



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette

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.

Informazioni aggiuntive sull'argomento sono disponibili nel sito Internet: www.sinanet.apat.it/it/inventaria.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.it

ISPRA, Rapporti 100/2009

ISBN 978-88-448-0404-6

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Le foto relative alla copertina sono state realizzate da Carlo Jacomini (la foto grande) a Gela, in Sicilia; le prime due foto piccole, dall'alto e in senso orario, da Luciano Onori, rispettivamente a Lacona (Isola d'Elba), in Toscana e a Campomarino, in Puglia; a seguire, da Giancarlo Bovina a Sperlonga, nel Lazio e da Francesco Cinelli sui fondali della baia di Cavo, sempre all'Isola d'Elba, in Toscana.

Coordinamento tipografico:

Daria Mazzella e Simonetta Turco
ISPRA - Settore Editoria

Amministrazione:

Olimpia Girolamo
ISPRA - Settore Editoria

Distribuzione:

Michelina Porcarelli
ISPRA - Settore Editoria

Finito di stampare nel mese di ottobre 2009
dalla Tipolitografia CSR - Via di Pietralata, 157 - 00158 Roma
Tel. 064182113 (r.a.) - Fax 064506671

AUTORI

Il volume, a cura di Luciano Onori, è stato redatto con il contributo dei seguenti Autori:

Massimo Amodio (Capitolo 9)
Studio Associato Geosphaera
massimo.amodio@geosphaera.191.it

Daniela Antonietti (Capitolo 13)
ISPRA – Dipartimento per le Attività bibliotecarie, documentali e per l'informazione - Servizio Educazione e Formazione Ambientale
daniela.antonietti@isprambiente.it

Luciano Avio (Box 5.2)
CNR - Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria
lucavio@agr.unipi.it

Stefano Bedini (Box 5.2)
Università degli Studi di Pisa - Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie
sbedini@agr.unipi.it

Pietro Massimiliano Bianco (Capitolo 5, paragrafi 5.1- 5.3 -5.4; Box 5.1 – 5.3; Capitoli 8 –14)
ISPRA – Dipartimento Difesa della natura - Servizio Carta della Natura
pietro.bianco@isprambiente.it

Massimo Biondi (Box 6.3)
ALV
mb.garol@tiscali.it

Federico Boccalaro (Box 10.2)
AIPIN Lazio
naides@fastwebnet.it

Silvia Bonaventura (Capitolo 12)
ISPRA – Dipartimento per le Attività bibliotecarie, documentali e per l'informazione - Servizio Educazione e Formazione Ambientale
silvia.bonaventura@isprambiente.it

Giancarlo Bovina (Capitoli 4 – 9 – 10; Box 10.1)
Studio Associato Geosphaera
giancarlo.bovina@geosphaera.191.it

Benedetta Brecciaroli (Capitoli 1 – 14)
Stagista ISPRA
bebrec@hotmail.it

Marina Burgassi (Box 10.2)
CONISMA
burgamari@hotmail.com

Carlo Callori di Vignale (Capitolo 9)
Studio Associato Geosphera
carlo.callori@geosphera.191.it

Luca Campana (Capitolo 14)
ISPRA – Dipartimento Difesa della natura - Servizio Aree protette e Pianificazione territoriale
luca.campana@isprambiente.it

Alessandra Casali (Capitolo 13)
ISPRA – Dipartimento per le Attività bibliotecarie, documentali e per l'informazione - Servizio Educazione e Formazione Ambientale
alessandra.casali@isprambiente.it

Francesco Cinelli (Box 10.2)
Università degli Studi di Pisa - Dipartimento di Biologia
fcinelli@biologia.unipi.it

Paolo Cornelini (Box 9.2; Capitolo 14)
AIPIN Sezione Lazio
paolocornelini@libero.it

Carlo Dacquino (Capitolo 8)
ISPRA – Dipartimento Tutela delle Acque interne e marine - Servizio Difesa delle coste
carlo.dacquino@isprambiente.it

Adriano De Ascentiis (Capitolo 14)
Riserva Naturale Regionale Oasi WWF “Calanchi di Atri”
adrianoideascentiis@hotmail.com

Lucia Fanini (Capitolo 14)
Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Biologia Evoluzionistica
sandhopper@unifi.it

Marianna Fatigati (Capitolo 11; Box 11.1)
Laureanda Università di L'Aquila
crazymary.81@libero.it

Simone Fattorini (Capitolo 6; Box 6.1)
simone_fattorini@virgilio.it

Carla Giansante (Capitolo 11)
Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise “G. Caporale”
c.giansante@izs.it

Manuela Giovannetti (Box 5.2)

Università degli Studi di Pisa - Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie
mgiova@agr.unipi.it

Andrea Giuliani (Capitolo 12)

ARPALAZIO – Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio – Sezione Provinciale di Roma¹
andrea.giuliani@arpalazio.it

Carlo Jacomini (Box 6.2)

ISPRA – Dipartimento Difesa della natura - Servizio Tutela della biodiversità
carlo.jacomini@isprambiente.it

Angela Lantieri (Box 5.5)

Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Botanica
angelalantieri@gmail.it

Patrizia Menegoni (Capitolo 5, paragrafi 5.1 - 5.3 - 5.4; Box 6.3; Capitolo 8)

ENEA - Dipartimento BAS - Gruppo Desertificazione
patrizia.menegoni@casaccia.enea.it

Massimo Morigi (Capitolo 7; Box 7.1 – 7.2)

ISPRA – Dipartimento Difesa della natura - Servizio Carta della Natura
massimo.morigi@isprambiente.it

Sara Morucci (Capitoli 3 – 14)

ISPRA – Dipartimento Tutela delle Acque interne e marine - Servizio Difesa delle coste
sara.morucci@isprambiente.it

Maria Cecilia Natalia (Capitolo 2)

ISPRA – Dipartimento Difesa della natura - Servizio Aree protette e Pianificazione territoriale
mariacecilia.natalia@isprambiente.it

Luciano Onori (Capitoli 1 – 11 – 13 – 14)

ISPRA – Dipartimento Difesa della natura - Servizio Aree protette e Pianificazione territoriale
luciano.onori@isprambiente.it

Massimo Paone (Capitolo 7; Box 7.1 – 7.2)

FAO – Consulente GIS
m.paone@tiscali.it

Loris Pietrelli (Box 6.3)

ENEA
loris.pietrelli@enea.it

¹ In comando presso APAT/ISPRA – Dipartimento per le Attività bibliotecarie, documentali e per l'informazione - Servizio Educazione e Formazione Ambientale dal 16/01/2007 al 31/10/2008

Sandro Pignatti (Capitolo 14)
Università degli Studi di Roma “La Sapienza”
[**sandro.pignatti@gmail.com**](mailto:sandro.pignatti@gmail.com)

Adolfo Pirozzi (Capitolo 13)
ISPRA – Dipartimento per le Attività bibliotecarie, documentali e per l’informazione - Servizio Educazione e Formazione Ambientale
[**adolfo.pirozzi@isprambiente.it**](mailto:adolfo.pirozzi@isprambiente.it)

Salvatore Puglisi (Box 9.1)
AIPIN Sezione Puglia
[**s.puglisis@gmail.com**](mailto:s.puglisis@gmail.com)

Francesco Rende (Box 10.2)
ISPRA (ex ICRAM)
[**f.rende_liberaricerca@hotmail.it**](mailto:f.rende_liberaricerca@hotmail.it)

Alfonso Russi (Capitolo 14)
Tecnovia s.r.l., Laboratorio di Ricerca MUR
[**alfonso.russi@tecnovia.it**](mailto:alfonso.russi@tecnovia.it)

Giuliano Sauli (Box 9.2)
AIPIN Nazionale
[**aipin@aipin.it**](mailto:aipin@aipin.it)

Laura Sinapi (Capitoli 4 – 14)
ISPRA – Dipartimento Tutela delle Acque interne e marine - Servizio Difesa delle coste
[**laura.sinapi@isprambiente.it**](mailto:laura.sinapi@isprambiente.it)

Carmine Siniscalco (Capitolo 5, paragrafo 5.2; Box 5.3 – 5.4)
ISPRA – Dipartimento Difesa della natura
[**carmine.siniscalco@isprambiente.it**](mailto:carmine.siniscalco@isprambiente.it)

Alessandra Turrini (Box 5.2)
Università degli Studi di Pisa - Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie
[**turrini@agr.unipi.it**](mailto:turrini@agr.unipi.it)

Maria Gabriella Villani (Capitolo 14)
Centro di Educazione Ambientale
[**cealitorale@gmail.com**](mailto:cealitorale@gmail.com)

Franca Zanichelli (Capitolo 14)
Parco Nazionale dell’Arcipelago Toscano
[**direzione@islepark.it**](mailto:direzione@islepark.it)

Quando non diversamente specificato, i box di approfondimento contenuti in un capitolo sono stati redatti dall'autore o dagli autori del capitolo stesso.

Alla compilazione delle schede degli interventi di ripristino, riportate nel capitolo 14, hanno contribuito Autori diversi, con differenti apporti informativi.

Dirigente del Servizio Aree Protette e Pianificazione territoriale: Luciano Bonci
Responsabile del Settore Aree Protette: Luciano Onori

INDICE

Premessa.....	Pag. XIII
1. Il Sistema delle Aree protette e la difesa delle coste	Pag. 1
1.1 Variazioni naturali dei livelli relativi mare\linea di costa	Pag. 2
1.2 La situazione delle coste italiane	Pag. 5
1.3 Cosa rimane ancora da salvare	Pag. 7
1.4 Gli interventi di ripristino più significativi	Pag. 9
1.5 I Parchi come laboratori di ricerca sperimentale	Pag. 15
Bibliografia	Pag. 17
2. La pianificazione territoriale nelle Aree Protette marino-costiere:	
elementi di base per la comprensione del sistema	Pag. 21
2.1 La pianificazione territoriale e urbanistica	Pag. 21
2.1.1 <i>Le norme</i>	<i>Pag. 21</i>
2.1.2 <i>I soggetti e le competenze</i>	<i>Pag. 25</i>
2.2 Gli strumenti urbanistici	Pag. 27
2.3 Le Aree Protette	Pag. 30
2.4 Il Piano del Parco	Pag. 34
2.5 La Rete Natura 2000	Pag. 35
2.6 Le Aree Protette marino-costiere	Pag. 36
2.6.1 <i>La pianificazione delle coste e il demanio marittimo</i>	<i>Pag. 37</i>
2.7 La gerarchia degli strumenti di pianificazione nelle Aree Protette	Pag. 38
2.8 Conclusioni	Pag. 42
Bibliografia	Pag. 43
3. Il clima ondoso	Pag. 45
3.1 Il moto ondoso	Pag. 45
3.2 Analisi statistica dei dati osservati	Pag. 46
3.3 I dati da modello	Pag. 49
3.4 La variazione di livello del mare	Pag. 51
3.5 Conclusioni	Pag. 54
Bibliografia	Pag. 56
4. Lineamenti di geomorfologia costiera.....	Pag. 57
4.1 I sedimenti: origini e dimensioni	Pag. 57
4.2 Morfologia della spiaggia	Pag. 58
4.3 Il bilancio costiero	Pag. 60
4.3.1 <i>I movimenti dei sedimenti all'interno della Unità Fisiografica....</i>	<i>Pag. 61</i>
4.3.2 <i>L'erosione costiera in Italia: qualche dato</i>	<i>Pag. 62</i>
4.4 Le dune costiere	Pag. 63
4.4.1 <i>Formazione delle dune</i>	<i>Pag. 63</i>
4.4.2 <i>Importanza e funzioni delle dune</i>	<i>Pag. 65</i>
Bibliografia	Pag. 72

5.	Lineamenti floristico-vegetazionali del paesaggio costiero	Pag. 75
5.1	<i>Inquadramento fitosociologico della vegetazione costiera italiana</i>	Pag. 75
Box 5.1	Schede Natura 2000 degli habitat costieri italiani	Pag. 94
5.2	<i>Il ruolo della componente micologica negli ecosistemi dunali</i>	Pag. 140
Box 5.2	Note biologiche sui funghi	Pag. 142
5.2.1	<i>Il "Progetto Speciale Funghi" di ISPRA</i>	Pag. 148
Box 5.3	Primo contributo alla conoscenza del ruolo della componente micologica negli habitat dunali	Pag. 149
5.2.2	<i>Le funzioni del complesso micorrizico</i>	Pag. 159
Box 5.4	Le simbiosi micorriziche arbuscolari nei sistemi dunali costieri	Pag. 161
5.2.3	<i>L'importanza del censimento della diversità micologica</i>	Pag. 168
Box 5.5	Il censimento dei macromiceti nella Sicilia sud-orientale, quale esempio di conoscenza per la salvaguardia e il ripristino dei sistemi dunali	Pag. 169
5.2.4	<i>La progettazione di interventi di ripristino con piante micorrizzate: una prospettiva per il futuro</i>	Pag. 175
5.3	<i>Trasformazioni e degrado dei paesaggi costieri</i>	Pag. 176
5.4	<i>La funzione di corridoi ecologici delle fasce costiere</i>	Pag. 180
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 181
6.	Lineamenti faunistici delle dune italiane	Pag. 183
6.1	<i>Parte sistematica</i>	Pag. 184
6.2	<i>Elementi di valutazione di qualità ambientale</i>	Pag. 199
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 201
Appendice 1	Sinossi delle principali specie di interesse conservazionistico	Pag. 205
Box 6.1	Conservazione dei coleotteri tenebrionidi nei sistemi spiaggia-duna italiani	Pag. 207
Box 6.2	Le tartarughe marine	Pag. 216
Box 6.3	Correlazione fra la dinamica delle popolazioni di fratino, <i>Charadrius alexandrinus</i>, e l'integrità ambientale dei litorali sabbiosi laziali	Pag. 220
7.	Dati carto-telerilevati, quali fonti informative per l'analisi delle variazioni della linea di costa	Pag. 229
7.1	<i>Un po' di storia</i>	Pag. 230
7.2	<i>Un po' di chiarezza sulle linee di base, di bassa marea, di base diritta e di riva</i>	Pag. 233
Box 7.1	Stato ecologico delle coste	Pag. 235
7.3	<i>I dati storici carto-telerilevati di riferimento</i>	Pag. 236
7.4	<i>Banche dati geografiche</i>	Pag. 238
Box 7.2	Lo stato della ricerca e degli studi costieri, a livello nazionale e regionale	Pag. 239
7.5	<i>Metodi di indagine proposti</i>	Pag. 246
7.6	<i>Conclusioni e sviluppi futuri</i>	Pag. 247
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 249
8.	La banca dati vegetazionali "SARA" e gli interventi di ripristino	Pag. 251

8.1	<i>Destinatari della banca dati SARA</i>	Pag. 251
8.2	<i>Struttura e contenuti</i>	Pag. 252
8.3	<i>Potenzialità, fruibilità e sviluppi futuri</i>	Pag. 260
8.4	<i>Architettura</i>	Pag. 261
8.5	<i>Software di interrogazione</i>	Pag. 264
8.6	<i>Interrogazione del Repertorio nazionale degli interventi</i>	Pag. 266
9.	L'approccio naturalistico nella conservazione e restauro degli ambienti dunali	Pag. 269
9.1	<i>I problemi di conservazione degli ambienti dunali costieri</i>	Pag. 269
9.2	<i>Distribuzione e stato di conservazione delle dune costiere</i>	Pag. 269
9.3	<i>Impatto antropico e minacce</i>	Pag. 273
Box 9.1	Cenni storici sugli interventi di restauro e di ricostituzione delle dune costiere	Pag. 276
Box 9.2	Interventi di rinaturazione e di Ingegneria Naturalistica in ambiti costieri dunali e lagunari	Pag. 290
9.4	<i>La conservazione degli ambienti dunali</i>	Pag. 301
9.5	<i>Tipologie di opere e interventi di protezione e restauro dal degrado</i>	Pag. 302
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 307
10.	Conservazione e restauro delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	Pag. 309
10.1	<i>La pianta</i>	Pag. 309
10.2	<i>La prateria e le sue funzioni ecologiche</i>	Pag. 310
Box 10.1	Gestione ecologica delle fanerogame marine spiaggiate e conservazione delle <i>banquettes</i> di <i>Posidonia oceanica</i>	Pag. 312
10.3	<i>Le cause del degrado</i>	Pag. 322
Box 10.2	L'Ingegneria naturalistica per la difesa del mare ovvero, come ripristinare le praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	Pag. 325
10.4	<i>Protezione e restauro</i>	Pag. 335
10.5	<i>La riforestazione</i>	Pag. 337
10.6	<i>Conclusioni</i>	Pag. 338
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 339
11.	Le barriere artificiali sottomarine antistrascico	Pag. 341
11.1	<i>Le barriere artificiali</i>	Pag. 341
11.1.1	<i>Origine e sviluppo</i>	Pag. 342
11.1.2	<i>Materiali utilizzati</i>	Pag. 346
11.2	<i>Obiettivi degli interventi</i>	Pag. 347
11.3	<i>Un'esperienza nella Regione Abruzzo</i>	Pag. 348
Box 11.1	Metodi ed attrezzature della piccola pesca e di quella a strascico	Pag. 353
11.4	<i>Le attività di controllo</i>	Pag. 356
11.5	<i>Aspetti socio-economici</i>	Pag. 356
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 358
12.	La partecipazione: strumenti e metodologie	Pag. 361
12.1	<i>Documenti e normativa di riferimento</i>	Pag. 362

12.2	<i>La partecipazione come strumento di prevenzione dei conflitti ambientali</i>	Pag. 366
12.2.1	<i>Metodologie per la partecipazione</i>	Pag. 366
12.2.2	<i>La partecipazione: scenario di sfondo</i>	Pag. 366
12.3	<i>Tre elementi significativi della Partecipazione</i>	Pag. 367
12.3.1	<i>L'empowerment</i>	Pag. 367
12.3.2	<i>La comunicazione</i>	Pag. 368
12.3.3	<i>Sapere profano e sapere tecnico</i>	Pag. 369
12.4	<i>Gli strumenti</i>	Pag. 369
12.4.1	<i>Le passeggiate in situ</i>	Pag. 370
12.4.2	<i>L'European Awareness Scenario Workshop (EASW)</i>	Pag. 370
12.5	<i>Le motivazioni</i>	Pag. 370
	<i>Bibliografia</i>	Pag. 372
13.	Il corso di formazione ambientale	Pag. 373
13.1	<i>La diffusione dell'iniziativa e la divulgazione on-line dei contenuti del corso</i>	Pag. 378
13.2	<i>Il monitoraggio del corso</i>	Pag. 378
13.3	<i>Dati del Questionario di Ingresso</i>	Pag. 379
13.4	<i>Dati del Questionario di Gradimento</i>	Pag. 383
13.5	<i>Le domande tecniche del Questionario di Ingresso e di Gradimento</i>	Pag. 386
13.6	<i>Conclusioni</i>	Pag. 391
14.	Repertorio nazionale degli interventi di ripristino dunale	Pag. 393

PREMESSA

Il Servizio “Aree Protette e Pianificazione territoriale” del Dipartimento “Difesa della natura” promuove e svolge studi utili alla gestione delle Aree Protette e finalizzati all’individuazione di aree prioritarie ad elevato valore naturalistico, alla conservazione della diversità biologica, geologica e paesaggistica ed alla predisposizione di strumenti per la corretta applicazione delle Convenzioni internazionali e delle Direttive europee.

Il lavoro esposto nel presente volume è frutto di un apposito gruppo di lavoro, istituito nel 2008, al fine di predisporre il primo Repertorio nazionale degli interventi di ripristino degli ecosistemi marino-costieri nelle Aree Protette.

Oltre a ricerche bibliografiche e la raccolta di dati e informazioni, sono stati effettuati sopralluoghi mirati degli interventi più significativi ed avviate attività di collaborazione con esperti e professionisti delle comunità locali, di Istituti pubblici di ricerca, di Studi professionali privati, di ONG e Associazioni di categoria.

La ricerca ha messo in evidenza, e confermato, come il rapidissimo e fortissimo processo di antropizzazione che il sistema costiero italiano ha subito nel corso del secolo scorso abbia, in buona parte, mutato completamente le caratteristiche naturali ed ambientali delle spiagge, ma anche delle dune costiere e degli ambienti umidi retrodunali, che sono tra gli ecosistemi più vulnerabili e più seriamente minacciati non solo a livello nazionale, ma anche mondiale.

Altro risultato evidente è che occorre, da subito, intraprendere azioni di protezione o di ripristino efficaci ed efficienti. È chiaro che tali azioni per risultare efficaci, oltre che essere basate su presupposti derivati dalla ricerca scientifica, devono superare interessi settoriali e/o locali e, soprattutto, prendere in considerazione le ricadute sugli ambienti terrestri limitrofi.

Una visione unitaria ed integrata nell’approccio alle problematiche della costa si rende sempre meno procrastinabile, nel nostro paese, perché le strategie di promozione di uno sviluppo socio-economico rispettoso del bene ambiente non possono più prescindere da forme di programmazione che vedano interventi coerenti con le politiche regionali, nazionali e comunitarie. Il contributo che ISPRA può fornire in tal senso, può essere quello di definire chiare linee guida per il mantenimento di beni ambientali fortemente compromessi, nonché sollecitare l’interesse del legislatore per appropriate misure di tutela, affinché vengano finalmente superate difficoltà amministrative e gestionali con cui quotidianamente si scontrano gli amministratori delle Aree Protette.

Il Direttore del Dipartimento
Difesa della Natura
Andrea Todisco

1. IL SISTEMA DELLE AREE PROTETTE E LA DIFESA DELLE COSTE

Benedetta Brecciaroli, Luciano Onori

Tempo fa, un buontempone che voleva scrivere il proprio nome nel “Guinnes dei primati” ipotizzò di percorrere a piedi i circa 8.500 chilometri di coste italiane, ignorando che il nostro paese ha uno sviluppo costiero assai diversificato e con due principali tipi morfologici naturali: le coste alte e rocciose, per circa il 59% del totale, e quelle basse e sabbiose, per circa il 41%. (Si veda, a tale proposito il Box 7.2 al capitolo 7). Mentre sarebbe possibile percorrere il lungo cordone sabbioso della costa dell’alto Adriatico, che è in prevalenza bassa da Monfalcone al Gargano, scavalcando in qualche modo soltanto il promontorio del Conero ed alcune aree tra Ortona e Vasto, la situazione si complica abbastanza nell’Adriatico meridionale e nello Ionio, dove invece l’alternanza tra coste alte e basse è pressoché continua.

Opposta invece è la situazione del basso Tirreno, che presenta coste prevalentemente alte e rocciose alternate a brevi tratti di lidi sabbiosi. Solo salendo da Terracina verso nord, si possono nuovamente incontrare lidi in prevalenza sabbiosi, interrotti da alcuni promontori, anche se in Liguria l’impresa raggiungerebbe il limite dell’impossibilità, data la netta prevalenza di coste alte alternate a brevi lidi sabbiosi.

Un secondo problema ignorato dal buontempone riguarda poi l’agibilità delle coste italiane, rispetto “alla presenza degli stessi italici”.

Più di dieci anni fa il WWF, sulla base di cartografie aggiornate, sull’interpretazione di fotografie satellitari e sulla verifica dei dati in campo da parte di volontari, aveva effettuato un censimento delle aree libere presenti sulle coste italiane, ovvero di quelle zone, con estensioni maggiori di 3 chilometri, non interessate da insediamenti umani. I dati pubblicati nel rapporto “Oloferne” (Pietrobelli & Bardi, 1996), indicavano che tali aree costiere libere erano soltanto 362, per un totale di circa 2200 ha, così suddivise: il 29% integralmente libero, il 13% oggetto di occupazione estensiva, il 58% interessato da un’occupazione di tipo intensivo. Unica area libera di dimensioni rilevanti, lungo l’Adriatico, è rappresentata dai circa 60 chilometri del delta del Po, mentre nel Tirreno, un’analogia situazione la si può ritrovare solo in Sardegna, con circa 1.350 chilometri di costa completamente priva di insediamenti ed infrastrutture, pari al 73% del totale regionale, e con solo il 18% delle coste soggetto ad occupazione antropica integrale.

Per inciso, un ulteriore preoccupante indicatore messo in evidenza dal rapporto del WWF, oltre al continuo processo di occupazione dei suoli costieri, era la costante riduzione delle dune e delle aree umide retrodunali: dei 700.000 ha di paludi costiere esistenti in Italia all’inizio del secolo, ne restavano 192.000 ha nel 1972 e meno di 100.000 ha nel 1994.

Le ragioni di quanto appena visto vanno ricercate nel rapidissimo e fortissimo processo di antropizzazione che il sistema costiero italiano ha subito nel corso del secolo scorso, processo che, in buona parte, ha mutato completamente le caratteristiche naturali ed ambientali delle spiagge, ma anche delle dune costiere e degli ambienti umidi retrodunali che sono entrambi tra gli ecosistemi più vulnerabili e più seriamente minacciati non solo a livello nazionale, ma anche mondiale.



Figg. 1.1 e 1.2: Utilizzo dei sistemi dunali come parcheggio, in Spagna
(Foto dal sito: <http://lifeflora.cime.es>)



Fig.1.3: Concetto di fruizione delle dune nel Parco Nazionale dell'Arcipelago toscano
(Foto ISPRA – Luciano Onori)

Senza diminuire la gravità della situazione o giustificare la responsabilità dell'uomo in questo processo di azzeramento di territori naturali, è corretto ricordare di seguito anche le cause naturali che determinano tali cambiamenti.

1.1 Variazioni naturali dei livelli relativi mare/linea di costa

In passato, il livello del mare è cambiato, e continuerà a cambiare in futuro, quale risposta al continuo variare naturale del clima e ad alcuni movimenti di natura geofisica in atto sulla mag-

gior parte delle zone costiere della Terra. Le variazioni naturali della temperatura hanno cioè innescato, nel corso del tempo, cambiamenti eustatici del livello marino: nel corso dei periodi climatici freddi, i ghiacci si sono concentrati ai poli; al contrario, durante quelli caldi (interglaciali) i ghiacci si sono sciolti, innescando innalzamenti del livello dei mari dell'ordine dei 130-160 metri, secondo cicli che si sono ripetuti, mediamente, ogni 120.000 anni.

In particolare, durante l'ultimo periodo glaciale di 22.000 anni fa, enormi coltri di ghiaccio, spesse anche oltre 5.000 m, hanno ricoperto gran parte del pianeta, ad es., tutto il nord Europa. Successivamente, con il riscaldamento del clima e lo scioglimento dei ghiacci, la crosta terrestre di quelle zone ha subito un rapido sollevamento dell'ordine di 200 m negli ultimi 10.000 anni, mentre in altre aree anche molto distanti da tali zone glaciali (fino a 7000 km, come ad es., nel mare Mediterraneo), si sono verificati cospicui abbassamenti costieri a causa dell'elasticità del mantello terrestre.

Le cause geofisiche che hanno generato questi movimenti sono ancora oggi attive e comportano movimenti di risalita relativa del mare, con tassi diversi crescenti da nord verso sud.

Oltre a questo fenomeno di glacio-isostasia, sono in atto su tutte le coste della Terra altri movimenti negativi, di idro-isostasia, dovuti al peso, sulle piattaforme continentali, della colonna d'acqua improvvisamente aumentata mediamente di circa 140 m a causa dello scioglimento delle migliaia di metri di spessore dei ghiacci del nord Europa. Per quanto riguarda il Mediterraneo, i tassi di abbassamento relativi alla sommatoria di questi movimenti entrambi negativi, corrispondono ad ordini di grandezza compresi tra 0,2 e 1 mm\anno.

Nelle zone tettonicamente attive, poi, s'instaurano altri movimenti geofisici dovuti alla tettonica a placche (come ad es., nel bacino Mediterraneo per lo scontro tra placca africana e quella europea) con sollevamenti od abbassamenti i cui tassi sono dell'ordine del mm\anno.

Trascuriamo, per il momento, altre variazioni naturali del livello marino con periodi decisamente molto più brevi (annuali o giornalieri) dovute alle maree o alle variazioni della pressione atmosferica, al regime dei venti o a forti mareggiate, che comunque si sommano a quelle dovute ai movimenti naturali eustatici, isostatici e tettonici.

Se infine consideriamo anche i movimenti di subsidenza del suolo, e quindi la relativa risalita del livello marino, dovuti ad interventi antropici, quali gli emungimenti di acque, gas, petrolio, o la compattazione dei suoli per la bonifica di zone paludose, possiamo concludere che il livello del mare, e a maggior ragione la linea di costa, non sono stabili nel tempo.

Per quanto riguarda la specifica situazione italiana, molti autori concordano nel ritenere che, forse, oggi ci troviamo al culmine di un lungo periodo interglaciale caldo, iniziato 9.000 anni fa, a partire dal quale il mare si è sempre sollevato.

Anche se lo scioglimento dei ghiacci è quasi cessato circa 6.000 anni fa, i movimenti isostatici di abbassamento delle coste, innescati dall'aumento della colonna d'acqua insistente sulla piattaforma continentale europea, sono tutt'oggi in atto, con tassi molto diversi da zona a zona. Tali abbassamenti, che appaiono come un innalzamento relativo del livello marino, diventano critici nelle aree caratterizzate da coste basse, dove, a piccole variazioni relative del mare possono corrispondere grandi variazioni areali.

In uno studio pilota effettuato dall'ENEA nel 2003 per conto del Ministero dell'Ambiente (Antonoli & Leoni, 2001) è stata pubblicata una "Mappa nazionale delle aree a rischio di allagamento da parte del mare" (fig.1.4).



Fig. 1.4: Mappa nazionale delle aree a rischio di allagamento da parte del mare, da DEM a 20 m (da F. Antonioli e G. Leoni, 2007)

Nel suddetto studio, successivamente aggiornato, venivano individuate 33 zone a rischio lungo le coste italiane, per un totale di 4.5000 km², dovuto a fattori naturali, quali: il contributo eustatico di risalita dei mari italiani, inferiore a quello medio globale degli oceani, che è di circa 1,8 mm/anno (Church *et al.*, 2004), e valutato pari a circa 1,05 mm/anno (Lambeck *et al.*, 2004);

il contributo isostatico di abbassamento delle coste, variabile da nord e sud Italia e tra Adriatico e Tirreno, compreso tra 0,2 e 0,8 mm/anno (Lambeck *et al.*, 2004);

il contributo tettonico, anch'esso variabile, di sprofondamento (1,2 mm/anno) o di sollevamento (2,4 mm/anno) (Antonioli *et al.*, 2003; Ferranti *et al.*, 2006).

Più difficile da stimare, infine, il contributo derivato dai fenomeni di subsidenza indotti dalle attività antropiche, che si sommano a quelli naturali, specie in zone lagunari e paludose a carico di alcuni particolari depositi aventi tenori di acqua che arrivano anche al 90%.

Tra gli anni '30 e '70 del secolo scorso, i lavori di bonifica eseguiti in moltissime di queste zone costiere, attraverso opere di canalizzazioni ed idrovore, hanno consentito il recupero di territori da destinare all'agricoltura, ma anche determinato il compattamento di quei depositi, per perdita di acqua, con fenomeni di subsidenza che hanno oltrepassato anche i 4-5 m. In alcune

aree costiere del nord Adriatico, per es., tra Cesenatico e Venezia, e nei dintorni di Ravenna tali movimenti negativi hanno raggiunto tassi medi di 7 cm l'anno (Carminati & Martinelli, 2003). Attualmente, questi fenomeni sono in fase di attenuazione, essendo terminate le attività di bonifica, avendo limitato le attività di estrazione di gas e petrolio a partire dalla metà degli anni '70 del secolo scorso, e regolamentato l'estrazione delle acque per l'irrigazione.

1.2 La situazione delle coste italiane

Nel nostro paese per molti secoli, la colonizzazione delle aree costiere era rimasta limitata soprattutto alle foci dei principali fiumi e entro baie protette. Poi però, sempre all'inizio del secolo scorso, la realizzazione di grandi infrastrutture (strade e ferrovie) in prossimità degli arenili ha dato il via al processo di urbanizzazione delle coste e del loro sfruttamento, con costruzione di edifici, strade e altre strutture ad uso civile a ridosso delle spiagge, aumento delle immissioni degli scarichi civili e industriali, costruzioni di porti e aumento del traffico marittimo etc.

Per tali motivi, sempre dagli inizi del secolo passato, le foci fluviali e poi progressivamente le spiagge più distanti sono state interessate dai primi segnali di erosione costiera dovuti anche ad altre cause, quali l'abbandono delle campagne, gli interventi di bonifica, la massiccia estrazione di materiale dagli alvei dei fiumi e gli interventi di regimazione dei corsi d'acqua rivelatisi, in molti casi, inutili o dannosi. Gli effetti di questa dissennata politica del territorio, dovuti essenzialmente alla scarsa conoscenza di quei tempi del funzionamento degli ecosistemi, hanno destato tante e tali preoccupazioni da rendere necessaria la promulgazione, il 4 luglio 1907, di una specifica "Legge per la difesa degli abitati dall'erosione marina", che però non ha impedito di costruire nuovi insediamenti abitativi ed industriali in prossimità del mare, quando il fenomeno dell'erosione era ormai già in atto ed anzi è andato per questo aumentando.

In quella normativa la difesa delle coste veniva, di fatto, intesa solo come "protezione delle strutture abitative e delle vie di comunicazione", con interventi automatici dello Stato laddove tali insediamenti risultavano minacciati dall'erosione, attraverso opere di difesa *hard*, quali "la costruzione di pennelli, di scogliere parallele a riva o di ogni altro lavoro idoneo a fermare l'erosione", così come espressamente previsto dalla citata legge del 1907.

In realtà, delle tre possibilità solo le prime due, ossia la costruzione di scogliere parallele o ortogonali alla riva vennero attuate, rinunciando quasi del tutto alla possibilità di percorrere strade diverse, nonostante numerosi esempi di interventi, come quelli descritti nel Box 9.1 del capitolo 9. Anche se le motivazioni erano diverse da quelle attuali, comunque tali interventi cercavano di ripristinare la continuità dei cordoni dunali litoranei demoliti dal vento e dal mare o di proteggere dalle mareggiate le retrostanti aree seminate e piantagioni attraverso rimboschimenti litoranei o "costruzione" ex novo di dune litoranee, definite come "argini a mare".

Anche le tecniche e le indicazioni che ritroviamo negli scritti del Prof. Lorenzo Senni (Senni, 1934), che si firmava Console della Milizia Nazionale Forestale, se oggi appaiono discutibili dal punto di vista dell'attuale concetto di ecotipi e del loro esclusivo utilizzo nelle opere di ripristino, forniscono sicuramente una testimonianza di buone pratiche, modernamente "ecosostenibili": "... *In Italia la tecnica della sistemazione delle dune si è svolta generalmente senza bisogno della costituzione della duna litoranea usata in altri paesi... Così ad esempio nel consolidamento e rimboschimento della duna di Feniglia ad Orbetello è stato necessario impiantare dei graticci morti opposti ai venti, senza però arrivare alla costruzione della vera duna litoranea. In quelli della Playa (Catania) si è ricorsi alla piantagione di filari di *Psamma arenaria* e di *Saccharum aegyptiacum*, molto rapide a diffondersi a mezzo di stoloni o parti di piante, per la facilità con la qua-*

le si riproducono la radici e si propagano. A Cuguttu (Sassari) la protezione delle piante contro il vento (trattasi di sabbie poco mobili) si è ottenuta con filari di fico d'India, ailanto, agave, cannuccie, e Robinia pseudo-acacia. Alla Playa di Catania e a Gela si è sostituito alla duna litoranea artificiale una spessa piantagione e seminazione delle specie più svariate (*Psamma*, *Saccharum*, *Agave*, *Ononis*, *Opuntia* etc.) che ha permesso alle specie pregiate presenti (*Pinus*, *Cupressus*, *Eucalyptus* etc.) di svilupparsi. La tecnica perciò pone per base che occorra di massima una protezione per permettere alla macchia o al bosco di affermarsi, e ciò solo contro l'azione dei venti e contro il movimento della sabbia. Sono queste solamente le norme: all'atto pratico occorre stabilire il metodo da seguire, in relazione alle condizioni ambientali, non potendosi a priori sostenere la bontà dell'uno o dell'altro metodo. Quando necessita la protezione, si costituisce un riparo che può essere elastico, vivo (*Psamma*, *Saccharum*, *Agave*) o morto (arelle di cannuccie), lineare o a quadrati o a losanghe, continuo o interrotto o alternato.. Nei casi di sabbie mobili, nude o quasi, tale riparo occorre sempre, e sarebbe follia il volerlo omettere..."

Anche alcuni documenti fotografici mostrano come si sarebbe potuto seguire un percorso diverso, se la scarsa attenzione ai problemi ambientali e una limitata conoscenza dei processi ecologici dei litorali, non avesse determinato uno sfruttamento sempre più intenso delle risorse naturali in ambito costiero, che ha proceduto di pari passo con l'arretramento della linea di riva e l'estensione dei fenomeni erosivi.



**Figg. 1.5 e 1.6: "Sabbie litoranee in sistemazione" (a sx) e operaio impegnato nella piantagione e rinsaldamento del pino domestico (a dx), in località Platamona, nel comune di Sorso (SS)
(Foto d'epoca dal sito: sardegna.digitallibrary@regione.sardegna.it)**



**Figg. 1.7 e 1.8: Sabbie litoranee in sistemazione, mediante semina e piantagione di pino domestico, in località Platamona, nel comune di Sorso (SS)
(Foto d'epoca dal sito: sardegna.digitallibrary@regione.sardegna.it)**

Le azioni di salvaguardia, quali la costruzione di opere di difesa rigida (ad es., pennelli, barriere emerse e sommerse, blocchi di varia natura e dimensione) e altri interventi periodici, quali i più recenti ripascimenti per ampliare le spiagge balneabili, sono diventati sempre più frequenti, contrastando localmente l'erosione, ma certo non risolvendo il problema del deficit di sabbia e, soprattutto, non ripristinando l'equilibrio naturale tra l'ingressione marina, la redistribuzione dei sedimenti portati dai fiumi e l'accumulo naturale delle sabbie eoliche nelle dune costiere.

La mancanza di apporti sabbiosi ha innescato ed accelerato, inoltre, tutti quei processi di disequilibrio che si formano tra la falda di acqua dolce e quella salina: risulta evidente che se sale il livello marino di base e se la falda acquifera dolce decresce a seguito di intensi sfruttamenti, varia di conseguenza e in senso negativo l'equilibrio esistente, con un'intrusione del cuneo salino all'interno della costa, che in molte zone costiere italiane può raggiungere fino ai 3-4 km.

A ciò si deve aggiungere, in tempi assai recenti, il fenomeno dei cambiamenti climatici che sta anch'esso alterando gli equilibri naturali del mare, con un'accelerazione del sollevamento eustatico. Gli scenari globali resi disponibili dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), che però non entrano nel merito del mare Mediterraneo, prevedono dei sollevamenti attesi per il 2100 tra 25-75 cm, mentre recenti osservazioni sulle variazioni del livello del mare basate su satelliti (Cazenave e Nerem, 2004) e, soprattutto, la tendenza in atto di un aumento medio della temperatura dell'aria, inducono ad ipotizzare un incremento di tali valori per il futuro.

Risulta evidente che, più dei dati provenienti dai satelliti, sono le informazioni derivate dai mareografi quelle che consentono di misurare gli effettivi movimenti in atto del mare. In Italia, i principali parametri del moto ondoso, quali: altezza d'onda significativa, periodo medio dell'onda, periodo di picco, direzione etc. vengono acquisiti attraverso la Rete Ondametrica Nazionale. Anche se le informazioni hanno carattere e validità strettamente locali e non sono quindi generalizzabili, attraverso raffinate metodologie di analisi delle serie storiche sono possibili elaborazioni sulle variazioni del livello del mare, scientificamente corrette e prive di sensazionalismi, utili per un'efficace azione di protezione degli ecosistemi marino-costieri (si veda, a tale proposito, il capitolo 3 relativo al moto ondoso).

E' chiaro che tali azioni per risultare efficaci, oltre che essere basate su presupposti derivati dalla ricerca scientifica, devono superare interessi settoriali e/o locali e, soprattutto, prendere in considerazione le ricadute sugli ambienti terrestri limitrofi. Una visione unitaria ed integrata nell'approccio alle problematiche della costa si rende sempre meno procrastinabile, nel nostro paese, perché le strategie di promozione di uno sviluppo socio-economico rispettoso del bene ambiente non possono più prescindere da forme di programmazione che vedano interventi coerenti con le politiche regionali, nazionali e comunitarie (Onori & Spoto, 2006).

1.3 Cosa rimane ancora da salvare

Come verrà ampiamente dettagliato nel capitolo 9, l'*European Union for Coastal Conservation* sulla base di dati aggiornati alla fine degli anni '90, segnalava per l'Europa centrale e occidentale una riduzione di circa il 75% delle superfici occupate da dune costiere nell'arco dell'ultimo secolo scorso, e dell'80% per quanto riguardava quelle italiane. Questa costante aggressione ha profondamente alterato gli elementi di naturalità delle nostre coste, come mostrano sia le analisi effettuate sulla base dell'esame di documentazioni cartografiche, sia le valutazioni orientative dello stato dei tratti litorali caratterizzati dalla presenza di dune costiere, riportate sempre nel capitolo 9. Analisi e valutazioni che, come avvertono gli stessi autori, hanno un valore solo indicativo e che però riflettono la drammatica situazione di un paese dove le dune non antropizzate so-

no relegate a pochissimi lembi residuali di territorio, frazionati in sistemi discontinui, ed estesi per soli 330 km circa, cioè solo l'8.6% circa del totale delle coste basse nazionali.

Anche la distribuzione geografica di tali ecosistemi dunali residuali coincide sostanzialmente con quella pubblicata nel 2002 dal Ministero dell'Ambiente, in collaborazione col Museo Friulano di Storia Naturale, nella collana "Quaderni Habitat" (Ruffo, 2002), dove venivano individuati dei punti caldi di biodiversità e di endemismo, sia a livello floristico che faunistico, coincidenti con una serie di aree dunali, quali (in ordine di importanza):

- coste meridionali della Sicilia,
- coste occidentali e meridionali della Sardegna,
- coste tirreniche toscane e laziali (almeno da Pisa al Circeo),
- coste ioniche di Puglia e Basilicata,
- coste dell'Alto Adriatico.

Queste aree, dato il loro elevato valore naturalistico, sono tutte comprese all'interno di Aree protette e molte di esse sono state recentemente oggetto di interventi di ripristino ambientale della duna, utilizzando le più moderne tecniche di ingegneria naturalistica.

Per questo ISPRA, che fin dal 2005 aveva avviato una ricerca finalizzata alla conoscenza degli interventi di rinaturazione e di ripristino realizzati nelle diverse realtà ambientali delle Aree protette nazionali (Onori, 2005), ha avviato un progetto per la raccolta sistematica di dati e informazioni sugli interventi effettuati in Italia per:

- la ricolonizzazione delle praterie marine a fanerogame,
- la diversificazione degli habitat sottomarini con barriere artificiali,
- il ripristino dei sistemi dunali, per la difesa delle coste sabbiose, con l'Ingegneria naturalistica.

<i>APAT</i>	Dipartimento Difesa della natura	Servizio Aree protette e Pianificazione territoriale	D'Antoni Susanna Natalia Maria Cecilia Onori Luciano
		Servizio Carta della Natura	Bianco Pietro Massimo Morigi Massimo
		Servizio Uso sostenibile delle risorse naturali	Campanelli Francesco
		Servizio Tutela della biodiversità	Jacomini Carlo
	Dipartimento Tutela delle acque interne e marine	Servizio Difesa delle coste	Morucci Sara Sinapi Laura
	Dipartimento Attività bibliotecarie, documentali e per l'informazione	Servizio Educazione e formazione ambientale	Bonaventura Silvia Giuliani Andrea
<i>AIPIN</i>			Cornellini Paolo Puglisi Salvatore Sauli Giuliano
<i>ENEA</i>			Menegoni Patrizia
<i>Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise</i>			Giansante Carla
<i>Studio Associato Geosphera</i>			Bovina Giancarlo
<i>Professionisti liberi</i>			Brecciaroli Benedetta Fatigati Marianna Fattorini Simone Paone Massimo Piacentini Valentina

Tab.1.1: Il gruppo di lavoro istituito da ISPRA per il Repertorio nazionale degli interventi di ripristino degli ecosistemi marino-costieri

Nel 2008, con un ordine di servizio dell'allora APAT, è stato istituito un apposito gruppo di lavoro (tabella 1.1) al fine di predisporre il Repertorio nazionale degli interventi di ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la relativa pubblicazione dei risultati, oggetto del presente volume.

Oltre a ricerche bibliografiche e la raccolta di dati e informazioni (WEB, interviste, questionari, etc.), sono state avviate attività di collaborazione con esperti e professionisti delle comunità locali, di Istituti pubblici di ricerca (ENEA, CNR, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise), di Studi professionali privati (Studio associato Geosphera), di ONG (LIPU, WWF, Legambiente) e Associazioni di categoria (AIPIN - Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica) ed effettuati sopralluoghi mirati degli interventi più significativi.

I dati raccolti sono stati poi georeferenziati con metodo GIS e il software ESRI ArcView versione 3.2, utilizzando basi cartografiche 1:100.000, 1:25000 e ortofotografie, ottenendo così una mappa dettagliata della distribuzione geografica degli interventi censiti, a ciascuno dei quali è stato attribuito un codice numerico con il primo numero che identifica la Regione, seguito da una lettera che identifica l'intervento specifico. Nel cap. 14 sono riportate le schede descrittive di ciascun intervento con le informazioni raccolte relative a:

a) estremi identificativi dell'intervento:

- denominazione del progetto,
- indicazione della località, Comune, Provincia e Regione in cui è stato realizzato l'intervento,
- l'eventuale Area protetta nella quale è stato realizzato l'intervento con relativa mappa IGM,
- lunghezza in metri del tratto di costa e/o superficie di duna interessata dal progetto,
- particolare con ortofotografia dell'area di intervento;

b) caratterizzazione dell'ambiente naturale dell'area di intervento:

- lineamenti geomorfologici,
- lineamenti climatici e meteo climatici,
- lineamenti floristici, faunistici e degli habitat Natura2000 presenti nel sito;

c) dati tecnici dell'intervento:

- motivazioni e obiettivi dell'intervento,
- costi, ente finanziatore e soggetti esecutori,
- periodo della realizzazione,
- descrizione dell'intervento e delle tecniche di Ingegneria naturalistica e tradizionale utilizzate,
- specie vegetali utilizzate,
- interventi di manutenzione previsti,
- risultati ed eventuali benefici indotti,
- azioni di sensibilizzazione e informazione della comunità locale.

1.4 Gli interventi di ripristino più significativi

Un intervento sicuramente da segnalare come paradigmatico per gli aspetti ambientali, tecnici e sociali coinvolti riguarda il ripristino di un esteso sistema dunale in un Parco non italiano e nemmeno nazionale o regionale. Si tratta del Parco Naturale dell'Albufera, ovvero del parco della città di Valencia (Spagna), un'area "pubblica" (la Devesa de l'Albufera) interessata da un progetto di urbanizzazione integrale, tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 del secolo scorso.

Con la realizzazione del progetto, l'ecosistema dunale venne completamente alterato attraverso lo spianamento delle dune, per costruire una strada costiera, l'interramento degli stagni con

la sabbia delle dune, per realizzare parcheggi, la costruzione di viali, fognature, acquedotti etc. La sottrazione di uno spazio da sempre fruito quale spazio pubblico determinò la forte e generalizzata opposizione dei cittadini, che riuscirono a bloccare l'intera operazione, nel 1973 (in pieno regime franchista).

Da quell'anno, l'amministrazione comunale di Valencia, anche con finanziamenti europei (Progetto LIFE Natura da 1.951.481 €) avviò un progetto di ripristino del sistema dunale distrutto per contrastare il grave processo erosivo innescato dall'alterazione dell'equilibrio della spiaggia e dalla perdita della macchia mediterranea retrostante, per la mancata protezione dai venti provenienti dal mare da parte delle dune, ritenendo più economico e definitivo eliminare tutte le infrastrutture esistenti, piuttosto che difenderle con delle altre, in un processo senza fine (come altre esperienze hanno insegnato).

Per questo, furono completamente smantellati i manufatti preesistenti, quali la strada costiera e i muretti adiacenti, che costituivano una barriera per il libero movimento della sabbia, la rete stradale interna, i parcheggi, la rete fognante etc. Utilizzando la pluriennale esperienza dell'Oficina Técnica Devesa-Albufera nel restauro delle dune mediterranee e nella moltiplicazione delle specie psammofile, venne successivamente ripristinata la geomorfologia e la vegetazione delle dune, della macchia e degli stagni retrodunali.

Per la ricostruzione delle dune, larghe fino a 6 m ed alte 4 m, vennero in parte utilizzate alcune infrastrutture esistenti, come i muretti paralleli alla costa che fiancheggiavano la strada; la completa ricostruzione della copertura vegetale richiese dai 4 ai 6 anni, con risultati tangibili ed apprezzabili da tutti (figg. 1.9 – 1.11).



Fig. 1.9: La duna mobile dell'Albufera (Valencia - Spagna) ripristinata



Fig. 1.10: Il complesso delle dune grigie dell'Albufera (Valencia - Spagna) ripristinato



Fig. 1.11: Il fronte retrodunale dell'Albufera (Valencia - Spagna) ripristinato

Per fissare la sabbia vennero utilizzate sia reti di plastica a copertura, sia rami di potature di *Spartina versicolor*, alti 50-80 cm, appoggiati parallelamente all'interno di quadrati contigui di 4 x 3 m², delimitati da fusti di *Arundo donax* (canna) (Figg. 1.12 e 1.13).



**Figg. 1.12 e 1.13: Delimitazione dei quadrati dunali dell'Albufera (Valencia - Spagna)
(Foto Luciano Onori - ISPRA, 2008)**

Le piantine di *Ammophila littoralis*, ottenute in vivaio sia da talea del rizoma che da seme, vennero piantumate con una densità pari a 80.000 plantule in una fascia di 2 km di lunghezza per 10 m di larghezza, insieme a *Pancratium maritimum*, sempre ottenuto in vivaio. I semi di *Eryngium maritimum*, *Calystegia soldanella*, *Polygonum maritimum* e *Lotus creticus* vennero invece sepolti direttamente nella sabbia durante la stagione invernale, al fine di aumentare la percentuale di germinazione rispetto a quella naturale dei semi dispersi dal vento e che sarebbero potuti, in tal modo, non risultare sufficientemente coperti dalla sabbia.

L'intervento di ripristino riguardò anche la macchia mediterranea retrostante alle dune e le relative zone umide.



Figg. 1.14 e 1.15: Aree retrodunali umide e a macchia mediterranea ripristinate all'Albufera (Valencia)

Tutti gli esemplari di piante utilizzati nel ripristino, sia delle dune che della macchia retrodunale provenivano dal Centro vivaistico realizzato all'interno del Parco, ancora in funzione, dove vengono moltiplicate più di 170 specie differenti, tra cui tutte quelle caratteristiche degli ecosistemi dunali, i cui semi vengono raccolti sulle dune.



**Figg. 1.16 - 1.18: Produzione vivaistica nel Parco Naturale comunale dell'Albufera (Valencia)
(Foto ISPRA – Luciano Onori, 2008)**

In Italia, l'intervento che per estensione e risorse impiegate può, forse, considerarsi il più esteso progetto di restauro dunale effettuato finora è quello realizzato su 15 km di dune costiere, nel tratto a nord-ovest del promontorio del Circeo, cofinanziato dalla Comunità Europea attraverso due progetti LIFE Natura consecutivi, durati quattro anni e mezzo (si veda, a proposito, la scheda 3e). L'intero sistema dunale è ancora oggi attraversato per quasi tutta la sua lunghezza da una strada litoranea, che provoca il ruscellamento dell'acqua piovana con la conseguente formazione di solchi di erosione tra la duna e la spiaggia. Inoltre, la pulizia meccanizzata della sabbia ha provocato, e provoca tuttora la quasi scomparsa delle dune embrionali (fig. 9.6).



**Fig. 1.19: La ferita della strada costiera nel sistema dunale del Parco Nazionale del Circeo
(Foto Giancarlo Bovina)**

Come più dettagliatamente descritto in seguito, sono state realizzate strutture per impedire il passaggio dei bagnanti sulle dune (passerelle, recinzioni, pannelli informativi e picchetti per dissuadere il parcheggio delle autovetture da parte dei fruitori), ma si è anche cercato di affrontare e risolvere il problema dell'erosione delle dune attraverso sia la rimozione dell'asfalto per 3 km di strada costiera, allo scopo di eliminare il ruscellamento dell'acqua ed innescare il processo di rinaturalizzazione, sia l'uso di moderne tecniche di Ingegneria Naturalistica (sistemi frangivento di differente forma e dimensione, barriere basali in viminata con funzione di smorzamento del moto ondoso e frangivento, opere di contenimento e consolidamento delle sabbie utilizzando viminate associate a bioreti in fibra di cocco e la successiva piantumazione di 40.000 piante locali).

Tutto ciò è stato realizzato in un clima di consenso nei fruitori della spiaggia in quanto non si è ridotto il flusso turistico nell'area.

Altro importantissimo progetto LIFE, realizzato in tempi più recenti, (2004-2006) è quello denominato "Azioni concertate per la salvaguardia del litorale veneto" in cui, oltre alla realizzazione di importanti interventi di ripristino dunale, si è cercato di ripristinare il sistema dunale del litorale veneto attraverso corridoi ecologici ed una gestione improntata secondo medesimi criteri. Già diversi anni prima (1997), lungo la costa veneta, e precisamente sul Litorale del Cavallino, era stato effettuato un altro importantissimo intervento, il primo in Italia, di ripascimento di circa 11 km di spiaggia, mediante l'apporto di 2.000.000 m³ di sabbia prelevata dal mare, abbinato alla ricostruzione del cordone dunale. Le dune sagomate sono state delimitate da recinzioni per eliminare il calpestio e sono stati posti frangivento di castagno allo scopo di favorire l'accumulo delle sabbie trasportate dal vento. Il consolidamento delle dune così ricostruite è stato effettuato attraverso la messa a dimora di quasi 750.000 piante di *Ammophila littoralis* nelle zone sopravento e di specie arbustive ed arboree varie nelle zone sottovento. Come più

dettagliatamente descritto nell'apposita scheda, verifiche in campo effettuate da ISPRA nel 2008 hanno constatato il non pieno successo dell'operazione.

Altro intervento importante dal punto di vista soprattutto sperimentale è quello realizzato nella Riserva Naturale di Castelporziano (tenuta presidenziale) a metà degli anni '90, in collaborazione con il Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università "La Sapienza" di Roma. Azioni diverse si sono rese necessarie a carico delle due tipologie di dune individuate: dune isolate e cordoni dunali. Nel primo caso, sono stati realizzati degli scheletri fatti di pali piantati verticalmente su un perimetro triangolare, congiunti con frascume raccolto sulla spiaggia. Nel caso dei cordoni dunali, invece, è stato realizzato uno scheletro alto 1,5 m con pali verticali e assi di legno inchiodate. In entrambi i casi gli scheletri sono stati sommersi artificialmente dalla sabbia e le dune sono poi state ricoperte con *Ammophila*, lungo 3 fasce poste a differenti distanze dal mare.

Uno studio successivo, durato cinque anni, sullo stato di salute delle piante ha consentito di stabilire che la fascia ottimale di attecchimento delle piantine è quella compresa tra 50 e 70 m dal mare (De Lillis *et al.*, 2004).

Normalmente gli interventi di ricostruzione dunale utilizzano come pianta stabilizzante *Ammophila littoralis*, in quanto ha la maggiore capacità edificatrice grazie ad un apparato radicale molto esteso. In alcuni casi ciò non è possibile, come dimostra l'esperienza di Focene (si veda, a tale proposito, la scheda 3c), un'area limitrofa alla Riserva Statale del Litorale Romano, dove insistono frammenti di vegetazione dunale di particolare interesse. Molti sono i fattori di disturbo che insistono su questo sistema dunale: l'erosione causata dal diminuito apporto di sabbia da parte del fiume Tevere a seguito della costruzione a partire dagli anni '50 di un notevole numero di sbarramenti, l'estesa urbanizzazione, il livellamento geomorfologico delle spiagge per fini turistici e il calpestio.

Si è dovuto pertanto intervenire non solo per la protezione di un importante ecosistema in condizione di forte urbanizzazione, ma soprattutto per il mantenimento dei cordoni naturali protettivi dall'erosione, che a Focene si presenta particolarmente intensa arrivando a minacciare l'abitato. Nel 2001, con un finanziamento del Comune di Fiumicino, il WWF ha dato il via a un progetto di ripristino, attraverso una serie di interventi mirati, quali: recinzione dell'area e realizzazione di attraversamenti per evitare il calpestamento, realizzazione di un vivaio, ripristino della continuità del cordone dunale, per bloccare l'erosione eolica, piantumazione degli esemplari coltivati in vivaio e successivo monitoraggio dello sviluppo della vegetazione.

A causa della limitata profondità della sabbia riscontrata a Focene e del limitato apporto di sabbia che si riscontra nella zona, si è dovuto far ricorso alla sperimentazione di altri tipi di piante, il cui uso ha dato luogo a risultati interessanti: *Otanthus maritimus*, specie con ottime capacità edificatrici e fissatrici e che può crescere in stretta prossimità del mare; *Pancratium maritimum*, specie che vegeta bene in habitat diversi e molto resistente al calpestio; *Anthemis maritima*, specie che raggiunge coperture elevate in breve tempo e con uno sforzo minimo.

Gli esecutori del progetto non hanno, quindi, puntato alla ricostruzione dell'*Ammophiletum*, come è prassi in interventi analoghi, ma hanno cercato di facilitare il processo naturale di ricolonizzazione della duna da parte delle varie specie, utilizzando quelle in grado di raggiungere coperture elevate in breve tempo per le loro funzioni edificatrice e fissatrice.

I risultati ottenuti hanno così avuto ragione sia dei fenomeni erosivi, la cui intensità è stata tale da rendere necessario lo spostamento delle recinzioni più all'interno dopo forti mareggiate (due volte in due anni), sia del disinteresse delle istituzioni locali che, pur avendo finanziato il progetto, hanno successivamente dato concessioni per attività balneari su un ampio tratto di dune ripristinate.

1.5 I Parchi come laboratori di ricerca sperimentale

Attualmente, la gestione sostenibile delle risorse viene intesa come risposta ai bisogni della società, al fine di perseguire obiettivi di efficienza dei sistemi biologici, di equità intra- e inter-generazionale, ovvero di consentire pari opportunità di accesso alle risorse rinnovabili sia agli attuali beneficiari, sia a quelli futuri.

Se, variando i paradigmi di riferimento, consideriamo gli ecosistemi marino costieri, e in particolare quelli dunali o delle praterie di fanerogame marine, come risorse rinnovabili, dobbiamo cambiare anche l'approccio alla loro tutela o al loro "uso". La gestione di queste risorse rinnovabili può considerarsi sostenibile quando le si utilizza rispettandone i cicli naturali di rinnovazione, il loro ruolo nei processi di coevoluzione che determinano la conservazione degli ecosistemi, ma soprattutto la loro...esistenza. Tutte le informazioni e i dati finora raccolti testimoniano l'aggravarsi di un processo di frammentazione ambientale, che sta diventando uno dei fenomeni più preoccupanti per la modificazione degli ambienti naturali (Battisti, 2007; Farina, 2001-2002; Crooks & Sanjayan, 2006; Lindenmayer, 2006) e che lungo tutte le coste italiane, storicamente interessate dalla presenza umana, sta distrutturando l'originale paesaggio. Da un altro punto di vista, dei frammenti naturali residuali sono imprigionati all'interno di una matrice antropica venutasi a formare per scomparsa o alterazione delle preesistenti tipologie ecosistemiche. Il processo di frammentazione interviene su una preesistente eterogeneità ambientale (che gli ecologi definiscono *patchiness*) portando alla giustapposizione di tipologie ecologiche, di tipo naturale, seminaturale e artificiale, differenti tra di loro per struttura e funzioni.

In questo modo vengono influenzati tutti i fattori e i processi ecologici a tutti i livelli gerarchici (dall'individuo all'ecosistema, al paesaggio) su scale spaziali e temporali differenti. Sui sistemi dunali poi gli effetti sono ancora maggiori per la presenza di specie con ridotte capacità dispersive e con elevata specializzazione ecologica. Nei frammenti superstiti, le popolazioni, isolate e ridotte di dimensioni, mostrano una maggiore vulnerabilità verso gli eventi stocastici. Contemporaneamente, le informazioni e i dati raccolti evidenziano come si vada sempre più affermando nelle varie realtà il ruolo dei Parchi quali sedi di elaborazione di progetti, confronto di idee, riflessioni e nuove proposte operative.

Nel decennio intercorso dall'approvazione della legge 394/1991 ad oggi non solo è accaduto che si istituissero molti Parchi nazionali e regionali ma tali istituzioni sono divenute sempre più un laboratorio di idee e sperimentazioni a tutto campo, in cui si cerca di affrontare i problemi complessi della conservazione e dell'evoluzione dell'ambiente naturale in maniera unitaria ed integrata tra i diversi settori e soggetti dello sviluppo locale sostenibile. Le Aree protette diventano così i promotori ed i gestori di azioni che sperimentano forme di soluzione di problemi che potranno, in seguito, essere estese altrove.

In questa ottica s'inserisce anche l'uso e la sperimentazione di nuove tecniche di Ingegneria Naturalistica per la difesa delle coste in generale e delle dune in particolare, dato che "...i cordoni dunali fronteggiano le grandi maree di tempesta, ostacolano l'avvicinamento delle onde più grandi e impediscono in maniera diretta il danneggiamento delle opere rivierasche e l'inondazione delle zone interne...", come ricorda la Commissione Europea, nell'ambito del progetto Beachmed. Il considerare, invece, gli ecosistemi dunali o le praterie di fanerogame marine come risorse e basta, ha comportato un uso (o meglio, un abuso) che ha determinato soluzioni nella loro continuità, favorendo la frammentazione ambientale, cioè quel processo dinamico, dovuto all'intervento umano, attraverso il quale un'area naturale subisce una suddivisione in frammenti più o meno accentuati e progressivamente più piccoli e isolati.

È però molto importante evidenziare che interventi sperimentali di rinaturalizzazione delle du-

ne non sono, e non devono sempre e solo essere effettuati all'interno di Parchi o Riserve naturali. A questo proposito si può citare il caso dell'intervento di conservazione e recupero del sistema dunale di un tratto di costa abruzzese nel comune di Pineto (TE) non lontano dal confine comunale con Silvi (TE), unico tratto di spiaggia libera con validi elementi naturali e paesaggistici in un contesto territoriale fortemente urbanizzato e con forte vocazione turistico-residenziale (Scheda 7b).

In attesa del processo istitutivo dell'Area protetta (proposta di legge presentata alla Camera dei Deputati nel 1997 ed inserimento del "Parco del Cerrano" nell'elenco delle "Aree marine di riferimento" contenuto nella legge quadro sulle aree protette), la Provincia di Teramo, il Comune di Pineto e l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise hanno avviato indirizzi, azioni di protezione ambientale e progetti di ricerca volti a una tutela più attenta di quella ordinaria e a forme di gestione e di fruizione più adeguate per la fascia dunale di Torre Cerrano. Molto importante sono, infine, i risultati della gestione razionale delle risorse ittiche di tale area, descritti nel capitolo 11, insieme agli interventi di recupero, protezione e ripopolamento dell'ambiente marino messi in atto per diversificare habitat monotoni o degradati, e per ripristinare i meccanismi bio-ecologici di colonizzazione degli ecosistemi, al fine di aumentare la produzione alieutica sia delle specie autoctone, sia di quelle alloctone.

Molti sono gli interventi che dovranno essere ancora effettuati in futuro per proteggere le nostre coste. In una situazione di generalizzata antropizzazione ed erosione come quella in atto oggi, occorrerà fare in modo che tutti i sistemi dunali superstiti siano salvaguardati attraverso l'uso di opere a basso impatto ambientale. Inoltre è importante che, laddove le dune e le spiagge sabbiose sono giunte finora in buono stato di conservazione, non solo si faccia in modo che si conservino, ma che si continui sempre più ad intervenire per rinaturalizzare e restaurare le aree contigue. Ciò deve avvenire perché le dune rappresentano non solo un bacino di biodiversità ed un habitat fortemente minacciato, ma anche perché esse rappresentano una protezione fondamentale contro l'erosione costiera.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1997. Atlante delle spiagge italiane. MURST e CNR, Selca, Firenze.
- AA.VV., 1997. Coste italiane protette. Il sistema dei parchi si confronta con le problematiche del rapporto con il mare. Atti del Convegno di Ancona. Parco del Conero, novembre 2007.
- AA.VV., 2003. Manuale di Ingegneria Naturalistica Volume 2 – Regione Lazio.
- AA.VV., 2006. Lo Stato dei litorali italiani. Gruppo Nazionale per la Ricerca.
- AA.VV., 2007. Atlante delle opere di sistemazione costiera. APAT Manuali e Linee Guida. 44/2007.
- AGENC, 1994. Restauration de Dunes a faible dynamique edificatrice en Corse. Agence pour la Gestion des Espace Natureles de Corse Bastia.
- Alleva E., Petruzzi S., 1998. Le guide a occhi aperti – la duna. Adnkronos libri, Roma.
- Alveirinho-Dias J.M., Curr R., Davies P., Pereira A., Williams A.T., 1994. Dune management vulnerability assessment: Portugal and North West Europe. In: Soares de Carvalho, G., Veloso Gomes, F. (Eds.), Littoral 94, n pp. 837–848.
- Antonoli F. & Leoni G., 2001. Risanamento del territorio e delle acque. Linea 3b Pianure costiere italiane a rischio di allagamento del mare. Relazione tecnica per il Ministero dell’Ambiente, 45 pp, cd con mappe di 33 Piane a rischio.
- Antonoli F., 2003. Vulnerabilità delle coste italiane: rischio di allagamento da parte del mare. In La risposta al cambiamento climatico in Italia. Ed. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, 17-21.
- Antonoli F., Leoni G., Caiaffa E, Margottini C., 2002. The risk of sea flooding in Italy. Atti 4a conf. MondoGIS, Roma 22-24 Maggio, 653-655.
- Audisio P., 2002. Litorali sabbiosi e organismi animali. Museo Friulano di Storia Naturale Min. Dell’Ambiente, Udine. In Ruffo S. (a cura di): Dune e spiagge sabbiose. Ambienti fra terra e mare, 11-22, 63-118.
- Audisio P., Muscio G., Pignatti S. & Solari M., 2002. Dune e spiagge sabbiose/Sand dunes and beaches. In: Quaderni Habitat, 4. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma-Udine, 160 pp.
- Battisti C., Romano B., 2007. Frammentazione e connettività. Dall’analisi ecologica alla pianificazione ambientale. Città Studi Editore. Torino, pag. 441.
- Bellarosa R., Codipietro P., Piovesan G., Schirone B., 1996. Degradation, Rehabilitation and Sustainable Management of a Dunal Ecosystem in Central Italy. Land degradation & development, Vol. 7, 297-311 (1996).
- Biondi E., Andreucci A., 1988. Le piante della duna. Bologna 1988.
- Bird E. C. F., 1985. Recent changes on the Somers-Sandy Point coastline, Proceedings of the Royal Society of Victoria, 97, 115-128.
- Bird E. C. F., Ozer A., Eds. 1985. World shorelines, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Bowman D., Pranzini E., 2003. Reversed responses within a segmented detached breakwater, the Tuscany coast Italy – a case study. Coastal Engineering, 49, 263-274.
- Carli S., Cirpiani L. E., Bresci D., Danese C., Iannotta P., Pranzini E., Rossi L., Wetzel L., 2004. Tecniche di monitoraggio dell’evoluzione delle spiagge. Regione Toscana - Il Piano Regionale di gestione integrata della costa, pp.125-166.
- Carlioni L., 1981. I terreni della Tenuta di Tombolo; I terreni su sabbie dunali. Agricoltura Italiana Pisa, 110, Issue 1-3, 31-45.

- Carter R. W. G., Wilson, P., 1990. The geomorphological, ecological and pedological development of coastal foredunes at Magilligan Point, Northern Ireland. In: Nordstrom, K.F., Psuty, N.P., Carter, R.W.G. (Eds.), *Coastal Dunes: Form and Process*. Wiley, London, pp. 129–157.
- Cazenave A., Nerem R.S., 2004. Present-day sea level change: observations and causes. *Reviews of Geophysics*, 42(3), RG3001.
- Cipriani L. E., Ferri S., Iannotta P., Mannari S., Pranzini E., 2004. Evoluzione recente delle spiagge toscane. Regione Toscana - Il Piano Regionale di gestione integrata della costa, pp. 75-92.
- Converio F., 2003. Il restauro ambientale della duna in un'area costiera antropizzata: Focene. Tesi di Laurea. Università degli Studi La Sapienza Roma.
- Converio F., Fanelli G. & Villani M. G., 2007. La protezione dell'ecosistema dunale a Focene (Litorale Romano). *Fitosociologia* 44(1): 111-116.
- Corti R., 1995. Ricerche sulla vegetazione dell'Etruria X: aspetti geobotanici della selva costiera. La selva pisana di S. Rossore. *Nuovo Giornale Botanico Italiano n.s.*, Vpl. LXII n. 1-2.
- Crooks K. R., Sanjayan M., 2006. *Connectivity Conservation (Conservation Biology)* Cambridge University Press. 732 pages.
- D'Alessandro L., 2004. Coste basse: spiagge, dune costiere. Istituto Geografico Militare. In http://www.igmi.org/pubblicazioni/atlante_tipi_geografici/pdf/28.pdf
- De Lillis M., Costanzo L., Bianco P.M. & Tinelli A., 2004. Sustainability of sand dune restoration along the coast of the Tyrrhenian sea. *Journal of Coastal Conservation* 10: 93-100.
- Della Rocca B., Mazzanti R., Pranzini E., 1987. Studio geomorfologico della Pianura di Pisa. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 10, pp. 56-84.
- Farina A., 2001. *Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni*. Edizione UTET Libreria, Torino, pag. 674. Isbn 88-7750-738-1.
- Farina, A. 2002 - Bio-complessità e paesaggio: due paradigmi a confronto. In: *Aspetti applicativi dell'Ecologia del paesaggio: conservazione, pianificazione, valutazione ambientale strategica*. Atti VII Congresso Nazionale SIEP-IALE. 4-5Luglio 2002 (G. Gibelli & E. Padoa-Schioppa eds.). Milano. Pp. 253-258.
- Ferretti O., Immordino F., Manfredi Frattarelli F., 1995. Cartografia sedimentologica dei mari toscani. Criteri, possibilità, finalità. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Serie A*, 102, 241-254.
- Fierro G., 2002. The Scenario of the Italian coastal area in the context of the surrounding countries. In: B. C. SAIN. *Sustainable coastal management: a Transatlantic and Euro-Mediterranean Perspective*, Kluwer Academic Publishers (NL), 137-140.
- Fioravanti S. & Martinoja D. (a cura di), 2000. *Le coste italiane: le norme di tutela e l'illegalità diffusa*. Ufficio Legale WWF Italia.
- Giusti F., Castagnolo L., 1982. I molluschi terrestri delle dune italiane: brevi cenni di ecologia, elenco delle specie e chiavi per il loro riconoscimento. *Boll. Serv. Geol. It.*, 111, 199-215.
- Gnaccolini M., 1976. Osservazioni sull'erosione in atto in alcuni tratti del litorale Toscano. *Geologia Applicata e Idrogeologia*, 11-12, Issue 1, 55-63.
- Lindenmayer D., 2006. *Habitat Fragmentation and Landscape Change: An Ecological and Conservation Synthesis*. Island Press; illustrated edition edition. 352 pages.
- Macchia U., 1996. La duna costiera in Toscana, un paesaggio vegetale da conoscere e da difendere. *Uccelli d'Italia*, pagine del Museo Ornitologico e di Scienze Naturali di Ravenna, n. 1, gennaio-dicembre, vol I 104-108, vol II 95-100.
- Macchia U., Pranzini E., Tomei P. E., 2005. *Le dune costiere in Italia – La natura ed il paesag-*

- gio. Felici Editore, Pisa.
- Onori L. (a cura di), 2005. La rinaturalizzazione e il risanamento dell'ambiente per la conservazione della Biodiversità. Progetto interagenziale "Aree naturali protette e conservazione della Biodiversità". Unità di Progetto "Tecniche di ripristino ambientale". APAT Rapporti 63/2005.
- Onori L., Spoto M., 2006. Gestione integrata delle coste e Biodiversità. Atti del XVI Congresso della Società Italiana di Ecologia. Università degli Studi della Tuscia (Viterbo). 19 - 22 settembre 2006.
- Picchi S., Scalera R., Zaghi D., 2006. Il bilancio di LIFE Natura in Italia - Indicazioni e prospettive per il futuro. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione Generale Protezione della Natura. Roma. 224.pp.
- Pietrobelli M., Bardi S., 1996. Le aree libere costiere. Risultati del progetto WWF Italia "Oloferne". Crociera 1996, vol. 1. Doc. 48. WWF Italia, Roma.
- Pranzini E., 1983. Studi di geomorfologia costiera. IX – L'erosione del delta dell'Arno. Quaderni Mus. St. Nat. Livorno, 4, 7-18.
- Pranzini E., 2004. La forma delle coste. Geomorfologia costiera, impatto antropico e difesa dei litorali. Zanichelli, Bologna.
- Psuty N. P., 1992. Spatial variation in coastal foredune development. In: Carter R. W. G., Curtis T. G. F e Sheely-Skeffington M.J. (eds), Coastal dunes: Geomorphology, Ecology and Management. A. A. Balkema, Rotterdam. pp. 3-13.
- Ruffo S. (a cura di), 2002. Dune e spiagge sabbiose. Ambienti fra terra e mare. Quaderni Habitat, 4. Museo Friulano di Storia Naturale – Ministero dell'Ambiente, Udine.
- Senni L., 1934, Consolidamento delle dune e frangiventi, in Min. Agr. For., "Nuovi Annali dell'Agricoltura", a. XIV, Roma.
- Simeoni U., Valpreda E., Schiavi C., Corbau C., 2006. Le dune costiere dell'Emilia-Romagna. Studi Costieri 2006 vol. 10. Lo stato dei litorali italiani.
- Spencer R., David N., 2003. The Dune book. Ed. North Carolina Sea Grant. North Carolina. p 28.
- Tongiorgi M., 1980. La dinamica dei litorali. Un litorale da salvare, Camera di commercio di Pisa, 23-34.
- Trevisan L., 1980. L'instabilità delle spiagge. Un litorale da salvare, Camera di commercio di Pisa, 7-22.
- Trevisan L., 1980. Trent'anni perduti. Un litorale da salvare, Camera di commercio Pisa, 35-38.
- Trivisani A. & Petrocelli V. (a cura di), 2003. Riqualficazione e salvaguardia dei litorali: idee, proposte e confronti tra esperienze mediterranee. Atti del Seminario di Bernalda. Stampa digitale eseguita presso PUMA – Matera.
- Wilcock F. A., 1978. Managing beaches and dunes for recreation. Technology Ireland, 10 (2), 39-44.
- Woodhouse W. W. Jr., 1978. Dune building and stabilisation with vegetation. Special Report, 3, United States Army, Corps of Engineers, 112 pp. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 1994. In [http:// www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.html)

2. LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE NELLE AREE PROTETTE MARINO-COSTIERE: ELEMENTI DI BASE PER LA COMPrensIONE DEL SISTEMA

Maria Cecilia Natalia

La costa costituisce l'interfaccia degli ecosistemi marini ed acquatici; l'urbanizzazione sempre più diffusa, la ristrutturazione economica dei comparti produttivi di pesca e turismo e le attività di trasformazione della linea di costa per l'azione di porti marittimi e opere di difesa hanno comportato e comporteranno danni per l'ambiente marino e costiero con conseguente degrado ambientale degli ecosistemi.

Sebbene la gestione integrata delle zone costiere sia ormai considerato lo strumento più efficace per il governo di un territorio dalle caratteristiche così peculiari, tale prospettiva acquisita in campo teorico risulta ancora lontana dall'aver raggiunto un'efficacia operativa.

La realizzazione degli interventi di ripristino ambientale trovano poi ulteriore ostacolo alla loro concretizzazione nella complessità della normativa, degli strumenti e dei soggetti referenti, con conseguente allungamento dei tempi di attuazione dei singoli progetti e il perdurare delle condizioni di degrado.

2.1 La pianificazione territoriale e urbanistica

La pianificazione territoriale è l'insieme di strumenti atti a disciplinare la compatibilità delle diverse forme d'uso del territorio attraverso il loro recepimento, la loro localizzazione e il loro coordinamento, finalizzato alla loro ottimizzazione al fine di armonizzare le preoccupazioni di breve termine con le necessità di lungo termine.

Questo concetto, teoricamente di facile comprensione, ha trovato e trova scarsa applicazione nella realtà pianificatoria nazionale con effetti nefasti lampanti visibili nelle condizioni di degrado che investono genericamente l'intero territorio nazionale; tale degrado appare ancora più grave laddove interessa le aree protette le quali, come vedremo, nascono proprio con lo scopo di conservare e tutelare ambiti territoriali ancora integri.

Molte sono le cause che concorrono alla non corretta attività pianificatoria:

- eccesso di produzione normativa;
- lentezza di adeguamento della normativa nazionale alla legislazione europea;
- pluralità di soggetti deputati all'emanazione della legislazione e/o all'attuazione;
- pluralità di ambiti territoriali di riferimento;
- eccesso di strumenti di gestione del territorio.

2.1.1 *Le norme*

Relativamente all'eccesso della produzione normativa (v. tab. 2.1) è sufficiente sottolineare che, a partire dalla Costituzione, ben tre volte l'intervento normativo ha modificato l'attribuzione delle materie di competenza Statale e Regionale nonché degli Enti Locali; alla Legge Urbanistica del 1942 hanno fatto seguito molteplici dettami normativi che hanno portato all'introduzione di nuovi strumenti di pianificazione (p.e. il Piano di Bacino); il regime di tutela dei beni ambientali e paesaggistici ha visto un'evoluzione dal vincolo puntuale al vincolo *ex legge* (Ga-

lasso) fino alla recente ridefinizione a seguito del Codice Urbani; le Direttive Comunitarie in materia di tutela ambientale, VIA e VAS hanno introdotto un nuovo e ampio concetto di tutela dell'ambiente che integra la conservazione con la previsione degli effetti, inserendo l'ambiente in un quadro mutevole da organizzare e prevedere (in coerenza con la *ratio* della pianificazione territoriale). Si segnalano le leggi sul condono edilizio: grave la prima (1985), ma ancor più grave la seconda (2003), avendo ingenerato il senso comune della "liceità" dell'abuso che tanto...prima o poi sarà sanato (sic!).

ANNO	TIPO	NUMERO	EPIGRAFE	ELEMENTI RILEVANTI
1939	L	1497	Protezione delle bellezze naturali	apposizione puntuale del vincolo
1942	L	1150	Legge urbanistica	
1947	Costituzione		Costituzione della Repubblica italiana – art. 118.	
1947	Costituzione		TITOLO V – Le Regioni, le Province, i Comuni Art. 117	Definizione delle materie di potestà legislativa di Stato, Regioni e Province
1976	Convenzione		<i>protezione del mar Mediterraneo dalle azioni di inquinamento</i>	<i>Convenzione di Barcellona</i>
1976	DPR	448	Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971	
1978	L	812	Adesione alla convenzione internazionale per la protezione degli uccelli, adottata a Parigi il 18 ottobre 1950, e sua esecuzione	
1979	Direttiva CEE	409	<i>conservazione degli uccelli selvatici Istituzione di Zone a Protezione Speciale (ZPS) per la salvaguardia degli uccelli selvatici</i>	<i>Dir. "Uccelli"</i>
1979	L	30	Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla salvaguardia del mar Mediterraneo dall'inquinamento, con due protocolli e relativi allegati, adottata a Barcellona il 16 febbraio 1976	
1982	L	979	Disposizioni per la difesa del mare	
1985	Direttiva CEE	337	<i>valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati</i>	
1985	L	47	Norme in materia di controllo dell'attività urbanistico-edilizia, sanzioni, recupero e sanatoria delle opere edilizie	PRIMA LEGGE SUL CONDONO EDILIZIO
1985	L	128	Ratifica ed esecuzione del protocollo relativo alla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento di origine terrestre, aperto alla firma ad Atene il 17 maggio 1980	
1985	L	431	Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Integrazioni dell'art. 82 del decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977 n. 616.	Nota come "Legge Galasso" introduce il concetto di tutela <i>ex lege</i> di intere porzioni di territorio

ANNO	TIPO	NUMERO	EPIGRAFE	ELEMENTI RILEVANTI
1986	L	349	Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale	
1988	DPCM	377	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della L. 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale	
1988	DPCM		Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377	
1989	L	183	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo	introduzione dei Piani di Bacino
1990	L	142	Ordinamento delle autonomie locali	
1991	L	394	Legge quadro sulle aree protette	introduzione dei Piani per il Parco
1991	<i>Direttiva CEE</i>	271	<i>trattamento delle acque reflue urbane</i>	<i>Direttiva "Acque reflue"</i>
1991	<i>Direttiva CEE</i>	676	<i>protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole</i>	<i>Direttiva "Nitrati"</i>
1992	<i>Direttiva CE</i>	43	<i>conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche</i>	<i>Dir. "Habitat" – costruzione della rete Natura 2000" – introduzione dei Piani di Gestione dei Sic e ZPS – Introduzione della Valutazione di Incidenza</i>
1993	DL	400	Disposizioni per la determinazione dei canoni relativi a concessioni demaniali marittime.	
1994	L	37	Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche	
1994	L	640	Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla valutazione dell'impatto ambientale in un contesto transfrontaliero, con annessi, fatto a Espoo il 25 febbraio 1991	
1995	DPCM		Identificazione delle aree demaniali marittime escluse della delega alle regioni ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616	
1996	DPR		Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della L. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale	
1996	Del. MATTM		Classificazione delle aree protette	
1997	L	59	Delega al Governo per il conferimento di funzioni e compiti alle regioni ed enti locali, per la riforma della Pubblica Amministrazione e per la semplificazione amministrativa	
1997	DPR	357	Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche	
1998	DPR		Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8 luglio 1986, n. 349, art. 6	
1998	DLgs	112	Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della L. 15 marzo 1997, n. 59	
1999	L	175	Ratifica ed esecuzione dell'Atto finale della Conferenza dei plenipotenziari sulla Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, con relativi protocolli, tenutasi a Barcellona il 9 e 10 giugno 1995	
1999	L	193	Ratifica ed esecuzione degli emendamenti al protocollo di Atene del 1980, relativo alla protezione del Mar Mediterraneo contro l'inquinamento di origine tellurica, con allegati, adottati a Siracusa il 7 marzo 1996	
2000	DLgs	267	Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali	riordino e definizione nel

ANNO	TIPO	NUMERO	EPIGRAFE	ELEMENTI RILEVANTI
				dettaglio compiti e funzionamenti delle Regioni, delle Province e dei Comuni
2000	Direttiva CE	42	<i>Valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente</i>	nota come "Direttiva VAS"
2000	Direttiva CE	60	<i>Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque</i>	nota come "direttiva quadro sulle acque"- concetto di distretto idrografico-art. 13 prevede la redazione dei Piani di gestione dei bacini idrografici
2001	L	88	Nuove disposizioni in materia di investimenti nelle imprese marittime	
2001	L	108	Ratifica ed esecuzione della Convenzione sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale, con due allegati, fatta ad Aarhus il 25 giugno 1998	
2001	LC	3	Modifiche al titolo V della parte seconda della Costituzione	nota come legge sulla "devolution" ridefinisce i compiti istituzionali e delle materie di potestà legislativa della Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni
2003	L	131	Disposizioni per l'adeguamento dell'ordinamento della Repubblica alla L.Cost. 18 ottobre 2001, n. 3	
2003	DL	269	Disposizioni urgenti per favorire lo sviluppo e per la correzione dell'andamento dei conti pubblici	SECONDA LEGGE SUL CONDONO EDILIZIO
2004	DLgs	42	Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della L. 6 luglio 2002, n. 137	noto come "Codice Urbani" ridefinisce le procedure per la formazione e il rilascio di autorizzazione paesaggistica
2005	L	62	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2004 – art. 19 – Delega al Governo per il recepimento della direttiva 2001/42/CE, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.	
2006	L	14	Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000	
2006	DLgs	152	Norme in materia ambientale	
2008	Protocollo	21-1-200	<i>Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo</i>	
2008	Direttiva	2008/56/CE	DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino)	
2008	DLgs	4	Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale	raccolta in un unico provvedimento la normativa su Valutazione Ambientale Strategica (VAS), la Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) – norme in materia di difesa del suolo e lotta

ANNO	TIPO	NUMERO	EPIGRAFE	ELEMENTI RILEVANTI
				alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche
2008	Del.CSR	119	Modifica della <i>deliberazione 2 dicembre 1996 del Ministero dell'ambiente</i> , recante: «Classificazione delle Aree protette». (Repertorio n. 119/CSR)	estensione alle aree appartenenti alla Rete Natura 2000 del regime di protezione ex DPR 357/97
2008	DL	90	Misure straordinarie per fronteggiare l'emergenza nel settore dello smaltimento dei rifiuti nella regione Campania e ulteriori disposizioni di protezione civile – art. 9 Discariche.	
2009	Protocollo	21-1-2008	<i>Protocollo sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo.</i>	
2009	L	13	Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 208/2008, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente	- proroga AdB; - limite ultimo per l'adozione dei Piani di Gestione di distretto idrografico=22/12/2009

Tab. 2.1: L'evoluzione normativa: principali norme nazionali e convenzioni/direttive europee in materia di pianificazione e gestione del territorio (in corsivo gli atti europei)

2.1.2 I soggetti e le competenze

Ulteriore elemento di complessità nella pianificazione urbanistica è rappresentato dalla molteplicità delle competenze e degli atti normativi nonché dalla sovrapposizione degli ambiti territoriali di riferimento per gli interventi del territorio. Si tratta di materie complesse in cui si è ritenuto utile semplificare in forma tabellare il complesso intreccio derivante dalle norme riportate nelle tabb. 2.2÷4.

