del protocollo di Kyoto in quanto queste contribuiscono alla produzione di biogas.

Kenia

La problematica dello spiaggiamento è molto sentita anche in Kenia soprattutto da quando si è intensificata l'industria turistica. Sebbene la specie coinvolta nello spiaggiamento non sia la *Posidonia* la gestione degli accumuli è simile.

Da studi condotti da Ochieng e Erfteimeijer nel 1999 si è osservato come l'asportazione dei cumuli abbia provocato il fenomeno dell'erosione della spiaggia valutata in circa 492450 kg di sabbia asportata ad ogni pulizia per un tratto di costa di circa 9.5 km. Nel complesso lo spiaggiamento è stato stimato in 6.8 milioni di kg di materia secca che rappresenta circa 14.7 milioni di kg di C per anno. Dai dati raccolti si evince che la rimozione dei cumuli di alghe spiaggiate crea danni enormi, quindi si è elaborato un piano di gestione che prevede il rastrellamento delle alghe e la loro sepoltura in loco. Non privando in questo modo l'apporto di nutrienti essenziale per la vita di milioni di microrganismi.

Tanzania

Anche la Tanzania è interessata alla problematica dello spiaggiamento e, analogamente al Kenia, ha elaborato un piano gestionale che prevede non solo la rimozione e la sepoltura delle alghe ma anche il divieto della pesca con esplosivi (ampiamente utilizzata nel paese) e la regolamentazione dell'urbanizzazione della costa.

3.3 Esempi di procedure/casi studio relativi alla gestione delle banquettes in Italia

3.3.1 Liguria

In Liguria la rimozione delle *banquettes* dagli arenili è quasi sempre necessaria poiché le spiagge liguri sono poco sviluppate in lunghezza ed il retrospiaggia, se non è completamente assente è molto ridotto. Inoltre il clima mite della Riviera fa sì che in tutto l'arco dell'anno le spiagge sono usufruite dai turisti e pertanto la pulizia non può essere limitata alla sola stagione estiva.

Dalle informazioni raccolte nell'ambito del presente gruppo di lavoro la soluzione maggiormente adottata dai comuni liguri, se non l'unica, è l'asportazione degli accumuli con l'impiego di mezzi meccanici, ruspe, vasche carrabili ed il successivo trasferimento in discarica. L'impiego di tali mezzi implica tutta una serie di problemi, sia dal punto di vista ambientale, sia dal punto di vista economico. Accanto all'asportazione di biomasse vegetali, che rivestono un importante ruolo ecologico, l'azione di raccolta dei mezzi meccanici potrebbe andare a perturbare le comunità microbiche che vivono tra i granelli di sabbia e che vanno a costituire "l'ecosistema spiaggia". Le *banquettes* spiaggiate inoltre trattengono grandi quantitativi di sabbia che sono quindi sottratti alla spiaggia durante le operazioni di raccolta provocando conseguenze negative sul bilancio sedimentario. Pochi comuni liguri, tra cui Santo Stefano al Mare (IM), Andora (SV) e Noli (SV) effettuano il recupero della sabbia prima di asportare i cumuli; occorre sot-

tolineare, però che lo spostamento temporaneo degli accumuli in altri siti, come avviene per esempio nel comune di Santo Stefano, limita in parte il problema del deficit sedimentario delle spiagge, poiché la sabbia non viene sottratta definitivamente.

Pertanto, in questa fase sarebbe necessario prediligere l'impiego di mezzi non meccanici ma manuali, come per esempio nastri trasportatori e, soprattutto, cercare di recuperare il più possibile la sabbia dagli accumuli prima che questi ultimi siano rimossi dall'arenile.

Dal punto di vista economico la rimozione delle *banquettes* implica costi elevatissimi per effettuare tutte le operazioni di raccolta, trasporto e smaltimento in discarica. Soprattutto quest'ultima fase incide maggiormente sull'aspetto economico, poiché molto spesso i cumuli raggiungono un peso notevole dovuto alla presenza di acqua e di sabbia; di conseguenza necessitano di costi ingenti per essere smaltiti. Dai questionari si è visto come variano le spese da un comune all'altro a seconda del quantitativo da smaltire. Il comune di Andora ha speso nel 2006 circa 42000,00 € per smaltire 396 t di materiale spiaggiato, mentre il comune di Santo Stefano al Mare ha speso circa 200000,00 € nel 2006 per smaltire 2140,280 t. Per avere un'idea di quanto si risparmierebbe se gli accumuli non fossero portati in discarica, ma spostati temporaneamente in altri siti occorre riferirsi ancora una volta al Comune di Santo Stefano al Mare. Nel 2007, a progetto avviato, sono stati spesi circa 50000,00 € per le operazioni di spostamento di circa 2524 t di *banquettes* risparmiando notevolmente rispetto all'anno precedente quando gli accumuli venivano smaltiti in discarica.

Inoltre, accanto ai costi di smaltimento vanno sommati tutti i costi per le operazioni di ripascimento, spesso necessari a inizio stagione balneare per ricostituire i profili delle spiagge dalle quali è stato asportato il materiale.

a) Il progetto pilota del Comune di S. Stefano al Mare

Questo piccolo comune dell'imperiese, che si sviluppa per un totale di 2800 m di costa, rappresenta un esempio significativo di come poter risolvere la problematica legata alla gestione degli accumuli di *Posidonia oceanica* sui litorali.

Sui fondali antistanti la costa si sviluppa uno tra i più estesi (359 ha) ed imponenti posidonieti liguri, la prateria di Santo Stefano al Mare (fig. 1.2.7), che come conseguenza provoca lo spiaggiamento a terra di ingenti e massicci accumuli di foglie morte. Le spiagge interessate da tali accumuli e utilizzate per la balneazione sono principalmente tre: la spiaggia comunale, di libero accesso, Baia Azzurra e The One Beach (già Sottovento Beach), entrambe in concessione a privati.

Negli scorsi anni per ovviare al problema della pulizia delle spiagge gli accumuli erano portati in discarica con ingenti spese economiche. Solamente nel 2006 sono stati smaltiti 2.140,280 t per un costo totale di gestione di circa 200.000,00 €.

Per cercare quindi di risolvere un problema non solo di interesse economico, ma anche di interesse pubblico (sviluppo turistico legato alla fruizione delle spiagge) è nato nel 2007 il progetto pilota "*Banquettes* - gestione e riciclo naturale delle foglie morte di *P. oceanica*" (Garibaldi F. 2007), che prevede una corretta gestione delle foglie morte di *Posidonia oceanica*. La tendenza è quella di mantenere il più possibile in loco le *banquettes* durante il periodo non balneare e limitare gli spostamenti durante la sola stagione estiva in zone di litorale che non sono interessate da attività di balneazione o sono sottoposte ad erosione.

Nel dicembre 2006 è iniziato il monitoraggio fotografico degli arenili di Santo Stefano per una valutazione della successione dei fenomeni. Durante questo periodo sono state intraprese anche azioni di informazione e sensibilizzazione del pubblico, attraverso la predisposizione di pannelli informativi che illustravano le caratteristiche biologiche della *posidonia* e delle *banquet-*

tes; accanto a ciò è stato istituito un vero e proprio piano di pulizia delle *banquettes* e delle spiagge, al fine di mantenere il più possibile gli accumuli liberi da rifiuti di origine organica (plastica, bottiglie ecc.).

Nel maggio 2007 è iniziata la prima prova operativa nella spiaggia di Baia Azzurra, quando ca 350 m³ di *banquettes* accumulate durante l'inverno sono state spostate a ridosso di un penello.

In seguito per evitare l'insorgere di schiume e causare problemi di intorbidimento delle acque gli spostamenti erano effettuati nelle prime e ultime ore del giorno. Per mantenere la spiaggia libera dagli accumuli da giugno a settembre sono stati compiuti undici spostamenti, per complessivi 1.270 m³ di *banquette*.

Nella spiaggia di The One Beach sono stati necessari circa nove interventi (960 m³); in questo caso gli accumuli sono stati spostati nella porzione contigua di spiaggia non utilizzata per la balneazione.

Nella spiaggia comunale sono stati compiuti solamente cinque interventi di spostamento delle *banquettes*, per complessivi 740 m³.

Contemporaneamente è stato condotto un monitoraggio costante delle spiagge e dei fondali antistanti la zona di reimmissione in mare, in maniera tale da verificare l'erosione degli stessi litorali, l'eventuale altro apporto di materiale grossolano e mantenere sotto controllo l'ecosistema sottomarino. Sono state quindi condotte indagini di laboratorio su diciotto campioni di residui fogliari per valutare la loro composizione. I campioni sono stati pesati, ne è stato misurato il volume e sono quindi stati fatti essiccare in stufa a 100°C. Quindi sono stati nuovamente pesati e separati nelle diverse componenti (sabbia e posidonia) tramite passaggio ad alta temperatura (500 °C). Nella tabella seguente si riportano i dati ottenuti.