SOGGETTO	TIPOLOGIA DI POTESTÀ LEGISLATIVA	MATERIE	COMPITI
STATO	ESCLUSIVA	<ul style="list-style-type: none"> tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali; governo del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> determinazione dei principi fondamentali
REGIONI	ESCLUSIVA	<ul style="list-style-type: none"> ogni materia non espressamente riservata alla legislazione dello Stato 	<ul style="list-style-type: none"> potestà legislativa
STATO/REGIONI	CONCORRENTE	<ul style="list-style-type: none"> governo del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> potestà legislativa nel rispetto dei principi fondamentali

Tab 2.2: Soggetti e competenze - D.Lgs. 18-8-2000 n. 267 TU Ordinamento EE.LL.

SOGGETTO	ORGANI	COMPITI	ATTI
STATO	PARLAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> determinazione dei principi fondamentali in materia di assetto del territorio e tutela ambientale 	<ul style="list-style-type: none"> Legge Decreto Legge Decreto Legislativo Decreto Presidenza Consiglio Ministri
STATO/REGIONI	CONFERENZA PERMANENTE STATO/REGIONI	<ul style="list-style-type: none"> funzione consultiva obbligatoria 	<ul style="list-style-type: none"> Delibera Conferenza Stato Regioni

<i>SOGGETTO</i>	<i>ORGANI</i>	<i>COMPITI</i>	<i>ATTI</i>
REGIONI	CONSIGLIO	<ul style="list-style-type: none"> potestà legislativa nelle materie attribuite alle regioni 	<ul style="list-style-type: none"> Delibera di Consiglio
	GIUNTA	<ul style="list-style-type: none"> organo esecutivo 	<ul style="list-style-type: none"> Delibera di Giunta
	PRESIDENTE	<ul style="list-style-type: none"> rappresenta la Regione; dirige la politica della Giunta e ne è responsabile; promulga le leggi ed emana i regolamenti regionali; dirige le funzioni amministrative delegate dallo Stato alla Regione 	<ul style="list-style-type: none">

Tab. 2.3: I Soggetti - Organi di Governo – Tipologia atti normativi

<i>SOGGETTO</i>	<i>FUNZIONI GENERALI</i>	<i>ORGANI</i>	<i>COMPITI</i>	<i>ATTI</i>
PROVINCE	<p>funzioni AMMINISTRATIVE di interesse provinciale relative a:</p> <ul style="list-style-type: none"> difesa del suolo, tutela e valorizzazione dell'ambiente e prevenzione delle calamità; valorizzazione dei beni culturali; viabilità e trasporti; protezione della flora e della fauna parchi e riserve naturali; <p>compiti di PROGRAMMAZIONE relativi a:</p> <ul style="list-style-type: none"> proposte avanzate dai comuni, ai fini della programmazione economica, territoriale ed ambientale della Regione; PREDISPOSIZIONE E ADOZIONE DEL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO che determina gli indirizzi generali di assetto del territorio ACCERTAMENTO DELLA COMPATIBILITÀ DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PREDISPOSTI DAI COMUNI CON LE PREVISIONI DEL PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO. 	<ul style="list-style-type: none"> determinazione dei principi fondamentali in materia di assetto del territorio e tutela ambientale 		<ul style="list-style-type: none"> Legge Decreto Legge Decreto Legislativo Decreto Presidenza Consiglio Ministri
COMUNI	funzioni AMMINISTRATIVE che riguardano la popolazione ed il territorio comunale assetto ed utilizzazione del territorio e dello sviluppo economico	CONSIGLIO	<ul style="list-style-type: none"> organo di indirizzo e di controllo politico-amministrativo 	<ul style="list-style-type: none"> Delibera di Consiglio
		GIUNTA	<ul style="list-style-type: none"> collabora con il sindaco del comune nel governo della provincia ed opera attraverso deliberazioni collegiali 	<ul style="list-style-type: none"> Delibera di Giunta
		SINDACO	<ul style="list-style-type: none"> responsabile dell'amministrazione del comune 	<ul style="list-style-type: none">

Tab. 2.4: Province e Comuni: Funzioni generali, Organi, Compiti e atti normativi

2.2 Gli strumenti urbanistici

Dal punto di vista **gerarchico** gli strumenti di pianificazione sono organizzati secondo un ordine piramidale che dall'area vasta scende fino alla scala architettonica. Ogni strumento sovraordinato detta le linee guida di utilizzo del suolo che gli strumenti sott'ordinati via via recepiscono e dettagliano fino a giungere agli strumenti attuativi.

La gerarchia dello strumento non è definita dall'ambito territoriale considerato ma dalla valenza normativa dei vincoli contenuti¹.

L'**iter procedurale** può essere così schematizzato:

1. **fase di impulso – delibera di affidamento**
2. **redazione del piano**
3. **presentazione all'ente preposto per l'adozione**
4. **adozione del piano - delibera di adozione**
5. **misure di salvaguardia**
6. **pubblicizzazione del piano - delibera di deposito**
7. **osservazioni**
8. **accoglimento/rigetto osservazioni - delibera di recepimento**
9. **approvazioni - delibera di approvazione e pubblicazione: il piano è vigente.**

Le **misure di salvaguardia** consistono nella sospensione delle domande di permesso di costruire nel caso in cui gli interventi oggetto di domanda siano in contrasto con le previsioni di strumenti urbanistici adottati; la misura di salvaguardia non ha efficacia decorsi tre anni dalla data di adozione dello strumento urbanistico, ovvero cinque anni nell'ipotesi in cui lo strumento urbanistico sia stato sottoposto all'amministrazione competente.

Dal punto di vista degli **Enti coinvolti** nelle procedure di adozione e approvazione degli strumenti urbanistici i **Consigli** comunali e provinciali costituiscono gli organi di indirizzo e di controllo politico-amministrativo; in particolare hanno competenza sull'approvazione dei piani territoriali ed urbanistici² mentre le **Giunte** comunali e provinciali, cui spettano il potere esecutivo e di attuazione degli indirizzi definiti dai Consigli comunali e provinciali, collaborano con il sindaco e con il presidente della provincia nell'attuazione degli indirizzi generali del Consiglio³.

Dal punto di vista della **struttura** qualunque strumento di pianificazione è composto da **elaborati grafici** (analisi della situazione esistente - individuazione delle criticità - progettazione) ed **elaborati testuali** (relazione – norme tecniche di attuazione).

¹ Per quanto riguarda le Aree protette v. Tab. 2.7 – Strumenti di pianificazione e gestione nelle Aree Protette ante D. Lgs. 152/2006 e Tab. 2.8 – Strumenti di pianificazione e gestione nelle Aree Protette – situazione attuale

² D.Lgs. 18-8-2000 n. 267 “Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali” – art. 42 “Attribuzioni dei consigli”

³ D.Lgs. 18-8-2000 n. 267 “Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali” – art. 48 “Competenze delle giunte”

Dal punto di vista **tipologico** gli strumenti di pianificazione possono essere divisi secondo lo schema seguente:

<i>TIPOLOGIA</i>		<i>STRUMENTI</i>
a) STRUMENTI DIRETTI DI PIANIFICAZIONE ⁴	pianificazione territoriale d'area vasta pianificazione urbanistica generale pianificazione urbanistica attuativa	piani territoriali regionali e provinciali, piani paesaggistici, piani di bacino idrografico, piani di settore, ecc. piano regolatore comunale o intercomunale piani particolareggiati, piani di lottizzazione, piani per l'edilizia economica e popolare, piani per gli insediamenti produttivi, programma integrato di intervento, programma di recupero urbano, programma di riqualificazione urbana
b) STRUMENTI AUSILIARI DI PIANIFICAZIONE		piano del traffico, piano energetico, piano di risanamento acustico, ecc.
c) STRUMENTI DI VALUTAZIONE		valutazione ambientale strategica, valutazione di impatto ambientale, valutazione d'incidenza

Tab. 2.5: Tipologia degli strumenti di pianificazione

Gli **strumenti diretti di pianificazione** sono quelli previsti dalla legge urbanistica nazionale e dalle successive leggi a contenuto urbanistico. Si distinguono generalmente in Piani territoriali di coordinamento o direttori e in Piani urbanistici generali o regolatori.

I **Piani territoriali di coordinamento** (PTC) fissano gli obiettivi e forniscono le linee programmatiche dell'assetto di un ambito territoriale generalmente vasto (regionale o infraregionale). Contengono le ipotesi dei grandi assi di mobilità, i criteri direttori per le destinazioni d'uso del territorio, la localizzazione di particolari impianti di primario interesse generale, la distribuzione spaziale dei vincoli e delle limitazioni da imporre all'uso del territorio, i criteri di dimensionamento, proporzionamento e normazione dei piani di livello inferiore e, infine, le Direttive di politica urbanistica per una corretta gestione del territorio. La loro **attuazione** avviene generalmente attraverso programmi organici di intervento settoriali nonché attraverso i piani di livello inferiore, ai quali delegano l'imposizione dei vincoli e forniscono parametri e Direttive; possono anche realizzarsi in via integrativa attraverso i piani attuativi e comunque attraverso l'imposizione diretta di vincoli e l'attuazione, diretta o mediata, di opere; in questo caso i destinatari dei piani sono sia gli enti territoriali dotati di potere pianificante sia i privati (cittadini o enti).

I **contenuti generali dei PTC** possono essere così sintetizzati:

- definizione degli obiettivi e le linee programmatiche dell'assetto territoriale regionale o infraregionale;
- definizione delle ipotesi:
 - dei grandi assi di mobilità;
 - dei criteri direttori per le destinazioni d'uso del territorio;
 - di localizzazione di particolari impianti di primario interesse generale;
 - di distribuzione spaziale dei vincoli e delle limitazioni da imporre all'uso del territorio;
 - dei criteri di dimensionamento, proporzionamento e normazione dei piani di livello inferiore;
 - delle direttive di politica urbanistica per una corretta gestione del territorio.

⁴ Agli strumenti elencati occorre aggiungere 1) gli Strumenti operativi costituiti da strumenti che interagiscono con il processo di pianificazione e il cui scopo consiste nell'innescare del processo formativo del P.R.G. o di un Piano Attuativo (quelli di maggior uso nella pratica procedurale sono la Conferenza dei Servizi e l'Accordo di Programma); 2) gli Strumenti di programmazione (Programma Pluriennale di Attuazione) che consentono di programmare finanziariamente e temporalmente gli interventi di P.R.G. e P.T.C.

I PTC si **attuano** attraverso:

- programmi organici di intervento settoriali;
- i piani di livello inferiore, ai quali delegano l'imposizione dei vincoli e forniscono parametri e Direttive.

I **Piani urbanistici generali o regolatori** sono quei piani che, in accordo con le Direttive del piano territoriale, definiscono l'assetto di un ambito spaziale generalmente limitato (il territorio di un solo comune o di più comuni), traducono gli obiettivi e le linee programmatiche del piano direttore territoriale in vincoli, limitazioni, destinazione e modalità d'uso del territorio, per guidarne lo sviluppo e per organizzarvi gli interventi (privati e pubblici) modificativi. L'**attuazione** delle indicazioni in essi contenute si realizzano generalmente attraverso i piani attuativi che definiscono le modalità di intervento per l'attuazione delle opere.

I contenuti generali dei Piani urbanistici generali possono essere così sintetizzati:

- a) definizione dell'assetto del territorio comunale;
- b) traduzione degli obiettivi e delle linee programmatiche del piano direttore territoriale in vincoli, limitazioni, destinazione e modalità d'uso del territorio;
- c) guida dello sviluppo del territorio attraverso l'organizzazione degli interventi modificativi privati e pubblici.

I **Piani urbanistici generali** si **attuano** attraverso piani attuativi che definiscono le modalità di intervento per l'attuazione delle opere.

I **Piani urbanistici particolareggiati o attuativi** sono i piani che, in accordo alle previsioni del piano regolatore generale, precisano gli interventi sul territorio e ne organizzano l'attuazione. In generale si riferiscono ad ambiti spaziali molto limitati. I piani attuativi servono a "specificare" le previsioni del piano generale ma non possono generalmente modificarle che per il loro indispensabile adattamento allo stato di fatto e per la precisazione della destinazione d'uso delle aree pubbliche. I piani attuativi possono invece "definire" anche l'assetto urbanistico generale quando il piano generale ne deleghi loro la competenza. I piani attuativi operano a livello delle singole proprietà e rendono possibile, anche attraverso l'acquisizione forzosa dei suoli, gli interventi pubblici e/o privati; hanno una durata limitata e devono essere ancorati a previsioni di spesa per gli interventi pubblici e la contribuzione dei privati.

Gli **Strumenti ausiliari di pianificazione** sono strumenti che, a vario titolo, interagiscono con la pianificazione urbana trattandone aspetti settoriali o complementari: piano del traffico, piano energetico, piano di risanamento acustico e i vari programmi dei parcheggi, della rete ciclo pedonale, del colore ecc.

Gli **Strumenti di valutazione** servono a verificare la sostenibilità dei P.T.C. o dei P.R.G. o di alcune specifiche previsioni in esso contenute.

In particolare la **Valutazione Ambientale Strategica (VAS)** si pone l'**obiettivo** di stimare gli impatti indotti dalle grandi opzioni strategiche e dagli indirizzi di pianificazione territoriale e settoriale e di operare l'integrazione delle considerazioni ambientali nelle procedure di preparazione e adozione dei piani e programmi che presumibilmente possono avere effetti importanti sull'ambiente e di effettuare quindi una valutazione ambientale; il **campo di applicazione** è riferito a piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente (settore agricolo, forestale, della pesca, energetico, industriale, dei trasporti, della gestione dei rifiuti e delle acque, delle telecomunicazioni, turistico, della pianificazione territoriale o della destinazione dei suoli).

All'interno della VAS particolare importanza riveste la **fase di finalizzazione** ("scoping") consistente nella consultazione preliminare con le autorità che possono essere interessate agli effetti sull'ambiente, definendo la portata e il livello di dettaglio delle informazioni da includere

nel **Rapporto Ambientale**. Quest'ultimo fornisce le informazioni relative alle possibili conseguenze sull'ambiente derivanti dall'attuazione del piano o programma e, in considerazione degli obiettivi della pianificazione e della programmazione, descrive le possibili ragionevoli alternative; contiene informazioni sullo stato attuale dell'ambiente e sulla sua prevedibile evoluzione le caratteristiche ambientali delle aree presumibilmente interessate, i problemi ambientali esistenti e gli obiettivi di tutela, i possibili effetti significativi sulle componenti ambientali, le misure di mitigazione e il monitoraggio

La **Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA)** si pone l'**obiettivo** di prevedere, valutare e prevenire gli effetti di un determinato progetto su una pluralità di fattori biotici (uomo, flora, fauna), fattori abiotici (suolo, acqua, aria, clima, paesaggio) e le rispettive interazioni (ecosistema, beni materiali, patrimonio culturale); il **campo di applicazione** è riferito a determinati progetti pubblici e privati individuati nelle Direttive 85/337/CEE e 97/11/CE e le **fasi** sono così riassumibili:

- fase di finalizzazione ("scoping");
- redazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA);
- pubblicizzazione;
- accoglimento osservazioni;
- giudizio di compatibilità,

e l'**elaborato** di riferimento è rappresentato dallo Studio di **Impatto Ambientale (SIA)**. Articolato nei tre Quadri di Riferimento (Programmatico, Progettuale, Ambientale) caratterizza la situazione *ex ante* (fotografia dello scenario attuale) e prevede con la massima esattezza possibile la situazione *ex post*, relativa cioè agli effetti prevedibili che la realizzazione di quel determinato progetto produrrà sull'ambiente.

La **Valutazione d'Incidenza Ambientale (VInCA)** si pone l'**obiettivo** di valutare i possibili impatti che un'opera può avere sulle specie e sugli habitat per i quali un SIC o una ZPS sono stati inseriti nella rete natura 2000. Il **campo di applicazione** si riferisce a qualunque piano, progetto o programma che possa avere incidenza sui siti appartenenti alla Rete NATURA 2000 e le **fasi ed elaborati** comprendono

- fase di finalizzazione ("scoping");
- redazione dello Studio di Incidenza contenente:
 - una descrizione dettagliata del piano o del progetto che faccia riferimento, in particolare, alla tipologia delle azioni e/o delle opere, alla dimensione, alla complementarità con altri piani e/o progetti, all'uso delle risorse naturali, alla produzione di rifiuti, all'inquinamento e al disturbo ambientale, al rischio di incidenti per quanto riguarda le sostanze e le tecnologie utilizzate;
 - un'analisi delle interferenze del piano o progetto col sistema ambientale di riferimento, che tenga in considerazione le componenti biotiche, abiotiche e le connessioni ecologiche.

2.3 Le Aree Protette

Il concetto di "Area Protetta" ha subito negli ultimi anni una profonda evoluzione. Il concetto di "protezione" riguarda la salvaguardia del patrimonio naturale dall'eccessivo sfruttamento antropico obiettivo che, fino agli anni '90, si traduceva nell'"isolamento" dell'area ad alto valore naturalistico degli ambiente esterni, così da escludere o minimizzare la contaminazione. Ma le aree protette non sono nuclei isolati dal resto dell'ambiente ma "nodi" di una rete biologica in continua relazione e collegamento reciproco attraverso "corridoi" che assicurano la riprodu-

zione della fauna e della flora; ciò è ancora più importante se si considera che l'istituzione di un'area protetta è finalizzata alla conservazione di specie animali e vegetali particolarmente rare e all'ambiente in cui queste vivono. Oggi le aree protette vengono indicate come aree di terra e/o di mare dedicate specificamente alla protezione e al mantenimento della diversità biologica e alle risorse naturali e culturali connesse.

Attualmente è in atto un processo di revisione delle metodologie di classificazione delle aree protette indirizzato all'accoglimento della classificazione IUCN⁵ che individua 6 tipologie in base della diversa esposizione al disturbo umano:

1. Riserve naturali integrali e aree incontaminate - area protetta gestita principalmente per la scienza.
2. Parchi nazionali - area protetta gestita principalmente per la protezione degli ecosistemi e per la ricreazione.
3. Monumenti naturali - area protetta gestita principalmente per la conservazione di specifiche caratteristiche naturali.
4. Riserve a gestione attiva di specie, habitat e risorse naturali.
5. Paesaggi terrestri e aree marine protette - area protetta gestita principalmente per il paesaggio / marino per fini di conservazione e ricreazione.
6. Aree per la gestione sostenibile delle risorse - area protetta gestita principalmente per l'uso sostenibile degli ecosistemi naturali.

L'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (**EUAP**) è un elenco stilato, e periodicamente aggiornato, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione per la Conservazione della Natura, che raccoglie tutte le aree naturali protette, marine e terrestri, ufficialmente riconosciute⁶.

Nell'EUAP vengono iscritte tutte le aree che rispondono ai seguenti criteri, stabiliti dal Comitato Nazionale per le Aree Naturali Protette il 1 dicembre 1993:

- esistenza di un provvedimento istitutivo formale (legge statale o regionale, provvedimento emesso da altro ente pubblico, atto contrattuale tra proprietario dell'area ed ente che la gestisce con finalità di salvaguardia dell'ambiente),
- esistenza di una perimetrazione, documentata cartograficamente,
- documentato valore naturalistico dell'area,
- coerenza con le norme di salvaguardia previste dalla legge 394/91,
- garanzie di gestione dell'area da parte di Enti, Consorzi o altri soggetti giuridici, pubblici o privati,
- esistenza di un bilancio o provvedimento di finanziamento.

Il riferimento normativo per la pianificazione nelle aree protette è rappresentato dalla L. 394/1991 "Legge quadro sulle Aree Protette" la cui finalità è quella di dettare "principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese".

⁵ International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources - World Heritage and Protected Areas - 2008 Edition – pag. 2 http://cmsdata.iucn.org/downloads/world_heritage_and_protected_areas_2008.pdf

⁶ L'elenco attualmente in vigore è quello relativo al 5° Aggiornamento approvato con Delibera della Conferenza Stato Regioni del 24 luglio 2003 e pubblicato nel Supplemento ordinario n. 144 alla Gazzetta Ufficiale n. 205 del 4 settembre 2003 – è in fase di pubblicazione il 6° elenco aggiornato

Le aree naturali protette, in base all'art. 2 della L. 394/91, vengono divise in **Parchi Nazionali**, **Parchi Naturali Regionali** e **Riserve Naturali**.

I **Parchi Nazionali** sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.

I **Parchi Naturali Regionali** sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

Le **Riserve Naturali** sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per le diversità biologiche o per la conservazione delle risorse genetiche; possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli interessi in esse rappresentati.

La tipologia e gli elementi correlati sono sintetizzati nella tabella seguente:

TIPOLOGIA		AMBITO FISICO	ELEMENTI DA TUTELARE	MOTIVAZIONI DELLA TUTELA
PARCO NAZIONALE		aree terrestri, fluviali, lacuali o marine	uno o più ecosistemi, intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi	gli elementi da tutelare hanno rilievo internazionale o nazionale tale da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future
PARCO NATURALE REGIONALE/ INTERREGIONALE		aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa	sistema omogeneo individuato dagli assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali	valorizzazione del sistema naturalisticamente e ambientalmente omogeneo
RISERVA NATURALE	STATALE	aree terrestri, fluviali, lacuali o marine	una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per le diversità biologiche o per la conservazione delle risorse genetiche	tutela di una o più specie di habitat
	REGIONALE			
ZONA UMIDA DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE		aree terpaludi e gli acquitrini, le torbe oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri. Ai sensi della presente convenzione si intendono per uccelli acquatici gli uccelli ecologicamente dipendenti dalle zone umide terrestri, fluviali, lacuali o marine	funzioni ecologiche di regolamentazione del regime delle acque e come habitat di una flora e di una fauna caratteristiche, con particolare riferimento agli uccelli acquatici	le zone umide svolgono funzioni ecologiche fondamentali come regolatori del regime delle acque e come habitat di una flora e di una fauna caratteristiche e, in particolare di uccelli acquatici; zone umide come risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo - prevenzione della loro eccessiva antropizzazione e conseguente rischio di scomparsa - riconoscimento degli uccelli acquatici e delle loro migrazioni come risorsa internazionale
RETE NATURA 2000	ZONA DI PROTEZIONE SPECIALE	territorio idoneo per estensione e/o localizzazione geografica alla conservazione delle specie di uccelli selvatici ai sensi della Direttiva Uccelli (79/409/CEE)	habitat idonei agli uccelli indicati dalla direttiva	protezione, gestione e regolamentazione di tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico comprese le relative uova, i loro nidi e i loro habitat
	ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE (SIC)	area naturale geograficamente definita e con superficie delimitata ai sensi della direttiva Habitat (92/43/CEE) designata dallo Stato con atto regolamentare	caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, naturali o seminaturali	salvaguardia della biodiversità mediante la conservazione o ripristino di habitat naturali e seminaturali ai fini della conservazione di specie della flora e della fauna selvatica (allegati I e II della direttiva) - regolamentazione dello sfruttamento delle relative specie
ALTRE AREE NATURALI PROTETTE		aree che non rientrano nelle precedenti classificazioni (Aree Naturali Protette Regionali, monumenti naturali, parchi suburbani, parchi provinciali, oasi delle associazioni ambientaliste)		
AREE MARINE PROTETTE		ambienti marini (acque, fondali e tratti di costa prospicienti)	caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine e costiere	gli elementi da tutelare presentano un interesse rilevante e rivestono particolare importanza dal punto di vista scientifico, ecologico, culturale, educativo ed economico

Tab. 2.6: Classificazione delle Aree protette ai sensi della L 394/1991 e Delib. 2/12/96

Attualmente in Italia risultano istituite 774 aree protette terrestri e marine. I dati al 2009, rilevabili dal VI Aggiornamento EUAP in via di definizione, mostrano un incremento di circa 90 aree protette, per un totale di circa 3.100.000 ha a terra e circa 2.830.800 ha a mare, con 658 km di costa tutelati ed una percentuale rispetto al territorio nazionale arrivata al 10,60. Tale valore percentuale è destinato ad un ulteriore aumento in quanto sono attualmente in corso le procedure per l'istituzione di 5 Parchi Nazionali (di cui 4 in Sicilia) e di 5 Aree Marine Protette⁷.

2.4 Il Piano del Parco

La L. 394/91 istituisce il Piano per il Parco⁸ il cui obiettivo è “La tutela dei valori naturali ed ambientali nonché storici, culturali, antropologici tradizionali”. Il **soggetto promotore** è rappresentato dall’Ente Parco che, nella predisposizione del Piano, si avvale della partecipazione della Comunità del parco; adottato dal Consiglio Direttivo del parco segue l’iter descritto in §2.2. L’approvazione finale, e quindi la vigenza del piano, spetta alla Regione. Al 31/12/2008, su 24 Parchi Nazionali, risultano vigenti quattro Piani relativi ai Parchi Nazionali delle Dolomiti Bellunesi, Maiella, Vesuvio e Aspromonte.

Gli **obiettivi** del Piano per il Parco possono essere così sintetizzati:

- a) l’organizzazione generale del territorio e sua articolazione in aree o parti caratterizzate da forme differenziate di uso, godimento e tutela;
- b) i vincoli, le destinazioni di uso pubblico o privato e norme di attuazione relative con riferimento alle varie aree o parti del piano;
- c) i sistemi di accessibilità veicolare e pedonale con particolare riguardo ai percorsi, accessi e strutture riservati ai disabili, ai portatori di *handicap* e agli anziani;
- d) i sistemi di attrezzature e servizi per la gestione e la funzione sociale del parco, musei, centri di visite, uffici informativi, aree di campeggio, attività agroturistiche;
- e) gli indirizzi e criteri per gli interventi sulla flora, sulla fauna e sull’ambiente naturale in genere.

Coerentemente con gli obiettivi della L. 394/91 il **quadro conoscitivo** deve comprendere l’analisi del **contesto socioeconomico e territoriale** (risorse ed economia locale, allevamento ed agricoltura, mosaico della pianificazione locale, analisi delle proprietà del Parco, ecc.), l’analisi del **patrimonio naturale** (assetto idrogeologico, flora, vegetazione e fauna, emergenze naturali, ecc), l’analisi del **patrimonio culturale** (insediamenti, infrastrutture e servizi, nuclei storici ed emergenze architettoniche e tipologiche, strade e percorsi, ecc.) e, in ultimo, un’accurata analisi del **turismo** inteso sia come flusso che come analisi della capacità ricettiva del parco stesso.

Dal punto di vista **prescrittivo** e in analogia con gli altri strumenti di pianificazione il Piano suddivide il territorio in zone in base al diverso grado di protezione prevedendo:

1. **riserve integrali** nelle quali l’ambiente naturale è conservato nella sua integrità;
2. **riserve generali orientate**, nelle quali è vietato costruire nuove opere edilizie, ampliare le costruzioni esistenti, eseguire opere di trasformazione del territorio⁹;
3. **aree di protezione** nelle quali, in armonia con le finalità istitutive ed in conformità ai criteri generali fissati dall’Ente parco, possono continuare, secondo gli usi tradizionali ovvero secondo metodi di agricoltura biologica, le attività agro-silvo-pastorali nonché di pesca e raccolta di prodotti naturali, ed è incoraggiata anche la produzione artigianale di qualità¹⁰;
4. **aree di promozione economica e sociale** facenti parte del medesimo ecosistema, più estesamente modificate dai processi di antropizzazione, nelle quali sono consentite attività com-

⁷ Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Convenzione sulla Diversità Biologica - 4° Rapporto Nazionale 31/3/2009 – pag. 52 in http://www2.minambiente.it/pdf_www2/dpn/biodiversita/IV_rapporto_nazionale_cbd_31_03_2009.pdf

⁸ TITOLO II Aree naturali protette nazionali – Art. 12 “Piano per il parco”

⁹ Possono essere tuttavia consentite le utilizzazioni produttive tradizionali, la realizzazione delle infrastrutture strettamente necessarie, nonché interventi di gestione delle risorse naturali a cura dell’Ente parco. Sono altresì ammesse opere di manutenzione delle opere esistenti, ai sensi delle lettere a) e b) del primo comma dell’articolo 31 della legge 5 agosto 1978, n. 457

¹⁰ Sono ammessi gli interventi autorizzati ai sensi delle lettere a), b) e c) del primo comma dell’articolo 31 della citata legge n. 457 del 1978, salvo l’osservanza delle norme di piano sulle destinazioni d’uso

patibili con le finalità istitutive del parco e finalizzate al miglioramento della vita socio-culturale delle collettività locali e al miglior godimento del parco da parte dei visitatori.

In linea di massima gli **elaborati grafici** riguardano l'**analisi dello stato** di fatto, cartografie di sintesi finalizzate all'individuazione degli elementi di pregio relativi alla flora, alla fauna, ai beni storici, culturali e ambientali, alla fruibilità paesaggistica, alla geologia e geomorfologia, ai sistemi ecologici e all'individuazione dei fattori di pressione e rischio antropico. Il **progetto** comprende cartografie caratterizzanti la vulnerabilità attuale del territorio, la zonizzazione, il sistema della viabilità e delle strutture di fruizione del parco.

2.5 La Rete Natura 2000

Alle aree protette precedentemente descritte si aggiungono quelle appartenenti alla **Rete Natura 2000**, individuata dall'art. 3 della direttiva "Habitat"¹¹, e che costituisce "una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione, denominata Natura 2000" finalizzata a contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché la flora e la fauna selvatiche nel territorio europeo degli stati membri.

A scala nazionale la Direttiva "Habitat" non ha avuto attuazione effettiva fino al 1997, anno di emanazione del DPR 357/97¹² successivamente modificato e integrato dal DPR 120/2003¹³ e dal DM 20 gennaio 1999¹⁴. Il regolamento riprende in gran parte il testo della direttiva "Habitat" richiamandone le definizioni principali e le norme relative alla formazione della rete ecologica formata da Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di protezione Speciale (ZPS); in particolare le ZSC sono il risultato della designazione con Decreto del MATTM della proposta di Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) effettuata dalle Regioni e dalle Province Autonome. Poiché la costruzione della Rete Natura 2000 è un processo dinamico, le liste dei SIC sono periodicamente aggiornate dalla Commissione Europea sulla base delle banche dati inviate dagli Stati membri una volta l'anno. Per l'Italia i SIC diventano ufficiali al momento della trasmissione alla Commissione Europea della banca dati nazionale. Il 12 dicembre 2008 è stato adottato dalla Commissione l'ultimo aggiornamento delle liste dei SIC per sette regioni biogeografiche, fra cui le tre regioni che interessano l'Italia (alpina, continentale e mediterranea)¹⁵. In Italia il primo elenco delle ZPS e dei pSIC è stato pubblicato con DM del 3 Aprile 2000. Gli ultimi decreti nazionali di recepimento sono i seguenti:

1. Decreto 30 marzo 2009 "Secondo elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografia alpina in Italia ai sensi della direttiva 92/43/CEE" (GU n. 95 del 24 aprile 2009, S.O. n. 61);
2. Decreto 30 marzo 2009 "Secondo elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per

¹¹ Direttiva del Consiglio del 21 maggio 1992 (92/43/CEE) relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche

¹² DPR 357/97 "Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e fauna selvatiche"

¹³ D.P.R. 12 marzo 2003 n. 120 "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e fauna selvatiche"

¹⁴ D.M. 20 gennaio 1999 "Modificazioni degli allegati A e B del D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, in attuazione della direttiva 92/43/CEE del Consiglio, recante adeguamento al progresso tecnico e scientifico della direttiva 92/43/CEE".

¹⁵ Schede e mappe possono essere scaricate in: ftp://ftp.scn.minambiente.it/Cartografie/Natura2000/schede_e_mappe

la regione biogeografia continentale in Italia ai sensi della direttiva 92/43/CEE” (GU n. 95 del 24 aprile 2009, S.O. n. 61)

3. Decreto 30 marzo 2009 “Secondo elenco aggiornato dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografia mediterranea in Italia ai sensi della direttiva 92/43/CEE” (GU n. 95 del 24 aprile 2009, S.O. n. 61)

La gestione dei siti Natura 2000 avviene attraverso il **Piano di Gestione** i cui **obiettivi** consistono essenzialmente nel:

- garantire la presenza in condizioni ottimali degli habitat e delle specie che hanno determinato l’individuazione del SIC/ZPS;
- costituire lo strumento operativo deputato alla disciplina d’uso del territorio.

Promosso dall’Ente gestore ha come **contenuti generali**:

- a) la formulazione del quadro conoscitivo relativo alle caratteristiche del sito per le diverse componenti (fisica, biologica, socio-economica, archeologica architettonica, culturale, paesaggistica);
- b) la valutazione delle esigenze ecologiche di habitat e specie;
- c) la definizione della strategia gestionale e del monitoraggio periodico.

2.6 Le Aree Protette marino-costiere

Le **Aree Protette marino-costiere**¹⁶, sono costituite da ambienti marini, dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti, che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine e costiere e per l’importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono. Possono essere costituiti da un ambiente marino avente rilevante valore storico, archeologico-ambientale e culturale.

L’istituzione avviene per mezzo di Decreto emanato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in cui vengono indicati la denominazione e la delimitazione dell’area, gli obiettivi e la disciplina di tutela a cui è finalizzata la protezione.

Il **regolamento** definisce in via definitiva e disciplina i divieti e le eventuali deroghe in funzione del grado di protezione necessario per la tutela degli ecosistemi di pregio; proposto dall’ente gestore, sentito il parere della commissione di riserva, è approvato con decreto del ministro dell’ambiente. Relativamente al **regime vincolistico** la L. 394/91 (art. 19) individua le attività vietate *ex lege* nelle aree protette marine:

1. la cattura, la raccolta e il danneggiamento delle specie animali e vegetali nonché l’asportazione di minerali e di reperti archeologici;
2. l’alterazione dell’ambiente geofisico e delle caratteristiche chimiche e idrobiologiche delle acque;
3. lo svolgimento di attività pubblicitarie;
4. l’introduzione di armi, di esplosivi e ogni altro mezzo distruttivo e di cattura;
5. la navigazione a motore;
6. ogni forma di discarica di rifiuti solidi e liquidi.

I Decreti Istitutivi delle aree marine protette e, ove presenti, i Regolamenti possono prevedere alcune eccezioni (deroghe) ai divieti stabiliti *ex lege* oltre a dettagliare in modo più esaustivo i vincoli.

¹⁶ Istituite ai sensi delle leggi 979/82 “Disposizioni per la difesa del mare” e 394/91 “Legge quadro sulle aree protette”

2.6.1 La pianificazione delle coste e il demanio marittimo

Il D.lgs 112/98 affida alle Regioni e EE.LL. compiti e funzioni amministrativi riguardanti la difesa del suolo e, in particolare:

- la **programmazione, pianificazione e gestione integrata degli interventi di difesa delle coste e degli abitati costieri** (art. 89);
- il **rilascio delle concessioni** di beni del demanio della navigazione interna, **del demanio marittimo e di zone di mare territoriale per finalità diverse da quelle di approvvigionamento di fonti di energia** (art. 105 lett. 1);
- la **protezione ed osservazione delle zone costiere**.

La Circolare Ministeriale 267/1990 recita *“i comuni sono chiamati a redigere i piani di spiaggia o di utilizzazione degli arenili attenendosi alle norme quadro del piano di utilizzazione delle coste”*. In questo quadro un elemento importante è rappresentato dal **demanio marittimo**. Il demanio è, in senso generico, l'insieme di tutti i beni che appartengono allo stato; in base all'art.822 del Codice Civile appartengono allo stato e fanno parte del demanio pubblico:

- il lido del mare, la spiaggia, le rade e i porti;
- i fiumi, i torrenti, i laghi e le altre acque definite pubbliche dalle leggi in materia
- le opere destinate alla difesa nazionale

Le **competenze** relative al demanio marittimo sono definite dal DPR 24-7-1977 n. 616 “Attuazione della delega di cui all'art. 1 della l. 22 luglio 1975, n. 382” in cui vengono delegate alle **regioni** le funzioni amministrative sul litorale marittimo, sulle aree demaniali immediatamente prospicienti e sulle aree del demanio lacuale e fluviale, quando l'utilizzazione prevista abbia finalità turistiche e ricreative; sono escluse dalla delega le funzioni esercitate dagli organi dello Stato in materia di navigazione marittima, di sicurezza nazionale e di polizia doganale. La delega non si applica ai porti e alle aree di preminente interesse nazionale in relazione agli interessi della sicurezza dello stato e alle esigenze della navigazione marittima. L'identificazione delle aree predette è effettuata, entro il 31 dicembre 1978, con decreto del presidente del consiglio dei ministri, di concerto con i ministri per la difesa, per la marina mercantile e per le finanze, sentite le regioni interessate (art. 59).

La **dividente demaniale** consente di individuare i beni del demanio pubblico ed è indispensabile per diversi aspetti, sia amministrativi che legali poiché rappresenta la delimitazione che separa i beni del demanio dai beni censiti dal catasto terreni o dal catasto urbano (art. 28 del codice della navigazione).

La **pianificazione del demanio** avviene attraverso il **piano di utilizzazione delle aree del demanio marittimo** l. 494/1993 – art. 6 la cui redazione spetta alle regioni, sentita l'autorità marittima ed i comuni e le associazioni di categoria più rappresentative nel settore turistico dei concessionari demaniali marittimi. Dal punto di vista della gerarchia tale piano è assimilabile al piano urbanistico territoriale di coordinamento poiché ha lo scopo di orientare e coordinare l'utilizzazione turistica e ricreativa del demanio marittimo per vaste località eccedenti il singolo comune. Le “concessioni” vengono rilasciate per l'area demaniale e il **rapporto tra il numero delle concessioni rilasciate e la superficie dell'area demaniale e la lunghezza della costa definiscono la pressione antropica sulla fascia litoranea**.

2.7 La gerarchia degli strumenti di pianificazione nelle Aree Protette

Come già detto nel par. 2.2, gli strumenti di pianificazione territoriale sono organizzati gerarchicamente: ogni strumento sovraordinato detta le linee guida di utilizzo del suolo che gli strumenti sott'ordinati via via recepiscono e dettagliano fino a giungere agli strumenti attuativi. Fino all'entrata in vigore del D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e s.m.i. il quadro relativo agli strumenti di pianificazione e gestione, alle autorità competenti per la redazione e l'ordine gerarchico è riportato nella tab. 2.7.

STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E GESTIONE	NORMA	AUTORITA' COMPETENTE ALLA REDAZIONE	ORDINE GERARCHICO STRUMENTI (1 max - 7min)
Piano di Tutela delle Acque	L. 152/99	Autorità di Bacino	1
Piano di Bacino (Piano di Assetto Idrogeologico, Piano di bilancio della risorsa, etc.)	L. 183/89	Autorità di Bacino	1
Piano del Parco	L. 394/91	Ente Parco	2
<u>Piano paesaggistico "specialistico"</u> (aree soggette a vincolo paesaggistico) oppure piano "urbanistico-territoriale con specifica considerazione dei valori paesistico-ambientali"	D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.	Regioni	3
<u>Piano Territoriale di Coordinamento, Piano Regolatore Generale, Piani attuativi</u>	L. 1150/42	Regioni - Comuni	Piano Territoriale di Coordinamento - 4
			Piano Regolatore Generale - 5
			Piani Attuativi - 6
<u>Piano di gestione</u> di SIC secondo Dir. 92/43/CE e DPR 357/97	DIR. 92/43 DPR 357/92	Ente Gestore	Attualmente non esiste obbligo di recepimento del Piano di Gestione nei Piani Regolatori Generali - 7

Tab. 2.7 – Strumenti di pianificazione e gestione nelle Aree Protette ante D.Lgs. 152/2006

Il D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e s.m.i. ha accorpato in un unico testo le normative vigenti in campo ambientale. Di particolare interesse risulta la Parte III "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" poiché, recependo la cosiddetta "Direttiva quadro sulle acque"¹⁷ e accorpando molte leggi relative alla difesa del suolo, alla tutela delle acque dall'inquinamento e alla gestione delle risorse idriche, ha introdotto il "distretto idrografico" e il "Piano di bacino distrettuale" la cui sovraordinarietà rispetto agli altri strumenti di pianificazione è ribadita nell'art. 65, comma 4¹⁸. Viene inoltre istituito il "Registro delle aree protette" (art. 117 – all. IX, parte III) il cui obiettivo consiste nell'individuazione delle aree a cui attribuire una protezione speciale per proteggere le acque superficiali e sotterranee o per conservare habitat e specie direttamente dipendenti dall'ambiente acquatico.

¹⁷Dir. 2000/60/CE "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque".

¹⁸"Le disposizioni del Piano di bacino approvato hanno carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni ed enti pubblici, nonché per i soggetti privati, ove trattasi di prescrizioni dichiarate di tale efficacia dallo stesso Piano di bacino. In particolare, i piani e programmi di sviluppo socio-economico e di assetto ed uso del territorio devono essere coordinati, o comunque non in contrasto, con il Piano di bacino approvato".

Il D.Lgs. 63/2008¹⁹ ha modificato il coordinamento della pianificazione paesaggistica con altri strumenti di pianificazione; attualmente il quadro gerarchico è il seguente:

STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E GESTIONE	NORMA	ORDINE GERARCHICO STRUMENTI (1 max - 7min)
<u>Piano di Bacino Distrettuale</u>	Dlgs 152/2006 – art. 65	1
<u>Piano di Tutela delle Acque</u>	Dlgs 152/2006 – art. 121 – all. IV, parte B	1
<u>Piano di Gestione del Distretto Idrografico</u>	Dlgs 152/2006 – art. 117 – all. IV, parte A	1
<u>Registro Aree Protette</u>	Dlgs 152/2006 – art. 117 – all. IX, parte III	1
<u>Piano paesaggistico "specialistico"</u> (aree soggette a vincolo paesaggistico) oppure piano "urbanistico-territoriale con specifica considerazione dei valori paesistico-ambientali"	D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.	2
<u>Piano del Parco</u>	L. 394/91	3
<u>Piano Territoriale di Coordinamento, Piano Regolatore Generale, Piani attuativi</u>	L. 1150/42	Piano Territoriale di Coordinamento - 4
		Piano Regolatore Generale – 5
		Piani Attuativi - 6
<u>Piano di gestione di SIC secondo Dir. 92/43/CE e DPR 357/97</u>	DIR. 92/43 DPR 357/92	Attualmente non esiste obbligo di recepimento del Piano di Gestione nei Piani Regolatori Generali - 7

Tab. 2.8 – Strumenti di pianificazione e gestione nelle Aree Protette – situazione attuale

A titolo esemplificativo di quanto precedentemente esposto si riporta uno schema del rapporto gerarchico degli strumenti di pianificazione esistenti in riferimento alla zona di Torre Guaceto (BR); la scelta dell'area deriva dalla compresenza delle seguenti aree protette:

AREA PROTETTA	RIFERIMENTI NORMATIVI	CODICE EUAP
Riserva Naturale Marina "Torre Guaceto"	D.I. 4/12/1991	EUAP0169
Riserva Naturale Statale "Torre Guaceto"	D.M. 4-2-2000	EUAP1075
Zona Umida di importanza Internazionale "Torre Guaceto"	DPR 448/1976	
SIC "Torre Guaceto e Macchia San Giovanni"	D.M. 30-3-2009	IT9140005
ZPS "Torre Guaceto"	D.M. 5-7-2007	IT9140008

¹⁹ D.Lgs. 26-3-2008 n. 63 "Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio".

Relativamente alla pianificazione territoriale i Piani attualmente sono i seguenti:

STRUMENTO	ITER	GERARCHIA
Piano stralcio di Assetto Idrogeologico	APPROVATO con Del. C.I. n. 39 del 30/11/2005	1
Piano di tutela delle acque	ADOTTATO con D.G.R. n. 883 del 19/06/2007	1
Piano Urbanistico Territoriale Tematico/Paesaggio (PUTT/P)(*)	APPROVATO con DGR n.1748 del 15 dicembre 2000	2
Piano regionale delle Coste	LEGGE REGIONALE 23 giugno 2006, n. 17 "Disciplina della tutela e dell'uso della costa".	2
Regolamento AMP Torre Guaceto	APPROVATO con D.M. 26 gennaio 2009	
Piano di Gestione RNS Torre Guaceto	APPROVATO con D.G.R. del 29 dicembre 2007 n 2247	
Piano di Gestione ZPS Torre Guaceto	D.G.R. del 29 dicembre 2007 n 2247 (**)	
Comune di Brindisi: Piano Regolatore Generale	APPROVATO con D.G.R. n. 7008 del 22/7/85, n. 5558 del 7/7/88 e n.10929 del 28/12/88	
Comune di Carovigno: Programma di fabbricazione	APPROVATO con DGR n. 427 del 20/03/1978	

(*) Si segnala che con DGR n. 357 del 27/03/2007 la Regione ha approvato il "Programma per l'elaborazione del nuovo Piano Paesaggistico adeguato al D.lgs 42/2004 – Codice dei beni culturali e del paesaggio" per rendere coerente il vecchio piano con alcuni elementi di innovazione introdotti dal Codice dei beni culturali e del paesaggio.

(**) Nella DGR 2247/2007 la Giunta ha espresso "parere favorevole alla proposta di estendere le misure di conservazione contenute nel Piano di Gestione della Riserva Naturale Statale di Torre Guaceto e del S.I.C. "Torre Guaceto e Macchia S. Giovanni" (IT9140005) alle porzioni del SIC "Torre Guaceto e Macchia S. Giovanni" (IT9140005) attualmente esterne al perimetro della Riserva e dell'Area marina protetta.;

Lo schema gerarchico, comprendente sia gli strumenti di pianificazione esistenti sia quelli previsti dal D.Lgs. 152/2006 è riportato in fig. 2.1.

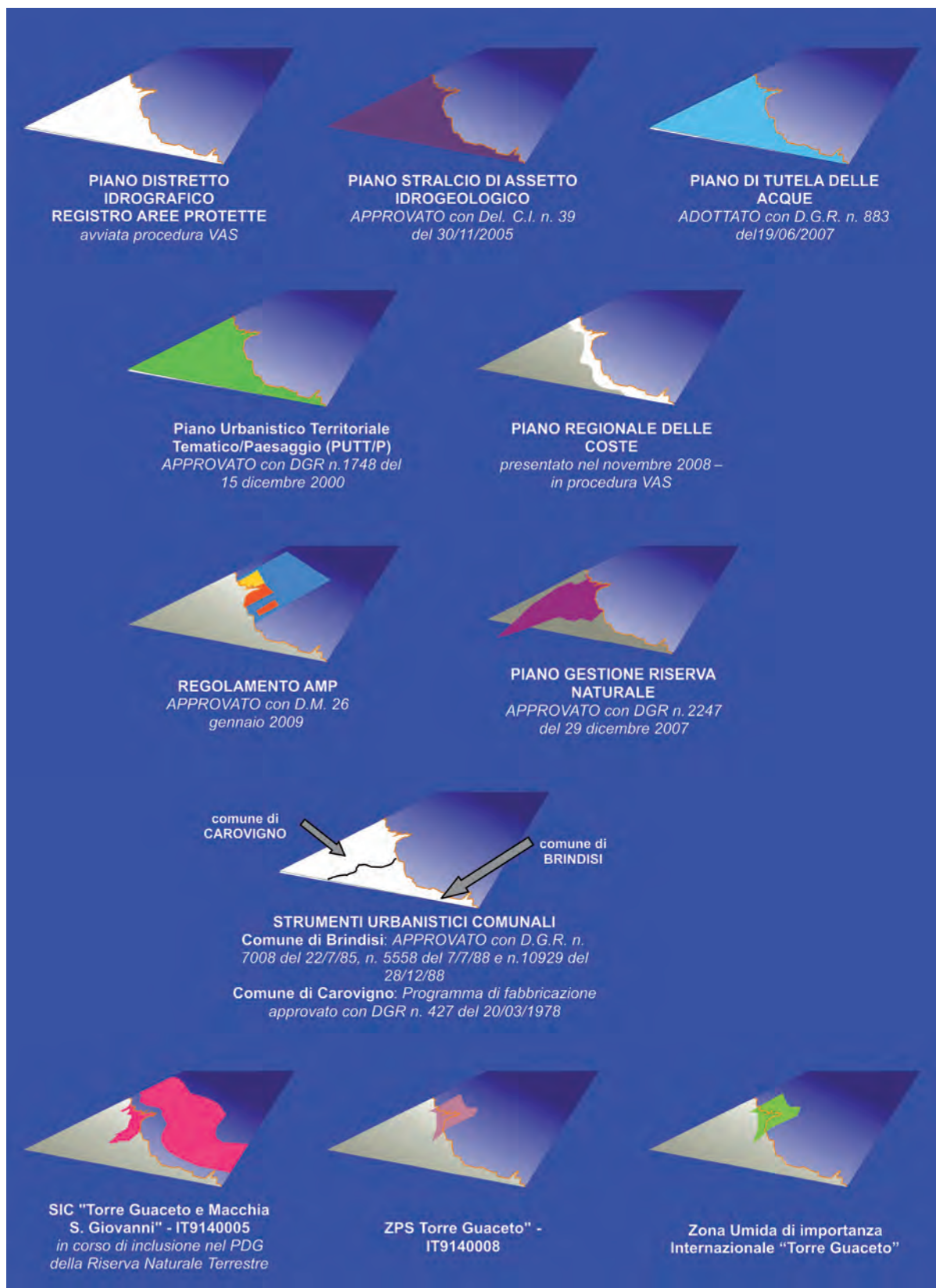


Fig. 2.1: Regione Puglia – Torre Guaceto (BR). Schema gerarchico degli strumenti di pianificazione

2.8 Conclusioni

In conclusione si ritiene opportuno fornire alcuni suggerimenti “operativi” di ausilio alla comprensione della lettura di strumenti di gestione del territorio, all’individuazione dei soggetti e delle relative competenze e alle interazioni positive che, attraverso un’attiva partecipazione del cittadino, possono contribuire al miglioramento delle condizioni/azioni di difesa delle coste sabbiose, con particolare riguardo alle aree protette marino-costiere.

Per “capire” lo stato normativo e zonizzativo di un’Area Protetta marino-costiera è opportuno:

- analizzare il decreto istitutivo;
- analizzare i vincoli imposti;
- analizzare la cartografia di zonizzazione;
- verificare l’esistenza del piano di gestione;
- verificarne lo stato di applicazione (adottato / approvato);
- analizzare gli elaborati di analisi e prescrittivi;

Analogo procedimento deve essere operato per gli strumenti di pianificazione gerarchicamente sovraordinati; e’, infatti, indispensabile sottolineare che gli strumenti di gestione del territorio rappresentano un’opportunità fondamentale di gestione integrata dell’ambiente; capirne struttura, gerarchia e iter consente una partecipazione attiva ai processi decisionali, le capacità tecniche migliorano le possibilità di intervenire nei processi di governo del territorio in modo consapevole.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2000. Studi propedeutici per il piano del Parco nazionale Gran Paradiso, Aosta
- Arnolfi S., Filpa A., 2000. L'ambiente nel piano comunale – Guida all'éco-managément nel PRG, Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano.
- Avarello A., 2000. Il piano comunale – Evoluzione e tendenze, Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano.
- Associazione Analisti Ambientali, 2002. Glossario Normativo Ambientale, Quaderno di Valutazione Ambientale n. 3.
- Berdini P., 2002. I numeri, i diritti acquisiti e la compensazione, Roma, in <http://eddyburg.it/articole/articleview/482/0/39>.
- Bosi R. audizione del 22/11/2005 della 13° commissione permanente del senato sul disegno di legge a.s. 3519 concernente “principi in materia di governo del territorio” intervento di Rodolfo Bosi a nome di vasosservazioni generali - giovedì 1 dicembre 2005 su <http://www.vasonline.it/home/archivio/politicheambientali/LEGGE3519>.
- Bussetini M., D'Antoni S., P. Gasparri, M.C. Natalia, 2007 - Water protection and protected areas: a multidimensional knowledge system. II International Conference on “Parks and Protected areas”. Organizzata dall'EWA (European Water Association) – Dubrovnik (Croazia) 25-27 aprile 2007.
- Carlini R., Immobili leggi e affari: le mani sulla città, Il Manifesto, 1/07/2005.
- Centro VIA Italia, 2003. La valutazione di Impatto Ambientale, Documentazione del Corso di Formazione del 8/11 Aprile, Centro Congressi Fast, Milano.
- Colombo G., Pagano F., Rossetti M., 2001. Manuale di urbanistica – Strumenti urbanistici, tecnica, legislazione, procedure e giurisprudenza, Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano.
- D'Antoni S, Natalia M.C, 2009 – Verifica delle sinergie tra le direttive UE “Acqua, “Habitat” e “Uccelli” – in Quaderni Toscana parchi n. 5 “Parchi fluviali e bacini idrografici: esperienze europee” – Edizioni ETS - pagg. 62-69.
- Environment Agency, 2008. Annex D Protected area objectives and Natura 2000 objectives and compliance, draft River Basin Management Plan, North West River Basin District, <http://wfdconsultation.environment-agency.gov.uk/wfdcms/en/northwest/Intro.aspx>
- Finocchi Gherzi R., Forlenza O., Forte P., Miele T., Volpe 2000. Il decentramento amministrativo, Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano.
- Gambino R. et al. (a cura di), 2008. Parchi d'Europa – verso una politica europea per le aree protette, ETS, Pisa.
- Girardi F., 2006. Legge del governo del territorio: che fare?, 23 gennaio, in <http://eddyburg.it/articole/articleview/5872/0/96>.
- Gruppo 183, 2008. 2000-2008 che cosa (non) è successo in Italia dall'entrata in vigore della Water Framework Directive, 6 MARZO, in <http://www.gruppo183.org/public/file/Direttiva%20acque%20Italia.pdf>
- Guccione M., Gori M., Bajo N (a cura di), in stampa. Rapporto tecnico APAT “Tutela della connettività ecologica del territorio e infrastrutture lineari”,
- INU – Istituto Nazionale di Urbanistica, 2006. Al più presto la legge di principi per il governo del territorio, documento approvato dal CDN a Genova, 24 giugno.
- Maglia S., Santoloci M., Il codice dell'ambiente, La tribuna, Piacenza, 2003.
- Magnaghi A, Un commento alla nuova legge urbanistica, 14 ottobre 2005 su <http://www.limen.org/BBCC/tutela/Conservazione>

- Mantini P. (a cura di), 2000. Codice dell'edilizia e dell'urbanistica, Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano;
- Natalia M.C., 2008. Gli strumenti di governo del territorio. In Trusiani E. Orientarsi nell'urbanistica. Carocci, Roma – 59-91.
- Natalia M.C., 2003. Urbanistica, in La valutazione di impatto ambientale nella difesa del suolo, a cura di: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio Ufficio Progetto Operativo Difesa Suolo, 53-57.
- Naviglio L. et al., 2009. Gestione e comunicazione: parola d'ordine efficacia, in Parchi, n. 56, pag. 95-114.
- Ombuen S., 2005. Elementi per la valutazione del Progetto di Legge statale per il governo del territorio, intervento al seminario INU "Un nuovo passo per la riforma urbanistica", Roma – 15 settembre.
- Ormerod S.J., Tyler S.J., 1993. Birds as indicators of change in water quality. In Birds as Monitors of Environmental Change, Furness RW, Greenwood JJD (eds). Chapman & Hall: London; 179–216.
- Piazza S. G., 2003. Vincoli e limiti urbanistici ed edilizi, Buffetti, Roma.
- Riforma del Titolo V, in <http://www.tecnostuttura.it>.
- Regione Puglia, 2008 – Documento Regionale di Assetto Generale – Stato della pianificazione provinciale, in <http://regione.puglia.it/drag/index.php?page=documenti&opz=getdoc&id=35>
- Regione Puglia, 2007 – Documento Regionale di Assetto Generale – Piano Paesaggistico Territoriale Regionale: Documento programmatico – in http://www.regione.puglia.it/drag/web/files/paesaggistica/documenti/documento_programmatico.pdf
- Tallone G., 2007. I parchi come sistema, ETS, Pisa.
- Trusiani E., 2008. Orientarsi nell'urbanistica, Carocci, Roma.
- UK TAG Review, March 2003. UK technical advisory group on the water framework directive. Guidance on the identification of natura Protected Areas (Final Draft).
- Vallarola F. (a cura di), 2009. Aree Protette Costiere e Marine. Pianificazione e forme di finanziamento – EditPress Edizioni.
- Verdesca D., 2005. Manuale di valutazione d'impatto economico-ambientale, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- WWF, 2007. 2007. Senza Autorita' di Bacino fiumi piu'a rischio- in <http://www.wwf.it/client/ricerca.aspx?root=14037&parent=12684&content=1>
- www.apat.gov.it/site/it/IT/Temi/Acqua/Direttiva_quadro_sulle_acque_2000-60-CE/Caratterizzazione_dei_corpi_idrici_significativi/, 10/10/2007.

3. IL CLIMA ONDOSO

Sara Morucci

L'ambiente costiero rappresenta l'interfaccia tra le terre emerse e il mare, è il naturale proseguimento dell'uno nell'altro, ed è caratterizzato dalla presenza di forzanti che agiscono con tempi e modalità molto diverse causandone la continua evoluzione.

Lo studio della morfodinamica, la definizione di scenari di rischio e di evoluzione di un litorale costiero richiede l'elaborazione e l'integrazione di informazioni relative allo stato e all'evoluzione dei fenomeni di dinamica marina, fluviale e costiera, ai fattori di pressione antropica e naturale sulla fascia costiera e sulle aree interne afferenti, agli elementi territoriali dell'area costiera.

In una visione olistica della zona costiera, la descrizione della sua evoluzione non può prescindere dalla caratterizzazione dei fenomeni che avvengono oltre che in ambito terrestre anche in ambito marino. Dalle terre emerse le coste ricevono, infatti, attraverso i fiumi, gran parte dei sedimenti che alimentano le spiagge; d'altro canto il mare mediante l'azione delle onde, delle correnti e delle maree, contribuisce in modo determinante a modellare la conformazione della costa, svolgendo la triplice azione di erosione, trasporto e accumulo dei sedimenti.

In questo capitolo saranno descritti i fattori meteomarini che intervengono nella definizione ed evoluzione della fascia costiera, con particolare riferimento al moto ondoso e alla variazione del livello del mare (sia quello medio che le temporanee variazioni durante eventi meteorologici avversi). L'ambiente marino-costiero è, infatti, fortemente condizionato sia dalle variazioni del livello del mare che dalle mareggiate estreme, entrambe cause determinanti dell'erosione costiera e delle inondazioni, con il conseguente impatto in relazione alla perdita di biodiversità, di patrimonio paesaggistico e ambientale.

3.1 Il moto ondoso

Il moto ondoso è di gran lunga il maggior responsabile delle sollecitazioni che intervengono sulle coste; le onde sono la principale fonte di energia che modella e modifica le linee di costa, impattando anche sulle strutture costiere.

L'effetto delle onde avviene su diverse scale temporali, cruciali per la gestione e la valutazione dell'evoluzione degli ambienti marino-costieri; è necessario dunque ricostruire il clima presente, incluse le tendenze e le variabilità sul lungo periodo, e gli effetti degli eventi episodici di forte intensità sul breve periodo (mareggiate estreme).

Il clima ondoso descrive, infatti, quei fenomeni che avvengono con continuità, mediamente, in una certa area influenzando l'evoluzione della linea di costa sul lungo periodo, mentre le mareggiate descrivono quei fenomeni che, sebbene di notevole intensità (con le immaginabili dannose conseguenze) solitamente inducono variazioni di breve periodo che rapidamente vengono riassorbite.

Innanzitutto ci si chiede cosa siano le onde e quali le analisi statistiche da effettuare. Le onde sono generate dall'azione del vento che, spirando sulla superficie del mare ad almeno una velocità superiore a 3Km/h gli trasferisce parte della sua energia. Il moto ondoso interessa solo la parte superficiale del mare ed è fortemente condizionato dai seguenti fattori: la velocità del vento, per quanto tempo il vento ha soffiato mantenendo la stessa direzione (si distinguono tra venti

dominanti quelli che soffiano con maggior forza, e venti regnanti, che soffiano con durate più lunghe), e quanta superficie del mare è stata interessata dall'azione del vento in questione (*fetch*). Le onde cui ci si riferisce sono caratterizzate da un periodo dell'ordine delle decine di secondi, come ben evidente dal noto grafico della distribuzione del contenuto di energia rispetto al periodo delle onde (fig. 3.1).

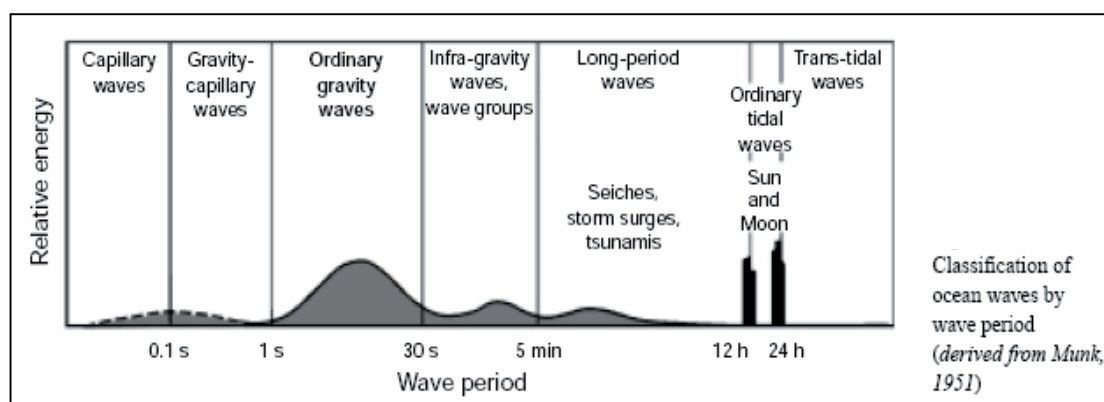


Fig. 3.1: Distribuzione dell'energia delle onde rispetto al periodo

I dati analizzati per la caratterizzazione del clima ondoso lungo le coste italiane sono sia quelli misurati dalla Rete Ondametrica Nazionale gestita dall'ISPRA o da altre strumentazioni di interesse regionale, sia i dati ottenuti dai modelli numerici (WAM); la conoscenza del moto ondoso, negli anni più recenti, ha, infatti, tratto un importante contributo dai progressi della modellistica meteomarina, oltre che dalle maggiori quantità di fonti di informazioni disponibili (dati satellitari ecc.). Queste diverse fonti forniscono informazioni profondamente diverse: i dati osservati sono misurazioni del reale ma puntuali, i dati da modello sono approssimazioni del reale ma con il vantaggio di essere distribuiti nello spazio.

In questo contesto saranno forniti esempi di entrambe le informazioni.

3.2 Analisi statistica dei dati osservati

I dati misurati, oggetto di questa trattazione, sono quelli della Rete Ondametrica Nazionale, gestita dall'ISPRA (fig. 3.2)

La Rete Ondametrica Nazionale è costituita da 14 boe direzionali ormeggiate al largo delle coste italiane, uniformemente distribuite lungo il territorio nazionale, e fornisce dati sui principali parametri del moto ondoso (altezza d'onda significativa, periodo medio dell'onda, periodo di picco, direzione) con acquisizione semioraria dal 2002.

Queste serie storiche sono di enorme importanza sia per la loro estensione temporale che per la copertura spaziale, consentendo un monitoraggio continuo dello stato del mare.

Le principali indagini effettuate allo scopo di caratterizzare il clima ondoso lungo le coste italiane sono:

- la distribuzione in frequenza dei parametri ondosi,
- catalogazione e rappresentazione delle mareggiate,
- l'analisi statistica degli eventi estremi.

Uno dei principali strumenti attraverso cui si possono ottenere preziose informazioni di clima ondoso è la distribuzione in frequenza dei vari parametri; in particolare è qui riportato l'esem-

pio della distribuzione delle altezze d'onda per classi di direzioni (fig. 3.3) ("Progetto atlante costiero", APAT, 2005).

Dall'analisi di queste tabelle è possibile leggere il numero di eventi con una certa altezza d'onda provenienti da un preciso settore direzionale, e individuare rapidamente i principali settori di provenienza delle onde per una certa locazione.



Fig. 3.2: Rete Ondametrica Nazionale

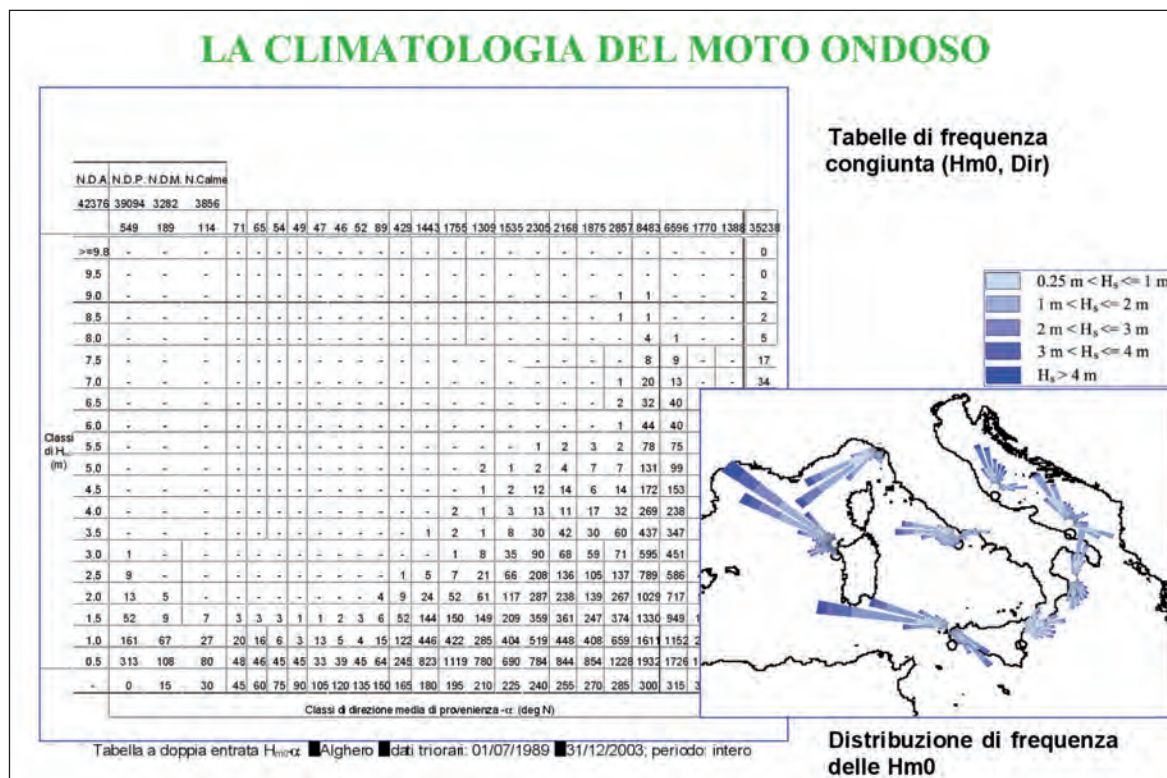


Fig. 3.3: Tabella di distribuzione in frequenza delle altezze d'onda per classi di direzioni

La rappresentazione grafica della distribuzione direzionale consente una rapida e sintetica caratterizzazione del clima ondoso per i vari punti di misura.

Un'informazione aggiuntiva può essere ottenuta mediante l'analisi delle mareggiate ovvero di quegli eventi che per rarità dell'accadimento ed eccezionalità dell'intensità possono essere considerati eventi estremi e che meritano una trattazione opportuna.

Le mareggiate possono essere catalogate ("Progetto atlante costiero", APAT, 2005), e rappresentate sinteticamente attraverso gli *scatterplot* (fig. 3.4); questi grafici consentono, a differenza dei grafici di distribuzione in frequenza delle classi di onde, di avere una molteplicità di informazioni: il numero di eventi, l'ampiezza dell'evento e la direzione di accadimento.

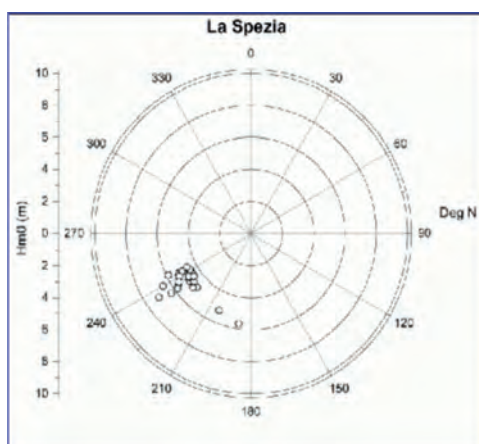


Fig. 3.4: Scatterplot delle mareggiate per la boa di La Spezia

Nel caso qui riportato a titolo di esempio si nota come le mareggiate registrate presso la boa di La Spezia, provengano principalmente dal settore direzionale 180 – 250 gradi, con altezze d'onda significativa compresa tra i 4 m e gli 8 m. Per ciascun evento di mareggiata registrato ed identificato si può facilmente sapere da quale direzione provenga e con quale intensità.

L'ultima analisi riguarda gli eventi estremi che sono stati trattati mediante la metodologia più avanzata, ovvero il *Peak Over Threshold Method* e la *Generalized Pareto Distribution*, citata per completezza ma della quale non si riportano i dettagli matematici.

Attraverso questa analisi statistica è possibile ricavare utili informazioni circa la distribuzione degli eventi estremi e i loro periodi di ritorno; per una certa locazione può essere, infatti, molto utile ai fini della progettazione e realizzazione di opere marino – costiere, conoscere quali siano le altezze d'onda con un certo periodo di ritorno, o viceversa sapere che tipo di mareggiata massima ci si aspetta ad esempio in un arco di 50 anni (fig. 3.5).

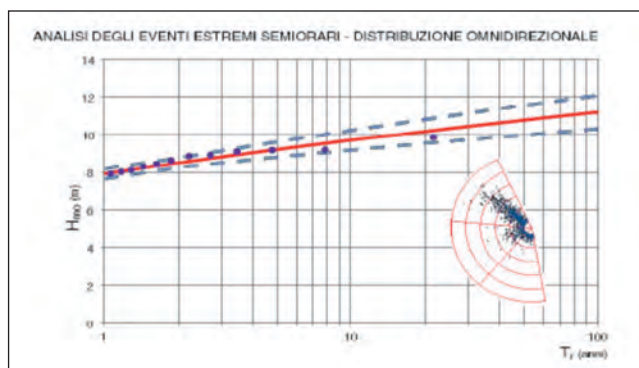


Fig. 3.5: Periodo di ritorno per la boa di Alghero

Queste indagini, riportate solo in un caso esemplificativo, sono state estese a tutti i punti di misura a disposizione, consentendo di individuare le caratteristiche peculiari del clima ondoso lungo le coste italiane, qui riassunto brevemente.

Il clima ondoso lungo le coste italiane mostra due regimi, corrispondenti alla diversa esposizione dei litorali (Mari Occidentali e Mari Orientali) e alle diverse condizioni meteorologiche che vi si verificano.

Le coste occidentali (Mar Tirreno) sono caratterizzate da onde provenienti principalmente dalla direzione ovest, mentre le coste Orientali (Mar Adriatico) dalle direzioni Nord e Sud. Le mareggiate più intense si verificano nel bacino Occidentale, (anche a causa della maggiore estensione dei *fetch*) in particolare presso le boe di Alghero e Ponza (tra gli 8 m e i 10 m), con direzioni che interessano il quadrante occidentale, mentre La Spezia è interessata da mareggiate nel settore O-SO.

Nei mari orientali le mareggiate di minore intensità (per lo più tra i 4 m e i 6 m), provengono principalmente dal quadrante N-NE per le boe di Monopoli e Pescara, mentre da E e SE per le boe di Crotona e Catania.

Queste informazioni preliminari rappresentano lo sguardo verso il mare, l'attenzione ai fenomeni ondosi e alle loro caratteristiche climatologiche necessarie nella progettazione di opere marino-costiere; non si può prescindere, infatti, dalla conoscenza del clima ondoso delle onde massime registrate, dalla loro direzione prevalente di provenienza e dai loro periodi di ritorno qualora si decida di intervenire per la realizzazione di opere di difesa dagli effetti del moto ondoso sia a lungo che a breve termine.

3.3 I dati da modello

I dati misurati, come già accennato, hanno il vantaggio di essere una riproduzione del mondo reale, una sua osservazione, ancorché puntuale; qualora si vogliano avere informazioni spazializzate, ossia su un'area estesa e lontana dai punti di misura, si dovrà ricorrere ai dati da modello.

Il modello numerico, del quale viene riportata un'applicazione a titolo di esempio, è un modello per la propagazione a costa del moto ondoso, lo SWAN (*Simulating WAves Nearshore*) (<http://www.fluidmechanics.tudelft.nl/swan/index.htm>, M. Zijlema, A. J. van der Westhuysen, L. H. Holthuijsen); a partire dalle informazioni al largo è possibile ricavare i valori dei principali parametri fisici che caratterizzano il moto ondoso (altezza d'onda, direzione, periodo) in un'area di interesse sotto costa.

Di particolare interesse è lo studio della propagazione delle mareggiate, come il caso riportato che si riferisce ad un lavoro preliminare della mareggiata nel Mar Tirreno di marzo 2008 (figg. 3.6 e 3.7). Nella prima immagine è rappresentata l'area di interesse con la relativa profondità, mentre nella seconda sono riportati i risultati della propagazione delle onde durante il picco della mareggiata; a partire quindi dai valori osservati al largo sono stati ottenuti i valori delle altezze delle onde in tutta l'area.

Questa metodologia è particolarmente utile qualora si voglia ricostruire il moto ondoso a costa sia da un punto di vista climatologico, che in occasione di eventi dannosi.

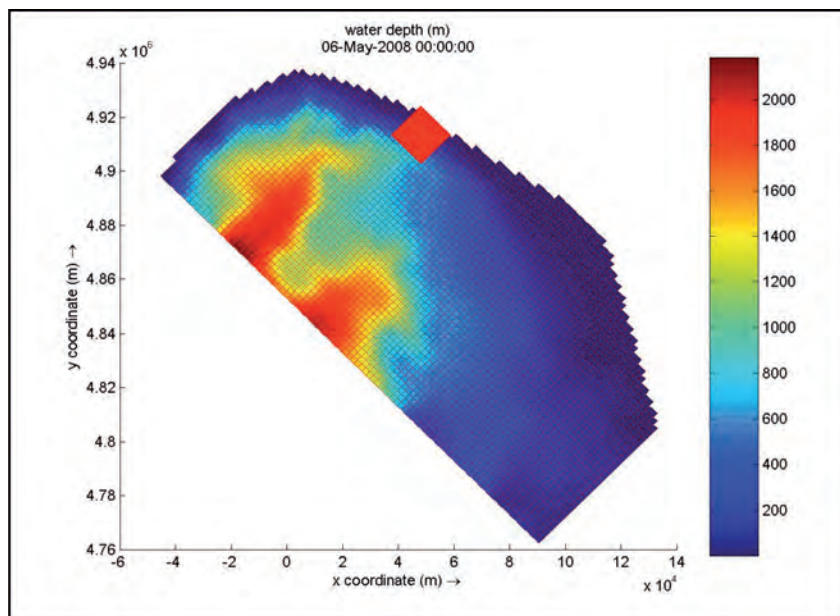


Fig. 3.6: Batimetria della zona di interesse, da Imperia a Carrara

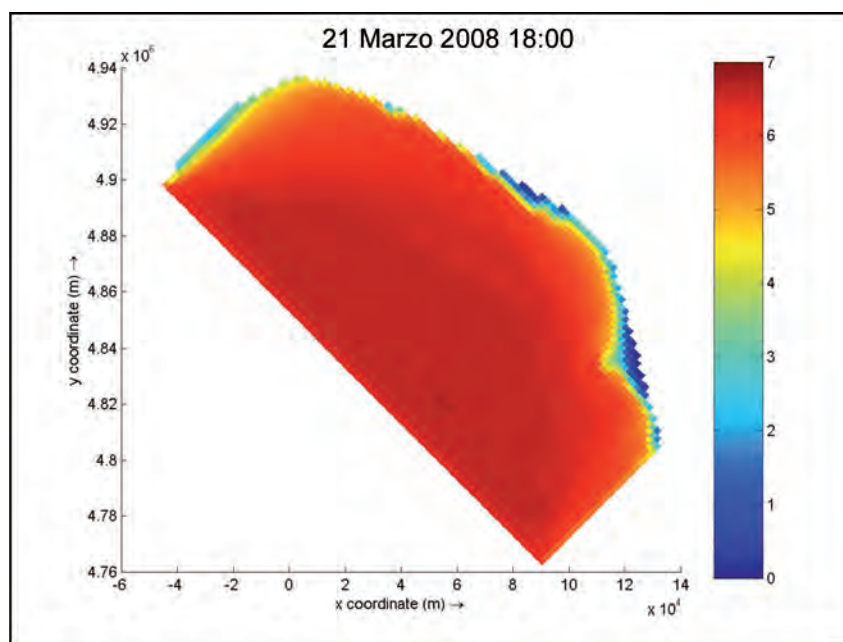


Fig. 3.7: Altezza d'onda (m) in tutta l'area di interesse

3.4 La variazione di livello del mare

Nella valutazione delle principali forzanti che agiscono sulla fascia costiera, accanto al moto ondoso, si deve considerare la variazione di livello del mare, misurato attraverso le stazioni mareografiche della Rete Mareografica Nazionale (fig. 3.8).



Fig. 3.8: Rete Mareografica Nazionale

Il livello del mare è dato dalla sovrapposizione di effetti di lungo periodo (scioglimento o espansione dei ghiacciai, sollevamento o subsidenza della costa ecc.) ed effetti di breve periodo. Nel contesto di questo lavoro saranno considerati solo gli effetti di breve periodo dati da: marea astronomica, effetti meteorologici (*storm surge*; *wind set up*, *wave set up*, effetto barico inverso).

Il livello del mare è dunque in ogni punto, una complicata funzione del tempo, caratterizzata da una componente periodica (astronomica) e da una componente “*random*” (meteorologica) (fig. 3.9). La componente astronomica è dovuta all’attrazione gravitazionale esercitata tra la terra e gli altri corpi celesti (Luna e Sole principalmente) nel loro moto reciproco; la periodicità dei moti si riflette nella periodicità della componente astronomica (in verde nella fig. 3.9).

La componente *random*, meteorologica, può essere dovuta all’effetto del vento o delle onde (ad es., durante una mareggiata) causando un locale, improvviso e temporaneo innalzamento del livello del mare, o all’influenza della pressione secondo il fattore barico inverso: in prima approssimazione si stima un innalzamento del livello del mare di 1 cm per un abbassamento della pressione di 1 mbar.

A partire dai dati misurati, attraverso un’opportuna analisi armonica, è possibile separare le due componenti; una volta ricostruita quella astronomica, è possibile sottrarla alla serie misurata ed ottenere il residuo, ossia la componente dovuta esclusivamente a fattori meteorologici. I residui permettono, soprattutto in occasione di una mareggiata, quando l’aumento dell’altezza dell’onda è accompagnato da una significativa variazione del livello del mare, di analizzare il fenomeno occorso, consentono di discriminare un evento di sessa (oscillazione di un bacino innescata da una perturbazione di frequenza prossima a quella propria del bacino) da uno *storm surge*, e di identificare l’eventualità di un evento di tsunami.

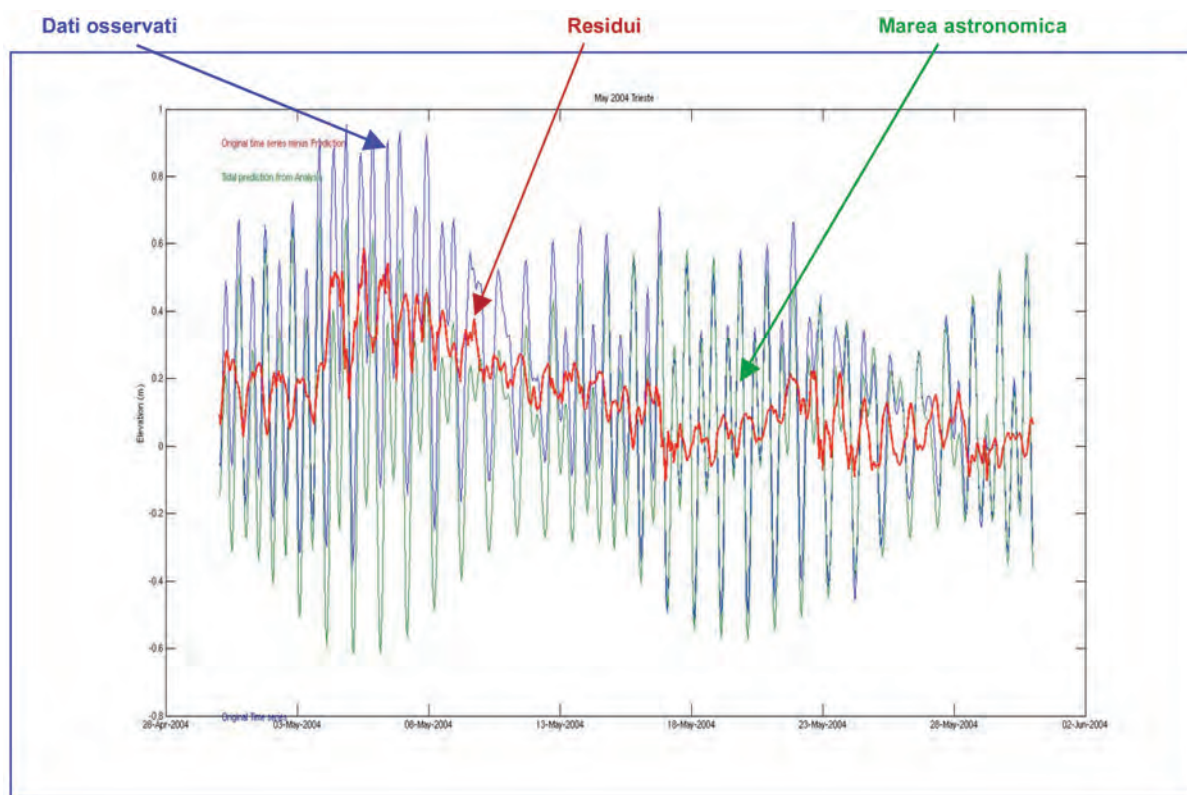


Fig. 3.9: Analisi dei dati di livello, dati misurati, previsione della componente di marea astronomica e residui

I dati analizzati sono quelli forniti dalla Rete Mareografica Nazionale, gestita dall'ISPRA, costituita di 26 stazioni di misura uniformemente distribuite lungo il territorio nazionale, garantendo una copertura spaziale e temporale ottima per il costante monitoraggio della variazione del livello del mare (fig. 3.9). E' bene ricordare che le oscillazioni di marea sono molto più intense e molto più importanti nel Mar Adriatico che nel Mar Tirreno, per ragioni strutturali della conformazione dei bacini e meteorologiche.

Oltre alle informazioni sui singoli episodi, sulla breve scala temporale, è importante studiare, nella progettazione delle opere di difesa marino-costiere o degli interventi di ripristino degli ecosistemi, le variazioni sul lungo periodo del livello del mare, il trend evolutivo. E' riportato di seguito l'esempio di uno studio condotto sui dati medi mensili misurati dal 1928 ad oggi presso la stazione mareografica di Genova.

Così, come accennato in precedenza per il caso delle onde, questi risultati hanno validità locale, non possono essere generalizzati estraendone un'informazione globale. Nella prima immagine (fig. 3.10) è riportata l'analisi del trend realizzato con una regressione lineare, così come largamente accettato in letteratura.

Il livello medio mensile mostra una crescita di circa 1 mm/anno presso la stazione di Genova. Questa prima analisi ci dice che il livello del mare è cresciuto negli anni, ma non fornisce alcuna informazione sul come sia avvenuta la crescita nel tempo.

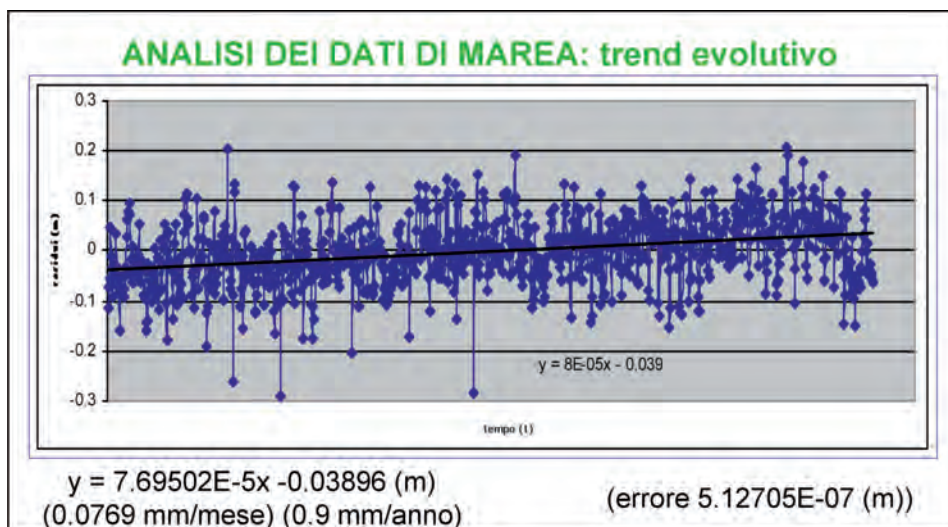


Fig. 3.10: Analisi lineare dei dati medi mensili per la stazione mareografica di Genova

A tale proposito è stata condotta una più accurata analisi; nella fig. 3.11 sono rappresentati i risultati ottenuti con un metodo più raffinato, largamente impiegato proprio per l'analisi di serie storiche che sottendono informazioni date dalla sovrapposizione di componenti periodiche e componenti random.

Questa metodologia (*Seasonal Trend decomposition using Loess*) si basa su una regressione polinomiale locale, ossia considera, su un intervallo scelto (in questo caso 10 anni) una retta che varia nel tempo (man mano che ci si sposta lungo la serie) consentendo di seguire l'andamento della serie e di estrarne informazione su come stia variando la crescita nel tempo. E' come prendere un punto della serie storica, considerare l'intervallo di dieci anni centrato su di esso e disegnare la retta di regressione; poi ci si sposta di un punto della serie storica e si ripete il ragionamento.

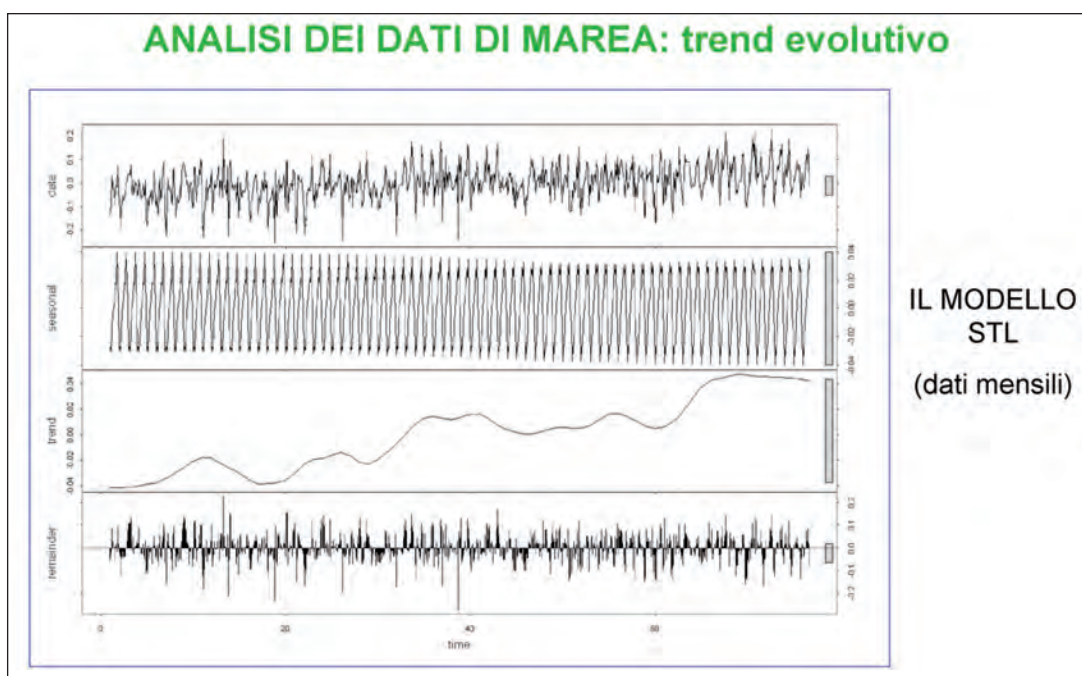


Fig. 3.11: Analisi non lineare dei dati medi mensili per la stazione mareografica di Genova

Questo metodo, opportunamente implementato, consente di distinguere la componente periodica (stagionale) dall'evoluzione del trend, fornendo quindi l'indicazione cercata su come la crescita stia variando nel tempo.

Come si può osservare nel terzo pannello dall'alto della fig. 3.11, il livello del mare è cresciuto negli ultimi 80 anni, con intensità diverse a seconda del periodo; negli ultimi dieci anni è cresciuto meno che nei precedenti dieci.

E' da sottolineare che queste informazioni hanno carattere e validità strettamente locali, non generalizzabili; la metodologia viceversa potrebbe essere applicata a tutte le serie storiche sufficientemente lunghe da consentire l'individuazione dei fenomeni di lungo periodo.

Infine, così come nel caso delle onde, è utile analizzare anche gli eventi più rari, ma con effetti che possono essere devastanti: gli tsunami. Questi fenomeni sono, infatti, identificabili a partire dalla serie di dati misurati, come evidente dalla Fig. 3.12; a differenza degli altri fenomeni, intensi, ma di altra natura (*storm surge*, *sesse*) gli tsunami sono riconoscibili perché sovrapposti al segnale di marea, ma con caratteristiche diverse. Gli tsunami, infatti, presentano un segnale con frequenza ed ampiezza decisamente maggiori di quello di marea.

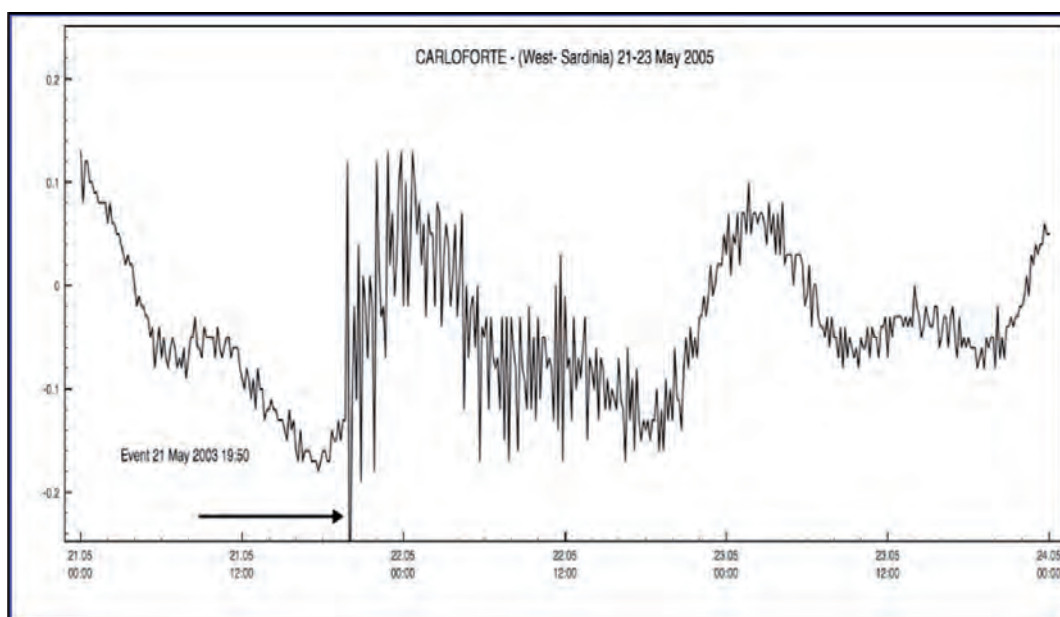


Fig. 3.12: Esempio di un segnale di tsunami sovrapposto a quello di marea

In fig. 3.12 è riportato l'esempio dello tsunami causato da un terremoto in Algeria, nel Marzo 2003, e registrato presso la stazione di Carloforte in Sardegna.

3.5 Conclusioni

Come già ampiamente detto in precedenza, qualora si decida di intervenire nella zona costiera, per sua natura interfaccia tra ambiente terrestre e marino soggetta a forzanti di entrambe le nature, non si può prescindere dalla conoscenza dei fenomeni fisici di base che vi si verificano. A tale riguardo, il presente lavoro ha descritto brevemente i principali fattori che intervengono in ambito marino: onde, maree.

Questi sono, infatti, i principali elementi che condizionano l'evoluzione nel tempo e nello spa-

zio della fascia costiera, tanto attraverso fenomeni estemporanei di eccezionale intensità, quanto con quelli che si verificano mediamente sul lungo periodo.

E' da tenere in conto quindi sia l'analisi degli eventi estremi (mareggiate, tsunami) sia le condizioni climatiche medie e le loro evoluzioni (trend di lungo periodo), tanto per ciò che riguarda il moto ondoso quanto per la variazione di livello del mare.

Le onde, infatti, hanno una predominante influenza sul dimensionamento, la progettazione delle opere marino – costiere, e le maree dal canto loro influenzano il posizionamento delle stesse e la valutazione della naturale periodica variazione del livello del mare.

Affinché queste analisi garantiscano una sempre maggiore affidabilità, è necessario disporre di informazioni di base e di serie storiche il più possibile estese nel tempo e con la maggiore copertura spaziale.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson C.W., D.J.T. Carter and P.D. Cotton, 2001. Wave Climate Variability and Impact on Offshore Design Extremes, Report prepared for Shell International.
- Archetti R. and L. Franco, 1995. Nuove analisi di dati ondometrici dei mari italiani. Atti delle 'Giornate Italiane di Ingegneria Costiera', AIPCN-PIANC, Ravenna 12-14 ottobre 1995
- Arena G. & G. Barbaro, 1999. Il rischio ondoso nei mari italiani. CNR-GNDCI n.1965 ed. BIOS Cosenza, 1999
- Cavalieri L., L. Bertotti and P. Lionello, 1991. Wind Wave Cast in the Mediterranean Sea, J. Geo. Res. Vol. 96, C6 10.739-10.764.
- Corsini S., F. Guiducci, and R. Inghilesi, 2000. Statistical Extreme Wave Analysis of SWaN dataset in the period 1989-1999. Proceedings of the ISOPE 2000 meeting , May 28-June 2, 2000 Seattle.
- Corsini S., Morucci S., Inghilesi R., Bruschi A., Orasi A., Paone M., Lama R. *et al.*, 2003. Progetto Atlante Costiero: il moto ondoso lungo le coste italiane. Pubblicazione APAT
- Earle M. D. and J. M. Bishop, 1985. A Practical Guide to Ocean Wave Measurement and Analysis. ENDECO INC, Marion, MA U.S.A.
- Franco L. *et al.*, 2004. Atlante delle onde nei mari italiani, AIPCN
- Galeati G., 1997. Analisi delle onde estreme. Atti del corso di aggiornamento su regime e protezione dei litorali', Notiziario della sezione italiana AIPCN-PIANC.
- Inghilesi R., S. Corsini, F. Guiducci and A. Arseni 2000. Statistical Analysis of Extreme Waves on the Italian coasts from 1989 to 1999. Boll. Geof. Teor. e Appl. Vol. 41, n.3-4, 315-337
- Jenkins G. M. and D. G. Watts; 1969. Spectral Analysis and Its Applications. Holden Day, San Francisco.
- Komen G. J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselmann, S. Hasselmann, P. A. E. M. Janssen, 1994. Dynamics and Modelling of Ocean Waves. Cambridge University Press.
- Kuik A.J., G. Ph. van Vledder, 1981. Proposed Method for Routine Analysis of Pitch-Roll Buoy Data, Conf. Proc. Of Directional wave spectra applications, 14-16 sept. 1981, Univ. Of California, Berkeley, California.
- Kuik A. J., L. H. Holthuijsen, 1981. Buoy Observation of Directional Wave Parameters, Conf. Proc. Of Directional wave spectra applications, 14-16 sept. 1981, Univ. Of California, Berkeley, California.
- Maione U. & U. Moisello, 1994. Elementi di statistica per l'idrologia. La Goliardica, Pavia.
- Mathiesen M., Y. Goda, P. J. Hawkes, E. Mansard, M. J. Martin, E. Peltier, E. F. Thompson and Van Vledder; 1994. Recommended practice for extreme wave analysis. J.of Hyd. Res., Vol 32, N.6
- Mathiesen M., 1994. Estimation of wave height statistics. Coastal Engineering 23, 167-181.
- Tomasicchio U., 1998. Manuale di ingegneria portuale e marittima. BIOS, Cosenza

4. LINEAMENTI DI GEOMORFOLOGIA COSTIERA

Giancarlo Bovina, Laura Sinapi

Come la maggior parte dei fenomeni geomorfologici, anche le coste sfuggono ad una precisa e rigorosa classificazione poiché rappresentano il risultato della sinergia di molteplici fattori e costituiscono inoltre entità variabili nel tempo. I vari criteri classificativi presenti in letteratura possono essere fondamentalmente ricondotti a due categorie:

- descrittivi, essenzialmente morfologici, basati sulla presenza di elementi caratterizzanti, quali ad esempio dune o barriere coralline, o, in alternativa, basati sulla litologia.
- genetici, che fondamentalmente classificano le coste analizzando i processi che le hanno generate e/o modellate.

Per le finalità di questo lavoro riteniamo utile attenersi alla prima categoria della classificazione, quella che su base morfologica, in accordo con De Martonne (1909), suddivide le coste in alte e basse:

- le prime intese come tipo di costa morfologicamente articolata, caratterizzata da una certa pendenza ed altezza;
- le seconde caratterizzate da pendenze molto deboli e quote topografiche assai poco elevate.

Generalmente le coste basse sono sede di accumulo e quindi costituite da sedimenti sciolti, mentre le coste alte sono ambienti in erosione, anche se localmente possono presentare delle piccole spiagge isolate (*pocket beach*), il cui potenziale di conservazione geologica è bassissimo (Ricci Lucchi, 1980). Per una definizione di costa, così come intesa da un punto di vista giuridico ed amministrativo, si rimanda al cap. 7.

4.1 I sedimenti: origini e dimensioni

I fattori che determinano le caratteristiche fisiografiche dell'ambiente costiero sono prevalentemente meccanici (maree, onde, correnti, vento) e subordinatamente climatici, biologici e chimici.

Le spiagge possono essere definite degli accumuli di sedimenti sciolti di origini e dimensioni variabili. Generalmente tali sedimenti provengono per lo più dall'alterazione superficiale delle rocce che costituiscono il bacino idrografico di origine del corso d'acqua afferente al relativo tratto di costa cui appartiene la spiaggia stessa. Secondariamente, i sedimenti possono provenire dall'erosione di depositi recenti poco consolidati situati in zone costiere, quali ad esempio le formazioni conglomeratiche.

In alcuni casi, anche sulle nostre coste, è possibile riscontrare la presenza di spiagge in cui è significativa la componente organogena (frammenti di conchiglie, gusci di foraminiferi e briozoi). Quale che sia la composizione dei sedimenti che costituiscono una spiaggia, essi sono sottoposti nel tempo ad una selezione meccanica, che abrando i materiali meno resistenti, determina un progressivo arricchimento relativo in quarzo, il minerale più stabile alle condizioni ambiente. L'abbondanza relativa in quarzo costituisce un elemento in grado, in determinati casi, di fornire indicazioni sulla maturità della spiaggia.

Anche le dimensioni dei materiali sono variabili, passando dalle sabbie fini alle ghiaie, ciottoli e massi. Generalmente, ambienti caratterizzati da elevata energia del moto ondoso sono caratterizzati dalla presenza di sedimenti più grossolani, dato che il trasporto meccanico opera una forte selezione in diretta relazione col peso del granulo.

Analogamente, depositi soggetti ad elevata energia del moto ondoso presentano un più elevato grado di classazione dei materiali (misura del grado di omogeneità delle dimensioni dei sedimenti). Anche nell'ambito della stessa spiaggia i sedimenti possono presentare variazioni nelle dimensioni medie del deposito, fornendo informazioni sul trasporto che avviene parallelamente alla linea di riva.

4.2 Morfologia della spiaggia

Le caratteristiche geometriche e morfologiche di una spiaggia dipendono essenzialmente dal moto ondoso, dalla granulometria e dal tasso di apporto dei sedimenti, nonché dal grado di equilibrio raggiunto dalla spiaggia stessa, anche in relazione a fenomeni eustatici ed altre eventuali variazioni relative del livello mare.

In linea generale, (fig. 4.1) il profilo morfologico trasversale (profilo *cross-shore*) di una spiaggia presenta tre unità principali (Ricci Lucchi, op. cit.): la spiaggia emersa o retrospiaggia (*back-shore*, il cui limite interno è collocato al piede di eventuali sistemi dunali presenti), la spiaggia intertidale o *foreshore* (alternativamente inondata ed esposta all'atmosfera a causa del moto ondoso e delle maree), la spiaggia sottomarina o esterna (*shore face*).

Il limite verso largo della spiaggia sommersa viene convenzionalmente fissato con quello della "profondità di chiusura", oltre la quale si considerano trascurabili, per un dato tempo di ritorno, le variazioni di morfologia del fondale. In altre parole, la profondità di chiusura è la profondità oltre la quale l'energia del moto ondoso non è più in grado di determinare spostamenti significativi di sedimento.

Il limite interno invece è collocato in corrispondenza delle dune, poiché si tratta delle aree in cui non si risente più (per un certo periodo, a meno di mareggiate eccezionali) del moto ondoso ed il vento è in grado di movimentare la sabbia asciutta della spiaggia emersa.

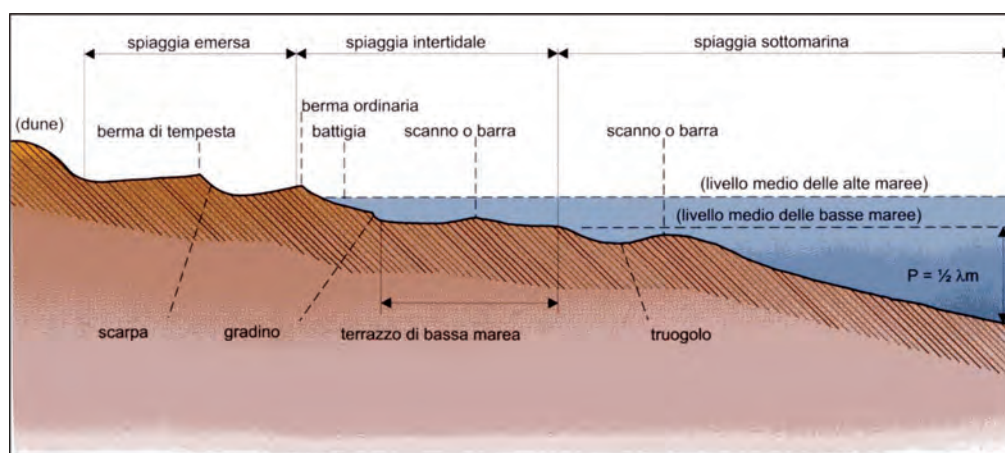


Fig. 4.1: Morfologia della spiaggia

(da G. B. Castiglioni, 1995, in "Atlante delle opere di sistemazione costiera" APAT, 2007)

Dalla duna verso il mare possono rinvenirsi una o più creste a sezione triangolare che individuano le berme, strutture che si generano in corrispondenza di zone a forte deposizione causata dall'infiltrazione dell'acqua nella sabbia insatura. In seguito a forti mareggiate, sulla spiaggia è possibile individuare, oltre alla berma ordinaria, altre berme più interne, dette di "tempesta", generatesi nel momento in cui le onde, caratterizzate da un maggiore *run-up* (risalita del-

le onde), spingono l'acqua al di sopra della berma ordinaria, determinandone l'erosione e generandone una più arretrata e di maggiore altezza.

Il pendio, o gradiente di spiaggia, dipende fundamentalmente dall'intensità del moto ondoso e dalla granulometria del sedimento: esso aumenta con l'altezza media delle onde e, tenendo costante questo parametro, all'aumentare della granulometria. La porzione sommersa della spiaggia presenta una pendenza che diminuisce andando verso il largo, in maniera tale che normalmente il profilo presenta una concavità verso l'alto. Questo andamento può essere interrotto dalla presenza di una o più barre, cordoni di sabbia ad andamento approssimativamente subparallelo alla spiaggia, che si originano in corrispondenza della linea dei frangenti. A seconda delle caratteristiche del moto ondoso, e' questa la zona in cui le onde, a causa dell'interazione col fondale, aumentano la loro ripidità, arrivando a superare il limite di stabilità e determinando così il frangimento.

Nel momento in cui le onde cominciano subire delle deformazioni a causa dell'attrito, possono spostare ingenti quantità di sedimento; questo flusso di acqua e sedimento verso riva (*on-shore*) interagisce con quello in direzione opposta (*off-shore*), innescato a sua volta dall'innalzamento del livello del mare che si verifica nei pressi della riva (*set-up*). Questa circolazione si chiude proprio in corrispondenza della linea dei frangenti, dove il flusso *off-shore* perde capacità di trasporto ed abbandona il sedimento.

L'altezza di questi depositi non cresce in modo continuo ed indefinito, poiché la zona dei frangenti è il luogo in cui l'onda scarica buona parte della sua energia, determinando un moto turbolento che inibisce l'ulteriore accrescimento della barra stessa: tutto il sistema mare-sedimenti tende a conseguire una configurazione di equilibrio dinamico.

Vista la forte interazione tra profilo di spiaggia e clima ondoso, Shepard (1950) definì un "profilo estivo" ed uno "invernale", generalizzando le modifiche che una stessa spiaggia può subire in funzione delle condizioni meteorologiche (fig. 4.2). Superando questo approccio eccessivamente semplicistico, è pur vero che, come evidenzia Pranzini (2004), si possono individuare e caratterizzare un profilo di tempesta (*storm profile*), contraddistinto da numerose barre e maggiori pendenze determinate dalle intense mareggiate, ed un profilo di mare lungo (*swell profile*), in cui il sedimento costituente le barre viene movimentato dal moto ondoso verso riva determinando l'accrescimento della spiaggia; le barre in tal modo diminuiscono le loro dimensioni e la distanza dalla riva.

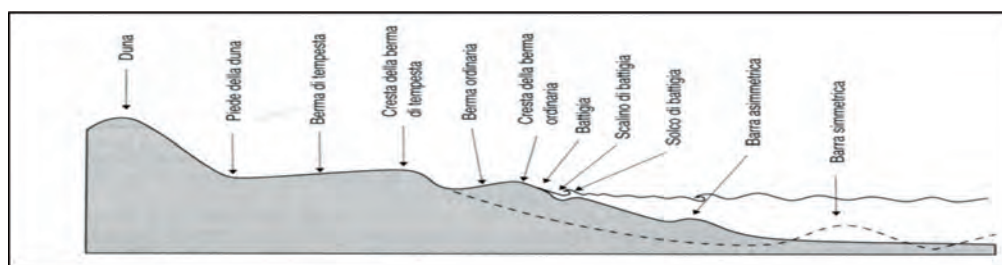


Fig. 4.2: Configurazione longitudinale di una spiaggia (— : profilo invernale), in E. Pranzini, 2004

Anche la configurazione longitudinale di una spiaggia è quella assunta dal sistema per adattarsi nel modo migliore al moto ondoso. Un litorale tende, in condizioni di equilibrio, a disporsi ortogonalmente alla direzione prevalente di incidenza del moto ondoso: in questa condizione, non si innescano processi di trasporto lungo la riva. Spesso è possibile dedurre dalla forma longitudinale della spiaggia quale sia la direzione dell'onda prevalente, tenendo presente che forme complesse sono rinvenibili laddove vi siano elementi, quali isole o fondali irregolari su li-

tologie competenti, in grado di generare importanti fenomeni di diffrazione e rifrazione delle onde. Un esempio è dato dalle così dette *zeta bay*, ovvero quelle spiagge limitate da due promontori ed investite da moto ondoso a provenienza obliqua: la linea di riva assume la forma di una spirale logaritmica (Silvester e Hsu, 1993), con un andamento tale da mantenersi ortogonale ai fronti d'onda incidenti, diffratti e ruotati dal promontorio sopraflutto. La spiaggia cioè si allarga progressivamente dal promontorio sopraflutto verso quello sottoflutto, laddove la costa è pressappoco parallela al fronte delle onde.

4.3 Il bilancio costiero

Come descritto, la spiaggia costituisce un'entità in continuo movimento, con una propria "fisiologia" determinata da fattori diversi (onde, maree, correnti costiere, vento, apporti sedimentari), influenzati a loro volta dalle variazioni del livello marino, dall'assetto geologico e dalle caratteristiche fisiografiche della regione. Tutti i processi propri del ciclo sedimentario (erosione, trasporto e sedimentazione) si succedono in rapida sequenza. In particolare, i fattori citati agiscono sul bilancio sedimentario della spiaggia, cioè sul bilancio tra sedimenti in entrata ed in uscita.

In questo contesto assume un particolare significato il concetto di Unità Fisiografica (UF), riferito ad un tratto di litorale che sottende uno o più corsi d'acqua, dove i sedimenti presentano movimenti confinati all'interno dei limiti dell'unità stessa e dove gli scambi di sedimenti tra UF adiacenti sono da considerarsi nulli. Il limite verso largo dell'UF è individuato dalla già definita profondità di chiusura. E' questo generalmente l'ambito spaziale di riferimento del bilancio costiero.

Come accennato, il fondamentale rifornimento di sedimenti di un'UF è rappresentato dall'apporto del sistema fluviale, che trasporta verso il mare il sedimento derivante dall'erosione della superficie del bacino idrografico di origine. Sono quindi numerosi i fattori che determinano le quantità di sedimenti trasportate e le variazioni della linea di costa, tendenzialmente regressive, che si registrano attualmente, sono nel complesso da attribuirsi ad una generale e sensibile diminuzione degli apporti sedimentari dei corsi d'acqua.

L'erosione, la cui azione fornisce il sedimento che il corso d'acqua trasporta verso il mare, è direttamente influenzata dal regime pluviometrico, ma con modalità piuttosto complicate; i tassi d'erosione dipendono dalle quantità di precipitazione, ma anche dalle modalità con cui le stesse si verificano: piogge poco frequenti ma intense, possono determinare una maggiore erosione. Allo stesso tempo però, le precipitazioni facilitano la presenza di copertura vegetale, che a sua volta costituisce una protezione dei suoli.

Queste considerazioni sul regime pluviometrico valgono bene come esempio di come siano complicate le interazioni dei fattori che incidono sull'erosione e quindi sull'entità dell'apporto sedimentario. Su queste dinamiche si inserisce l'azione antropica, che interviene su tutta la superficie del bacino. Il disboscamento o, nei casi opposti, la tutela del patrimonio boschivo e più in generale una corretta manutenzione del territorio costituiscono forme di intervento che incidono direttamente sul trasporto fluviale dei sedimenti. Gli interventi sulle aste fluviali perturbano inevitabilmente il regime di trasporto del fiume interessato: la rettificazione dei corsi d'acqua e la realizzazione di argini hanno per un verso facilitato il recapito al mare del sedimento trasportato (il corso d'acqua mantiene una maggiore capacità di trasporto, grazie anche al fatto che un alveo cementificato determina una minore dissipazione di energia, a causa del minore attrito); al contempo la stessa superficie cementificata sottrae l'alveo ai fenomeni erosivi, determinando un'ulteriore diminuzione delle quantità di sedimento dal potenziale trasporto solido del fiume.

Uno dei maggiori problemi dal punto di vista degli apporti solidi al mare è rappresentato dagli sbarramenti artificiali, che sottraggono enormi quantità di sedimenti al litorale. In letteratura la maggior parte degli Autori sono concordi nell'individuare nella realizzazione di dighe la principale causa del deficit sedimentario che sta determinando l'erosione delle spiagge in molti paesi. Un altro genere di intervento con gravi conseguenze è rappresentato dall'estrazione di materiali in alveo, che altera il profilo del corso d'acqua e riduce i materiali soggetti al trasporto fluviale. Questi due elementi sono senz'altro le principali cause della destabilizzazione dei litorali, con la conseguente erosione delle spiagge. Nella normale tendenza al conseguimento di una configurazione di equilibrio dinamico dei litorali, vengono in questo modo sottratte ingenti quantità di materiali, con conseguente regressione della linea di riva.

4.3.1 I movimenti dei sedimenti all'interno della Unità Fisiografica

Una volta raggiunto il mare i sedimenti vengono mobilizzati dalle correnti generate dal moto ondoso.

Il moto ondoso che incide obliquamente sulle coste presenta due componenti di movimento (e di trasferimento di energia e di massa), una normale alla costa ed una parallela (fig. 4.3). Queste componenti generano correnti che si sviluppano sia parallelamente che trasversalmente alla linea di riva, in grado di movimentare ingenti quantità di sedimenti. Il trasporto può avvenire in sospensione o sul fondo (trascinamento, saltellamento), in maniera fortemente dipendente, come detto, dalle dimensioni e dal peso dei granuli.



Fig. 4.3: Schematizzazione dei flussi sedimentari all'interno dell'Unità Fisiografica (in APAT, Atlante delle opere di sistemazione costiera, 2007)

Considerando una spiaggia, i flussi sedimentari in entrata ed in uscita, determinati dalle correnti longitudinali (*long-shore*), di norma si compensano, dando come risultato un bilancio netto nullo, con conseguente stabilità della spiaggia. Qualsiasi manufatto realizzato lungo la costa interferisce con questo flusso, come ad es. la presenza di un molo o di un pennello, costituendo una barriera in grado di intercettare i sedimenti e determinando il conseguente accumulo di materiale sopraflutto ed erosione sottoflutto.

La dinamica del moto ondoso genera inoltre flussi rivolti verso il largo (*rip-current*), che facilitano l'allontanamento dei sedimenti dalla riva. Grandi volumi di materiale possono invece essere sottratti al bilancio sedimentario dell'UF in presenza di *canyon* sottomarini che risalgono in prossimità della riva. In questo caso, i sedimenti possono essere allontanati verso profondi-

tà dalle quali è necessaria troppa energia per poter tornare successivamente verso la riva. Anche nei confronti delle correnti *cross-shore* il maggior elemento di disturbo di solito è rappresentato dalla presenza di manufatti: la presenza di opere marittime può determinare infatti la deviazione dei flussi di sedimenti verso fondali troppo elevati per poter tornare verso la riva. Il bilancio sedimentario di un'UF può presentare flussi in negativo anche per cause indirette, quali l'innalzamento del livello del mare, fenomeno sempre più frequentemente associato ai cambiamenti climatici.

Nel 1962, Bruun formulò una teoria secondo la quale un innalzamento del livello del mare determina a sua volta un innalzamento del fondale. Sulla spiaggia, allo scopo di mantenere lo stesso profilo, riducendo quindi la profondità, si assiste allo spostamento di sedimenti dalla spiaggia emersa verso quella sommersa.

L'innalzamento relativo del livello del mare può essere anche determinato dai fenomeni di subsidenza, in particolare quelli di origine antropica (emungimento da pozzi, sfruttamento di idrocarburi). Per le nostre coste attualmente è questa la principale causa di innalzamento del livello del mare, piuttosto che ragioni legate all'eustatismo o di tipo climatico. I sensibili fenomeni di subsidenza che si registrano nelle regioni dell'Alto Adriatico, per lo più determinati dall'uomo, costituiscono la principale causa della sensibile erosione cui sono soggetti questi litorali.

4.3.2 L'erosione costiera in Italia: qualche dato

Le coste italiane presentano, nell'ultimo cinquantennio, una generale tendenza all'erosione. Con certezza il fenomeno è da attribuirsi principalmente alla diminuzione degli apporti fluviali, oltre a tutte le cause che, come abbiamo visto, possono determinare un deficit del bilancio costiero. ISPRA, già APAT, è da tempo impegnata nel monitoraggio del fenomeno a scala nazionale, avvalendosi di un Sistema Informativo Geografico realizzato dall'Istituto, tramite il quale vengono condotte le analisi sul fenomeno.

Dal confronto effettuato tra la linea di riva definita dal mosaico della cartografia IGM (scala 1:25.000) e quella individuata dalle ortofoto IT2000 (scala 1:10.000) sono stati individuati i tratti di costa in avanzamento e quelli in erosione, ed è stato possibile delimitare le aree costiere sommerse ed emerse e le aree territoriali stabili, includendo tra esse sia quelle naturalmente stabili, sia quelle stabilizzate con opere di protezione costiera.

La differenza nelle scale di rappresentazione della cartografia di base ha indotto a classificare come modificati, in avanzamento o in arretramento, solo i tratti di costa che superano i +/-25 metri di variazione, considerando pertanto stabili quei tratti con variazioni inferiori a questa quantità. Tale limitazione ha determinato l'esclusione dei fenomeni evolutivi inferiori ai 25 metri, che per spiagge poco ampie sono comunque molto significativi, ed una probabile sottostima complessiva delle reali misure lineari e superficiali della costa in avanzamento ed in arretramento. Nella misura della costa, sono stati inseriti tratti di costa "fittizi", ovvero tutti quei tratti aggiunti per dare continuità alla costa (ad es. la foce dei fiumi, così come in corrispondenza dei porti). Questi dati relativi alla costa "fittizia", insieme a quelli non elaborati per semplici questioni tecniche (zone militari, o aree con problemi di sovrapposizione dei diversi strati informativi) sono confluiti, al momento delle valutazioni sulla dinamica costiera, in un'unica voce, "non definito" (tab. 4.1). La costa italiana presenta uno sviluppo di circa 8.350 km, il 30 % dei quali ha presentato variazioni nell'ultimo cinquantennio. Tali variazioni, individuate con i criteri precedentemente descritti (valori di arretramento/avanzamento superiori ai 25 m), interessano quasi interamente le coste basse dove la dinamica litoranea agisce con velocità compatibili con l'intervallo temporale interessato dall'analisi. Esse, con uno sviluppo di 4.863 km, rappresentano il 58% del to-

tale. Dall'analisi risulta che ben circa 1.170 km, e cioè il 24% del complessivo sviluppo della costa bassa, si presenta in arretramento. Il tutto è riportato nella tabella che segue:

Analisi estesa a tutte le coste			Analisi estesa alle coste basse		
	Lunghezza [m] [%]			Lunghezza [m] [%]	
Coste	8.353.264	100,0	Coste	4.863.285	100,0
Stabili	5.385.058	64,5	Stabili	2.387.415	49,1
Modificate	2.448.213	29,3	Modificate	2.227.431	45,8
Non definito*	519.993	6,2	Non definito*	248.439	5,1
Coste modificate	2.448.213	29,3	Coste modificate	2.227.431	45,8
Arretramento	1.284.978	15,4	Arretramento	1.169.823	24,1
Avanzamento	1.163.235	13,9	Avanzamento	1.057.608	21,7

Tab. 4.1: Analisi delle coste italiane (elaborazioni ISPRA)

4.4 Le dune costiere

All'interno del sistema deposizionale costiero (un insieme cioè di vari ambienti di deposizione, geneticamente legati tra loro e caratterizzati da sedimentazione specifica), le dune costiere costituiscono l'elemento di transizione tra i litorali sabbiosi e l'ambiente continentale, svolgendo il ruolo di raccordo funzionale sia sotto il profilo fisico che biotico.

Le dune costiere rappresentano quindi il risultato dei processi di accumulo, operati dal vento, delle sabbie trasportate dalle correnti marine lungo costa. Sono ambienti molto dinamici e vitali, di estremo valore geologico, ecologico e paesaggistico che, piuttosto diffusi sino a tempi recenti, attualmente (soprattutto in ambito mediterraneo) sopravvivono integri, o in condizioni vicine alla naturalità, in poche e limitate aree, tanto da essere considerati come "ambienti relittuali".

In relazione alle caratteristiche dimensionali ed alle condizioni geomorfologiche del paraggio, i depositi eolici costieri possono svolgere differenti funzioni "tampone", di carattere sia fisico che ecologico-naturalistico, come meglio specificato nel seguito del presente capitolo.

4.4.1 Formazione delle dune

La formazione delle dune costiere rappresenta la risposta ad una serie di processi concettualmente semplici, ma fisicamente complessi associati alla dinamica del trasporto fluido di particelle solide. Il loro trasporto ad opera del vento (sul fondo o in sospensione) avviene principalmente con meccanismi di tipo trattivo che comportano il saltellamento (saltazione), il trascinarsi da urto, il rotolamento e l'*avalanching* (figg. 4.4 e 4.5). Il trasporto in sospensione interessa le particelle con diametro inferiore a 0,08 mm, la saltazione particelle con diametro compreso fra 0,08 mm e 1mm, mentre i fenomeni trattivi coinvolgono particelle con diametro maggiore di 1 mm.



Fig. 4.4: Trasporto eolico sulla cresta delle dune di Porto Pino - Cagliari



Fig. 4.5: Meccanismi di *avalanching* a Puerto Piramides - Argentina

(Foto Giancarlo Bovina)

In sintesi, la formazione di una duna costiera dipende soprattutto dalla disponibilità di sedimento (sabbia di spiaggia ben classata) proveniente da una spiaggia asciutta abbastanza ampia, dalla presenza di vento con energia sufficiente a muovere il sedimento (almeno per una parte dell'anno) e dalla disponibilità di un'area, non interessata dall'attività delle onde, ove possa avvenire l'accumulo preferenziale della sabbia. L'irregolarità dell'area di deposito e l'eterogeneità morfo-topografica costituiscono anche essi elementi importanti e condizionanti la formazione e l'evoluzione del deposito. Su tutto questo interviene la presenza della vegetazione, che favorisce il deposito eolico e la possibile stabilizzazione dello stesso.

Il tasso del trasporto sedimentario può essere calcolato sulla base della relazione:

$$q = B_{Bagnold} \frac{\rho_a}{g} \sqrt{\frac{D}{d}} U_*^3 \quad (\text{Bagnold, 1941})$$

dove q è il tasso di trasporto di massa (g/cm-sec), $B_{Bagnold}$ è un coefficiente specifico, ρ_a è la densità dell'aria, pari a 0.001226 g/cm³, d è il diametro standard delle particelle di sabbia, pari a 0.25 mm, D è il diametro della sabbia considerata e infine, u_* è la velocità di taglio in cm/sec. Esso definisce la quantità in peso di sedimento che può essere trasportata da un vento caratterizzato da una specifica intensità.

I depositi eolici costieri, analogamente a quelli interni, presentano molteplicità di sistemi, forme e strutture, dipendenti da fattori geologici, morfologici, meteomarini ed ecologici. La letteratura scientifica offre un'ampia nomenclatura in relazione ai meccanismi di formazione, alle conseguenti morfologie, alle condizioni di stabilità, alle diversità ecologiche, dovute in particolare alla copertura vegetale. Si descrivono in tal modo dune costiere trasversali e paraboliche, primarie e secondarie, mobili o trasgressive, *foredune* (o *avandune*) incipienti o stabili, embrionali, *shadow dune*, *blackdune*, *blowouts*, *dune slack*, gibbose (*hummocky dune*) e molte altre forme e strutture.

La formazione di strutture stabili è fondata sull'avvio di un percorso virtuoso schematicamente basato sulle seguenti tappe: duna embrionale → *foredune* → duna stabilizzata. In questo percorso, un aspetto che merita considerazione è il ruolo delle biomasse vegetali trasportate lungo la *driftline* (il limite dei flutti montanti, marcato da materiali di differente origine accumulati dalle onde e dai movimenti di marea e risacca), come nucleo embrionale e fonte di nutrienti nei processi di formazione e stabilizzazione dei depositi eolici.

Nei sistemi dunali del bacino Mediterraneo, rappresentati da forme generalmente meno cospicue di quelle presenti lungo le coste oceaniche, le *foredune* costituiscono strutture tra le più diffuse e significative. Esse rappresentano quella porzione del profilo spiaggia-duna dove sono attivi gli scambi di sedimento con la spiaggia. Per tali forme di deposito Psuty (Psuty, 1988) ha sviluppato un modello classificativo basato sul bilancio del sistema spiaggia-duna. Alla base del modello c'è l'assunto che le forme dunali costituiscano il prodotto della combinazione del *budget* sedimentario della duna e della spiaggia e che, al variare delle combinazioni di tale *budget*, le forme dei depositi si trasformino secondo percorsi con differenti caratteristiche morfologiche.

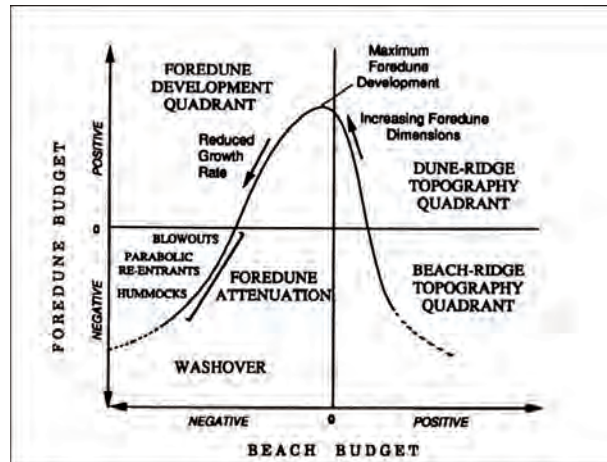


Fig. 4.6: Modello concettuale del budget sedimentario (Psuty, 1988)

La matrice riportata in fig. 4.6 rappresenta così il modello concettuale di Psuty relativo all'evoluzione morfologica delle *foredune*, in funzione del budget sedimentario della spiaggia e di quello della duna considerati concettualmente separati. Sulla base di numerose osservazioni Psuty rileva che le condizioni di sviluppo delle *foredune* sono associate a condizioni di erosione delle spiagge, rendendo così ragione del fatto che duna e spiaggia possano presentare evoluzioni anche opposte: spiaggia in ampliamento, con progradazione della linea di riva, *foredune* in erosione o, al contrario, linea di riva in arretramento contestuale all'accrescimento della *foredune*. E' evidente come la separazione, concettuale, dei due bilanci sedimentari non contraddica l'unitarietà del profilo spiaggia-duna per la quale il bilancio della duna è correlato a quello della spiaggia. In tal senso si ritiene debba essere preso in considerazione anche il fattore tempo in rapporto alla stagionalità delle differenti tendenze evolutive, in analogia a quanto definito da Shepard per il profilo di spiaggia, descritto nel paragrafo 4.2.

Infine, altre forme di deposito eolico costiero peculiari, e poco descritte, sono rappresentate dalle "dune di addossamento" che si formano quando, in presenza di affioramenti rocciosi alle spalle delle spiagge, il vento accumula accanto e su di essi le sabbie, realizzando un raccordo morfologico con la spiaggia.

Esempi di tali formazioni sono presenti in alcune aree della costa pugliese e che costituiscono degli ambienti di carattere multifunzionale e di notevole fascino paesaggistico.

4.4.2 Importanza e funzioni delle dune

Come accennato, agli ambienti dunali costieri è associabile un complesso di funzioni di carattere sia fisico che biologico.

Vengono di seguito affrontati alcuni degli aspetti funzionali delle dune, rimandando al capitolo 3 gli approfondimenti sul clima ondoso ed ai capitoli 5 e 6 quelli sui caratteri biologici, rispettivamente floristico-vegetazionali e faunistici.

Al di là di questa schematizzazione adottata, nel considerare importanza e funzioni delle dune costiere non deve essere trascurata anche la forte valenza paesaggistica, e a volte anche storico-culturale, che questi ambienti assumono: nonostante l'aggressione turistica costituisca oggi la più grande minaccia all'integrità dei sistemi dunali (specie quelli relittuali vicini alla naturalità), il fascino del paesaggio delle dune costiere rappresenta un elemento fortemente attrattivo nella frequentazione turistica delle coste e nella fruizione balneare.

Le funzioni fisiche

La presenza dei corpi sedimentari dunali costieri è in grado di determinare un complesso di funzioni fisiche strettamente interconnesse. E' opportuno evidenziare come queste siano potenziali e sitospecifiche, dipendendo dalle caratteristiche dimensionali, dall'assetto geomorfologico e sedimentario che ne ha portato alla formazione e stabilizzazione, dalle condizioni al contorno e dallo stato ambientale del contesto costiero (artificializzazione e impatto antropico). Il deposito costiero costituisce in tal senso una barriera morfologica contro l'ingressione marina e conseguente protezione dall'inondazione dei territori costieri, una riserva di sabbia in grado di rialimentare le spiagge durante le fasi erosive, un acquifero d'acqua dolce efficace soprattutto nel contenere i meccanismi di intrusione salina, come meglio specificato in seguito.

La barriera morfologica costituita dalle dune costiere protegge anche dall'insalinamento diretto che si genera a seguito dell'allagamento da ondatazione dei terreni retro spiaggia; in tal modo essa integra la funzione idrogeologica svolta dell'acquifero dunale.

In condizioni naturali, quindi, le dune costiere possono costituire un serbatoio di sabbia disponibile per alimentare il trasporto litorale e rifornire le spiagge nelle fasi "ordinarie" di erosione. L'entità di tale funzione dipende, infatti, oltre che dalle dimensioni e dai caratteri sedimentologici e morfotopografici, soprattutto dal grado di naturalità del deposito eolico poiché una duna antropizzata non dispone più della flessibilità e conseguente "capacità di adattamento" all'evoluzione dei meccanismi di erosione/deposito a cui sono legati i sistemi geomorfologici spiaggia-duna.



Fig. 4.7 Demolizione parziale di una foredune formata per effetto di un frangivento, nel Parco Nazionale del Circeo (Foto Giancarlo Bovina)

In condizioni ordinarie, quando cioè le mareggiate demoliscono solo parzialmente il deposito eolico, l'entità quantitativa del meccanismo risulta tuttavia limitata. Basta considerare che la demolizione parziale di una *foredune* dell'altezza di circa 1,5÷2,0 m comporta la messa in circolo di una quantità di sabbia dell'ordine dei 2÷3 m³ per metro lineare di fronte duna (fig. 4.7). Nella valutazione dell'effettivo ruolo svolto dai corpi dunali come riserva di sedimento è quindi opportuno considerare oggettivamente tale funzione attraverso il monitoraggio morfo-topografico dello specifico paraggio costiero preso in considerazione. Quando l'azione erosiva investe la porzione stabilizzata del corpo dunale alla scala umana la demolizione risulta scarsa-

mente reversibile ed il ripascimento naturale assume carattere di eccezionalità. Nell'episodio della fig. 4.7, l'ordine di grandezza della quantità di materiale sabbioso messo in circolazione è stimabile in circa $20\div 30 \text{ m}^3$ per metro lineare di fronte duna.



Fig. 4.8: Demolizione di un tratto di duna consolidata nel Parco Nazionale del Circeo (Foto Giancarlo Bovina)

Oltre a riserve di sabbia, un'altra funzione fisica esplicita dalle dune costiere è quella di "barriera morfologica", svolta grazie all'innalzamento del profilo topografico da esse prodotto e alla conseguente opposizione ai meccanismi di sommersione dell'entroterra prodotti dalle mareggiate.

A causa della scarsità dei dati, il ruolo di barriera morfologica non è stato ancora ben descritto, ma il contrasto ai meccanismi di *run up* e *wave set up* creati dal moto ondoso (principali responsabili della demolizione delle dune costiere), dipende dalle caratteristiche dimensionali, morfologiche e granulometriche della spiaggia e del cordone dunale.

Nell'ambito dell'analisi della vulnerabilità della fascia costiera dell'Emilia-Romagna rispetto al fenomeno dell'ingressione marina legata agli eventi di mareggiata (Guccione *et al*, 2005), è stato tuttavia evidenziato come la maggior frequenza di episodi di mareggiata che determinano erosione delle spiagge e allagamento delle aree di retro-spiaggia, avvenga lungo i tratti di litorale dove sono state quasi completamente distrutte le dune costiere, unico baluardo naturale contro le mareggiate. In particolare, è stato dimostrato come su un tratto di costa protetto da dune naturali, caratterizzate da un diverso grado di conservazione, solo morfologie continue e con elevazione di circa 4 m (e spiaggia con pendenza media del 2%), l'area non sia a rischio anche per eventi con tempo di ritorno di 100 anni.

In altri contesti costieri la barriera morfologica della duna è efficace nella mitigazione del rischio da tsunami. Nel maremoto che ha interessato il Pacifico nel 2004, le immagini satellitari di Indonesia, Thailandia e Sri Lanka hanno mostrato come dune costiere, piattaforme rocciose, foreste di mangrovie, barriere coralline costituiscono tutte un'efficace protezione contro l'impatto delle onde, le inondazioni e i meccanismi erosivi associati.

Studi specifici condotti sulla costa sud orientale della Nuova Zelanda (Hart *et al.*, 2009) hanno verificato che profili dunali vegetati, di sufficiente altezza, continuità e diversità vegetazionale, offrono condizioni ottimali di protezione dal rischio tsunami. In particolare, l'azione protettiva risulta più efficace per eventi di maremoto con energia da bassa a media e per meccanismi di *run up* sino a 6 metri s.l.m. Maggiore vulnerabilità è stata riscontrata per tratti di costa

caratterizzati dalla presenza di opere di difesa ed altre strutture artificiali, con apparati dunali interrotti e dal profilo longitudinale della cresta discontinuo.

Le funzioni fisiche descritte assumono ulteriore rilevanza nello scenario collegato al rischio da risalita del livello marino. Molte regioni costiere già mostrano gli effetti dell'incremento relativo e localizzato del livello del mare. Nell'ultimo secolo il livello marino globale ha avuto tassi di risalita di $1.7\div 1.8$ mm/anno che nel corso dell'ultima decade hanno mostrato un incremento del rateo di risalita pari a 3 mm/anno (Parry *et al.*, 2007). Come accennato nel paragrafo 4.3.1, i fenomeni di risalita del livello del mare derivano dalla complessa interazione tra fattori fisici (naturali o antropici) quali: erosione costiera, subsidenza e fattori locali, e i meccanismi indotti dal riscaldamento globale (dilatazione termica, incremento della forza e frequenza delle tempeste, scioglimento dei ghiacciai).

In ambito Mediterraneo, specie per la difficoltà di valutazione della componente legata al riscaldamento globale, questo fenomeno risulta ancor più complesso.

L'effetto barriera svolto dalle dune costiere non può essere tuttavia trascurato nella pianificazione territoriale di quegli archi costieri soggetti ad erosione, subsidenti e caratterizzati da andamenti topografici prossimi o al di sotto del livello del mare (figg. 4.9 e 4.10).



Fig. 4.9: Tratto dunale a sud di Torre Astura (località Valmontorio - Latina); primavera 2008



Fig. 4.10: Sullo stesso tratto, la demolizione delle mareggiate dell'inverno 2009 e l'inondazione delle aree umide retrodunali

(Foto Giancarlo Bovina)

Le funzioni idrogeologiche

Lo stesso risalto morfologico prodotto dalla struttura dunale, oltre a contrastare l'inondazione dei territori costieri, limita i meccanismi di intrusione salina, un processo naturale che se alterato determina profonde conseguenze ambientali ed economiche.

Le sabbie dunali costituiscono un corpo poroso (porosità media dell'ordine del $25\%\div 40\%$) con permeabilità da alta a medio-alta (indicativamente variabile in un *range* compreso tra 1×10^{-1} a 1×10^{-3} cm/sec), che può ospitare un acquifero direttamente alimentato dalle acque di precipitazione meteorica, con quota freatica al di sopra del livello del mare direttamente proporzionale allo spessore del corpo sabbioso.

All'interno degli acquiferi costieri, le acque sotterranee, salate verso mare dolci verso l'entroterra, per effetto della differenza di densità, tendono a permanere distinte. Si viene così a costituire una zona di transizione e miscelazione, definita schematicamente come interfaccia acqua dolce-acqua salata, dove l'acqua marina più densa soggiace a quella dolce stratificata su di essa.

Il fenomeno è descritto dalla relazione di Ghyben-Herzberg che definisce i rapporti tra l'altezza della falda d'acqua dolce rispetto al livello del mare e la profondità dell'interfaccia dallo stesso. Proprio in relazione alla differenza di densità (circa 1028 kg/m^3 per l'acqua di mare e circa 1000 kg/m^3 per l'acqua dolce), l'interfaccia si posiziona generalmente ad una profondità circa 40 volte lo spessore, sul livello del mare, della falda d'acqua dolce. Più l'alimentazione è attiva, e maggiore è la capacità dell'acquifero, più l'interfaccia è profonda e spostata verso il mare.

Quando vengono alterate le condizioni di equilibrio naturale (sovrasfruttamento degli acquiferi costieri, riduzione delle acque di alimentazione, alterazione delle caratteristiche fisiche dell'acquifero), l'interfaccia si modifica penetrando verso l'entroterra e determinando la contaminazione salina della falda dolce secondo un processo pressoché irreversibile che comporta fortissime limitazioni d'uso delle risorse idriche e grave danneggiamento delle attività produttive (agricole in particolare).

Nella figura 4.11 è riportato uno schema dell'assetto idrogeologico di una duna costiera, dove si osserva come una modificazione del profilo morfo-topografico del corpo dunale sia in grado di provocare la riduzione dello spessore della lente d'acqua dolce; in tal modo 10 cm di abbassamento della curva piezometrica sul livello del mare comporta l'innalzamento (e avanzamento) dell'interfaccia di circa 4 metri, con conseguente salinizzazione delle acque e dei suoli.

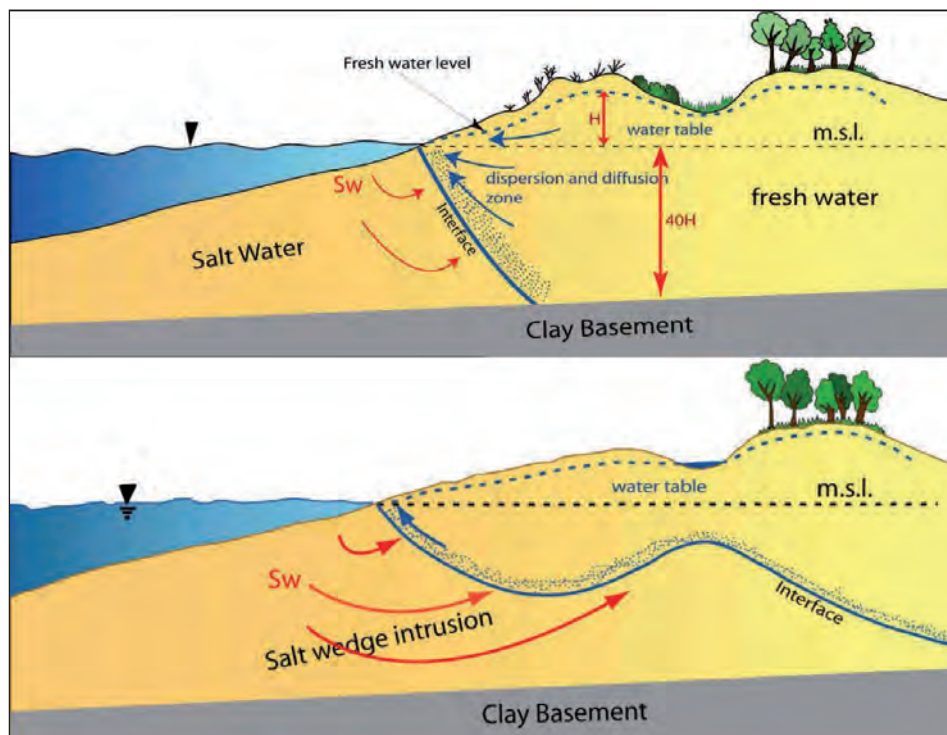


Fig. 4.11: Effetto barriera della falda d'acqua dolce ospitata in un corpo dunale in condizioni naturali (sopra) e in condizioni antropizzate (sotto) (da Beachmed-e - Gabbianelli *et Alii*, 2008)

Considerando solo l'aspetto idrogeologico, la tendenza di scenario è critica poiché la risalita del livello marino associato alla subsidenza è destinata ad aggravare il fenomeno. L'innalzamento dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata e il conseguente incremento dell'intrusione salina, sono quindi fortemente favoriti dall'erosione costiera per gli effetti che i meccanismi ero-

sivi comportano sull'innalzamento del livello del mare, sulla demolizione delle dune, sull'insalinamento diretto dei terreni esposti al *run up* delle mareggiate.

Ancora una volta quindi, il ruolo tampone svolto dai corpi dunali risulta strategico proprio per le aree costiere maggiormente vulnerabili e, come esposto per le altre funzioni fisiche, questo ruolo dipende dall'assetto complessivo, dalle dimensioni e dalla presenza o meno di interferenze antropiche. Alterarne l'equilibrio per sfruttare la lente acquifera è insensato poiché raramente un acquifero dunale assume potenzialità tali da essere significativo in termini produttivi.

Anche nelle situazioni apparentemente favorevoli o di particolare necessità, l'ipotesi di utilizzo di tali acque deve essere attentamente valutata, ponendo comunque ogni sforzo per la ricerca di soluzioni alternative, al fine di conservarne pienamente la capacità di controllo idrostatico della posizione dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata.

Questo perché l'intrusione salina crea degli impatti anche in termini ecologici: l'insalinamento delle acque superficiali e sotterranee in ambiente costiero tende a ridurre l'eterogeneità fisica (alternanza di ambienti dulcaquicoli e salmastri) con effetti non trascurabili specie sugli ecosistemi vegetali e sugli ambienti umidi.

Le funzioni ecologiche

Gli studi citati sul ruolo idrogeologico delle dune costiere, oltre all'importanza della conservazione degli aspetti relativi alla morfologia e alla topografia, evidenziano anche il loro fondamentale ruolo nella conservazione della copertura vegetale originale (Antonellini *et al.*, 2008). Sotto l'aspetto biotico, infatti, le dune costiere costituiscono habitat strategici per comunità vegetali molto specializzate, a cui si devono i meccanismi di formazione, accrescimento e stabilizzazione dei depositi eolici costieri, e per numerose associazioni animali (invertebrati, mammiferi, rettili e uccelli). Inoltre, le dune costiere svolgono anche funzioni ecologiche di sostegno e protezione di altri ecosistemi, quali stagni, lagune e foci fluviali, boschi litoranei, agroecosistemi retrodunali etc.

In termini di rete ecologica, e più in generale di conservazione dell'eterogeneità geologica e biologica, le dune costiere possono svolgere ruoli articolati, quali zone tampone, *core areas*, corridoio ecologico, *stepping stone* etc.

Fondamentale anche il ruolo tampone svolto in relazione agli scambi trofici tra mare e terra, dato che gli scambi di materiale tra spiaggia e duna non riguardano solo le sabbie, ma anche le sostanze trasportate con lo spray marino e con il flusso di acque sotterranee, in un continuo scambio di nutrienti organici in entrambe le direzioni dell'interfaccia duna-spiaggia.

Analogamente alla separazione concettuale dei due *budget* sedimentari descritta in precedenza, questi due ecosistemi devono essere considerati distinti, ospitando fauna, flora e processi ecologici differenti, ma fortemente interagenti attraverso i flussi e gli effetti degli scambi materiali descritti (McLachlan A., 1992).

Per questo gli spiaggiamenti vegetali di fanerogame, sia marine che terrestri, nelle *driftline* costituiscono una risorsa molto utile per la formazione di nuclei embrionali e, successivamente, per lo sviluppo degli apparati dunali veri e propri.

Grazie a questi apporti organici, infatti, forme embrionali evolvono rapidamente in *foredune*, attraverso molteplici meccanismi: attecchimento di semi e parti ancora vitali di piante presenti negli spiaggiamenti; apporto di materiali organici, quali azoto, fosforo ed altri nutrienti; intrappolamento della sabbia trasportata dal vento negli stessi resti vegetali; rapida colonizzazione delle forme embrionali da parte delle specie vegetali alofite etc. (fig. 4.12).



Fig. 4.12: Cumuli di egagropili e foglie di Posidonia colonizzati da *Pancratium maritimum* (Golfo di Baratti - Livorno) (Foto Giancarlo Bovina)

In condizioni di bilancio sedimentario positivo, infine, gli spiaggiamenti vegetali favoriscono i processi di recupero dei sistemi dunali degradati, mentre la presenza tra queste biomasse naturali spiaggiate di rifiuti costituisce un duplice elemento di impatto, sia per il degrado che per la contaminazione diretta. Oltre a ciò, è stato riscontrato come l'abbondanza di rifiuti solidi trascinati con il *run up* danneggi direttamente l'azione di difesa dunale esercitata dalla stessa vegetazione pioniera. Se a ciò si aggiunge che la fruizione di questi ambiti impone l'ineludibile necessità di pulizia dai rifiuti, quasi sempre attuata con messi meccanici che rimuovono anche sabbia e vegetazione, si comprende come l'uomo eserciti su questi ecosistemi relitti una sistematica e totalizzante azione distruttrice.

BIBLIOGRAFIA

- Angelucci A., 1982. Guida allo studio della sedimentologia.
- Antonellini M., Mollema P., Giambastiani B., Bishop K., Caruso L., Mischio A., Pellegrini L., Sabia M., Ulazzi E., Gabbianelli G., 2008. Salt water intrusion in the coastal aquifer of the southern Po Plain, Italy. *Hydrogeology Journal* Springer-Verlag.
- Armaroli C., Balouin Y., Ciavola P., Capatti D., 2005. Nearshore bars as a natural protection of beaches, field evidences from Lido di Dante beach, Adriatic Sea. *Proceedings of ICC-CM'05 Conference*, University of Porto, Portugal.
- Bakker T. W. M., 1990. *The geohydrology of coastal dunes*. Catena Verlag.
- Bagnold R. A., 1941. *The physics of blown sand and desert dunes*. Morrow & Co.
- Bovina G., 2004. Restauro e conservazione delle dune costiere. *Professione geologo - Rivista dell'Ordine dei Geologi del Lazio*.
- Doody J. P., 2008. *Sand Dune Inventory of Europe*. 2nd Edition. National Coastal Consultants and EUCC - The Coastal Union, in association with the IGU Coastal Commission.
- Gabbianelli G., Antonellini M., Balugani E., Laghi M., Marconi V., Minchio A., Mollenaa P., Stecchi F., 2008. La gestione strategica della difesa dei litorali per lo sviluppo sostenibile della zona costiera del Mediterraneo – Quaderni Tecnici FASE C - Misura 3.4 Sistemi di difesa naturali – Programma POSIDUNE “Falda acquifera”. Interreg 3C BEACHMED-e. (Pubblicazione online).
- Guccione M., Bovina G. e Gori M., 2005. Tutela della connettività ecologica degli habitat marini e costieri. *Rapporti APAT* n. 54
- Hardaway C.S., Varnell L. M., Milligan D. A., Thomas G. R., Hobbs C. H., 2001. *Chesapeake Bay Dune Systems: Evolution and Status*. Final Report Virginia Institute of Marine Science College of William & Mary Gloucester Point, Virginia November 2001 (pubblicazione online).
- Hart Deirdre E., Knight Gemma A., 2009. Geographic Information System assessment of Tsunami vulnerability on a dune coast. *Journal of Coastal Research* 01-JAN-09.
- McLachlan A., 1992. The exchange of materials between dune and beach system. *Coastal Dunes: geomorphology, Ecology and Management for Conservation*. Edited by Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington.
- Oude Essink G. H. P., 2001. *Density Dependent Groundwater Flow Salt Water Intrusion and Heat Transport*. KHTP/GWM II Hydrological Transport Processes/Groundwater Modelling. Utrecht University Interfaculty Centre of Hydrology Utrecht Institute of Earth Sciences Department of Geophysics.
- Parry M. L., Canziani O. F., Palutikof J. P., Van der Linden P. J. & Hanson C. E., 2007. *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Perini L., Ciavola P., Armadori C., Lucani P. *Analisi della vulnerabilità per ingressione marina durante gli eventi di mareggiata lungo il litorale dell'Emilia-Romagna*. Applicazione dei dati Lidar. Area studio: Lido di Dante Sud. Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Direzione Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa, Regione Emilia-Romagna (Pubblicazione online).
- Pranzini E., 2004. *La forma delle coste*. Ed. Zanichelli.

- Psuty N. P., 1988. Sediment budget and dune/beach interaction. *Journal of Coastal Research*, no 3 Summer, CERF (Editor).
- Psuty N. P., 1992. Spatial variation in coastal foredune development. *Coastal Dunes: geomorphology, Ecology and Management for Conservation*. Edited by Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington.
- Pye K., Tsoar H., 2009. *Aeolian sand and sand dunes*. Springer.
- Shepard F. P. Beach Cycles in Southern California. US Army Corps of Engineers, Beach erosion Board, Technical Memorandum, n. 20, 31 pp.
- Sherman D. J., Hotta S., 1990. Aeolian sediment transport: theory and measurement. *Coastal Dunes: Form and Process*. Edited by Nordstrom, Psuty & Carter. Wiley & Sons.

5. LINEAMENTI FLORISTICO-VEGETAZIONALI DEL PAESAGGIO COSTIERO ITALIANO

5.1 Inquadramento fitosociologico della vegetazione costiera italiana

Pietro Massimiliano Bianco, Patrizia Menegoni

Il paesaggio costiero italiano complesso ed eterogeneo, rispecchia la rilevante diversità presente nel nostro paese: falesie, rias, spiagge, dune, lagune, tomboli, stagni costieri, delta, pianure costiere o terrazzi marini, sono alcune tipologie morfologiche che caratterizzano le aree di transizione tra terra e mare della nostra penisola.

Ne derivano altrettanti ambienti risultati da equilibri dinamici tra apporti fluviali, moto ondoso, correnti marine e venti... e per questo estremamente vulnerabili. La loro vulnerabilità intrinseca si enfatizza di fronte ai cambiamenti climatici. Questa peculiarità è comune a tutti gli ecosistemi ecotonali ossia quelli che fanno da transizione tra condizioni ambientali ampiamente contrastanti.

Le coste basse, con cordoni dunali paralleli sono gli ambienti di transizione più frequenti sui litorali italiani e saranno oggetto di indagine di questo lavoro. Si tratta di ecosistemi estremamente fragili sottoposti a continui stress naturali, cui si sommano, inesorabili, le molteplici pressioni che la presenza antropica, diretta e indiretta, determina condizionando la funzionalità e il dinamismo di queste strutture. (fig 5.1).



**Fig. 5.1: Profilo di spiaggia/duna foce fiume Incastro (Ardea – RM)
(Foto Patrizia Menegoni)**

La condizione costante di stress causato da elementi abiotici, fortemente limitanti, si modifica e si riduce via via che ci si allontana dalla battigia, determinando la presenza di diversi tipi di vegetazione con specie adattate a condizioni diverse.

Le condizioni ecologiche sono estreme: substrati incoerenti, alta salinità, carenza di acqua, temperature superficiali anche molto elevate, venti ricchi di salsedine e granuli di sabbie sciolti, condizioni molto simili a quelle desertiche. La sabbia, povera di nutrienti, si dissecca facilmente in superficie e si riscalda rapidamente fino a temperature ustionanti per il colletto di qualsiasi pianta (Pignatti, 1959). La quantità di azoto, scarsissima, rappresenta un importante fattore limitante seppure la presenza di potassio, fosforo e calcio, derivanti dalla disgregazione delle conchiglie,

risultano rilevanti per la vita delle specie psammofile di questi ambienti (Caniglia *et al.*, 1998). Qui la vita delle specie vegetali è vincolata a strategie di adattamento molto particolari e le comunità vegetali individuabili in uno spazio fisico molto ridotto si differenziano, dal punto di vista floristico, per la morfologia, la struttura, nonché per gli aspetti funzionali (Acosta *et al.*, 1998; Castello *et al.*, 1991).

In generale, i principali adattamenti si manifestano in: posizione delle gemme fogliari, altezza della pianta, crassulenza, pelosità, ridotta dimensione fogliare, aumentato spessore fogliare, fenologia della foglia, controllata attività stomatica, quantità di biomassa del seme, spinescenza ed infine allungamento dell'apparato radicale, è possibile inoltre rilevare adattamenti sito-specifici in relazione alla fascia vegetazionale di appartenenza. Parallelamente ai cambiamenti microclimatici si può assistere pertanto a mutamenti del livello e della tipologia di adattamento (Del Vecchio *et al.*, 2006).

Risalendo dal mare verso terra le prime comunità che incontriamo sono costituite da specie pioniere adattate a situazioni ecologiche estreme, in queste condizioni, difficili per lo sviluppo della vita vive un complesso di specie che va sotto il nome generico di psammofite. Esso comprende tipologie vegetazionali diverse che si organizzano disponendosi in fasce parallele alla costa e che svolgono funzioni specifiche nella stabilizzazione delle dune (fig. 5.2).

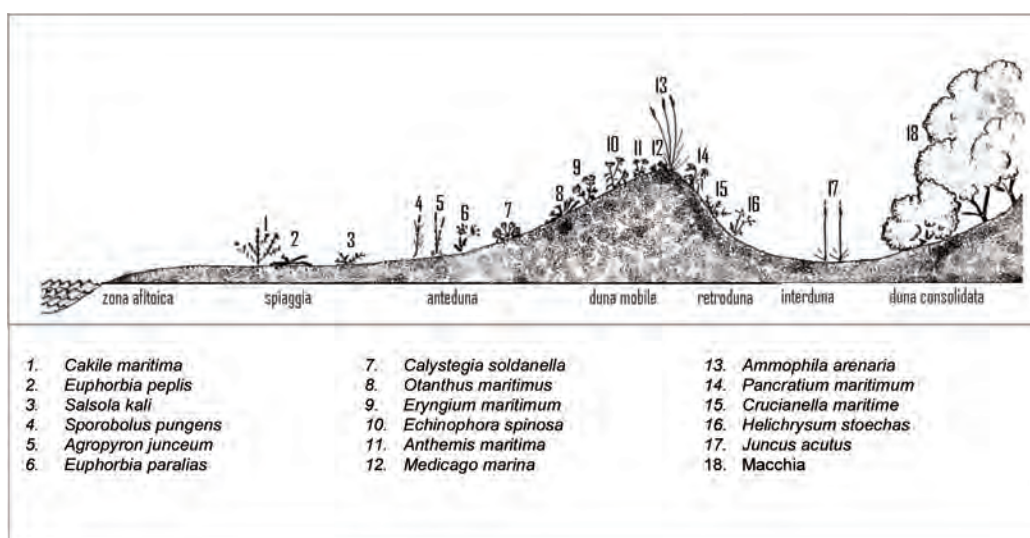


Fig. 5.2: Schema della successione dei tipi di vegetazione su un litorale sabbioso: specie rappresentative

Si tratta di complessi catenali costituiti da associazioni variabili nel territorio italiano, tutte abbastanza povere in termini floristici ma comprendenti specie con adattamenti morfologici e fisiologici molto spiccati quali ad esempio: *Sporobolus pungens*, *Cakile maritima*, *Agropyron junceum*, *Echinophora spinosa*, *Euphorbia paralias*, *Euphorbia peplis*, *Eryngium maritimum*, *Medicago marina*, *Ammophila littoralis*, *Juncus acutus*, *Artemisia maritima*, *Pancratium maritimum*.

Tra la battigia e la spiaggia le condizioni ecologiche rendono impossibile la vita delle specie vegetali, questa è la fascia dove sono presenti invece molteplici specie animali in grado di adattarsi ai ritmi delle maree e alle condizioni estreme pur di utilizzare l'abbondante risorsa trofica presente in quest'area.

Sulla spiaggia al di sopra della linea massima di marea e solo dove le acque marine arrivano sporadicamente, (fig. 5.2) si manifestano le prime forme di vegetazione costituite da specie a ciclo breve. La specie più comune è *Cakile maritima*, una succulenta la cui presenza occasio-

nale si manifesta per 1-2 mesi, nei quali la terofita compie il suo ciclo vitale per sopravvivere in forma di seme per la restante parte dell'anno. Ad essa si associano altre specie striscianti come *Salsola kali* e *Euphorbia peplis* che complessivamente hanno però coperture molto basse pari al massimo al 5% del totale. Questa presenza è però importante per avviare quel fenomeno di accumulo di materiale sabbioso alla base della formazione delle dune.

Successivamente, percorrendo un'immaginaria linea verso l'entroterra, in continuità con la vegetazione precedente, in un tratto detto di "anteduna" (fig. 5.2), si trova un'altra specie di grande importanza per questo ambiente: *Agropyrum junceum*. Si tratta di una graminacea perenne, psammofila, con foglie lineari morbide e individui che crescono abbastanza distanziati tra loro. Essa produce rizomi che radicano, originando nuovi individui, dove le condizioni permettono di distanziare l'apparato radicale dalla falda salmastra, molto superficiale in queste aree. La fitta rete di rizomi, la presenza di apparati fogliari che intrappolano le sabbie, la permanenza della vegetazione per l'intero arco dell'anno, determinano una vera e propria capacità di colonizzazione e stabilizzazione dei sedimenti. Questa fascia che presenta coperture del 20-30% comprende anche altre specie quali *Euphorbia paralias*, *Calystegia soldanella*, *Sporobolus junceum*, *Otanthus maritimus* che complessivamente costituiscono un sistema autorganizzato in grado di modificare le condizioni per la propria sopravvivenza.

Un ulteriore processo di sviluppo è rappresentato dalla fascia seguente, quella detta di duna vera e propria (fig. 5.2) dove *Ammophila littoralis* rappresenta l'elemento caratterizzante e funzionalmente insostituibile. Si tratta anche in questo caso di una graminacea con sottili foglie laminari che si differenzia da *Agropyron* poiché forma agglomerati densi, con un portamento eretto e con coperture estremamente elevate. La sua presenza e continuità, sono determinanti nel fissaggio delle sabbie che restano intrappolate nel groviglio di foglie, una barriera insormontabile o nella fittissima rete radicale che riesce a sopravvivere anche a forti fenomeni erosivi, riavviando il processo vegetativo appena le condizioni ambientali lo permettono nuovamente. Il profilo della duna si innalza ulteriormente in corrispondenza di questa fascia e la diversa pendenza dei versanti determina un continuo ricadere di sedimenti che vengono via via rimaneggiati e spostati. Nel corteggio floristico di questa fascia possiamo incontrare specie quali *Calystegia soldanella*, *Medicago marina*, *Cyperus capitatus*, *Pancratium maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Anthemis maritima*, *Lotus commutatus*, che complessivamente raggiungono coperture del 60-70%. Questa fascia di vegetazione rappresenta uno stadio durevole e, se non incorrono processi di frammentazione e depauperamento, può mantenersi per sempre.

Nella fascia successiva, la "retroduna" (fig. 5.2), le condizioni sono molto più stabili e i substrati, non più di sabbie completamente sciolte comprendono anche componenti di sabbie fine o finissime e di limi. Qui compaiono specie quali *Crucianella maritima*, *Anthemis maritima*, *Otanthus maritimus*, e altre varianti locali. Esse formano tipiche formazioni a cuscinetto con coperture anche molto elevate e decisamente più stabili delle formazioni precedenti.

Tra la prima duna e la macchia interna le zone umide, discontinue, caratterizzano i litorali. Qui specie quali *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Iuncus acutus*, *Tamarix africana*, formano lenti di vegetazione depresse a contatto con terreni argillosi che permettono il mantenimento di umidità anche nei periodi estivi. Questa è un'area dove il fattore limitante predominante è la salinità con la sua variabilità in relazione alle condizioni meteoriche. Nelle fasce precedenti, le specie utilizzano prevalentemente l'acqua meteorica che, filtrando nei sedimenti sabbiosi, raggiunge le radici. Gli stessi apparati fogliari sono adattati a convogliare anche la poca rugiada notturna verso le radici. L'apparato radicale in questi ambiti non viene in contatto con la falda che presenta gradi di salinità inadatti alla vita delle specie vegetali. Al contrario, nelle fasce interdunali, le radici sono a contatto diretto con la falda salmastra che risente della variabilità dovuta al-

le precipitazioni e ai periodi di siccità. In questo spazio troveremo dunque “alofite obbligate” quali ad esempio *Juncus maritimus*, *Juncus acutus*, *Plantago crassifolia*, *Erianthus ravennae*, specie che si sono abituate a vivere in condizioni di salinità oppure alo-tolleranti quali *Blakstonia sp*, *Molinia altissima*, *Phragmites australis*, *Epipactis palustris* che vivono normalmente in condizioni di assenza di salinità ma possono tollerare bassi livelli salini (Pignatti, 2002).

Nelle aree più interne, protette dalla prima duna, inizia in modo graduale e mosaicato il passaggio a forme di vegetazione più complessa, arbustiva, caratteristica dei suoli più stabilizzati e più ricchi di sostanza organica. Si tratta del tipico paesaggio della macchia mediterranea che però risente appieno della vicinanza del mare. Riconoscibile è il portamento obliquo delle chio-me che, sottoposte a continua azione corrosiva dei venti ricchi di salsedine e dei granuli di sabbia, vegetano prevalentemente nelle zone interne. Formazioni a cuscinetto fittissime e intricate caratterizzano queste aree e rappresentano area di sosta e rifugio per molte specie animali. Le dune costiere italiane presentano una notevole diversità sia a causa della presenza di gradienti di salinità, umidità ed evoluzione del suolo sia del secolare impatto antropico che favorisce le comunità secondarie e la formazione di mosaici. Negli ultimi trent'anni l'impatto turistico ha determinato la rarefazione di buona parte della vegetazione dunale sostituita da paesaggi antropici finalizzati al turismo di massa.

Nella seguente lista sono indicate le corrispondenze con i codici Natura 2000, EUNIS e CORINE Biotope utilizzando il massimo livello di dettaglio possibile, in relazione al sistema gerarchico fitosociologico. I codici utilizzati sono, naturalmente, solo quelli riferibili agli ambiti dunali e costieri. I dati utilizzati sono quelli ufficiali dell'European Environmental Agency (European Commission, 2007) <http://eunis.eea.europa.eu/habitats-code.jsp>; <http://eunis.eea.europa.eu/species-threat-national.jsp>

SPIAGGIE, DUNE MOBILI E DUNE BIANCHE

CAKILETEA MARITIMAE Tüxen et Preising ex Br.-Bl. & Tüxen 1952

Vegetazione pioniera ad annuali alofile delle spiagge sabbiose e ciottolose con massimo sviluppo nella stagione estiva

Codice Natura 2000: 1210 Vegetazione annua delle linee di deposito marine

Cod. CORINE Biotope: 16.12 Arenile con comunità vegetali annuali; 17.2 Vegetazione annua delle linee di deposito marine

Cod. EUNIS: B1.13: Comunità atlantico-mediterranee e del Mar Nero delle spiagge sabbiose; B2.1 Comunità delle spiagge ghiaiose, sui materiali di deposito della marea

Cakiletales integrifoliae Tüxen ex Oberdorfer 1949 corr. Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992

Euphorbion peplis Tüxen 1950 (Syn. *Cakilion maritima* Pignatti 1953)

Cakiletum maritima Pignatti 1953 (syn. *Salsolo-Cakiletum aegyptica* Costa e Manzanet 1981)

Atriplicetum hastato-tornabenei O. Bolòs 1962

Salsolo kali-Cakiletum aegyptica Costa et Manz. 1981

Cakilo-Xanthietum italici Pign. 1953

Xanthio italici-Cenchretum incerti Biondi, Brugiapaglia, Allegrezza, Ballelli 1992

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946 (syn. *Euphorbio palialis-Ammophileta australis* J.M. & J. Géhu 1988)

Vegetazione costiera dominata da graminacee rizomatose delle dune mobili e fissate costiere o interne

Ammophiletalia australis Br.-Bl.(1931) 1933 em.J.-M. et J.Géhu 1988

Elymion farcti Gehu *et al.* 1984 (*Agropyron juncei* Gehu *et al.* 1984)

Cod. Natura 2000: 2110 Dune mobili embrionali - DH

Cod. CORINE Biotope: 16.2112 Dune mobili embrionali

Cod. EUNIS: B1.311 Complessi di giovani dune mobili, più o meno prive di vegetazione e prospicienti la linea di marea

Sileno corsicae-Elymetum farcti Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1992 (= *Sileno corsicae-Agropyretum juncei* Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1992)

Elymo farcti-Spartinetum versicoloris Vagge et Biondi 1999 em.