SPIAGGIA		PESO			VOLUME		
		% pos	% sabbia	% acqua	% pos	% sabbia	% acqua
Baia azzurra	fresca	5,8	30,5	63,7	32,6	26,3	41,4
	cumulo	6,9	66,0	27,1	44,3	38,9	16,8
Comunale	fresca	7,8	34,3	57,9	21,1	42,5	36,4
The one beach	fresca	7,2	39,4	53,4	31,6	29,8	38,6
	cumulo	6,8	72,3	20,9	39,2	41,9	18,9
media		6,9	48,5	44,6	33,8	35,9	30,4

Tabella 3.3.1 - risultati delle analisi effettuate sui campioni di residui fogliari

In media il quantitativo di sabbia, sia in peso, sia in volume, supera decisamente la percentuale di posidonia e di acqua, presenti nei cumuli,

Dall'inizio delle attività sono stati spostati circa 2.524 t di *banquettes*, risparmiando così circa 1.224 t di sabbia che sarebbero state sottratte agli arenili se gli accumuli fossero stati smaltiti in discarica. Dal punto di vista economico le operazioni sono costate circa 50.000 € contro i 200.000 € spesi nel 2006 quando tutti gli accumuli furono trasferiti in discarica.

Nel complesso, tutte le attività svolte possono essere schematizzate in quattro fasi:

1. individuazione degli eventuali siti di spostamento;

-
2. individuazione delle modalità e tempi di spostamento e mantenimento delle *banquettes*;
 3. monitoraggio scientifico dei fenomeni naturali di accumulo e dispersione delle *banquettes*;
 4. azioni correlate (pulizia delle spiagge, informazione del pubblico, educazione ambientale)

La scelta di mantenere in loco le *banquettes* durante il periodo invernale e limitare gli spostamenti nel solo periodo estivo sottolinea l'importanza ecologica che tali accumuli hanno, contribuisce al miglioramento dell'equilibrio sedimentario e di conseguenza alla stabilizzazione delle spiagge. La scelta di non smaltire in discarica i cumuli comporta poi un notevole risparmio sia in termini di denaro, sia in termini di spazio all'interno dei siti di smaltimento. Per contro, sono stati riscontrati problemi logistici di organizzazione (tempistiche di intervento, tipologia di mezzi da utilizzare ecc..) che solamente con l'esperienza possono essere comunemente facilmente risolti.

In seguito alla positiva esperienza del progetto, la Regione Liguria ha legiferato in materia, unica regione italiana a quel tempo, tramite la DGR 1488/2007, in cui vengono riportate le linee guida per il trattamento delle *banquettes* sulle spiagge dell'intera Regione.

Uno dei più grandi problemi rimane comunque la corretta informazione e comunicazione presso il grande pubblico, che ad esempio non comprende perché le biomasse vengano ributtate in mare.

Per affrontare quindi quest'ultimo punto si è pensato nel 2008 di aumentare il livello di informazione attraverso campagne di sensibilizzazione nei confronti della stessa *Posidonia oceanica*, ma anche dell'ambiente in generale.

Oltre alla realizzazione di pannelli informativi posti nei luoghi di maggiore accumulo delle *banquettes*, è stato realizzato nell'estate 2008 (sempre in relazione al "progetto *banquettes*") il "Pullman del mare", una mostra fotografica allestita su un vecchio pullman d'epoca restaurato, in modo da dare una connotazione ancor più originale alla mostra stessa, adattando il mezzo ad accogliere in maniera funzionale l'esposizione fotografica (Garibaldi F., 2008).

Il pullman è stato quindi parcheggiato accanto alla cinquecentesca torre ennagonale che ospita gli uffici comunali, all'ingresso di levante del paese, dal 1 al 31 agosto 2008, con orario di apertura pomeridiano - serale (17.30 - 1.00). La mostra è stata pensata in modo da poter offrire al visitatore un quadro il più esaustivo possibile delle bellezze dei fondali di S. Stefano al Mare, mettendo in evidenza le problematiche legate alla prateria di *Posidonia oceanica* e alla formazione delle *banquettes* sulle spiagge. Complessivamente, considerando anche le immagini all'esterno, sono state 150 le fotografie esposte. La mostra all'interno è stata organizzata in sezioni, ciascuna in grado di sviluppare differenti tematiche relative all'ambiente marino. Le 96 immagini all'interno del pullman, tutte corredate da didascalie esplicative, hanno affrontato i seguenti temi:

1. La *Posidonia oceanica*;
2. Il fondale dei colori;
3. I relitti;
4. Pesci e cetacei;
5. La pesca ligure.

La mostra è stata visitata da un pubblico molto eterogeneo per età e provenienza ed ha ricevuto entusiastici consensi, sia dai turisti che dai residenti. Sui registri posizionati sul pullman per le firme almeno 800 persone hanno voluto lasciare un messaggio: si stima che i visitatori siano stati alcune migliaia, considerando i giorni e i tempi di apertura e le presenze di turisti.

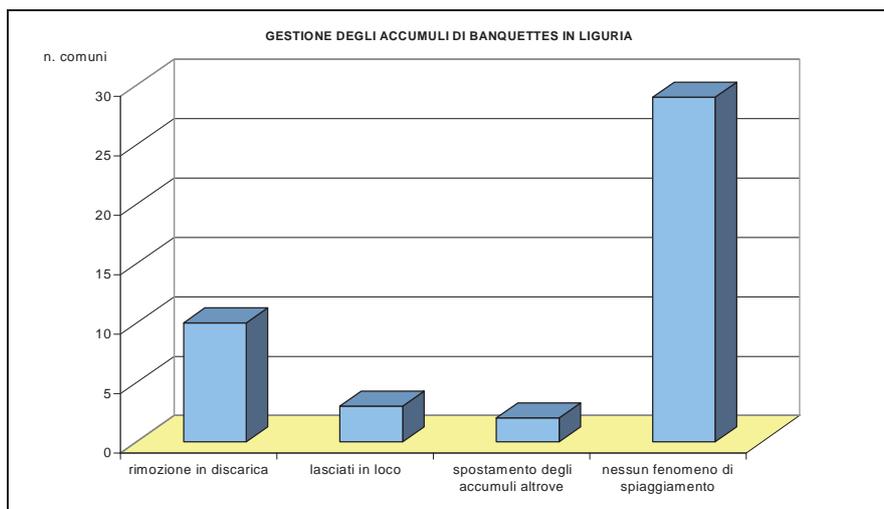


Figura 3.3.1 - Tipologie di gestione degli accumuli di *P. oceanica* spiaggiata adottate in Liguria.

b) Delibera di Giunta Regionale n. 1488 del 7/12/2007 - Allegato: “Criteri per la gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica*”

In Liguria non essendo ancora vigente alcun regolamento che legiferasse la gestione delle *banquettes* e trattandosi di materiale di spiaggia e quindi di competenza demaniale, le procedure per l’attivazione del progetto pilota nel comune di Santo Stefano prevedevano la semplice richiesta di autorizzazione all’effettuazione delle operazioni al Settore Demanio Marittimo del Comune. Pertanto tutte le attività svolte nell’ambito del progetto sono state pianificate e realizzate dall’Amministrazione Comunale sotto stretto controllo di Asl, Capitaneria di Porto e Amministrazione Provinciale, in merito all’opportunità di monitorare l’evoluzione dell’evento con particolare riguardo ai quantitativi di materiale gestiti.

Valutata la carenza normativa in materia di *banquettes*, accentuata in particolar modo dalle problematiche presentate dal Comune di Santo Stefano, Regione Liguria ha pubblicato la Delibera di Giunta Regionale n. 1488 del 7/12/2007 “Criteri per la gestione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica*”. Tale documento intende fornire ai comuni costieri, cui compete la gestione del Demanio marittimo, le indicazioni necessarie alla pianificazione e gestione sostenibile delle *banquettes*, avuto riguardo sia degli aspetti connessi alla protezione degli ecosistemi costieri e delle spiagge in relazione ai fenomeni erosivi, sia delle esigenze socio economiche correlate alle attività turistico-ricreative che caratterizzano il litorale ligure.

Le soluzioni proposte sono volte, laddove possibile in relazione alla specificità ed agli usi dei luoghi, a favorire il mantenimento in loco o lo spostamento lungo il litorale (compatibilmente con quanto previsto dal Piano di Utilizzazione delle aree demaniali) nel qual caso, non sussistendo la volontà di disfarsi della biomassa, la stessa non è classificabile come rifiuto e quindi non è soggetta alla relativa normativa. La D.G.R. individua, tra l’altro, le misure gestionali, i criteri per l’individuazione dei siti di trasferimento e le modalità di raccolta, movimentazione e manutenzione degli accumuli. È istituita inoltre la Banca Dati regionale “*Banquettes* di *Posidonia oceanica*”, una banca dati che raccoglie i dati forniti annualmente da ogni Comune costiero relativi alla gestione e movimentazione dei residui fogliari di *Posidonia* sui propri litorali. Tale strumento servirà come base di riferimento oggettiva per valutare l’entità del fenomeno e l’efficacia degli interventi.