Sporobolo arenari-Elymetum farcti (Br.-Bl. 1933, Géhu, Riv.Mart., R.Tx. 1972) Géhu 1984

Echinophoro spinosae-Elymetum farcti Géhu 1988

Sporoboletum virginici (Arènes 1924) Géhu et Biondi 1994

Ammophilion australis Br.-Bl. (1931) 1933 em. J.-M. et J. Géhu 1988 (syn. *Ammophilion arundinaceae* Br.-Bl. (1931) 1932 em J.M. et J.Géhu 1988

Medicago marinae-Ammophiletum arenariae Br.-Bl. (1921) 1923

Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae (Br.-Bl. 1933) Géhu, Riv.-Mart., R.Tx. 1972 inèd. Géhu 1984

Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1992

Pancratietum angustifolii Brullo et Siracusa 1996

DUNE GRIGIE

HELICHRYSO STOECHADIS-CRUCIANELLETEA MARITIMAE (Géhu, Rivas-Martínez, R. Tx. 1973 in Bon et Géhu 1973)

Crucianelletalia maritimae Sissingh 1974

Cod. Natura 2000: 2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (“dune grigie”); 2210 Dune fisse del litorale del Crucianellion maritimae

Cod. CORINE Biotope: 16.223 Dune grigie iberico-mediterranee

Cod. EUNIS: B1.43 Dune costiere stabili del Mediterraneo centrale e occidentale e delle coste termo-atlantiche del sud-Iberia e nord-Africa

Crucianellion maritimae Rivas Goday et Rivas-Martínez 1963

Helichryso microphylli-Crucianelletum maritimae Mossa 1992

Crucianelletum maritimae Br.-Bl. (1921) 1933

Loto cytisoidis-Crucianelletum maritimae Alcaraz *et al.* 1989

Crucianello-Armerietum pungentis (Desole 1959) Zevaco 1969

Scrophulario ramosissimae-Crucianelletum maritimae Géhu et Costa 1984

Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae Géhu *et al.* 1987

Ononidion ramosissimae Pignatti 1952

Centaureo-Ononidietum ramosissimae Br.-Bl. et Frei in Frei 1937

Crucianello-Helichrysetum microphylli Bartolo, Brullo, DeMarco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1992

Helichryso italici-Ephedretum distachyae Géhu *et al.* 1987

Scrophulario-Crucianelletum maritimae Géhu et Costa 1984

Seselio-Crucianelletum maritimae Brullo, Minissale, Siracusa 1996

KOELERIO GLAUCAE-CORYNOPHORETEA CANESCENTIS Klika in Klika et Novák 1941 (Syn. Sedo albi-Scleranthetea biennis Braun-Blanq. 1955, Festucetea vaginatae Soò 1968)

Vegetazione pioniera a dominanza di perenni atlantiche e medioeuropee sovente crassulente delle superfici rocciose o sabbiose più o meno orizzontali

Artemisio-Koelerietalia albescentis, Sissingh 1974

Cod. Natura 2000: 2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (“dune grigie”) – DH Prioritario

Koelerion arenariae R. Tx. 1937 corr. Gutermann et Mucina 1993 (incl. Sileno conicae-Cerastion semidecandri Korneck 1974)

Tortulo ruralis-Scabiosetum gramuntietum Pign. 1953

Cod. CORINE biotope: 16.2211 Comunità delle dune a *Tortula*

Bromo tectorum-Phleetum arenarii Korn. 1974

Cod. CORINE biotope: 16.2213 Comunità delle dune a *Myosoton*

Corynephoretalia canescentis Klika 1934

Cornephorion canescentis Klika 1931

Corynephoretum canescentis Tx. 1937

Cod. Natura 2000: 2330 Dune dell’entroterra con prati aperti a *Corynephorus* e *Agrostis*

Cod. CORINE biotope: 16.221 Dune grigie settentrionali

HELIANTHEMETEA GUTTATI (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963, (Syn. Tuberarietea guttatae Br.-Bl. (1940) 1952, Stipo-Brachypodietea distachyae (Br.-Bl. in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947) Brullo 1985)

- Comunità primaverili mediterranee dominate da nanoterofite, effimere e graminacee
- Helianthemetalia guttati Br.-Bl. 1940 em. Riv.-Mart. 1978
- Helianthemion guttati Br.-Bl. 1940
 - Cod. Natura 2000: 2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (“dune grigie”)
 - Cod. CORINE Biotopo: 16.227 Comunità dunali a Specie annuali
 - Cod. EUNIS: E1.811 Praterie su suolo siliceo del Mediterraneo occidentale
 - Crassuleto-Erodietum botrytis Ferro et Furnari 1970
 - Ornithopodiato-Helianthemetum tuberariae Br.-Bl. et Mol. 1935
 - Sagino-Crassuletum tillaeae Ferro et Furnari 1970
 - Tuberario- Aphanetum microcarpae Barbagallo, Brullo, Signorello 1983
 - Tuberario-Senecionetum lividi Barbagallo, Brullo, Signorello 1983
- Malcomietalia Rivas Goday 1958
- Maresion nanae Gehu & al. 1981 (Syn. Alkanno-Malcolmion Rivas Goday 1957 em. Rivas Martinez 1963, Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae)
 - Cod. Natura 2000: 2230 Dune con prati dei Malcomietalia
 - Cod. CORINE Biotopo: 16.228 Comunità Tetidiane a specie annuali delle sabbie profonde
 - Cod. EUNIS: B1.48 Comunità dunali mediterranee e sud-atlantiche di terofite su suolo sabbioso profondo
 - Alkanno-Nonetum vesicariae Brullo et Scelsi 1998
 - Anthemido-Centauretum conocephalae Brullo et Grillo 1985
 - Bupleuro-Ononidetum reclinatae Brullo, Scelsi, Siracusa 1994
 - Corrigiolo telephifoliae-Corynephoretum articulati (Géhu *et al.* 1987) Géhu et Biondi 1994
 - Cutandio-Parapholietum marginatae Bartolo, Brullo, Minissale, Spampinato 1988
 - Erodio-Malcolmietum parviflorae Rivas Goday 1957
 - Evaco-Tuberarieetum siculae Brullo et Grillo 1985
 - Glaucio flavi-Matthioletum tricuspidatae Blasi, Fascetti, Veri & Bruno 1983
 - Loto-Ononidetum serratae Brullo et Grillo 1985
 - Malcolmio-Linarietum sardoae Bartolo *et al.* 1992
 - Malcolmio-Vulpietum fasciculatae Bólos, Molinier, Monts. 1970
 - Maresio nanae-Ononidetum variegatae Géhu *et al.* 1986
 - Maresio-Walenbergietum nutabundae Brullo et Grillo 1985
 - Onobrychido-Cerastietum gussonei Brullo et Grillo 1985
 - Scabiosetum rotundifoliae Brullo, Di Martino, Marcenò 1974
 - Scabiosetum rutifoliae Brullo, Di Martino, Marcenò 1974
 - Sileno nicaeensis-Chamaemeletum mixti Brullo 1988
 - Sileno nicaeensis-Anthemidetum tomentosae Brullo, Scelsi, Spampinato 1999
 - Vulpio-Cutandietum divaricatae Brullo et Scelsi 1998
 - Vulpio-Leopoldietum gussonei Brullo et Marcenò 1974
 - Laguro ovati-Vulpion fasciculatae Géhu et Biondi 1994
 - Cod. CORINE Biotopo: 16.227 Comunità dunali a specie annuali
 - Cod. EUNIS: B1.47 Comunità dunali di terofite graminiformi pioniere su suolo superficiale
 - Sileno niceaensis-Ononidetum variegatae (Géhu *et al.* 1986) Géhu et Biondi 1994
 - Sileno coloratae-Ononidetum variegatae Géhu *et al.* 1986
 - Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae Pign. 1953
 - Ambrosio coronopifoliae-Lophochloetum pubescentis Biondi, Brugiapaglia, Allegrezza, Ballelli 1989

Trachynetalia distachyae Rivas-Martinez 1978 (Syn. Brachypodietalia distachyi Rivas-Martinez 1978)

Cod. Natura 2000: 2240 Dune con prati dei Brachypodietalia e vegetazione annua

Cod. CORINE Biotopo: 16.229 Praterie xeriche delle dune

Cod. EUNIS: B1.49 Praterie xeriche mediterranee delle dune

Trachynion distachyae Rivas-Martinez 1978 (Syn. Thero-Brachypodion sensu auct., non Br.-Bl. 1925)

Lophochloo cristatae-Plantaginetum lagopi Biondi et Mossa 1992

Valantio muralis-Sedetum caerulei Biondi et Mossa 1992

Crucianello latifoliae-Hypochoeridetum achyrophori Filesi, Blasi, Di Marzio 1996

VEGETAZIONE DELLE LAGUNE E DEGLI STAGNI INTERDUNALI

POTAMOGETONETEA Klika in Klika & V. Novák 1941

Potamogetonetalia pectinati W. Koch 1929 corr. Oberd. 1979 (Syn. Hydrocharitetalia Rübel 1933, Magnopotametalia Den Hartog & Segal 1964, Parvopotametalia Den Hartog & Segal 1964, Callitricho-Ranunculotalia Passarge 1978, Nymphaeetalia albo-tetragonae Passarge 1978, Callitricho-Potametalia Schaminée, Lanjouw & Schipper 1990, Nupharo-Potametalia Schaminée, Lanjouw & Schipper 1990, Ranunculo-Myriophylletalia Passarge 1996)

Nymphaeion albae Oberd. 1957

Hottonietum palustris Tx. 1937

Cod. Natura 2000: 2190 Depressioni umide interdunari

Cod. CORINE Biotopo: 16.31 Corpi idrici interdunali permanenti

Cod. EUNIS: C1.341 Comunità galleggianti di *Hottonia palustris* in acque poco profonde

ISOËTO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946

Cod. Natura 2000: 1150 Lagune costiere – Prioritario; 2190 Depressioni umide interdunari; 3170

Stagni temporanei mediterranei – Prioritario

Isoëtetalia Br.-Bl. 1936

Isoëtion Br.-Bl. 1931

Isoëteto hystricis-Radioletum linoides Quezel 1956

Romuleo insularis-Isoëtetum duriei Foggi 1999

Isoëtetum duriaei Br.-Bl. (1031) 1935

Cod. CORINE Biotopo: 22.3411 Comunità terrestri a *Isoëtes*

Cod. EUNIS: C3.4211 Comunità terrestri a *Isoëtes*

Serapio-Isoëtetum hystricis Pedrotti 1982

Cod. CORINE Biotopo: 22.3411 Comunità terrestri a *Isoëtes*

Cod. EUNIS: E3.11 Praterie a *Serapias* sp.; C3.4211 Comunità terrestri a *Isoëtes*

Archidio-Isoëtetum velatae Brullo et Minissale 1998

Cod. CORINE Biotopo: 22.3412 Comunità mediterranee acquatiche a *Isoëtes*

Cod. EUNIS: C3.4212 Comunità mediterranee acquatiche a *Isoëtes*

Crassulo-Elatinetum gussonei Bartolo, Brullo, Minissale, Spampinato 1988

Cod. CORINE Biotopo: 22.3418 Comunità mediterranee anfibia a piante di taglia ridotta

Cod. EUNIS: C3.4218 Comunità mediterranee anfibia a piante di taglia ridotta

Cicendio-Solenopsion laurentiae Brullo et Minissale 1998

- Centunculo-Corrigioletum litoralis Brullo, Scelsi, Spampinato 1999
Laurentio-Juncetum capitati Rivas Goday et Borja 1968
Sileno laetae-Isolepidetum cernuae Blasi, Stanisci, Filesi, Milanese, Perinelli, Riggio 2002
Cod. CORINE Biotope: 22.3418 Comunità mediterranee anfobie a piante di taglia ridotta
Cod. EUNIS: C3.4218 Comunità mediterranee anfobie a piante di taglia ridotta
Preslion cervinae Br.-Bl. ex Moor 1937
Cod. CORINE Biotope: 22.342 Comunità anfobie mediterranee di alta statura
Cod. EUNIS: C3.422 Comunità mediterranee di piante anfobie di statura elevata
Ranunculo-Antinorietum insularis Brullo, Grillo, Terrasi 1976
Nanocyperetalia Klika 1935 (Syn. Cyperetalia fusci Pietsch 1963)
Verbenion supinae Slavnic 1951 (Heleochloion Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952)
Cod. CORINE Biotope: 22.343 Erbai mediterranei anfibi alonitrofilo
Crypsio alopecuroidis-Cyperetum fusci Biondi, Vagge, Baldoni & Taffetani 1999
Cod. EUNIS: C3.423 Comunità mediterranee anfobie di Crypsis
Heliotropio-Heleochloetum schoenoidis Rivas Goday 1955
Cod. EUNIS: C3.421 Comunità mediterranee di piante anfobie di bassa statura
Nanocyperion flavescens W. Koch 1929
Cod. CORINE Biotope: B1.82 Comunità pioniere degli acquitrini interdunali
Cyperetum flavescens Koch ex Aichinger 1933
Cod. CORINE Biotope: 22.3232 Comunità a piccoli *Cyperus*
Cod. EUNIS: C3.513 Comunità di specie nane annuali del genere *Cyperus*
Samolo valerandi-Caricetum serotinae Biondi, Vagge, Baldoni & Taffetani 1997
Cicendietum filiformis Allorge 1922
Cod. CORINE Biotope: 22.3233 Comunità d'erbe nane dei suoli molli
Cod. EUNIS: B1.82 Comunità pioniere degli acquitrini interdunali; C3.514 Comunità di erbe nane annuali dei suoli umidi
- PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941
Phragmitetalia australis W.Koch 1926
Phragmition australis W. Koch 1926 (=Phragmition communis W. Koch 1926)
Hippuridetum vulgaris Passarge (1955) 1964
Cod. Natura 2000: 2190 Depressioni umide interdunali
Cod. CORINE Biotope: 16.31 Corpi idrici interdunali permanenti; 53.149 Vegetazione ad *Hippuris vulgaris*
Cod. EUNIS: B1.81 Pozze interdunali; C3.249 Vegetazione ad *Hippuris vulgaris*
Scirpetalia compacti Hejny in Holub, Moravec, Neuhäusl 1967 em. Riv.-Mart. 1980 (Syn. Bolboschoenetalia compacti Dall & Hadač 1941 corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980)
Scirpion maritimi Dahl & Hadač 1941 (Syn. Bolboschoenion compacti Dall & Hadač 1941 Corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980)
Bolboschoenetum maritimi Egger 1933 (syn. Scirpetum compacto-litoralis (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952)
Cod. Natura 2000: 2190 Depressioni umide interdunali
Cod. CORINE Biotope: 16.35 Canneti e cariceti interdunali; 53.17 Formazioni a *Scirpus maritimus*

Cod. EUNIS: B1.85 Canneti, tifeti e cariceti interdunali; C3.27 Comunità di *Scirpus* sp. su substrato salino (scirpeto alofilo)

MOLINIO CAERULEAE-ARRHENATHERETEA ELATIORIS Tüxen 1937 (Syn.: Molinio-Juncetea Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Emb. & Molin. 1947)

Holoschoenetalia vulgaris Braun-Blanq. ex Tchou 1948

Molinio arundinaceae-Holoschoenion vulgaris Braun-Blanq. ex Tchou 1948

Cod. Natura 2000: 3170 Stagni temporanei mediterranei; 6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del Molinio-Holoschoenion

Cod. CORINE Biotope: 16.34 Praterie umide interdunali; 37.4 Prati umidi di erbe alte mediterranee

Cod. EUNIS: B1.84 Prati paludosi e brughiere umide interdunali; E3.1 Prati igrofilo mediterranei

Calamagrostio epigejotis-Erianthetum ravennae Taffetani et Biondi

Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis (Pign. 1953) Géhu in Géhu, Costa, Scoppola, Biondi, Marchiori, Peris, Géhu-Franck, Caniglia, Veri 1984 (syn. Schoeno nigricantis-Erianthetum ravennae Pignatti 1953)

Molinetalia caeruleae Koch 1926

Molinion caeruleae W.Koch 1926 (Syn. Molinio-Juncion acutiflori Duvigneaud nom. illeg.)

Cod. Natura 2000: 6410 Praterie con Molinia su terreni calcarei, torbosi o argillosolimosi (Molinion caeruleae)

Allio suaveolentis-Molinetum caeruleae Görs in Oberd. ex Oberd. 1983

Molinetto dei suoli basici

Cod. CORINE Biotope: 16.33 Paludi interdunali

Cod. EUNIS: B1.83 Acquitrini e paludi calcicole (occasionalmente acidofile) interdunali

JUNCETEA MARITIMI Br.-Bl. 1956

Cod. Natura 2000: 1150 Lagune costiere – DH Prioritario

Agropyretalia pungentis Géhu J.M. et Géhu J. 1969

Agropyron pungentis Géhu J.M. et Géhu J. 1969

Cod. CORINE Biotope: 15.35 Vegetazione a *Elymus pycnanthus*

Cod. EUNIS: A2.514 Comunità di *Elymus pycnanthus* con *Suaeda vera* o *Inula crithmoides*, su sedimenti in paludi salse litoranee

Atriplici-Elytrigietum pungentis Beeft. et Westh. 1962

Juncetalia maritimi Br.-Bl. 1931

Cod. Natura 2000: 1410 Pascoli inondati mediterranei (Juncetalia maritimi); 2190 Depressioni umide interdunari

Juncion maritimi Br.-Bl. 1931

Limonio narbonensis-Caricetum extensae Géhu et Biondi 1994

Junco-Caricetum extensae Br.-Bl. et Del. 1936

Caricetum divisae Br.-Bl. 1931

Cod. CORINE Biotope: 15.52 Paludi salmastre a piccoli carici e altre specie

Cod. EUNIS: A2.523 Comunità mediterranee di piccoli *Juncus* sp., *Carex* sp., *Hordeum* sp. e *Trifolium* sp.

Inulo-Juncetum maritimi Brullo 1988

Juncetum maritimi (Rubel) Pignatti 1953

- Cod. CORINE Biotope: 15.51 Paludi e acquitrini salate ad alti giunchi
Cod. EUNIS: A2.535 Paludi salse a *Juncus maritimus* del litorale medio-superiore
Puccinellio festuciformis-Juncetum maritimi (Pignatti 1953) Géhu in Géhu *et al.* 1984
Juncetum acuti Molinier et Tallon 1970
Juncetum maritimi-acuti H.ic 1934
Limonio dictyocлади-Juncetum acuti Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signor-
rello, Spampinato 1989
Cod. CORINE Biotope: 15.51 Paludi e acquitrini salati ad alti giunchi
Cod. EUNIS: A2.522 Comunità mediterranee di *Juncus maritimus* e *Juncus acu-
tus* di paludi salmastre
Plantaginion crassifoliae Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952
Cod. CORINE Biotope: 15.53 Prati mediterranei alo-psammofili
Cod. EUNIS: A2.532 Prati alo-psammofili del Mediterraneo
Plantagini crassifoliae-Caricetum extensae Géhu et Biondi 1988
Schoeno-Plantaginetum crassifoliae Br.-Bl. (1931) 1952
Puccinellion festuciformis Géhu et Scopp. 1984 in Géhu *et al.* 1984
Cod. CORINE Biotope: 15.55 Prati salati mediterranei a Puccinellia
Cod. EUNIS: A2.543 Comunità prative mediterranee delle paludi salse costiere
Puccinellio festuciformis-Aeluropetum littoralis (Corbetta 1968) Géhu et Costa 1984
Limonio narbonensis-Puccinellietum festuciformis (Pign. 1966) Géhu et Scopp.
1984 in Géhu
Puccinellio festuciformis-Caricetum extensae Géhu et Biondi 1994
Agropyro-Artemision coerulescentis (Pign. 1953) Géhu et Scopp. 1984
Cod. CORINE Biotope: 15.57 Formazioni ad *Artemisia caerulscens* e *Agropyron* sp.pl.
Elymo elongati-Inuleto crithmoidis Br.-Bl. 1952 (Syn. Agropyro elongati-Inule-
tum crithmoidis Br.-Bl. (1931) 1952)
Cod. CORINE Biotope: 15.57 Formazioni ad *Artemisia caerulscens* e *Agropyron* sp.pl.
Cod. EUNIS: A2.514 Comunità di *Elymus pycnanthus* con *Suaeda vera* o *Inula*
crithmoides, su sedimenti in paludi salse litoranee
Limonio narbonensis-Artemisietum coerulescentis Horvatic (1933) 1934 corr.
Géhu et Biondi 1996
Cod. EUNIS: A2.624 Comunità mediterranee di *Elymus* sp. o *Artemisia* sp.
Puccinellietalia distantis (Soó 1968) Géhu et Riv.-Mart. 1982
Puccinellion distantis Soó 1933 em. Géhu et Riv.-Mart. 1982
Cod. Natura 2000: 1340 Pascoli inondati continentali (Puccinellietalia distantis) –
DH Prioritario
Cod. CORINE Biotope: 15.14 pascoli inondati continentali, 15.41 Prati salati conti-
nentali con Puccinellia distans
Spergulario marinae-Puccinellietum distantis Feekes 1934
- SPARTINETEA MARITIMAE R. Tx. in Beeftink 1962
Spartinetalia maritimae (Conard 1935) Beeft. Géhu, Ohba et R. Tx. 1971
Spartinion maritimae (Conard 1935) Beeft. Géhu, Ohba et R. Tx. 1971
Vegetazione a Sparto delle barene e erbe perenni su fanghi e spiagge intertidali
Cod. Natura 2000: 1320 Prati di Spartina (Spartinion maritimae) - DH
Cod. CORINE Biotope: 15.21 Zolle a Spartina sp. pl. a foglie larghe
Cod. EUNIS: A2.654 Comunità di Spartina sp. dalle foglie piatte

Junco maritimi-Spartinetum junceae (O. Bolòs 1962) nom. inv. prop. Filigheddu, Farri et Biondi 2000

Spartinetum maritimae Corillion 1953

Limonio narbonensis-Spartinetum maritimae (Pign. 1966) Beeft. et Géhu 1973

THERO-SALICORNIETEA STRICTAE Pignatti 1953 em. R.Tüxen in R.tx & Oberdorfer 1958
Cod. Natura 2000: 1310 Vegetazione pioniera a Salicornia e altre specie annuali delle zone fan-gose e sabbiose

Thero-Salicornietalia Pign. 1953 em. R.Tüxen 1974

Salicornion patulae Géhu et Géhu-Franck 1984 (syn. Thero-Salicornion Br.-Bl. 1933)

Salicornietum venetae Pignatti 1966

Cod. CORINE Biotopo: 15.1132 Tappeti a *Salicornia vaneta*

Cod. EUNIS: A2.6514 Comunità di *Salicornia veneta*

Salicornietum emerici O. Bolòs 1962

Cod. CORINE Biotopo: 15.1131 Comunità a *Salicornia* delle basse coste mediterranee centro-occidentali

Cod. EUNIS: A2.6513 Comunità pioniera di *Salicornia* sp. delle paludi salse

Salicornietum herbaceae Van Langendonck 1933 (Syn. Salicornietum europaeae Bég. 1941 p.p)

Cod. EUNIS: A2.6513 Comunità pioniera di *Salicornia* sp. delle paludi salse

Pholiuro-Spergularietum marginatae Pignatti (1953) 1966

Cod. EUNIS

Suaedo maritimae-Salicornietum patulae (Brullo et Furnari 1976) Géhu et Géhu-Franck 1984

Cod. CORINE Biotopo: 15.1112 Aggruppamenti a Suaeda e *Salicornia*

Cod. EUNIS: A2.6513 Comunità pioniera di *Salicornia* sp. delle paludi salse

Thero-Suaedion Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Suaedetum maritimae (Conard 1935) Pign. 1953

Cod. CORINE Biotopo: 15.1112 Aggruppamenti a *Suaeda* e *Salicornia*

Cod. EUNIS: A2.6512 Comunità pioniera di *Suaeda marittima* delle paludi salse

Suaedo maritimae-Bassietum hirsutae Br.-Bl. 1928 (Syn. Suaedo-Kochietum hirsutae Br.-Bl. 1928)

Cod. CORINE Biotopo: 15.1112 Aggruppamenti a *Suaeda* e *Salicornia*

Cod. EUNIS: A2.6512 Comunità pioniera di *Suaeda marittima* delle paludi salse

Suaedo maritimae-Salsoletum sodae Mayer 1995

Cod. CORINE Biotopo: 15.1112 Aggruppamenti a *Suaeda* e *Salicornia*

Cod. EUNIS: A2.6512 Comunità pioniera di *Suaeda marittima* delle paludi salse
Salsoletum sodae Pign. 1953

Cod. EUNIS: A2.652 Comunità pioniera alo-nitrofile delle coste mediterranee

Cakilo-Atriplicetum tornabenei Géhu 1984

Cod. CORINE Biotopo: 15.56 Formazioni annuali delle linee di deposito degli ambienti alofili

Cod. EUNIS: A2.651 Comunità pioniera di *Salicornia* sp., *Suaeda* sp. e *Salsola* sp. delle paludi salse

SAGINETEA MARITIMAE Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962

Cod. Natura 2000: 1310 Vegetazione pioniera a Salicornia e altre specie annuali delle zone fan-

gose e sabbiose; 3170 Stagni temporanei mediterranei – Prioritario

Saginetalia maritimae Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962

Saginion maritimae Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962

Cod. CORINE Biotope: 15.13 Aggruppamenti a Sagina e Cochlearia

Cod. EUNIS: A2.61B Comunità di Sagina maritima in paludi salse effimere, su spiagge sabbiose

Catapodio marini-Parapholidetum incurvae Géhu et de Foucault 1978

Catapodio marini-Evacetum rotundatae Géhu *et al.* 1989

Sagino maritimae-Catapodietum marinae Tx. in Tx. et Westh. 1963

Parapholidetum filiformis Brullo, Scelsi et Siracusa 1994

Frankenietalia pulverulentae Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

Cod. Natura 2000: 1310 Vegetazione annua pioniera a Salicornia e altre specie delle zone fangose e sabbiose - DH

Crypsidion aculeatae Pignatti 1954

Cod. CORINE Biotope: 15.14 Steppe salate a *Crypsis*

Cod. EUNIS: E6.13 Comunità di erbe alo-nitrofile pioniere dell'entroterra

Crypsidetum aculeatae (Bojko 1932 n.n.) Wenzel 1934

Frankenion pulverulentae Rivas-Martinez ex Castroviejo et Porta 1976

Cod. CORINE Biotope 15.12 Comunità alonitrofile a Frankenia

Cod. EUNIS: A2.652 Comunità pioniere alo-nitrofile delle coste mediterranee

Parapholido incurvae-Spergularietum marginatae Pign. (1953) 1966

Parapholido-Frankenietum pulverulentae Rivas Martinez ex Castroviejo & Porta 1976

Isolepido cernui-Saginetum maritimae Brullo 1988

Polypogonetum subspathacei Gamisans 1990

Limonion avei Brullo 1988

Cod. CORINE Biotope 15.12 Comunità alonitrofile pioniere Mediterranee

Cod. EUNIS A2.65 Comunità di piante pioniere delle paludi salse; E6.11 Steppe alofile a Limonium sp., del Mediterraneo

Limonio avei-Hymenolobetum procumbentis Brullo, Scelsi, Siracusa 1994

Limonio avei-Parapholidetum marginatae Brullo, Scelsi, Siracusa 1994

Spergulario rubrae-Limonietum avei (Brullo et Di Martino 1974) Brullo 1988

SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. & R. Tx. ex A. de Bolòs y Vayreda 1950 (Syn. *Salicornietea Fruticosae* Br.-Bl. & Tuxen ex A. & O. Bolòs 1950, *Arthrocnemetea fruticosi* Br.-Bl. & R. Tx. 1943)

Cod. Natura 2000: 1420 Praterie e fruticeti mediterranee e termo-atlantici (*Sarcocornetea fruticosi*) - DH

Sarcocornietalia fruticosae (Br.-Bl. 1931) R. Tx. et Oberd. 1958 (Syn. *Salicornietalia fruticosae* Br.-Bl. 1933, *Arthrocnemetalia fruticosi* Br.-Bl. 1931 corr. O. Bolòs 1967)

Sarcocornion fruticosae Br.-Bl. 1931 (Syn. *Arthrocnemion fruticosi* Br.-Bl. 1931 corr. O. Bolòs 1967; *Salicornion fruticosae* Br.-Bl. 1933)

Puccinellio festuciformis-Halimionetum portulacoidis Géhu, Biondi, Géhu Franck, Costa 1992

Cod. EUNIS: A2.645 Paludi salse ad *Halimione portulacoides* del litorale medio-inferiore

Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum perennis (Br.-Bl. 1931) Géhu 1976 (Syn. Puccinellio festuciformis (= palustris)-Arthrocnemetum perennis (Br.-Bl.

- 1931) em. Gèhu 1976)
Cod. CORINE Biotopo: 15.611 Arbusteti bassi a *Arthrocnemum*
Cod. EUNIS: A2.658 Comunità pioniera di *Arthrocnemum perenne* delle paludi salse, a volte con *Halimione* sp., *Puccinellia* sp. e *Suaeda* sp.
Junco subulati-*Sarcocornietum fruticosae* Brullo et Furnari 1988 (Syn. *Junco subulati*-*Arthrocnemetum fruticosae* Brullo et Furnari 1988)
Cod. CORINE Biotopo: 15.58 Formazioni a *Juncus subulatus*
Cod. EUNIS: A2.625 Comunità mediterranee di *Juncus subulatus* di paludi salmastre *Sarcocornietum fruticosae* Br.-Bl. 1931 (= *Arthrocnemetum fruticosae* Br.-Bl. 1931, *Salicornietum fruticosae* Br.-Bl. 1931)
Cod. CORINE Biotopo: 15.612 Arbusti alti ad *Arthrocnemum*
Cod. EUNIS: A2.626 Comunità mediterranee arbustive di paludi salmastre *Sarcocornietum deflexae* (Br.-Bl. 1931) Lahondère, Gèhu et Paradis 1992
Cod. CORINE Biotopo: 15.611 Arbusteti bassi a *Arthrocnemum*
Cynomorio coccineae-*Halimonietum portulacoidis* Biondi 1992
Cod. CORINE Biotopo: 15.616 Arbusteti mediterranei ad *Atriplice marina* e *Arthrocnemum fruticosi*
Cod. EUNIS: A2.645 Paludi salse ad *Halimione portulacoides* del litorale medio-inferiore
Halimiono-Suaedetum verae Mol. et Tall. 1970 (= *Halimiono-Suaedetum fruticosae* Mol. et Tall. 1970)
Cod. CORINE Biotopo: 15.614 Arbusteti alofiti a *Suaeda*
Cod. EUNIS: A2.516 Comunità di *Suaeda vera* (= *fruticosa*), su sedimenti in paludi salse litoranee
Halocnemetum strobilacei Oberd. 1952 em. Gèhu 1994
Cod. CORINE Biotopo: 15.617 Cespuglieti ad *Halocnemum*
Cod. EUNIS: A2.526 Comunità mediterranee arbustive di paludi salmastre *Arthrocnemetum perennis* (Br.-Bl. 1931) Gèhu 1976 (Syn. *Sarcocornietum perennis* Br.-Bl. (1931) 1933, *Salicornietum radicans* Br.-Bl. (1931) 1933)
Cod. CORINE Biotopo: 15.611 Arbusteti bassi a *Arthrocnemum perenne*
Cod. EUNIS: A2.658 Comunità pioniera di *Arthrocnemum perenne* delle paludi salse, a volte con *Halimione* sp., *Puccinellia* sp. e *Suaeda* sp.
Arthrocnemion macrostachyi Rivas Martinez 1980 (syn. *Arthrocnemion glauci* Rivas Martinez 1980)
Cod. CORINE Biotopo: 15.613 Cespuglieti alofili a *Arthrocnemum glaucum*
Cod. EUNIS: A2.62 Comunità poli-specifiche in paludi salse del litorale superiore *Puccinellio convolutae*-*Arthrocnemetum macrostachyi* (Br.-Bl. (1928) 1933) Gèhu 1984 (syn. *Puccinellio convolutae*-*Arthrocnemetum glauci* (Br.-Bl. (1928) 1933) Gèhu 1984)
Arthrocnemetum macrostachyi-*Halocnemetum strobilacei* Oberd. 1952 (syn. *Arthrocnemo glauci*-*Halocnemetum strobilacei* Oberd. 1952)
Sphenopo divaricati-*Arthrocnemetum macrostachyi* Br.-Bl. 1933 em. Gèhu 1977 (syn *Sphenopo divaricati*-*Arthrocnemetum glauci* Br.-Bl. 1933 em. Gèhu 1977)
Puccinellio convolutae- *Arthrocnemetum macrostachyi* Br.-Bl. (1928) 1933 em. Gèhu 1984 (Syn. *Puccinellio convolutae*- *Arthrocnemetum glauci* Br.-Bl. (1928) 1933 em. Gèhu 1984)
Cod. EUNIS: A2.626 Comunità mediterranee arbustive di paludi salmastre

Limonietales Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

Cod. Natura 2000: 1510 Steppe salate mediterranee (Limonietales) - Prioritario

Limoniastrion monopetali Pignatti 1953

Cod. CORINE Biotopo: 15.63 Cespuglieti termofili a Limoniastrum

Cod. EUNIS: A2.628 Comunità mediterranee di *Limoniastrum* sp.

Arthrocnemo-Limoniastrum monopetali Tadros 1952

Asparago-Limoniastrum monopetali Bartolo, Brullo, Marcenò 1982

Limoniastro-Limonietum siculi Brullo et Di Martino 1974

Limonion ferulacei Pignatti 1953

Limonietum venetum Pign. 1953

Cod. CORINE Biotopo: 15.81 Steppe salate a *Limonium*

Cod. EUNIS: E6.11 Steppe alofile a *Limonium* sp., del Mediterraneo

Frankenio laevis-Limonietum cancellati Mariotti 1992

Cod. CORINE Biotopo: 15.33D Tappeti di *Frankenia laevis*

Cod. EUNIS: A2.619 Comunità di *Frankenia laevis* e *Halimione portulacoides* su sedimenti in paludi salate litoranee

Salicornio-Limonietum ferulacei Pignatti 1952

Cod. CORINE Biotopo: 15.81 Steppe salate a *Limonium*

Cod. EUNIS: E6.11 Steppe alofile a *Limonium* sp., del Mediterraneo

Limonio-Lygetum Brullo et Di Martino 1974

Cod. CORINE Biotopo: 15.82 Steppe alofile a *Lygeum spartum*, del Mediterraneo

Cod. EUNIS: E6.12 Steppe alofile a *Lygeum spartum*, del Mediterraneo

Arthrocnemo-Hordetum maritimi Brullo et Furnari 1975

Halocnemo-Parapholidetum incurvae Brullo et Di Martino 1974

Cod. CORINE Biotopo: 15.83 Steppe alo-nitrofile pioniere dell'entroterra

Cod. EUNIS: E6.13 Comunità di erbe alo-nitrofile pioniere dell'entroterra

BOSCHI, MACCHIE E GARIGHE DUNALI

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Macchie e foreste sempreverdi mediterranee

Pistacio lentisci-Rhamnetalia Rivas-Mart. 1975

Oleo-Ceratonion Br.-Bl. ex Guinocet et Drouineau 1944 em. Riv.-Mart. 1975

Phillyreo angustifoliae-Ericetum multiflorae Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985

Cod. CORINE Biotopo: 16.28 Cespuglieti a sclerofille delle dune;

Cod. EUNIS: B1.64 Comunità arbustive di sclerofille su dune costiere

Oleo sylvestris-Pistacetum lentisci Molinier 1954

Asparago acutifolii-Oleetum sylvestris Bacchetta, Bagella, Biondi, Farris, Filigheddu & Mossa 2003

Codice Natura 2000: 9320 Foreste di *Olea* e *Ceratonia* - DH

Cod. CORINE Biotopo: 45.11 Boscaglie ad olivastro; 32.121 Matorral a *Olea europea/sylvestris*; 32.123 Matorral a *Pistacia lentiscus*; 32.211 Macchia bassa a olivastro e lentisco;

Cod. EUNIS: F5.12 Boscaglie di *Olea europaea* e *Pistacia lentiscus*; G2.41 Boschi di *Olea europaea* var. *sylvestris*

- Erico arboreae-Myrtetum communis Quezel *et al.* 1988
Rubo-Myrtetum comunis Biondi *et al.* 2003
Ephedro fragilis-Pistacietum lentisci Biondi, Brugiapaglia, Farris, Filigheddu, Secchi 2004
Myrto communi-Pistacietum lentisci (R. Mol. 1954) Rivas-Martinez 1975
Cod. CORINE Biotopo: 32.218 Cespuglieti a *Myrtus communis*
Cod. EUNIS: F5.21 Macchie di arbusti elevati
Rhamno alterni-Euphorbietum dendroidis (Trinajstic 1973) Ghu & Biondi 1997
Euphorbio dendroidis-Anagyridetum foetidae Biondi et Mossa 1992
Oleo-Euphorbietum dendroidis Trinajstic (1973) 1984
Asparago albi-Euphorbietum dendroidis Biondi et Mossa 1992
Cod. Natura 2000: 5330 Arbusteti termomediterranei e pre-desertici
Cod. CORINE Biotopo: 32.22 Formazioni ad *Euphorbia dendroides*
Cod. EUNIS: F5.52 Comunità di *Euphorbia dendroides*
Juniperion lyciae Rivas Martínez 1975 (Syn. Juniperion turbinatae Rivas Martínez 1975 corr. 1987)
Cod. Natura 2000: 2250 Dune costiere con Juniperus spp. - Prioritario
Chamaeropo-Juniperetum phoeniceae De marco, Dinelli, Caneva 1989
Phillyreo angustifoliae-Juniperetum phoeniceae Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985
Teucro fruticantis-Juniperetum phoeniceae Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985
Oleo-Juniperetum phoeniceae Arrigoni, Bruno, De Marco et Veri 1975
Cod. CORINE Biotopo: 16.272 Dune a *Juniperus phoenicea*
Cod. EUNIS: B1.632 Comunità arbustive di *Juniperus phoenicea* su dune costiere
Ephedro-Juniperetum macrocarpae Bartolo, Brullo, Marcenò 1982
Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae Géhu et Biondi 1994
Pistacio lentisci-Juniperetum macrocarpae Caneva, De Marco & Mossa 1981 (= Pistacio lentisci-Juniperetum oxycedri Allegrezza, Biondi, Formica e Balzelli 1997)
Junipero-Quercetum calliprini Bartolo, Brullo & Marcenò 1982
Cod. CORINE Biotopo: 16.271 Dune a *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*
Cod. EUNIS: B1.631 Comunità arbustive di *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* su dune costiere
Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em Rivas-Martínez 1975
Erico arboreae-Quercion ilicis Brullo, Di Martino & Marcenò 1977
Erico arboreae-Arbutetum unedi Molinier 1937
Cod. Corine Biotopo: 32.311 Macchia alta del Mediterraneo occidentale
Cod. EUNIS: F5.21 Macchie di arbusti elevati
Erico arboreae-Quercetum ilicis Brullo, Di Martino, Marcerò 1977
Cod. Natura 2000: 9340 Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia
Cod. Corine Biotopo 45.31B Leccete di Pantelleria
Cod. EUNIS: G2.121 Foreste meso-mediterranee di Quercus ilex
Simethido mattiazzi-Quercetum suberis Selvi et Viciani 1999 (Simethido planifoliae-Quercetum suberis Selvi 1997 syn.)
Cytiso-Quercetum suberis Testi, Lucattini e Pignatti 1994
Cod. Natura 2000: 9330 Foreste di Quercus suber - DH
Cod. Corine Biotopo: 45.214 Sugherete dell'Italia centrale
Cod. EUNIS: G2.1114 Foreste di Quercus suber dell'Italia centrale
Genisto aristato-Quercetum suberis Brullo 1983

- Helleboro-Quercetum suberis Signorello 1984
Stipo bromoidis-Quercetum suberis Barbagallo 1983
Cod. Natura 2000: 9330 Foreste di *Quercus suber* - DH
Cod. Corine Biotopo: 45.215 Sugherete dell'Italia meridionale
Cod. EUNIS: G2.1115 Foreste di *Quercus suber* dell'Italia meridionale
Galio scabri-Quercetum suberis Rivas-Martinez, Biondi, Costa & Mossa 2002
Violo dehnhardtii-Quercetum suberis Bacchetta, Bagella, Biondi, Farris, Filigheddu, Mossa 2004
Cod. Natura 2000: 9330 Foreste di *Quercus suber*
Cod. Corine Biotopo: 45.213 Sugherete della Sardegna; 32.111 Matorral a *Quercus suber*
Cod. EUNIS: G2.1113 Foreste di *Quercus suber* della Sardegna
Erico arborae-Quercetum virgiliana Brullo et Marcenò 1984
Cod. Corine Biotopo: 41.732 Querceti a querce caducifolie con *Q. pubescens*, *Q. virgiliana*) e *Q. daleschampii* dell'Italia peninsulare ed insulare
Cod. EUNIS: G1.732 Boschi di *Quercus pubescens* Italo-Siciliani
Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975
Fraxino orni-Quercetum ilicis Horvatic (1956) 1958
Cod. Natura 2000: 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*
Cod. CORINE Biotopo: 45.319 Leccete illiriche
Cod. EUNIS: G2.122 Foreste supra-mediterranee di *Quercus ilex* del Mediterraneo nord-occidentale e del Mare Adriatico
Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Riv. Martinez 1975
Cod. Natura 2000: 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*
Cod. CORINE Biotopo: 45.312 Lecceta catalano-provenzale
Cod. EUNIS: G2.1213 Foreste Catalano-Provenzali di *Quercus ilex*
Asplenio onopteris-Quercetum ilicis Orsomando *et al.* 1999
Rusco aculeati-Quercetum ilicis Biondi, Gigante, Pignattelli, Venanzoni 2002
Cyclamino repandi-Quercetum ilicis Riv.-Mart., Cantó, Fernández-González e Sánchez-Mata 1995
Cod. Natura 2000: 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*
Cod. CORINE Biotopo: 45.318 Leccete dell'Italia centrale e settentrionale
Cod. EUNIS: G2.1218 Leccete dell'Italia centrale e settentrionale
Pistacio lentisci-Quercetum ilicis Brullo et. Marcenò 1985
Rhamno alatarni-Quercetum ilicis Brullo & Marcenò 1984
Cod. Natura 2000: 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*
Cod. CORINE Biotopo: 45.31A Leccete sud-italiane e siciliane
Cod. EUNIS: G2.121A Leccete sud-italiane e siciliane
Prasio majoris-Quercetum ilicis Bacchetta, Bagella, Biondi, Farris, Filigheddu & Mossa 2004
Cod. Natura 2000: 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*
Cod. CORINE Biotopo: 45.317 Leccete sarde
Cod. EUNIS: G2.1217 Leccete sarde
Genisto aspalathoidis-Pinetum hamiltonii Brullo, Di Martino, Marcenò 1977
Cod. Natura 2000: 9540 Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici
Cod. Corine Biotopo: 32.21G2 Macchie alte a *Genista aspalathoides* di Pantelleria; 42.826 Pinete di Pantelleria a *Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii*

- Cod. EUNIS: G3.72 Foreste supra- o sub-mediterranee di *Pinus pinaster* subsp. *atlantica* (o *P. mesogeensis*)
Genisto aspalathoidis-Pinetum hamiltonii pinetosum halepensis Brullo, Di Martino, Marcenò 1977
Cod. Corine Biotope: 42.8464 Pinete di Pino d'Aleppo di Pantelleria
Cod. EUNIS: G3.7464 Boschi di *Pinus halepensis* di Pantelleria
Plantago albicans-Pinetum halepensis Bartolo *et al.* 1985
Cyclamino hederifolii-Pinetum halepensis Biondi *et al.* 2004
Cod. Natura 2000: 9540 Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici
Cod. CORINE Biotope: 42.8471 Pinete a pino d'Aleppo del Gargano
Cod. EUNIS: G3.7471 Boschi di *Pinus halepensis* del Gargano (Italia)
Arbuto unedi-Quercetum calliprini Brullo, Minissale, Signorello e Spampinato 1986,
Hedero helices-Quercetum calliprini Biondi, Casavecchia, Guerra, Medagli, Beccaris & Zuccarello 2004
Corine Biotope: 45.42 Boscaglia a quercia spinosa
Cod. EUNIS: G2.132 Boschi italiani di *Quercus calliprinos* (= *coccifera*)
Fico caricae-Lauretum nobilis Fanelli & Bianco 2003
Cod. Natura 2000: 5230* Matorral arborescenti di *Laurus nobilis* – Prioritario;
5310 Boscaglia fitta di *Laurus nobilis* - DH
Cod. Corine Biotope: 32.18 Matorral di alloro
Cod. EUNIS: G2.21 Boschi di *Laurus* sp. e *Quercus* sp. mediterraneo-atlantici
RHAMNO CATARTICI-PRUNETEA SPINOSAE Rivas-Goday et Borja 1961
Prunetalia spinosae R.Tüxen 1952
Cytisium sessilifolii Biondi *et al.* 1988
Junipero communis-Hippophaetum fluviatilis Géhu et Scopp. 1984
Cod. Natura 2000: 2160 Dune con presenza di *Hippophae rhamnoides*
Cod. CORINE Biotope: 16.251 Dune a *Hippophae rhamnoides*
Cod. EUNIS: B1.611 Arbusteti arbustive di *Hippophae rhamnoides* su dune costiere
Pruno-Rubion ulmifolii de Bolos 1954
Clematido vitalbae-Rubetum ulmifolii Poldini 1980
Cod. CORINE Biotope: 31.8A2 Formazioni a *Rubus ulmifolius* della Sicilia e dell'Italia peninsulare
Cod. EUNIS: F3.23 Cespuglieti di latifoglie decidue sub-mediterranei della regione tirrenica
- QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 (Syn. Carpino-Fagetea Jacukks 1967)
Fagetalia sylvaticae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1927
Carpinion betuli Issl. 1931 em. Oberd. 1957
Polygonato multiflori-Quercetum roboris Sartori 1980
Quercus roboris-Ulmetum minoris Issler 1924
Cod. Natura 2000: 91F0 Foreste miste riparie di grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia* (*Ulmion minoris*)
Cod. CORINE Biotope: 44.44 Foreste padane a farnia, frassino ed ontano
Cod. EUNIS: G1.224 Foreste fluviali di *Quercus* sp., *Alnus* sp. e *Fraxinus excelsior* della Val Padana (nord-Italia)

QUERCETEA PUBESCENTIS DOING-KRAFT EX SCAMONI ET PASSARGE 1959

Quercetalia pubescenti-petraeae Klika 1933 corr. Morav. In Béguin et Theurillat 1993

Quercion frainetto Horvat 1959 (Incl. Teucro siculi-Quercion cerridis (Ubaldi, 1988)

Scoppola et Filesi 1993)

Echinopo siculi-Quercetum frainetto Blasi et Paura 1993 (syn. *Carpino orientalis-Quercetum cerridis* Blasi 1984)

Mespilo germanicae-Quercetum frainetto Biondi, Gigante, Pignatelli, Venanzoni 2001

Quercetum frainetto-suberis Blasi, Filesi, Fratini, Stanisci 1997

Cod. Natura 2000: 9280 Boschi di Quercus frainetto - DH

Cod. CORINE Biotope: 41.7512 Boschi sud-italiani a cerro e farnetto

Cod. EUNIS: G1.75 Boschi supramediterranei di *Quercus* sp. del Mediterraneo orientale

Erico arborea-Quercetum cerridis Arrigoni 1990

Cod. CORINE Biotope: 41.741 Cerrete nord-italiane

Cod. EUNIS: G1.741 Cerrete dell'Italia settentrionale

BOX 5.1

Schede Natura 2000 degli habitat costieri italiani

Pietro Massimiliano Bianco

Lo scopo del presente elenco è aumentare la conoscenza delle emergenze floristiche degli habitat marini e dunali oggetto di interventi di riqualificazione ambientale o inseriti nelle riserve marine, nei SIC, ZPS e altre aree protette. Tale conoscenza, con particolare riferimento alle specie minacciate, viene considerata essenziale sia nella fase di progettazione delle attività di recupero ambientale che di monitoraggio post-operam. Le corrispondenze tra Codice Natura 2000, Eunis e CORINE biotope sono basate sul manuale riferito all'Europa dei 27 (European Commission, 2007); ove opportuno, oltre alle corrispondenze reative al congruo livello di riferimento sono indicate le sottocategorie descritte per l'Italia (APAT, in pubbl.). Le informazioni sulle specie minacciate sono tratte dalla checklist nazionale (Scoppola e Spampinato, 2005).

11. MARI E OCEANI

Codice Natura 2000

1110 Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina

Eunis

A2.61 Comunità di *Zostera* sp. su sedimenti litoranei

A5 Sedimenti sublitorali

A7.82 Zona mesopelagica in masse d'acqua non stratificata e a salinità normale

CORINE Biotopo

11.125 Secche

11.22 Fondali marini sublitorali soffici

11.31 Banchi di sabbia sublitorali perennemente sommersi

Descrizione

Banchi sublitoranei formati principalmente da sedimenti sabbiosi in acque saline o ipersaline circondati da acque più profonde. La profondità dell'acqua è raramente superiore a 30 m slm, ma è opportuno includere le zone dei banchi di sabbia che si estendono a profondità maggiori se fanno parte dell'elemento e ne ospitano i raggruppamenti biologici. Dal punto di vista vegetale sono presenti aggruppamenti di specie vascolari e fitocenosi algali a sviluppo rapido i cui popolamenti sono soggetti a modificazioni e spostamenti nello spazio e nel tempo in seguito ai movimenti di maree, correnti, mareggiate e grandi piene. Molte superfici possono essere prive di vegetazione macrofita.

Specie guida

Cymodocea nodosa (Ucria) Asch., *Zostera marina* L.

Alghe

Ceramia sp. pl., *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Groves

Specie protette

Zostera marina L. (Convenzione di Berna)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Veneto: Delta del Po (ZPS IT3270023)

Sicilia: Fondali Foce del Fiume Irminio (SICp ITA080001)

Sardegna meridionale: Promontorio, dune e zona umida di Porto Pino (SICp ITB040025)

Liguria: Fondali Capo Berta-Diano Marina-Capo Mimosa (SICp IT1315670)

Campania: Fondali Marini di Ischia, Procida e Vivara (SICp IT8030010).

Codice Natura 2000

1120 Praterie di Posidonie (*Posidonion oceanicae*) Prioritario

Eunis

A4.56 Comunità di *Posidonia* sp

CORINE Biotopo

11.34 Praterie a *Posidonia*

Sottocategorie

A4.5611 Microhabitat dei solchi sabbiosi nelle praterie di *Posidonia oceanica*

A4.5612 Microhabitat delle berriere scogliose nelle; praterie di *Posidonia oceanica*

A4.5613 Facies a *Posidonia oceanica* morta con fitta epiflora

A4.5614 Associazioni di *Caulerpa prolifera* su banchi di *Posidonia*.

Sintassonomia

ZOSTERETEA S. Pignatti 1953

Posidonietalia Den Hartog 1976 (da alcuni autori incluso in Zosteretalia)

Posidonion oceanicae Br.-Bl. 1931 (da alcuni autori incluso in Zosterion)

Posidonietum oceanicae Br.-Bl. 1952

Descrizione

Praterie sottomarine del Mar Mediterraneo a *Posidonia oceanica* di acque mosse delle zone sublitorali ed eu-litorali comprese tra 1 e 30 metri di profondità (in acque molto limpide fino ai 40 metri) e con temperature comprese fra i 10 e i 28 °C. Costituiscono la comunità climax dei fondi sabbiosi sublitoranei del mar Mediterraneo dove occupano un'area intorno al 3% pari a circa 38.000 km². Queste formazioni esercitano una notevole azione nella protezione della linea di costa dall'erosione ed al loro interno vivono molti organismi animali e vegetali che nella prateria trovano nutrimento e protezione.

Questa formazione produce notevoli quantità di ossigeno e biomassa: 1 m² di prateria, grazie all'elevato sviluppo fogliare, è in grado di produrre sino a 14 litri di ossigeno al giorno e circa il 30% della sostanza organica sintetizzata è esportata verso gli ecosistemi limitrofi.

La *Posidonia* produce rizomi plagiotropi, che crescono in senso orizzontale ed ancorano la pianta al substrato, e rizomi ortotropi, che si accrescono in senso verticale contrastando l'insabbiamento dovuto alla continua sedimentazione. I due tipi di accrescimento danno luogo alla cosiddetta *matte*, una formazione a terrazzo costituita dall'intreccio degli strati di rizomi, radici e dal sedimento intrappolato di cui solo la parte sommitale è formata da piante vive. La *matte* ha un ritmo di crescita molto lento di circa 1 m al secolo. Un'alta velocità di sedimentazione può portare all'insabbiamento e al soffocamento dei rizomi mentre una sedimentazione troppo lenta può portare allo scalzamento dei rizomi ed alla regressione della prateria.

Specie guida

Posidonia oceanica (L.) Delile (Convenzione di Barcellona All. 2; Convenzione di Berna)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Codice Natura 2000

1130 Estuari

Eunis

X01 Estuari

A4 Accumuli di sedimenti infra- e circa-litorali

A5 Sedimenti sublitorali

CORINE Biotopo

11.2 Benthos (Fondi marini)

13.2 Estuari

Descrizione

Tratto terminale dei fiumi, dove le acque dolci si mescolano con quelle salate del mare e sono sottoposti all'influenza delle maree. Il flusso del fiume e le maree causano il deposito di sedimenti fini e la formazione di cordoni e isolotti sabbiosi e fangosi, che costituiscono aree particolarmente importanti per l'avifauna. Dal punto di vista vegetazionale possono includere tipologie che vanno dalle comunità di alghe bentoniche alle formazioni di alofite (Salicornieti, Salsolo-Cakileti, spartineti e sarcocorneti).

Specie guida

Vedi: 1150, 1110, 1210, 1310, 1320, 1420

Regione biogeografica

Continente, Mediterraneo

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Foce del Bevano, Po di Goro

Liguria nel tratto terminale di Magra, Entella, Centa, Nervia e Roia.

Codice Natura 2000

1140 Distese fangose e sabbiose emerse durante la bassa marea

Eunis

A2.2 Accumuli litoranei di sabbia, più o meno fine

A2.4 Sedimenti litoranei dalla granulometria varia

CORINE Biotope

14 Piane fangose e sabbiose sommerse parzialmente dalle maree

Sottocategorie

A2.21 Spiagge sabbiose esposte all'aria per il 90-100%

A2.22 Spiagge sabbiose esposte all'aria per il 70-90%

A2.23 Spiagge sabbiose esposte all'aria per < 70%

A2.24 Spiagge sabbiose

A2.241 Comunità di anfipodi Talitridae su depositi litoranei di alghe marcescenti in sedimenti litoranei grossolani

A2.242 Spiagge sabbiose prive di vegetazione

A2.243 Comunità fossorie di anfipodi ed Eurydice pulchra in spiagge sabbiose ben drenate

A2.244 Comunità fossorie di anfipodi e policheti in spiagge sabbiose

A2.2441 Comunità fossorie di anfipodi e policheti (spesso *Arenicola marina*)

A2.2442 Comunità fossorie di anfipodi *Pontocrates* sp. e *Bathyporeia* sp.

A2.245 Comunità fitte di *Lanice conchilega* in spiagge sabbiose lambite dall'alta marea

A2.411 Comunità a *Mytilus edulis* e *Fabricia sabella* in sedimenti litoranei grossolani

A2.415 Comunità di *Hediste diversicolor* e *Macoma balthica*

A2.416 Comunità di *Hediste diversicolor* e *Scrobicularia plana* in sedimenti litoranei grossolani a salinità variabile

A2.417 Comunità di *Hediste diversicolor* e *Streblospio shrubsolei* in sedimenti litoranei grossolani a salinità variabile

A2.418 Comunità di *Hediste diversicolor* e *Oligochaetes* in sedimenti litoranei grossolani

Descrizione

Vegetazione ad alghe marine e popolamenti a invertebrati dell'infralitorale. Possono essere riferite a questo codice le "velme" delle lagune alto adriatiche. Si tratta di aree caratterizzate da terreni molli e normalmente sommerse che emergono in particolari condizioni di marea (basse maree di sizigie).

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Veneto: Laguna Veneta (Laguna Sud: acque libere e barene SICp IT3250002)

Friuli Venezia Giulia: Laguna di Marano e Grado (SICp IT3320037)

Emilia Romagna: Parco Regionale del Delta del Po

Codice Natura 2000

1150 Lagune costiere - Prioritario

Eunis

X02 Lagune saline costiere

CORINE Biotope

21 Lagune

Sintassonomia

ZOSTERETEA S. Pignatti 1953

Posidonietalia Den Hartog 1976

Cymodoceion nodosae Den Hartog 1976

Cymodoceetum nodosae Br.-Bl. 1952

Zosteretalia Bèguinot 1941

Zosterion marinae Braun-Blanquet & Tüxen 1943

Zosteretum noltii Harms. 1936 (Syn. Zosteretum nanae Pign. 1953)

LITHOPHYLLETEA Giaccone 1965

Ulvetalia Molinier 1958

Ulvion laetevirentis Berner 1931

Pterocladello-Ulvetum laetevirentis Molinier 1958

CYSTOSEIRETEA Giaccone 1965

Cystoseiretalia Molinier 1958

Cystoseirion crinitae Molinier 1958

Cystoseiretum strictae Molinier 1958

ENTOPHYSALIDETEA Giaccone 1993

Ralfsietalia verrucosae Giaccone 1993

Ralfsion verrucosae Giaccone 1993

Enteromorphetum compressae (Berner 1931) Giaccone 1993

CHARETEA FRAGILIS Fukarek ex Krausch 1964

Lamprothamnetalia papulosi van Raam & Schaminée in Schaminée, Weeda & Westhoff 1995

Charion canescentis Krausch 1964 (syn. Halo-Charion Krausch 1964)

Lamprothamnetum papulosi Carillon 1957

Charetum canescentis Corillion 1957

RUPPIETEA MARITIMAE J. Tüxen 1950

Ruppialia maritima J. Tüxen 1960 (Incl. Zannichellietalia pedicellatae Schaminée, Lanjouw & Schipper 1990)

Ruppion maritima Br.-Bl. 1931 em. Den Hartog et Segal 1964 (incl. Zannichellion pedicellatae Schaminée, Lanjouw & Schipper 1990)

Ruppium maritima Pignatti 1953

Chaetomorpha-Ruppium cirrhosae Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952 nom. corr. Berg 2004 (syn.

Chaetomorpha-Ruppium maritima Br.-Bl. 1952, Ruppium cirrhosae Brullo et Furnari 1976)

Descrizione

Ambienti acquatici costieri con acque saline o ipersaline, in genere originatisi da penetrazioni di acqua marina separate dal mare aperto in seguito alla formazione di cordoni sabbiosi o argillosi. In senso stretto questo habitat può essere applicato alle aree di laguna aperte senza o con scarsa vegetazione vascolare.

Specie guida

Chara canescens Desv. and Lois., *Chara tomentosa* L., *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch., *Eleocharis parvula* (R. & S.) Link, *Lamprothamnium papulosum* (Wallr.) J. Gr., *Potamogeton pectinatus* L., *Ranunculus baudotii* Godron, *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande (incl. *R. spiralis*, *R. drepanensis*), *Ruppia maritima* L., *Zostera marina* L., *Zostera noltii* Hornem.

Diffuse alghe dei generi *Cystoseira*, *Ceramium*, *Enteromorpha*, *Gracilaria*, *Ulva*, *Audouinella*, *Polysiphonia*, *Cladophora*

Specie minacciate

Althenia filiformis Petit subsp. *filiformis* (VU)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Veneto: Laguna Veneta, Laguna di Caorlè, Laguna del Mort

Emilia Romagna: Valli di Comacchio, Delta del Pò, Sacca (o Laguna) di Goro

Friuli Venezia Giulia: Laguna di Marano e Grado

Lazio: Litorale a nw delle foci del Fiora (SIC IT6010018), laghi costieri del Parco Nazionale del Circeo

Puglia: Lago di Lesina, Lago di Varano

Calabria: Lago La Vota (SICp IT9330087) (SIC-101)

Sardegna: Stagno di Notteri (SIC ITB043028), Stagno di Cabras, Stagno di Cagliari, Stangioni de Su Sali e di Chia (SICp ITB002235)

Sicilia: Stagno di Vendicari, Riserva Naturale Orientata Saline di Trapani e Paceco

Toscana: Padule di Orti Bottagone (SIR, SIC IT5160010), Tenute di Combolo e Coltano, Lagune dell'Argentario

Note

Può comprendere formazioni riferibili a 1110 e 1130, dove fondali di minore profondità ospitano tappeti algali a *Ruppia* e *Lamprothamnium*.

Codice Natura 2000

1160 Grandi cale e baie poco profonde

Eunis

CORINE Biotope

Descrizione

Baie e canali stretti, fiordi e rientranze del litorale in cui, contrariamente agli estuari, l'influenza di d'acqua dolce è generalmente limitata. Comprendono ambienti di acque poco profonde, riparate dall'azione delle onde, su vari sedimenti e substrati con una zonazione ben sviluppata e un'alta diversità delle comunità bentoniche.

Specie guida citate nel Manuale Natura 2000 (2007)

Ruppia maritima L., *Zostera marina* L., Alghe bentoniche

Regione biogeografica

Continente, Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Il codice è stato utilizzato solo nella descrizione di alcuni Siti SIC proposti per quanto sia indubbiamente diffuso lungo le coste rocciose italiane.

Marche: Costa tra Ancona e Portonovo (SIC IT5320015), Portonovo e falesia calcarea a mare (SIC IT5320006)

Sardegna: Isola Asinara: (Sicp ITB010001), Capo Caccia (con le Isole Foradada e Piana) (SICp ITB010042), Punta del Giglio (SIC ITB010042).

Codice Natura 2000

1170 Scogliere

Eunis

- A1.1 Formazioni rocciose litoranee molto esposte all'azione dei marosi
- A1.2 Formazioni rocciose litoranee poco esposte all'azione dei marosi
- A3.1 Rocce infralitorali molto esposte all'azione di onde, correnti o maree
- A3.2 Rocce infralitorali moderatamente esposte all'azione di onde, correnti o maree
- A3.3 Rocce infralitorali riparate dall'azione di onde, correnti o maree
- A3.4 Caverne, mensole rocciose e canali d'erosione del piano infralitorale
- A3.5 Rocce circolitorali molto esposte all'azione di onde, correnti o maree
- A3.6 Rocce circolitorali moderatamente esposte all'azione di onde, correnti o maree
- A4.4 Sedimenti a granulometria variabile del piano infra- e circolitorale
- B3.1 Habitat rocciosi supralitorali influenzati dagli spruzzi marini

Sottocategorie

- A1.122 Comunità di *Corallina officinalis* su rocce litoranee molto esposte
- A1.131 Associazioni a *Bangia atropurpurea*
- A1.132 Associazioni a *Porphyra leucosticta*
- A1.133 Associazioni a *Nemalion helminthoides* e *Rissoella verruculosa*
- A1.134 Associazioni a *Lithophyllum papillosum* e *Polysiphonia* sp.
- A3.136 Associazioni di *Corallina officinalis*
- A1.143 Associazioni a *Lithophyllum byssoides*
- A1.271 Associazioni a *Ceramium ciliatum* e *Corallina elongata*
- A1.351 Associazioni con *Enteromorpha compressa*
- A1.614 Associazioni con *Phymatolithon lenormandii* e *Hildenbrandia rubra*
- A3.132 Associazioni di *Cystoseira amentacea* var. *amentacea*, var. *stricta* e var. *spicata*
- A3.252 Associazioni di *Dasycladus vermicularis*
- A3.253 Associazioni di *Alsidium helmenthochorton*
- A3.255 Associazioni di *Gelidium spinosum* var. *hystrix*
- A3.257 Associazioni di *Ceramium rubrum*
- A3.25C Associazioni di *Cystoseira sauvageauana*
- A3.25D Associazioni di *Cystoseira spinosa*
- A3.25E Associazioni di *Sargassum vulgare*
- A3.25F Associazioni di *Dictyopteris polypodioides*
- A3.341 Associazioni di *Stypocaulon scoparium* (= *Halopteris scoparia*)
- A3.342 Associazioni di *Trichosolen myura* e *Liagora farinosa*

Corine Biotope

- 11.24 Fondi rocciosi del sublitorale con associazioni di alghe
- 11.25 Concrezioni organogene sublitorali

Sottocategorie

- 11.251 Concrezioni corallogeniche
- 11.252 Pavimenti di alghe incrostanti
- 11.253 Sporgenze a Gasteropidi

- A3.343 Associazioni di *Cystoseira compressa*
- A3.344 Associazioni di *Pterocladia capillacea* e *Ulva laetevirens*
- A3.411 Alghe fogliose e coralline crostose sulle pareti dei canali d'erosione
- A3.4121 Comunità di spugne crostose, anemoni di mare e *Tubularia indivisa* in canali d'erosione infralitorali poco profondi
- A3.4131 Comunità di *Dendrodoa grossularia* e *Clathrina coriacea* su rocce verticali infralitorali influenzate dall'azione dei marosi
- A3.4132 Comunità di spugne crostose, ascidie coloniali Polyclinidae e briozoi/idroidi su rocce verticali
- A3.4151 Comunità di *Balanus crenatus* e/o *Pomatoceros triqueter* con vermi Spirorbidae e alghe coralline crostose su rocce verticali infralitorali estremamente erose
- A3.4152 Comunità di alghe coralline crostose e crostacei su massi mobili in canali d'erosione infralitorali
- A3.414 Comunità di spugne crostose sulle pareti di grotte e canali d'erosione infralitorali molto influenzate dall'azione dei marosi o mensole naturali infralitorali influenzate dall'azione dei marosi
- A3.511 Comunità di alghe coralline crostose, *Parasmittina trispinosa*, *Caryophyllia smithii*, *Haliclona viscosa*, *Corynactis viridis* e Polyclinidae su rocce circalitorali molto esposte
- A3.512 Comunità tappezzanti di *Corynactis viridis* e Crisiidae/*Bugula* sp./*Cellaria* sp. su rocce circalitorali esposte, ripide o verticali
- A3.521 Comunità di *Alcyonium digitatum* con *Tubularia indivisa* e anemoni di mare su rocce circalitorali ben lambite dalle maree
- A3.522 Comunità di *Alcyonium digitatum* con grandi spugne (*Cliona celata* o *Pachymatisma johnstonia*) e *Nemertesia antennina* su rocce circalitorali esposte, moderatamente lambite dalle maree
- A3.523 Comunità di *Alcyonium digitatum* con *Securiflustra securifrons* su rocce circalitorali moderatamente esposte, ed erose o poco lambite dalle maree
- A3.524 Comunità di *Alcyonium digitatum*, *Pomatoceros triqueter*, alghe e briozoi crostosi su rocce circalitorali verticali esposte
- A3.531 Comunità di *Balanus crenatus* e *Tubularia indivisa* su rocce circalitorali molto lambite dalle maree
- A3.532 Comunità di *Tubularia indivisa*, spugne ed altri idroidi su banchi rocciosi circalitorali lambite dalle maree
- A3.533 Comunità di *Balanus crenatus*, *Halichondria panicea* e *Alcyonidium diaphanum* su rocce circalitorali molto lambite dalle maree
- A3.534 Comunità di spugne a cuscino, idroidi ed ascidie su rocce circalitorali ben lambite dalle maree
- A3.535 Comunità di *Halichondria bowerbanki*, *Eudendrium arbusculum* ed *Eucratea loricata* su rocce circalitorali lambite dalle maree, a salinità ridotta
- A3.611 Comunità di *Phakellia ventilabrum* e spugne Axinellidae su rocce esposte del circalitorale profondo

- A3.612 Comunità di spugne erette, *Eunicella verrucosa* e *Pentapora foliacea* su rocce circalitorali poco esposte e poco lambite dalle maree
- A3.613 Comunità di spugne a cuscino (*Polymastia boletiformis* o *Tethya* sp.), spugne picciolate, *Nemertesia* sp. e *Pentapora foliacea* su rocce circalitorali poco esposte
- A3.614 Comunità di spugne erette e *Swiftia pallida* su rocce circalitorali poco esposte e poco lambite dalle maree
- A3.621 Comunità di spugne rade, *Nemertesia* sp., *Alcyonidium diaphanum* e *Bowerbankia* sp. su sedimenti eterogenei circalitorali
- A3.6222 Comunità di *Flustra foliacea*, idroidi, briozoi e spugne su sedimenti eterogenei circalitorali, moderatamente lambiti dalle maree
- A3.6224 Comunità di *Flustra foliacea* e *Haliclona oculata* con ricca zoocenosi, su massi e macigni circalitorali, riparati e lambiti dalle maree
- A3.6231 Comunità di *Urticina felina* su rocce circalitorali erose dall'azione della sabbia
- A3.6232 - Comunità di *Urticina felina* e *Ciocalypta penicillus* su rocce circalitorali ricoperte di sabbia
- A3.631 Comunità crostose di *Sabellaria spinulosa* su siltiti circalitorali di origine torbida
- A3.641 Comunità di *Mytilus edulis* con idroidi ed ascidie su rocce circalitorali poco esposte e lambite dalle maree
- A3.642 Comunità di *Musculus discors* su rocce circalitorali moderatamente esposte
- A3.643 Comunità di *Modiolus modiolus* con idroidi e Rhodophyceae su depositi eterogenei circalitorali lambiti dalle maree
- A3.6511 Comunità di *Ophiopholis aculeata* su rocce o sedimenti eterogenei circalitorali, moderatamente lambiti dalle maree
- A3.6611 Comunità crostose animali ed algali con *Echinus esculentus*, *Alcyonium digitatum*, *Abietinaria abietina* e fauna resistente all'erosione, su rocce circalitorali poco esposte
- A3.671 Comunità di *Stolonica socialis* e/o *Polyclinum aurantium* con *Flustra foliacea* su rocce circalitorali poco esposte, erose dall'azione della sabbia e lambite dalle maree
- A3.6721 Comunità crostose di *Sabellaria spinulosa* con fitti briozoi, ascidie ed idroidi su rocce circalitorali lambite dalle maree
- A3.681 Comunità di Pholadidae con relative zoocenosi su rocce circalitorali tenere (gesso o argilliti) rivolte verso l'alto
- A3.682 Comunità tubulari di *Polydora* sp. su rocce tenere circalitorali rivolte verso l'alto
- A3.691 Comunità di *Antedon bifida* e briozoi/idroidi su rocce verticali circalitorali
- A3.692 Comunità di *Bugula* sp. ed altri briozoi su rocce verticali circalitorali poco esposte
- A3.6A1 Associazioni di *Cystoseira zosteroides*
- A3.6A2 Associazioni di *Cystoseira usneoides*
- A3.6A3 Associazioni di *Cystoseira dubia*
- A3.6A4 Associazioni di *Cystoseira corniculata*
- A3.6A7 Concrezioni algali di *Lithophyllum frondosum* e *Halimeda tuna*
- A3.731 Associazioni di *Rodriguezella strafforelli*

- A4.41A Associazioni di *Cystoseira barbata*
A4.417 Associazioni di *Chaetomorhalinum* e *Valonia aegagropila*
A4.416 Associazioni di *Gracilaria* sp.
A4.418 Associazioni di *Halopitys incurva*
A4.41C Associazioni di *Cladophora echinus* e *Rytiphloea tinctoria*
A4.613 Facies a *Lithothamnion corallioides* e *Phymatolithon calcareum*
A4.419 Associazioni di *Ulva laetevirens* e *Enteromorpha linza*
B3.111 Comunità di licheni incrostanti gialli e grigi (*Xanthoria parietina*, *Caloplaca marina* e specie affini) degli habitat rocciosi supralitorali
B3.112 Comunità nitrofile di *Prasiola stipitata* degli habitat rocciosi litoranei
B3.1131 Comunità di *Verrucaria maura* e *Porphyra umbilicalis* degli habitat rocciosi litoranei
B3.1132 Comunità di *Verrucaria maura* e *Balanidae* degli habitat rocciosi litoranei
B3.1133 Comunità di *Verrucaria maura* degli habitat rocciosi supralitorali molto esposti
B3.114 Comunità di *Chrysophyceae* degli habitat rocciosi supralitorali verticali
B3.115 Comunità calcicole di *Blidingia* sp. degli habitat gessosi litoranei verticali
B3.116 Comunità di *Ulothrix* flacca e *Urospora* sp. delle scarpate terrose litoranei, con influenza di acque dolci
B3.117 Associazioni di *Entophysalis deusta* e *Verrucaria amphibia*

Sintassonomia

ENTOPHYSALIDETEA Giaccone 19

- Entophysalidetalia deustae Ercegovic 1932
 - Entophysalidion deustae Ercegovic 1932
 - Entophysalidetum deustae Berner 1931
- Bangietalia atropurpureae Giaccone 1993
 - Bangion atropurpreae Giaccone 1993
 - Bangietum atropurpureae Giaccone 1993
 - Porphyretum leucostictae Boudouresque 1971
 - Nemalio-Rissoelletum verrucosae Boudouresque 1971
 - Polysiphonio-Lithophylletum papilloso Marino, Di Martino e Giaccone 1999
- Ralfsietalia verrucosae Giaccone 1993
 - Ralfsion verrucosae Giaccone 1993
 - Lithophylletum byssoidis Giaccone 1993
 - Ceramio-Corallinetum elongatae Pignatti 1962
 - Phymatolithetum lenormandii Giaccone 1993
 - Enteromorphetum compressae (Berner 1931) Giaccone 1993

CYSTOSEIRETEA Giaccone 1965

- Cystoseiretalia Molinier 1958
 - Cystoseirion crinitae Molinier 1958
 - Cystoseiretum strictae Molinier 1958
 - Dasycladetum vermicularis Mayhoub 1976

Sargassum vulgare Mayhoub 1976
Cystoseira crinita Molinier 1958
Cystoseira barbata Pignatti 1962
Trichosolen myurae Mayhoub 1976
Herposiphonia-Corallinella elongata Ballesteros 1988
Cystoseira sauvageanae Giaccone 1994
Chaetomorpha-Valoniopsis aegagropilae Giaccone 1974
Gracilaria longissima Giaccone 1974
Cladophora-Rytiphloea tinctoria Giaccone 1994
Myrionema-Giraudia sphacelarioides Van der Ben 1971
Microdictyon tenuis Giaccone & Di Martino 1995
Laurencia microcladiae Giaccone & Di Martino 1995
Acrothamnium preissii Di Martino & Giaccone 1997
Sargassum hornschuchii Giaccone 1973
Cystoseira spinosa Giaccone 1973
Cystoseira zosteroides Giaccone 1973
Cystoseira usneoides Giaccone 1972
Cystoseira dubiae Furnari, Cormaci, Scammacca & Battiato 1977
Aggruppamento a *Cystoseira corniculata* Giaccone 1968.

LITHOPHYLLETEA Giaccone 1965

Rhodomeniales Boudouresque 1971
Schotterion nicaensis Boudouresque & Cinelli 1971
Schotterium nicaense Berner 1931
Rhodomenium ardissoni Pignatti 1962
Pterothamnium-Compsothamnium thuyoides Boudouresque, Belsher & Marcot-Coqueugniot 1977
Lithophylletalia Giaccone 1965
Lithophyllion frondosum Giaccone 1965
Lithophyllo-Halimedetum tunae Giaccone 1965
Rodriguezellium strafforellii Augier & Boudouresque 1975
Phymatholitho-Lithothamnium coralloidum Giaccone 1965
Ulvetalia Molinier 1958
Ulvion laetevirens Berner 1931
Ulvetum laetevirens Berner 1931
Pterocladium-Ulvetum laetevirens Molinier 1958
Dictyopterium polypodioides Berner 1931
Ceramium rubrum Berner 1931
Corallinella officinalis Berner 1931

Descrizione

Sono substrati duri e compatti su fondi solidi e morbidi, che emergono dal fondo marino nella zona sublitoranea e litoranea. Le scogliere possono ospitare zonazioni di comunità bentoniche di alghe e specie animali e concrezioni corallogeniche di origine biogenica o geogenica su rocce, sassi e ciottoli (> 64mm di diametro).

Specie guida

Vedi elenco sottocategorie EUNIS

Specie protette

Cystoseira amentacea Bory (inclus. var. *stricta* et var. *spicata*), *Cystoseira mediterranea* Sauvageau, *Cystoseira spinosa* C. Agardh (inclus. *C. adriatica*), *Cystoseira sedoides* C. Agardh, *Cystoseira zosteroides* (Turner) C. Agardh (Convenzione di Berna; Convenzione di Barcellona All. 2) *Lithothamnium coralloides* Cro-uau frat. (All. V Dir. 92/43/CEE)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Coste rocciose della penisola e delle Isole al di sotto del limite di minima marea

Note

I substrati duri ricoperti da uno strato sottile e mobile di sedimento sono classificati come scogliere se la flora e la fauna associate sono dipendenti dal substrato duro piuttosto che dal sedimento soprastante.

Codice Natura 2000

1210 Vegetazione annua delle linee di deposito marine

Eunis

B2.1 Comunità delle spiagge ghiaiose, sui materiali di deposito della marea

Corine Biotope

17.2 Vegetazione annua delle linee di deposito marine

Sottocategorie

B2.13 Comunità delle spiagge ghiaiose mediterranee

Sottocategorie

17.23 Vegetazione annua delle spiagge ghiaiose mediterranee

Sintassonomia

CAKILETEA MARITIMAE Tüxen et Preising ex Br.-Bl. & Tüxen 1952

Cakiletales integrifoliae Tüxen ex Oberdorfer 1949 corr. Rivas-Martínez, Costa & Loidi 1992

Euphorbion peplis Tüxen 1950 (Syn. Cakilion maritimae Pignatti 1953)

Cakiletum maritimae Pignatti 1953 (syn. Salsolo-Cakiletum aegypticae Costa e Manzanet 1981)

Atriplicetum hastato-tornabenei O. Bolòs 1962

Salsolo kali-Cakiletum aegypticae Costa et Manz. 1981

Cakilo integrifoliae-Atriplicetum tornabenei Géhu 1984

Descrizione

Formazioni erbacee pioniere delle spiagge ghiaiose costiere, in prossimità della battigia, dove abbondanti sono i nutrienti depositati dal mare.

Specie guida

Atriplex hastata L., *Atriplex prostrata* Boucher ex DC., *Atriplex tatarica* L., *Atriplex tornabenei* Tineo ex Guss., *Bassia hirsuta* (L.) Asch., *Cakile maritima* Scop. subsp. *integrifolia*, *Cakile maritima* Scop. subsp. *aegyptiaca* (Willd.) Nyman, *Cenchrus incertus* Curtis, *Chamaesyce peplis* (L.) Prokh., *Eryngium maritimum* L., *Euphorbia paralias* L. *Glaucium flavum* Crantz, *Matthiola sinuata* (L.) R.Br., *Matthiola tricuspidata* (L.) R.Br., *Polygonum maritimum* L., *Polygonum oxyspermum* Meyer & Bunge subsp. *raii* Webb & Chat., *Raphanus raphanistrum* subsp. *landra* (Moretti) Bonnier, *Salsola kali* L., *Salsola soda* L., *Salsola tragus* subsp. *tragus* (L.) Celak, *Suaeda splendens* (Pouret) G. & G., *Xanthium orientale* L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter

Specie minacciate

Bassia hirsuta (L.) Asch., *Lagurus ovatus* L. subsp. *nanus* (Guss.) Messeri (VU), *Calendula suffruticosa* Vahl subsp. *maritima* (Guss.) Meikle, *Cressa cretica* L., *Muscari gussonei* (Parl.) Tod. (EN), *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. (CR), *Ononis serrata* Forssk. (LR)

Regione biogeografia

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Spiagge ghiaiose

Distribuzione nei SIC (WWF 2005)

Note

Tende a integrarsi o sovrapporsi con 1130, 1150, 1310, 1410

12. SCOGLIERE MARINE E SPIAGGE GHIAIOSE

Codice Natura 2000

1240 Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici

Eunis

B3.3 Habitat rocciosi (scogliere, spiagge ed isolette) con vegetazione alofita

CORINE Biotopo

18.2 Litorali rocciosi e rupi marittime con vegetazione

Sottocategorie

B3.33 Comunità degli habitat rocciosi mediterraneo-atlantici e del Mar Nero

Sottocategorie

18.22 Scogliere e rupi marittime mediterranee

Sintassonomia

CRITHMO-LIMONIETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Crithmo-Limonietalia Molinier 1934

Crithmo-Limonion Molinier 1934

Crithmetum maritimi Bég. 1941 Pianura Veneta

Crithmo maritimi-Limonietum multiformis Arrigoni, Nardi, Raff. 1985 Monte Argentario

Crithmo-Limonietum acutifolii Molinier et Molinier 1955 Capo Caccia e costa a S di Stintino.

Crithmo-Limonietum apuli Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Costa orientale della Puglia

Crithmo-Limonietum articolati Molinier et Molinier 1955 S.Teresa di Gallura e Isola della Maddalena

Crithmo-Limonietum bosani Mayer 1995 Costa orientale della Sardegna

Crithmo-Limonietum circaei Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Promontorio del Circeo, Sabaudia

Crithmo-Limonietum contortiramei Mayer 1995 Costa occidentale della Sardegna

Crithmo-Limonietum cordati Lapraz 1979 Coste della Liguria

Crithmo-Limonietum cumani Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Penisola Salentina

Crithmo-Limonietum cunicolari Biondi 1992 Isola della Maddalena

Crithmo-Limonietum diomedei Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Gargano, Isole Tremiti

Crithmo-Limonietum gallurensis Mayer 1995 Litorale della Gallura da Capo Testa a Monte Russu

Crithmo-Limonietum inarimensis Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Ischia

Crithmo-Limonietum lacinii Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Costa ionica centrale

Crithmo-Limonietum multiformis Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985 Coste tirreniche da Grosseto a Sabaudia

Crithmo-Limonietum pontii Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Isole Ponziane

Crithmo-Limonietum retiramei Mossa et Tamponi 1978 corr. Biondi et Mossa 1992 Costa meridionale della Sardegna

Crithmo maritimi-Limonietum nymphaei Biondi, Filigheddu, Farris 2001 Coste rocciose della Sardegna nord-Occidentale

Crithmo-Limonietum sulcitani Mayer 1995 Costa sud-occidentale della Sardegna

Crithmo-Limonietum tenuifolii Mayer 1995 Coste Sarde dalla Nurra alla Gallura

Crithmo-Limonietum tiguliani Mayer 1995 Capo Teulada

Crithmo-Limonietum viniolae Mayer 1995 Costa di Aglientu

Crithmo-Limonietum remotispiculi Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Costa tirrenica settentrionale

Hyoseridetum taurinae Brullo, Minissale, Siracusa, Spampinato 1997 Coste della Calabria e delle Isole

Limonietum algusae Bartolo et Brullo 1993 Linosa e Lampedusa

Limonietum bocconeii Barbagallo, Brullo, Guglielmo 1979 Coste di Palermo, Ustica e Isole Egadi

Limonietum calabri Bartolo, Brullo, Signorello 1989 (Incl. Limonietum brutii Brullo 1992)

Coste calabre tirreniche e ioniche meridionali

Limonietum cosyrensis Brullo, Di Martino, Marcenò 1977 Pantelleria

Limonietum flagellaris Bartolo et Brullo 1993 Balestrate

Limonietum hyblaei Bartolo, Brullo, Marcenò 1982 Sicilia Meridionale

Limonietum japygici Curti et Lorenzoni 1968 Costa di Lecce
 Limonietum joniici Bartolo et Brullo 1993 Costa di Taormina e Isola Bella
 Limonietum minutiflori Barbagallo, Brullo, Signorello 1983 Isole Eolie
 Limonietum pavoniani Bartolo et Brullo 1993 Costa Ragusana
 Limonietum selinuntini Bartolo et Brullo 1993 Costa di Selinunte
 Limonietum syracusani Bartolo, Brullo, Marcenò 1982 Costa Siracusana
 Limonietum tauromenitani Bartolo et Brullo 1993 Costa di Taormina
 Limonietum tenuiculi Brullo et Marcenò 1983 Isole Egadi
 Limonio-Plantaginetum grovesii Bartolo, Brullo, Signorello 1989 Laghi Alimini
 Limonietum secundiramei Brullo, Di Martino, Marcenò 1977 Sponde del Bagno dell'Acuqa a Pantelleria

Descrizione

Comunità casmofitiche a *Limonium* endemici delle scogliere e dei litosuoli del Mediterraneo spruzzati da acqua marina.

Specie guida (spesso a carattere locale)

Allium commutatum Guss., *Anthyllis barba jovis* L., *Armeria soleirolii* (Duby) Godron, *Asplenium marinum* L., *Asteriscus maritimus* (L.) Less., *Brassica montana* Pourr., *Centaurea paniculata* L. subsp. *ligustica* (Gremli ex Briq.) Arrigoni, *Crithmum maritimum* L., *Daucus carota* L. subsp. *commutatus* (Paol.) Thell, *Daucus carota* L. subsp. *hispanicus* (Gouan) Thell, *Erodium corsicum* Leman, *Erucastrum virgatum* (J.Presl & C.Presl) C.Presl. subsp. *virgatum*, *Helichrysum litoreum* Guss., *Limonium articulatum* (Loisel.) Kuntze, *Limonium circaeii* Pignatti, *Limonium contortirameum* (Mabille) Erben, *Limonium diomedaeum* Brullo, *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr., *Plantago subulata* L. subsp. *subulata*, *Senecio cineraria* DC., *Silene sedoides* Poir., *Spergularia macrorhiza* (Req.) Heynh., *Teucrium aureum* Schreb. subsp. *aureum*, *Helichrysum italicum* (Roth) Don subsp. *microphyllum* (Willd.) Nyman

Specie minacciate

Silene velutina Loisel. (Convenzione di Berna; VU)
Limonium strictissimum (Salzm.) Arrigoni (All. 2 Dir. 92/43/CEE, CR)
Limonium ionicum Brullo, *Limonium pavonianum* Brullo, *Senecio pygmaeus* DC. (EN, Scoppola et al., 2005; VU, IUCN), *Asperula staliana* Vis. subsp. *diomedea* Korica, Lausi & Ehrend., *Bassia saxicola* (Guss.) A.J. Schott, *Caralluma europaea* (Guss.) N.E. Br. subsp. *europaea*, *Limonium peucetium* Pignatti, *Malcolmia flexuosa* (Sm.) Sm. (CR), *Anthemis lopadusana* Lojac., *Artemisia lanata* Willd., *Daucus carota* L. subsp. *rupestris* (Guss.) Heywood, *Limonium bocconeii* (Lojac.) Litard., *Limonium capitis-marci* Arrigoni & Diana, *Limonium melancholicum* Brullo, Marcenò & S. Romano, *Scilla sicula* Tineo, *Senecio gibbosus* (Guss.) DC. subsp. *gibbosus* (Guss.) Charter (EN), *Alyssum tavolarae* Briq., *Centaurea diomedea* Gasp., *Centaurea ucriae* Lacaita subsp. *umbrosa* (Lacaita) Cela-Renzoni & Viegi, *Cichorium spinosum* L., *Daucus siculus* Tineo, *Ephedra foeminea* Forssk., *Euphorbia bivonae* Steud. subsp. *bivonae*, *Genista ephedroides* DC., *Limonium albidum* (Guss.) Pignatti, *Limonium algusae* (Brullo) Greuter, *Limonium ampuriense* Arrigoni & Diana, *Limonium bosanum* Arrigoni & Diana, *Limonium cordatum* (L.) Mill., *Limonium cosyrense* (Guss.) Kuntze, *Limonium cumanum* (Ten.) Kuntze, *Limonium cunicularium* Arrigoni & Diana, *Limonium dianium* Pignatti, *Limonium furnarii* Brullo, *Limonium gorgonae* Pignatti, *Limonium inarimense* (Guss.) Pignatti, *Limonium mazararum* Pignatti, *Limonium minutiflorum* (Guss.) Kuntze, *Limonium multiforme* (Martelli) Pignatti, *Limonium pandatariae* Pignatti, *Limonium planesiae* Pignatti, *Limonium protohermaeum* Arrigoni & Diana, *Limonium savianum* Pignatti, *Limonium sommierianum* (Fiori) Arrigoni, *Limonium syracusanum* Brullo, *Limonium tenoreanum* (Guss.) Pignatti, *Limonium tenuifolium* (Bertol. ex Moris) Erben, *Limonium tharrosianum* Arrigoni & Diana, *Matthiola incana* (L.) R. Br. subsp. *pulchella* (Conti) Greuter & Burdet, *Parietaria cretica* L., *Polygala saxatilis* Desf., *Senecio gibbosus* (Guss.) DC. subsp. *bicolor* (Willd.) Peruzzi, N.G. Passal. & Soldano, *Seseli polyphyllum* Ten. (LR), *Anthemis lopadusana* Lojac., *Artemisia lanata* Willd., *Centaurea gymnocarpa* Moris & De Not., *Centaurea horrida* Badaro, *Centaurea tommasinii* A. Kern., *Desmazeria pignattii* Brullo & Pavone, *Echinops spinosissimus* Turra subsp. *spinosus* Greuter, *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. Ex Bertol.) Radcl.-Sm., *Hyoseris taurina* (Pamp.) Martinoli, *Limonium brutium* Brullo, *Limonium calabrum* Brullo, *Limonium capitis-marci* Arrigoni & Diana, *Li-*

monium doriae (Sommier) Pignatti, *Limonium lacinium* Arrigoni, *Limonium lausianum* Pignatti, *Limonium ponzoii* (Fiori & Beg.) Brullo, *Limonium remotispiculum* (Lacaita) Pignatti, *Linaria cossonii barratte* var. *brevipes* Litard. & Maire, *Senecio incrassatus* Guss., *Silene badaroi* Breistr. (VU)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Coste rocciose

13. PALUDI E PASCOLI INONDATAI ATLANTICI E CONTINENTALI

Codice Natura 2000

1310 Vegetazione pioniera a *Salicornia* e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose

Eunis

A2.55 Comunità di piante pioniere delle paludi salse

Sottocategorie

A2.5511 Biocenosi delle sabbie in essiccamento, all'ombra delle fronde di *Salicornia*

A2.5513 Comunità pioniera di *Salicornia* sp. delle paludi salse

A2.5514 Comunità di *Salicornia veneta*

A2.5512 Comunità pioniera di *Suaeda maritima* delle paludi salse

A2.552 Comunità pioniera alo-nitrofile delle coste mediterranee

CORINE Biotopo

15.1 Vegetazione ad alofite con dominanza di Chenopodiacee succulente annuali

Sottocategorie

15.1112 Aggruppamenti a *Suaeda* e *Salicornia*

15.1131 Comunità a *Salicornia* delle basse coste mediterranee centro-occidentali

15.1132 Tappeti a *Salicornia veneta*

15.1133 Comunità a *Salicornia* delle alte coste mediterranee

15.12 Comunità alonitrofile a *Frankenia*

15.13 Comunità a *Sagina maritima*

15.14 Steppe salate a *Crypsis*

Sintassonomia

THERO-SALICORNIETEA STRICTAE Pignatti 1953 em. R.Tüxen in R.tx & Oberdorfer 1958

Thero-Salicornietalia Pign. 1953 em. R.Tüxen 1974

Salicornion patulae Géhu et Géhu-Franck 1984 (syn. Thero-Salicornion Br.-Bl. 1933)

Salicornietum venetae Pignatti 1966

Salicornietum emerici O. Bolòs 1962

Salicornietum europaeae Bég. 1941 (Syn. Salicornietum herbaceae Van Langendonck 1933)

Suaedo maritimae-Salicornietum patulae (Brullo et Furnari 1976) Géhu et Géhu-Franck 1984

Thero-Suaedion Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Suaedetum maritimae (Conard 1935) Pign. 1953

Suaedo maritimae-Bassietum hirsutae Br.-Bl. 1928

Suaedo maritimae-Salsoletum sodae Mayer 1995

Salsoletum sodae Pign. 1953

SAGINETEA MARITIMAE Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962

Saginetalia maritimae Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962

Saginion maritimae Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962

Catapodio marini-Parapholidetum incurvae Géhu et de Foucault 1978

Catapodio marini-Evacetum rotundatae Géhu et al. 1989

Sagino maritimae-Catapodietum marinae Tx. in Tx. et Westh. 1963

Parapholidetum filiformis Brullo, Scelsi et Siracusa 1994

Frankenietalia pulverulenta Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

Crypsidion aculeatae Pignatti 1954

Crypsidetum aculeatae (Bojko 1932 n.n.) Wenzel 1934

Frankenion pulverulenta Rivas-Martínez ex Castroviejo et Porta 1976

Parapholido incurvae-Spergularietum mediae Pign. (1953) 1966 nom. corr. hoc loco (Syn. Parapholido incurvae-Spergularietum marginatae Pign. (1953) 1966)

Parapholido-Frankenietum pulverulenta Rivas Martínez ex Castroviejo & Porta 1976

Isolepido cernui-Saginetum maritimae Brullo 1988

Polygonetum subspathacei Gamisans 1990
Limonion avei Brullo 1988
Limonio avei-Hymenolobetum procumbentis Brullo, Scelsi, Siracusa 1994
Limonio avei-Parapholidetum marginatae Brullo, Scelsi, Siracusa 1994
Spergulario rubrae-Limonietum avei (Brullo et Di Martino 1974) Brullo 1988

Descrizione

Formazioni dominate da specie succulente alofile su suoli fini a diverso grado di salinità caratterizzati da specie alotollerati sommerse almeno in alcune maree eccezionali.

Specie guida

Thero-Salicornietalia Pign. 1953 em. R.Tüxen 1974 (CORINE Biotopes: 15.11: Praterie a salicornie annuali):
Halopeplis amplexicaulis (Vahl) Ces., Pass. & Gibelli, *Salicornia dolichostachya* Moss., *Salicornia emerici* Duval-Jouve, *Salicornia patula* Duval-Jouve, *Salicornia veneta* Pignatti & Lausi, *Suaeda maritima* (L.) Dumort.,

Frankenion pulverulentae Rivas-Martinez ex Castroviejo et Porta 1976 (CORINE Biotopes: 15.12 Comunità alonitrofile a *Frankenia*):

Frankenia pulverulenta L. subsp. *pulverulenta*, *Hymenolobus pauciflorus* (Koch.) Schinz. & Th., *Hymenolobus procumbens* (L.) Nutt., *Polygogon subspathaceus* Req., *Silene sedoides* Poir., *Spergularia media* (L.) Presl, *Spergularia heldreichii* Fouk., *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Rehb., *Teucrium campanulatum* L.

Saginion maritimae Westhoff, van Leeuwen & Adriani 1962 (CORINE Biotopes: 15.13: Comunità a *Sagina maritima*):

Bupleurum tenuissimum L., *Limonium echiodes* (L.) Miller, *Sagina maritima* G. Don, *Sagina nodosa* (L.) Fenzl.

Crypsidion aculeatae Pignatti 1954 (CORINE Biotopes: 15.14 Steppe salate a *Crypsis*):

Crypsis aculeata (L.) Aiton, *Lepidium latifolium* L., *Spergularia marina* (L.) Griseb.

Altre specie citate dal Manuale Natura 2000 (2007)

CORINE Biotopes 15.12: Comunità alonitrofile a *Frankenia*:

Cressa cretica L., *Hordeum marinum* Hudson subsp. *marinum*, *Parapholis incurva* (L.) Hubbard, *Parapholis strigosa* (Dumort.) Hubbard, *Salsola soda* L., *Suaeda splendens* (Pourret) G. & G.

Specie minacciate

Bassia hirsuta (L.) Asch. (Convenzione di Berna; VU), *Cressa cretica* L. (EN, Scoppola et al. 2005; CR, Conti et al. 1997), *Salicornia veneta* Pignatti & Lausi (Convenzione di Berna; All. 2 Dir. 92/43/CEE; EN), *Aizoon hispanicum* L., *Teucrium campanulatum* L. (EN), *Hymenolobus pauciflorus* (Koch.) Schinz. & Th. (CR), *Evax rotundata* Moris (LR), *Halopeplis amplexicaulis* (Vahl) Ces., Pass. & Gibelli, *Limonium avei* (De Not.) Brullo & Erben, *Sagina nodosa* (L.) Fenzl. (VU)

Regioni biogeografiche

Continentale, Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Sistemi lagunari e umidi costieri. Si tratta di habitat molto ridotti da bonifiche, inquinamento e impatto turistico.

Note

Nel tempo questi habitat possono essere sostituiti da specie perenni (15.6). Spesso formano mosaici con 15.2. Comprendono habitat primari e secondari (ricolonizzazione di casse di colmata di dragaggi).

Codice Natura 2000

1320 Prati di *Spartina* (*Spartinion maritimae*)

Eunis

A2.554 Comunità di *Spartina* sp. dalle foglie piatte

CORINE Biotope

15.21 Praterie a *Spartina maritima*

Sintassonomia

SPARTINETEA MARITIMAE R. Tx. in Beeftink 1962

Spartinetalia maritimae (Conard 1935) Beeft. Géhu, Ohba et R. Tx. 1971

Spartinion maritimae (Conard 1935) Beeft. Géhu, Ohba et R. Tx. 1971

Spartinetum maritimae Corillion 1953

Limonio narbonensis-Spartinetum maritimae (Pign. 1966) Beeft. et Géhu 1973

Limonio narbonensis-Spartinetum versicoloris (Pign. 1966) Beeft. et Géhu 1973

Descrizione

Comunità oloartiche alofile pioniere elo-alofitiche su suoli limosi, fangosi e salati della fascia compresa tra le comunità psammofile dunali e quelle alo-igrofile interdunali. Le praterie monospecifiche a *Spartina maritima* costituiscono una interfaccia tra fronte mare e fronte terra.

Specie guida

Spartina maritima (Curtis) Fernald

Specie frequenti

Aster tripolium L., *Limonium narbonense* Mill.

Specie minacciate

Spartina versicolor Fabre (VU)

Regione biogeografica

Continente

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Sono diffuse nelle aree con intense escursioni di marea e limitate alle grandi lagune nord-adriatiche e nel Delta del Po.

Codice Natura 2000

1340 Pascoli inondata continentali (*Puccinellietalia distantis*) Prioritario

Eunis

D6.11 Comunità prative alofile del centro-Europa a *Puccinellia distans*

CORINE Biotope

15.41 Prati salati continentali con *Puccinellia distans*

Sintassonomia

JUNCETEA MARITIMI Br.-Bl. 1956

Puccinellietalia distantis (Soó 1968) Géhu et Riv.-Mart. 1982

Puccinellion distantis Soó 1933 em. Géhu et Riv.-Mart. 1982

Spergulario marinae-Puccinellietum distantis Feekes 1934

Descrizione

Puccinellieti ipersalini delle depressioni, paludi e acquitrini dei siti salini dell'interno. Si tratta di formazioni degli ambienti naturali salati di bacini a clima continentale, non costieri, con infiltrazioni nel suolo di acque correnti o stagnanti con sali in soluzione. Tali condizioni si realizzano in corrispondenza ad esempio in corrispondenza delle salse romagnole, in cui si assiste all'emissione di fanghi salati per la presenza di cloruri di sodio e magnesio. Sono da ricondurre a questo peculiare habitat le formazioni alofile a dominanza di *Puccinellia fasciculata* (= *Puccinellia borrieri*) dell'Emilia Romagna.

Specie guida

Puccinellia distans (Jacq.) Parl., *Puccinellia fasciculata* (Torr.) E.P.Bicknell

Specie frequente

Spargularia marina (L.) Griseb.

Regione biogeografica

Continentale

Piani altitudinali

Planiziale, Collinare

Distribuzione

Emilia Romagna: Barboj di Rivalta (SIC IT4020023), Salse di Nirano (SICp IT4040007),

Molise: Foce Biferno-Litorale di Campomarino (SIC IT7282216); Foce Saccione - Bonifica Ramitelli (SICp IT7282217)

Marche: Litorale di Porto d'Ascoli (SICp IT5340001)

14. PALUDI E PASCOLI INONDATI MEDITERRANEI E TERMO-ATLANTICI

Codice Natura 2000

1410 Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*)

Eunis

A2.51A Comunità di *Inula crithmoides* in paludi saline litoranee
A2.522 Comunità mediterranee di *Juncus maritimus* e *Juncus acutus* di paludi salmastre
A2.524 Comunità mediterranee di *Elymus* sp. o *Artemisia* sp.
A2.535 Paludi saline a *Juncus maritimus* del litorale medio-superiore
A2.543 Comunità prative mediterranee delle paludi saline costiere
A2.624 Comunità mediterranee di *Elymus* sp. o *Artemisia* sp.
B1.84 Canneti, tifeti e cariceti interdunali

CORINE Biotope

15.51 Paludi salmastre mediterranee a *Juncus maritimus*
15.52 Paludi salmastre a piccoli carici e altre specie
15.53 Pascoli mediterranei alo-psammofili
15.55 Prati salati mediterranei a *Puccinellia*
15.57 Formazioni ad *Artemisia caerulescens* e *Agropyron* sp.pl.

Sintassonomia

JUNCETEA MARITIMI Br.-Bl. 1956

Juncetalia maritimi Br.-Bl. 1931

Juncion maritimi Br.-Bl. 1931

Limonio narbonensis-Caricetum extensae Géhu et Biondi 1994

Junco-Caricetum extensae Br.-Bl. et Del. 1936

Caricetum divisae Br.-Bl. 1931

Inulo-Juncetum maritimi Brullo 1988

Juncetum maritimi (Rubel) Pignatti 1953

Puccinellio festuciformis-Juncetum maritimi (Pignatti 1953) Géhu in Géhu et al. 1984

Juncetum subulati Caniglia et al. 1984

Juncetum acuti Molinier et Tallon 1970

Juncetum maritimi-acuti H.ic 1934

Limonio dictyocлади-Juncetum acuti Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1989

Plantaginion crassifoliae Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

Plantagini crassifoliae-Caricetum extensae Géhu et Biondi 1988

Schoeno-Plantaginetum crassifoliae Br.-Bl. (1931) 1952

Imperato-Juncetum tommasinii

Puccinellion festuciformis Géhu et Scopp. 1984 in Géhu et al. 1984

Junco gerardi-Obionetum Pignatti 1966

Puccinellio festuciformis-Aeluropetum littoralis (Corbetta 1968) Géhu et Costa 1984

Limonio narbonensis-Puccinellietum festuciformis (Pign. 1966) Géhu et Scopp. 1984 in Géhu et al. 1984 (Corr. Limonio narbonensis-Puccinellietum palustris (Pignatti 1966) Géhu et Scoppola 1984 in Géhu et al. 1984)

Puccinellio festuciformis-Caricetum extensae Géhu et Biondi 1994

Agropyro-Artemision coerulescentis (Pign. 1953) Géhu et Scopp. 1984

Agropyro elongati-Inuletum crithmoidis Br.-Bl. (1931) 1952

Limonio narbonensis-Artemisietum coerulescentis Horvatic (1933) 1934 corr. Géhu et Biondi 1996

Descrizione

Praterie salate con cotica compatta dominate da giuncacee ed altre emicriptofite delle porzioni interne dei sistemi lagunari, con salinità moderata e imbibizione per lo più per capillarità. Possono dominare diverse specie a seconda delle condizioni edafiche.

Specie guida

Juncetalia maritimi Br.-Bl. 1931:

Juncus acutus L. subsp. *acutus*, *Cotula coronopifolia* L., *Melilotus siculus* (Turra) Steud., *Sonchus maritimus* L., *Spartina versicolor* Fabre

Juncion maritimi Br.-Bl. 1931 (Corine BIOTOPE 15.51 Paludi salmastre mediterranee a *Juncus maritimus*; 15.52 Paludi salmastre a piccoli carici e altre specie):

Juncus maritimus Lam., *Juncus subulatus* Forsskål, *Centaurium tenuiflorum* (Hoffm. & Lk.) Fritsch., *Tetragonolobus maritimus* (L.) Roth

Plantaginion *crassifoliae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 (CORINE Biotope 15.53 Pascoli mediterranei alo-psammofili; 15.52 Paludi salmastre a piccoli carici e altre specie):

Plantago crassifolia Forsskål, *Linum maritimum* L.

Puccinellion *festuciformis* Géhu et Scopp. 1984 in Géhu et al. 1984 (Corine BIOTOPE 15.55 Prati salati mediterranei a *Puccinellia*):

Aeluropus littoralis (Gouan) Parl., *Puccinellia festuciformis* (Host) Parl.

Agropyro-Artemision *coerulescentis* (Pign. 1953) Géhu et Scopp. 1984 (CORINE Biotope 15.57 Formazioni ad *Artemisia caerulescens* e *Agropyron* sp.pl.):

Artemisia caerulescens L., *Elymus elongatus* (Host) Runemark subsp. *elongatus*

Altre specie citate nel Manuale Natura 2000 (2007)

CORINE Biotope 15.51 Paludi salmastre mediterranee a *Juncus maritimus*:

Aster tripolium L., *Carex extensa* Good., *Plantago cornuti* Gouan, *Samolus valerandi* L.

CORINE Biotope 15.52 Paludi salmastre a piccoli carici e altre specie:

Alopecurus bulbosus Gouan, *Carex divisa* Hudson, *Hordeum marinum* Hudson subsp. *marinum*, *Ranunculus ophioglossifolius* Vill., *Trifolium michelianum* Savi, *Trifolium squamosum* L.

CORINE Biotope 15.53 Pascoli mediterranei alo-psammofili:

Blackstonia perfoliata (L.) Hudson subsp. *imperfoliata* (L. F.) Franco & Rocha Alfonso, *Orchis coriophora* L.

CORINE Biotope 15.55 Prati salati mediterranei a *Puccinellia*:

Artemisia maritima Bertol., *Carex punctata* Gaudin, *Frankenia laevis* L., *Juncus gerardi* Loisel., *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort., Steud., *Sonchus maritimus* L., *Limonium densiflorum* (Guss.) O. Kuntze, *Limonium dictyocladum* (Boiss.) Kuntze, *Limonium serotinum* (Rchb.) Pignatti, *Limonium sinuatum* (L.) Miller, *Limonium vulgare* Miller P.P., *Orchis coriophora* L., *Plantago maritima* L., *Triglochin maritimum* L.

Specie minacciate

Kosteletzkya pentacarpos (L.) Ledeb. (Convenzione di Berna; CR), *Plantago cornuti* Gouan, *Puccinellia gussonei* Parl. (CR), *Spartina versicolor* Fabre (VU),

Altre specie protette

Orchis coriophora L. (CITES B)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Buono sviluppo nelle grandi lagune nord-adriatiche ed in Sardegna. Sporadico nelle basse coste sabbiose della Penisola e della Sicilia a causa di bonifiche e disturbo antropico.

Note

Formano spesso mosaici con gli altri habitat alofili.

Codice Natura 2000

1420 Praterie e fruticeti mediterranei e termo-atlantici (Sarcocornetea fruticosi)

Eunis

A2.6 Paludi salse e canneti alofili litoranei

CORINE Biotope

15.6 Bassi cespuglieti alofili

Sottocategorie

A2.5261 Arbusteti a *Sarcocornia perennis*
 A2.5262 Arbusteti a *Sarcocornia fruticosa*
 A2.5263 Comunità mediterranee arbustive di paludi salmastre
 A2.5264 Arbusteti alofili a *Suaeda*
 A2.5265 Arbusteti mediterranei ad *Atriplex portulacoides* e *Sarcocornia fruticosa*
 A2.5266 Cespuglieti ad *Halocnemum*

Sottocategorie

15.611 Arbusteti bassi a *Sarcocornia perennis*
 15.612 Arbusteti alti ad *Sarcocornia fruticosa*
 15.613 Cespuglieti alofili a *Arthrocnemum glaucum*
 15.614 Arbusteti alofite a *Suaeda*
 15.616 Arbusteti mediterranei ad *Halimione portulacoides* e *Sarcocornia fruticosa*
 15.617 Cespuglieti ad *Halocnemum*
 15.63 Cespuglieti termofili a *Limnistrum*

Sintassonomia

SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. & R. Tx. ex A. de Bolòs y Vayreda 1950 (Syn. Salicornietea Fruticosae Br.-Bl. & Tuxen ex A. & O. Bolòs 1950, Arthrocnemetea fruticosi Br.-Bl. & R. Tx. 1943)

Sarcocornietalia fruticosae (Br.-Bl. 1931) R. Tx. et Oberd. 1958 (Syn. Salicornietalia fruticosae Br.-Bl. 1933, Arthrocnemetalia fruticosi Br.-Bl. 1931 corr. O. Bolòs 1967)

Sarcocornion fruticosae Br.-Bl. 1931 (Syn. Arthrocnemion fruticosi Br.-Bl. 1931 corr. O. Bolòs 1967; Salicornion fruticosae Br.-Bl. 1933)

Aeluropo lagopoidis-Sarcocornietum perennis Brullo 1988

Cynomorio coccineae-Halimionietum portulacoidis Biondi 1992

Elymo elongati-Inuleto crithmoidis Br.-Bl. 1952 (Syn. Agropyro-Inuletum crithmoidis Géhu 1979)

Halimiono-Suaedetum verae Mol. et Tall. 1970 (Syn. Halimiono-Suaedetum fruticosae Mol. et Tall. 1970)

Halocnemetum strobilacei Oberd. 1952 em. Géhu 1994

Puccinellio festuciformis-Halimionietum portulacoidis Géhu, Biondi, Géhu Franck, Costa 1992

Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosi (Br.-Bl. 1928) Géhu 1976

Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum perennis (Br.-Bl. 1931) Géhu 1976 (Syn. Puccinellio festuciformis-Arthrocnemetum perennis (Br.-Bl. 1931) em. Géhu 1976, Puccinellio palustris-Arthrocnemetum perennis (Br.-Bl. 1931) em. Géhu 1976)

Junco subulati-Sarcocornietum fruticosae Brullo et Furnari 1988 (Syn. Junco subulati-Arthrocnemetum fruticosae Brullo et Furnari 1988)

Sarcocornietum fruticosae Br.-Bl. 1931 (Syn. Arthrocnemetum fruticosae Br.-Bl. 1931, Salicornietum fruticosae Br.-Bl. 1931)

Sarcocornietum deflexae (Br.-Bl. 1931) Lahondère, Géhu et Paradis 1992

Sarcocornietum perennis (Br.-Bl. 1931) Géhu 1976 (Syn. Salicornietum radicans Br.-Bl. (1931) 1933)

Arthrocnemion macrostachyi Rivas Martinez 1980 (Syn. Arthrocnemion glauci Rivas Martinez 1980)

Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum macrostachyi (Br.-Bl. (1928) 1933) Géhu 1984 (Syn. Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum macrostachyi (Br.-Bl. (1928) 1933) Géhu 1984)

Arthrocnemetum macrostachyi-Halocnemetum strobilacei Oberd. 1952 (syn. Arthrocnemo glauci-Halocnemetum strobilacei Oberd. 1952)

Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum macrostachyi Br.-Bl. (1928) 1933 em. Géhu 1984 nom. corr. Bianco hic loco (Syn. Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum glauci Br.-Bl. (1928) 1933 em. Géhu 1984)

Limonietales Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
Limoniastrion monopetali Pignatti 1953
Arthrocnemo-Limoniastretum monopetali Tadros 1952
Asparago-Limoniastretum monopetali Bartolo, Brullo, Marcenò 1982
Limoniastro-Limonietum siculi Brullo et Di Martino 1974

Descrizione

Formazioni di suoli limosi, molto salati e con disseccamento estivo dominate da piccoli cespugli a fusti carnosi (spesso con specie di *Limonium*)

Specie guida

Sarcocornietea fruticosae Br.-Bl. & R. Tx. ex A. de Bolòs y Vayreda 1950, *Aeluropus lagopoides* (L.) Trin., *Artemisia gallica* Willd., *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) Moris, *Atriplex portulacoides* L., *Cynomorium coccineum* L. subsp. *coccineum*, *Halocnemum strobilaceum* (PallaS) M. Bieb., *Puccinellia convoluta* (Hornem.) Hayek, *Puccinellia festuciformis* (Host) Parl., *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott, *Sarcocornia perennis* (Mill.) A.J. Scott, *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss, *Triglochin bulbosum* L. subsp. *barrelieri* (Loisel.) Rouy

Altre specie citate nel Manuale Natura 2000 (2007)

Aeluropus littoralis (Gouan) Parl., *Aster tripolium* L., *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr., *Limonium bellidifolium* (Gouan) Dumort., *Limonium densissimum* (Pignatti) Pignatti, *Limonium ferulaceum* (L.) Chaz., *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Rchb.

Specie minacciate

Limoniastrum monopetalum (L.) Boiss, *Limonium insulare* (Bég. & Landi) Arrigoni & Diana, *Limonium pseudolaetum* Arrigoni & Diana, (All. 2 Dir. 92/43/CEE; VU), *Limonium ferulaceum* (L.) Chaz., *Tamarix passerinoides* Delile (CR), *Cynomorium coccineum* L. subsp. *coccineum*, *Halocnemum strobilaceum* (PallaS) M. Bieb., *Limonium bellidifolium* (Gouan) Dumort., *Limonium densissimum* (Pignatti) Pignatti (VU), *Triglochin bulbosum* L. subsp. *barrelieri* (Loisel.) Rouy (LR)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Veneto, Friuli Venezia Giulia, Toscana, Lazio, Puglia, Marche, Calabria, Sicilia

Codice Natura 2000

1430 Praterie e fruticeti alonitrofilo (Pegano-Salsoletea)

Eunis

F6.8 Arbusteti xero-alofili (di terreni salini ed aridi)

CORINE Biotopo

15.7 Cespuglieti alofili semi-desertici

Sottocategorie

F6.82 Arbusteti nitrofilo mediterranei

Sottocategorie

15.725 Cespuglieti alo-nitrofilo siciliani

Sintassonomia

PEGANO HARMALAE-SALSOLETEA VERMICULATAE Braun-Blanq. & O.Bolòs 1958

Nicotiano glaucae-Ricinetalia communis Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Nicotiano glaucae-Ricinion communis Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

Salsolo vermiculatae-Peganetalia harmalae Braun-Blanq. & O.Bolòs 1958

Artemision arborescentis Géhu et Biondi 1986 (incl. Salsolo vermiculatae-Artemision arborescentis Géhu et Biondi (1986) 1994

Atriplici halimi-Artemisietum arborescentis Biondi 1988

Suaedo verae-Atriplicetum halimi Biondi 1988

Salsolo vermiculatae-Peganion harmalae Br.-Bl. et Bolòs 1954

Suaedo-Salsoletum oppositifoliae (O. Bolòs 1957) Rivas Goday et Rigual 1958

Atriplici halimi-Polygonetum tenoreani Biondi, Ballelli, Taffetani 1992

Camphorosmo monspeliacae-Atriplicetum halimi Biondi, Ballelli, Taffetani 1992

Mesembryantheum crystallino-nodiflori Bolòs 1957

Salsoletum agrigentinae Brullo, Guglielmo, Pavone 1985

Helichryso-Santolinetalia Peinado et Martínez-Parras 1984

Artemision variabilis Biondi et al. 1994

Artemisio variabilis-Helichrysetum italicum Brullo et Spampinato 1990 em. Biondi et al. 1994

Loto commutati-Artemisietum variabilis Taffetani et Biondi

Descrizione

Cespuglieti alo-nitrofilo mediterranei in condizioni di climi aridi su suoli molto secchi d'estate.

Specie guida

Pegano harmalae-salsoletea vermiculatae Braun-Blanq. & O.Bolòs 1958, *Artemisia arborescens* L., *Atriplex glauca* L., *Atriplex halimus* L., *Fagonia cretica* L., *Lycium intricatum* Boiss., *Nicotiana glauca* Graham, *Peganum harmala* L., *Ricinus communis* L., *Rumex lunaria* L., *Ruta angustifolia* Pers., *Salsola vermiculata* L., *Suaeda vermiculata* Forssk. ex J.f. Gmel., *Withania somnifera* (L.) Dunal

Altre specie citate nel Manuale Natura 2000

Camphorosma monspeliaca L., *Capparis spinosa* L. (Sub. *Capparis ovata* Desf.)

Specie minacciate

Herniaria fontanesii Gay subsp. *empedocleana* (Lojac.) Brullo, *Suaeda pelagica* Bartolo, Brullo & Pavone, *Limonium opulentum* (Lojac.) Brullo (EN, Scoppola et al. 2005; VU, IUCN), *Artemisia variabilis* Ten., *Salsola oppositifolia* Desf. (EN), *Suaeda vermiculata* Forssk. ex J.f. Gmel. (CR), *Salsola vermiculata* L., *Spergularia tunetana* (Maire) Jalas (VU)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piani altitudinali

Costiero, planiziale

Distribuzione

Abruzzo, Basilicata, Molise, Calabria, Sicilia, Sardegna

15. STEPPE INTERNE ALOFILE E GIPSOFILE

Codice Natura 2000

1510 Steppe salate mediterranee (Limonietalia) - Prioritario

Eunis

E6.11 Steppe alofile a *Limonium* sp., del Mediterraneo

CORINE Biotopo

15.81 Steppe salate a *Limonium*

Sintassonomia

SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. & R. Tx. ex A. de Bolòs y Vayreda 1950 (Syn. Salicornietea Fruticosae Br.-Bl. & Tuxen ex A. & O. Bolòs 1950, Arthrocnemetea fruticosi Br.-Bl. & R. Tx. 1943)

Limonietalia Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

Limonion ferulacei Pignatti 1953

Frankenio laevis-Limonietum cancellati Mariotti 1992

Salicornio-Limonietum ferulacei Pignatti 1952

Limonio-Lygetum Brullo et Di Martino 1974

Descrizione

Associazioni vegetali alofile ricche in specie mioalofile (con caratteristiche intermedie tra vegetazione alofila e xerica) presso a rosetta su suoli permeati ma non inondati da acque saline e soggetti a notevole aridità estiva, con formazione di efflorescenze saline nel suolo.

Specie guida

Limonietalia Br.-Bl. & O. Bolòs 1958

Hymenolobus procumbens (L.) Nutt., *Limonium aegusae* Brullo, *Limonium avei* (De Not.) Brullo & Erben, *Limonium bellidifolium* (Gouan) Dumort., *Limonium cancellatum* (Bernh.) O. Kuntze, *Limonium densissimum* (Pignatti) Pignatti, *Limonium etruscum* Arrigoni & Rizzotto, *Limonium exaristatum* (Murb.) P. Fourn., *Limonium ferulaceum* (L.) Chaz., *Limonium glomeratum* (Tausch) Erben, *Limonium halophilum* Pignatti, *Limonium laetum* Pignatti, *Limonium lilybaeum* Brullo, *Limonium narbonense* Mill., *Limonium pachynense* Brullo, *Limonium pulviniforme* Arrigoni et Diana, *Limonium ramosissimum* (Poir.) Maire, *Limonium secundirameum* (Lojac.) Brullo, *Limonium selinuntinum* Brullo, *Linum muelleri* Moris, *Limonium vulgare* Miller P.P.

Altre specie citate nel Manuale Natura 2000

Lygeum spartum L., *Salicornia patula* Duval-Jouve, *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Rchb.

Specie minacciate

Limonium aegusae Brullo, *Limonium pachynense* Brullo, *Limonium pulviniforme* Arrigoni & Diana (CR), *Linum muelleri* Moris, *Limonium secundirameum* (Lojac.) Brullo (EN), *Limonium exaristatum* (Murb.) P. Fourn., *Limonium ferulaceum* (L.) Chaz., *Limonium ramosissimum* (Poir.) Maire (LR), *Limonium selinuntinum* Brullo (LR, Scoppola et al. 2005; VU, IUCN), *Limonium insulare* (Bég. & Landi) Arrigoni & Diana, *Limonium pseudolaetum* Arrigoni & Diana (VU)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero, Planiziale

Distribuzione

Lagune dell'Alto Adriatico, Parco Nazionale del Circeo, Stagni costieri della Sardegna e della Sicilia.

Note

Spesso in combinazione con 1310, 1320, 1410, 1420

21. DUNE MARITTIME DELLE COSTE ATLANTICHE, DEL MARE DEL NORD E DEL BALTICO

Codice Natura 2000

2110 Dune mobili embrionali

Eunis

B1.311 Complessi di giovani dune mobili, più o meno prive di vegetazione e prospicienti la linea di marea

CORINE Biotopo

16.211 Dune mobili

Sottocategorie

16.2112 Dune mobili embrionali della Tetide occidentale

Sintassonomia

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946 (syn. Euphorbio paralias-Ammophileta australis J.M. & J. Géhu 1988)

Ammophiletalia australis Br.-Bl.(1931) 1933 em.J.- M. et J.Géhu 1988

Elymion farcti Gehu et al. 1984 (Agropyron juncei Gehu et al. 1984)

Sileno corsicae-Elymetum farcti Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1992

Elymo farcti-Spartinetum versicoloris Vagge et Biondi 1999

Sporobolo arenari-Elymetum farcti (Br.-Bl. 1933, Géhu, Riv.Mart., R.Tx. 1972) Géhu 1984

Echinophoro spinosae-Elymetum farcti Géhu 1988

Sporobolatum virginici (Arènes 1924) Géhu et Biondi 1994

Descrizione

Segue il Cakiletum sviluppandosi nella fascia di transizione tra questo e l'ammofileto e colonizzando le sabbie più mobili a formare dune embrionali.

Specie dominanti

Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melderis subsp. *farctus*, *Sporobolus virginicus* Kunth

Altre specie citate dal Manuale Natura 2000 (2007)

Anthemis maritima L., *Eryngium maritimum* L., *Euphorbia peplis* L., *Medicago marina* L., *Otanthus maritimus* (L.) Hoffm. & Lk., *Pancratium maritimum* L.

Specie minacciate

Spartina versicolor Fabre (VU, Conti et al. 1997)

Regioni biogeografiche

Mediterranea, Continentale

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Potenzialmente distribuiti lungo le coste sabbiose della penisola sono attualmente rarefatti a causa dell'impatto turistico.

Codice Natura 2000

2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche")

Eunis

B1.322 Dune costiere supralitorali ricoperte di vegetazione erbacea

CORINE Biotope

16.212 Dune bianche

Sottocategorie

16.2122 Dune bianche mediterranee

Sintassonomia

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946 (syn. Euphorbio paralias-Ammophileta australis J.M. & J. Géhu 1988)

Ammophiletalia australis Br.-Bl.(1931) 1933 em.J.-M. et J.Géhu 1988

Ammophilion australis Br.-Bl. (1931) 1933 em. J.-M. et J. Géhu 1988 (syn. Ammophilion arundinaceae Br.-Bl.(1931) 1932 em J.M. et J.Géhu 1988)

Medicago marinae-Ammophiletum arenariae Br.-Bl. (1921) 1923 Sardegna

Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae (Br.-Bl. 1933) Géhu, Riv.-Mart., R.Tx. 1972 inèd. Géhu 1984

Sileno corsicae-Ammophiletum arenarie Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello, Spampinato 1992

Pancreatietum angustifolii Brullo et Siracusa 1996

Descrizione

Comunità mediterranee e mediterraneo atlantiche delle dune costiere mobili (Dune bianche) dominate dai cespi di *Ammophila* accompagnata da poche altre geofite ed emicriptofite. Le foglie basali della specie dominante ostacolano il movimento della sabbia favorendo, insieme alle radici molto sviluppate, la loro stabilizzazione.

Specie dominante

Ammophila arenaria subsp. *australis* (Mabille) Tutin

Altre specie citate dal Manuale Natura 2000 (2007)

Anthemis maritima L., *Calystegia soldanella* (L.) R.Br., *Cutandia maritima* (L.) Richter, *Cyperus capitatus* Randelli, *Echinophora spinosa* L., *Eryngium maritimum* L., *Euphorbia paralias* L., *Medicago marina* L.

Specie minacciate

Galium litorale Guss. (Convenzione di Berna; All. 2 Dir. 92/43/CEE; EN, Scoppola et al. 2005; CR, IUCN), *Rouya polygama* (Desf.) Coincy (Convenzione di Berna; VU), *Anchusa littorea* Moris (Convenzione di Berna; CR), *Anchusa crispa* Viv. subsp. *maritima* (Vals.) Selvi & Bigazzi (Convenzione di Berna; EN), *Retama rae-tam* (Forssk.) Webb subsp. *gussonei* (Webb) Greuter (CR, Scoppola et al. 2005; EN, IUCN), *Pancratium lino-sae* Conti, *Phleum sardoum* (Hack.) Hack. (EN), *Launaea resedifolia* (L.) Kuntze, *Scrophularia ramosissima* Loisel. (LR), *Armeria pungens* (Link) Hoffmanns. & Link, *Silene succulenta* Forssk. subsp. *corsica* (DC.) Nyman, *Trachomitum venetum* (L.) Woodson subsp. *venetum* (VU), *Romulea linaresii* Parl. subsp. *linaresii* (LR, Scoppola et al. 2005; VU, IUCN)

Regione biogeografica

Mediterranea, Continentale

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Litorali sabbiosi. In Italia i sistemi dunali costieri sono fortemente alterati, ridotti e marginalizzati dalle attivi-

tà turistiche; esempi significativi di dune mobili rimangono solo in ambiti protetti e nei pochi tratti di costa poco sfruttati dal turismo balneare.

Note

Queste fitocenosi, specialmente quando sono degradate, ospitano spesso specie alloctone quali *Ambrosia tenuifolia*, *Ambrosia coronopifolia*, *Cenchrus incertus* e *Spartina juncea*. Quest'ultima specie risulta fortemente invasiva specialmente in caso di erosione naturale o antropica delle dune, con conseguente sostituzione della vegetazione spontanea.

Codice Natura 2000

2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea ("dune grigie") - Prioritario

Eunis

B1.41 Dune grigie settentrionali (Adriatico settentrionale)

CORINE Biotopo

16.221 Dune grigie settentrionali
(Adriatico settentrionale)

Sintassonomia

KOELERIO GLAUCAE-CORYNOPHORETEA CANESCENTIS Klika in Klika et Novák 1941 (Syn. Sedo albi-Scleranthetea biennis Braun-Blanq. 1955, Festucetea vaginatae Soò 1968)

Artemisio-Koelerietalia albescentis, Sissingh 1974

Koelerion arenariae R. Tx. 1937 corr. Gutermann et Mucina 1993 (incl. Sileno conicae-Cerastion semidecandri Korneck 1974)

Tortulo ruralis-Scabiosetum gramuntietum Pign. 1953

Bromo tectorum-Phleetum arenarii Korn. 1974

Sileno conicae-Cerastietum semidecandri Korneck 1974

Descrizione

Comunità litoranee temperate delle dune consolidate con moderato accumulo di humus. Rappresentano una transizione tra le comunità psammofile e le prime formazioni arbustive. Si sviluppano principalmente nei primi retroduna con maggiore presenza di suolo e condizioni riparate dai venti marini.

Specie guida

Piante

Bromus hordeaceus L., *Bromus tectorum* L. Subsp. *tectorum*, *Carex arenaria* Auct.Fl.Ital., *Carex liparocarpos* Gaudin subsp. *liparocarpos*, *Corynephorus canescens* (L.) Beauv., *Fumana procumbens* (Dunal) G. & G., *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Sprengel, *Lomelosia argentea* (L.) Greuter & Burdet, *Myosotis ramosissima* Rochel in Schultes, *Phleum arenarium* L., *Pycnocomon rutifolium* Hoffm. & Link, *Silene conica* L., *Silene otites* (L.) Wibel, *Teucrium polium* L. subsp. *polium*, *Trifolium scabrum* L.

Licheni

Cladonia bacillaris f. *clavata* (Ach.) Vain., *Cladonia convoluta* (Lam.) Cout., *Cladonia rangiforme* Hoffm.

Muschi

Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb., *Tortula ruraliformis* (Besch.) Ingham, *Tortula ruralis* (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb.

Specie minacciate

Malcolmia litorea (L.) R. Br., *Polygonum robertii* Loisel, *Stipa veneta* Moraldo (EN), *Rouya polygama* (Desf.) Coincy, *Scrophularia frutescens* L., *Centaurea tommasinii* A. Kern. Dostál (VU)

Altre specie protette

Anacamptis pyramidalis (L.) L.C. Rich. (CITES B)

Regione biogeografica

Continentale

Piano altitudinale

Costiero

Codice Natura 2000

2160 Dune con presenza di *Hippophae rhamnoides* - Prioritario

Eunis

B1.61 Comunità arbustive fitte di specie nemorali su dune costiere

CORINE Biotopo

16.25 Cespuglieti a caducifoglie delle dune

Sottocategoria

B1.611 Arbusteti di *Hippophae rhamnoides* su dune costiere

Sottocategoria

16.251 Dune a *Hippophae rhamnoides*

Sintassonomia

RHAMNO CATARTICI-PRUNETEA SPINOSAE Rivas-Goday et Borja 1961

Prunetalia spinosae R.Tüxen 1952

Cytision sessilifolii Biondi et al.1988

Spartio juncei-Hippophaetum rhamnoidis Biondi, Vagge, Baldoni, Taffetani 1997

Junipero communis-Hippophaetum rhamnoides Géhu et Scopp. 1984

Descrizione

Cespuglieti a *Hippophaë rhamnoides* delle dune consolidate dell'alto Adriatico.

Specie guida

Hippophaë rhamnoides L.

Specie frequenti

Juniperus communis L. var. *intermedia*, *Spartium junceum* L

Regione biogeografia

Continentale

Piano altitudinale

Continentale

Distribuzione

Veneto: Delta del Po (ZPS IT3270023)

Emilia Romagna: Parco Regionale del Delta del Po, Pineta di Casalborsetti, Pineta Staggioni, Duna di Porto Corsini (SICp IT4070005), Pialasse Baiona, Risega e Pontazzo (SIC IT4070004)

Note

Comunità molto rarefatta e frammentata a causa di impianti di pinete e sbancamenti.

Codice Natura 2000

2190 Depressioni umide interdunari

Eunis

B1.8 Acquittrini e specchi d'acqua delle dune costiere

Sottocategorie:

- B1.81 Pozze interdunali
- B1.82 Acquittrini e paludi calcicole (occasionalmente acidofile) interdunali
- B1.83 Prati paludosi e brughiere umide interdunali
- B1.84 Canneti, tifeti e cariceti interdunali

CORINE Biotopo

16.3 Depressioni umide interdunali

Sottocategorie:

- 16.31 Corpi idrici interdunali permanenti
- 16.32 Formazioni pioniere delle sabbie umide a specie annuali (*Juncus bufonius*, *Samolus valerandi*, etc.)
- 16.33 Paludi interdunali
- 16.34 Praterie umide interdunali
- 16.35 Canneti e cariceti interdunali

Sintassonomia

ISOËTO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946

Isoëtetalia Br.-Bl. 1936

Isoëtion Br.-Bl. 1931

Isoëteto hystricis-Radioletum linoides Quezel 1956

Menthetum requienii Filipello et Sartori 1983

Romuleo insularis-Isoëtetum duriei Foggi 1999

Nanocyperetalia Klika 1935 (Syn. Cyperetalia fusci Pietsch 1963)

Nanocyperion flavescens W. Koch 1929

Cyperetum flavescens Koch ex Aichinger 1933

POTAMOGETONETEA Klika in Klika & V. Novák 1941

Potamogetonetalia pectinati W. Koch corr. Oberd. 1979

Nymphaeion albae Oberd. 1957

Hottonietum palustris Tx. 1937

Parvopotamion (Koch 1926) Görs 1977 (syn. Potamion pectinati (Koch 1926) Görs 1977)

Potamogetonetum pectinati Carstensen 1955

Zannichellion pedicellatae Schaminée, Lanjouw & Schipper 1990

Zannichellietum palustris Nordhagen 1954

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941

Phragmitetalia australis W. Koch 1926

Phragmition australis W. Koch 1926 (=Phragmition communis W. Koch 1926)

Hippuridetum vulgaris Passarge (1955) 1964

Scirpetum lacustris Chouard 1924

Schoenoplecto lacustris-Phragmitetum australis R. Tx. & Preising 1942

Bolboschoenenion maritimi Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980 (Syn.

Scirpion maritimi Dahl & Hadač 1941 Bolboschoenenion compacti Dall & Hadač 1941 Corr. Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980)

Schoenoplecto tabernaemontani - Bolboschoenetum maritimi (Christiansen 1934) Passarge 1999

Bolboschoenetum maritimi Egger 1933 (syn. Scirpetum compacto-litoralis (Br.-Bl. in Br.-Bl., Rous-sine & Nègre 1952)

Puccinellio festuciformis-Phragmitetum australis (Pignatti 1953) Poldini & Vidali 2002

Puccinellio palustris-Scirpetum compacti (Pignatti 1953) Géhu & Scopp. 1984

Magnocaricetalia Pignatti 1954

Magnocaricion elatae Koch 1926 em. Neuhäusl 1957

Holoschoeno-Juncetum subnodulosi Géhu & Biondi 1988

MOLINIO CAERULEAE-ARRHENATHERETEA ELATIORIS Tüxen 1937 (Syn.: Molinio-Juncetea Braun-Blanq. in Braun-Blanq., Emb. & Molin. 1947)

Holoschoenetalia vulgaris Braun-Blanq. ex Tchou 1948

Molinio arundinaceae-Holoschoenion vulgaris Braun-Blanq. ex Tchou 1948

Calamagrostio epigejotis-Erianthetum ravennae Taffetani et Biondi

Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis (Pign. 1953) Géhu in Géhu, Costa, Scoppola, Biondi, Marchiori, Peris, Géhu-Franck, Caniglia, Veri 1984 (syn. Schoeno nigricantis-Erianthetum ravennae Pignatti 1953)

Scipoidetum holoschoenoidis Br.-Bl. (1931) 1952

Molinietalia caeruleae Koch 1926

Molinion caeruleae W.Koch 1926 (Syn. Molinio-Juncion acutiflori Duvigneaud nom. illeg.)

Allio suaveolentis-Molinietum caeruleae Görs in Oberd. ex Oberd. 1983

CHARETEA FRAGILIS Fukarek ex Krausch 1964

Charetalia hispidae Sauer ex Krausch 1964

Charion fragilis Krausch 1964

Charetum tomentosae Corillion 1957

Descrizione

Depressioni umide almeno periodicamente inondate da acque dolci degli ambienti inter – e retrodunali.

Specie guida

Codice CORINE Biotope 16.31 Corpi idrici interdunali permanenti:

Chara tomentosa L., Elodea canadensis Michx., Hippuris vulgaris L., Hottonia palustris L., Potamogeton obtusifolius Mert. & W.D.J. Koch, Potamogeton pectinatus L., Zannichellia palustris L.

Codice CORINE Biotope: 16.32 Formazioni pioniere delle sabbie umide a specie annuali (Juncus bufonius, Samolus valerandi, etc.):

Centaureum tenuiflorum (Hoffm. & Lk.) Frtsch., Cyperus flavescens L., Cyperus fuscus, Juncus bufonius L., Juncus hybridus Brot., Mentha requienii Benth. subsp. requienii, Radiola linoides Roth, Samolus valerandi L.

Codice CORINE Biotope 16.33 Paludi interdunali:

Calamagrostis Epigejos (L.) Roth, L., Erianthus ravennae (L.) Beauv., Juncus subnodulosus Schrank, Schoenus nigricans L., Scirpoides holoschoenus (L.) Soják

Codice CORINE Biotope 16.34: Praterie umide interdunali:

Allium suaveolens Jacq., Molinia caerulea (L.) Moench subsp. caerulea, Salix rosmarinifolia L.

Codice CORINE Biotope 16.35 Canneti e cariceti interdunali:

Atriplex prostrata Boucher ex DC., Bolboschoenus maritimus (L.) Palla, Juncus maritimus Lam., Oenanthe lachenalii C. C. Gmel., Phragmites australis (Cav.) Trin., Sonchus maritimus L.

Specie minacciate

Euphrasia marchesettii Wettst. (All. 2 Dir. 92/43/CEE; VU), Kosteletzkya pentacarpos (L.) Ledeb. (Convenzione di Berna; All. 2 Dir. 92/43/CEE; CR), Mentha requienii Benth. subsp. Bistaminata Mannocci & Falconcini, Potamogeton obtusifolius Mert. & W.D.J. Koch (LR), Salix rosmarinifolia L., Gentiana pneumonanthe L. subsp. pneumonanthe (EN), Allium suaveolens Jacq., Hottonia palustris L. (VU)

Regione biogeografia

Mediterranea, Continentale

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, Lazio, Basilicata, Calabria, Sicilia

Note

Diffusione limitata e ulteriormente minacciata di contrazione per alterazioni dell'ambiente e della falda.

22. DUNE MARITTIME DELLE COSTE MEDITERRANEE

Codice Natura 2000

2210 Dune fisse del litorale del Crucianellion maritimae - Prioritario

Eunis

B1.43 Dune costiere stabili del Mediterraneo centrale e occidentale e delle coste termo-atlantiche del sud-Iberia e nord-Africa

CORINE Biotope

16.223 Dune grigie mediterranee

Sintassonomia

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tüxen ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946 (syn. Euphorbio paralias-Ammophileta australis J.M. & J. Géhu 1988)

Crucianelletalia maritimae Sissingh 1974 (Syn. Helichryso stoechadis-Crucianelletalia maritimae (Sissingh 1974) Géhu, Rivas Mart., Tx. in Géhu 1975)

Crucianellion maritimae Rivas Goday et Rivas-Martinez 1963

Helichryso microphylli-Crucianelletum maritimae Mossa 1992

Crucianelletum maritimae Br.-Bl. (1921) 1933

Loto cytisoidis-Crucianelletum maritimae Alcaraz et al. 1989

Crucianello-Armerietum pungentis (Desole 1959) Zevaco 1969

Scrophulario ramosissimae-Crucianelletum maritimae Géhu et Costa 1984

Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae Géhu et al. 1987

Pycnocomo rutifolii-Seseletum tortuosi Arrigoni 1990

Descrizione

Comunità litoranee delle dune consolidate con moderato accumulo di humus d transizione tra le comunità psammofile e le prime formazioni arbustive. Si sviluppano nei primi retroduna con maggiore presenza di suolo e condizioni riparate dai venti marini.

Specie guida

Crucianellion maritimae Rivas Goday et Rivas-Martinez 1963, *Ambrosia maritima* L., *Armeria pungens* (Link) Hoffmanns. & Link, *Centaurea sphaerocephala* L., *Crucianella maritima* L., *Lotus cytisoides* L., *Malcolmia littorea* (L.) R. Br., *Helichrysum italicum* (Roth) Don subsp. *microphyllum* (Willd.) Nyman, *Otanthus maritimus* (L.) Hoffm. & Lk., *Pancratium maritimum* L., *Pycnocomon rutifolium* Hoffm. & Link, *Thymelaea tartonraira* (L.) All.

Specie minacciate

Anchusa crispa Viv. subsp. *crispa*, *Malcolmia littorea* (L.) R. Br., *Polygonum robertii* Loisel. (EN), *Armeria pungens* (Link) Hoffmanns. & Link, *Centaurea paniculata* L. subsp. *subciliata* (DC.) Arrigoni, *Ephedra distachya* L. subsp. *distachya*, *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. Ex Bertol.) Radcl.-Sm., *Rouya polygama* (Desf.) Coincy, *Scrophularia frutescens* L. (VU)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Toscana, Lazio, Campania, Molise, Calabria, Puglia, Sicilia, Sardegna

Note

Spesso frammentata e difficilmente rilevabile a causa dell'impatto antropico.

Codice Natura 2000

2220 Dune con presenza di *Euphorbia terracina*

Eunis

B1.44 Dune costiere stabili del Mediterraneo centro-orientale

CORINE Biotopo

16.224 Dune costiere stabili del Mediterraneo centro-orientale

Sintassonomia

Lygeo sparti-stipetea tenacissimae Rivas-Martínez 1978 (Syn. Thero-brachypodieta ramosi Br.-Bl. 1931.)

Hypparrhenietalia hirtae Rivas-Martínez 1978

Hypparrhenion hirtae Br.-Bl., Silva et Rozeira 1956 (Syn. Saturejo graecae-Hypparrhenion hirtae O.Bolòs 1962)

Euphorbio terracinae-Hypparrhenietum hirtae Brullo et Siracusa 1996 (Linosa)

Specie guida

Euphorbia terracina L.

Altre specie citate dal Manuale Natura 2000 (2007)

Ephedra distachya L., *Silene nicaensis* Allioni, *Silene subconica* Friv.

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Veneto: Valle Vecchia, Zumelle, Valli Di Bibione (SICp IT3250041)

Basilicata: Costa Ionica - Foce Bradano (SICp IT9220090)

Sicilia: Foce del Magazzolo, Foce del Platani, Capo Bianco, Torre Salsa, Foce del Simeto (Sic ITA040003)

Puglia: Costa di Manfredonia

Calabria: Litorale Jonico

Note

Il Manuale Natura 2000 fa riferimento solo al mar Egeo, ma alcune formazioni dunali italiane sono state riferite a questo codice per la presenza abbondante della specie guida in ambiti di dune stabili.

Codice Natura 2000

2230 Dune con prati dei Malcolmietalia

Eunis

B1.48 Comunità dunali mediterranee e sud-atlantiche di terofite su suolo sabbioso profondo

CORINE Biotope

16.228 Comunità dunali mediterranee e sud-atlantiche di terofite su suolo sabbioso profondo

Sintassonomia

HELIANTHEMETERA GUTTATI (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963, (Syn. Tuberarietea guttatae Br.-Bl. (1940) 1952, Stipo-Brachypodietea distachyae (Br.-Bl. in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947) Brullo 1985)

Malcolmietalia Rivas Goday 1958

Maresion nanae Gehu & al. 1981 (Syn. Alkanno-Malcolmion Rivas Goday 1957 em. Rivas Martinez 1963, Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae)

Alkanno-Nonetum vesicariae Brullo et Scelsi 1998

Anthemido-Centauretum conocephalae Brullo et Grillo 1985

Bupleuro-Ononidetum reclinatae Brullo, Scelsi, Siracusa 1994

Corrigiolo telephifoliae-Corynephorum articulati (Géhu et al. 1987) Géhu et Biondi 1994

Cutandio-Parapholietum marginatae Bartolo, Brullo, Minissale, Spampinato 1988

Erodio-Malcolmietum parviflorae Rivas Goday 1957

Evaco-Tuberarietum siculae Brullo et Grillo 1985

Glaucio flavi- Matthioletum tricuspidatae Blasi, Fascetti, Veri & Bruno 1983

Loto-Ononidetum serratae Brullo et Grillo 1985

Malcolmio-Linarietum sardoae Bartolo et al. 1992

Malcolmio-Vulpietum fasciculatae Bólos, Molinier, Monts. 1970

Maresio nanae-Ononidetum variegatae Géhu et al. 1986

Maresio-Walenbergietum nutabundae Brullo et Grillo 1985

Onobrychido-Cerastietum gussonei Brullo et Grillo 1985

Scabiosetum rotundifoliae Brullo, Di Martino, Marcenò 1974

Scabiosetum rutifoliae Brullo, Di Martino, Marcenò 1974

Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae (Pign. 1953) Géhu et Scopp. 1984

Sileno nicaensis-Chamaemeletum mixti Brullo 1988

Sileno nicaensis-Ononidetum variegatae (Géhu et al. 1986) Géhu et Biondi 1994

Sileno nicaensis-Anthemidetum tomentosae Brullo, Scelsi, Spampinato 1999

Vulpio-Cutandietum divaricatae Brullo et Scelsi 1998

Vulpio-Leopoldietum gussonei Brullo et Marcenò 1974

Laguro ovati-Vulpion fasciculatae Géhu et Biondi 1994

Sileno coloratae-Ononidetum variegatae Géhu et al. 1986

Sileno sericeae-Vulpietum fasciculatae Pign. 1953

Ambrosio coronopifoliae-Lophochloetum pubescentis Biondi, Brugiapaglia, Allegrezza, Ballelli 1989

Descrizione

Depressioni interdunali e dune stabilizzate aride colonizzate da piante annuali a fioritura primaverile.

Specie guida

Malcolmietalia Rivas Goday 1958:

Coronilla repanda (Poiret) Guss. subsp. *repanda*, *Dianthus morisianum* Vals., *Lotus peregrinus* L., *Malcomia ramosissima* (Desf.) Thell., *Ononis diffusa* Ten., *Onopordum argolicum* Boiss., *Romulea ligustica* Parl., *Rumex bucephalophorus* L. subsp. *gallicus* (Steinh.) Rech. f., *Rumex bucephalophorus* L. subsp. *hispanicus* (Steinh.) Rech.f.

Laguro ovati-Vulpion fasciculatae Géhu et Biondi 1994:

Ambrosia coronopifolia Torr. & A. Gray, *Lagurus ovatus* L., *Rostraria litorea* (All.) Holub, *Silene colorata* Poir., *Silene sericea* All., *Vulpia fasciculata* (Forsskål) FritSch.

Maresion nanae Gehu & al. 1981:

Alkanna tinctoria Tausch subsp. *tinctoria*, *Anthemis tomentosa* L., *Centaurea deusta* Ten. subsp. *Conocephala*, *cerastium diffusum* Pers. subsp. *gussonei* (Lojac.) P.D. Sell & Whitehead, *Chamaemelum mixtum* (L.) All., *Corrigiola telephiiifolia* Pourr., *Corynephorus articulatus* (Desf.) Beauv., *Cutandia divaricata* (Desf.) Benth., *Cutandia maritima* (L.) Richter, *Erodium laciniatum* (Cav.) Willd., *Malcolmia nana* (DC.) Boiss, *Malcolmia parviflora* DC, *Nonea vesicaria* (L.) Rchb., *Parapholis marginata* Runemark, *Pycnocomon rutifolium* Hoffm. & Link, *Silene nicaensis* Allioni, *Tuberaria villosissima* (Pomel) Grosser var. *sicula* Grosser, *Wahlenbergia lobelioides* (L.) Link subsp. *nutabunda*

Specie minacciate

Linaria flava (Poir.) Desf. subsp. *sardoa* (Sommier) A. Terracc. (Convenzione di Berna; LR), *Muscari gussonei* (Parl.) Tod. (Convenzione di Berna; All. 2 Dir. 92/43/CEE; EN), *Dianthus morisianum* Vals., *Lotus peregrinus* L. (VU), *Ononis serrata* Forssk. (LR), *Onopordum argolicum* Boiss (EN), *Romulea ligustica* Parl. (CR)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Abruzzo, Basilicata, Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Molise, Puglia, Sicilia

Note

Spesso estremamente localizzato a causa del disturbo antropico. Può rappresentare uno stadio estremo di degrado di macchie riferibili a 2250 e 2260 con cui può trovarsi a mosaico.

Codice Natura 2000

2240 Dune con prati dei Brachypodietalia e vegetazione annua

Eunis

B1.47 Comunità dunali di terofite graminiformi pioniere su suolo superficiale

CORINE Biotope

16.229 Praterie xeriche delle dune

Sintassonomia

HELIANTHEMETEA GUTTATI (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963, (Syn. Tuberarietea guttatae Br.-Bl. (1940) 1952, Stipo-Brachypodietea distachyae (Br.-Bl. in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947) Brullo 1985)

Stipo capensis-Bupleuretalia saemicompositi Brullo 1985

Trachynetalia distachyae Rivas-Martinez 1978 (Syn. Brachypodietalia distachyi Rivas-Martínez 1978 ; incl. Stipo capensis-Bupleuretalia saemicompositi Brullo 1985)

Plantagini-Catapodion marini Brullo 1984

Allietum lojaconoi Brullo 1985

Anthemido secundirameae-Allietum lehmanii Brullo et Scelsi 1998

Anthemido secundirameae-Desmazerietum siculae Brullo 1985

Catapodio-Sedetum litorei Bartolo, Brullo, Minissale, Spampinato 1988

Echinarietum todaroanae Brullo et al. 1998

Filagini-Daucetum lopadusani Brullo 1985

Oglifetum lojaconoi Brullo 1985

Onobrychido-Parapholidetum incurvi Brullo et Scelsi 1998 (nom. corr. hic loco)

Parapholido incurvae-Aizoetum hispanicae Brullo, Scelsi, Spampinato 1999

Paronychio-Crassuletum tillaeae Bartolo et al. 1988

Plantagini-Erodietum linosae Brullo 1985

Sedo-Valantietum calvae Brullo 1985

Sileno-Bellietum minuti Brullo 1985

Trachynion distachyae Rivas-Martinez 1978 (Syn. Thero-Brachypodion sensu auct., non Br.-Bl. 1925)

Crucianello latifoliae-Hypochoeridetum achyrophori Filesi, Blasi, Di Marzio 1996

Lophochloo cristatae-Plantaginetum lagopi Biondi et Mossa 1992

Plantagini coronopi-Catapodion marini Brullo 1984

Saxifrago tridactylites-Hypochoeridetum achyrophori Biondi, Ballelli, Izco, Formica 1997

Sileno coloratae-Ononidetum variegatae Géhu et al. 1986

Valantio muralis-Sedetum caerulei Biondi et Mossa 1992

Descrizione

Comunità dunali primaverili mediterranee dominate da nanoterofite effimere e graminacee

Specie guida

Trachynetalia distachyae Rivas-Martinez 1978, *Anthemis secundiramea* Biv. Subsp. *secundiramea*, *Brachypodium retusum* (Pers.) P. Beauv., *Catapodium marinum* (L.) Hubbard, *Crassula tillaea* Lester Garland, *Crucianella latifolia* L., *Desmazeria sicula* (Jacq.) Dumort., *Echinaria todaroana* (Cesati) Ciferri & Giacomini, *Hypochoeris achyrophorus* L., *Lagurus ovatus* L., *Medicago littoralis* Loisel., *Parapholis incurva* (L.) Hubbard, *Plantago coronopus* L., *Plantago lagopus* L., *Rostraria cristata* (L.) Tzvelev, *Rostraria litorea* (All.) Holub, *Sedum litoreum* Guss., *Sedum caeruleum* L., *Silene sericea* All., *Trachynia distachya* (L.) Link, *Valantia calva* Brullo

Specie minacciate

Allium lehmannii Lojac. (LR), *Aizoon hispanicum* L., *Bellium minutum* L., *Helianthemum sessiliflorum* (Desf.) Pers. (EN), *Daucus lopadusanus* Tineo, *Erodium neuradifolium* Delile var. *linosae* (Sommier) Brullo, *Filago lojaconoi* (Brullo) Greuter, *Valantia calva* Brullo, *Paronychia arabica* (L.) DC. subsp. *longiseta* Batt., *Spergula fallax* (Lowe) E.H.L. Crause (VU)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Toscana, Marche, Abruzzo, Lazio, Molise, Campania, Basilicata, Puglia, Calabria, Sardegna

Codice Natura 2000

2250 Dune costiere con *Juniperus* spp. Prioritario

Eunis

B1.63 Comunità arbustive di *Juniperus* sp. su dune costiere

CORINE Biotopo

Sottocategorie

16.271 Dune a *Juniperus oxycedrus* subsp. macrocarpa

16.272 Dune a *Juniperus phoenicea*

Sintassonomia

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Pistacio lentisci-Rhamnetalia Rivas-Mart.1975

Juniperion lyciae Rivas Martínez 1975 (Syn. Juniperion turbinatae Rivas Martínez 1975 corr. 1987)

Chamaeropo-Juniperetum phoeniceae De marco, Dinelli, Caneva 1989

Phillyreo angustifoliae-Juniperetum phoeniceae Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985

Teucro fruticantis-Juniperetum phoeniceae Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985

Oleo-Juniperetum phoeniceae Arrigoni, Bruno, De Marco et Veri 1975

Ephedro-Juniperetum macrocarpae Bartolo, Brullo, Marcenò 1982

Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae Géhu et Biondi 1994

Pistacio lentisci-Juniperetum macrocarpae Caneva, De Marco & Mossa 1981 (Syn. Pistacio lentisci-Juniperetum oxycedri Allegrezza, Biondi, Formica e Balzelli 1997)

Junipero-Quercetum calliprini Bartolo, Brullo & Marcenò 1982

Descrizione

Le Macchie a Ginepri delle dune mobili costiere rappresentano lo stadio più evoluto nei processi di colonizzazione delle dune e tende ad occupare le parti superiori delle dune stabili con una copertura vegetale quasi continua.

Specie guida

Juniperus phoenicea L. subsp. *phoenicea*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Sibth & Sm.) Ball, *Juniperus communis* L.

Specie frequenti

Asparagus acutifolius L., *Juniperus communis* L. var. *intermedia*, *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Teucrium fruticans* L.

Specie minacciate

Ephedra distachya L. subsp. *distachya* (VU),

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Formazioni rilevanti in Toscana, Lazio, Abruzzo, Basilicata, Puglia, Sicilia, Sardegna.

Note

Spesso fortemente degradato, solo nei tratti dunali meglio conservati.

Codice Natura 2000

226 Dune con vegetazione di sclerofille dei Cisto-Lavanduletalia

Eunis

B1.64 Comunità arbustive di sclerofille e laurifille su dune costiere

CORINE Biotope

16.28 Cespuglieti e garighe a sclerofille delle dune

Sintassonomia

CISTO-LAVANDULETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier et Wagner 1940

Lavanduletalia stoechadis Br.-Bl. 1940 em. Riv.Mart. 1968

Teucrion mari Gamisans et Muracciole 1984

Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis Arrigoni, Di Tommaso, Camarda, Satta 1996

ROSMARINETEA OFFICINALIS Rivas-Martínez et al. 1991

Rosmarinetalia officinalis Br.-Bl.ex Molinier 1934

Rosmarinion officinalis Br.-Bl.ex Molinier 1934

Cisto eriocephali-Rosmarinetum officinalis Biondi 1999

Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali Biondi 1999

Erico multiflorae-Rosmarinetum officinalis Horvatic 1958

Erico multiflorae-Halimietum halimifolii Taffetani et Biondi 1992

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Pistacio lentisci-Rhamnetalia Rivas-Mart.1975

Oleo-Ceratonion Br.-Bl. ex Guinochet et Drouineau 1944 em. Riv.-Mart. 1975

Myrto communi-Pistacietum lentisci (R. Mol. 1954) Rivas-Martinez 1975

Pistacio lentisci-Rhamnetum alaterni Bolòs 1970

Phillyreo angustifoliae-Ericetum multiflorae Arrigoni, Nardi, Raffaelli 1985

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em Rivas-Martínez 1975

Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975

Erico arboreae-Arbutetum unedi Molinier 1937

Descrizione

Dune costiere stabili con dominanza di arbusti e suffrutici sempreverdi

Specie guida

Cirsium creticum (Lam.) Durv., *Cistus laurifolius* L., *Cistus monspeliensis* L., *Cistus salvifolius* L., *Erica multiflora* L., *Halimium halimifolium* (L.) Willk., *Rosmarinus officinalis* L.

Specie frequenti

Arbutus unedo L., *Erica arborea* L., *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L.

Specie minacciate

Agrostis castellana Boiss. & Reuter (EN), *Ophrys calliantha* Bartolo & Pulvirenti, *Serapias nurrica* Corrias (VU), *Cistus laurifolius* L. (CR)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Toscana, Lazio, Molise, Campania, Puglia, Calabria

Codice Natura 2000

2270 Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster* - Prioritario

Eunis

B1.7 Boschi delle dune costiere
G3.7 Boschi e foreste di *Pinus* sp. (escluso *Pinus nigra*) dell'area mediterranea

Sottocategorie

B1.71 Brughiere dunali costiere coperte da foreste di conifere più o meno naturali
G3.72 Foreste supra- o sub-mediterranee di *Pinus pinaster* subsp. *atlantica* (o *P. mesogeensis*)
G3.73 Foreste di *Pinus pinea*
G3.745 Boschi sardi di *Pinus halepensis*
G3.746 Boschi siciliani di *Pinus halepensis*
G3.7472 Boschi di *Pinus halepensis* del Metaponto

CORINE Biotope

16.29 Dune alberate
42.8 Pinete mediterranee

Sottocategorie

42.823 Pinete a pino marittimo franco-italiche
42.825 Pinete a pino marittimo della Sardegna
42.835 Pinete a pino domestico della Sardegna
42.836 Pinete a pino domestico della Sicilia
42.837 Pinete a pino domestico dell'Italia peninsulare
42.845 Pinete a pino d'Aleppo della Sardegna
42.846 Pinete a pino d'Aleppo della Sicilia
42.8471 Pinete a pino d'Aleppo del Gargano
42.8472 Pinete a pino d'Aleppo del Metaponto

Sintassonomia

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950
Pistacio lentisci-Rhamnetalia Rivas-Mart.1975
Oleo-Ceratonion Br.-Bl. ex Guinochet et Drouineau 1944 em. Riv.-Mart. 1975
Pistacio lentisci-Pinetum halepensis De Marco et al. 1984
Erico arboreae-Pinetum halepensis De Marco, Veri, Caneva 1984
Thymo capitati-Pinetum halepensis De Marco et Caneva 1985 nom. Corr. hoc loco
Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em Rivas-Martínez 1975
Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975
Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Rivas Martinez 1975 subass. pinetosum halepensis

Descrizione

Cordoni dunali fossili ricoperti da vegetazione forestale a *Pinus* sp.pl., solitamente di impianto, con sottobosco prossimo-naturale.

Specie guida

Pinus halepensis Miller, *Pinus pinaster* Aiton subsp. *hamiltonii* (Tem.) Villar, *Pinus pinea* L.

Specie protette

Cyclamen repandum S. & S. (CITES B)

Regione biogeografica

Mediterranea

Piano altitudinale

Costiero

Distribuzione

Formazioni naturali di *Pinus halepensis* su cordoni dunali sono segnalate in Sardegna (Isola San Pietro, Porto Pino, Portixeddu-Buggerru), Puglia (Isole Tremiti, Gargano e coste tarantine) e Sicilia (Vittoria).

Popolamenti naturali di *Pinus pinaster* sono stati individuati in Liguria e Sardegna.

Piantumazioni più o meno antiche di *Pinus pinea* e *Pinus pinaster* sono presenti lungo tutte le coste sabbiose italiane.

Note

Vengono incluse in questo habitat le formazioni di antico impianto con sottobosco prossimo-naturale caratterizzato da elementi mediterranei o comunque nemorali.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2004. Carta della Natura alla scala 1:50.000. Metodologia di realizzazione. APAT, Manuali e Linee Guida n. 30/2004.
- AA.VV., 2004. Gli habitat secondo la nomenclatura Eunis: manuale di classificazione per la realtà italiana. Rapporti APAT 39/2004.
- AA.VV., Dipartimento Difesa della Natura-Servizio Carta della Natura, 2009. Il progetto Carta della Natura Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000. ISPRA, Manuali e Linee Guida 48/2009
- AA.VV., Dipartimento Difesa della Natura-Servizio Carta della Natura, 2009. Gli habitat in Carta della Natura. ISPRA, Manuali e Linee Guida 49/2009
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1992. Libro Rosso delle piante d'Italia. Roma, Ministero dell'Ambiente, Ass. Ital. per il W.W.F., S.B.I.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1997. Liste rosse regionali delle piante d'Italia. WWF Italia, Soc. Bot. Ital., Univ. Camerino, 140 pp.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C. (Eds), 2005. An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Dipartimento di Biologia Vegetale – Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Palombi Editori, Roma.
- European Communities, 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal of the European Communities, L206.
- European Commission, 1992. Direttiva relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche 21 maggio 1992, 92/43/CEE, G.U.C.E. n. L 206 del 22 luglio 1992.
- European Commission, 1993. Corine Land Cover. Guide technique. CECA-CEE-CEEA. Bruxelles
- European Commission, 1996. Natura 2000. Interpretation Manual of European Union Habitats, vers. EUR 15. DG XI-D2. Brussels.
- European Commission, 2000. Natura 2000: reference List of habitat types and species present in the region Continental, mediterranean, Alpine. DG Environment. Brussels.
- European Commission, 2003. Interpretation manual of European union Habitats. Eur 25. April 2003 Dg environment, nature and biodiversity.
- European Commission, 2007. Interpretation manual of european union habitats - EUR 27. DG Environment, Nature and biodiversity.
- IUCN 1994. IUCN Red List Categories. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN 2001. IUCN Red List Categories and Criteria. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN 2003. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Level: Version 3.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Petrella S., Bulgarini F., Cerfolli F., Polito M., Teofili C., (Eds), 2005. Libro Rosso degli Habitat d'Italia. WWF Italia - ONLUS, Roma.
- Repubblica Italiana. Legge 14 febbraio 1994 n. 124 "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5.6.1992". Gazz.Uff. 23 febbraio 1994 n. 44.
- Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Mucina L., Pignatti S., Dring J., Moss D., 2002. The diversity of European vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationship to EUNIS habitats. Wageningen, NL. EC-LNV. Report EC-LNV nr. 2002/054.
- Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. (3 Vol.). Edagricole, Bologna.
- Scoppola A. & Spampinato G., 2005. Atlante delle specie a rischio di estinzione. CD-Rom allegato a: Scoppola A. & Blasi C. Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia. Palombi Editore, Roma.

5.2 Il ruolo della componente micologica negli ecosistemi dunali

Carminè Siniscalco

Il mondo scientifico, nel recente passato, ha concentrato gli sforzi negli studi rivolti alla conoscenza e alla conservazione della biodiversità con lo scopo di proteggerla dai danni provocati agli ecosistemi terrestri dalla presenza e dall'attività dell'uomo.

Sino ad oggi sono state descritte circa 1.700.000 specie diverse tra microrganismi, invertebrati, insetti, piante e animali; comunque la comunità scientifica calcola che molte di più ne esistono in natura e precisamente da 3 a 100 milioni. In particolare per i funghi, in senso lato, si stimano circa 1.500.000 specie presenti sulla terra, ma purtroppo ne sono state descritte fino ad oggi solo 72.000; appena il 4,8 % del numero stimato (Franchi P. *et al.*, 2006).

A dispetto dei progetti e delle misure finalizzate allo studio e alla conservazione della biodiversità allo stato attuale nessuna specie fungina è contenuta negli allegati della Convenzione di Berna e della Direttiva Habitat, le principali disposizioni della normativa europea finalizzata alla protezione delle specie selvatiche e dei loro habitat. In realtà nonostante il ruolo cruciale svolto dai funghi nei complessi processi eco sistemici questi sono a tutt'oggi trascurati nei piani di conservazione della natura e nella valutazione della priorità degli habitat da tutelare (Siniscalco *et al.*, 2004).

I funghi per Whittaker formano un regno a se stante rispetto a quelli dei monera, protisti, piante e animali (Whittaker, 1969). Sono tipici organismi eucarioti, eterotrofi, privi di clorofilla, capaci di condurre una vita saprofitica o parassitaria, mentre alcune specie fungine estremamente importanti per le loro caratteristiche eco fisiologiche si associano con altri organismi in qualità di simbiotici.

L'efficienza delle interazioni dinamiche nelle relazioni trofiche è legata oltre che ai vari fattori ambientali e pedologici anche ai rapporti che si stabiliscono tra la componente vegetale e quella micologica.

Le attività nutrizionali dei vari *taxa* fungini possono essere raggruppate in tre grosse categorie:

- funghi parassiti, che si nutrono a spese di sostanze organiche appartenenti ad animali, funghi o vegetali viventi (fig. 5.3);
- funghi saprofiti, che si nutrono a spesa di sostanze organiche appartenenti ad animali, funghi (fig. 5.4) o vegetali morti;
- funghi simbiotici (fig. 5.5), che si nutrono delle sostanze organiche elaborate dalle piante, che vengono prelevate dai continui scambi che si stabiliscono a livello degli apparati radicali assorbenti nei rapporti di vita mutualistica che si instaurano tra le piante verdi e gli ospiti fungini.

Si ringraziano Leonardo Baciarelli Falini, Maria Teresa Basso, Stefano Bedini, Angela Lantieri, Gianfranco Visentin, Archivio AMB (Associazione Micologica Bresadola) per le immagini cortesemente fornite.



Fig. 5.3: *Inonotus tamaricis* (Pat.) Maire, specie parassita di tronchi viventi ma indeboliti da diverse cause, di *Tamarix gallica*. È specie termofila e comune specialmente in Sardegna e lungo i versanti Adriatico e Tirrenico (Foto Gianfranco Visentin)



Fig. 5.4: *Asterophora lycoperdoides* (Bulliard) Ditmar in Link, specie saprofita di vecchie *Russula* (Nigricantinae) morte (Foto archivioAMB)



Fig. 5.5: *Hebeloma mesophaeum* (Fries) Quelét, specie simbiote delle dune consolidate (Foto Gianfranco Visentin)



Fig. 5.6: *Lactarius sanguifluus* v. *violaceus* (Varla) Basso, specie simbiote delle dune consolidate (Foto Maria Teresa Basso)

I funghi, insieme ai batteri e ad altri microrganismi provvedono alla degradazione della sostanza organica morta fino ad ottenere sia molecole inorganiche sotto forma di acqua, anidride carbonica e sali minerali; sia complesse molecole organiche frutto di complesse attività metaboliche.

I funghi e i microrganismi rappresentano dunque una componente di fondamentale importanza per la fertilità del suolo e svolgono un ruolo insostituibile, in mancanza del quale il suolo rappresenterebbe semplicemente un inerte supporto meccanico.

BOX 5.2

Note biologiche sui funghi

Manuela Giovannetti

(tutte le foto del presente Box sono di Manuela Giovannetti)

La parola fungo evoca immediatamente l'immagine del fungo commestibile, che andiamo a raccogliere nei boschi o che compriamo direttamente al mercato. Ma sono funghi anche le muffe che spesso attaccano le piante coltivate, crescono sui muri delle nostre case, contaminano i nostri alimenti producendo dannose tossine, o quelle utilizzate dall'industria per la produzione di cibi, bevande e sostanze farmaceutiche.

Le loro attività biochimiche sono sfruttate commercialmente per la produzione di antibiotici, steroidi, ciclosporine ed enzimi per uso alimentare. Sono anche utilizzati per la produzione di cibi e bevande o di carpofori. Provate ad immaginare la nostra vita senza funghi: dovremmo rinunciare a vino, birra, pane, ad alcuni prelibati formaggi, a molti antibiotici e altri composti chimici ad azione terapeutica. Inoltre, i funghi sono tra i principali agenti dei cicli biogeochimici, i cicli di materia ed energia alla base del funzionamento degli ecosistemi. I funghi sono organismi eucarioti, eterotrofi, filogeneticamente correlati più con gli animali che con altri eucarioti. La loro collocazione tassonomica ha subito vari cambiamenti, a seconda dei caratteri valutati ai fini della classificazione.

Nel primo celebre albero evolutivo completo nella storia della biologia, pubblicato dal tedesco Ernest Haeckel, i funghi, insieme agli animali ed alle piante, discendevano dai protisti, che a loro volta originavano da organismi microscopici, le monere. Secondo la classificazione di Whittaker, che prendeva in considerazione le differenze in struttura e modo di nutrizione, invece, gli organismi viventi erano divisi in 5 regni: Monera – Protisti – Piante – Funghi – Animali (Whittaker, 1969). Dunque i funghi, per Whittaker, formavano un regno distinto da quelli degli animali e delle piante.

Negli ultimi 20 anni sono stati messi a punto molti sistemi per comparare l'organizzazione degli organismi viventi a livello molecolare e trovare le loro relazioni attraverso lo studio del genoma. Allineando sequenze geniche ottenute da varie specie di organismi viventi, Carl Woese (1990) comparò le sequenze di geni che codificano per gli RNA ribosomali, molecole ben conservate attraverso i miliardi di anni di divergenza evolutiva e funzionalmente costanti: questo studio produsse un nuovo albero evolutivo con tre divisioni: Bacteria, Archaea, Eucarya. I funghi finirono così di nuovo insieme agli animali e alle piante nella divisione degli Eucarya (tab. 1). I più importanti phyla di funghi sono rappresentati da Ascomyceti, Basidiomyceti, Zigomiceti, Chitridiomyceti, Glomeromiceti.