I “Criteri” non vietano dunque lo smaltimento in discarica degli accumuli, ma non lo consigliano, proponendo soluzioni più sostenibili dal punto di vista ambientale.

3.3.2. Puglia

In Puglia tutti gli Enti e/o Istituzioni interessati alle questioni relative alla presenza delle *banquettes* stanno cercando strategie gestionali che tengano conto sia degli aspetti ambientali che socio-economico. Le *banquettes* ed in generale la posidonia spiaggiata, come già ribadito più volte, hanno un ruolo molto importante nel mantenimento e consolidamento degli arenili sab-biosi, limitando i processi erosivi. Inoltre, la stessa matrice vegetale è utilissima per mantene-re l'equilibrio energetico (nel senso del bilancio della sostanza organica) nell'ambito degli eco-sistemi marino-costieri. D'altro canto, la presenza di foglie e rizomi di *Posidonia* sulle spiag-ge, può causare un certo imbarazzo nei bagnanti, soprattutto quelli meno informati, e conse-guentemente avere un impatto sul turismo balneare.

Inoltre, nell'ambito progetto POPRURA (INTERREG Grecia-Italia 2000-2006): “La *Posido-nia oceanica* (L.) Del.: protezione, ripopolazione di praterie e utilizzazione dei residui in agri-coltura” condotto per l'Italia dal C.N.R. – Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari e dal-l'Università di Bari, i residui di *Posidonia oceanica* sono utilizzati per avviare studi sul com-postaggio e sul suo utilizzo in campo agricolo. I primi risultati sembrano essere incoraggianti.

3.3.3. Toscana

Nell'ambito del progetto POSIDuNE (INTERREG IIIC Beachmed-e), la Provincia di Pisa in previ-sione di un intervento di ripristino dunale che prevedeva anche l'impiego di biomasse vegetali spiag-giate, ha redatto un'apposita procedura per la “movimentazione e l'utilizzo di materie vegetali spiag-giate per la stabilizzazione o costituzione di dune costiere” secondo quanto previsto dalla circolare del-l'allora Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio n. 8123/2006. Di seguito se ne riporta il testo:

Procedura per la movimentazione e utilizzo di materie vegetali spiaggiate per la stabiliz-zazione o costituzione di dune costiere

L'impiego di biomasse vegetali spiaggiate di origine marina per il consolidamento delle le dune, il recupero della fertilità e la valorizzazione di frazioni, diversamente gestite fino ad oggi come rifiu-ti, è sempre più oggetto di studi e sperimentazioni specifiche con risultati oramai consolidati.

Già naturalmente le foglie spiaggiate vanno a formare strutture che da una parte contribuisco-no a trattenere la sabbia e quindi ad evitare l'erosione del litorale e dall'altra costituiscono un microhabitat per le specie vegetali, in quanto la loro decomposizione apporta sufficienti nu-trienti per permettere l'inizio della colonizzazione da parte di specie erbacee. L'ipotesi di lavo-ro è, quindi, quella di sfruttare i materiali vegetali spiaggiati per la ricostruzione o protezione dei cordoni *dunari*, provvedendo ad armare le porzioni più esposte all'erosione con fibre vege-tali (tronchi cippati e posidonia) così da agevolare l'azione di deposizione e trattenimento del-la sabbia e favorire l'insediamento della vegetazione naturale.

Aspetti procedurali generali

Prima di affrontare le problematiche operative legate al reperimento e riutilizzo dei materiali ve-getali spiaggiati è necessario inquadrare l'iter amministrativo di approvazione delle “procedure operative”, la cui pianificazione costituirà parte essenziale della progettazione delle opere:

A livello preliminare è stato necessario individuare le aree di possibile prelievo del materiale spiaggiato e quelle di sua destinazione (area di attuazione degli interventi).

Nel caso specifico le procedure operative prevedono il trasferimento del materiale dalla zona

di deposizione naturale a quella di utilizzo, pertanto, la procedura di gestione del materiale spiaggiato risulterà elemento qualificante per la disapplicazione della normativa sui rifiuti.

E' stato quindi affrontato il problema degli stoccaggi poiché, per poter procedere al caricamento e trasporto su camion, è indispensabile accantonare temporaneamente il materiale per consentire l'eliminazione naturale dell'acqua in eccesso.

E' stato quindi predisposto il seguente "piano di raccolta e riutilizzo" dei materiali vegetali spiaggiati utili all'attuazione degli interventi di difesa, approvato tramite Conferenza dei Servizi.

Piano di Raccolta e Riutilizzo

Il Piano consta nel dettaglio esecutivo delle modalità di gestione del materiale e nella disciplina delle campagne di indagine conoscitiva sui materiali, sui siti di stoccaggio e destinazione.

La procedura esecutiva di gestione del materiale prevede i seguenti punti:

- Definizione della tipologia dei materiali e relativa caratterizzazione: i materiali vegetali necessari all'intervento progettato saranno di tipo legnoso (tronchi spiaggiati da utilizzare previo trituratura o tal quali come nucleo strutturale delle dune) o posidonia spiaggiata (eventualmente associata ad altri tipi di alghe).

La definizione del materiale è importante al fine della determinazione della campagna di indagini chimiche da condurre per la sua caratterizzazione finalizzata al riutilizzo in aree litoranee. Il materiale legnoso grossolano, di origine terrestre, è per sua natura meno predisposto all'assorbimento e rilascio di sostanze chimiche inquinanti e conseguentemente si propone di escluderlo da qualsiasi campagna di campionamento ed analisi.

La posidonia spiaggiata, ai fini del riutilizzo in aree limitrofe agli arenili, dovrà soddisfare gli stessi requisiti di altro materiale utilizzabile in tale ambito (si propone pertanto di indagare gli stessi parametri richiesti per la caratterizzazione dei materiali sabbiosi provenienti da cave litoranee e destinati a ripascimento delle spiagge).

Parametri fisici, chimici e microbiologici:

PARAMETRO SPECIFICHE	
Descrizione macroscopica	Colore, odore, residui di origine antropica
Metalli	Al, As, Cd, Cr totale, Pb, Hg, Ni, Cu, V, Zn
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	IPA totali [Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indopirene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,cd)pirene]
Idrocarburi Totali	Possibilmente distinti in C<12 e C>12
Pesticidi Organoclorurati	Aldrin, Dieldrin, α -esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano, γ -esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4)
Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169 e PCB 180 e loro sommatoria
Clorobenzeni Esaclorobenzene	
Coliformi	<i>Escherichia coli</i>
Enterococchi	Fecali
Salmonelle	
Clostridi	Spore di clostridi solfito-riduttori
Stafilococchi	
Miceti	

Si ritiene importante sottoporre il materiale a “test di cessione”, viceversa, trattandosi di materiale vegetale già spiaggiato ed il cui riutilizzo è previsto in aree litoranee limitrofe agli arenili ma non oggetto di fruizione (essendo i cordoni dunari facilmente alterabili è sempre da vietare la frequentazione), si ritiene di non prevedere analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità).

- *Definizione dei quantitativi di materiale vegetale necessari all’attuazione dell’intervento:* valutazione necessaria al fine di individuare e dimensionare le aree di stoccaggio e programmare le relative operazioni.

Per l’intervento sperimentale di ripristino e ricostruzione delle dune in loc. Il Gombo si prevede l’utilizzo di circa 5000mc di materiale sabbioso, addizionato (principalmente negli strati superficiali) con 1500mc di materiale di origine vegetale (posidonia o legno cippato).

Ipotizzando singoli trasporti di circa 15mc ciascuno, il transito indotto sarà complessivamente di 100 automezzi che, sempre ipotizzando un limite di transito giornaliero di 10 veicoli al giorno, comporterà un’attività di approvvigionamento del materiale di durata massima pari a 10 giornate lavorative, presumibilmente non continuative.

- *Individuazione e dimensionamento delle aree di stoccaggio temporaneo:* visto che i quantitativi di materiale vegetale approvvigionabile direttamente dagli arenili non soddisfano l’esigenza complessiva (indisponibilità immediata dei quantitativi stimati) sarà necessario programmare approvvigionamenti ripetuti. La programmazione degli stessi si baserà sull’osservazione della dinamica di deposizione del materiale condotta direttamente mediante sopralluoghi ripetuti, da effettuare prevalentemente in periodi successivi ad eventi meteomarinari di significativa intensità. Le aree di stoccaggio, individuate come da progetto in area litoranea limitrofa a quella di spiaggiamento (loc. Calambrone), sono state dimensionate così da poter ospitare i quantitativi previsti. Considerando uno stoccaggio in cumuli mediamente di un metro d’altezza risulta necessaria una superficie di circa 2000mq (corrispondenti a 50x50 m).