TRADIZIONALE	3 REGNI Stanier 1970	5 REGNI Whittaker 1969	3 DIVISIONI Woese 1990
PIANTE	PROTISTI	MONERA	BACTERIA
Batteri	Batteri	Batteri	
Alghe	Protozoi		ARCHAEA
Funghi	Alghe	PROTISTI	Metanogeni
Piante	Funghi	Protozoi	Estremofili
		Alghe unicellulari	
ANIMALI	PIANTE		EUCARYA
Protozoi		PIANTE	Ciliati
Animali	ANIMALI	Alghe pluricellulari	Flagellati
		Piante	Piante
		FUNGI	Funghi
			Animali
		ANIMALI	

Tabella 1. Principali sistemi di classificazione degli organismi viventi. In grassetto, i funghi, che, a seconda dei parametri considerati, vengono classificati in regni e divisioni diversi

Il numero stimato di specie di funghi è di 1.500.000, ma finora ne sono state descritte finora solo 35.000. Negli Ascomyceti sono classificati i generi *Morchella*, *Tuber*, *Claviceps*, mentre tra i Basidiomyceti, che constano di ben 22.000 specie descritte, troviamo i generi *Agaricus*, *Coprinus*, *Suillus*, *Pleorotus*, *Boletus*, *Amanita*, *Russula*.

I funghi, come tutti gli organismi eucarioti, possiedono cellule fornite di un nucleo racchiuso in una membra-

na, hanno più di un cromosoma, e contengono organelli come i mitocondri. Essi hanno molti caratteri unici in termini di struttura, componenti cellulari e organizzazione. Sono, infatti, organismi filamentosi, pluricellulari, costituiti da cellule tubulari molto allungate e ramificate, chiamate ife, che hanno lunghezza indeterminata ma un diametro costante, di 2-30 microns e il cui insieme prende il nome di micelio. Le pareti delle ife sono costituite da polisaccaridi (80-90%), proteine, lipidi, polifosfati e ioni organici, ma il loro principale costituente è rappresentato dalla chitina, un polimero di un derivato del glucosio, la N-acetilglucosammina (Carlile *et al.*, 2001). Le ife fungine crescono all'apice, in una zona chiamata zona di estensione, lunga da 30 a 400 micrometri e le pareti ifali si irrigidiscono rapidamente al di sotto dell'apice. La parte dell'ifa sottostante all'apice invecchia progressivamente e la parte più vecchia può essere lisata sia da enzimi propri (autolisi) o di altri organismi (eterolisi). Il protoplasma si muove continuamente dalla parte vecchia dell'ifa verso l'apice: così, le ife crescono continuamente da una parte ed invecchiano continuamente dall'altra, mentre il protoplasma si spinge avanti man mano che l'ifa invecchia. Le ife della maggior parte dei funghi hanno setti trasversali ad intervalli regolari, ma i setti non sono presenti, per esempio, nelle ife dei Glomeromiceti, ad eccezione dei casi in cui i setti servono a isolare le regioni vecchie o morte. Comunque, la suddivisione funzionale in funghi settati e non settati non è così netta, poiché nei funghi settati i setti hanno pori attraverso cui passa il citoplasma e in taluni casi anche i nuclei. Dunque le ife settate sono composte di compartimenti interconnessi, e funzionano come unità integrate. All'interno delle ife si muovono il citoplasma ed i nuclei, che possono essere in numero variabile nei vari comparti separati dai setti, da uno a decine, fino ad arrivare a decine di migliaia nei funghi cenocitici (privi di setti) (Gregory, 1984) (fig. 1).

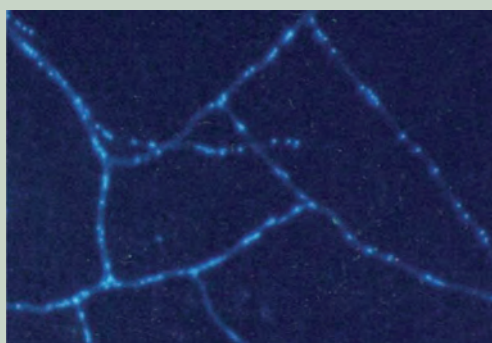


Fig. 1: Foto in epifluorescenza dei numerosi nuclei presenti nelle ife fungine di un fungo cenocitico, evidenziati mediante colorazione con DAPI

Un aspetto distintivo della biologia dei funghi è rappresentato dalla capacità che hanno le loro ife di fondere, per formare un micelio strettamente interconnesso dove si perde l'individualità delle singole ife a vantaggio della condivisione dei nutrienti e del patrimonio genetico, carattere fondamentale che conferisce resilienza alle colonie fungine nei confronti degli stress ambientali (Brasier, 1992; Glass *et al.*, 2004) (fig. 2). Le ife singole non sono visibili ad occhio nudo, ma hanno la proprietà di accrescersi e ramificarsi in tutte le direzioni, formando una fitta rete che prende il nome di micelio. I funghi possono riprodursi sia sessualmente che asessualmente.

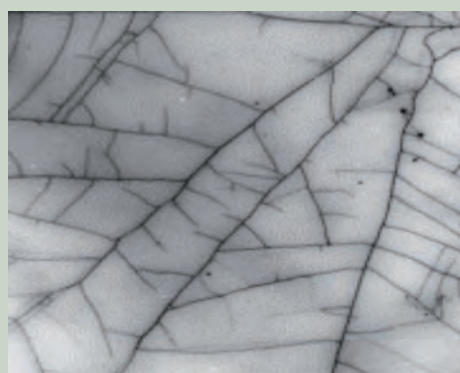


Fig. 2: Visualizzazione delle fusioni ifali che danno luogo ad un micelio fungino strettamente interconnesso

La moltiplicazione asessuale avviene con la produzione di spore (conidi) all'apice di alcune ife, spore che poi, disperse nell'aria, possono cadere su un substrato adatto e germinare dando luogo ad un altro ciclo. I miceli che vediamo ad occhio nudo sul pane ammuffito, sulla buccia dei limoni o sui formaggi freschi conservati troppo a lungo hanno colori diversi, da verde a blu, rosso, nero, colori che sono dovuti alla diversa colorazione delle spore.

La riproduzione sessuale avviene attraverso la fusione di due cellule aploidi per formare una cellula diploide che, dopo meiosi e successiva mitosi, dà origine a singole spore. Tali spore possono essere formate, negli Ascomiceti all'interno di sacchi chiusi, gli aschi, e prendono il nome di ascospore, oppure, nei Basidiomiceti all'esterno di strutture allungate, i basidi, prendendo il nome di basidiospore (Carlile *et al.*, 2001).

I funghi sono organismi chemioeterotrofi, cioè bisogno di una fonte di nutrienti organici da cui trarre energia e carbonio per le sintesi cellulari. Riforniti di una fonte di energia semplice come il glucosio, molti funghi possono sintetizzare tutti gli altri componenti cellulari da fonti inorganiche – ammonio o nitrato, fosfato e altri minerali come calcio, potassio, magnesio e ferro. La loro parete cellulare, costituita da polisaccaridi complessi, tra cui la chitina, l'ingestione di particelle di cibo, e i funghi devono assorbire nutrienti solubili semplici attraverso la parete e la membrana. Per questo rilasciano enzimi all'esterno della cellula per degradare polimeri complessi (come cellulosa e lignina) e poi assorbire gli zuccheri semplicirilasciati. I funghi producono un'ampia gamma di enzimi, per degradare i più diversi e recalcitranti polimeri (Carlile *et al.*, 2001).

Al regno dei funghi appartengono anche i lieviti, funghi privi di vero micelio, unicellulari, che si moltiplicano per gemmazione e vivono in ambienti ricchi di zuccheri. I lieviti sono organismi unicellulari le cui cellule, globose od ovali, misurano circa 6-12 micrometri in diametro. Esistono molte specie diverse di lieviti, che si riproducono sia per via sessuale che asessuale. Quelli che si riproducono sessualmente formano delle strutture semplici a forma di sacco, dette aschi, che contengono un numero variabile di spore (ascospore), e sono classificati come Ascomiceti, oppure formano spore di origine sessuale esterne ad una struttura chiamata basidio, i Basidiomiceti.

La specie di gran lunga più utilizzata nelle fermentazioni industriali è *Saccharomyces cerevisiae*, il famoso "lievito di birra". Ogni industria possiede i propri ceppi selezionati, che sono custoditi come veri e propri segreti industriali, per la produzione di vino, birra, sidro, saké, pane, pizza, alcool. Quando i lieviti si moltiplicano asessualmente mediante formazione di gemme sulla superficie cellulare, le gemme si accrescono fino a raggiungere la dimensione della cellula madre, dopodiché si staccano, lasciando una cicatrice che viene ricoperta da chitina. Poiché la chitina è un polisaccaride dalla consistenza rigida - è il costituente principale dell'esoscheletro degli insetti e dei crostacei -, non si possono sviluppare nuove gemme dalla cicatrice e, di conseguenza, la cellula madre, dopo avere originato gemme figlie fino a ricoprire per intero la sua superficie, muore. I lieviti hanno un metabolismo particolare, che permette loro di vivere sia in presenza di ossigeno, respirando, sia in assenza di esso, fermentando (Carlile *et al.*, 2001).

I funghi sono importanti componenti dell'ecosistema, fondamentali per la continuazione dei cicli biogeochimici, e rappresentano i principali agenti della decomposizione della materia organica, capaci di trasformare i composti a base di carbonio, azoto, zolfo e fosforo in composti minerali nuovamente utilizzabili da parte delle piante. Per quanto riguarda il ciclo del carbonio, i principali componenti della materia organica decomposti sono rappresentati da cellulosa, emicellulose e lignina. Particolarmente importanti nella degradazione e nel riciclo di cellulosa ed emicellulose, che rappresentano circa il 70% di tutto il materiale della parete delle cellule vegetali, che è riciclato annualmente.

La degradazione completa della cellulosa avviene attraverso la produzione di tre principali enzimi: un'endoglucanasi, che agisce a caso all'interno della catena di cellulosa, rompendo le molecole in frammenti più piccoli, un'eso-glucanasi che agisce solo alle estremità della catena, rilasciando unità di cellobiosio e una cellobiasi, che rompe il disaccaride cellobiosio in due molecole di glucosio, che può essere assorbito dal fungo. Tre enzimi agiscono sinergicamente e sono strettamente regolati, per assicurare che un fungo che degrada la cellulosa non rilasci zuccheri ad un tasso più veloce di quello di assorbimento. La regolazione della degradazione della cellulosa è ottenuta attraverso il sistema comunemente utilizzato a *feedback*, chiamato repressione da cataboliti, in cui i geni che codificano per gli enzimi sono repressi quando substrati più prontamente utilizzabili (come il glucosio) sono disponibili nell'ambiente. Le specie più note di funghi cellulolitici sono *Chaetomium cellulolyticum*, *Humicola grisea*, *Trichoderma reesei*. I funghi sono anche gli unici organismi capaci di degradare completamente ad anidride carbonica ed acqua la lignina, un composto recalcitrante, costituito da diverse unità di fenil-propano legate tra loro con legami chimici di tipo diverso. Tra questi, il più studiato è il basidiomicete *Phanerochaete chrysosporium*, che è anche capace di degradare diverse molecole inquinanti con strutture simili a quelle della lignina (Bosco *et al.*, 2008a).

I carpofori che raccogliamo nei boschi ed i tartufi non sono altro che la fruttificazione sessuale dei funghi filamentosi, ramificati ed invisibili, che si accrescono nel suolo, la maggior parte dei quali vive in simbiosi stret-

tissima con le radici di molte piante forestali come castagno, quercia, faggio, abete, larice, pino, nocciolo, tiglio. E' questo il motivo per cui non possiamo disporre durante tutto l'anno di porcini, amanite, galletti, lattari, russule, ovoli, tartufi bianchi e neri: dobbiamo attendere che si completi il loro ciclo vitale all'interno delle radici della pianta, che termina con la produzione dei corpi fruttiferi, e che dipende spesso dalla stagione e dalle condizioni ambientali, come ben sanno i cercatori esperti. Una serie di studi ha messo a punto le tecniche per inoculare piantine sterili con spore di tartufi, ottenere la simbiosi in laboratorio e trapiantare le piantine micorrizzate in campo (Bosco *et al.*, 2008b).

Ci sono altri funghi, invece, che non vivono in simbiosi con le piante, che sono coltivati su scala industriale e disponibili tutto l'anno, come l'*Agaricus bisporus*. Questi funghi vengono coltivati su materiali poco costosi, residui di paglia e legno, in passato addizionati di letame, in condizioni di luce, temperatura ed umidità controllate. Dopo l'inoculazione del micelio del fungo ottenuto in coltura pura, le ife iniziano a crescere, invadono tutto il substrato e dopo 3 settimane dalla semina iniziano a produrre i corpi fruttiferi, che possono essere raccolti, confezionati e distribuiti ai rivenditori.

Un altro fungo prodotto su larga scala e particolarmente apprezzato in Giappone ed in tutto l'Est asiatico, è il *Lentinus edodes* "she-tah-kee", capace di degradare la cellulosa contenuta nel legno degli alberi. Piccoli ceppi di legno vengono idratati immergendoli in acqua e il micelio fungino è inoculato in fori appositi praticati nel ceppo. Dopo circa un anno si ha la prima produzione di corpi fruttiferi (Carlile *et al.*, 2001).

I funghi che vivono in simbiosi con le radici delle piante formano associazioni chiamate micorrize, che interessano la maggior parte delle piante terrestri, circa il 90%: queste simbiosi coinvolgono 6.000 specie di funghi e 240.000 specie vegetali. I due organismi simbiotici, il fungo e la pianta, instaurano uno stretto rapporto fisiologico, ecologico e riproduttivo che si risolve in termini di mutuo vantaggio: i funghi colonizzano la radice senza causare danni ed ottengono zuccheri, che non sono in grado di sintetizzare, mentre le piante ricevono nutrienti minerali ed acqua, assorbiti e traslocati attraverso la grande rete ifale - definita dalla rivista *Nature wood wide web* - che si estende dalle radici micorrizzate al suolo circostante e che costituisce un vero e proprio apparato assorbente ausiliario.

In relazione alle specie di funghi e piante coinvolte nella simbiosi si possono osservare molti tipi diversi di micorrize, che si differenziano dal punto di vista morfologico e fisiologico e che hanno colonizzato i più diversi ambienti terrestri (Bosco *et al.*, 2008b).

Nei nostri boschi sono diffuse le ectomicorrize, presenti in molte piante forestali come abete, larice, pino, betulla, castagno, faggio, nocciolo, quercia, ed i cui funghi simbiotici sono ben visibili ad occhio nudo quando si riproducono, nella forma dei ben più conosciuti corpi fruttiferi chiamati porcini, amanite, pinaroli, russule, tartufi. In totale, i simbiotici ectomicorrizici appartengono a circa 5000 specie fungine, tra cui troviamo i generi *Boletus*, *Lactarius*, *Russula*, *Suillus*, *Amanita*, *Paxillus*, *Morchella* e *Tuber*.

Il numero di corpi fruttiferi prodotti dalle diverse specie vegetali era considerato indicativo delle specie fungine presenti in un ecosistema: in realtà gli studi molecolari hanno dimostrato che alcune specie ritrovate nelle radici producevano pochi corpi fruttiferi, mentre specie presenti nel bosco come carpofori erano raramente ritrovate nelle radici.

Tipo di micorrizza	Pianta ospite	Fungo simbiote
Ectomicorrize	Piante forestali perenni e ad alto fusto, quali abete, pino, faggio, castagno, quercia.	Circa 5000 specie di funghi appartenenti a Basidiomiceti (<i>Amanita</i> , <i>Boletus</i> , <i>Laccaria</i> , <i>Ascomiceti</i> (<i>Tuber</i>) e Zigomiceti (<i>Endogone</i>).
Ecto-endomicorrize	Piante ectomicorriziche (pino e larice), Ericales (<i>Arbutus</i> , <i>Arctostaphylos</i>), generi <i>Monotropa</i> e <i>Pyrola</i> .	Ascomiceti, Basidiomiceti, alcuni formanti ectomicorrize (<i>Boletus</i> , <i>Laccaria</i>).
Endomicorrize Ericoidi	Specie di Ericales come mirtillo, erica, calluna, rododendro.	Due specie di Ascomiceti, <i>Hymenoscyphus ericae</i> e <i>Oiodendron maius</i>
Endomicorrize delle Orchidee	Tutte le specie di orchidee	8 generi di Basidiomiceti, riferiti a <i>Rhizoctonia</i>
Micorrize arbuscolari	Briofite, Pteridofite, Gimnosperme e la maggior parte delle Angiosperme (80% delle specie vegetali).	Circa 150 specie del phylum Glomeromycota.

Tab. 2: Tipi di micorrize, piante ospiti e funghi simbiotici

Sembra quindi che solo poche specie fungine (5-10) siano capaci di colonizzare dal 50% al 70 % delle radici di piante in natura. Inoltre, alcune specie fungine formano simbiosi con molte specie di piante forestali (per

esempio *Cenococcum geophylum* si associa a circa 150 specie di piante ospiti), mentre altre vivono prevalentemente associate a una sola o a poche piante ospiti (i.e., *Suillus luteus* si trova solo associato al pino e *Suillus grevillei* al larice) (Bosco *et al.*, 2008b).

Negli stessi boschi e nelle brughiere si possono trovare le micorrize ericoidi, presenti nelle piante di mirtillo, rododendro, erica e calluna. Tuttavia, il tipo di simbiosi micorrizica più diffuso in natura è la micorriza arbuscolare, che interessa l'80% delle specie vegetali e la maggior parte delle piante coltivate: la troviamo, infatti, per fare esempi concreti, in grano, mais, orzo, patata, pomodoro, legumi, agrumi, vite, olivo, piante da frutto, cotone, canna da zucchero, albero della gomma, erbe spontanee dei prati. In questo tipo di rapporto mutualistico il fungo simbionte forma all'interno delle cellule radicali delle piante ospiti delle caratteristiche strutture ramificate chiamate "arbuscoli", che rappresentano il sito in cui avvengono gli scambi di nutrienti tra fungo e pianta. Indipendentemente dal tipo di micorriza, le piante che ospitano nelle loro radici funghi simbionti mostrano non solo una maggiore crescita, dovuta al migliore assorbimento minerale operato dalle ife fungine che si estendono dalla radice al terreno, ma anche una maggiore tolleranza agli stress biotici ed abiotici, e quindi, in ultima analisi, un benessere generale più elevato, rispetto alle piante prive di simbionti fungini (Giovannetti e Avio, 2002).

Recentemente alcuni scienziati hanno dimostrato che gli zuccheri sintetizzati da una pianta possono essere trasportati ed utilizzati da altre piante, anche appartenenti a specie diverse, quando queste condividono lo stesso fungo simbionte e siano perciò collegate tra loro da una rete di ife fungine micorriziche, la citata *wood wide web*. Questa scoperta dimostra che i funghi simbionti micorrizici, oltre ad assorbire e traslocare nutrienti minerali alla pianta ospite, hanno anche la importante funzione di redistribuzione delle risorse energetiche all'interno delle comunità vegetali: infatti le piante adulte, attraverso la rete fungina, possono immediatamente fornire nutrimento alle giovani piantine, aumentando la loro possibilità di sopravvivenza (Simard *et al.*, 1997).

L'esistenza della rete di ife che esplora l'ambiente circostante e funziona da veicolo di nutrienti appare di fondamentale importanza per le piante, quando ci si soffermi a riflettere sul loro sistema di vita che non prevede movimento: esse sono costrette a crescere, svilupparsi e riprodursi rimanendo ancorate in un unico luogo, là dove sono per caso germinate o dove sono coltivate. L'importanza della rete sotterranea fungina che collega tra loro piante diverse può essere valutata appieno se si tiene conto della caratteristica di crescita indefinita dei funghi, che possono estendersi per centinaia di metri, in ogni direzione, attraverso le ife che si ramificano e crescono all'apice. Il caso più straordinario di questa caratteristica dei funghi è stato descritto nel 1992 da alcuni ricercatori nord americani: essi dimostrarono che un unico individuo fungino era stato in grado di colonizzare 15 ettari all'interno di una foresta (Smith *et al.*, 1992).

I meccanismi che stanno alla base della formazione di reti fungine che dalle radici si espandono tridimensionalmente nel terreno, e che possono collegare tra loro piante diverse sono ancora poco conosciuti, anche se dati recenti indicano che le ife originate da un individuo fungino sono in grado di riconoscere e formare anastomosi con le ife originate da un altro individuo fungino compatibile, formando così reti di lunghezza indefinita (Giovannetti *et al.* 1999; 2001; 2004; 2006) (Fig. 3). In conclusione, possiamo affermare che gli studi sui funghi benefici dei suoli hanno contribuito a farci capire la loro importanza negli ecosistemi naturali e negli agroecosistemi: essi sono capaci di modificare la disponibilità, la cattura e l'uso delle risorse del suolo come acqua e nutrienti minerali e di intervenire direttamente nelle relazioni trofiche delle comunità vegetali e nella rigenerazione della fertilità dei suoli.

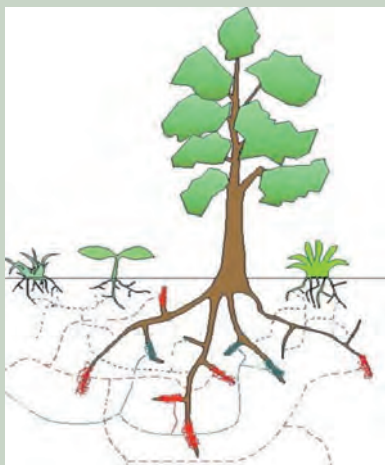


Fig. 3: Rappresentazione grafica della rete fungina micorrizica che collega tra loro piante diverse

BIBLIOGRAFIA

- Bosco M., Giovannetti L., Giovannetti M., Viti C., 2008a. Ruolo dei microrganismi nei cicli biogeochimici. In Biavati B., Sorlini C. Eds., 2008. *Microbiologia Agroambientale*. Casa Editrice Ambrosiana, pp. 1-37.
- Bosco M., Giovannetti L., Giovannetti M., Viti C., 2008b. La rizosfera e le associazioni microrganismi-piante. In Biavati B., Sorlini C. Eds., 2008. *Microbiologia Agroambientale*, Casa Editrice Ambrosiana, pp. 195-228.
- Brasier C., 1992. A champion thallus. *Nature* 356, 382–383.
- Carlile M. J., Watkinson S. C., Gooday G. W., 2001. *The Fungi*. Academic Press, San Diego, pp. 1-588.
- Giovannetti M., Avio L., 2002. Biotechnology of Arbuscular Mycorrhizas. In Khachatourians G. G. and Arora D. K. Eds. *Applied Mycology and Biotechnology*, Vol. 2 Agriculture and Food Production, pp. 275-310.
- Giovannetti M., Azzolini D., Citernes A. S., 1999. Anastomosis and nuclear and protoplasmic exchange in arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied and Environmental Microbiology* 65, 5571-5575.
- Giovannetti M., Avio L., Fortuna P., Pellegrino E., Sbrana C., Strani P., 2006. At the root of the wood wide web: self recognition and non-self incompatibility in mycorrhizal networks. *Plant Signaling and Behavior* 1, pp. 1-5.
- Giovannetti M., Fortuna P., Citernes A. S., Morini S., Nuti M. P., 2001. The occurrence of anastomosis formation and nuclear exchange in intact arbuscular mycorrhizal networks. *New Phytologist*, 151, 717-724.
- Giovannetti M., Sbrana C., Avio L., Strani P., 2004. Patterns of below-ground plant interconnections established by means of arbuscular mycorrhizal networks. *New Phytologist* 164, 175-181.
- Glass N. L., Rasmussen C., Roca M. G., Read N. D., 2004. Hyphal homing, fusion and mycelial interconnectivity. *Trends in Microbiology* 12, 135-141.
- Gregory P. H., 1984. The fungal mycelium: an historical perspective. *Transactions of the British Mycological Society* 82, 1–11.
- Simard S. W., D. A. Perry, M. D. Jones, D. D. Myrold, D. M. Durall, R. Molina, 1997. Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature* 388, 579-582.
- Smith M. L., Bruhn J. N., Anderson J. B., 1992. The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature* 356, 428–431.
- Whittaker R. H., 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science* 163, 150- 160.
- Woese C. R., Kandler O., Wheelis M. L., 1990. Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 87, 4576-4579.

5.2.1 Il “Progetto Speciale Funghi” di ISPRA

I funghi rivestono un ruolo molto importante come indicatori di diversità in termini di ricchezza e abbondanza di popolazione a livello genetico e quindi possono essere utilizzati nello studio e nel monitoraggio della biodiversità di un ecosistema o di un ambiente (Benedetti, 2006). Grande importanza riveste in campo micologico la tassonomia; questa scienza negli ultimi decenni ha registrato un interesse decrescente a vantaggio dei sempre più numerosi studi sulle caratteristiche molecolari delle varie specie.

Questo ha portato ad un acceso dibattito tra i fautori dei caratteri morfologici e coloro che sostengono quelli molecolari.

È da considerare che un approccio pragmatico a questa questione permette di tener conto che tra gli obiettivi della tassonomia vi è lo sviluppo di sistemi di classificazione sufficientemente stabili e realistici finalizzati alla realizzazione di metodi efficaci per l'identificazione delle specie viventi.

La comprensione dei meccanismi che agiscono nel mantenimento ed evoluzione degli ecosistemi non può prescindere dalla conoscenza precisa di chi fa che cosa (comunicazione personale di Avio L., 2009).

Nel campo micologico, in particolare, non si può prescindere dalla preparazione e collaborazione di esperti determinatori in grado di utilizzare gli strumenti che la tassonomia mette loro a disposizione. Ecco perché, sulla componente micologica, presso ISPRA (ex APAT) a partire dal 2003 sono state avviate specifiche attività con l'intento di creare banche dati, avvalendosi, con specifiche convenzioni, della collaborazione dell'Associazione Micologica Bresadola-Centro Studi Micologici (AMB-CSM), che raccoglie al proprio interno circa tredicimila micologi italiani con tassonomi di fama mondiale.

Nel 2007 tali specifiche attività sono state poi unificate e formalizzate nel “Progetto Speciale Funghi” di ISPRA che ad oggi annovera tra i propri aderenti numerose istituzioni tra cui: Università, Centri di Ricerca, Istituti, Agenzie Regionali, Aree Protette, Aziende Sanitarie Locali, oltre alla già citata Associazione Micologica Bresadola (AMB).

La partecipazione di numerose unità operative ai molteplici temi di ricerca del “Progetto Speciale Funghi” di ISPRA in essere, messi in relazione ad una serie pluriennale di seminari, a scadenza mensile, rivolti allo studio dei funghi come indicatori biologici della qualità del territorio, consente di concentrare gli sforzi nella pianificazione delle attività, con il risultato di identificare, in tempi ridotti, i primi parametri ambientali che hanno i funghi come protagonisti nella conoscenza e nella tutela degli ecosistemi.

Le conoscenze acquisite da ISPRA negli ultimi anni hanno permesso l'abbinamento delle specie fungine agli habitat secondo la nomenclatura CORINE Biotopes e Natura 2000.

Sulla base dei dati disponibili sono stati creati degli elenchi di specie per ciascun habitat in base alla frequenza delle segnalazioni; le specie frequenti sono quelle con elevato numero di segnalazioni ma presenti anche in altri habitat. Le specie caratteristiche e differenziali sono quelle che emergono dal confronto con altri habitat.

Tali specie rappresentano un primo campionario di elementi di pregio ecologico e di indicatori di qualità ambientale.

BOX 5.3

Primo contributo all'abbinamento della componente micologica agli habitat dunali

Pietro Massimiliano Bianco, Carmine Siniscalco

La componente micologica gioca un ruolo cruciale nei processi di evoluzione e stabilizzazione delle dune favorendo la formazione del suolo e instaurando rapporti micorrizici con le specie vegetali psammofile. La presenza di specie micologiche è quindi un indicatore dello stato di salute degli habitat costieri e rappresentano un fondamentale strumento di monitoraggio post-operam nel caso di interventi di restauro ambientale.

Sulla base delle liste micologiche attualmente disponibili presso il Dipartimento Difesa Natura di ISPRA e coerenti con i punti sopra elencati è stato possibile costruire una banca dati di correlazione tra specie fungine e habitat dunali. Le banche dati e i testi utilizzati sono di seguito elencati:

Banca Dati sui metalli pesanti nei macromiceti, a cura di Luigi Cocchi e Luciano Vescovi, del Gruppo Micologico e Naturalistico "R. Franchi" di Reggio Emilia - AMB.

· Banca Dati delle specie depositate nell'*Herbarium mycologicum* del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, a cura di Giovanni Robich e Castoldi Maurella della Società Veneziana di Micologia-AMB.

I lavori sugli ambienti dunali di Giovanni Monti, Mauro Marchetti, Luca Gorreri, Franchi Paolo (2000) ed Angela Lantieri (2003).

I Campi del Database possono essere raggruppati in:

- Dati nomenclaturali: Genere, Specie, Varietà.
- Dati ecologici: Funz. Trofica, Pianta ospite, Habitat.
- Dati geografici: Località, Comune, Provincia, Quota.
- Dati habitat: CORINE Land Cover III° e IV° livello, Corine Biotope III level, IV livello e V livello, Natura 2000.
- Raccoglitore, Determinatore, Data.

In totale è stato possibile riferire agli habitat psammofili della classificazione CORINE biotopes 486 records riferiti a 177 specie. I dati disponibili hanno permesso un'analisi preliminare di alcuni habitat di importanza europea ed hanno reso possibile estrapolare alcune specie guida degli ambienti dunali.

Le specie individuate possono essere utilizzate come indicatori di qualità ambientale di tali habitat. la cui codifica viene di seguito riportata:

2110 Dune mobili embrionali

2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche")

2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea ("dune grigie") – Prioritario

2210 Dune fisse del litorale del Crucianellion maritimae

2250 Dune costiere con *Juniperus* spp.

2270 Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster* – Prioritario

	NATURA 2000	2110	2120	2130	2210	2250	2270
	CORINE BIOTOPES	16.211	16.212	16.221	16.223	16.27	16.29

<i>Cyathus</i>	<i>stercoreus</i>	*	*		
<i>Gyrophragmium</i>	<i>delilei</i>		*		
<i>Agaricus</i>	<i>menieri</i>		*		
<i>Gyrophragmium</i>	<i>dunalii</i>		*		
<i>Panaeolus</i>	<i>cinctulus</i>		*		
<i>Agrocybe</i>	<i>subpediades</i>		*		
<i>Gyrodon</i>	<i>lividus</i>		*		
<i>Hygrocybe</i>	<i>acutoconica</i>		*		
<i>Lepiota</i>	<i>brunneolilacea</i>		*		
<i>Marasmius</i>	<i>oreades</i>		*		
<i>Melanoleuca</i>	<i>cinereifolia</i>		*		
<i>Montagnea</i>	<i>arenaria</i>		*		
<i>Smardaea</i>	<i>planchonis</i>		*		
<i>Arrhenia</i>	<i>spathulata</i>			*	
<i>Hydropus</i>	<i>mediterraneus</i>			*	
<i>Omphalina</i>	<i>barbularum</i>			*	
<i>Rhizopogon</i>	<i>vulgaris</i>		*		
<i>Marasmius</i>	<i>anomalus</i>				*
<i>Peziza</i>	<i>boltonii</i>				*
<i>Galerina</i>	<i>laevis</i>				*
<i>Arrhenia</i>	<i>retiruga</i>				*
<i>Clitocybe</i>	<i>barbularum</i>				*
<i>Collybia</i>	<i>aquosa</i>				*
<i>Conocybe</i>	<i>blattaria</i>				*
<i>Conocybe</i>	<i>leucopus</i>				*
<i>Conocybe</i>	<i>rickeniana</i>				*
<i>Coprinus</i>	<i>xanthothrix</i>				*
<i>Crinipellis</i>	<i>stipitaria</i>				*
<i>Hydnocystis</i>	<i>piligera</i>				*
<i>Hygrocybe</i>	<i>olivaceonigra</i>				*
<i>Mucilago</i>	<i>crustacea</i>				*
<i>Octospora</i>	<i>leucoloma</i>				*
<i>Pachyella</i>	<i>celtica</i>				*
<i>Peziza</i>	<i>varia</i>				*
<i>Agaricus</i>	<i>maleolens</i>				*
<i>Agaricus</i>	<i>porphyrizon</i>				*
<i>Amanita</i>	<i>boudieri</i>				*
<i>Amanita</i>	<i>gilberti</i>				*
<i>Amanita</i>	<i>verna</i>				*
<i>Astraeus</i>	<i>hygrometricus</i>				*
<i>Callistosporium</i>	<i>olivascens</i>				*
<i>Clavaria</i>	<i>acuta</i>				*
<i>Clitocybe</i>	<i>cistophila</i>				*
<i>Conocybe</i>	<i>rickeniana</i>				*
<i>Entoloma</i>	<i>neglectum</i>				*
<i>Entoloma</i>	<i>undatum</i>				*
<i>Flammulaster</i>	<i>carpophilus</i>				*
<i>Gastrum</i>	<i>minimum</i>				*
<i>Gastrum</i>	<i>schmidelii</i>				*
<i>Gestrum</i>	<i>minimum</i>				*
<i>Gestrum</i>	<i>schmidelii</i>				*
<i>Gymnosporangium</i>	<i>clavariiforme</i>				*
<i>Hebeloma</i>	<i>album</i>				*

<i>Hebeloma</i>	<i>cistophilum</i>			*
<i>Hebeloma</i>	<i>album</i>			*
<i>Helvella</i>	<i>crispa</i>			*
<i>Helvella</i>	<i>juniperi</i>			*
<i>Helvella</i>	<i>lacunosa</i>			*
<i>Helvella</i>	<i>leucomelana</i>			*
<i>Hemimycena</i>	<i>crispata</i>			*
<i>Humaria</i>	<i>haemisphaerica</i>			*
<i>Hydnocystis</i>	<i>clausa</i>			*
<i>Hygrocybe</i>	<i>conica</i>			*
<i>Hygrocybe</i>	<i>riparia</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>bresadolae</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>nitidiuscula</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>pruinosa</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>serotina</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>tenebrosa</i>			*
<i>Lactarius</i>	<i>deliciosus</i>			*
<i>Lactarius</i>	<i>sanguifluus</i>			*
<i>Marcellina</i>	<i>atroviolacea</i>			*
<i>Peziza</i>	<i>sepiatra</i>			*
<i>Pholiotina</i>	<i>filaris</i>			*
<i>Setchelliogaster</i>	<i>tenuipes</i>			*
<i>Stereum</i>	<i>hirsutum</i>			*
<i>Suillus</i>	<i>bellinii</i>			*
<i>Thelephora</i>	<i>caryophyllea</i>			*
<i>Trichophaea</i>	<i>abundans</i>			*
<i>Tubaria</i>	<i>romagnesiana</i>			*
<i>Tulostoma</i>	<i>giovanellae</i>			*
<i>Volvariella</i>	<i>pusilla</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>flocculosa</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>psammobrunnea</i>			*
<i>Hebeloma</i>	<i>mesophaeum</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>rimosa</i>			*
<i>Agaricus</i>	<i>bisporus</i>			*
<i>Agrocybe</i>	<i>aegerita</i>			*
<i>Battarea</i>	<i>phalloides</i>			*
<i>Helvella</i>	<i>fusca</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>mixtilis</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>oblectabilis</i>			*
<i>Inocybe</i>	<i>pseudodestructa</i>			*
<i>Leccinum</i>	<i>lepidum</i>			*
<i>Melanoleuca</i>	<i>microcephala</i>			*
<i>Peziza</i>	<i>domiciliana</i>			*
<i>Psathyrella</i>	<i>candolleana</i>			*
<i>Rhizopogon</i>	<i>leteolus</i>			*
<i>Tricholoma</i>	<i>gausapatum</i>			*
<i>Tricholoma</i>	<i>scalpturatum</i>			*
<i>Diderma</i>	<i>spumarioides</i>	*	*	
<i>Rhizopogon</i>	<i>roseolus</i>		*	*
<i>Inocybe</i>	<i>agardhii</i>		*	*
<i>Omphalina</i>	<i>galericolor</i>		*	
<i>Scleroderma</i>	<i>meridionale</i>		*	*
<i>Volvariella</i>	<i>murinella</i>		*	*

<i>Volvariella</i>	<i>gloiocephala</i>	*		*		
<i>Agrocybe</i>	<i>pediades</i>	*		*		
<i>Agrocybe</i>	<i>pusiola</i>	*		*		
<i>Conocybe</i>	<i>dunensis</i>	*		*		
<i>Hygrocybe</i>	<i>conicoides</i>	*		*		
<i>Psilocybe</i>	<i>halophila</i>	*		*		
<i>Rhodocybe</i>	<i>ammophila</i>	*		*		
<i>Humaria</i>	<i>livida</i>			*	*	
<i>Hygrocybe</i>	<i>persistens</i>			*	*	
<i>Inocybe</i>	<i>inodora</i>				*	*
<i>Inocybe</i>	<i>dulcamara</i>				*	*
<i>Melanoleuca</i>	<i>rasilis</i>				*	*
<i>Inocybe</i>	<i>rufuloides</i>				*	*
<i>Greletia</i>	<i>planchonis</i>				*	*
<i>Octospora</i>	<i>convexula</i>				*	*
<i>Oudemansiella</i>	<i>mediterranea</i>				*	*
<i>Pisolithus</i>	<i>arhizus</i>				*	*
<i>Pithya</i>	<i>cupressi</i>				*	*
<i>Lepiota</i>	<i>josserandi</i>				*	*
<i>Patellaria</i>	<i>atrata</i>				*	*
<i>Suillus</i>	<i>collinitus</i>				*	*
<i>Arrhenia</i>	<i>rickenii</i>				*	*
<i>Clitocybe</i>	<i>dealbata</i>				*	*
<i>Crepidotus</i>	<i>variabilis</i>				*	*
<i>Geopora</i>	<i>arenicola</i>				*	*
<i>Hebeloma</i>	<i>edurum</i>				*	*
<i>Hymenoscyphus</i>	<i>conscriptus</i>				*	*
<i>Marasmiellus</i>	<i>trabutii</i>				*	*
<i>Chroogomphus</i>	<i>rutilus</i>				*	*
<i>Inocybe</i>	<i>splendens</i>				*	*
<i>Lamprospora</i>	<i>dictydiola</i>				*	*
<i>Lepista</i>	<i>sordida</i>				*	*
<i>Lophodermium</i>	<i>pinastri</i>				*	*
<i>Melanogaster</i>	<i>variegatus</i>				*	*
<i>Melanoleuca</i>	<i>albifolia</i>				*	*
<i>Melanoleuca</i>	<i>excissa</i>				*	*
<i>Melanoleuca</i>	<i>grammopodia</i>				*	*
<i>Melanoleuca</i>	<i>polioleuca</i>				*	*
<i>Melanoleuca</i>	<i>pseudopaedida</i>				*	*
<i>Morchella</i>	<i>esculenta</i>				*	*
<i>Mycena</i>	<i>meliigena</i>				*	*
<i>Panaeolus</i>	<i>fimicola</i>				*	*
<i>Paxillus</i>	<i>panuoides</i>				*	*
<i>Psathyrella</i>	<i>melanthina</i>				*	*
<i>Psathyrella</i>	<i>spadiceogrisea</i>				*	*
<i>Rhodocybe</i>	<i>gemina</i>				*	*
<i>Rhizopogon</i>	<i>luteolus</i>				*	*
<i>Rhizopogon</i>	<i>vulgaris</i>				*	*
<i>Rugosomyces</i>	<i>carneus</i>				*	*
<i>Scleroderma</i>	<i>bovista</i>				*	*
<i>Suillus</i>	<i>granulatus</i>				*	*
<i>Psathyrella</i>	<i>ammophila</i>	*	*		*	
<i>Rhodocybe</i>	<i>malençonii</i>	*	*		*	

<i>Peziza</i>	<i>pseudoammophila</i>	*	*	*		
<i>Tulostoma</i>	<i>brumale</i>	*	*		*	
<i>Cyathus</i>	<i>olla</i>	*		*	*	
<i>Crucibulum</i>	<i>laeve</i>	*		*	*	
<i>Inocybe</i>	<i>arenicola</i>	*			*	*
<i>Inocybe</i>	<i>dunensis</i>	*			*	*
<i>Rhodocybe</i>	<i>popinalis</i>	*			*	*
<i>Hebeloma</i>	<i>ammophilum</i>		*	*	*	*
<i>Galerina</i>	<i>graminea</i>			*	*	*
<i>Leptoglossum</i>	<i>muscigenum</i>			*	*	*
<i>Mycena</i>	<i>amicta</i>			*	*	*
<i>Inocybe</i>	<i>heimii</i>	*		*	*	*
<i>Leucoscypha</i>	<i>patavina</i>	*		*	*	*
<i>Agaricus</i>	<i>devoniensis</i>	*	*	*	*	*
<i>Marasmiellus</i>	<i>mesosporeus</i>	*	*	*	*	*
<i>Geopora</i>	<i>arenosa</i>	*	*	*	*	*

Utilizzando il 3° e 4° livello è possibile effettuare dei collegamenti con gli habitat di Carta della Natura (APAT 2004) ed affinare la conoscenza della distribuzione reale e potenziale delle specie incrociando i dati delle stazioni micologiche con i poligoni di riferimento di relativi habitat di Carta della Natura (Figg. 1 e 2).

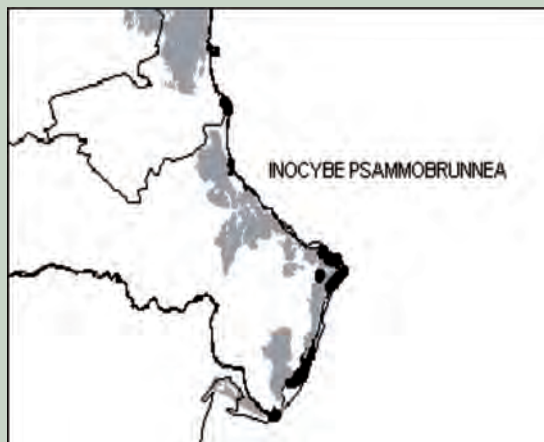


Fig. 1: Distribuzione di *Inocybe psammobrunea* nella Provincia di Rovigo
(Dune alberate: CORINE Biotopes 16.29
Habitat Natura 2000: 2270 - Prioritario)

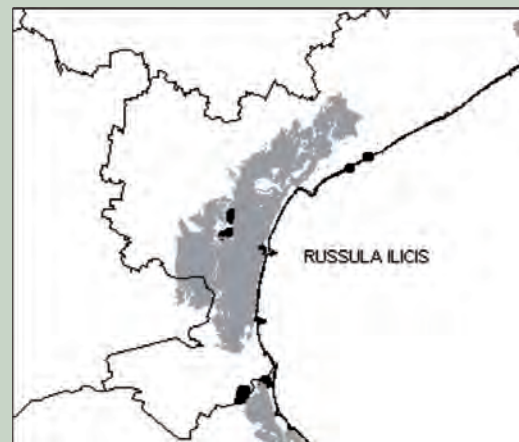


Fig. 2: Distribuzione di *Russula ilicis* nella provincia di Venezia
(Lecete: Corine Biotopes 45.3
Habitat Natura 2000 9340)

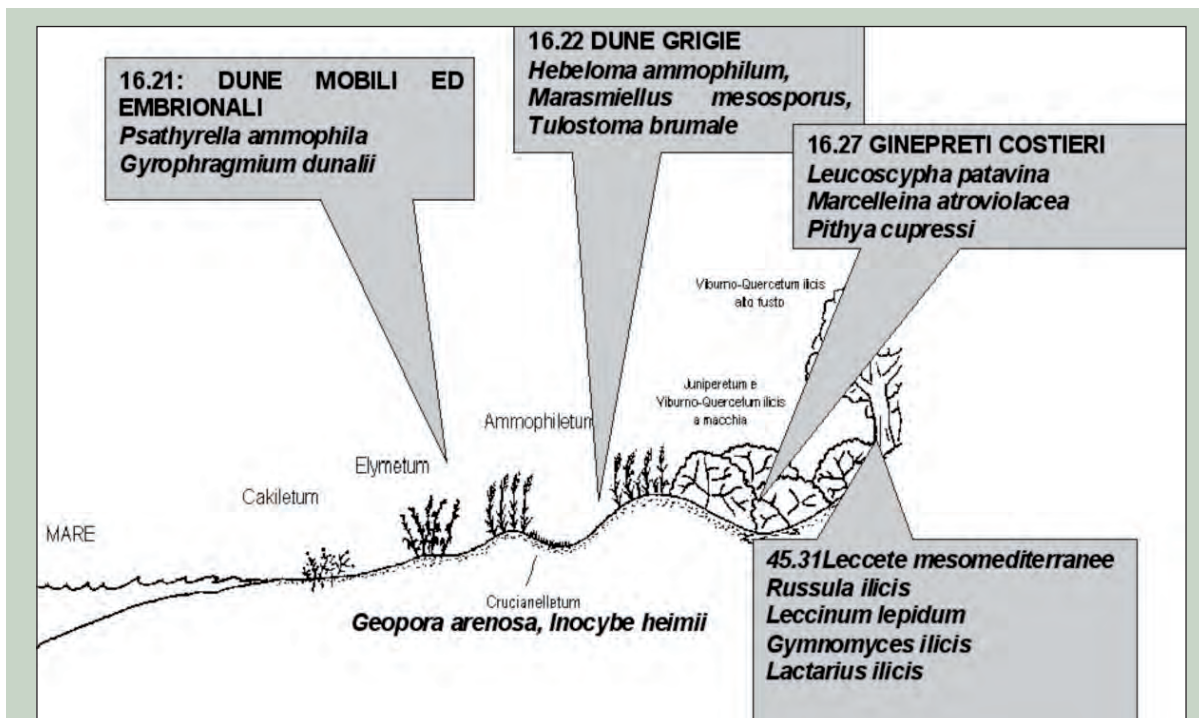


Fig. 3: Le specie guida della serie dunale costiera medio-tirrenica

Sulla base dei dati disponibili sono stati elaborati degli elenchi di specie per ciascun habitat in base alla frequenza delle segnalazioni.

Le specie caratteristiche e differenziali sono quelle che emergono dal confronto con altri habitat, in base a frequenza e presenza; le specie frequenti sono quelle con elevato numero di segnalazioni, ma presenti anche in altri habitat. Tali specie rappresentano un primo campionario di elementi di pregio ecologico e di indicatori di qualità ambientale.

16.27 GINEPRETI COSTIERI

(Habitat Natura 2000: 2250 Dune costiere con *Juniperus* spp. - Prioritario)

(214 records, 94 specie)

Specie caratteristiche e differenziali

Geastrum minimum, *Geastrum schmidelii*, *Helvella juniperi*, *Marcellina atrovioacea*, *Melanoleuca rasilis*, *Pithya cupressi*

Specie frequenti

Geopora arenicola (fig. 4), *Greletia planchonis*, *Inocybe dulcamara*, *Leucoscypha patavina* (fig. 5), *Melanoleuca rasilis*, *Octospora convexula*, *Oudemansiella mediterranea*



Fig. 4: *Geopora arenicola* (Lév.) Kers,
specie saprofita umicola

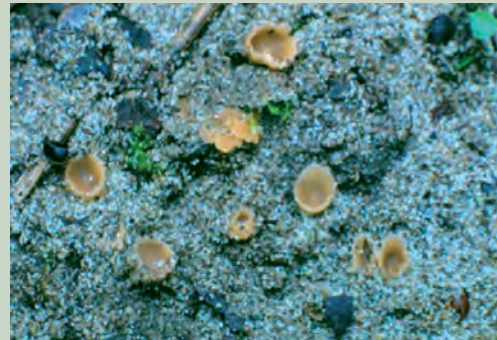


Fig 5: *Leucoscypha patavina*
(Cooke & Sacc.) Svrček,
specie saprofita umicola

(Foto Angela Lantieri)

16.29 DUNE ALBERATE

(Habitat Natura 2000: 2270 Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster* - Prioritario)

(126 records, 73 specie)

Specie caratteristiche e differenziali

Inocybe pseudodistricta, *Inocybe psammobrunnea*, *Melanoleuca microcephala*, *Rhizopogon leteolus*

Altre specie frequenti

Geopora arenosa (fig. 6), *Inocybe arenicola*, *Inocybe dunensis*, *Inocybe heimii* (fig. 7), *Inocybe inodora*, *Inocybe dulcamara*, *Melanoleuca rasilis*, *Inocybe rufuloides*



Fig. 6: *Geopora arenosa* (Fuckel)
S. Ahmad, specie saprofita umicola



Fig. 7: *Inocybe heimii* Bon,
specie simbiote

(Foto Angela Lantieri)

16.211 DUNE MOBILI

(Habitat Natura 2000: 2110 Dune mobili embrionali)

(13 records, 7 specie)

Specie frequenti

Cyathus stercoreus, *Diderma spumarioides*, *Geopora arenosa*, *Leucoscypha patavina*, *Marasmiellus mesosporus*, *Psathyrella ammophila* (fig. 8), *Rhodocybe malençonii* (fig. 9)



Fig. 8: *Psathyrella ammophila* (Durieu & Lév.) P.D. Orton, specie saprofita umicola (Foto Gianfranco Visentin)



Fig. 9: *Rhodocybe malençonii* Pacioni & Lalli, specie saprofita umicola (Foto Angela Lantieri)

16.212 DUNE BIANCHE

(Habitat Natura 2000: 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* - "dune bianche")

(61 records, 38 specie)

Specie caratteristiche e differenziali

Agaricus menieri, *Agrocybe subpediades*, *Gyrodon lividus*, *Gyrophragmium dunalii*, *Gyrophragmium delilei* (fig. 10), *Hygrocybe acutoconica*, *Lepiota brunneoilacea*, *Marasmius oreades*, *Melanoleuca cinereifolia*, *Montagnea arenaria*, *Panaeolus cinctulus*

Altre specie frequenti

Agrocybe pediades, *Psathyrella ammophila*, *Peziza pseudoammophila* (fig.11)



Fig. 10: *Gyrophragmium delilei* Mont., specie saprofita umicola



Fig. 11: *Peziza pseudoammophila* Bon & Donadini, specie saprofita umicola

(Foto Angela Lantieri)

16.221 DUNE GRIGIE SETTENTRIONALI

(Habitat Natura 2000: 2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea - "dune grigie", Prioritario)
(19 records, 12 specie)

Specie caratteristiche e differenziali

Arrhenia spathulata, *Hydopus mediterraneus*, *Omphalina barbularum*, *Rhizopogon vulgaris*, *Tulostoma brumale*

Specie frequenti

Geopora arenosa, *Hebeloma ammophilum*

16.223 DUNE GRIGIE MEDITERRANEE

(Habitat Natura 2000: 2210 Dune fisse del litorale del Crucianellion maritimae)
(53 records, 41 specie)

Specie caratteristiche e differenziali

Marasmius anomalus, *Peziza boltonii*, *Galerina laevis*, *Arrhenia retiruga*, *Clitocybe barbularum*, *Collybia aquosa*, *Conocybe blattaria*, *Conocybe leucopus*, *Conocybe rickeniana*, *Coprinus xanthothrix*, *Crinipellis stipitaria*, *Hydnocystis piligera*, *Hygrocybe olivaceonigra*, *Mucilago crustacea*, *Octospora leucoloma*, *Pachyella celtica*, *Peziza varia*

Specie frequenti

Agrocybe pediades, *Cyathus olla*, *Peziza pseudoammophila*, *Volvariella gloiocephala*

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2004. Carta della Natura alla scala 1:50.000. Metodologia di realizzazione. APAT, Manuali e Linee Guida n. 30/2004.
- Lantieri A., 2003. Micocenosi degli Ambienti Dunali della Sicilia Sud-Orientale. Tesi di Dottorato, Università di Catania.
- Monti G., Marchetti M., Gorreri L., Franchi P., 2000. Funghi di ambienti dunali. Pacini Editore, Pisa.

5.2.2 Le funzioni del complesso micorrizico

Gli ambienti dunali, per loro natura, sono costituiti da una serie continua di comunità vegetali impiantate sul litorale sabbioso. La sabbia dunale è un tipo di substrato estremamente povero di sostanza organica, facilmente dilavabile dall'acqua piovana e sottoposto a continui spostamenti per azione dei venti dominanti.

La fertilità dell'ambiente dunale conseguentemente dipende direttamente dalle minuscole quantità di sostanza organica morta che le piante presenti riescono a fornire e dall'attività dei decompositori in buona parte fungini.

Dal punto di vista funzionale anche il complesso micorrizico costituito dalle emanazioni ifalomicoclena (fig. 5.7) esternamente al volume d'insidenza della pianta riesce a mobilizzare minerali; proteggere l'apice radicale dagli effetti tossici degli inquinanti presenti nel substrato sabbioso, compresi i metalli pesanti a concentrazioni non micotossiche (Siniscalco *et al.*, 2002); accumulare acqua, che altrimenti verrebbe dilavata ed infine immagazzinare nutrienti e sostanze di crescita di natura ormonale (Abuzinadah *et al.*, 1986; Boyd *et al.*, 1986; Rousseau *et al.*, 1994). Le formazioni dunali sono naturalmente disposte con un andamento all'incirca parallelo alla battigia e possono essere più o meno alte a seconda della forza dei venti marini dominanti. La sabbia così accumulata viene pian piano colonizzata da piante pioniere (ad es. *Cyperus capitatus* ed *Euphorbia peplis*) e stabilizzatrici (ad es: le graminacee *Elymus farctus* e *Ammophila arenaria*) che prediligono un legame con funghi che si legano agli apparati radicali formando micorrize di tipo endotrofica (fig. 5.8). Nell'ambiente sabbioso la glomalina, una glicoproteina idrofobica prodotta dai funghi micorrizici arbuscolari (Wright *et al.*, 1996), simbiotici pressoché ubiquitari delle radici della maggior parte delle piante terrestri, si accumula nel substrato e garantisce una maggiore stabilità degli aggregati di particelle del suolo sotto forma di una sostanza proteica denominata "glomalin related soil protein" (GRSP) (Bedini *et al.*, 2009).



Fig. 5.7: Micorrize di *Tuber Borchii* Vittad. su radice di *Pinus pinea* L.
(Foto Leonardo Baciarelli Falini)

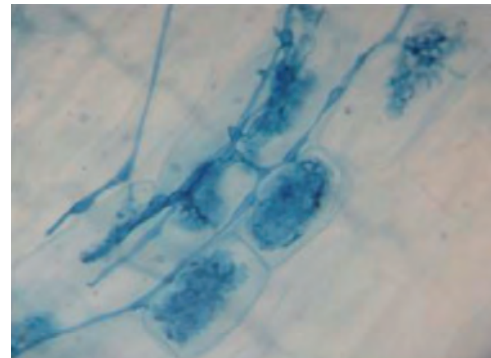


Fig. 5.8: Sezione radicale di *Ammophila arenaria* (L.) Link colonizzata da fungo micorrizico arbuscolare
(Foto Stefano Bedini)

Con lo stabilizzarsi della duna alle piante pioniere subentrano piante e cespugli che si legano intimamente ai funghi ectomicorrizici per cui le comunità micetiche aumentano in quantità notevoli. I fattori ambientali degli habitat dunali evidenziano una serie di limiti con i quali la micoflora deve costantemente confrontarsi per la sopravvivenza e per la produzione dei corpi fruttiferi, così preziosi per la perpetuazione delle specie. La vicinanza al mare accresce gli effetti dei venti dominanti con l'aumento del carico di inquinanti e con l'azione caustica della salsedine sollevata dall'aerosol marino.

Gli ambienti dunali e retrodunali sono inoltre soggetti a forti escursioni termiche durante l'arco giornaliero (Franchi *et al.*, 2001). In un ambiente così ostile i macromiceti sono stati costretti a sviluppare meccanismi vitali molto specializzati e forme di tutela del patrimonio riproduttivo molto particolari.

Sulle dune i funghi hanno la predilezione per nicchie ecologiche particolari come le depressioni umide poco esposte ai venti (fig. 5.9); i freschi tappeti muscinali al riparo di cisti, ginepri e pini (fig. 5.10); i microambienti umidi e freschi all'interno di ciuffi di graminacee dove, protetti dal vento e in zone d'ombra i funghi sfruttano l'acqua che risale per capillarità dagli strati inferiori vivendo in micro aree che rappresentano un eccellente habitat di crescita (Franchi *et al.*, 2006).

In queste particolari condizioni di vita i macromiceti hanno assunto, per ulteriore protezione, un habitus semi ipogeo esponendo all'aria solo la parte fertile del carpoforo, quando questo è completamente maturo.



Fig. 5.9: Depressione umida in ambiente dunale



Fig. 5.10: *Omphalina barbularum* (Romagn.) Bon, tipica specie degli ambienti muscinali delle dune stabili

(Foto Gianfranco Visentin)

BOX 5.4

Le simbiosi micorriziche arbuscolari nei sistemi dunali costieri

Stefano Bedini, Luciano Avio, Alessandra Turrini, Manuela Giovannetti

Le micorrize, simbiosi tra funghi e piante

Le micorrize arbuscolari sono simbiosi mutualistiche prodotte dall'associazione tra funghi del suolo e la maggior parte delle piante terrestri. I due organismi simbiotici, fungo e pianta, instaurano uno stretto rapporto fisiologico ed ecologico: il fungo penetra nelle radici della pianta ospite, rifornendosi degli zuccheri che non è in grado di sintetizzare, essendo un chemioeterotrofo, e contemporaneamente rilascia nelle radici i nutrienti minerali che assorbe dal terreno per mezzo di sottili filamenti (ife), funzionanti come un vero e proprio apparato assorbente ausiliario (Smith e Read, 1997). Le piante che ospitano nelle loro radici funghi simbiotici mostrano non solo una maggiore crescita, ma anche una maggiore tolleranza agli stress biotici ed abiotici, e quindi un benessere più elevato, rispetto alle piante prive di simbiotici fungini (Giovannetti e Avio, 2002).

I funghi micorrizici arbuscolari (AM), che appartengono ai Glomeromycota, hanno avuto un grande successo evolutivo e sono considerati dei veri e propri "fossili viventi". Recenti dati scientifici derivati da studi su piante fossili e sul DNA fungino hanno dimostrato che le simbiosi micorriziche arbuscolari si sono originate circa 460 milioni di anni fa (Simon *et al.*, 1993; Redecker *et al.*, 2000), confermando l'ipotesi del ruolo fondamentale da esse avuto nella colonizzazione delle terre emerse da parte delle piante (Pirozynski e Malloch, 1975; Pirozynski, 1981).

Studi effettuati sia in microcosmi sperimentali che in campo hanno dimostrato che gli zuccheri sintetizzati da una pianta possono essere trasportati ed utilizzati da altre piante, anche appartenenti a specie diverse, quando queste condividano lo stesso fungo simbiotico e siano perciò collegate tra loro da una rete di ife fungine micorriziche (Francis e Read, 1984; Grime *et al.*, 1987; Simard *et al.*, 1997a, b). Queste ricerche suggeriscono che i funghi simbiotici, oltre ad assorbire e traslocare nutrienti minerali alla pianta ospite, abbiano anche l'importante funzione di redistribuzione delle risorse energetiche all'interno delle comunità vegetali: infatti, le piante adulte, attraverso la rete micorrizica, possono fornire nutrimento alle giovani piantine, aumentando la loro possibilità di sopravvivenza anche in ambienti ostili (Read, 1997).

E' interessante notare che negli ambienti di tipo Mediterraneo è stata osservata la presenza contemporanea, più che in altri biomi terrestri, di tutti i tipi di micorrize conosciuti, che stabiliscono simbiosi con le più diverse specie vegetali. Nonostante l'importante ruolo che questa elevata diversità micorrizica può svolgere nelle comunità vegetali di questi ambienti, esistono poche informazioni relativamente alla distribuzione e abbondanza delle differenti associazioni micorriziche nel bacino del Mediterraneo (Maremmani *et al.*, 2003; Cakan e Karatas, 2006).

I funghi AM e la stabilizzazione delle dune costiere

I microrganismi svolgono un ruolo importante nella formazione e stabilizzazione del suolo. Essi, infatti, sono in grado di produrre sia sostanze aggreganti sia forze meccaniche di aggregazione, come quelle esercitate dal micelio prodotto dai funghi micorrizici, capaci di legare insieme le particelle di terreno. In passato, molti studi hanno messo in evidenza come il micelio micorrizico possa rappresentare un fattore importante nell'aggregazione delle particelle di sabbia e nella stabilizzazione delle dune stesse in un ambiente particolarmente sottoposto ad erosione come le dune sabbiose costiere.

In uno studio sulla condizione micorrizica delle piante in una successione di dune marine, Nicolson (1960) ha trovato una più elevata colonizzazione radicale (fig. 1) e un micelio extraradicale più sviluppato nelle piante presenti nelle dune fisse rispetto a quelle mobili. Similmente Koske (1975) ha osservato, in una successione di dune in Australia, che la frequenza e il numero di spore crescevano al crescere della stabilità delle dune.

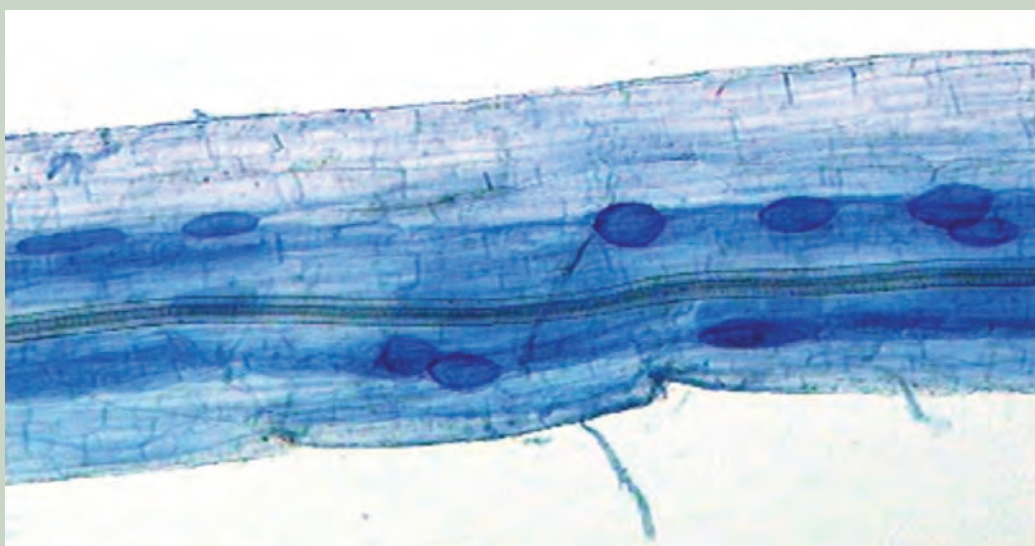


Fig. 1: Sezione di radice con vescicole di funghi micorrizici arbuscolari
(Foto Stefano Bedini)

Evidenze sull'effettiva capacità di aggregazione di particelle di suolo da parte del micelio extraradicale di funghi AM e quindi nella stabilizzazione delle dune sono state fornite anche da Koske e collaboratori (1975). Tali autori hanno evidenziato che il micelio esterno dei funghi AM era fermamente legato a numerose particelle di sabbia e pezzetti di sostanza organica e che i singoli granelli di sabbia erano legati insieme da una rete di ife dimorfiche caratteristiche dei funghi AM. Tali aggregati costituivano dal 5% al 9% del peso secco della sabbia stessa. Successivamente, Sutton e Sheppard (1976) hanno dimostrato in un esperimento di laboratorio, in terreno sterilizzato, che la aggregazione della sabbia era significativamente più alta in vasi dove crescevano piante micorrizzate, rispetto ai vasi coltivati con piante non micorrizzate e Forster e Nicolson (1981a, b) hanno dimostrato che l'inoculo di *G. fasciculatum* in terreno dunale sabbioso non solo favoriva la crescita di *Agropyron junceiforme* (= *Elymus farctus*), una specie di primaria importanza nella colonizzazione degli ambienti dunali marini, ma faceva anche aumentare sia il numero che il peso degli aggregati sabbiosi.

La produzione da parte di funghi AM di sostanze capaci di aggregare particelle di suolo, già ipotizzata da Clough e Sutton (1978), è stata successivamente dimostrata con la scoperta della glomalina da parte di Wright e collaboratori (1996). La glomalina è una glicoproteina idrofobica che si accumula nel suolo sotto forma di una sostanza proteica denominata "glomalin related soil protein" (GRSP) la cui concentrazione è risultata essere strettamente relazionata alla quantità di aggregati stabili all'acqua nel suolo (Bedini *et al.*, 2009). Queste osservazioni, nell'insieme, confermano la teoria del meccanismo "sticky string-bag" di Jastrow e Miller (1997) secondo la quale i funghi micorrizici esercitano un'azione determinante sulla strutturazione del suolo mediante l'azione delle ife che imbrigliano meccanicamente le particelle di suolo a formare aggregati che vengono poi stabilizzati grazie alla GRSP prodotta dalle ife stesse.

Biodiversità dei funghi AM nei sistemi dunali costieri

Alcuni lavori sperimentali hanno mostrato che ogni cambiamento nella popolazione di funghi micorrizici ha conseguenze nella composizione della comunità vegetale in termini di sopravvivenza, competizione e diversità floristica. La simbiosi micorrizica quindi può costituire un fattore fondamentale per il funzionamento e la biodiversità degli ecosistemi naturali (van der Heijden *et al.*, 1998).

Tra gli ecosistemi, le dune sabbiose costiere sono da considerarsi ambienti instabili, caratterizzati dalla scarsità di nutrienti e a bassa capacità di ritenzione d'acqua. Lo studio della biodiversità microbica di tali ambienti, particolarmente sensibili a fattori di disturbo, ha quindi il significato di dare informazioni circa la funzionalità e la stabilità dell'ecosistema costiero e fornisce utili indicazioni per la progettazione e il monitoraggio di interventi di ripristino e conservazione delle dune costiere.

Alcuni studi effettuati in passato sulle popolazioni di funghi AM hanno messo in evidenza una biodiversità variabile in diverse parti del mondo. Nicolson e Johnston (1979) hanno individuato *Glomus fasciculatum* come l'unico endofita presente nel sistema dunale di Tentsmuir Point, Scozia; mentre Jehne e Thompson (1981) sono riusciti a isolare solo spore di *Scutellospora calospora* e *G. fasciculatum*, nel sistema dunale costiero di Cooloola, Queensland, Australia. Al contrario, nelle dune sabbiose di Rhode Island, USA, lungo le coste dell'oceano Atlantico, sono stati rinvenuti diversi generi e specie di funghi AM: *Gigaspora gigantea*, *S. calospora*, *Acaulospora scrobiculata*, *G. fasciculatum*, *Glomus etunicatum* (Koske e Halvorson, 1981).

Similmente nelle dune sabbiose marine italiane Giovannetti e Nicolson (1983) hanno individuato molte specie diverse di endofiti micorrizici, tra cui *Glomus coronatum*, *G. fasciculatum*, *Glomus sp.*, *S. calospora*, *Scutellospora gregaria*, *Sclerocystis sp.* In quest'ultimo studio, oltre a mettere in evidenza un elevato grado di biodiversità, gli autori hanno osservato una relazione tra il grado di disturbo antropico e la densità di spore di funghi AM. Il maggior numero di spore è stato evidenziato in un sistema dunale stabile, poco soggetto a disturbi antropici (Migliarino), mentre in due altri sistemi dunali ecologicamente molto disturbati (Follonica e Albere), il numero di spore è risultato più basso.

La collezione *in-situ* dei funghi micorrizici della Selva Pisana

La dimostrata riduzione della biodiversità dei funghi micorrizici sia in ambienti agrari che in ambienti naturali e il pericolo di estinzione di molte specie e generi, a causa dell'inquinamento o di disturbi antropici, pone con urgenza la necessità di salvaguardare tali funghi, attraverso la realizzazione di collezioni *in-situ* finalizzate alla conservazione del loro germoplasma (Giovannetti e Gianinazzi-Pearson, 1994).

Infatti, le collezioni *ex-situ* non risolvono interamente il problema, in quanto implicano una perdita di variabilità genetica delle popolazioni originali e bloccano la selezione naturale e l'evoluzione.

Per questo motivo nel Luglio 2001 il Parco di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli ha istituito, in collaborazione con l'Università di Pisa una collezione *in-situ* dei funghi micorrizici presenti negli ecosistemi dunali di San Rossore, all'interno della Riserva della Biosfera UNESCO denominata "Selva Pisana" (Fig. 2).

Lo studio delle spore di funghi AM presenti nel suolo rizosferico delle specie vegetali più rappresentative (*Amphiphila arenaria*, *Helichrysum stoechas* e *Otanthus maritimus*) ha evidenziato la presenza di differenti morfotipi identificati come appartenenti alle specie di funghi AM *Scutellospora fulgida*, *Scutellospora persica*, *Glomus constrictum*, *Glomus sp.*. Le specie di *Scutellospora* sono risultate quelle maggiormente presenti in tutti i campioni analizzati, tanto da poter essere considerate una componente regolare della microflora delle dune sabbiose della collezione (Tabelle 1 e 2).

Allo scopo di confermare molecolarmente l'identificazione morfologica, le spore di *Scutellospora* provenienti dalla rizosfera delle specie vegetali citate sono state caratterizzate con tecniche di biologia molecolare (Turrini *et al.*, 2008).

La presenza di *Scutellospora* tra gli endofiti fungini delle dune della Selva Pisana è ritenuta di particolare interesse poiché le specie di *Scutellospora* sono particolarmente sensibili al disturbo antropico tanto da risultare praticamente scomparse nelle zone soggette a pratiche agricole (Turrini *et al.*, 2008).

Specie vegetali	Specie di funghi AM			
<i>A. arenaria</i> (L.) Link	<i>S. fulgida</i> 15.5 (0-68)	<i>S. persica</i> 29.4 (9-61)	<i>G. constrictum</i> 12.4 (0-60)	<i>Glomus sp.</i> 50.1 (0-169)
<i>E. stoechas</i> (L.) Moench	21.4 (0-62)	20.3 (3-52)	0.9 (0-8)	2.7 (0-16)
<i>O. maritimus</i> (L.) Hoffms. et Link	0.3 (0-2)	7.0 (0-24)	1.1 (0-10)	5.4 (0-20)

Tab. 1: Numero medio delle spore delle diverse specie di funghi AM presenti nelle dune sabbiose della collezione in situ della Riserva della Biosfera UNESCO denominata “Selva Pisana” e loro distribuzione in tre specie vegetali

Specie	Colore	Forma	Ornamentazione della spora	Diametro della spora (media ± ES)	Parete della spora (media ± ES)	Larghezza della cellula sporigena (media ± ES)
<i>S. fulgida</i>	Ialino, bianco	Globosa, subglobosa	Liscia	264.0 ± 4.2	6.7 ± 0.6	34.8 ± 1.3
	Marrone, arancione	Globosa, subglobosa	Verrucosa	363.5 ± 11.2	13.0 ± 0.2	68.0 ± 2.7

Tab. 2: Caratteri morfologici di due specie di funghi AM presenti nelle dune sabbiose della collezione *in-situ* della Selva Pisana



Fig. 2: Particolare dell’area che ospita la collezione *in-situ* dei funghi AM nel Parco Naturale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli all’interno della Selva Pisana

Considerazioni conclusive

I funghi AM sono un fattore molto importante nella colonizzazione delle dune sabbiose da parte delle piante, che traggono vantaggio dalla loro condizione simbiotica, prima di tutto attraverso un incremento della nutrizione fosfatica ed in secondo luogo da un aumento dell'aggregazione delle particelle di sabbia operato dalle ife e dagli essudati dei funghi simbiotici.

Le ife dei funghi AM formano una rete estesa sulla superficie dei singoli granelli di sabbia, riunendoli e cementandoli con sostanze glicoproteiche, portando così alla formazione di aggregati resistenti all'erosione. L'aggregazione dei granelli di sabbia operata dal micelio micorrizico porta alla stabilizzazione della sabbia stessa intorno alle radici micorrizzate delle giovani piantine pioniere, aiutandole così nella colonizzazione delle dune.

I funghi micorrizici, considerati dei veri e propri "fossili viventi", sopravvissuti ad ogni tipo di cambiamento verificatosi negli ultimi 460 milioni di anni, possono essere degli utilissimi bioindicatori ambientali. La tipizzazione molecolare effettuata sui funghi presenti in collezioni *in-situ* potrà costituire un valido strumento per monitorare questi delicatissimi organismi, alcuni dei quali sono in via di estinzione negli agroecosistemi e che sono invece presenti in aree a protezione integrale, ben caratterizzate, come gli ecosistemi dunali mediterranei della Selva Pisana, dove i disturbi antropici sono ridotti al minimo e dove le risorse genetiche possono essere conservate e rese disponibili per le future generazioni.

BIBLIOGRAFIA

- Bedini S., Pellegrino E., Avio L., Pellegrini S., Bazzoffi P., Argese E., Giovannetti M., 2009. Changes in soil aggregation and glomalin-related soil protein content as affected by the arbuscular mycorrhizal fungal species *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* Soil Biol. Biochem. (41, 1491-1496).
- Clough K.S. e Sutton J. C., 1978. Direct observation of fungal aggregates in sand dune soil. Can. J. Microb. 24: 333-335.
- Cakan H. e Karatas C., 2006. Interactions between mycorrhizal colonization and plant life forms along the successional gradient of coastal sand dunes in the eastern Mediterranean, Turkey. Ecol Res 21: 301-310.
- Forster S.M. e Nicolson T. H., 1981a. Aggregation of sand from a maritime embryo sand dune by microorganisms and higher plants. Soil Biol. Biochem. 13: 199-203.
- Forster S.M. and Nicolson T. H., 1981b. Microbial aggregation of sand in a maritime dune succession. Soil Biol. Biochem. 13: 205-208.
- Francis R. e D. J. Read., 1984. Direct transfer of carbon between plants connected by vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium. Nature 307: 53-56.
- Giovannetti M. e Avio L., 2002. Biotechnology of Arbuscular Mycorrhizas. In D.K. Arora and D.D. Khachatourians (eds.). Applied Mycology and Biotechnology. Vol. 2 Agriculture and food production, Elsevier Science BV, Amsterdam, pp. 275-310.
- Giovannetti M. e Nicolson T.H. (1983). Vesicular-arbuscular mycorrhizas in Italian sand dunes. Trans. Br. Mycol. Soc. 80: 552-557.
- Giovannetti M. e Gianinazzi-Pearson V., 1994. Biodiversity in arbuscular mycorrhizal fungi. Mycol. Res. 98: 705-715.
- Grime J. P., Mackey J. M. L., Hillier S.H., Read D. J., 1987. Floristic diversity in a model system using experimental microcosms. Nature 328: 420-422.
- Jastrow J. D. e Miller R.M., 1997. Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: feedbacks through organomineral associations. In: R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett and B.A. Stewart, Editors, Soil Processes and the Carbon Cycle, CRC Press, Boca Raton, pp. 207-223.
- Jehne W. e Thompson C. H., 1981. Endomycorrhizae in plant colonization on coastal sand dunes at Cooloola, Queensland. Aust. J. Ecology 6: 221-230.
- Koske R. E., 1975. Endogone spores in Australian sand dunes. Can. J. Bot., 53: 668.
- Koske R. E., Sutton J. C., Sheppard B. R., 1975. Ecology of Endogone in Lake Huron sand dunes. Can. J. Bot. 53: 87- 93.
- Koske R. E. e Halvorson W. L., 1981. Ecological studies of vesicular-arbuscular mycorrhizae in a barrier sand dune. Canad. J. Bot. 59: 1413-1422.
- Maremmani A., Bedini S., Matosevic I., Tomei P.E., Giovannetti M., 2003. Type of mycorrhizal associations in two coastal nature reserves of the Mediterranean basin. Mycorrhiza 13: 33-40.
- Nicolson T.H., 1960. Mycorrhiza in the Gramineae. II. Development in different habitats, particularly sand dunes. Trans. Br. Mycol. Soc., 43, 132.
- Nicolson T. H. e Johnston C., 1979. Mycorrhiza in the Gramineae. III. *Glomus fasciculatus* as the endophyte of pioneer grasses in a maritime sand dune. Trans. Br. Mycol. Soc. 72, 261-268.
- Phipps C.J. e Taylor T.N., 1996. Mixed arbuscular mycorrhizae from the Triassic of Antarctica. Mycologia 88: 707-714.
- Pirozynski K.A., 1981. Interactions between fungi and plants through the ages. Can. J. Bot. 59: 1824-1827.
- Pirozynski K.A. e Malloch D.W., 1975. The origin of land plants: a matter of mycotrophism. BioSystems 6: 153-164.
- Read D.J., (1997). Mycorrhizal fungi - The ties that bind. Nature 388: 517-518.
- Redecker D., Kodner R., Graham L. E., 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. Science 289:1920-1921
- Simard S.W., Jones M. D., Durall D.M., Perry D. A., Myrold D. D., Molina R., 1997a. Reciprocal transfer of carbon isotopes between ectomycorrhizal *Betula papyrifera* and *Pseudotsuga menziesii*. New Phytol. 137: 529-542.

- Simard S.W., Perry D. A., Jones M.D., Myrold D. D., Durall D.M., Molina R., 1997b. Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature* 388: 579-582.
- Simon L., Bousquet J., Levesque R. C., Lalonde M., 1993. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi and coincidence with vascular plants. *Nature* 363: 67-69.
- Smith S.E. e Read D.J., 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, London.
- Sutton J. C. e Sheppard B. R., 1976. Aggregation of sand-dune soil by endomycorrhizal fungi. *Can. J. Bot.* 54: 326-333.
- Tester M., Smith S. E., Smith F. A., 1987. The phenomenon of "nonmycorrhizal" plants. *Can. J. Bot.* 65: 419-431.
- Turrini A., Avio L., Bedini S., Giovannetti M., 2008. *In situ* collection of endangered arbuscular mycorrhizal fungi in a Mediterranean UNESCO Biosphere Reserve. *Biodivers. Conserv.* 17: 643-657.
- van der Heijden M.G.A., Boller T., Wiemken A., Sanders I. R., 1998. Different arbuscular mycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. *Ecology* 79: 2082-2091.
- Wright S. F., Franke-Snyder M., Morton J. B., Upadhyaya A., 1996. Time-course study and partial characterization of a protein on hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi during active colonization of roots. *Plant and Soil* 181: 193-203.

5.2.3 L'importanza del censimento della diversità micologica

La composizione di ciascuna comunità dunale e retrodunale è soggetta ad equilibri molto delicati e il monitoraggio e la conoscenza delle specie micologiche che la costituiscono permette di indicarne lo stato di salute o di deperimento.

Molti studi hanno dimostrato che le radici assorbenti di piante deperenti spesso mostrano significative variazioni nella composizione delle comunità ectomicorriziche (Blaschke H., 1994; Causin R. *et al.*, 1996; Mosca E. *et al.*, 2007) per cui anche nelle dune stabili e nelle fasce retrodunali, come per gli altri habitat, la sistematica osservazione della comparsa degli sporofori permette di conoscere il vigore dei singoli ecosistemi.

Spesso i sintomi di deperimento sono stati osservati con maggiori intensità in condizioni di prolungata carenza idrica o di salinità dell'acqua di falda suggerendo che tali fattori ambientali possono più di altri assumere un ruolo importante nel predisporre il deperimento dei genotipi vegetali meno resistenti (Shi L. B. *et al.*, 2002; Schütt P. *et al.*, 1985; Manion D. *et al.*, 1992).

In condizioni di permanenza delle perturbazioni che causano fenomeni di deperimento le piante perdono progressivamente l'abilità di selezionare i simbionti fungini più efficienti permettendone la sostituzione con altri più adatti alle mutate condizioni ambientali e contemporaneamente aprono le porte all'ingresso dei funghi patogeni (parassiti).

Grazie alla normale presenza, anche nella duna stabile, di funghi ectomicorrizici pionieri e aspecifici e a valenza parzialmente saprofitica; ad una primaria e rapida colonizzazione di giovani apparati radicali può seguire una loro graduale sostituzione da parte di ectomicorrize più specifiche e più adeguate sia alle mutevoli esigenze della pianta, sia al modificato contesto pedologico che muta contemporaneamente e conseguentemente all'invecchiamento del consorzio vegetale (Scattolin *et al.*, 2006).

La conoscenza di queste dinamiche e della diversità micologica ci consente di affermare che anche le specie vegetali pioniere degli ambienti dunali possono fungere da utile riserva di ectomicorrize per le future piante cespugliose e arboree come avviene nei boschi di neoformazione (Lancellotti, 2007).

Il continuo monitoraggio e censimento di tutte le specie fungine oltre allo studio delle micorrize rappresenta, anche per gli ambienti dunali, un passaggio fondamentale per arrivare a comprendere appieno i complessi meccanismi che regolano il funzionamento dei diversi ecosistemi che si instaurano sulla matrice sabbiosa consentendo una sempre migliore gestione compatibile delle risorse.

BOX 5.5

Il censimento dei macromiceti nella Sicilia sud-orientale, quale esempio di conoscenza per la salvaguardia e il ripristino dei sistemi dunali

Angela Lantieri

(tutte le foto del presente Box sono di Angela Lantieri)

In questi anni, la conoscenza della biodiversità fungina è diventata di primaria importanza, in quanto ricerche effettuate in varie parti d'Europa (ARNOLDS, 1991; JAKUCS, 1988; FELLNER & PESKOVA, 1995) hanno rivelato che, l'alterazione o il degrado delle foreste, determina anche una riduzione della flora macromicetica, in particolare delle specie simbiotiche.

Di conseguenza, conoscere la distribuzione delle specie presenti in un determinato ambiente, compresi i macromiceti, e i loro cambiamenti nel corso degli anni, è un indispensabile strumento per la conservazione e la salvaguardia della biodiversità.

Alla luce di queste considerazioni, da alcuni anni è iniziato uno studio volto alla conoscenza dei macromiceti che popolano l'ambiente dunale dei litorali sabbiosi della Sicilia Sud-Orientale, con lo scopo di metterne in evidenza il rapporto che le entità fungine instaurano con le associazioni vegetali nelle varie successioni.

Le aree indagate, site nelle province di Catania, Siracusa, Ragusa e Caltanissetta, sono state: la Riserva Naturale Orientata del Simeto (CT), la Riserva Naturale Orientata di Vendicari (SR) (fig. 1), la Riserva Naturale Orientata Macchia Foresta Fiume Irminio (RG), e le zone di Santa Maria del Focallo (RG), Sampieri (RG) (fig. 2) e Manfria (CL).

Si tratta di aree, di notevole valore naturalistico e paesaggistico; anche se sono state, e sono tuttora, più o meno profondamente degradate e alterate in più punti dall'inquinamento e dalle varie attività antropiche.



Fig. 1: Panoramica di duna consolidata ad *Ephedro-Juniperetum macrocarpae* nella Riserva Naturale Orientata di Vendicari (SR)



Fig. 2: Alte dune a *Medicagini marinae-amphiphiletum australis* presso Sampieri (RG)

Le indagini sono state condotte mensilmente da Novembre a Marzo, a partire dal 2001, registrando tutte le specie di macromiceti presenti nell'area, definiti da ARNOLDS (1981), come funghi il cui carpoforo è visibile a occhio nudo. Ciascuna specie fungina è stata quindi assegnata a uno dei seguenti gruppi trofici, sulla base di Arnolds *et al.* (1995) e di osservazioni personali: Simbionti micorriziche (Sm), Saprofite di lettiera (Sl), Saprofite umicole (Sh), Saprofite lignicole (Sw), Parassite (P).

L'indagine svolta ha mostrato un numero di macromiceti corrispondente a 28 taxa (11 *Ascomycetes* e 17 *Basidiomycetes*) rinvenuti su dune embrionali, alte dune, retroduna e dune consolidate. Le specie rinvenute in dune consolidate a rimboschimenti, ammontano a 63 taxa (8 *Ascomycetes* e 55 *Basidiomycetes*); in totale sono stati dunque rinvenuti 91 taxa (19 *Ascomycetes* e 72 *Basidiomycetes*). La metodologia del lavoro ha consentito di riscontrare uno stretto collegamento fra certe entità fungine e le comunità vegetali presenti sui litorali sabbiosi. In fig. 3 viene riportato graficamente come, in ogni singola fascia vegetazionale, la percentuale delle fruttificazioni fungine aumenti (in termini di numero dei carpofori e di frequenza di raccolta) con

il relativo stabilizzarsi della copertura vegetale, per raggiungere il massimo sviluppo nelle zone caratterizzate dai rimboschimenti.