Lo stoccaggio temporaneo avrà anche la funzione di consentire l’essiccazione naturale del materiale, preventiva al trasporto, e sottrarlo definitivamente all’azione del moto ondoso che potrebbe allontanarlo o disperderlo.

Visto che le aree individuate per la raccolta dei materiali spiaggiati sono anche fruite in estate ai fini balneari, in periodo si prevede di trasferire in tempi brevi, il materiale all’area di utilizzo, disponendo uno stoccaggio definitivo interno a tale area.

- *Procedura di prelievo del materiale vegetale spiaggiato:*
 - individuazione e delimitazione dell’area su cui effettuare il prelievo di materiale a seguito di sopralluogo per la verifica quantitativa dello spiaggiamento. Per spiaggiamenti di quantità non significative si potrà decidere di non provvedere alla rimozione immediata;
 - separazione manuale dei “rifiuti” solidi che possono essere contemporaneamente presenti sull’arenile;
 - allontanamento e conferimento a discarica di tali rifiuti, nel rispetto delle norme previste per i rifiuti ;
 - ammassamento del materiale vegetale in cumuli, anche con utilizzo di mezzi meccanici, avendo tuttavia cura di limitare al minimo indispensabile il prelievo della matrice sabbiosa (tale problema è particolarmente sentito nel prelievo di posidonia);
 - trasferimento all’area di stoccaggio limitrofa per l’assiccazione;
 - (solo per la posidonia) la campionatura del materiale vegetale sarà eseguita al termine della campagna di prelievo del materiale stimato necessario. In analogia con le procedure di caratterizzazione dei materiali terrosi per cui è prevista una campionatura ogni 2000mc di materiale. Limiti volumetrici più restrittivi potranno essere concordati con la compe-

-
- tente ARPAT;
- i campioni estratti saranno sottoposti a test di cessione ed alle analisi fisiche, chimiche e microbiologiche precedentemente ipotizzate, da concordare con la competente ARPAT. Il materiale analizzato potrà essere destinato all'utilizzo qualora i risultati del test rispettino i "limiti" di normativa;
 - nel caso in cui, sulla base dei risultati dei test di cessione, non fosse consentito il riutilizzo del materiale stoccato nell'ambito dell'intervento progettato, detto materiale dovrà essere smaltito, previo accordo con le Amministrazioni comunali, secondo la normativa di riferimento;
 - i quantitativi di materiale stoccato dovranno essere riportati in un apposito registro predisposto dall'Ente attuatore dell'intervento. I trasferimenti di materiale all'area di utilizzo, immediato o successivo, dovranno avvenire mediante bolle di trasporto emesse dall'Ente stesso e contestualmente scaricate dal registro di giacenza del materiale nell'area di stoccaggio. I registri e la raccolta delle bolle dovranno essere conservati dall'Ente attuatore, sino al collaudo definitivo delle opere, e messi a disposizione delle competenti ARPAT, ASL e Amministrazioni comunali per eventuali verifiche.

La precedente procedura garantisce sulla destinazione e sul corretto utilizzo del materiale una volta allontanato dal luogo di origine (obiettivi che si pone la normativa sui rifiuti).

3.4. Comunicazione e informazione

Con un uso turistico-balneare che di anno in anno si mostra in rapida crescita, e con il conseguente fortissimo incremento del "consumo" di spiagge, la coesistenza con gli indirizzi di conservazione e valorizzazione ecologica dei depositi vegetali spiaggiati è chiaramente critica e gli obiettivi di conservazione delle *banquettes* possono risultare velleitari.



Figura 3.4.1 - Spiaggia artificiale lungo la costa cilentana (Casal Velino - Sa) (Foto: G. Bovina).

In tale situazione, le AMP, ed in generale tutte le aree protette con competenza marino-costiera, costituiscono occasioni utili nelle quali può essere cercata la convivenza tra fruizione balneare e presenza delle *banquettes* attraverso campagne di comunicazione e sensibilizzazione ambientale

Scopo del presente lavoro è anche quello di contribuire allo formazione di un quadro conoscitivo utile per definire linee di indirizzo di un programma coordinato di campagne di comunicazione e sensibilizzazione per la tutela e la valorizzazione delle *banquettes*. Le modalità attuative, gli strumenti operativi ed i contenuti di tali campagne dovranno essere centrati su temi quali:

- l'origine naturale dei depositi;
- la corrispondenza tra l'alta qualità dell'ambiente marino costiero, presenza della posidonia e dei suoi spiaggiamenti;
- gli usi tradizionali delle foglie;
- l'importanza ecologica complessiva delle *banquettes* e le funzioni positive dei depositi;
- i danni ambientali ed economici di una gestione non ecologica delle biomasse vegetali spiaggiate.

La strategia comunicativa dovrebbe essere indirizzata, oltre che verso fruitori e imprenditori delle aree costiere, anche verso gli amministratori locali perché realizzino interventi utili per la minimizzazione dei rifiuti e prevenzione nella produzione degli stessi e, soprattutto, di pulizia delle spiagge, per quanto possibile, manuale e selettiva.

Una prima e immediata attività di comunicazione e sensibilizzazione potrebbe essere attivata attraverso la creazione di un sito Internet dedicato, che raccolga e aggiorni le informazioni disponibili.

Oltre a questo per rendere più puntuale e mirata l'azione comunicativa è utile prevedere la produzione di un pieghevole informativo basato sui punti precedentemente esposti. Distribuito nelle aree costiere maggiormente interessate da spiaggiamenti e *banquettes*, il pieghevole potrebbe utilizzare carta prodotta con le foglie di posidonia. Le caratteristiche chimico-fisiche delle foglie di posidonia, ed in particolare l'alto contenuto in fibra grezza, cellulosa e lignina, rendono praticabile l'impiego nella fabbricazione della carta.

In questo settore sono già attivi procedimenti che vedono l'utilizzazione di materiali algali opportunamente trattati e mescolati. Ad esempio "Alga carta", realizzata con farine algali (ottenute per mescolamento di *Ulva rigida* e *Gracilaria confervoides*), provenienti dalla Laguna di Venezia, addizionate all'impasto cartario in sostituzione delle fibre cellulosiche, in percentuali che possono variare dal 3 al 21 %.



4. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI

Per la comprensione oggettiva della problematica e per una gestione responsabile delle biomasse vegetali spiaggiate vengono di seguito elencati alcuni punti significativi:

- La *Posidonia oceanica* è una pianta marina che forma estese coperture dei fondali con funzione analoga a quella delle foreste terrestri. E' un ecosistema chiave per la produttività e la biodiversità dell'ambiente marino costiero e rilevante per le dinamiche sedimentarie litorali. E' quindi habitat che in ogni forma e/o condizione necessita di ogni sforzo di tutela e conservazione. Alle praterie di posidonia è associata la produzione di una considerevole biomassa di foglie morte che si distribuisce dal sopralitorale, all'infralitorale all'ambiente batiale (Diviacco et al, 2001a).
- Nell'ambito del protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona (sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo), spiaggiamenti e *banquettes* rientrano come habitat meritevoli di salvaguardia e in tal senso sono considerati come "*habitat determinanti*".
- Gli spiaggiamenti di *Posidonia oceanica* sono costituiti da foglie e rizomi della pianta e quindi da materiale naturale. La possibile presenza di rifiuti costituisce quindi elemento di contaminazione di una risorsa naturale che, di per sé non può essere considerata come elemento di contaminazione.
- La caduta delle foglie rappresenta un fenomeno del tutto naturale, e non è indicativo di stati di sofferenza o degrado dell'ambiente marino. Al contrario proprio quando sono cospicui e ben strutturati i depositi di foglie morte traducono la presenza nelle vicinanze di ampie praterie di posidonia, ecosistemi che per la loro presenza indicano un mare sano ed in equilibrio.
- Le foglie di posidonia spiaggiate non sono pericolose per la salute umana né fonte diretta di pericolo (Marevivo, 2001).
- I cattivi odori che a volte si associano agli spiaggiamenti sono legati alla produzione di idrogeno solforato, sostanza percettibile anche se presente in tracce (la stessa delle sorgenti sulfuree tanto apprezzate dal turismo termale). Ma non sempre gli spiaggiamenti producono odori sgradevoli, anzi è la condizione meno frequente; questo infatti succede unicamente quando il materiale permane a lungo in acqua, o comunque in condizioni di sovrassaturazione (Marevivo, 2001).
- Le forme di deposito sono molteplici in ragione della distanza della prateria madre, dell'età del materiale, delle condizioni meteomarine occorse e delle caratteristiche geomorfologiche del paraggio. Si passa dall'estremo di depositi strutturati cospicui per dimensione e costituiti quasi esclusivamente da materiale fogliare poco rimaneggiato e quasi integro (*banquettes*), all'estremo opposto rappresentato da spiaggiamenti effimeri, poco consistenti e di modeste quantità, costituiti da materiale molto rimaneggiato e frammentato, frammisto a rifiuti che possono essere anche preponderanti (figg. 3.1.2 e 3.1.3). Alla luce di questo è evidente come le condizioni rappresentate dai punti esposti debbano comunque poter considerare lo stato oggettivo del deposito.
- I resti di posidonia non possono essere considerati uno "scarto" del mare poiché non hanno concluso la propria funzione naturale ma al contrario, sono inseriti in un ciclo ecologico complesso e funzionale per la rete trofica marino costiera e costiera.
- Il ciclo delle foglie morte di posidonia si svolge in mare, dove sostiene la catena del detrito, e dove, in condizione seppur molto transitoria, sotto forma di ammassi flottanti, costituisce habitat peculiare; è in mare il suo destino finale (chiusura del ciclo).

-
- In termini di bilancio di massa, la frazione che resta definitivamente a terra è molto ridotta. Ma anche a terra svolge un ruolo insostituibile ed irrinunciabile nell'ecologia dell'ambiente litorale. Entrando nella dinamica eolica (quindi estremamente mobile e attiva), infatti innesca e sostiene meccanismi di colonizzazione della vegetazione, sia dei litorali sabbiosi che di quelli rocciosi (Marevivo, 2001).
 - Le *banquettes* e le relative sospensioni di materiale flottante, per quanto comunque transitorie, concorrono significativamente alla riduzione dell'energia del moto ondoso, specie se posti in relazione a singoli eventi meteomarinari (Marevivo, 2001; Budouresque et al, 2006)
 - Le *banquettes* costituiscono forme che incrementano l'eterogeneità anche fisica delle coste sabbiose e rocciose; in luoghi favorevoli alla loro stabilità, costituiscono articolate e dinamiche strutture bio-geomorfologiche che hanno notevole significato paesaggistico (e storico-culturale), arrivando a rappresentare una vera curiosità scientifica.
 - I resti di *Posidonia oceanica* rientrano forzatamente nella categoria di rifiuto solo quando, attraverso azioni antropiche del tutto innaturali, vengono rimossi evitando, peraltro, di separare i rifiuti che la contaminano.
 - Prima dell'aumento esponenziale del turismo balneare, le foglie spiaggiate hanno rappresentato per ogni cultura mediterranea una vera risorsa attraverso molteplici forme di reimpiego ed utilizzo. Sono le attività balneari e di fruizione delle spiagge ad essere quindi in contrasto rispetto agli equilibri ed alle dinamiche naturali dell'ambiente costiero. Pena la perdita del bene spiaggia, se se ne vuole garantire l'uso è la fruizione che deve adattarsi ai meccanismi naturali e non il contrario.

Alla luce di quanto esposto, le *banquettes* di maggiori dimensioni e stabilità (o più ricorrenti), specie quelle che caratterizzano tratti costieri di maggior valenza naturalistica e paesaggistica (Aree Marine Protette, Parchi Nazionali e Regionali, SIC), dovrebbero essere tutelate e valorizzate.

Altre biomasse vegetali spiaggiate, quali tronchi, rami, canne, ecc., sono considerabili come una risorsa naturale molto utile. L'impiego di tali materiali negli interventi di restauro e protezione delle dune e di gestione ecologica dei litorali, può essere valutato come una azione che incrementa e ottimizza l'efficacia dei processi naturali (Bovina *et al.*, 2008).

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2002) – *Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica lungo le coste della Sicilia e delle isole circostanti*. Ministero dell’Ambiente, Rapporto Tecnico.

AA.VV. (2006) - *Inventario e Cartografia delle praterie di Posidonia nei compartimenti marittimi di Manfredonia, Molfetta, Bari, Brindisi, Gallipoli e Taranto*. POR Puglia. Regione Puglia, 2006.

Ancora S., Bianchi N., Butini A., Buia M.C., Gambi M.C., Leonzio C. (2004) – *Posidonia oceanica as a biomonitor of trace elements in the gulf of Naples: temporal trends by lepidocronology*. Environmental toxicology and Chemistry, 23(5): 1093-1099.

Ardizzone G.D., La Monica G.B., Raffi R. (1994a) – *Carta della distribuzione dei sedimenti e delle praterie di Posidonia oceanica – Lazio Settentrionale*. Stampa Borgia, Roma, 1994.

Ardizzone G.D., La Monica G.B., Raffi R. (1994b) – *Carta della distribuzione dei sedimenti e delle praterie di Posidonia oceanica – Lazio Centrale*. Stampa Borgia, Roma, 1994.

Ardizzone G.D., La Monica G.B., Raffi R. (1994c) – *Carta della distribuzione dei sedimenti e delle praterie di Posidonia oceanica – Lazio Meridionale*. Stampa Borgia, Roma, 1994.

Ardizzone G.D., Pelusi P. (1984) - *Yield and damage evaluation of bottom trawling on Posidonia meadows*. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 63-72.

Astier J.M. (1972) - *Régression de l’herbier de Posidonies en rade des Vignettes à Toulon*. Ann. Soc. Sci. nat. Archéol. Toulon Var, 24: 97-103.

Astier J.M. (1984) - *Impact des aménagements littoraux de la rade de Toulon, liés aux techniques d’endigage, sur les herbiers à Posidonia oceanica*. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 255-259.

Audisio P., Muscio G., Pignatti S., Solari M. (2002) - *Dune e spiagge sabbiose - Ambienti fra terra e mare*, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio - Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine (Ed) - Quaderni Habitat, 4, 160 pp. http://www2.minambiente.it/sito/settori_azione/scn/docs/qh/qh4_dunespiagge1.pdf (Ultimo accesso: ottobre 2009)

Augier H., Boudouresque C.F. (1970) - *Végétation marine de l’île de Port-Cros (Parc national)*. VI. *Le récif-barrière de Posidonies*. Bull. Mus. Hist. nat. Marseille, 30: 221-228 + 1 pl. h.t.

Augier H., Giglio Y., Ramonda G. (1987) - *Peintures anti-fouling et herbier à Posidonia oceanica*. GIS Posidonie & Fac. Sci. Luminy Publ.: 1-94.

Augier H., Gilles G., Ramonda G. (1984) - *L’herbier de Posidonia oceanica et la pollution par le mercure sur le littoral des Bouches-Du-Rhone et du Var (France)*. International Workshop *Posidonia oceanica* Beds. GIS Posidonie publ. Fr., 1: 399-406.

Augier H., Maudinas B. (1979) – *Influence of the pollution on the photosynthetic pigments of the marine phanerogam Posidonia oceanica collected from different polluted areas of the region of Marseille (Mediterranean Sea, France)*. Ecol. Plant., 14 (2): 169-176.

Bacci G., Badino G., Lodi E., Rossi L. (1969) - *Biologia delle Secche della Meloria. I - Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento*. Boll. Pes. Pisc. Idrob. 24: 5-30.

Baldissera Nordio C., Gallarati Scotti G., Rigoni M. (1967) – *Valore nutritivo e possibilità di utilizzazione zootecnica di Posidonia oceanica*. Atti Conv. Naz. Attività subacquee ital., 1: 21-28.

Balduzzi A., Bavestrello G., Belloni S., Boero F., Cattaneo R., Pansini M., Pronzato R. (1984) - *Valutazione dello stato di alcune praterie di Posidonia nel mare ligure sottoposte a diverse condizioni di inquinamento*. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. eds. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 73-78.

Baroli M., Cristini A., Cossu A., De Falco G., Gazale V., Pergent-Martini C., Pergent G. (2001) – *Concentration of Trace Metals (Cd, Cu, Fe, Pb) in Posidonia oceanica Seagrass of Liscia Bay, Sardinia (Italy)*. Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes: 95-99.

Basterretxea G, Orfila A, Jordi A, Casas B, Lynett P, Liu PLF, Duarte CM, and Tintor J (2004) - *Seasonal Dynamics of a Microtidal Pocket Beach with Posidonia oceanica Seabeds (Mallorca, Spain)*. Journal of Coastal Research 20 (4) 1155-1164

Bedini et al. (2000) - *Cartografia 1:10.000 del limite superiore delle praterie di Posidonia oceanica della costa livornese, dell'area antistante Rosignano Solvay e del Golfo di Follonica*.