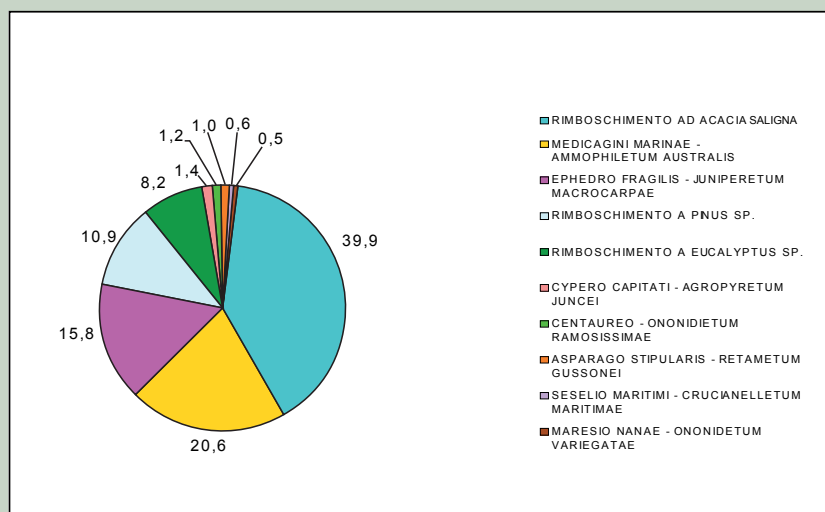


Fig. 3: Valore in percentuale dei carpofori reperiti nelle varie fasce vegetazionali

Nel processo di colonizzazione delle dune, la prima a insediarsi è una vegetazione alo-nitrofila dei *Cakiletea maritima* R. Tx. & Preising in R. Tx. 1950, che nelle zone indagate è ormai ridotta in piccoli lembi o in alcune aree (Vendicari, Santa Maria del Focallo ed Irminio), a causa delle continue mareggiate ed erosione dei litorali sabbiosi, è del tutto inesistente. In questa zona, essendo particolarmente vicina al mare e quindi più soggetta all'azione della salsedine e del vento, che rappresentano le principali cause del disseccamento dei miceli, non è stata rilevata alcuna presenza di sporofori.

Nelle dune embrionali colonizzate dal *Cypero capitati-Agropyretum juncei* (Kuhnholz-Lordat, 1923) Br.-Bl. 1933, associazione caratterizzata dalla presenza di *Elytrigia juncea* (L.) Nevski che insieme a *Sporobolus pungens* (Schreber) Kunth, avvia i processi di edificazione delle dune, in quanto entrambi provviste di un apparato stolonifero molto sviluppato, che permette l'accumulo della sabbia stessa attorno ai rizomi, è possibile registrare l'insediamento delle prime entità fungine, anche se con una percentuale di carpofori piuttosto bassa, pari all'1,4%. In quest'ambiente, ancora sfavorevole allo sviluppo della micoflora, sono state annotate solo sporadiche presenze di *Psathyrella ammophila* (Durieu & Lévy) P.D. Orton e di *Montagnea arenaria* (DC.) Zeller. Questa vegetazione nelle alte dune, viene sostituita dal *Medicagini marinae-Ammophiletum australis* Br.-Bl. 1921 corr., questo tipo di associazione si rinviene ovunque nei territori indagati, ed è proprio in questa fascia che si realizza un aumento della percentuale di carpofori, pari al 20,6%. In questa zona, *Psathyrella ammophila* ha la sua massima espansione, tra i cespi di *Ammophila australis* Mabilie che, oltre ad essere un ottimo substrato di crescita, la riparano dal vento, ed insieme a *Peziza pseudoammophila* Bon & Donadini e *Gyrophragmium delilei* Mont., risultano essere specie caratteristiche e indicative di tale fascia.

Nei tratti pianeggianti delle aree retrodunali, la percentuale dei carpofori si mantiene su valori molto bassi, variando dall'1,4% allo 0,5%, in quanto sono, queste, fasce caratterizzate dalla presenza di specie sporadiche mentre le stazioni dunali più interne sono spesso occupate da una macchia psammofila, che rappresenta il primo stadio di copertura arbustivo-legnosa delle dune fisse. In questa fascia si determina un netto diversificarsi della flora micologica, in quanto la relazione tra le piante e i funghi diventa sempre più stretta.

Le dune interne consolidate, nelle zone di Vendicari e dell'Irminio, sono caratterizzate una particolare macchia psammofila, costituita in prevalenza da grossi esemplari di *Juniperus macrocarpa* S. & S. Questa vegetazione rientra nell'*Ephedro fragilis-Juniperetum macrocarpa* Bartolo, Brullo e Marcenò 1982 che, in seguito all'azione di erosione delle onde sul cordone dunale, tende a occupare una fascia molto prossima alla riva.

In queste zone si registra una diminuzione nello sviluppo di carpofori, con un valore pari al 15,8%, compensato da un aumento della varietà di specie; infatti, *Greletia planchonis* (Dunal ex Boud.) Donadini, *Inocybe heimii* Bon, *Inocybe rufuloides* Bon, *Xerula mediterranea* (Pacioni & Lalli) Quadr. & Lunghini e *Pithya cupressina* Fuckel risultano entità caratteristiche di tale fascia.

In tutti i tratti di costa considerati, le aree più interne del litorale sono interessate da rimboschimenti ad *Acacia saligna* Lindley, *Pinus pinea* L., *Pinus halepensis* Miller ed *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. che hanno sostituito la vegetazione naturale litoranea, con risultati deludenti sul piano ambientale, poiché queste specie mantengono sempre il loro carattere di elementi estranei all'assetto del paesaggio (fig. 4).



Fig. 4: Rimboschimenti ad *Acacia saligna* ed *Eucalyptus camaldulensis* presso Sampieri (RG)



Fig. 5: *Lyophyllum buxenum* (Maire) Singer, specie saprofita umicola in rimboschimenti ad *Acacia saligna*

Tuttavia, in queste aree le fruttificazioni fungine raggiungono la loro massima abbondanza, il valore in percentuale più alto si raggiunge nei rimboschimenti ad *A. saligna*, pari al 39,9%; in questa zona si rileva la presenza di specie tipiche dell'area mediterranea appartenenti ai generi *Agaricus* L., *Leucoagaricus* Locq. ex Singer e *Lyophyllum* P. Karst (fig. 5).

Seguono, con valori leggermente inferiori, le zone a rimboschimento a *P. pinea* e *P. halepensis*, dove si rinviene una percentuale di carpofori pari a 10,9%, rappresentati soprattutto da specie simbiotici micorriziche appartenenti ai Generi *Inocybe* (Fr.) Fr. e *Suillus* Gray, mentre i valori più bassi, tra le zone a rimboschimento, si registrano nella zona *E. camaldulensis* dove si è rilevata una bassa percentuale di specie, pari al 8,2%. Sulla base di queste analisi, ponendo a confronto la quantità, e quindi la percentuale dei Basidiomiceti rispetto a quella degli Ascomiceti reperiti nelle varie località, come riportato in fig. 6, è possibile notare una netta predominanza dei carpofori dei Basidiomiceti nella zona del Simeto (97,3%) rispetto al 2,7% degli Ascomiceti, mentre nella zona dell'Irminio si rileva la più alta percentuale di carpofori questi ultimi (pari al 43,8%), con valori decrescenti per i Basidiomiceti e in aumento per gli Ascomiceti nelle altre località.

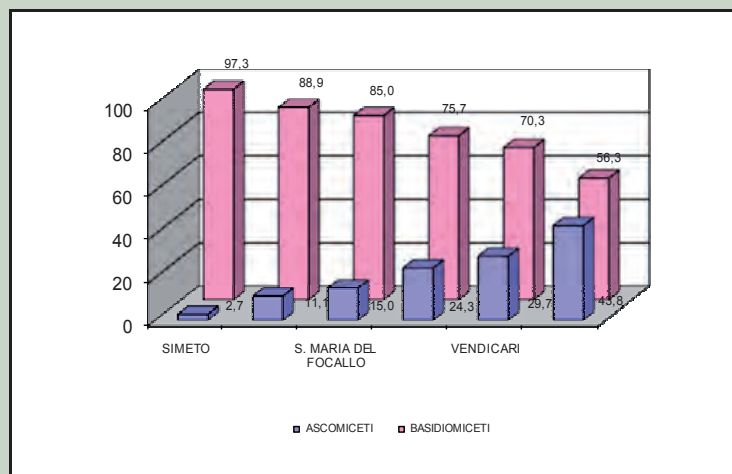


Fig. 6: Valore in percentuale tra i carpofori appartenenti agli Ascomiceti e ai Basidiomiceti presenti nelle varie zone

Procedendo ad un esame più dettagliato, in fig. 7 si illustra le numerosità di carpofori delle specie agaricoidi, gasteroidi, afilloforoidi all'interno della classe *Basidiomycetes*, unitamente a quella degli *Ascomycetes* reperiti nelle varie località.

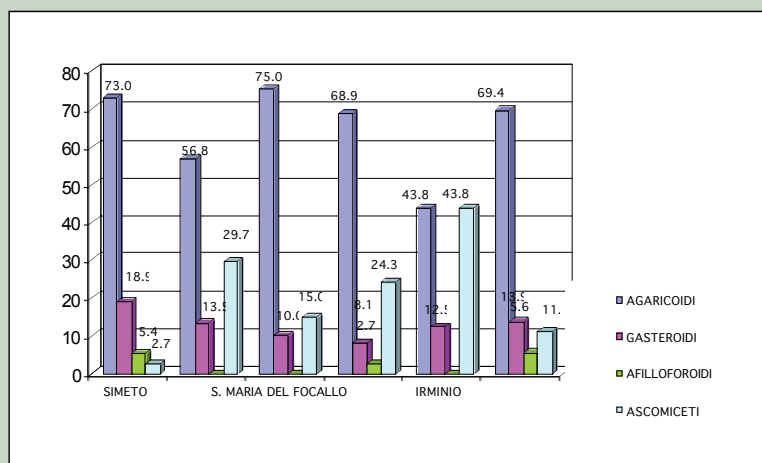


Fig. 7: Relazione percentuale tra i carpofori agaricoidi, gasteroidi, afilloforoidi e ascomiceti presenti nelle varie zone

All'interno dei Basidiomiceti, la più alta numerosità dei carpofori spetta ai funghi agaricoidi, con valori compresi tra il 43,8% e il 75%; in particolare, il livello più basso dei funghi agaricoidi si riscontra nella zona dell'Irminio con una percentuale di carpofori pari al (43,8%), dove l'assenza delle prime due fasce vegetazionali, nonché di zone a rimboschimento, ha ridotto notevolmente la presenza degli sporofori.

Nella zona di Vendicari, essendo una delle aree umide e ancora pressoché integre della Sicilia Sud-Orientale, il numero dei carpofori delle specie agaricoidi raggiunge valori superiori a quelli dell'Irminio (56,8%); valori in percentuali maggiori si raggiungono a Sampieri (68,9%), ma soprattutto a Manfria e nell'area del Simeto, con percentuale rispettiva del 69,4% e del 73%.

Infine nell'area di S. Maria del Focallo si raggiunge la percentuale di carpofori più elevata rispetto a tutte le altre zone (75%), in quanto si tratta di aree tutte caratterizzate da rimboschimenti. Significativa è anche la presenza di specie appartenenti agli Ascomiceti, che nelle zone geologicamente appartenenti al Plateau ibleo, sono maggiormente rappresentate.

La presenza dei carpofori di questi ultimi raggiunge i valori più elevati nell'area dell'Irminio (43,8%) e in quella di Vendicari (29,7%), per diminuire nelle zone di Sampieri (24,3%) e di Santa Maria del Focallo (15%); la numerosità minore si rinviene invece a Manfria (11,1%) e al Simeto (2,7%).

Per quanto riguarda i funghi gasteroidi, i valori più elevati si registrano nell'area del Simeto con percentuale di carpofori pari al (18,9%), mentre a Manfria e a Vendicari si registrano valori inferiori (rispettivamente 13,9% e 13,5%), cui segue l'Irminio (12,5%) e Santa Maria del Focallo (10%); il valore più basso si rileva a Sampieri (8,1%). I funghi afilloforoidi sono risultati più numerosi nell'area di Manfria e del Simeto, con percentuale di carpofori pari rispettivamente al 5,6% e al 5,4%, mentre nella zona di Sampieri la loro presenza è piuttosto scarsa, con valori del 2,7%; sono del tutto assenti nelle località di Vendicari, Santa Maria del Focallo e Irminio.

In rapporto alla ripartizione in gruppi trofici delle varie specie rinvenute in tutte le aree, come si evince dalla fig. 8 le specie parassite sono presenti con percentuali di carpofori notevolmente basse, comprese tra il 10,8% e il 2,7%, e risultano completamente assenti nell'area del Simeto e di Manfria.

Il numero delle specie saprofitiche supera ovunque quello delle specie simbionti micorriziche, a testimone della notevole quantità di materiale organico in via di degrado che deriva dai cicli stagionali e che giace al suolo; in particolare nella zona di Manfria si rileva la più alta percentuale di carpofori di specie saprofiti (97,2%).

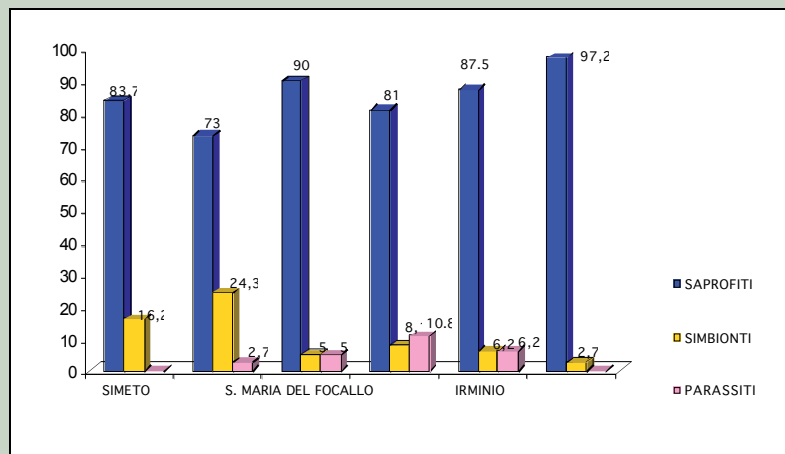


Fig. 8: Relazione percentuale della ripartizione in gruppi trofici dei carpofori rinvenuti nelle varie località

Gli studi condotti da FELLNER & SOUKUP (1991) e SCHLECHTE (1991) affermano che una percentuale di specie micorriziche (rispetto al totale dei macromiceti) compresa tra il 40% e il 60% indica un buono stato di salute dell'ecosistema indagato; percentuali comprese tra il 20 e il 40% implicano una fase di disturbo acuto, mentre valori inferiori al 15-20% esprimono una fase di disturbo letale.

Per quanto suggerito dagli studi descritti, è possibile trarre la conclusione, senza dubbio negativa, che l'area di Vendicari, con la percentuale maggiore di carpofori simbionti rispetto alle altre aree (24,3%), è comunque sottoposta a una fase di disturbo acuto, mentre tutte le altre sono da collocare nella fase di disturbo letale, poiché la quantità dei suddetti funghi è ancora inferiore. La criticità è ancor più accentuata nelle aree di S. Maria del Focallo e di Manfria, dove la percentuale dei carpofori delle entità micorriziche è rispettivamente del 5% e del 2,7%.

Valutando e confrontando i molteplici dati emersi, applicando criteri di studio già affermati e utilizzando le osservazioni e le esperienze personali, è stato possibile per esempio ricavare i motivi dell'abbondanza o della scarsità di determinate entità fungine in un certo contesto naturale, nel nostro caso, oltre a fattori occasionali che possono intervenire come ostacolo alla crescita e allo sviluppo fungino, possiamo comunque affermare che il territorio indagato è assoggettato a un forte disturbo antropico, che evidenzia ancora di più lo stato di degrado cui le coste siciliane sono sottoposte. La conoscenza sulla consistenza del contingente fungino e la distribuzione delle singole entità sulle dune, rappresenta un dato importante sullo stato di salute dell'ambiente. Attraverso la conoscenza dei funghi (importanti bioindicatori) è, infatti, possibile ottenere informazioni preziose sul territorio per la salvaguardia della flora fanerogamica, e di conseguenza fissare normative adeguate alla difesa delle comunità vegetali presenti.

BIBLIOGRAFIA

- Arnolds E., 1981. Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drethe, the Netherlands. Part 1. Introduction and Synecology. *Biblioteca mycol.* 83, J. Cramer, Vaduz.
- Arnolds E., 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agric. Ecosyst. Environm.*, 35: 209-244.
- Arnolds E., Kuyper T. W & Noordeloos E.M., 1995. Overzicht van de paddestoelen in Nederland. *Nederlandse Mycologische Vereniging, Wijster*, 872 pp.
- Fellner R. & Soukup F., 1991. Mycological monitoring in the air-polluted regions of the Czech Republic. *Commun. Inst. Forest. Czech.* 17: 125-137.
- Fellner R. & Peskova V., 1995. Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. *Can. J. Bot.* 73 (Suppl. 1).
- Jakucs P., 1988. Ecological approach to forest decline in Hungary. *Ambio*, 17: 267-274.
- Schlechte G., 1991. Zur Struktur der Basidienmyzeten-Flora von unterschiedlich immisionsbelasteten Waldstandorten in Südniedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der Mycorrizabilung. *Jahn und Ernst Velarg. Hamburg.*

5.2.4 La progettazione di interventi di ripristino con piante micorizzate: una prospettiva per il futuro

Alla luce di quanto finora descritto emerge la necessità di una maggiore conoscenza dei numerosi e complessi fenomeni fisiologici che sono alla base della funzionalità e della salute di un ecosistema dunale e delle sue possibili capacità di recupero in caso di perturbazioni naturali o antropiche, al fine di una gestione sostenibile del territorio.

È oramai appurato che la componente vegetale di un ecosistema è incapace di svolgere le proprie funzioni vitali senza i benefici legami con la componente micologica. Solo negli ultimi quaranta - cinquanta anni si è assistito ad un lento ma graduale, proliferare di studi sia sull'aspetto tassonomico dei funghi, sia su quello fisiologico ed ecologico.

Particolare attenzione è stata rivolta alle strutture simbiotiche dove la componente vegetale può disporre facilmente e con continuità di acqua, nutrienti e sostanze ormonali, mentre la porzione fungina può trarre agevolmente dalla pianta carboidrati ed altri preziosi essudati radicali. Questo fenomeno già noto alla fine del diciannovesimo secolo, per oltre settant'anni è stato considerato solo una "interessante curiosità".

Pur trattandosi di scambi nutrizionali che manifestano il loro effetto positivo sul metabolismo di entrambi i partner, l'efficienza di tali associazioni varia secondo una serie di interazioni dinamiche che coinvolgono non soltanto la pianta e il fungo, ma anche i fattori ambientali e pedologici e i rapporti che si stabiliscono fra queste variabili (Montecchio, 2009).

A partire dagli anni settanta del secolo scorso sono iniziati studi sempre più numerosi per la messa a punto di metodi per l'inoculazione artificiale in vivaio di piantule forestali con specie fungine di interesse commerciale ed in particolare delle specie pregiate di *Tuber*.

Gli studi condotti con le specie fungine più apprezzate hanno privilegiato le conoscenze sulle comunità ectomicorriziche (fig. 5.11), dato che queste si legano agli apparati radicali delle piante forestali con questo particolare rapporto mutualistico. In precedenza è stato già sottolineata l'importanza della rapida colonizzazione dei suoli non forestali da parte di giovani apparati radicali legati ad ectomicorrize aspecifiche che nell'affermarsi permettono la graduale sostituzione delle ectomicorrize iniziali con altre più adeguate realizzando le ben note dinamiche che caratterizzano i boschi di neoformazione.

Questo processo è ripetibile anche nel risanamento e nel ripristino di ambienti dunali e di boschi litoranei con l'introduzione di specie vegetali preventivamente micorizzate. I numerosi metodi studiati fino ad oggi permettono di utilizzare varie tipologie di materiale vegetale e di miceti.

Un grosso contributo a questo scopo è stato offerto dalla realizzazione di numerose tecniche di propagazione vegetativa messe a punto negli anni ottanta e novanta del secolo scorso. La propagazione agamica o vegetativa, essendo asessuata, permette di conservare il genotipo della pianta madre evitando grossolani errori di inquinamento genetico nelle opere di ripristino e rinaturalizzazione (Siniscalco, 2006).

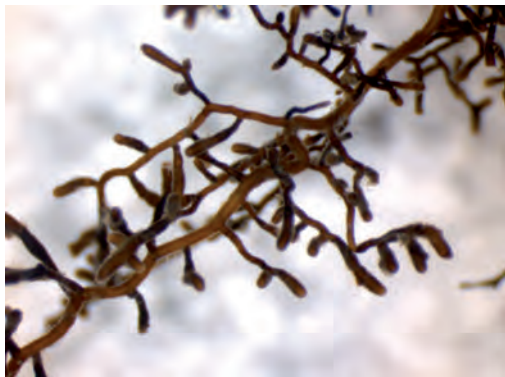


Fig. 5.11: Ectomicorrize di *Tuber melanosporum* Vittad. su radice di *Quercus pubescens* Willd.



Fig. 5.12: Piantine micorrizzate prodotte in vivaio specializzato

(Foto Leonardo Baciarelli Falini)

La pratica della micorrizzazione artificiale (fig. 5.12), inoltre, da molto tempo permette la coltivazione e l'affermazione di piante forestali destinate a suoli perturbati o comunque non sufficientemente dotati dei simbionti necessari alla sopravvivenza delle piante (arboricoltura in terreni agrari, verde urbano, cave, discariche).

Le piantine micorrizzate, all'atto dell'impianto, devono essere normalmente di un anno di età, robuste e fornite di un abbondante apparato radicale ben ramificato, di cui la quasi totalità degli apici deve essere micorrizzata con la specie fungina prescelta (Granetti, 1994).

Oggi le tecniche di micorrizzazione sono così specializzate da permettere di scegliere per l'inoculazione materiale vegetale proveniente da piante selezionate dell'area prescelta e contemporaneamente utilizzare micelio o ammassi sporali di funghi selezionati della stessa area migliorando il risultato finale e riducendo al massimo l'inquinamento genetico per la salvaguardia della biodiversità.

Per quanto riguarda gli ambienti dunali è auspicabile che all'atto delle future progettazioni di rinaturalizzazione o ripristino venga previsto l'utilizzo di materiale vegetale opportunamente preparato in vivai specializzati nella produzione di piantine micorrizzate che conservino il genoma dell'area interessata e i relativi ceppi fungini.

5.3 Trasformazioni e degrado dei paesaggi costieri

Pietro Massimiliano Bianco, Patrizia Menegoni

Nel corso dell'ultimo secolo vari fenomeni hanno determinato vistose trasformazioni di questi ambienti dovute, paradossalmente, proprio ad una crescente domanda di natura. Le coste nel bacino del Mediterraneo, non fanno eccezione quelle italiane, sono storicamente ambiti a grande dinamismo ambientale e soprattutto antropico.

Importanti civiltà hanno basato la loro vita culturale, politica, economica e sociale sugli scambi, i commerci, le guerre che avevano come veicolo primo il mare e dunque le coste.

Ambiti di frontiera, come terra di confine fra mare e terra, la costa è intrinsecamente instabile e questa instabilità si percepisce non solo a livello ambientale ma anche politico, nella lingua, nelle abitudini e nei costumi delle società. Essa è definita da una fisionomia del tutto specifica dei paesaggi e da un'alta concentrazione di risorse e di potenzialità, solide motivazioni sulle quali fondare politiche di salvaguardia e di tutela.

Spesso luoghi insicuri e malsani, le coste, hanno da sempre concentrato attività produttive, industriali, agricole e portuali. Questo fenomeno non è avvenuto con continuità, infatti, le informazioni in nostro possesso ci dicono che:

- nel periodo “classico” la linea di costa rimane sostanzialmente stabile;
- nel periodo imperiale avanza anche in modo rilevante in conseguenza del maggiore apporto di sedimenti, resi disponibili dalle bonifiche e disboscamenti che hanno determinato azioni erosive diffuse, trasporto fluviale e distribuzione selettiva dei depositi;
- nel medioevo, caratterizzato dall’abbandono dei centri abitati, molte aree diventano sede di lagune e stagni costieri, anche a causa di fenomeni di ingressione marina determinata dal diminuito apporto di sedimenti causato dalla ripresa dei boschi (Fierro, 1990).

Durante il XVIII e per gran parte del XIX secolo tutte le coste sabbiose d’Italia erano in notevole avanzamento. Alla fine del XIX secolo il fenomeno di fortissima riduzione degli apporti sedimentari ai litorali, ha coinciso con l’incremento di valore delle spiagge come spazio d’uso.

Era il 1952 quando Braun-Blanquet, il fondatore della moderna fitosociologia, riferendosi agli *Ammophiletea*, la vegetazione caratteristica delle dune litorali, aveva scritto: “...la distruzione delle dune e la costruzione di strade e di stabilimenti ne hanno fatto sparire una buona parte, e c’è da temere che un raggruppamento interessante da tutti i punti di vista possa scomparire definitivamente in un avvenire poco lontano, se le autorità e i gruppi per la protezione della natura non interverranno...” (Braun-Blanquet & Roussine Nègre, 1952).

Negli ultimi decenni si è assistito invece ad una vera e propria sottrazione del territorio costiero da parte dell’industria turistica, con l’espansione degli agglomerati urbani banali, continui, con grandi edifici e tipologie costruttive del tutto inusuali per la tradizione locale.

L’abbandono dei territori per gli usi storici, la scomparsa delle colture agrarie proprie delle zone costiere, l’abbandono dei terrazzamenti o appezzamenti da parte dei produttori agricoli a favore di attività dal guadagno più facile e veloce, hanno contribuito alla banalizzazione del paesaggio, quel bene integro e differenziato dal quale il turista è così attratto e affascinato.

La fascia costiera in sé, quindi, non è una risorsa rinnovabile, perché una volta compromessa si è persa un’opportunità e si è ridotto il suo valore. Per questi motivi è quindi un dovere valutare la sostenibilità delle attività programmatiche, la fascia costiera è un bene per noi ora e deve continuare ad esserlo per le future generazioni.

La fruizione non gestita, la mancanza di sedimenti a causa di continui prelievi in alveo, l’aggressiva urbanizzazione, il potenziamento delle reti stradali e ferroviarie, hanno frammentato le fasce dunali fino a compromettere irrimediabilmente la funzionalità delle comunità che le ospitano e che ne condizionano l’esistenza.

Questi alcuni esempi di minacce per gli ambienti dunali:

Erosione costiera:

il sistema spiaggia-duna, è continuamente governato dall’interazione di più fattori in equilibrio dinamico, di cui il ciclo naturale delle sabbie è il protagonista principale. L’erosione è una manifestazione del tutto naturale, così come lo sono le violente mareggiate che la provocano, o la rideposizione ciclica delle sabbie nei tratti di mare antistanti.

La patologia sta nella scala e nel bilancio del fenomeno: spesso interventi di natura esogena modificano alcuni degli elementi determinanti nell’equilibrio, anche a grandi distanze rispetto ai litorali. Ad esempio, man mano che le sabbie trasportate nelle aree subcostiere vengono inglobate nei terreni stabilmente vegetati e consolidati, queste vengono definitivamente sottratte al ciclo della sabbia litoranea e necessitano di essere rimpiazzate da sabbie di apporto marino o fluviale.

Quando l'apporto del più vicino fiume è deficitario a causa di prelievi in alveo, dighe, diminuzione delle portate, allora i fenomeni di deposizione sono messi in serio pericolo.

Azioni di "pulizia" e spianamento meccanico della spiaggia per scopi balneari:

spianamenti che ogni anno vengono effettuati in occasione dell'inizio della stagione balneare per scopi di pulizia o di rimodellamento del profilo della spiaggia. Oltre a rendere impossibile qualsiasi tipo di vita, con estirpazione delle plantule, prelievo di sementi, distruzione di nidi con conseguenze nefaste per alcune specie di uccelli (*Charadrius alexandrinus*, *Charadrius dubius*) (Menegoni *et al.*, 1994, 1997, 2003), danneggiamento dell'entomofauna, questi rimaneggiamenti meccanici, demoliscono gli accumuli di sedimento (berme) formati dalle onde, che contribuiscono ad esaurire l'energia viva della risacca (Fierro, 1990).

Materiali solidi grossolani e inerti non biodegradabili:

che provengono da scarichi urbani, delle navi, dalle coltivazioni orticole litoranee, dai fiumi, contenitori di varia natura abbandonati dai turisti direttamente sulle spiagge, sono materiali di per sé non troppo dannosi se non dal punto di vista estetico.

Diviene però molto dannosa la raccolta di questi rifiuti per la modalità meccanica con cui viene effettuata che comporta l'eliminazione delle piante che tentano di colonizzare la spiaggia e il piede della prima duna.

Minacce associate alla realizzazione di moli e scogliere artificiali:

queste strutture modificano i lineamenti costieri, e determinano avanzamenti locali della linea di costa con conseguente spostamento dei fenomeni erosivi in aree limitrofe.

Ne consegue che il beneficio quasi sempre studiato a vantaggio della comunità antropica (per finalità di controllo dell'erosione e di miglioramento nella fruizione turistica delle spiagge) e di aree a scarsissimo valore ambientale, determina un depauperamento di aree contigue che possono essere ad elevata naturalità e qualità ambientale.

Urbanizzazione, sistemi di stabilizzazione delle dune, forestazioni, barriere artificiali o (pseudo) naturali:

(muri, palizzate, barriere frangivento, siepi, filari di alberi) messi a protezione dai venti e dalla sabbia manufatti, abitazioni, strade o campi rappresentano ostacoli in grado di modificare sensibilmente la direzione dei venti, il ciclo di trasporto e di rideposizione eolica della sabbia, e dunque i sistemi di autoriparazione di dune e spiagge.

Gli ambienti naturali e gli originari equilibri dinamici vengono modificati e l'intero ecosistema va in crisi.

Frequenzamento eccessivo:

il turismo marino di massa e le attività di balneazione rappresentano senza dubbio la causa di disturbo maggiore per gli ecosistemi litorali sabbiosi.

La pesante frammentazione dei sistemi legata al calpestio incontrollato (fig 5.13) ma spesso anche a veicoli che del tutto illegalmente percorrono queste aree determina la formazione di reti fittissime di viottoli, fenomeno devastante per la vita delle dune.



**Fig. 5.13: Attraversamenti pedonali nella macchia mediterranea retrodunale (Castelporziano)
(Foto Patrizia Menegoni)**

Si innescano fenomeni di erosione della duna, idrica incanalata ed eolica, determinati specialmente dai tracciati che la tagliano perpendicolarmente, favorendo l'azione erosiva del vento. Inoltre, un altro fenomeno di degrado è legato alla compattazione nelle zone umide retrodunali dovuta a calpestio. Questi ambienti sono purtroppo visti dalla maggior parte degli utenti come luoghi destinati a puro scopo ludico e ricreazionale, con scarso riguardo per il loro elevato valore naturalistico.

Aerosol marino carico di elementi inquinanti:

legato all'utilizzo di detersivi non biodegradabili, che, trasportati dai corsi d'acqua al mare, divengono parte dell'aerosol e vengono condotti a contatto con gli apparati fogliari della vegetazione costiera.

Caso importante e molto studiato è quello della pineta di San Rossore, dove il vento marino inquinato e salso ha determinato negli anni '70 un'estesa moria che peraltro non lasciò indenni altre pinete costiere tirreniche.

Attività di bonifica non corrette:

determinano la perdita del reticolo idrico superficiale e delle possibilità di impaludamento retrodunale invernale.

Cambiamento dell'uso del suolo:

ormai sempre più spesso le aree dunali sono isole di naturalità in oceani di cemento e strade, con perdita di connessione (corridoi ecologici) con le aree palustri e/o i canali interni o circostanti i siti.

Modificazioni della linea di costa in relazione ai cambiamenti climatici:

l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) prevede un'innalzamento del livello marino di 10-29 cm entro il 2030. Questo fatto produrrà un aumento dell'erosione costiera, ma l'ampiezza del fenomeno dipenderà da molti fattori tra cui: la morfologia locale, il rapporto tra spiaggia emersa e sabbia sommersa, la quantità di sabbia immobilizzata nel cordone dunale e la presenza di un'adeguata copertura vegetale sullo stesso (Carter, 1991). (fig. 5.14)



Fig. 5.14: Esemplare di ginepro essiccato dall'azione diretta del mare (Sardegna meridionale)



Fig 5.15: Residui di dune ininteressate da fenomeni intensi di frammentazione e degrado

(Foto Patrizia Menegoni)

Fenomeni di subsidenza:

fattori di rischio non trascurabili sono i fenomeni di subsidenza legati a lunghi periodi di prelevamento di acqua, di gas o olii combustibili dal sottosuolo antistante o retrostante. Le conseguenze, molto simili a quelle del punto precedente, possono essere rilevanti soprattutto a scala locale. Causa è anche l'abbassamento della falda freatica con conseguente ingressione del cuneo salino e riduzione della falda dolce sospesa.

5.4 La funzione di corridoi ecologici delle fasce costiere

Pietro Massimiliano Bianco, Patrizia Menegoni

Altra importante funzione delle fasce costiere è quella di costituire corridoi ecologici per molte specie che utilizzano questi habitat per funzioni diverse:

- migrazioni: annuali per raggiungere i siti riproduttivi partendo dalle aree di svernamento,
- movimenti giornalieri per raggiungere le aree di alimentazione,
- siti riproduttivi per molte specie ornitiche, rettili, anfibi,
- nicchia trofica di molte specie.

Le dune costiere sostengono un gran numero di habitat naturali particolarmente ricchi di specie. La rete ecologica costiera che coinvolge le dune, le falesie, ma anche le aree umide retrodunali, le aste fluviali e le foci è caratterizzata da una complessità e una fragilità intrinseca rilevante. L'equilibrio acque dolci, acque marine, sedimenti, moto ondoso determina, stabilisce e contraddistingue questa articolata realtà ambientale.

La frammentazione con conseguente perdita di continuità determina fenomeni spesso irreversibili e di portata vasta, innescando eventi a catena dalle portate e dinamiche spesso imprevedibili (fig. 5.15). Il danno sul piano ambientale ma anche sul piano economico e sociale risulta rilevante e la dinamica temporale con la quale questi fenomeni si esplicano è molto veloce.

E' fondamentale dunque salvaguardare, la continuità e salubrità degli ambienti dunali e delle spiagge per il loro straordinario valore di corridoi ecologici ai quali è strettamente legato quello di altri sistemi quali ambienti umidi retrodunali, lagune, laghi costieri, foci fluviali, e non ultime le praterie di *Posidonia oceanica* e di altre fanerogame marine: tutti ecosistemi tra loro collegati oltre che per il loro valore ecologico, anche per il valore economico, diretto ed indiretto che essi rappresentano.

BIBLIOGRAFIA

- Abuzinadah R.A., Read D.J., 1989. The role of proteins in the nitrose nutrition of ectomycorrhizal plants. V. Nitrogen transfer in birch, *Betula pendula* L. grown in association with mycorrhizal and non mycorrhizal fungi. *New Phytol.*: 112, 61-68.
- Acosta C., Anzellotti I., Blasi C., Stanisci A., 1998. Sequenza fitotopografica nella duna costiera del Parco Nazionale del Circeo. In: Stanisci A. & Zerunian S., Flora e vegetazione del Parco Nazionale del Circeo. Ministero per le Politiche Agricole, Gestione ex. A.S.F.D. (Sabaudia): 169-179.
- Audisio P., Muscio G., Pignatti S., 2002. Problemi di conservazione e gestione, in Dune e spiagge sabbiose, Quaderni Habitat, Ministero dell' Ambiente & Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.
- Bedini S., Pellegrino E., Avio L., Pellegrini S., Bazzoffi P., Argese, E., Giovannetti M., 2009. Changes in soil aggregation and glomalin-related soil protein content as affected by the arbuscular mycorrhizal fungal species *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices*. *Soil Biology and Biochemistry*. Submitted for publication.
- Benedetti A., Francaviglia R., Marchionni M., Trinchera A., 2006. Soil biodiversity concepts and a case study at a mediterranea natural ecosystem. *Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL. Scritti e documenti XXXVII*, pp. 209-224.
- Biondi M., Menegoni P., Pietrelli L., 2003. Dinamica delle popolazioni di Charadriiformes e impatto antropico lungo le coste laziali. *Acc. Lincei, Convegno "Aree costiere"*, 5 giugno 2003, Roma.
- Blasi C., Anzellotti I., Acosta A., Stanisci A., Di Marzio P., 1999. Vegetazione e disturbo antropico nella duna costiera del Parco Nazionale del Circeo. *Atti XIII Convegno G. Gadio, suppl. Boll. Museo Civ. Sc. Nat. Venezia*, 49 (1998): 173-178. *Arsenale ed.*
- Biondi M., Pietrelli L., Cannavacci A., Baldi G., Menegoni P., De Martini L., 1995. Il successo di schiusa del Corriere piccolo, *Charadrius dubius*, nidificante in un'area costiera urbanizzata del Lazio. *G.A.R.O.L. Gruppo attività e ricerche ornitologiche del Litorale*.
- Biondi M., Pietrelli L., Cannavacci A., Baldi G., Menegoni P., De Martini L., 1994. Il successo di schiusa del Corriere piccolo *Charadrius dubius* nidificante in un'area costiera urbanizzata del Lazio. *Atti Conv. L'avifauna degli ecosistemi di origine antropica: zone umide artificiali, coltivati, aree urbane*. Napoli 26-27 novembre 1994 (108-113).
- Blaschke H., 1994. Decline symptoms on roots of *Quercus robur*. *European Journal of Forest Pathology* 24, pp. 386-398.
- Boyd R., Furbank R.T., Read D.J., 1986. Ectomycorrhiza and the water relations of trees. In: *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*. Gianinazzi-Pearson V, Gianinazzi S. Eds., INRA, Paris.
- Braun-Blanquet & Roussine Nègre, 1952. *Les groupement végétaux de la France Méditerranéenne*, CNRS Montpellier.
- Caniglia G., Casetta D., Nascimbeni P., Pizzinato C., 1998. Aspetti del dinamismo della vegetazione nell'edificazione di un sistema dunoso artificiale (Venezia – Cavallino). *Atti conv. International Ass. for Environmental Design, La progettazione ambientale nei sistemi costieri*, quad. 12
- Carter R.W.G., 1991. Near future sea level impacts on coastal dune landscapes. In *Landscape ecology*, vol. 6 no. 1 / 2 pp. 29-39 (1991), SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Causin R., Montecchio L., Mutto Accordi S., 1996. Probability of ectomycorrhizal infection in a declining stand of common oak. *Des Sciences Forestières*, 53: pp.743-752.
- Fierro G., 1990. L'erosione costiera. In *La difesa del mare e delle coste metodologie, obiettivi, attività*, Consorzio Pelagos.

- Franchi P., Giovannetti M., Gorreri L., Marchetti M., Monti G., 2006. La biodiversità dei funghi del Parco. Inventario della flora micologica del Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli. "Leonardo", Istituto di Ricerca sul Territorio e l'Ambiente, Vol. 2:135-149. Felici Editore, Pisa.
- Franchi P., Gorreri L., Marchetti M., Monti G., 2001. Funghi di ambienti dunali. Indagine negli ecosistemi dunali del Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli: 1-213. Grafiche 2000, Ponsacco (PI).
- Granetti B., 1994. I tartufi: biologia e tecniche di coltivazione. *Micologia Italiana* XXIII, 2-1994: pp. 63-68.
- Lancellotti E., 2007. Comunità ectomicorrizica in una sughereta deperente. Analisi delle variazioni quali-quantitative in funzione del grado di deperimento delle piante. Dottorato di ricerca in miglioramento genetico e patologia delle piante agrarie e forestali. 2004-07. Università degli Studi di Sassari.
- Manion D., Lachance D., 1992. *Forest Decline Concepts*. APS Press, St. Paul, Minnesota, MN, USA.
- Montecchio L., 2009. I simbionti micorrizici come bioindicatori della salute delle piante forestali. Rapporto ISPRA: I funghi come indicatori biologici nel monitoraggio della qualità del territorio, Seminari 2008. In corso di stampa
- Mosca E., Montecchio L., Sella L., Garbaye J., 2007. Short-term effect of removing tree competition on the ectomycorrhizal status of a declining pedunculate oak forest (*Quercus robur* L.). *Forest Ecology and Management*, 244: pp.129-140.
- Pietrelli L., Biondi M., Menegoni P., Martucci O., 1997. La nidificazione del Frattino *Charadrius alexandrinus* nel Lazio. - Atti IX Convegno italiano ornitologia. Avocetta 21 (131).
- Pignatti S., 1959. Il popolamento vegetale. Ricerche sull'ecologia e sul popolamento delle dune del litorale di Venezia. *Bollettino Museo Civico di Storia Naturale di Venezia*, Vol. XII: 61-142.
- Pignatti S., 1993. Dry coastal ecosystem of Italy – Dry coastal ecosystem, Polar regions and Europe. Eddy van der Maarel. Elsevier 379-390.
- Pignatti S., 2002a. La vegetazione delle spiagge, in *Dune e spiagge sabbiose*, Quaderni Habitat, Ministero dell'Ambiente & Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.
- Pignatti S., 2002b. Il significato della salinità, in *Dune e spiagge sabbiose*, Quaderni Habitat, Ministero dell'Ambiente & Museo Friulano di Storia Naturale, Udine. 176.
- Rousseau J.V.D., Sylvia D.M., Fox A. J., 1994: Contribution of ectomycorrhizae to the potential nutrient-absorbing surface of pine. *New Phytol.* 128, 639-644.
- Scattolin L., Montecchio L., Mutto Accordi S., 2006. Variazione della comunità ectomicorrizica di betulla nella colonizzazione di un suolo non forestale. *Micologia italiana*, 1: pp.58-66.
- Schütt P., Cowling E. B., 1985: Waldsterben, a general decline of forests in central Europe: symptoms, development and possible causes. *Disease*, 69: pp.548-558.
- Shi L. B., Guttenberger M., Kottke I., Hampp, R., 2002. The effect of drought on mycorrhizas of beech (*Fagus sylvatica* L.): changes in community structure, and the content of carbohydrates and nitrogen storage bodies of the fungi. , 12: 303-311.
- Siniscalco C., 2005. La propagazione vegetativa di specie vegetali in interventi di ripristino. Rapporto APAT 63/2005: La rinaturalizzazione e il risanamento dell'ambiente per la conservazione della biodiversità, pp.64-70.
- Siniscalco C., Tornambè A., 2002. Considerazioni sul fenomeno di assorbimento e accumulo di metalli pesanti nei funghi. Atti del 2° Convegno Internazionale di Micotossicologia. Associazione Micologica Bresadola - Centro Studi Micologici - *Pagine di Micologia* n° 17 – 2002: 191-226.
- Whittaker R.H., 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science* 163, 150-160.
- Wright S.F., Upadhyaya A., 1996. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein from arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Science*. 161, 575-586.

6. LINEAMENTI FAUNISTICI DELLE DUNE ITALIANE

Simone Fattorini

Le dune sabbiose costiere sono un ambiente relativamente povero di specie animali a causa di severi fattori limitanti, quali:

- scarsa disponibilità di acqua dolce;
- forte insolazione;
- elevate temperature (soprattutto al suolo);
- ampi scarti termici tra giorno e notte;
- forte ventosità;
- elevata salinità;
- assenza pressoché totale di sostanza organica, nonché di humus;
- scarsa disponibilità di nutrienti;
- instabilità del substrato;
- bassa diversità floristica e copertura vegetazionale.

Queste particolari condizioni determinano una semplificazione delle reti trofiche e una bassa diversità animale. La ridotta copertura vegetale e la povertà floristica e micologica, che caratterizzano gli ambienti dunali, spiegano il basso numero di specie fitofaghe e micofaghe, che a sua volta determina un basso numero di specie nei gradini più alti della piramide alimentare. La risorsa trofica più abbondante e immediatamente disponibile è invece rappresentata dal detrito, per cui la maggior parte delle specie animali che presentano popolazioni più abbondanti sono appunto detritivore più o meno generaliste. Queste rappresentano la risorsa trofica tipicamente sfruttata dall'esiguo numero di predatori presenti in questi ambienti.

I gruppi meglio rappresentati (in termini di ricchezza di specie e numerosità degli individui) negli ambienti di duna sono quelli meno strettamente influenzati dai fattori limitanti sopra ricordati e che includono quindi linee filetiche tipicamente eremiche e quindi "preadattate" alla vita sulle dune. Si tratta cioè di gruppi in cui sono frequenti specie più o meno fortemente psammofile e xero-termofile. Viceversa i gruppi animali più tipicamente legati ad ambienti forestali o alla lettiera umida sono del tutto assenti o rappresentati da poche specie.

Gli stessi fattori che limitano la diversità animale delle dune sono responsabili dell'elevata incidenza di specie stenotopiche, termofile, spesso psammofile obbligate. Accanto a numerose specie euriecie (ampiamente diffuse in ecosistemi adiacenti) o anche del tutto estranee agli ambienti di duna, ma presenti occasionalmente per dispersione attiva (in particolare con il volo) o passiva (ad esempio, individui trasportati dai fiumi e poi spiaggiati), i contingenti faunistici dunali sono, infatti, caratterizzati dalla presenza di un certo numero di specie altamente adattate alle peculiari condizioni climatico-pedologiche di questi ambienti e che ne rappresentano quindi la vera fauna "locale". La delimitazione della fauna locale delle dune può essere difficile, in quanto le specie più o meno "extrazonali" possono costituire anche la frazione più cospicua del popolamento animale. Ad esempio, la maggior parte delle specie che, nel corso dei campionamenti effettuati in ambiente dunale, mostrano una presenza non continua, non sono specie locali con una dinamica di popolazione particolarmente "altalenante" (cioè con colli di bottiglia), né specie con popolazioni locali molto ridotte, ma specie accidentali, presenti nelle stazioni di campionamento come individui immigranti da aree contigue (Desender, 1996).

Appare quindi chiaro quanto sia importante in un'analisi ecologica, biogeografica e conservazionistica, distinguere le specie che costituiscono la fauna effettivamente "caratteristica" (sebbene non

necessariamente esclusiva) di tali ambienti dalle specie euriecie e, ancor più, dalle accidentali, al fine di non introdurre distorsioni od errori nell'analisi della struttura di queste comunità o nell'interpretazione dell'origine del popolamento. In tale contesto può essere quindi opportuno, nell'analisi del popolamento locale, distinguere tra specie euriecie ma effettivamente componenti le comunità, specie extrazonali, reclutate da ecosistemi circostanti, e specie stenoecie caratterizzanti. Queste ultime, infatti, sono in generale gli elementi di maggiore interesse ecologico e conservazionistico.

Sebbene in modo forzatamente parziale, sommario e schematico, la rassegna presentata in questo capitolo offre un quadro delle principali emergenze faunistiche degli ambienti dunali italiani, ponendo appunto l'accento sulle specie più caratteristiche, ma fornendo indicazioni anche sulle altre specie che si possono riscontrare sulle dune, sia come specie euriecie, stabilmente presenti, sia come specie extrazonali, più o meno regolarmente presenti.

La parte sistematica è stata organizzata seguendo, in linea di massima, le recenti sintesi di Audisio (2002) e La Greca (2002). La trattazione fornita, lungi dall'essere esaustiva, ha lo scopo di richiamare l'attenzione del lettore sulle specie animali di maggior interesse ecologico e conservazionistico per diversi gruppi animali. Essa non può essere tuttavia sostitutiva della letteratura specialistica, cui si dovrà fare riferimento per i necessari approfondimenti. A tale scopo, per i gruppi tassonomici meglio conosciuti o di maggior importanza ecologica, viene fornita, a fine capitolo, una selezione bibliografica per un primo orientamento in tal senso.

Sono infine proposti, sulla base dei *taxa* trattati nella parte sistematica, degli elementi di valutazione della qualità ambientale dei sistemi dunali, con particolare riferimento all'analisi dei siti di importanza conservazionistica e allo studio degli interventi di ripristino.

In Appendice 1, viene pertanto presentata una tabella sinottica in cui sono riportate, per ciascun *taxon*, le specie di particolare interesse conservazionistico, indicatrici di buone condizioni ambientali o, più semplicemente, caratteristiche dell'ambiente dunale, allo scopo di offrire una prima guida alla realizzazione di più specifiche tabelle di valutazione.

6.1 Parte sistematica

• **Nematodi.** I nematodi propri delle dune costituiscono una fauna piuttosto caratteristica ed abbondante, con popolazioni che vanno da meno di mezzo milione a due milioni di individui per metro quadrato di suolo. Escludendo le specie della fauna interstiziale e più strettamente litoranee, elementi caratteristici delle dune costiere sono, ad esempio, *Acrobelus prominens*, *Rotylenchus laurentinus*, *Tripyla affinis*, *Tylenchorhynchus aduncus* e *Haliplectus leptcephalus*.

• **Molluschi.** I molluschi terrestri sono un gruppo ben rappresentato negli ambienti di duna, con numerose specie di gasteropodi xerofili, spesso presenti con popolazioni cospicue e che possono essere considerate indicatrici delle condizioni di conservazione degli ecosistemi dunali. I gasteropodi adattati a questi ambienti, caratterizzati dalla presenza di conchiglie globose e di colore chiaro, così da ridurre l'assorbimento della radiazione solare, possono essere suddivisi, dal punto di vista ecologico, in due *guilds*: da una parte abbiamo le caliconchae, notevolmente xero-resistenti, capaci di sopportare l'insolazione diretta, caratterizzate da conchiglia ispessita, biancastra, spesso con fasce brune (elicidi dei generi *Theba*, *Cernuella*, *Cochlicella* e *Trochoidea*), dall'altra le keratoconchae, con specie più mesofite, con conchiglia meno robusta, semitrasparente, di rado fornita di fasce scure, e che, non essendo in grado di resistere all'insolazione diretta, si rifugiano nel fitto della vegetazione o si interrano (clausiliidi del genere *Papillifera*, ed elicidi dei generi *Helix* ed *Eobania*).

La specie più abbondante ed ampiamente diffusa in Italia è l'elicide *Theba pisana*, frequente soprattutto negli ammoveletti. Questo mollusco, ad ampia distribuzione atlanto-mediterranea, raggiunge in molte località densità di popolazioni tali da rappresentare una "key stone species", grazie all'arricchimento del suolo in ioni calcio derivante dalla continua disgregazione delle conchiglie vuote che si accumulano in notevoli quantità nella duna e nel retroduna. A questa specie si accompagnano spesso, negli stessi ambienti, alcune specie dei generi *Monacha* e *Cochlicella*, quali *M. cartusiana* (maggiormente legata alle dune cespugliose e ai retroduna), *C. conoidea* (specie w-mediterranea, talassofila pioniera, presente in larga parte dell'Italia peninsulare) e, più raramente, *C. acuta* (specie mediterranea, più caratteristica degli ambienti retrodunali più asciutti), nonché *Cantareus aspersus* e *C. apertus* (anch'esse soprattutto di ambienti retrodunali). Nei suoli retrodunali più compatti, calcareo-marnosi, *Theba pisana* è sostituita da altre specie come *Trochoidea pyramidata*, *T. trochoides*, *Cernuella virgata*. I suoli retrodunali più secchi sono invece caratterizzati dalla presenza di *Cochlicella acuta* e, meno frequentemente, da *Xerotricha apicina* (normalmente associata a condizioni più mesofile), e da alcune *Papillifera*, come *P. solida* che, tuttavia, unitamente alla congenere *P. papillaris*, è tipica delle rocce calcaree.

Di particolare interesse conservazionistico sono alcune specie ad areale fortemente ridotto e frammentato, quali *Ichnusomunda sacchii* (esclusiva delle dune sabbiose di Is Arenas e di pochi altri sistemi dunali della Sardegna occidentale), *Xerosecta contermina* (limitata in Italia alle dune del Lazio e della Sardegna occidentale), *Cernuella aradasi* (endemica, esclusiva di un piccolo tratto di dune presso il Faro di Messina, in Sicilia) e *Xeroimunda durieui* (circostritta, in Italia, alle dune pugliesi del Tarantino e al Nord Africa).

- **Aracnidi.** Tra i ragni presenti sulle dune, accanto a numerose specie termofile e xerofile di salticidi, terididi, tomisidi ed oonopidi, non strettamente associate a questo ambiente, vanno segnalati l'araneide *Argiope lobata*, specie termofila, distribuita lungo le coste, anche rocciose, di gran parte d'Italia, caratteristica per le sue ampie tele verticali tese tra i più alti cespugli dunali e retrodunali; alcuni filodromidi del genere *Tibellus*, come *T. macellus* e *T. maritimus*, tipici della vegetazione erbacea dunale e retrodunale, ma che si trovano frequentemente anche sulla battigia, dove predano piccoli artropodi sabulicoli viventi tra i detriti spiaggiati; svariati licosidi psammofili e più o meno talassofili, che scavano nella sabbia le loro tane, quali *Xerolycosa miniata*, *Alopecosa fabrilis*, *A. cursor* ed *A. pulverulenta*, nonché alcune specie del genere *Arctosa*, caratterizzate da colorazioni criptiche e lunghissime zampe con cui corrono sulla sabbia, quali *A. perita*, *A. cinerea* e *A. personata*.

Tra gli opilioni, va invece ricordato *Opilio saxatilis*, caratteristico predatore tra le dune sabbiose, mentre tra gli pseudoscorpioni, l'elemento più caratteristico degli ambienti dunali e retrodunali è l'olpide *Olpium pallipes*, a distribuzione mediterraneo-macaronesica, rinvenibile soprattutto alla base della vegetazione degli ammoveletti e diffuso in quasi tutte le regioni peninsulari e insulari italiane ad esclusione di quelle del Medio e Alto Adriatico.

Altre specie piuttosto frequenti sulle dune, ma non esclusive di questo ambiente, sono l'atmenide *Atemnus politus* e il cheliferide *Dactylochelifer latreillei*, più frequente nei salicornieti.

- **Diplopodi.** I diplopodi sono un altro gruppo di artropodi legati ad ambienti con un buon grado di umidità, e quindi poco frequenti sulle dune.

Tra le poche specie in grado di colonizzare questo ambiente si possono menzionare alcuni elementi alquanto eurici, come il lofoproctide *Lophoproctus jeanneli* (w-mediterraneo, presente in Italia meridionale), il polixenide *Polyxenus lapidicola* (mediterraneo, anch'esso presente in Italia meridionale), il polidesmide *Stosatea italica* (atlanto-mediterraneo, ampiamente distribui-

ta in Italia), relativamente frequenti nei punti più umidi alla base degli arbusti dunali e retrodunali; gli julidi *Ommatoiulus oxypygus* (presente solo in Calabria, Sicilia e isole circumsiciliane, incluse le Maltesi), rinvenibile in microhabitat relativamente riparati, e *O. sabulosus* (europeo), che, esibendo un'ampia escursione altimetrica, predilige gli ambienti xerici aperti, inclusi quelli dunali sabbiosi.

• **Chilopodi.** Trattandosi di animali per lo più associati alla lettiera umida, i chilopodi sono poco rappresentati negli ambienti di duna e retroduna, dove è possibile comunque incontrare qualche specie, particolarmente euriecia, come i geofilomorfi *Pachymerium ferrugineum* (w-paleartico), associato a ambienti costieri marini, macchia mediterranea, leccete, cerrete, ed *Henia bicarinata* (mediterraneo), associato esclusivamente ad ambienti costieri, il litobiomorfo termofilo *Lithobius cassinensis* (endemico dell'Italia centrale, tipico di macchie e garighe) o lo scolopendromorfo *Cryptops trisulcatus* (mediterraneo, anch'esso tipico di macchie e garighe).

• **Crostacei.** La scarsissima disponibilità di acqua dolce superficiale e la pressoché totale assenza di materiale organico nel suolo rappresentano severi fattori limitanti per la sopravvivenza dei crostacei, che sono rappresentati in questo ambiente da alcuni isopodi talassofili, quali ad esempio *Porcellio lamellatus*, *Armadillidium etrusciae* (endemico), *A. silvestrii* (endemico), *A. argentarium* (endemico) e alcune *Philoscia*, che trovano rifugio alla base delle piante, dove si concentrano umidità e detrito.

• **Insetti.** Gli insetti costituiscono la classe ovviamente più diversificata, con numerosissime specie altamente adattate alle dune. La trattazione qui presentata, forzosamente sintetica, fornisce una panoramica dei diversi ordini, e, nel caso dei coleotteri, in considerazione della loro notevole diversità, una analisi delle principali famiglie.

○ **Ortotteri.** Gli ortotteri sono uno dei gruppi di insetti a maggiore diversità nelle dune, comprendendo parecchie specie psammofile e xero-termofile, soprattutto tra gli acrididi, che, essendo spesso numerosi e molto attivi di giorno rappresentano una delle componenti più vistose dell'entomofauna delle dune. In Italia, i generi più caratteristici dei sistemi dunali sono *Sphingonotus* ed *Acrotylus*. *Sphingonotus personatus* (da alcuni autori considerato sottospecie di *S. candidus*, v. oltre), distribuito lungo le coste adriatiche, tirreniche e siciliane, oltreché a Corfù, è sicuramente l'ortottero più comune lungo le coste peninsulari, mentre in Sardegna è sostituito da *Sphingonotus candidus*. Si tratta, in entrambi i casi, di specie esclusive delle dune. *Sphingonotus personatus* è caratterizzato da una colorazione criptico-disruptiva color sabbia (gialla sulla sabbia normale, nerastra su quella di origine vulcanica), cosparsa di punti bruni, risultando difficilmente distinguibile dal substrato. Inoltre, in posizione di riposo, gli individui di questa specie si pongono sempre con il capo orientato verso il sole, in modo da eliminare l'ombra del corpo, che ne permetterebbe l'individuazione da parte di un predatore ottico. Infine, in caso di pericolo, essi s'involano repentinamente, mostrando le ali azzurrine, che disorientano il predatore.

Il genere *Acrotylus* include svariate specie associate agli ambienti dunali sabbiosi, di cui *A. longipes*, elemento ad ampia distribuzione mediterranea e sud-europea, frequente soprattutto in Sicilia, risultando presente con poche popolazioni isolate lungo le coste di Calabria, Puglia e Veneto, è la più specializzata alla vita negli ambienti di duna, mostrando peculiari adattamenti etologici, quali la capacità di poggiarsi sulla sabbia rovente alter-

nativamente con solo tre zampe, distese al massimo, così da minimizzare il contatto con il suolo, e di trascorrere la notte infossato nella sabbia, facendo sporgere solo occhi e antenne. *Acrotylus insubricus* e *A. patruelis* possono pure trovarsi sulle dune, ma occupano anche ambienti più interni.

Altre specie che si possono incontrare frequentemente sulle dune sono *Sphingonotus coeruleans* (frequente sulle dune di larga parte dell'Italia peninsulare), *Oedipoda germanica*, specie xerofila euriecia, presente in una grande varietà di ambienti aridi, anche interni, e *Dociostaurus genei*, capace di sopravvivere anche in ambienti fortemente disturbati, e rinvenibile tanto sulle dune quanto in ambienti più interni.

Tra le specie endemiche italiane strettamente legate alle dune, ricordiamo:

a) *Dirshius uvarovi*, legato soprattutto al retroduna e noto in poche località peninsulari, facilmente confondibile, dal punto di vista morfologico, con le specie del gruppo *Glyptobothrus*, da cui si distingue però facilmente per il canto;

b) *Dociostaurus minutus*, filogeneticamente molto isolato ed esclusivo dei retroduna di una circoscritta area della Sicilia sud-orientale, in provincia di Ragusa;

c) due specie di *Ochrilidia* (un genere prevalentemente africano): *O. sicula*, specie endemica di Sicilia, associata ad *Ammophila* e *Agropyron*, in forte rarefazione, con popolazioni oggi circoscritte a poche località della costa meridionale e orientale dell'Isola, ma presente fino agli anni '70 del Novecento anche sulla costa settentrionale, con adulti attivi in primavera, in diapausa in estate ed eventualmente di nuovo attivi in autunno, mentre naidi e ninfe sono attive in estate-autunno, ma divengono adulti nella primavera successiva; ed *O. nuragica*, nota in un'unica località della Sardegna meridionale (dune a sud di Muravera).

Tra gli ensiferi, l'elemento più appariscente è senza dubbio il grosso grillide *Brachytrupes megacephalus*, distribuito in Marocco, Sicilia, Isole Maltesi e Sardegna meridionale, esclusivo delle dune costiere consolidate, dove, soprattutto tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera, scava gallerie di lunghezza e profondità variabili a seconda della stagione, e i cui maschi, per attirare le femmine al tramonto, si portano con la parte posteriore del corpo fuori delle gallerie e, con il capo rivolto all'interno di queste, emettono un caratteristico canto, costituito di rumorose e prolungate stridulazioni; in estate, invece, si rinvencono individui allo stadio di ninfa, che possono svernare come tali o divenire adulti in autunno e quindi svernare. Altri ensiferi caratteristici sono alcuni tettigonidi decticini, come *Platycleis sabulosa*, diffuso nelle dune cespugliose dell'Italia meridionale, dal Lazio alla Puglia, e nelle barene della Laguna veneta e nelle zone circostanti; *Roeseliana brunneri* e *Zeuneriana marmorata*, endemiche delle aree costiere italiane tra la Venezia Giulia, la Laguna veneta e i lidi ferraresi, in grave pericolo di estinzione in quanto strettamente associate alla vegetazione erbacea di questi particolari habitat salmastri sabbiosi.

Ensiferi endemici sono invece *Ephippiger appulus appulus*, presente negli ambienti dunali di svariate località della Puglia, *Pterolepis elymica*, esclusiva della costa occidentale della Sicilia, da Trapani a Mazara del Vallo, ove vive in ambienti salmastri costieri (salicornieti) e negli ammofileti, sostituita in Sardegna da *P. pedata*, associata essenzialmente ai salicornieti, e presente anche in Tunisia e a Lampedusa.

○ **Eterotteri.** Gli eterotteri sono piuttosto frequenti lungo le dune italiane, con specie sia predatrici sia fitofaghe più o meno specializzate. Tra le specie più caratteristiche ricordiamo il nabide *Nabis reuterianus*, specie mediterranea occidentale, frequente soprattutto

to lungo le aree costiere tirreniche, predatrice, che caccia quasi esclusivamente sulla leguminosa di duna *Ononis natrix*, alla cui base è pure spesso attivo un altro eterottero predatore, il ligeide *Geocoris pallidipennis*, elemento mediterraneo-asiatico, specializzato a vivere su substrati sabbiosi e che può trovarsi anche in quota risalendo le rive sabbiose dei fiumi. Tale leguminosa rappresenta invece il cibo del miride fitofago *Phytocoris miridioides*, mentre il ligeide *Macropternella bicolor* è un caratteristico consumatore di semi di asteraceae di duna.

Altri elementi caratteristici, legati alla vegetazione dunale, sono i ligeidi *Geocoris lineola* e *G. megacephalus*, mediterranei, presenti in tutta Italia, psammofili xerotermici, fitofagi radicicoli, il cidnide *Byrsinus albipennis*, tipico scavatore tra la sabbia alla base di *Ammophila* e *Matthiola*, il miride *Trigonotylus caelestialium*, olartico, associato alle graminacee degli ambienti dunali, e il pentatomide *Menaccarus dohrnianus*. Tra le specie più rare e localizzate vanno invece ricordati sia il pentatomide *Holcogaster exilis*, a distribuzione sud-mediterranea, legato a *Juniperus*, e presente in Italia esclusivamente sulle dune dell'Isola di Pantelleria; sia i miridi *Campylomma vendicarina*, legato a *Juniperus oxycedrus*, noto esclusivamente di poche località della costa sud-orientale della Sicilia e della Tunisia settentrionale con dune ben conservate, e *Nasocoris psyche*, strettamente associato alle rare e localizzate efedracee dunicole del genere *Ephedra*, endemico della Sardegna occidentale.

○ **Neurotteri.** Quest'ordine di insetti include svariate specie psammofile, le cui larve scavano caratteristiche trappole ad imbuto, sul cui fondo restano in agguato, pronte a catturare, con le loro ampie mandibole a forcipe, i piccoli artropodi scivolati lungo le pareti della trappola.

Tra le specie più comuni, frequenti lungo gran parte delle coste italiane, ricordiamo *Acanthaclisis baetica*, specie turanico-mediterranea, tipica degli ammoreti, ma che può spingersi fino alla spiaggia umida e alla linea di battigia, almeno in alcune rive sabbiose a granulometria fine e caratterizzate da scarso disturbo antropico, con popolazioni sparse un po' in tutta Italia, e *Myrmeleon inconspicuus*, elemento turanico-europeo-mediterraneo, tipico degli habitat dunali, retrodunali, e paleodunali con vegetazione psammofila, presente lungo i litorali peninsulari, e a cui risulta spesso associato, lungo le coste meridionali e insulari, *Myrmeleon hyalinus*, a distribuzione mediterranea. Più rara, con popolazioni sparse nella penisola e nelle isole maggiori, è invece *Acanthaclisis occitanica*, specie turanico-europeo-mediterranea normalmente associata all'ambiente retrodunale. In questo ambiente, così come a livello delle paleodune più interne, si possono occasionalmente rinvenire varie specie del genere *Creoleon*, la cui sistematica è tuttavia ancora incerta per la presenza di specie gemelle di difficile separazione ma di notevole interesse biogeografico e conservazionistico, con areali peripatrici parzialmente sovrapposti: *Creoleon plumbeus* occupa, infatti, le coste peninsulari adriatiche, *C. lugdunensis* quelle sarde, siciliane e peninsulari tirreniche, ioniche e adriatico-meridionali (con parziale sovrapposizione con la specie precedente in Puglia), *C. plumbeus-lugdunensis* complex quelle calabre, *C. aegyptiacus* quelle di Linosa e Lampedusa, *C. prope aegyptiacus* quelle siciliane (sovrapponendosi a *C. lugdunensis*), *C. corsicus* quelle di Sardegna e Capraia (sovrapponendosi a *C. lugdunensis*), e *C. griseus* quelle di Lampedusa.

Tra le specie psammofile, le cui larve non scavano trappole ad imbuto, ma cacciano alla posta, restando interrate con quasi tutto il corpo e lasciando emergere solo le mandibole, pronte a serrarsi come tagliole appena una preda ne sfiora le setole interne, ricordiamo

Neuroleon arenarius, elemento mediterraneo, presente nelle regioni centro-meridionali, e i rappresentanti del genere *Megistopus*. Gli ambienti dunali sono poi frequentati da numerose specie più strettamente legate alla macchia mediterranea, come *Chrysoperla carnea* complex, l'ascalafide *Libelloides italicus*, endemico dell'Italia peninsulare, e *Palpares libelluloides*, specie turanico-mediterranea, ampiamente distribuita in Italia peninsulare e Sicilia, e che rappresenta il più grande neurottero italiano.

○ **Lepidotteri.** La maggior parte delle specie di farfalle che si possono trovare sulle dune sono elementi più tipicamente legati alla vegetazione della macchia, che si spingono più meno frequentemente in ambiente dunale.

Le due specie di farfalle diurne più caratteristiche (sebbene non esclusive) di dune costiere in buono stato di conservazione, sono gli esperidi *Gegenes nostradamus* (centroasiatico-mediterranea, distribuita in Italia peninsulare e Sicilia) e *G. pumilio* (mediterranea, presente anche in Sardegna), associate a varie graminacee xerofile e con distribuzione frammentaria lungo le coste del Mediterraneo. Tra le farfalle diurne più frequenti nei sistemi dunali sabbiosi dell'Italia peninsulare e della Sicilia ricordiamo alcune specie, moderatamente xerofile, relativamente euriecie, e a più o meno a vasta distribuzione mediterranea, come *Pieris edusa* (spesso citata come *P. daplidice*), *P. rapae*, *Colias crocea*, *Melitaea phoebe* e *M. didyma*, *Pyronia cecilia* e *Coenonympha pamphilus*. Infine, il grande ninfa-lide *Charaxes jasius*, specie ad ampia distribuzione afrotropicale-mediterranea, tipica della macchia, con larve associate al corbezzolo (ma che in tempi recenti si sono adattate a svilupparsi anche su rutacee estesamente coltivate del genere *Citrus*), può essere frequentemente osservato in volo lungo le dune dei litorali occidentali della Penisola, soprattutto all'inizio e alla fine dell'estate.

Tra gli eteroceri, la famiglia degli zigenidi include lepidotteri a volo diurno, protetti da glucosidi cianogenici di varia tossicità e per lo più caratterizzati da vistose colorazioni aposematiche. Si tratta di farfalle eliofile e xerofile, per lo più di aree interne, sebbene varie specie termofile ad ampia valenza ecologica possano poi raggiungere i fiori della vegetazione dunale, soprattutto in aree sabbiose a ridosso di pendii litoranei scoscesi e garighe costiere. Tuttavia, *Zygaena orana*, w-mediterranea (Marocco, Algeria, Tunisia, Sardegna), attiva dai primi di aprile alla seconda metà di maggio, presente in Italia in poche località costiere della Sardegna occidentale, è invece piuttosto caratteristica, almeno nell'isola, dei sistemi dunali sabbiosi e delle contigue garighe costiere, dove i bruchi si sviluppano probabilmente su *Lotus cytisoides*.

Sebbene poco rappresentata negli ambienti di duna, la vasta famiglia dei nottuidi include una specie esclusiva di questi ambienti, di cui costituisce forse uno dei lepidotteri più caratteristici in assoluto, la sempre più localizzata *Brithys crini*. Si tratta di una specie a vasta distribuzione nel Mediterraneo, in Africa e Asia meridionale, spesso citata come *Brithys pancratii*, a sua volta considerata in passato distinta sia da *B. crini* che da *B. encausta* (una presunta ulteriore "forma" distribuita in Algeria, a Malta, in Sicilia, Puglia e Grecia). Nel Mediterraneo le sue larve sono strettamente associate alle foglie del giglio di mare (*Pancratium maritimum*), dove si trovano spesso in gruppi numerosi. Questi grossi bruchi, dalla vistosa colorazione aposematica, sono evitati da tutti i vertebrati, ma sono predati piuttosto regolarmente dal grosso carabide *Scarites buparius* e occasionalmente consumati dai tenebrionidi *Erodium siculus* e *Pimelia bipunctata*. Gli adulti, poco vistosi, volatori notturni nei mesi estivi, evidentemente privi di protezione chimica, vengono predati anche da lucertole, uccelli e pipistrelli.

○ **Coleotteri.** I Coleotteri includono un gran numero di specie viventi nei sistemi dunali ed appartenenti a numerose famiglie. Mentre alcuni gruppi, tipicamente legati al suolo umido (come gli Stafilinidi) o alla vegetazione forestale (come i Buprestidi, i Cerambicidi o gli Scolitidi), e frequenti in zone più interne, sono raramente presenti negli ambienti dunali, altre famiglie o superfamiglie annoverano parecchi elementi più o meno fortemente specializzati per la vita sulle dune.

► **Carabidi.** I Carabidi sono coleotteri tipicamente predatori ed associati alla lettiera. Le specie proprie delle dune sono dunque poche, ma di particolare interesse ecologico e conservazionistico, in quanto rappresentate da elementi altamente specializzati e in forte rarefazione. Tra le specie esclusive delle dune, con distribuzione ridotta, vanno segnalate: *Amara (Xanthamara) chlorotica*, specie nordafricana, localizzata, in Italia, sulle dune del Sinis (Sardegna occidentale); *Masoreus aegyptiacus*, elemento W-mediterraneo, deserticolo e xerofilo, presente in Sicilia, a Linosa e, nell'Italia peninsulare, solo sulle dune costiere della fascia mediotirrenica (Circeo); *Cryptophonus fulvus*, specie mediterranea, nota in Italia solo in qualche stazione isolata in Sardegna e Sicilia; *C. litigiosus*, specie anch'essa mediterranea, nota per l'Italia in poche stazioni tirreniche ed adriatiche; *Calathus (Neocalathus) mollis*, elemento paleartico occidentale, presente in Italia con certezza in pochissime stazioni di Sardegna e Sicilia, spesso in simpatria con l'affine, ma molto più euriecio, *Calathus cinctus*, con cui è stato ripetutamente confuso. Più ampiamente diffusi sono invece *Cryptophonus melancholicus*, specie europeo-mediterranea, presente lungo le coste sabbiose dell'Italia peninsulare ed insulare, e *Scarites (Scalophorites) buparius* un grosso predatore notturno di invertebrati sabulicoli (crostacei talitridi, coleotteri tenebrionidi dei generi *Pimelia* e *Tentyria*, larve di lepidotteri nottuidi, molluschi terrestri), a distribuzione mediterraneo-occidentale, presente in Italia in tutta l'area tirrenica, sulle coste ioniche e sul Gargano, sebbene in contrazione. A questo contingente di specie vanno aggiunte almeno due specie di cicindeline, *Lophyridia littoralis* e *Lophyra flexuosa*, le cui larve, predatrici di piccoli invertebrati sabulicoli, cacciano all'agguato all'interno di tunnel verticali scavati nella sabbia umida, mentre gli adulti si caratterizzano per i loro brevi e repentini voli a pochi centimetri dal suolo. La particolare biologia di questi insetti, soprattutto durante lo sviluppo larvale, li rende particolarmente sensibili al calpestio da parte dei bagnanti e al passaggio dei mezzi utilizzati per la "pulizia" delle spiagge.

Lophyridia littoralis è una specie paleartica tipicamente associata alle spiagge, ma che può colonizzare anche le dune e il retroduna in ambienti ben conservati, ancora presente lungo molte spiagge italiane, ma comunque in rarefazione. *Lophyra flexuosa*, elemento atlanto-mediterraneo, proprio degli ambienti sabbiosi della duna e del retroduna, talvolta rinvenibile anche su paleodune dell'interno (ad esempio a Is Pabillonis in Sardegna), era un tempo frequente lungo quasi tutte le aree costiere sabbiose d'Italia, mentre oggi è presente con certezza solo in Sardegna e in Sicilia. Sulla duna cespugliosa sono infine rinvenibili numerose altre specie, non esclusive di questo ambiente, appartenenti ai generi *Olisthopus*, *Bradycellus*, *Lebia*, *Demetrias*, *Syntomus*, *Microlestes*, *Paradromius*, *Philorhizus* e *Metadromius*.

► **Elateridi.** Le uniche specie frequenti sulle dune litoranee sono *Isidus moreli* (specie turanico-mediterranea, con distribuzione frammentata lungo gran parte delle coste peninsulari e in Sardegna, le cui larve si sviluppano tra gli apparati radicali di graminacee della duna, e i cui adulti frequentano i detriti vegetali spiaggiati della fascia eu-

litorale) e *Cardiophorus exaratus* (specie a distribuzione w-mediterranea, associata alla base delle graminacee dunali e presente in buona parte dell'Italia centro-meridionale, isole maggiori comprese).

► **Nitiduloidei.** A questo gruppo di insetti appartengono coleotteri fitofagi, con adulti floricoli. Accanto a specie più o meno euriecee, distribuite in tutta Italia, sia in zone costiere che interne - come *Meligethes aeneus*, olartico, abbondante sui fiori di *Cakile maritima*, *M. nigrescens* (paleartico), associato a favacee (in particolare *Trifolium*), *M. carinulatus* (w-paleartico) e *M. erichsoni* (s-europeo), entrambi associati a leguminose del genere *Lotus* - vanno segnalati elementi specializzati, come *M. matthiolae*, endemico italiano, noto in sparse località dell'Italia centro-meridionale, associato a fiori di crucifere del genere *Matthiola*, pressoché esclusivo di dune e faraglioni di buona qualità ambientale; *Meligethes varicollis* (w-mediterraneo, legato a *Lotus* spp.) e *M. opacus* (w-mediterraneo, legato a *Ononis* spp.), entrambi presenti in Italia solo in alcune stazioni della Sardegna occidentale.

Tra le specie invece tipiche della macchia bassa e delle garighe, ma che possono colonizzare le dune consolidate e il retroduna, si possono citare *Meligethes fuscus* (w-mediterraneo, distribuito in gran parte d'Italia e legato a *Cistus* spp.), *M. genieri* (w-mediterraneo, legato a *Rosmarinus officinalis*, distribuito lungo le coste toscane e sarde, isole minori incluse, e con popolazioni isolate in Liguria, Sicilia e Pantelleria), *M. nigritus* (w-mediterraneo, presente lungo le coste tirreniche, legato a *Lavandula stoechas*), *M. lindbergi* (mediterraneo, distribuito in gran parte d'Italia, legato a *Teucrium flavum*), *Meligethinus pallidulus* (w-mediterraneo, distribuito in gran parte d'Italia, legato alle spate maschili della palma nana, *Chamaerops humilis* (Arecaceae), tipico degli ambienti rupestri, ma che può trovarsi occasionalmente anche sulle dune, come in Sicilia meridionale). Le dune sono infine frequentate da varie specie predatrici, appartenenti al genere *Cybocephalus*, che attaccano omotteri diaspididi e che sono legate alle essenze arbustive della macchia bassa, in particolare tamerici.

► **Falacridi.** Una delle poche specie presenti sulle dune è *Olibrus affinis*, specie europeo-mediterranea associata a varie piccole asteracee xerofile dei generi *Tragopogon* e *Hypochoeris*.

► **Edemeridi.** Oltre a specie piuttosto euriecee, come *Nacerda melanura* (specie mediterranea, con ampie estensioni atlantiche, introdotta tramite legname in varie regioni europee, nordamericane, africane ed australiane, talassofila, legata a formazioni mediterranee, con larve prevalentemente legate a *Pinus*), *Oedemera flavipes* (europeo-mediterranea, polifaga ed euriecia, ma prevalentemente legata a formazioni aperte e di macchia) ed *O. barbara* (mediterranea, per lo più talassofila, eurifaga allo stato adulto e con alcune popolazioni apparentemente solo partenogenetiche), i cui adulti si possono trovare su infiorescenze di varie piante delle dune (in particolare asteracee), questa famiglia include un elemento strettamente legato alla vegetazione delle dune, *Stenostoma rostratum*. Questa specie, a distribuzione mediterranea con estensioni lungo le coste atlantiche, alofila, con larve probabilmente legate al legno spiaggiato, è esclusiva del versante delle dune esposto a mare, ed associata alle ombrellifere *Eryngium maritimum*, *Echinophora spinosa* e *Anthemis maritima*, e tende a rarefarsi nelle aree disturbate, risultando così un'ottima indicatrice della qualità ambientale delle dune mobili.

► **Meloidi.** *Zonitis bellieri*, presente soprattutto su asteracee liguliflore e distribuita in Nord Africa, Anatolia occidentale e lungo le coste della Sicilia, è l'unica specie carat-

teristica dei sistemi dunali e retrodunali, occasionalmente presente in gariga e macchia.

► **Tenebrionidi.** A questa famiglia appartiene il contingente di artropodi forse più caratteristico dei sistemi dunali, con numerosi elementi psammofili altamente specializzati (si veda a tale proposito il Box 6.1 per un approfondimento). Alcune specie, come quelle dei generi *Phaleria* (come *P. acuminata*, *P. provincialis*, *P. bimaculata*, a distribuzione piuttosto ampia, *P. reveilleirei*, distribuita in modo frammentato lungo le coste tirreniche, *P. insulina*, sardo-corsa), *Xanthomus* (*X. pallidus* e *X. pellucidus*) e *Halammobia pellucida*, presentano caratteristici spostamenti circadiani dalla battigia (dove si alimentano di detrito spiaggiato) alla duna (dove trovano ricovero alla base della vegetazione durante la fase di riposo e dove gli adulti svernano). Viceversa, specie dei generi *Tentyria* (come *T. grossa*, ad ampia distribuzione nel mediterraneo occidentale, e *T. ligurica*, endemita sardo-corso, con popolazioni differenziate in sottospecie), *Pachychila* (come *P. frioli*, *P. germari*, *P. servillei*, e *P. crassicollis cossyrensis*, presente in Italia solo a Pantelleria), *Erodius* (come *E. siculus*, distribuito in Italia centromeridionale e Sicilia, ed *E. audouinii*, presente in Italia a Lampedusa, con la ssp. *destefanii*, e in Sardegna, con la ssp. *peyroleri*), e *Pimelia* (come *P. bipunctata*, tipica delle dune, e *P. rugulosa*, presente anche in località interne) sono più propriamente legate agli ambienti dunali, penetrando occasionalmente in ambienti retrodunali e di gariga, mentre *Leichenium pictum* e *L. pulchellum* risalgono spesso le rive dei fiumi. *Melanimon tibiale* e *Opatrum sabulosum* sono specie oggi poco frequenti, legate ad ambienti aridi con suoli sabbiosi in generale. *Stenosis intermedia*, *Trachyscelis aphodiodes*, *Pseudoseriscius olivieri sardiniensis* (sottospecie endemica delle dune della Sardegna occidentale e meridionale, di specie diffusa in Tunisia e Algeria), *P. normandi pacificii* (sottospecie endemica delle dune laziali di specie della Tunisia nord-orientale) e *P. helvolus* (specie distribuita con diverse razze in Sicilia e Calabria, litorale ionico-adriatico italiano e albanese, e in Sardegna), *Phthora crenata* (specie più propriamente lutoalobia), *Gonocephalum setulosum*, *G. obscurum*, *Gunarus parvulus*, *Nalassus aemulus* sono specie strettamente dunali. Numerosissime sono le specie di ambiente arido, ad ampia valenza ecologica, che si possono osservare nelle dune, ma che raggiungono anche quote più o meno elevate, come *Pachychila dejeani*, *Stenosis angusticollis* (specie a geonemia tirrenica fortemente frammentata), *Tentyria ramburi*, endemita sardo-corso con popolazioni frazionate in diverse sottospecie, *Allophylax picipes*, w-mediterraneo, alcune specie di *Gonocephalum*, *Crypticus gibbulus*, mediterraneo con estensione alle coste atlantiche del Marocco, *Dendarus carinatus*, endemita sardo-corso, *Opatroides punctulatus*, ad ampia distribuzione nel Mediterraneo e in Africa orientale, o *Catomus rotundicollis*, w-mediterraneo e il più raro *C. consentaneus*, a distribuzione mediterranea frammentata. Tra le specie delle dune appartenenti a questa famiglia vanno poi ricordati alcuni endemiti, quali *Psammoardoinellus sardinensis*, specie psammofila delle dune sabbiose della Sardegna centro-occidentale, *Stenohelops carlofortinus*, della Sardegna meridionale, *Xanthomus grimmi*, dell'Italia meridionale e della Sicilia. In realtà, trattandosi di insetti con limitate capacità dispersive a causa della diffusa perdita di ali funzionali, molti dei tenebrionidi sopraccitati sono presenti in Italia con una o più sottospecie endemiche. Di notevole interesse biogeografico è poi la presenza di specie ad areale relitto, come la vistosa *Pimelia grossa*, a gravitazione maghrebina, e presente in Italia lungo alcuni litorali sabbiosi di Sicilia e Sardegna, *Gonocephalum lefranci*, specie anch'essa a distribuzione sardo-siculo-maghrebina, presente solitamente con piccole popolazioni, o *Sinorus colliardi*, en-

demismo sardo-corso, associato alle radici di piante psammofile, *Dichillus socius*, endemita siculo noto di pochissimi esemplari, *Sepidium siculum*, specie ristretta alla Sicilia e all'isola di Pantelleria, associato a suoli sabbiosi compatti in aree costiere.