Bianchi C.N., Peirano A. (1995) - *Atlante delle Fanerogame marine della Liguria. Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa*. Centro Ricerche Ambiente Marino, ENEA publ., La Spezia, Ital.: 1-146.

Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen C., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L. (2009) - *Manuale italiano di interpretazione degli habitat della direttiva 92/43/CEE*. <http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp> (Ultimo accesso: ottobre 2009)

Blanc J.J. (1971) – *Mouvements de la mere et notes de sédimentologie litorale*.

Boudouresque C. F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L. (2006) – *Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica*. RAMOGE, 197 pp.

Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (1984) - *International Workshop on Posidonia oceanica beds*. Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), GIS Posidonie publ., Fr., 1 : 1-454.

Boudouresque C. F., Meinesz A. (1982) - *Decouverte de l'herbier de Posidonie*. Parc National de Port-Cros, Chaiers 4, 80 pp.

Boudouresque C.F., Meinesz A. (1982) – *Découverte de l'herbier de Posidonie*. Cah. Parc. Nation. Port-Cros, Fr., 4: 1-79.

Boudouresque C.F., Ballesteros E., Ben Maiz N., Boisset F., Bouladier E., Cinelli F., Cirik S.,

Cormaci M., Jeudy De Grissac A., Laborel J., Lanfranco E., Lundberg B., MAYHOUB H., Meinesz A., Panayotidis P., Semroud R., Sinnassamy J.M., Span A., Vuignier G. (1990) - *Livre rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée*. Programme des Nations Unies pour l'Environnement publ.: 1-250.

Bougerol X., Pergent G., Gibert J. (1995) – *Compared bioaccumulation of mercury between the marine phanerogam *Posidonia oceanica* and the herbivorous fish *Sarpa salpa*: preliminary results*. Rapp. Comm. Int. Mer Médit, 34: 135.

Bourcier M. (1989) - *Régression des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile, à l'Est de Marseille, sous l'action conjuguée des activités humaines et des modifications climatiques*. In: Boudouresque, C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V.édits. International workshop on *Posidonia oceanica* beds. GIS Posidonie publ., Fr., 2: 287-293.

Bovina G, Cappucci S., Pallottini E., Silenzi S., Devoti S. (2006) - *Le problematiche generali della gestione delle biomasse vegetali spiaggiate*. Atti conv. Il monitoraggio costiero Mediterraneo: problematiche e tecniche di misura, CNR-IBIMET, 4–6 ott. 2006, Sassari, 8pp.

Bovina G., Cappucci S., Pallottini E. (2007a) - *Presence et etat des depots de biomasse vegetale de plage associés aux prairies de phanerogames marines*. INTERREG IIIC Beachmed-e/PO-SIDuNE - Interactions de *Posidonia Oceanica* et Sable avec l'Environnement des Dunes Naturelles, Cahier Technique étendu de Phase A: 134-153.

Bovina G., Cappucci S., Pallottini E. (2007b) - *La gestion des biomasses vegetales de plage*. INTERREG IIIC Beachmed-e/POSIDuNE - Interactions de *Posidonia Oceanica* et Sable avec l'Environnement des Dunes Naturelles, Cahier Technique étendu de Phase B : 37-54.

Bovina G., Cappucci S., Pallottini E. (2008) - *Caracterisation des biomasses vegetales de plage*. Interactions de *Posidonia Oceanica* et Sable avec l'Environnement des Dunes Naturelles, Cahier Technique étendu de Phase C: 22-40.

Bovina G., Sinapi L. (2009) - *Lineamenti di geomorfologia costiera*. In: Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette, Rapporti 100/09, ISPRA, 57-74.

Braun-Blanquet J., Roussine N., Negre R. (1952) - *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. Macabet Frères publ., Vaison-la-Romaine: 1-297.

Calmet D., Boudouresque C.F., Meinesz A. (1988) – *Memorization of nuclear atmospheric tests by rhizomes and scales of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile*. Aquatic Botany, 30: 279-294.

Calmet D., Charmasson S., Gontier G., Meinesz A., Boudouresque C.F. (1991) – *Chernobyl Radionuclides in the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*, 1986-1987*. J. Environmental Radioactivity, 13: 157-173.

Cancemi G., Pasqualini V., Piergallini G., Baroli M., De Falco, Pergent-Martini C. (1997) – *Indagine cartografica sulla prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile di Capo S. Marco (Golfo di Oristano), mediante elaborazione di immagini fotoaeree*. Bio. Mar. Medit. 4 (1): 472-474.

Capiomont A., Piazzzi L., Pergent G. (2000) - *Seasonal variations of total mercury in foliar tis-*

sues of Posidonia oceanica. Journal of Marine Biological Association of the UK, 80 (6): 1119-1123.

Caredda A.M., Cristini A., Ferrara C., Lobina M.F., Baroli M. (1998) – *Distribution of heavy metals in the Piscinas beach sediments (SW Sardinia, Italy)*. Environmental Geology, 38 (2): 91-100.

Casola E., Lanera P., Magnifico G., Plastina N., Scardi M., Valiante L. M., Vinci D. (2004) - *Analisi descrittiva della prateria di Posidonia oceanica nel tratto di mare compreso tra Santa Severa e Marina di Tarquinia (Lazio, Italia)*. Casagrandi, R. Melià, P. (Eds.) Ecologia. Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Como, 8-10 settembre 2003). Aracne, Roma. <http://www.xiiicongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Magnifico-131.pdf>

Castaldi P., Mulé P., Melis P. (2000) – *Heavy metals contents in organic matter amendments based on beached Posidonia oceanica*. Annali di Chimica, 90: 741-746.

Catsiki V.A., Panayotidis P. (1993) – *Copper, Chromium and Nickel in tissues of the Mediterranean Seagrasses Posidonia oceanica & Cymodocea nodosa (Potamogetonaceae) from Greek coastal areas*. Chemosphere, 26 (5): 963-978.

Cazzuola F. (1880) - *Le piante utili e nocive agli uomini e agli animali*.

Ceccherelli G., Piazzzi L., Balata D. (2002) - *Spread of introduced Caulerpa species in macroalgal habitats*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 280: 1-11.

Ceccherelli G., Piazzzi L., Cinelli F. (2000) - *Response of the non-indigenous Caulerpa racemosa (Forsskal) J. Agardh to the native seagrass Posidonia oceanica (L.) Delile: effect of density of shoot and orientation of edges of meadows*. J. exp. mar. Biol. Ecol. 243: 227-240.

Chessa L.A., Fustier V., Fernandez C., Mura F., Pais A., Pergent G., Serra S., Vitale L. (2000) – *Contribution to the knowledge of banquettes of 'Posidonia oceanica' (L.) Delile in Sardinia Island*. Biol. Mar. Medit., 7 (2): 35-38.

CIBM Livorno (2000) - *Cartografia bionomica 1:5.000 di alcune aree delle Secche della Meloria*.

Cinelli *et al.* (1990a) - *Carta bionomica 1:10.000 dei fondali antistanti Rosignano Solvay*.

Cinelli *et al.* (1990b) - *Carta bionomica 1:10.000 dei fondali antistanti Punta del Tesorino*.

Cinelli F., Piazzzi L., 1990. Mappatura della prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile lungo le coste Toscane. CIBM Livorno Relazione Tecnica interna, pp. 80.

Cinelli F., Fresi E., Lorenzi C., Mucedola A. (1995) - *La Posidonia oceanica un contributo per la salvaguardia del principale ecosistema marino del Mediterraneo*. Rivista Marittima, 12, 271 pp.

Conrad M. (1982) - *Les plantes sauvages dans la vie quotidienne des Corses*. Essai d'éthnobotanique; U Patrimoni Corsu publ., Bastia, Fr.: 1-55.

Cuenod A. (1954) - *Flore analytique et synoptique de la Tunisie*. S.E.F.A.N publ., Tunis : 1-267.

-
- Davies Jr R.A., Fitzgerald D.M. (2004) – *Beaches and coasts*, Blackwell Science Ltd., 404 pp.
- De Falco G., Baroli M., Simeone S., Piergallini G. (2002) – *La rimozione della Posidonia dalle spiagge: conseguenze sulla stabilità dei litorali*. Risultati del Progetto ARENA.
- De Falco G., Baroli M., Cucco A., Simeone S., (2008) - *Intrabasinal conditions promoting the development of a biogenic carbonate sedimentary facies associated with the seagrass Posidonia oceanica*. Continental Shelf Research 28/6, 797-812.
- De Falco G., Simeone S., Baroli M. (2008) - *Management of beach-cast Posidonia oceanica seagrass on the island of Sardinia (Italy, Western Mediterranean)*. Journal of Coastal Research 24 (sp3): 69–75.
- De Lumley H., Pillard B., Pillard F. (1969) - *L'habitat et les activités de l'homme du Lazaret. Une cabanne acheuléenne de la grotte du Lazaret (Nice)*. Mém Soc. Préhist. Fr. 7: 183-222.
- Den Hartog C. (1970) – *The seagrasses of the world*. North Holland publishing company, Amsterdam, pp. 1-273.
- Diviaco G., Coppo S. (2006) - *Atlante degli habitat marini della Liguria – descrizione e cartografia delle praterie di Posidonia oceanica e dei principali popolamenti marini costieri*. Regione Liguria: 1-205.
- Diviaco G., Spada E., Virno Lamberti C. (2001a) – *Le fanerogame marine del Lazio*. ICRAM, Roma, 113 pp.
- Diviaco G., Spada E., Virno Lamberti C. (2001b) – *Le fanerogame marine del Lazio*. ICRAM, 14 carte, Roma.
- Duarte C.M. (2004) - *Las praderas de Fanerógamas marinas. El papel de las praderas en la dinámica costera*. In: Luque A.A., Templado J. edits. Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía publ., Sevilla: 81-85.
- ENEA-Regione Toscana (1993) - *Cartografia bionomica 1:250.000 dei mari toscani*.
- Ferrara R., Maserti B.E., Morelli M., Nannicini L., Scaranno G., Seritti A., Torti M. – *Metalli pesanti nelle acque e nella Posidonia oceanica dell'Arcipelago Toscano* (inedito).
- Finkl C. W. (2004) - *Coastal Classification: Systematic Approaches to Consider in the Development of a Comprehensive Scheme*, Journal of Coastal Research, 20 (1): 166–213.
- Font-Quer P. (1990) - *Plantas medicinales. El Dioscórides renovado*. Labor publ., Barcelona: cxi + 1-1033.
- Gabellini M., Nicoletti L., La Valle P., Celia Magno M., Fanelli E., Nonnis O., Paganelli D., Pulcini M. (2002) – *Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale*. Regione Lazio, pp. ...
- Gacia E., Duarte C.M. (2001) - *Sediment retention by a Mediterranean Posidonia oceanica meadow: the balance between deposition and resuspension*. Est. Coast. Shelf Sci. 52: 505-514.
- Gacia E., Granata T.C., Duarte C.M. (1999) - *An approach to measurement of particule flux and sediment retention within seagrass (Posidonia oceanica) meadows*. Aquat. Bot. 65: 255-268.

Gallarati-Scotti G. (1968) - *Primi risultati di prove di alimentazione con farina di Posidonia oceanica*. Avicoltura 3: 85-93.

Gambi M.C., Buia M.C., Casola E., Scardi M. (1989) - *Estimates of water movement in Posidonia oceanica beds: a first approach*. In: Boudouresque, C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. edits. International workshop on Posidonia beds. GIS Posidonie publ., Fr., 2: 101-112.

Garibaldi F. (2007) – *Progetto “BANQUETTES”: Gestione e riciclo naturale delle foglie morte di P. oceanica*.

Garibaldi F. (2008) - *Mostra fotografica “Il Pullman del Mare”: relazione finale*.

Germain De Sain-Pierre E. (1857) - *Sur la germination et le mode de développement de Posidonia caulini*. Bull. Soc. bot. Fr. 4: 575-577.

Giorgi J., Thelin I. (1983) - *Phénologie, biomasse et production primaire de Posidonia oceanica (feuilles et épiphytes) dans la baie de Port-Cros*. Mémoire Diplôme d’Etudes Approfondies en Ecologie méditerranéenne, Univ. Aix-Marseille III, Fr.: 1-126.

Giraud G. (1979) - *Sur une methode de mesure et de camptage des structures foliaires de Posidonia oceanica (Linneaus) Delile*. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, 39: 33.

Guccione M., Bovina G., Gori M. (2005) – *Tutela della connettività ecologica degli habitat marini e costieri: una proposta per l’organizzazione e la gestione dei dati*. APAT, Rapporti 54/2005, 100 pp.

Guala, I., Simeone, S., Buia, M.C., Flagella, S., Baroli, M., and De Falco G. (2006) - *Posidonia oceanica ‘banquettes’ removal: environmental impact and management implications*. Proceedings Mediterranean Seagrass Workshop (Marsascala, Malta), Biologia Marina Mediterranea 13(4), 149-153.

Hallermeier R.J. (1981) - *A Profile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate*, Coastal Engineering, 4, 253-277.

Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P. (1996) - *Patrimoine biologique marin de l’archipel de Riou: première évaluation*. Ville de Marseille, Direction de l’Environnement et des Déchets, Fr.: 1-86.

INTERREG II Toscana/Corsica Azione 3.1 - D.1 (2000) - *Etude de la réutilisation des feuilles accumulées sur la plage de Posidonie oceanica*.

INTERREG IIIA GERER Sardegna/Corsica “Gestion intégrée de l’environnement à haute risque d’erosion” www.interreg-it-fr.net/asse2.htm

INTERREG IIIA Grecia-Italia 2000-2006 PROPURA “La Posidonia oceanica (L.) Del.: protezione, ripopolazione di praterie e utilizzazione dei residui in agricoltura” <http://interreg.puglia.it/grecia/>

INTERREG IIIC BEACHMED-e – *La gestione strategica della difesa dei litorali per uno sviluppo sostenibile delle zone costiere del Mediterraneo*. www.beachmed.it; ultimo accesso: maggio 2009.

INTERREG IIC BEACHMED-e/NAUSICAA – *Caractérisation des conditions hydro-météorologiques en zone littorale et analyse des risques littoraux, du comportement des ouvrages de protection et de la dynamique des prairies de Posidonia oceanica.*

<http://www.beachmed.it/Beachmede/SousProjets/NAUSICAA/tabid/87/language/frFR/Default.aspx>; ultimo accesso: luglio 2009.

INTERREG IIC CosCo - Regional cycle development through coastal co-operation - seagrass and algae focus. <http://www.interreg3c.net/sixcms/detail.php?id=6278>; ultimo accesso: maggio 2009.

Jeudy De Grissac A. (1984) – *Effets des herbiers à Posidonia oceanica sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale.* Boudouresque CF, Jeudy de Grissac A, Olivier J (eds) International Workshop Posidonia oceanica Beds. GIS Posidonie Publication 1 : 437-443 .

Jeudy De Grissac A., Boudouresque C.F. (1985) - *Rôle des herbiers de Phanérogames marines dans les mouvements de sédiments côtiers: les herbiers à Posidonia oceanica.* Colloque franco-japonais d’Océanographie, Marseille, Fr., 1: 143-151.

Jeudy De Grissac A., Audoly G. (1985) - *Etude préliminaire des banquettes de feuilles mortes de Posidonia oceanica de la Région de Marseille, France.* Rapp. P.V. Réun. Commiss. international. Explor. sci. Mer Médit. 29(5): 181-182.

Knoche H. (1923) - *Flora balearica. Etude phytogéographique sur les îles baléares.* III. Partie générale. Roumegous and Dehan publ., Montpellier: 1-411.

Lami R. (1941) - *L’utilisation des végétaux marins des côtes de France.* Rev. Bot. appl. Agric. tropic. 21(243-244): 653-670.

Le Floch E. (1983) - *Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne.* Ministère de l’Education Nationale et de la Recherche Scientifique publ., Tunis: xv + 1-402.

Legambiente (2005) – *Mare monstrum 2005 - I numeri e le storie dell’assalto alle coste.* 192 pp.

Lenzi *et al.* (1987) - *Cartografia bionomica 1:2.500 dell’area antistante Santa Liberata.*

Lucarini M., Del Gizzo M., Berti D., Ligato D., Brusita E., Vittori E., Pasanisi F., Ferruzza G., Conti M., Cappucci S., Corsini S. (2007) – *Atlante delle opere di sistemazione costiera,* APAT, Manuali e Linee guida 44/2007, 169 pp. http://www.apat.gov.it/site/it/IT/APAT/Pubblicazioni/Manuali_e_linee_guida/Documento/manuale_2007_44.html (Ultimo accesso: ottobre 2009).

M.A.T.T.M.–SIDIMAR (2008) – *Praterie di Posidonia oceanica.*

<http://www.tutelamare.it/cocoon/posidonie/app/it/index.html>; ultimo accesso: maggio 2009.

Manca E., Amos C.L., Cucco A., Simeone S., De Falco G. - *Field investigation on the effects of a shallow Posidonia oceanica seagrass meadow on waves and flows in the Glf of Oristano (Sardinia, Italy)* (in preparazione).

Mangor K. (2004) - *Shoreline Management Guidelines.* DHI Water and Environment, 294pp.

Marano G., Pastorelli A.M., Ungaro N. (1998) - *Canale d'Otranto: ambiente e comunità biologiche*. *Biol. Mar. Medit.*, 5 (1): 1-11.

Marevivo/Bovina G. (2001) – *Programma Nazionale di individuazione e valorizzazione della Posidonia oceanica*. Convenzione Marevivo/Ministero dell'Ambiente 1998. Relazione Illustrativa V semestre (Rapporto inedito).

Marevivo/Bovina G. (2003) - *Programma di indagine sulle banquettes di Posidonia oceanica come indicatore dello stato di conservazione delle praterie*. Convenzione Associazione Ambientalista Marevivo/Ministero dell'Ambiente 2002. Relazione illustrativa finale e tavole allegate (Rapporto inedito).

Mateo M.A., Sanchezlizaso J.L., Romero J. (2003) - *Posidonia oceanica "banquettes": a preliminary assessment of the relevance for meadow carbon and nutrients budget*. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 56(1): 85–90.

Mazzella L., Gambi M. C., Russo G. F., Buia M. C. (1984) - *Deep flowering and fruiting of Posidonia oceanica beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples, Italy)*. In: International Workshop on Posidonia oceanica beds. Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), GIS Posidonie publ.,Fr.,1: 203-209.

Mazzella L., Ott J. A. (1984) - *Seasonal changes in some features of Posidonia oceanica (L.) Delile leaves and epiphytes at different depths*. International Workshop on Posidonia oceanica beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 119-127.

Mazzella L., Scipione M. C., Fresi E., Buia M. C., Russo G. F., De Mario R., Lorenti M., Rando A. (1986) - *Le praterie sommerse del Mediterraneo*. La Buona Stampa S.p.a, Ercolano, It, 59 pp.

Ministero della Marina Mercantile, Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare (1991) – *Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica lungo le coste delle regioni Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia*. Relazione generale, 3.

Molinier R., Pellegrini M. (1966) - *Contribution à l'étude chimique des Phanérogames marines: composition en acides aminés des feuilles de Posidonies (Posidonia oceanica Delile)*. *Médecine tropicale* 26(4): 1-15.

Molinier R., Picard J. (1952) - *Recherches sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français*. *Ann. Inst. Océanogr.*, 27: 208-234.

Molinier R., Picard J. (1953) – *Notes biologiques à propos d'un voyage d'études sur les côtes de Sicile*. *Ann. Inst. Océanogr.*, 28(4): 163-187.

Ochieng C. A., Erfteimeijer P. L. A. (1999) – *Accumulation of seagrass beach cast along the Kenian coast: a quantitative assessment*. *Aquat. Bot.* 65: 221-238.

Ott J., Maurer L. (1977) - *Strategies of energy transfer from marine Macrophytes to consumer levels: the Posidonia oceanica example*. In: Keegan B.F., O'Céidigh P., Boaden P.J.S. edits. *Biology of benthic organisms*. UK: 493-502.

Pasqualini V., Pergent-Martini C., Pergent G. (1999) - *Environmental impacts identification along corsican coasts (Mediterranean Sea) using image processing*. *Aquat. Bot.* 65: 311-320.

Pasqualini V., Clabaut P., Pergent G., Benyousse L., Pergent-Martini C. (2000) - *Contribution of side scan sonar to the management of Mediterranean littoral ecosystems*. Internat. J. Remote Sensing 21(2): 367-378.

Peres J.M., Picard J. (1964) - *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer méditerranée*. Rec. Des trav. De la st. Marine d'Endoume, 31 (47), 137 pp.

Pérès J.M. (1984) - *La régression des herbiers à Posidonia oceanica*. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 445-454.

Pergent G., Pergent-Martini C. (1991) - *Leaf renewal cycle and primary production of Posidonia oceanica in the bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using lepidochronological analysis*. Aquat. Bot. 42: 49-66.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C. F. (1995) - *Utilisation de l'herbier a Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances*. Mésogée, 54: 3-27.

Pergent-Martini C. (1998) - *Posidonia oceanica: a biological indicator of past and present Mercury contamination in the Mediterranean Sea*". Marine Environmental Research, 45 (2): 101-111.

Pergent-Martini C., Pergent G. (2000) - *Marine phanerogams as a tool in the evaluation of marine trace-metal contamination: an example from the Mediterranean*. Int. J. Environment and Pollution, 13 (1-6): 126-147.

Pergent-Martini C. (1994) - *Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à Posidonia oceanica, avant et après la mise en service d'une station d'épuration*. Thèse Doctorat, Univ. Corté, Fr.: 1-191.

Piazzini L., Balestri E., Cinelli F. (2000) - *Grazing inflorescences of the seagrass Posidonia oceanica (L.) Delile*. Bot. Mar. 43: 581-584.

Picard J. (1953) - *Importance, répartition et rôle du matériel organique végétal issu des prairies de Posidonies*. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. Internation. Explor. Sci. Médit., 18 (2): 189-202.

Porcher M., Jeudy De Grissac A. (1985) - *Inventaire des mouillages forains autour de l'île de Porquerolles (Var, France)*. Posidonia Newsletter 1(1): 23-30.

Pottier J. (1929) - *Etude sur les possibilités d'utilisation des plantes marines tunisiennes pour la nourriture du bétail*. Ann. Inst. océanogr. 6(3): 321-362 + 8 pl. h.t.

Pranzini E. (2004) - *La forma delle coste*. Ed. Zanichelli. 256 pp.

Regione Liguria - *Delibera di Giunta Regionale n. 1488 del 7/12/2007 "Criteri per la gestione delle banquette di Posidonia oceanica"*.

Roig F.X. (2001) - *El conocimiento de la Posidonia oceanica y sus funciones ecológicas como herramienta de gestión litoral. La realización de encuestas a los usuarios de playas y calas de la isla de Menorca*. Papel. Geog. 34 (2001): 271-280.

Sauvageau C. (1890) - *Observations sur la structure des feuilles des plantes aquatiques (suite)*. J. Bot. Paris 4(10): 181-192.

Sauvageau C. (1920) - *L'utilisation des algues marines*. Doin publ., Paris, Fr.: 1-400.

Servera, J., J. A. Martín-Prieto y A. Rodríguez-Perea (2002), "Forma y dinàmica de les acumulacions de fulles de *Posidonia oceanica*. El seu paper com a protector de la platja subaèria", *III Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*, libro de ponencias y resúmenes 91-93, Palma de Mallorca.

Simeone S. (2008) - *Posidonia oceanica banquettes removal: sedimentological, geomorphological and ecological implications*. PhD Thesis, 127 pp.

Short A.D. (1993) - *Beaches of the New South Wales Coast*. Sydney: Australian Beach Safety and Management Program, 358pp.

Simeone S., De Falco G., Como S, Olita A, De Muro S. (2008) - *Dinamica deposizionale delle banquettes di Posidonia oceanica nelle spiagge*, Riassunti 84° Congresso Nazionale SGI - Rendiconti online Soc. Geol. It., Vol. 3 (2008), 726-727. <http://www.imc-it.org/it/diffusione1.php> (Ultimo accesso: ottobre 2009).

SNAMPROGETTI S.P.A.(1991) - *Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica lungo le coste delle regioni Liguria, Toscana, Lazio Basilicata e Puglia*. Vol. 3 Relazione Generale. Ministero della Marina Mercantile ICDM: 1-129.

Sordina J.B. (1951) - *Marine plants of Greece and their use in agriculture*. Prak. Hell. Hydrobiol. Inst. 5: 73-124.

Täckholm V., Drar M. (1954) - *Flora of Egypt. Vol. III. Angiospermae, part Monocotyledones: Liliaceae-Musaceae*. Bull. Fac. Sci., Egypte, 30: i-xiv + 1-648.

Tranchina L., Miccichè S., Bartolotta A., Brai M., Mantegna R.N. (2005) – *Posidonia oceanica as a historical monitor device of lead (Pb) concentration in marine environment*, 32 pp.

UNEP (1989) - *State of the mediterranean marine environment*. Athens: MAP Technical Report Series 28.

Villele X. de, Verlaque M. (1995) - *Changes and degradation in a Posidonia oceanica bed invaded by the introduced tropical alga Caulerpa taxifolia in the Northwestern Mediterranean*. Botanica marina 38: 79-87.

Vitale L., Chessa L.A. (1998) – *Indagini sulle banquettes di Posidonia oceanica (L.) Delile sul litorale di Stintino (Sardegna NW)*. Bio. Mar. Medit., 5 (1): 657-660.

Wright L.D., Short A.D. (1984) - *Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis*. Marine Geology, 56: 93–118.

Siti web:

www.beachmed.it

www.rete.toscana.it/sett/pta/index.shtml

www.provincia.livorno.it/newsldoc/archivio2004/rapporto_mare2004/posidonia.pdf



ISBN 978-88-448-0426-8



9 788844 804268

MANUALI E LINEE GUIDA
55/ 2010