► **Scarabeoidei.** Gli Scarabeoidei sono una vasta superfamiglia, la cui suddivisione in famiglie e sottofamiglie è ancora ampiamente dibattuta. Tra gli afodine vanno anzitutto citate alcune specie psammofile e talassofile, detritivore e radicevora, associate alla base degli steli della vegetazione pioniera, per lo più ampiamente distribuite nel Mediterraneo, e spesso rappresentate da abbondanti popolazioni, come *Brindalus porcollis*, *Psammodyus basalis* e *P. laevipennis*, *Rhyssalus plicatus* e *R. sulcatus*. *Psammodyus nocturnus* è invece una specie est-mediterranea, microterza e microftalma, depigmentata, dunicola stretta, che colonizza le dune di migliore qualità ambientale lungo tutte le coste sabbiose dell'Adriatico, dal Friuli alla Puglia, e che raggiunge anche alcune località della Sicilia meridionale presso Gela. A differenza delle altre specie sopraccitate, *P. nocturnus* vive infossato piuttosto in profondità e rappresenta uno degli afodine più specializzati degli ambienti dunali sabbiosi. Altra specie psammofila di notevole interesse conservazionistico è l'endemico *Heptaulacus rasettii*, coprofago, noto di due sole stazioni toscane con dune fossili subcostiere (Tombolo di Pisa e San Rossore) e pertanto in serio pericolo di estinzione. Oltre a queste specie psammofile, le dune ospitano alcuni altri afodine del genere *Aphodius*, non psammofili, coprofagi, e che si trovano in questo ambiente in forma occasionale.

Nell'ambito degli scarabeine, le specie certamente più vistose e caratteristiche dei nostri litorali sono quelle del genere *Scarabaeus*, come *S. semipunctatus* e *S. sacer*, entrambi associati agli escrementi di mammiferi di dimensioni relativamente grandi e da cui ricavano le caratteristiche pallottole di sterco che vengono fatte rotolare e poi interrate per servire come cibo per le larve. Mentre *S. semipunctatus*, a distribuzione w-mediterranea, dunicolo stretto, è ancora piuttosto frequente lungo i litorali dell'Italia peninsulare e delle isole maggiori, *S. sacer*, specie mediterraneo-sindica di maggiori dimensioni, strettamente associato agli ampi versanti retrodunali sabbiosi e sabbioso-argillosi con bestiame al pascolo, un tempo diffuso lungo le coste peninsulari tirreniche dalla Toscana alla Calabria, in Basilicata e in Puglia, oltre che in Sicilia e Sardegna, è divenuto estremamente sporadico in Italia, risultando scomparso a partire dal 1970/1980 da gran parte delle stazioni di cui era noto, ed attualmente circoscritto a poche località costiere delle regioni meridionali e delle grandi isole.

I geotrupidi includono almeno due specie psammofile di rilevante interesse conservazionistico: *Thorectes marginatus*, vistosa specie coprofaga a distribuzione siculo-maghrebina, primaverile precoce, con diapausa estiva e ripresa autunnale, associata agli escrementi di coniglio selvatico e degli ovis, un tempo frequente lungo le dune litoranee della Sicilia e oggi in forte rarefazione, risultando ristretto a poche aree sabbiose della costa meridionale e *Ceratophyus rossii*, endemita tirrenico in pericolo di estinzione, associato ad escrementi equini, sotto cui scava profonde gallerie verticali pedotrofiche, accertato di poche località con pinete sublitoranee e dune fossili tra il Tombolo di Pisa e Burano.

Tra i melolontine legati ad ambienti dunali sabbiosi, la specie più vistosa è certamente *Polyphylla ragusai*, un raro endemita siciliano, presente con due sottospecie distinte lungo le coste settentrionali e sud-occidentali (ssp. *ragusai*, oggi in realtà scomparsa dalle coste settentrionali e ristretta ad alcune spiagge ben conservate della provincia di Agrigento e a Marsala, Mazara del Vallo e Castelvetro) e quelle sud-orienta-

li e orientali (ssp. *aliquoi*, ancora presente con popolazioni abbastanza numerose nella parte più orientale della provincia di Caltanissetta, nella provincia di Ragusa e in quella di Siracusa), in ambienti di duna e retroduna. I maschi adulti, attivi in estate, compiono lunghi voli crepuscolari alla ricerca delle femmine, che si mantengono invece riparate alla base della vegetazione dunale. La specie, con larve radicevora, è in forte contrazione a causa della distruzione degli ambienti costieri. Altri due endemiti italiani sono *Haplidia massai*, endemita siciliano noto di una singola località retrodunale presso la foce del fiume Simeto, a fenologia primaverile ed attività crepuscolare, e *Paratriodonta romana*, endemita peninsulare, noto dei sistemi dunali e di ambienti retrodunali e di macchia litoranei e sublitoranei del Lazio (da Santa Marinella al Circeo), dove frequenta, spesso con dense popolazioni, i grandi fiori dei cisti nei mesi primaverili-estivi. *Paratriodonta cincipennis* è invece una specie a distribuzione siculo-maghrebina, con ecologia simile, ma attiva esclusivamente in primavera e che è in rarefazione in Sicilia. Rimarchevoli ancora sono due specie di *Anoxia*, con eco-etologia simile a quella di *Polyphylla ragusai* e *Anoxia orientalis*, specie primaverile-estiva, attiva al crepuscolo, a distribuzione mediterranea orientale, presente in Italia solo in aree costiere della Sicilia (dove fino a non molti anni fa era ben diffusa in tutte le coste sabbiose, ma attualmente limitata ad alcune spiagge delle coste meridionali ed orientali) e della Calabria, e *A. scutellaris*, più ampiamente distribuita in Italia peninsulare e Sardegna (ssp. *scutellaris*) e con due sottospecie endemiche in Sicilia (ssp. *sicula*, in Sicilia settentrionale e ssp. *argentea*, in Sicilia meridionale).

Tra i ruteline, specie caratteristiche delle dune sono *Anomala devota*, *Hoplia attilioi*, e *Hoplia pubicollis*. *Anomala devota* è una specie w-mediterranea tipica della macchia bassa, ma che in tarda primavera-estate si spinge frequentemente in volo sui cisti e le ammfiole delle dune, ancora piuttosto frequente lungo le aree costiere tirreniche. Al contrario, *Hoplia attilioi* è un raro endemita siciliano, noto di un'unica località sabbiosa costiera presso Mazara del Vallo, dove vola tra la vegetazione delle dune e dei retroduna nelle ore più calde di maggio, ritornando nel suolo, alla base delle radici nel pomeriggio durante la notte. *Hoplia pubicollis*, infine, è una specie endemica sardo-corsa, a fenologia primaverile.

Tra i dinastine vanno ricordate le due specie del genere *Calicnemis* presenti in Italia, *C. latreillei*, una rara specie w-mediterranea nota in Italia di poche località dalla Toscana al Golfo di Taranto, oltre che di Calabria e Sicilia, e *C. sardiniensis*, endemica della Sardegna, di cui è nota di poche località costiere sud-occidentali. Si tratta in entrambi i casi di specie con entrambi i sessi volatori, attivi al crepuscolo tra marzo e la prima metà di aprile, sulle spiagge e le dune litoranee, soprattutto tra le *Ammophila* e gli *Eryngium*. Le larve, invece, si sviluppano sotto i detriti lignei spiaggiati infossati nella sabbia, risultando quindi particolarmente minacciate dalle operazioni di pulizia dei litorali. Un altro dinastine specializzato per la vita sulle dune è *Phyllognathus excavatus*, distribuito un po' in tutta Italia (isole comprese). I pachipodine sono presenti in Italia anch'essi con due sole specie, caratteristiche degli ambienti litoranei e sublitoranei, frequenti anche tra la vegetazione dunale: *Pachypus candidae*, endemica dell'Italia centro-meridionale (soprattutto tirrenica) e della Corsica, e *P. caesus*, endemica della Sicilia. Mentre i maschi di queste specie sono abili volatori estivi, le femmine sono attere e vivono in tunnel scavati nella sabbia compattata o nel terreno secco alla base della vegetazione costiera.

► **Crisomelidi.** Questa famiglia di coleotteri comprende numerose specie presenti, più o meno regolarmente, sulle dune, ma gli elementi stenoeci di questi ambienti so-

no rappresentati da poche specie. Tra queste vanno segnalate alcune specie di alticine (una sottofamiglia caratterizzata da femori posteriori ingrossati ed adatti al salto), quali *Psylliodes marcidus*, specie a distribuzione mediterranea, strettamente legata agli ambienti delle dune sabbiose ed associata principalmente alla crucifera *Cakile maritima*, attiva tra marzo e settembre, le w-mediterranee *Psylliodes maroccanus* (presente in Italia solo in Sardegna) e *P. pallidipennis* (presente con popolazioni sparse in Toscana, Calabria, Sardegna e Pantelleria), con analoga fenologia, legate a varie crucifere alofile del sopralitorale e delle prime dune, e *Psylliodes puncticollis*, a distribuzione mediterranea, legata agli ambienti litoranei sabbiosi di buona parte dell'Italia peninsulare, ed associata soprattutto ad enagracee, apocinacee e graminacee. Tra le specie di altre sottofamiglie tipiche della macchia mediterranea ma che frequentano anche la macchia bassa retrodunale, si possono invece ricordare varie specie della sottofamiglia dei criptocefaline e, soprattutto, *Chrysolina americana* (che, contrariamente a quanto suggerisce il nome, è nativa del Mediterraneo), una specie associata agli steli del rosmarino, della lavanda, e di altre lamiacee frequenti negli ambienti litoranei.

► **Curculionioidei.** Numerose sono le specie di questa vasta superfamiglia associate agli ambienti di duna. Tra le specie delle dune embrionali e degli ammoreti, vanno anzitutto citati due rari ceutorinchini fillofagi, legati alle crucifere del genere *Matthiola*, *Ceutorhynchus matthiolae*, noto di pochissime località tra la Francia meridionale e le coste joniche di Calabria e Basilicata, e *C. pantellarianus*, presente lungo le spiagge sabbiose dell'Italia centro-meridionale e della Grecia.

Altre specie caratteristiche delle dune embrionali sono: *Baris picturata opiparis*, le cui larve fillofaghe si sviluppano su crucifere, perlopiù su *Cakile*, distribuito in Italia meridionale, isole maggiori comprese; due specie del genere *Sitona*, entrambe associate a piccole leguminose psammofile, *S. variegatus*, w-mediterranea, distribuita lungo le coste tirreniche, oltre che in alcuni settori di Sardegna e Sicilia, e *S. cachectus*, presente in Sardegna; *Acalles dromedarius*, w-mediterraneo, presente in tutta Italia, strettamente dunale, associato ad *Anthemis maritima*, *Tychius capucinus*, associato a piccole leguminose del genere *Lotus*, presente soprattutto nelle regioni meridionali tirreniche; *Philopodon plagiatum* e *Cycloderes canescens*, psammofili più o meno ampiamente diffusi nel Mediterraneo lungo le coste sabbiose; *Tanymecus submaculatus*, dell'Italia meridionale e Sicilia, e *T. fausti*, di Sicilia, entrambi dunicoli stretti rinvenibili alla base di cespugli; *Leptolepurus meridionalis*, specie w-mediterranea, presente sulle dune tirreniche centro-meridionali alla fine dell'inverno perlopiù alla base dei ciuffi di *Ammophila*; *Mesites pallidipennis*, specie mediterranea ad ampia distribuzione in Italia (isole comprese), termofila saproxylofaga su latifoglie. Sulle dune consolidate e nelle aree sabbiose xeriche alle foci dei fiumi, è invece frequente *Otiorhynchus juvenicus*, specie centro-europea, ad attività prevalentemente notturna, legata alle foglie di *Anthemis*, presente in Italia lungo le coste peninsulari tirreniche centro-settentrionali e in Sardegna. Lungo le coste adriatiche questa specie è sostituita da *O. ferrarii*, a distribuzione est-mediterranea, anch'essa notturna, rinvenibile soprattutto alla base delle tamerici. Tra le altre specie associate alle tamerici si possono citare *Coniatus tamarisci* (ampiamente distribuito in Italia), alcune *Corimalia*, il rinchitide *Auletobius maculipennis* (mediterraneo, presente in Italia in Calabria, Sicilia e Sardegna) e l'apionide *Onychapion tamaricis* (Sardegna e Sicilia).

Tra le specie di maggior interesse conservazionistico vanno invece ricordati i ceutorinchini oxionini, legati alle gimnosperme efedracee, tipiche degli ambienti xerici ed

eremici sia sabbiosi che rocciosi rupestri di buona qualità ambientale. In particolare, va segnalato *Phoeniconyx gobbii*, legato agli steli della rara *Ephedra distachya* e noto esclusivamente delle dune alla foce del fiume Sinni (Policoro), in Basilicata.

○ **Ditteri.** Nell'ambito di questo vasto ordine, vanno ricordate due specie caratteristiche degli ambienti dunali, entrambe appartenenti alla famiglia degli Sciomizidi, un gruppo di ditteri per lo più parassitoidi o predatori larvali di molluschi polmonati terrestri e d'acqua dolce: *Salticella fasciata*, paleartica, con distribuzione fortemente frammentaria in Italia peninsulare, caratteristica degli ammoreti, benché presente occasionalmente anche in ambienti aridi e sabbiosi dell'interno, parassitoide della comunissima chiocciola *Theba pisana*, specie guida degli ambienti dunali, ed *Euthycera zelleri*, presente in Italia peninsulare e in Sicilia, frequente tra la vegetazione psammofila e xerofila litoranea, soprattutto alle foci dei fiumi, parassitoide di svariati molluschi polmonati terrestri.

○ **Imenotteri.** La maggior parte degli imenotteri che frequentano i fiori delle specie psammofile dunali, soprattutto nei mesi primaverili-estivi, sono specie euriecie. Le specie caratteristiche delle dune sono un contingente piuttosto ridotto, ma che include un certo numero di elementi strettamente psammofili. La famiglia degli sfecidi, in particolare, è rappresentata da imenotteri solitari, che, dopo aver afferrato in volo le prede, le trasportano in nidi scavati nella sabbia lungo le dune costiere (come nel caso del genere *Tachytes*) o anche nelle aree di spiaggia dell'eulitorale o del sopralitorale che non sono raggiunte dall'acqua durante l'alta marea, come parecchi *Bembix*, *Bembecinus*, *Stizus*, *Philanthus* etc. Le femmine dei *Bembix* riforniscono costantemente di nuove prede paralizzanti ma vive, in genere mosche, la larva che si sta sviluppando nella cella pedotrofica scavata nella sabbia, mentre quelle di *Philanthus venustus* (ampiamente distribuito in Italia, incluse le isole maggiori) predano soprattutto apoidei della famiglia degli alicidi, precisamente del genere *Lasioglossum*. I *Bembecinus*, pur essendo insetti solitari, nidificano in paraoichia, radunati cioè in grandi colonie formate da decine o anche centinaia di nidi ravvicinati. Le loro prede sono rappresentate solitamente da sfecidi di dimensioni simili alle loro, tra cui talvolta anche il rarissimo *Palarus variegatus*, presente in Italia peninsulare. Infine, sempre tra gli sfecidi, va ricordato il genere *Cerceris*, frequentatore di fiori di *Allium*.

Un altro gruppo di imenotteri che include specie caratteristiche delle spiagge emerse sono i mutillidi, quali *Trogaspidia catanensis* (turanico-mediterraneo, presente con popolazioni isolate in Italia meridionale e Sicilia) e *Nemka viduata* (spesso citata come *Smicromyrne viduata*, distribuita in gran parte d'Italia, isole comprese). Mentre il maschio di quest'ultima specie, alato, frequenta i fiori dunali, la femmina, atterra e con la particolare colorazione aposematica a fasce alternate nere, rosse e bianco argenteo che caratterizza gran parte dei mutillidi, cammina lentamente sulla sabbia alla ricerca di nidi di *Bembecinus*, al cui interno si introduce scavando con le zampe anteriori munite di un robusto pettine per parassitarne larve o pupe. Nonostante i mutillidi siano popolarmente molto temuti in alcune regioni d'Italia (come in Sardegna, dove sono noti col nome volgare di "valgia"), la loro puntura non è particolarmente dolorosa e, poiché non hanno comportamento aggressivo, il rischio per le persone è minimo. Accanto alle comunità naturali delle dune va infine segnalata la presenza, nelle spiagge frequentate dai turisti, di numerosi imenotteri (apidi, sfecidi, vespidi e crisidi, e i loro parassitoidi, icneumonidi, braconidi, calcidoidei ed altri) che nidificano all'interno delle canne utilizzate come elementi frangivento o per la realizzazione tettoie, introducendosi nei fori terminali lasciati scoperti.

• **Anfibi.** Non vi sono anfibi caratteristici degli ambienti di duna in Italia. Tuttavia, il rospo smeraldino, *Bufo viridis*, capace di riprodursi anche nei piccoli stagni costieri con acque dolci o moderatamente salmastre, nonché nelle piccole raccolte d'acqua dolce interdunali, si rinviene con una certa frequenza sulle dune, nei retroduna e talvolta financo a ridosso della battigia, dove, soprattutto nelle giornate più umide e fresche e nelle ore notturne, caccia piccoli artropodi ad attività notturna o crepuscolare.

Alcune raganelle (*Hyla* spp.) sono state occasionalmente rinvenute in ambienti dunali della Sardegna e dell'Italia centro-meridionale durante le ore notturne o in giornate piovose.

• **Rettili.** Tra i rettili caratteristici delle dune costiere, le presenze più eclatanti sono senz'altro quelle delle grandi tartarughe marine, che verranno descritte in dettaglio nel Box 6.2.

Altri rettili, tra i più frequenti sulle dune, sono i lacertidi, che cacciano attivamente piccoli invertebrati psammofili. La lucertola campestre *Podarcis sicula*, ampiamente distribuita in Italia e aree limitrofe e nei Balcani, occupa frequentemente le dune sabbiose, mentre il ramarro occidentale (*Lacerta bilineata*) è una presenza più occasionale. In Sardegna e in Sicilia, in ambienti dunali o lungo piccole spiagge sabbiose circondate da scogli, si possono trovare anche *Podarcis tiliguerta* e *Algyroides fitzingeri* (Sardegna ed isole circumsarde, considerato vulnerabile), *Podarcis wagleriana* (Sicilia) e *P. raffonei* (endemica delle Isole Eolie, in pericolo critico). *Psammodromus algirus*, specie iberico-maghrebina, diffusa in Nord Africa su suoli aridi, pietrosi e compatti, dal livello del mare ad oltre 2000 m di quota, in Italia è presente sulle spiagge dell'Isolotto dei Conigli (Isole Pelagie) ed è considerata in pericolo critico.

Il gongilo ocellato (*Chalcides ocellatus*), uno scincide, pur essendo maggiormente legato ad aree sabbiose più interne, si trova occasionalmente in ambienti dunali e retrodunali di Sardegna e in Sicilia.

Tra i serpenti, il comunissimo biacco (*Hierophis viridiflavus*) colonizza spesso le dune sabbiose, mentre il meno frequente cervone (*Elaphe quatuorlineata*), legato alle macchie fitte e compatte, è stato osservato spingersi anche in ambienti umidi interdunali, per le sua attività di caccia, quasi esclusivamente nelle regioni centromeridionali. Negli stessi ambienti, soprattutto nelle regioni settentrionali, può trovarsi occasionalmente anche il colubro del Riccioli (*Coronella girondica*). Il colubro leopardino (*Elaphe situla*), presente in Italia meridionale, Isole Maltesi, Balcani, a Est fino alle aree anatolico-caucasiche, si può talvolta osservare in caccia su dune e retroduna dello Ionio meridionale e soprattutto della Sicilia, mentre il raro colubro ferro di cavallo (*Coluber hippocrepis*), a distribuzione w-mediterranea, forse di origine alloctona in Italia (dove è comunque considerato in pericolo critico) compare talora su dune e retrodune in Sardegna, soprattutto nei settori meridionali e sud-occidentali. Il colubro di Montpellier (*Malpolon monspessulanus*) è stato in qualche occasione osservato in zone sabbiose litoranee della Liguria occidentale e forse anche alle Pelagie, così come è stata rilevata la presenza del colubro dal cappuccio (*Macroprotodon cucullatus*) a Lampedusa. La vipera comune (*Vipera aspis*) è stata infine osservata in ambienti dunali in parecchie regioni italiane.

• **Uccelli.** Numerosi sono gli uccelli marini che, dovendo venire a terra per la nidificazione, costituiscono una presenza animale piuttosto frequente nelle dune. Tuttavia, il gruppo ornitologico più strettamente legato agli ambienti costieri è quello dei Caradriformi, con diverse specie caratteristiche. Tra i più tipici frequentatori dei litorali (sia rocciosi che sabbiosi) va anzitutto annoverata la beccaccia di mare (*Haematopus ostralegus*), una specie che si ciba di alghe e piccoli invertebrati sulla battigia. Le coppie si formano in primavera e la deposizione delle uova (da 2 a 4, con colorazione criptica e incubate da entrambi i sessi) avviene in una depressione

dell'arenile. La specie è poco frequente in Italia, risultando presente come nidificante con un'unica piccola popolazione (30-60 coppie) sugli arenili esterni e le isole sabbiose del delta del Po, e la cui sopravvivenza è minacciata dalla trasformazione a scopo turistico di questi ambienti non ancora antropizzati. Strettamente legato alle coste sabbiose è il fratino (*Charadrius alexandrinus*), la cui femmina depone, da fine marzo a giugno, 2-6 uova in cavità scavata nella sabbia o nel limo sabbioso, tappezzata di frammenti di graminacee terrestri, di monocotiledoni marine, alghe, fucelli spiaggiati. Le uova sono covate da entrambi i genitori per poco più di tre settimane. Sia le uova (marroni o verdastre, con macchie e strie di colore nero o cenerino) che i pulcini hanno colorazioni criptiche, che li confondono con il substrato. In Italia è una specie ancora frequente nelle località meno disturbate, soprattutto nell'Alto Adriatico. Si ciba soprattutto di larve e adulti di insetti, crostacei (in particolare talitridi), molluschi, e di piccoli invertebrati e vertebrati spiaggiati. Per approfondimenti su questa specie, si veda il box 6.3.

Altri uccelli caratteristici delle dune sono il piovanello tridattilo (*Calidris alba*) e il piovanello pancianera (*C. alpina*). Si tratta di specie che nidificano nelle zone artiche, presenti negli arenili nei mesi più freddi come migratori svernanti, alla ricerca di resti animali e di artropodi sabulicoli presso la battigia, e che nelle ore di riposo si riuniscono spesso in piccoli dormitori, talvolta comuni, costituiti da arenili particolarmente riparati e non disturbati. Il corriere grosso (*Charadrius hiaticula*, presente in Italia solo come specie di passo, dove frequenta soprattutto le spiagge), il corriere piccolo (*C. dubius*, che nidifica anche in Italia e che è maggiormente legato alle rive fluviali) e il corriere asiatico (*C. asiaticus*, specie accidentale), sono specie che frequentano dune, spiagge, foci di fiumi e litorali in genere. La pivieressa (*Squatarola squatarola*), pur trovandosi anche in paludi dell'entroterra, predilige le coste del mare e le adiacenti lagune. In Italia non nidifica, ma è di doppio passo da agosto a maggio.

Tra le specie residenti troviamo anche alcuni silvidi, come l'occhiocotto (*Sylvia melanocephala*), la magnanina (*Sylvia undata*) e la magnanina sarda (*S. sarda*), endemica delle principali isole e arcipelaghi del Mediterraneo occidentale, in Italia presente in Sardegna e in alcune isole dell'Arcipelago Toscano.

Negli ambienti retrodunali nelle cui vicinanze siano presenti vecchi manufatti (come muri a secco o costruzioni dirute), alberi cavitati o bastioni rocciosi, può incontrarsi anche la ghiandaia marina (*Coracias garrulus*), più comunemente osservabile nelle aperte campagne sublitoranee, che normalmente si nutre di artropodi e piccoli vertebrati e che, soprattutto in inverno, consuma anche frutti e bacche della macchia mediterranea. Anche il gruccione (*Merops apiaster*), specie strettamente entomofaga, che nidifica in tane sotterranee (margini erosi di paleodune, pareti di piccole gole calcareo-marnose, alte ripe fluviali etc.) può essere osservato in volo sulle dune, dove cattura gli insetti (soprattutto imenotteri) in volo.

Accanto a queste specie, più o meno caratteristiche dei sistemi spiaggia-duna, va ricordata la frequente presenza, in questi ambienti, di varie specie di gabbiani ubiquisti (*Larus* spp.), alla ricerca di piccoli animali spiaggiati. Numerosi sono infine, a livello di duna e retroduna, i passeriformi, più o meno ubiquisti, come il pettirosso (*Erithacus rubecula*), la capinera (*Sylvia atricapilla*), il merlo (*Turdus merula*), il tordo comune (*Turdus philomelos*), che frequentano i settori retrodunali soprattutto in autunno, cibandosi delle bacche di varie specie della macchia mediterranea.

• Mammiferi

I mammiferi realmente insediati sulle dune sono pochi. La presenza forse più caratteristica è quella del coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), in rarefazione in Italia peninsulare ma ancora piuttosto diffuso, soprattutto in aree discretamente conservate, in Sicilia e in Sardegna

meridionale. Si tratta di una specie il cui areale originario è poco chiaro, a seguito delle numerose immissioni da parte dell'uomo, ma che sembra essere stato originariamente diffuso nella Penisola Iberica e Africa nord occidentale. Specie euriecia, nelle aree costiere si ciba di graminacee e di gemme, germogli e radici di piante dunali e della macchia bassa. Le talpe (*Talpa europaea* e *T. romana*) scavano talvolta nei terreni sabbiosi più stabili e compatti dei retroduna, ove sia presente una quantità sufficiente di terra da ospitare i lombrichi di cui si nutrono, mentre l'istrice (*Hystrix cristata*) può occasionalmente frequentare spiagge e dune a ridosso di aree occupate dalla macchia.

Tra i micromammiferi, alcuni toporagni dei generi *Sorex*, *Crocidura* e *Suncus*, ed alcuni roditori dei generi *Apodemus* ed *Eliomys*, possono trovarsi in settori interni di dune ben consolidate, ma non sono in alcun modo caratteristici di questi ambienti; così come si possono rinvenire, soprattutto nelle aree antropizzate, specie sinantropiche, come il ratto nero (*Rattus rattus*) e il topolino domestico (*Mus musculus*), mentre tra i pipistrelli specie dei generi *Pipistrellus* e *Myotis* sorvolano spesso le dune in caccia di insetti.

Numerose sono le specie di mammiferi che, soprattutto in inverno, primavera ed autunno, pattugliano le dune alla ricerca di cibo, in particolare artropodi attivi nelle ore notturne o nelle prime ore del mattino, o di animali spiaggiati. A tale proposito si possono citare la volpe (*Vulpes vulpes*), ubiquista, il tasso (*Meles meles*), legato ad aree ben conservate, la faina (*Martes foina*) e la donnola (*Mustela nivalis*).

6.2 Elementi di valutazione di qualità ambientale

Nella tabella di Appendice 1 è riportata una selezione di specie caratteristiche dell'ambiente dunale, indicatrici di buona qualità ambientale e/o di particolare interesse conservazionistico. Le tre categorie riportate non sono prive di sovrapposizioni, ma costituiscono un tentativo di fornire un'informazione sintetica, con valore parzialmente gerarchico, a scopo applicativo. Nella categoria delle specie di interesse conservazionistico rientrano quelle che, per qualsiasi motivo (forte contrazione dell'areale, areale ristretto, popolazioni di piccole dimensioni, persecuzione etc.) assumono una particolare rilevanza conservazionistica, indipendentemente dal fatto che esse siano caratteristiche degli ambienti dunali ed eventualmente indicatrici di buone condizioni (sebbene molte di esse rientrino anche in queste due categorie). Tali specie infatti, con la loro presenza, "indicano" di per sé una priorità di conservazione dei biotopi, per cui il fatto di essere eventualmente anche indicatrici di buone condizioni o caratteristiche appare secondario. In generale, la presenza di una o più di queste specie in un biotopo rappresenta una possibile indicazione di priorità in termini conservazionistici. Il ritrovamento di tali specie in aree adiacenti a quelle in cui si intenda procedere ad un intervento di ripristino o, successivamente, in dune ricostituite, rappresenta sicuramente un elemento degno della massima considerazione nella pianificazione e gestione dei tali interventi.

Le specie indicatrici di buone condizioni sono rappresentate, nella tabella, da quegli elementi che, per quanto noto, appaiono particolarmente sensibili all'azione umana, per cui con la loro presenza testimoniano l'esistenza di ambienti ancora in uno stato di conservazione relativamente buono. È evidente che questi elementi sono, per lo più, anche specie caratteristiche della duna.

La presenza di tali specie può rappresentare un utile elemento di giudizio circa la localizzazione di interventi di ripristino, in quanto un ripristino di aree fortemente compromesse in siti adiacenti a (o almeno in comunicazione con) quelli in cui sono state rinvenute tali specie avrà più probabilità di buona riuscita, essendo l'area ripristinata suscettibile di colonizzazione da siti che

si trovano in un buon stato di conservazione e che dovrebbero pertanto ospitare comunità ben articolate. Il successivo rinvenimento di tali specie in siti ripristinati rappresenterà un'indicazione della ristrutturazione di comunità naturali ben organizzate.

Infine, le specie caratteristiche sono quegli elementi tipici (anche se non necessariamente esclusivi), dei sistemi dunali. La presenza di queste specie può offrire utili stime sulla struttura delle comunità proprie delle dune. In generale, la presenza di parecchie tra queste specie (anche quando non già incluse nelle due precedenti categorie) indicherà comunità ben articolate, e quindi anche di interesse conservazionistico. La presenza di un buon numero di specie caratteristiche in un sito ripristinato può essere considerata un'indicazione dell'efficacia dell'intervento. A causa della forte eterogeneità dei popolamenti che si hanno nei diversi settori geografici italiani e delle conoscenze, ancora troppo lacunose, sulla biologia di gran parte delle specie, non sembra in questa sede possibile fornire un sistema "quantitativo" di valutazione, basato per esempio sull'assegnazione di punteggi. La tabella proposta vuole però essere un primo passo in tale direzione, suggerendo un approccio che il singolo ricercatore potrà far proprio, calibrando la valutazione sul particolare gruppo animale e contesto geografico in esame, utilizzando ad esempio il popolamento di aree in buono stato di conservazione prossime al sito del ripristino come termine di paragone per la localizzazione dell'intervento e la valutazione della sua efficacia.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Opere generali

- AA.VV., 1942. Prima esplorazione entomologica del Parco Nazionale del Circeo. Monografie CNR: 1-116.
- AA.VV., 1982. I litorali sabbiosi. Quaderni sulla "Struttura delle zoocenosi terrestri". 3. Ambienti mediterranei. Le coste sabbiose..Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- AA.VV., 1984. Atti Convegno Aspetti Faunistici e Problematiche Zoologiche del Parco Nazionale del Circeo. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Parco Nazionale del Circeo, Sabaudia.
- Audisio P., 2002. Litorali sabbiosi e organismi animali. Pp. 63-117. In: Ruffo, S. (ed.) Dune e spiagge sabbiose. Ambienti fra terra e mare. Quaderni Habitat 4. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.
- Biondi M., 1985. Aspetti faunistici del Parco Nazionale del Circeo. Collana dei Quaderni del Parco. Quaderno n. 6. Sabaudia, 47 pp.
- Colombini I., Fallaci M. & Chelazzi L., 2005. Micro-scale distribution of some arthropods inhabiting a Mediterranean sandy beach in relation to environmental parameters. *Acta Oecologica*, 28:249-265.
- La Greca M., 2002. Gli ambienti delle coste marine. In: Minelli A. *et al.* (eds), *La fauna in Italia*. Touring Editore, Milano e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma, pp. 230-241.
- Ruffo S. (ed.), 2002. Dune e spiagge sabbiose. Ambienti fra terra e mare. Quaderni Habitat 4. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine.
- Zangheri P., 1969. Repertorio sistematico e topografico della flora e della fauna vivente e fossile della Romagna. Museo Civ. Stor. Nat. Verona, Memorie fuori serie, 1: XXXIII+2176 pp.

Chilopodi

- Minelli A. & Zapparoli M., 1986. I Chilopodi di alcuni ambienti costieri medio tirrenici, con particolare riguardo al Parco Nazionale del Circeo: primi risultati sugli isopodi terrestri (Chilopoda). Atti del Convegno Aspetti faunistici e Problematiche Zoologiche del Parco Nazionale del Circeo (Sabaudia, 1984): 25-36.

Crostacei

- Manicasteri C., Calvario E. & Ruvolo U., 1986. Studio sugli Artropodi del suolo con il metodo delle pitfall-traps nel Parco Nazionale del Circeo: primi risultati sugli Isopodi terrestri (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). Atti del Convegno Aspetti faunistici e Problematiche Zoologiche del Parco Nazionale del Circeo, (Sabaudia, 1984): 1-24.

Ortotteri

- Fontana P. & Kleukers R. M. J. C., 2002. The Orthoptera of the Adriatic coast of Italy (Insecta: Orthoptera). *Biogeographia*, 23, 35-53.
- La Greca M., 2002. Gli ambienti delle coste marine. In: Minelli A. *et al.* (eds), *La fauna in Italia*. Touring Editore, Milano e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma, pp. 230-241.
- Massa B., 2002. Orthoptera, Faune insulari, Biocenosi steppiche. In: Cerfolli, F., Petrassi, F. & Petretti, F. (eds). *Libro rosso degli animali d'Italia. Invertebrati*. WWF Italia- Onlus, Roma.

Neurotteri

- Letardi A. & Maltzeff P., 2001. Neurotteroidei e Mecotteri della Tenuta Presidenziale di

Castelporziano (Neuroptera, Raphidioptera, Mecoptera). Boll. Ass. Romana entomol., 56:49-62.

Coleotteri - Generale

- Binaghi G., 1964. Saggio sulla distribuzione della coleotterofauna sabulicola in un tratto di spiaggia laziale (Fregene-Roma). Annali Mus. Civ. Stor. Nat. «G. Doria» Genova, 75, 213-222.
- Biondi M., Audiosio P., Bologna M. & Narducci G., 1986. Aspetti delle zoocenosi a Coleotteri fitofagi del Parco Nazionale del Circeo. Atti Conv. Asp. Faun. Probl. Zool. P. N. Circeo: 77-100.
- Chelazzi L., Colombini I., Bertin G., Cianfanelli A., Fallaci M., Lucarelli E. & Mascagni A., 1990. Gli artropodi del tombolo antistante la laguna di Burano (GR): ambiente, microclima e primi dati sul popolamento animale. Redia, 73: 307-345.
- Chelazzi L., Dematthaeis E., Colombini I., Fallaci M., Bandini V. & Tozzi C., 2005. Abundance, zonation and ecological indices of a coleopteran community from a sandy beach-dune ecosystem of the Southern Adriatic coast, Italy. Vie Milieu, 55, 127-241.
- Colombini I., Chelazzi L., Fallaci M., Lucarelli E. & Mascagni A., 1991. La coleotterofauna del tombolo antistante la laguna di Burano (GR): dinamica di popolazione e zonazione delle cinque famiglie più numerose. Redia, 74: 87-109.
- Contarini E., 1992. Eco-profili d'ambiente della coleotterofauna di Romagna: 4 - arenile, duna e retroduna della costa adriatica. Boll. Mus. Civ. Stor. Nat. Venezia, 41 (1990): 131-182.
- Fallaci M., Colombini I. & Chelazzi, L. 1994. An analysis of the Coleoptera living along a Tyrrhenian beach-dune system: abundance, zonation and ecological indices. Vie Milieu, 44 (3-4): 243-256.
- Jaulin S. & Soldati F., 2005. Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon. Guide méthodologique sur l'élevation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de Coléoptères. OPIE-LR/DIREN-LR, Millas, 58 pp.
- Lucarelli E., Chelazzi L., Colombini I., Fallaci M. & Mascagni A., 1993. La coleotterofauna del tombolo antistante la Laguna di Burano (GR): lista e zonazioni delle specie raccolte durante un intero anno di campionamenti. Boll. Ass. Romana Entomol., 47 (1992): 7-34.

Carabidi

- Alicata P., Caruso D., Costa G., Marcellino I., Motta S. & Petralia A., 1980. Ricerche ecologiche sulla fauna delle dune costiere di Portopalo (Siracusa). III. Comportamento e ritmi di attività di *Scarites buparius* Forst. (Coleoptera, Carabidae). Animalia, 7: 5-21.
- Casale A. & Vigna Taglianti A., 1996. Coleotteri Carabidi di Sardegna e delle piccole isole circumsarde, e loro significato biogeografico (Coleoptera, Carabidae). Biogeographia, Lav. Soc. ital. Biogeogr., 18 (1995): 391-427.
- Colombini I. & Chelazzi L., 1991. A comparison between the life cycles of different populations of *Eurynebria complanata* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Carabidae). Elytron Suppl., 5: 5-14.
- Desender K. R. C., 1996. Diversity and dynamics of coastal dune carabids. Ann. Zool. Fennici, 33: 65-75.
- Focarile A., 1959. Ricerche coleotterologiche sul litorale ionico della Puglia, Lucania e Calabria. Campagna 1956 - I. Notizie introduttive. Coleoptera Carabidae. Mem. Soc. entomol. Ital., 38 (fasc. spec.): 17-114.
- Maelfait J.-P., Desender K. & Baert L., 1990. Carabids as ecological indicators for dune management evaluation. In: N.E. Stork (ed.), The Role of Ground Beetles in Ecological

- and Environmental Studies. Intercept, Andover, pp. 331-333.
- Vigna Taglianti A., Bonavita P., Di Giulio A., Todini A. & Maltzeff P., 2001. I Carabidi della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Coleoptera, Carabidae). Boll. Ass. romana Entomol., 56: 115-173.
- Vigna Taglianti A & Fattorini S., 2002. Aspetti biogeografici delle comunità di carabidi (Coleoptera, Carabidae) dei sistemi costieri italiani. Biogeographia, 23: 127-138.

Tenebrionidi

- Alicata P., Caruso D., Costa G., Marcellino I., Motta S. & Petralia A., 1979. Comportamento, distribuzione spaziale e ritmi di attività di *Pimelia grossa* Fabr. (Coleoptera, Tenebrionidae). Animalia, 6: 33-48.
- Aliquò V. & Leo P., 1996. I Coleotteri Tenebrionidi delle Madonie (Sicilia). (Coleoptera, Tenebrionidae). Naturalista sicil., S. IV., 20 (3-4): 281-304.
- Aliquò V. & Leo P., 1999. I Coleotteri Tenebrionidi della regione iblea (Sicilia Sudorientale) (Coleoptera, Tenebrionidae). Atti e Memorie dell'Ente Fauna Siciliana, 5 (1997-1998): 49-84.
- Binaghi G. & Ghidini G. M., 1957. Sui *Cylindronotus* (Xanthomus) *pallidus* Curt. e *pellucidus* Muls. del litorale toscano (Coleopt.: Tenebrionidae). Boll. Soc. Entomol. Ital. 87: 87-90.
- Bonometto L. & Canzoneri S., 1970. I Tenebrionidae delle spiagge e dune del litorale di Venezia. Boll. Mus. Civ. Stor. Nat. Venezia, 20-21: 223-231.
- Canzoneri S., 1966. I Tenebrionidae della Laguna di Venezia. XIV Contributo allo studio dei Tenebrionidi. Boll. Mus. Civ. Stor. Nat. Venezia, 17: 57-68.
- Canzoneri S., 1968. Materiali per una monografia delle *Phaleria* del sottogenere *Phaleria* Latr. XX Contributo allo studio dei Coleoptera Tenebrionidae. Mem. Soc. Entomol. Ital., 47: 117-167.
- Carpaneto G. M. & Fattorini S., 2001. Spatial and seasonal organisation of a darkling beetle (Coleoptera Tenebrionidae) community inhabiting a Mediterranean coastal dune system. Ital. J. Zool., 68: 207-214.
- Carpaneto G. M. & Fattorini S., 2003. Seasonal occurrence and habitat distribution of tenebrionid beetles inhabiting a Mediterranean coastal dune (Circeo National Park, Italy). Revue d'Ecologie (Terre et Vie), 58: 293-306.
- Colombini I., Chelazzi L., Fallaci M. & Palesse L., 1994. Zonation and surface activity in some tenebrionid beetles living on a Mediterranean sandy beach. J. Arid. Env., 28: 215-230.
- Di Stefano G. & Fattorini S., 2000. Corologia italiana di *Erodius siculus* ed osservazioni ecologiche nel Lazio (Coleoptera, Tenebrionidae). Boll. Ass. Romana Entomol., 55: 27-43.
- Fallaci M., Colombini I., Palesse L. & Chelazzi L., 1997. Spatial and temporal strategies in relation to environmental constraints of four tenebrionids inhabiting a Mediterranean coastal dune system. J. Arid Env., 37: 45-64.
- Fallaci M, Aloia A., Colombini I. & Chelazzi L., 2002. Population dynamics and life history of two *Phaleria* species (Coleoptera, Tenebrionidae) living on the Tyrrhenian sandy coast of central Italy. Acta Oecologica, 23: 69-79.
- Fattorini S., 2002. The Tenebrionidae (Coleoptera) of a Tyrrhenian coastal area: diversity and zoogeographical composition. Biogeographia, 23: 103-126.
- Fattorini S., 2005. I Coleotteri Tenebrionidi del Parco Nazionale del Circeo (Italia centrale) (Coleoptera, Tenebrionidae). Boll. Ass. Romana Entomol., 60 (1-4): 47-104.

- Fattorini S. & Carpaneto G. M., 2001. Tenebrionid density in Mediotyrrhenian coastal dunes: habitat and temporal variations (Coleoptera, Tenebrionidae). *Fragmenta Entomol.*, 33: 97-118.
- Fattorini S. & Di Stefano G., 2004. Osservazioni biogeografiche ed eco-etologiche su *Pimelia bipunctata* in Italia (Coleoptera, Tenebrionidae). *Boll. Ass. Romana Entomol.*, 59: 23-41.
- Fattorini S. & Maltzeff P., 2001. I tenebrionidi della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. *Boll. Ass. Romana entomol.*, 56: 245-300.
- Marcuzzi G., 1982. Ecologia dei Tenebrionidi (Insecta, Coleoptera) dell'ecosistema litorale sabbioso della Puglia e della provincia di Matera (Italia). CNR Quaderni sulla "Struttura delle zoocenosi terrestri" 3. Ambienti mediterranei. I. Le coste sabbiose: 121-152.
- Marcuzzi G., 1965. Studi ecologici e faunistici sui Tenebrionidi (Col. Het.) della Puglia. *Mem. Biogeogr. Adriat.*, 6: 1-79.
- Mifsud D., 1999. Tenebrionids associated with sandy shores in the Maltese Islands (Coleoptera, Tenebrionidae). *The Central Mediterranean Naturalist*, 3 (1): 23-26.
- Mifsud D. & Scupola A., 1998. The Tenebrionidae (Coleoptera) of the Maltese Islands (Central Mediterranean). *Annali Mus. Civ. Stor. Nat. Genova "G. Doria"*, 92: 191-229.
- Pisano P. & Leo L., 1984. Le categorie ecologiche degli Opatrinae di Sardegna (Coleoptera Tenebrionidae). *Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari, suppl. vol. 54*: 231-244.

Scarabeoidei

- Massa B., 2002. Orthoptera, Faune insulari, Biocenosi steppiche. In: Cerfolli, F., Petrassi, F., Petretti, F. (eds). *Libro rosso degli animali d'Italia. Invertebrati*. WWF Italia- Onlus, Roma.
- Carpaneto G. M., Maltzeff P., Piattella E. & Pontuale G., 1998. I Coleotteri Lamellicorni della Tenuta Presidenziale di Castelporziano e delle aree limitrofe (Coleoptera, Lamellicornia). *Boll. Ass. Romana entomol.*, 52:9-54.

Curculionoidei

- Casalini R. & Colonnelli E., 2001. I Curculionoidei della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Coleoptera, Curculionoidea). *Boll. Ass. Romana Entomol.*, 56:331-352.

Anfibi e Rettili

- Arnold E. N. & Burton J. A., 1985. Guida degli rettili e degli anfibi d'Europa. [edizione italiana a cura di E. Mongini]. Franco Muzzio & C. editore, Padova.
- Scalera R., 2003. Anfibi e rettili italiani. Elementi di tutela e conservazione. Collana verde, 104. Corpo Forestale dello Stato. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Roma.

Uccelli

- Peterson R., Mountfort G. & Hollom P. A. D., 1988. Guida degli uccelli d'Europa. Terza edizione. [edizione italiana, revisione a cura di S. Frugis]. Franco Muzzio & C. editore, Padova.

Mammiferi

- Corbet G. & Oveden D., 1985. Guida dei mammiferi d'Europa. [edizione italiana a cura di M. Pandolfi]. Franco Muzzio & C. editore, Padova.

Appendice 1. Sinossi delle principali specie di interesse conservazionistico, indicatrici di buone condizioni e caratteristiche delle dune italiane

Taxon	Specie di interesse conservazionistico	Specie indicatrici di buone condizioni	Specie caratteristiche
Molluschi Gasteropodi	<i>Ichnusomunda sacchii</i> , <i>Xerosecta contermina</i> , <i>Cermea aradasi</i> , <i>Xeromunda durieui</i>		<i>Theba pisana</i> , <i>Monacha cartusiana</i> , <i>Cochlicella conoidea</i> , <i>C. acuta</i> , <i>Cantareus aspersus</i> e <i>C. apertus</i> , <i>Ichnusomunda sacchii</i> , <i>Xerosecta contermina</i> , <i>Cermea aradasi</i> , <i>Xeromunda durieui</i>
Aracnidi Aranei			<i>Arctosa perita</i> , <i>A. cinerea</i> e <i>A. personata</i> , <i>Xerolycosa miniata</i> , <i>Alopecosa fabrilis</i> , <i>A. cursor</i> ed <i>A. pulverulenta</i> , <i>Tibellus macellus</i> e <i>T. maritimus</i>
Aracnidi Opilioni			<i>Opium pallipes</i>
Chilopodi			<i>Henia bicarinata</i>
Isopodi	<i>Armadillidium etrusiae</i> , <i>A. silvestrii</i> , <i>A. argentarium</i>		
Ortotteri	<i>Dirshius uvarovi</i> , <i>Doclostaurus minutus</i> , <i>Ochrilidia sicula</i> , <i>O. nuragica</i> , <i>Brachytrupes megacephalus</i> , <i>Roeseliana brunneri</i> e <i>Zeuneriana marmorata</i> , <i>Ephippiger appulus appulus</i> , <i>Pterolepis elymica</i> , <i>P. pedata</i>		<i>Sphingonotus personatus</i> , <i>S. candidus</i> , <i>Acrotylus longipes</i> , <i>Sphingonotus coeruleans</i> , <i>Platycleis sabulosa</i> , <i>Dirshius uvarovi</i> , <i>Doclostaurus minutus</i> , <i>Ochrilidia sicula</i> , <i>O. nuragica</i> , <i>Brachytrupes megacephalus</i> ,
Eterotteri	<i>Holcogaster exilis</i> , <i>Campylomma vendicarina</i> , <i>Nasocoris psyche</i>	<i>Campylomma vendicarina</i>	<i>Nabis reuterianus</i> , <i>Geocoris pallidipennis</i> , <i>Phytocoris miridioides</i> , <i>Macropternella bicolor</i> , <i>Geocoris lineola</i> e <i>G. megacephalus</i> , <i>Byrsinus albipennis</i> , <i>Trigonotylus caelestialium</i> , <i>Menaccarus dohmianus</i> , <i>Holcogaster exilis</i> , <i>Campylomma vendicarina</i> , <i>Nasocoris psyche</i>
Neurotteri	<i>Acanthaclisis occitanica</i>	<i>Acanthaclisis baetica</i>	<i>Acanthaclisis baetica</i> , <i>Myrmeleon inconspicuus</i> , <i>M. hyalinus</i> , <i>Neuroleon arenarius</i> ,
Lepidotteri		<i>Gegenes nostrodamus</i> , <i>G. pumilio</i>	<i>Brithys crini</i>
Coleotteri Carabidi	<i>Lophyra flexuosa</i> , <i>Amara (Xanthamara) clorotica</i> , <i>Masoreus aegyptiacus</i> , <i>Cryptophonus fulvus</i> , <i>C. litigiosus</i> , <i>Calathus mollis</i>	<i>Lophyridia littoralis</i> e <i>Lophyra flexuosa</i>	<i>Lophyra flexuosa</i> , <i>Amara (Xanthamara) clorotica</i> , <i>Masoreus aegyptiacus</i> , <i>Cryptophonus fulvus</i> , <i>C. litigiosus</i> , <i>Calathus mollis</i> , <i>Cryptophonus melancholicus</i> , <i>Scarites (Scallophorites) buparius</i>
Coleotteri Elateridi	<i>Isidus moreli</i>		<i>Isidus moreli</i> , <i>Cardiophorus exaratus</i>
Coleotteri Nitiduloidei	<i>Meligethes varicollis</i> , <i>M. opacus</i>	<i>Meligethes matthiolae</i>	
Coleotteri Edemeridi		<i>Stenostoma rostratum</i>	<i>Stenostoma rostratum</i>
Coleotteri Meloidi			<i>Zonitis bellieri</i>

Taxon	Specie di interesse conservazionistico	Specie indicatrici di buone condizioni	Specie caratteristiche
Coleotteri Tenebrionidi	<i>Tentyria ligurica</i> , <i>T. ramburi</i> , <i>Pseudoseriscius</i> spp., <i>Psammoardoinellus sardiniensis</i> , <i>Sinorus colliardi</i> , <i>Gonocephalum lefranci</i> , <i>Nalassus aemulus</i> , <i>Gunarus parvulus</i> , <i>Stenohelops carlofortinus</i>	<i>Paleria</i> spp., <i>Xanthomus</i> spp.	<i>Tentyria</i> spp., <i>Pachychila</i> spp., <i>Erodius</i> spp., <i>P. bipunctata</i> , <i>Stenosis intermedia</i> , <i>Trachyscelis aphodioides</i> , e <i>P. helvolus</i> , <i>Phtora crenata</i> , <i>Pseudoseriscius</i> spp., <i>Psammoardoinellus sardiniensis</i> , <i>Gonocephalum lefranci</i> , <i>G. setulosum</i> , <i>Paleria</i> spp., <i>Halammobia pellucida</i> , <i>Nalassus aemulus</i> , <i>Gunarus parvulus</i> , <i>Xanthomus</i> spp.
Coleotteri Scarabeoidei	<i>Heptaulacus rasettii</i> , <i>Scarabaeus sacer</i> , <i>Thorectes marginatus</i> , <i>Ceratophyus rossii</i> , <i>Polyphylla ragusai</i> , <i>Haplidia massai</i> , <i>Paratriodonta romana</i> , <i>P. cinctipennis</i> , <i>Anoxia orientalis</i> , <i>Hoplia attilioi</i> , <i>Calicnemis latreillei</i> , <i>C. sardiniensis</i> ,	<i>Psammodius nocturnus</i> , <i>Scarabaeus sacer</i>	<i>Brindalus porcicollis</i> , <i>Psammodius basalis</i> e <i>P. laevipennis</i> , <i>Psammodius nocturnus</i> , <i>Rhyssemus plicatus</i> e <i>R. sulcatus</i> , <i>Scarabaeus semipunctatus</i> , <i>Scarabaeus sacer</i> , <i>Thorectes marginatus</i> , <i>Polyphylla ragusai</i> , <i>Paratriodonta romana</i> , <i>P. cinctipennis</i> , <i>Anoxia orientalis</i> , <i>A. scutellaris</i> , <i>Anomala devota</i> , <i>Calicnemis latreillei</i> , <i>C. sardiniensis</i> , <i>Phyllognathus excavatus</i> , <i>Pachypus candidae</i> , <i>Pachypus caesus</i>
Coleotteri Crisomelidi			<i>Psylliodes marcidus</i> , <i>P. maroccanus</i> , <i>P. pallidipennis</i> , <i>P. puncticollis</i> , <i>Chrysolina americana</i>
Coleotteri Curculionoidi	<i>Ceutorhynchus matthiolae</i> , <i>Phoeniconyx gobbii</i>		<i>Ceutorhynchus matthiolae</i> , <i>Baris picturata opiparis</i> , <i>Stona variegatus</i> , <i>S. cachectus</i> , <i>Acalles dromedarius</i> , <i>Tychius capucinus</i> , <i>Philopodon plagiatum</i> e <i>Cycloderes canescens</i> , <i>Tanymecus submaculatus</i> , <i>T. fausti</i> , <i>Leptolepurus meridionalis</i> , <i>Mesites pallidipennis</i> , <i>Otiiorhynchus juvenis</i> , <i>O. ferrarii</i> , <i>Coniatus tamarisci</i> , <i>Auletobius maculipennis</i> , <i>Onychapion tamaricis</i> , <i>Phoeniconyx gobbii</i>
Ditteri			<i>Salticella fasciata</i> , <i>Euthycera zelleri</i>
Imenotteri	<i>Palarus variegatus</i>		<i>Bembix</i> spp., <i>Bembecinus</i> spp., <i>Stizus</i> spp., <i>Philanthus</i> spp., <i>Trogaspidia catanensis</i> , <i>Nemka viduata</i>
Rettili	<i>Caretta caretta</i> , <i>Testudo hermanni</i> , <i>Algyroides fitzingeri</i> , <i>Podarcis raffonei</i> , <i>Psammodromus algerus</i> , <i>Coluber hippocrepis</i>		
Uccelli	<i>Haematopus ostralegus</i>	<i>Charadrius alexandrinus</i> , <i>Calidris alba</i> , <i>C. alpina</i>	<i>Charadrius alexandrinus</i> , <i>Calidris alba</i> , <i>C. alpina</i>
Mammiferi		<i>Oryctolagus cuniculus</i>	

BOX 6.1**Conservazione dei coleotteri tenebrionidi nei sistemi spiaggia-duna italiani**

Simone Fattorini

I coleotteri sono una componente importante della fauna degli ecosistemi costieri e i tenebrionidi, grazie alla loro abbondanza e ricchezza di specie, sono la famiglia più importante in termini di diversità e biomassa nei sistemi spiaggia-duna del Mediterraneo (Fattorini, 2008b). I coleotteri tenebrionidi sono rappresentati, nei paesi mediterranei, da circa 2200 specie (Marcuzzi, 1981), che costituiscono oltre il 10% della diversità mondiale di questa famiglia (circa 19000 specie note, secondo Aalbu *et al.*, 2002). Poiché il numero di specie strettamente montane è relativamente limitato (Marcuzzi, 1981), la maggior parte dei tenebrionidi mediterranei è, di fatto, più o meno strettamente associata agli ambienti costieri. Questi insetti possono pertanto rappresentare un eccellente modello di studio per la conservazione degli ambienti costieri italiani.

A dispetto delle condizioni particolarmente favorevoli alla vita dei tenebrionidi che caratterizzano il bacino mediterraneo, solo una parte esigua delle coste mediterranee si trova in buone condizioni di conservazione, ed una parte ancora più piccola è quella sottoposta ad una qualche forma di tutela (Blondel & Aronson, 1999; EEA, 1999). A ciò si aggiunge il fatto che, lungo le aree costiere mediterranee, predominano le spiagge rocciose, solo occasionalmente interrotte da spiagge sabbiose, per lo più di modesta estensione. I tenebrionidi associati agli ecosistemi dunali tendono quindi ad avere di per sé distribuzioni frammentate e questa condizione può rappresentare un fattore importante nel determinare la vulnerabilità di questi insetti alle trasformazioni ambientali che riducono ulteriormente l'estensione delle aree sabbiose.

In Italia, la maggior parte dei biotopi costieri è stata profondamente alterata dall'azione umana, con diffusa distruzione delle dune, soprattutto a partire dagli anni '60. Attualmente, dune e spiagge sabbiose in buono stato di conservazione persistono in pochi tratti del litorale italiano, la maggior parte dei quali è in pericolo di essere definitivamente convertita ad uso urbano o ricreativo, e l'entomofauna di questi ambienti è pressoché scomparsa o rischia un'imminente estinzione (Cassola, 2002; Fontana & Kleukers, 2002). Per quanto riguarda i coleotteri tenebrionidi in particolare, secondo Marcuzzi (1994), molti siti costieri pugliesi e lucani, ricchi di specie fino agli anni '60, sono oggi distrutti, con la conseguente scomparsa delle specie che li abitavano, mentre per altri siti è probabile una drastica rarefazione delle popolazioni. I biotopi dunali e retrodunali italiani sono stati prevalentemente distrutti dall'impatto del turismo, mentre macchie e garighe (che rappresentano ambienti in ovvia continuità ecologica funzionale) sono state cancellate dalla costruzione di alberghi, strade, ristoranti, abitazioni di villeggiatura etc. Sebbene il fenomeno abbia conosciuto un incremento senza precedenti negli ultimi cinquant'anni, lo sfruttamento intensivo delle aree costiere a scopo ricreativo è di origine più vecchia, ed alcune specie hanno subito forti contrazioni già prima degli anni '60. Secondo Binaghi (1964), ad esempio, la maggior parte dei biotopi costieri liguri è andata perduta già prima del 1960, e con essi il vistoso ed un tempo comune tenebrionide *Pimelia bipunctata*, oggi estinto nella regione. Ricerche di campo condotte da questo autore nel 1963 sulla spiaggia-duna di Fregene (Lazio) portarono alla raccolta di ben 12 specie di tenebrionidi. Questo sito è stato successivamente alterato dall'urbanizzazione e dal turismo di massa, con la conseguente scomparsa di gran parte delle specie e solo una specie è stata raccolta in questo sito dopo gli anni '70 (*Phaleria acuminata* [S. Fattorini, dati inediti]). Sebbene molte delle specie un tempo presenti nel sito di Fregene sopravvivano (pur con piccole popolazioni) in aree adiacenti, almeno una specie, *Melanimon tibiale*, un tempo comune a Fregene, è ormai praticamente scomparsa in tutto il Lazio, con solo un unico esemplare noto per la regione dopo gli anni '60 (S. Fattorini, dati inediti). Secondo Contarini (1992), sulle spiagge e dune della Romagna, *Phaleria bimaculata* ha subito un drammatico declino, *Erodius siculus* è praticamente estinto, ed altre specie, come *Melanimon tibiale* e *Ammobius rufus*, si trovano in buon numero solo in aree molto isolate. Occorre ricordare che qui l'azione umana ha avuto un effetto particolarmente drammatico, aggiungendosi all'erosione costiera determinata dal processo di subsidenza dell'Adriatico nord-occidentale, che determina un rapido abbassamento della costa (Contarini, 1992). Secondo Marcuzzi (1982, 1994), specie presumibilmente estinte nelle coste pugliesi sono *Diaclina testudinea* (una specie xilofila associata a boschi umidi), *Belopus procerus* (associato a suoli salini e noto in un'unica località), *Leichenum pictum* (anch'esso noto di una sola località), *Pseudoseriscus helvolus*, *Xanthomus pallidus* e *Gunarus parvulus* (specie strettamente legate alle dune), *Opatrum obesum* (associato a biotopi costieri), *Eutagenia elvirae* (endemica dell'Italia meridionale e nota di poche stazioni). Ugualmente, molte specie, raccolte in siti costieri dell'Italia nordorientale, sono oggi verosi-

milmente scomparse per l'azione umana (Marcuzzi, 1998). In questo caso va anche tenuto presente che qui la vegetazione mediterranea è naturalmente ristretta a pochi siti con condizioni climatiche favorevoli e che i tenebrionidi xerotermofili, presenti con popolazioni relitte o frammentate, rappresentano una componente per questo ancor più vulnerabile.

In realtà, probabilmente in virtù del loro regime trofico polisaprofago, alcune specie di tenebrionidi appaiono in grado di persistere anche in biotopi costieri alquanto degradati. Per esempio, a Castelfusano (Roma), specie della duna e della spiaggia quali *Pimelia bimaculata*, *Ammobius rufus*, *Trachysclis aphodioides* e *Leichenum pictum*, possono essere rinvenute persino in uno stabilimento balneare soggetto a forte pressione antropica (S. Fattorini, dati inediti). Sebbene alcune specie possano dimostrare un'inattesa resistenza, va sottolineato che la loro concentrazione in siti piccoli e degradati può essere, in effetti, una forma di confinamento, determinata dal fatto che altri siti possono essere ancora più degradati o semplicemente mancare. Così, la compresenza di queste specie in un biotopo profondamente alterato può essere la conseguenza della mancanza di un qualsiasi altro sito adatto nel raggio di decine di chilometri.

A causa della massiccia antropizzazione delle aree costiere, siti ben conservati sono oggi in Italia pochi e sparsi, e questa frammentazione rende sempre più difficile la sopravvivenza delle specie psammofile. Sebbene le spiagge sabbiose costituiscano un corridoio naturale tra siti costieri, esse possono essere in realtà utilizzate solo da specie alofile, tipicamente associate alla prima zona dell'eulittorale (quella più esterna). Le specie più propriamente legate alle dune (e a maggior ragione quelle di macchie e garighe) potrebbero non essere in grado di sfruttare la spiaggia come corridoio di dispersione tra un sito e l'altro. Pertanto, siti ben conservati possono trovarsi in condizioni di forte isolamento. La spiaggia stessa può essere poi interrotta da porti o altre infrastrutture che possono impedire la dispersione anche a quelle specie che sarebbero in grado di utilizzare tale corridoio. In tal modo, siti in buono stato di conservazione sono ridotti a sparse enclavi senza possibilità di interscambio faunistico. Infine, le spiagge sono minacciate anche in aree ben preservate (ed eventualmente protette) dall'impatto di rifiuti ed inquinanti trasportati dal mare.

L'importanza dei tenebrionidi nel mantenere la funzionalità degli ecosistemi dunali è ovvia, se si considera la loro abbondanza e diversità in tali ambienti, ma il loro ruolo nelle reti trofiche è ancora largamente inesplorato. La diminuzione del numero di specie di tenebrionidi e della loro abbondanza può influenzare negativamente le popolazioni di animali che usano questi insetti come risorsa alimentare. Una crescente massa di dati indica, infatti, che i tenebrionidi rappresentano una fonte di cibo rilevante per un gran numero di vertebrati negli ambienti costieri italiani, tra cui, in Italia, la lucertola campestre *Podarcis sicula* (Bombi & Bologna, 2002), i gechi *Hemidactylus turcicus* e *Tarentola mauritanica* (Capula & Luiselli, 1994), il tasso (S. Fattorini, oss. pers.) e la volpe (Ricci *et al.*, 1998); il falco della regina (Lo Cascio, 1999), il gheppio (Lovari, 1975; Fattorini, 2000, 2001, Fattorini *et al.*, 2001), la civetta (Lovari, 1975; Zerunian *et al.*, 1982; Moschetti & Mancini, 1993; Natalizi *et al.*, 1997; Angelici *et al.*, 1997; Fattorini *et al.*, 1999a, 2000, 2001) e l'alocco (Fattorini *et al.*, 1999b). I tenebrionidi vengono inoltre consumati da aracnidi quali ad esempio lo scorpione *Buthus occitanus* (Soldati, 2006) e i ragni *Latrodectus tredecimguttatus* (Soldati, 2006), *Eresus niger* (Soldati, 2006) e *Uroctea durandi* (Schawaller, 1999; Soldati, 2006). Per alcune specie di vertebrati, i tenebrionidi possono rappresentare una parte cospicua della dieta in certe aree mediterranee (Angelici *et al.*, 1997; Znari & El Mouden, 1997; Fattorini, 2000, 2001, Fattorini *et al.*, 1999a, 1999b, 2000, 2001) e ciò è particolarmente importante negli ecosistemi costieri, dove le risorse trofiche sono generalmente limitate e i tenebrionidi sono abbondanti. Pertanto, la perdita di tenebrionidi può avere gravi impatti sul funzionamento degli ecosistemi costieri con effetti negativi sui livelli superiori delle piramidi alimentari.

I fattori di minaccia che riguardano i tenebrionidi delle aree costiere sono il risultato di pressioni antropiche derivanti essenzialmente dall'espansione urbanistica, dall'agricoltura, e, soprattutto negli ultimi anni (ed, in crescendo, nel futuro) dal turismo e dall'aumento generalizzato delle temperature.

Una grave conseguenza del turismo di massa (ed in parte anche del cosiddetto ecoturismo) è il rapido degrado dei biotopi naturali, che, proprio per la loro crescente rarità, divengono meta di un turismo sempre più pervasivo. Nella maggior parte delle aree, le poche dune superstiti sono devastate dal traffico veicolare e pedonale, che ne ha completamente alterato la struttura pedologica, portando ad una tale compressione la sabbia da fossilizzare la duna. La rimozione del detrito spiaggiato nelle operazioni di "pulizia" delle spiagge, esercitata al fine di renderle più attraenti per il turista, ha effetti ovviamente disastrosi per specie strettamente legate a questa risorsa alimentare (praticamente l'unica sulla battigia), come i tenebrionidi dei generi *Phaleria*, *Halammobia*, *Xanthomus*, *Trachysclis* ecc. Infine, materiali di rifiuto abbandonati dai turisti, quali bottiglie contenenti

residui di bevande zuccherate, possono diventare trappole in cui i tenebrionidi entrano attratti dai liquidi rimasti e non sono più in grado di uscire.

L'appiattimento delle dune ad opera dell'intenso calpestio turistico (oltreché dall'espansione urbanistica) rappresenta il fattore che più direttamente determina la perdita di vegetazione e quindi la riduzione/estinzione dei tenebrionidi. Le conseguenze della scomparsa della vegetazione sui tenebrionidi includono: (1) una maggiore esposizione diretta alla radiazione solare, (2) la riduzione delle risorse trofiche, (3) la riduzione di microhabitat adatti al rifugio, alla deposizione delle uova e allo sviluppo delle larve, (4) una maggiore esposizione ai predatori. Poche specie possono sopravvivere a questi cambiamenti. Una maggiore esposizione alla radiazione solare può avere effetti negativi sui ritmi e i cicli biologici di diverse specie, essendo questi aspetti ecofisiologici spesso regolati dalla temperatura, e può portare a temperature intollerabili anche per specie termofile (Bodenheimer, 1934; Brun, 1970; Alicata *et al.*, 1979; de los Santos *et al.*, 1988; Fallaci *et al.*, 1997; Di Stefano & Fattorini, 2000; Fattorini & Di Stefano, 2004). Sebbene la maggior parte dei tenebrionidi siano detritivori generalisti (Caussanel, 1965; 1970; Alicata *et al.*, 1979; Marcuzzi, 1982; Carpaneto & Fattorini, 2001, 2003; Fattorini & Carpaneto, 2001; Ferrer & Whitehead, 2002), e il detrito non sia di solito una risorsa limitante in condizioni naturali, gli ambienti costieri hanno di per sé una moderata copertura vegetale. Questa modesta copertura vegetale può sviluppare una quantità di detrito sufficiente alla persistenza di abbondanti popolazioni di detritivori, ma se la vegetazione naturale delle dune viene distrutta, anche il detrito viene meno. Piante con ampia massa aerea svolgono anche un ruolo importante come siti di rifugio per molte specie, che, nelle ore più calde della giornata, trovano ricovero alla base delle piante, dove le temperature sono più basse e l'umidità maggiore (Thérond & Bigot, 1964; Caussanel, 1965; 1970; Mifsud & Scupola, 1998; Aloia *et al.*, 1999; Di Stefano & Fattorini, 2000; Fattorini & Carpaneto, 2001; Ferrer & Whitehead, 2002; Fattorini, 2005). Nascondendosi alla base delle piante, i tenebrionidi possono inoltre più facilmente sfuggire ai predatori (Ayal & Merkl, 1994).

Gli effetti del *global warming* sono ancora inesplorati sui tenebrionidi, ma è possibile fare alcune importanti previsioni su come l'aumento delle temperature potrà condizionare le specie dei sistemi spiaggia-duna. Il clima è un fattore molto importante nel determinare la distribuzione dei tenebrionidi (Marcuzzi, 1965), per cui un incremento delle temperature porterà ad una modifica degli areali, favorendo le specie più termofile. Poiché è stato dimostrato in molte specie che i periodi di attività degli adulti (modelli fenologici) sono regolati dalle temperature e dalle precipitazioni (Bodenheimer, 1934; de los Santos *et al.*, 1988; Carpaneto & Fattorini, 2003), i cambiamenti climatici provocheranno gravi modificazioni nelle fenologie, alterando le relazioni interspecifiche e la struttura temporale delle comunità. Poiché la separazione temporale dello sfruttamento dell'ambiente (alternanza fenologica tra le specie) è un possibile meccanismo di regolazione della competizione nei tenebrionidi delle dune (Fallaci *et al.*, 1997), i cambiamenti climatici potranno provocare alterazioni gravi nel funzionamento degli ecosistemi costieri. Molte specie di tenebrionidi costieri evitano le temperature estreme dell'estate restringendo il loro periodo di attività alla primavera e all'autunno (Bodenheimer, 1934; de los Santos *et al.*, 1988; Carpaneto & Fattorini, 2001, 2003). Un aumento delle temperature medie provocherà una riduzione dei periodi di attività di queste specie. In particolare, una diminuzione delle precipitazioni autunnali potrebbe provocare la scomparsa del tipico picco di abbondanza che la maggior parte delle specie costiere mostra in questo periodo come conseguenza di una maggiore disponibilità d'acqua (Carpaneto & Fattorini, 2001, 2003).

Va anche ricordato che molte specie hanno ritmi di attività che permettono loro di evitare l'esposizione alle temperature più alte della giornata (Bodenheimer, 1934; Fallaci *et al.*, 1997; Aloia *et al.*, 1999; Di Stefano & Fattorini, 2000; Fattorini & Di Stefano, 2004). A temperature molto elevate, questi insetti si pongono in fase di riposo, risultando per lo più attivi solo la mattina o il pomeriggio, con valori più adatti di temperatura ed umidità. Restringendone il periodo di attività (mensile e giornaliera), un aumento delle temperature ridurrà drasticamente la possibilità per queste specie di sfruttare le già scarse risorse delle dune. La riduzione della possibilità di ottenere cibo (e quindi l'acqua, in esso contenuta o da esso ricavata per via metabolica) è particolarmente pericolosa per la sopravvivenza di questi insetti, legati ad habitat aridi e poveri di nutrienti, come le spiagge e le dune. Non è neanche chiaro se un aumento delle temperature potrà favorire le specie con attività tipicamente estiva, poiché anche queste, pur termofile, sono inibite da temperature troppo elevate. L'aumento delle temperature potrà favorire l'espansione di specie tipicamente desertiche, per cui è probabile che almeno alcune delle specie delle comunità dei tenebrionidi costieri dell'Italia meridionale vengano in futuro rimpiazzate da specie viventi in aree desertiche limitrofe (per esempio, del Sahara). Più in generale, ci si aspetta un'espansione delle specie più xerotermofile in generale, sebbene non vi siano ancora dati chiari a riguardo. Ad esem-

pio Marcuzzi (1982) riporta che *Pachychila frioli* ha ampliato la sua distribuzione in Puglia dagli anni '70 agli anni '80, e poiché questo è un tenebrionide termofilo associato a suoli aridi, è possibile che l'espansione in nuovi siti sia stata favorita da un aumento della temperatura e da una progressiva desertificazione determinata da pratiche agricole; tuttavia, va osservato che, con una sola eccezione, tutti i siti pugliesi in cui la specie è stata trovata dopo gli anni '70 non erano stati apparentemente investigati precedentemente, per cui è possibile che questa "espansione" sia in realtà solo il risultato di una migliore esplorazione dell'area. In ogni caso, i tenebrionidi rappresentano un gruppo di grande interesse per lo studio degli effetti del cambiamento climatico negli ecosistemi costieri italiani, e le specie sicuramente più indicative in tal senso andranno ricercate tra i tenebrionidi adattati alla vita desertica o subdesertica.

Un incremento nel livello marino, conseguente all'innalzamento delle temperature, avrà ovvi effetti sulle comunità di tenebrionidi delle spiagge e delle dune. L'effetto più immediato sarà la riduzione dello spazio disponibile per questi insetti. La fascia sabbiosa della spiaggia e delle dune è già in condizioni naturali molto stretta, e un aumento anche lieve ma rapido, del livello marino ne provocherà la pressoché totale scomparsa. Nel sistema spiaggia-duna, l'ambiente naturale mostra importanti variazioni ambientali perpendicolari alla linea di costa, dalla battigia alla duna interna, sicché si possono riconoscere diverse zone, ciascuna delle quali occupata da una particolare comunità di tenebrionidi (Colombini *et al.*, 1994, 1996; Fallaci *et al.*, 1997; Aloia *et al.*, 1999; Chelazzi *et al.*, 2005). L'effetto combinato dell'innalzamento del livello marino, dell'aumento della frequenza e dell'intensità delle esondazioni, dell'aumento dell'impatto del moto ondoso e dei venti – tutte possibili conseguenze del *global warming* – determinerà cambiamenti rapidi e profondi nella persistenza e nella organizzazione spaziale di questi ambienti, e tali cambiamenti avranno conseguenze drammatiche sulle specie che hanno zonazioni specifiche.

Tutti questi aspetti qualificano i tenebrionidi come un gruppo di particolare interesse per la conservazione degli ecosistemi spiaggia-duna, sebbene essi siano stati raramente presi esplicitamente in considerazione in programmi di tutela, ripristino o monitoraggio (eccezioni in proposito riguardano gli studi, inediti, delle comunità di tenebrionidi svolti da S. Fattorini per la localizzazione di biotopi particolarmente meritevoli di tutela nell'ambito del Progetto "Parco del Litorale" del Comune di Roma, per la stesura dei piani d'assetto dei Parchi naturali gestiti dall'Ente "RomaNatura", e per contribuire alla definizione delle linee guida per il restauro ecologico dell'area costiera protetta romana di Castelfusano, colpita da incendio).

Come osservato per gli insetti in generale (Balletto & Casale, 1991), la conservazione dei tenebrionidi può essere perseguita solo attraverso la conservazione dei loro habitat. Tuttavia, l'individuazione di quali debbano essere le aree, gli ambienti, o i biotopi a priorità di conservazione si basa usualmente sulla presenza di specie particolarmente minacciate. Pertanto, è essenziale stabilire quali specie si trovino in condizione di maggior pericolo. Quelli costieri sono di solito considerati ambienti di per sé a priorità di conservazione, ma è evidente che non tutte le coste possono essere oggetto di protezione, né tutti i siti sono altrettanto meritevoli. Stabilire quali siti richiedano/meritino più urgentemente tutela implica una valutazione del valore e dello stato conservazionistico delle loro faune. Se certi tenebrionidi vengono considerati particolarmente a rischio di estinzione, la loro presenza in un particolare sito potrà rappresentare un elemento di giudizio importante nella pianificazione territoriale e nell'adozione di particolari strategie conservazionistiche. Al momento non esistono liste rosse (globali o nazionali) che includano tenebrionidi mediterranei, né sono stati fatti tentativi di categorizzare le specie di qualche fauna in termini conservazionistici secondo i criteri proposti dalla IUCN. Come per la maggior parte degli altri insetti, la difficoltà maggiore è rappresentata dalla mancanza di adeguati dati di campo e dal grande numero di specie coinvolte. Tuttavia, Fattorini (Fattorini, 2008c, 2008d) ha proposto dei metodi, basati unicamente sui dati di raccolta di esemplari conservati nelle collezioni entomologiche, che permettono di ottenere piuttosto facilmente misure di rarità delle specie. Da tali misure sono stati costruiti anche indici di rarità delle comunità (Fattorini, 2008a), ma finora non sono state tentate applicazioni alle specie delle coste italiane.

Sebbene le specie in condizioni di maggior pericolo richiedano le misure più urgenti, altri fattori dovrebbero essere tenuti in considerazione nel determinare le priorità di conservazione. Per esempio, da un punto di vista biogeografico, in un programma di conservazione regionale, andrebbe assegnata priorità: (1) alle specie endemiche (per via della loro presenza circoscritta a quella particolare regione); (2) alle specie politipiche (allo scopo di preservare la loro variabilità genetica e quindi il loro potenziale evolutivo); (3) alle specie relitte (poiché la loro distribuzione è stata determinata da fattori storici non più operanti, sicché la loro presenza in una data regione non può essere ricostituita naturalmente per mezzo di dispersione). In effetti, questi criteri sono più o meno esplicitamente incorporati in quelli indicati dalla IUCN, ma essi potrebbero essere usati in forma più di-

retta nei programmi di conservazione, soprattutto quando la mancanza di particolari dati ostacola la realizzazione di liste rosse.

Vi è un evidente legame tra priorità delle specie e priorità degli ambienti (intendendo qui con quest'unico termine, per semplicità, anche altri concetti, collegati ma distinti, quali quelli di habitat, biotopi o siti), poiché un ovvio criterio utilizzato nell'assegnare priorità ad un ambiente è la presenza di specie prioritarie. A causa di questo ragionamento inerentemente circolare, un approccio conservazionistico orientato agli ambienti non può essere disgiunto da una valutazione della priorità delle specie. I coleotteri tenebrionidi dei sistemi costieri comprendono un gran numero di specie minacciate, e molte di esse sono in pericolo in quanto stenotopiche. Queste specie potrebbero essere importanti per stabilire gli ambienti a priorità di conservazione.

Poiché le conoscenze scientifiche di base, il tempo e le risorse economiche sono fattori limitanti, uno dei più dibattuti problemi della biologia della conservazione è l'uso di taxa selezionati come surrogati della diversità di altri taxa (Fattorini, 2008b). L'uso di gruppi indicatori come surrogato della ricchezza globale di specie è cruciale nella identificazione degli hot-spot a qualsiasi scala, ma può essere importante anche per stabilire priorità di conservazione per ecosistemi o biotopi in aree relativamente piccole ma eterogenee, dove è difficile o definitivamente impossibile ottenere inventari completi. Tuttavia, è oggetto di discussione se le specie di un certo gruppo tassonomico possano servire da indicatori della diversità di altri gruppi, poiché le caratteristiche ecologiche che influenzano la percezione e l'uso dell'ambiente variano all'interno e tra i gruppi (Fattorini, 2008b). Specie diverse hanno diverse preferenze o richieste ambientali, per cui è difficile che via sia una correlazione tra la ricchezza di specie in gruppi diversi. Tuttavia, l'uso, come gruppi indicatori, di taxa ecologicamente diversificati può rappresentare una possibile soluzione a questi problemi, aumentando la probabilità che almeno alcune delle specie presenti nel gruppo scelto abbiano preferenze/richieste ambientali simili a quelle di gruppi non considerati. Nella ricerca di gruppi indicatori appropriati, è utile, da un punto di vista pratico, scegliere gruppi sufficientemente ben conosciuti e facili da campionare. I tenebrionidi possono rappresentare in tal senso un gruppo particolarmente utile nelle aree mediterranee, soprattutto per i sistemi spiaggia-duna, poiché sono facili da raccogliere (mediante ricerca a vista, vaglio o trappole a caduta), sono relativamente ben conosciuti (soprattutto in alcuni paesi, tra cui l'Italia) e sono ecologicamente ben diversificati, con numerose specie caratteristiche di particolari biotopi. Per esempio, i tenebrionidi del genere *Phaleria* si trovano in gran numero sulle spiagge sabbiose, soprattutto lungo la battigia (e durante la fase di riposo anche nella duna, dove svernano infossati), risultandone caratteristici, con popolazioni assai più abbondanti di quelle di altri artropodi (come i tatlitridi e i tilidi) (Chelazzi & Colombini, 1989), normalmente utilizzati nello studio di questi ambienti.

Allo stesso modo, i generi *Xanthomus*, *Halammobia*, *Trachyscelis*, *Ammobius*, *Pseudoseriscius*, così come numerose specie dei generi *Erodius*, *Stenosis*, *Pimelia*, *Tentyria*, *Catomus*, *Nalassus* e *Gunarus* sono peculiari degli ecosistemi spiaggia-duna, dove mostrano, in molti casi, caratteristiche zonazioni (Binagli, 1964; Théron & Bigot, 1964; Bonometto & Canzoneri, 1970; Marcuzzi, 1964, 1982; Contarini, 1992; Colombini *et al.*, 1994, 2005; Fallaci *et al.*, 1994, 1997, 2002; Aloia *et al.*, 1999; Fattorini & Carpaneto, 2001, 2003; Fattorini & Maltzef, 2001; Fattorini, 2002; Chelazzi *et al.*, 2005). Sarebbe quindi interessante verificare se, in questi ambienti, la diversità dei tenebrionidi riflette quella di altri gruppi.

Più in generale, i tenebrionidi possono essere considerati importanti bioindicatori dello stato di salute degli ecosistemi spiaggia-duna, in quanto l'alta specializzazione verso particolari condizioni di microhabitat (Aloia *et al.*, 1999) li rende particolarmente sensibili ai cambiamenti ambientali. Per esempio, Jaulin & Soldati (2005) hanno proposto un metodo per valutare la qualità delle dune costiere francesi sulla base della presenza di specie bioindicatrici appartenenti alle famiglie Carabidae (3 specie), Scarabaeidae (6 specie) e Tenebrionidae (16 specie). Con questo metodo, ad ogni specie è associato un punteggio, variabile da 1 a 3, a seconda della loro rarità e fedeltà ambientale. Dopo aver accuratamente proceduto al campionamento in un particolare sito, si esegue la somma dei punteggi delle specie trovate, così da ottenere un punteggio complessivo per il sito in esame. Maggiore è il punteggio, maggiore è l'importanza conservazionistica del sito. È interessante osservare che delle 10 specie con punteggio massimo (punti 3), 7 sono tenebrionidi. Il sistema proposto da Jaulin e Soldati si basa sulla sola presenza delle specie, ma, come sottolineato da questi autori, il mancato rinvenimento di una specie non implica di per sé una bassa qualità ambientale. Una specie, infatti, può essere assente in un particolare sito a causa di ragioni diverse dal degrado ambientale, tra cui motivi biogeografici (non tutte le specie sono ugualmente distribuite in una certa regione), fenologici (una specie può non essere presente in un campionamento perché gli adulti non sono attivi nel periodo in cui viene effettuata la raccolta), e pedologici (sebbene la maggior parte delle specie psammofile siano associate a sabbia fine, alcune, come *Phaleria bimaculata*, vi-

vono su sabbia con grani maggiori). Per questo le tabelle dei punteggi vanno calibrate in funzione della posizione geografica del sito, così come è importante scegliere accuratamente i periodi di campionamento e tener conto delle caratteristiche fisiche dell'ambiente. Il metodo proposto da Jaulin e Soldati è, per la sua semplicità di applicazione e versatilità, sicuramente molto promettente, e attualmente è allo studio la realizzazione di tabelle analoghe per la fauna costiera italiana (S. Fattorini, ricerca in corso).

La creazione di una rete di aree costiere protette, distribuite lungo i litorali mediterranei, non solo italiani, rappresenta la strategia più ovvia e produttiva da seguire per la conservazione dei tenebrionidi dei sistemi spiaggia-duna. Sebbene sia già stato istituito un numero relativamente consistente di aree protette costiere (Blondel & Aronson, 1999; EEA, 1999), queste sono in genere piccole ed isolate. Una rete ecologica più efficace dovrebbe non solo includere un maggior numero di aree protette, ma anche la creazione e gestione di corridoi adeguati al mantenimento di una connettività ecosistemica. Si tratta di un obiettivo senz'altro impegnativo e difficile, a causa delle forti pressioni antropiche che investono le aree costiere. Per esempio, è certamente difficile stabilire aree protette per la conservazione delle zone umide litoranee, a causa della crescente importanza economica dei terreni su cui insistono per la conversione urbanistica o agricola, ma una pianificazione improntata a criteri di maggiore scientificità rappresenta un obiettivo non più eludibile.

La costruzione massiva di strade costiere (incluse le linee ferroviarie costiere) nel ventesimo secolo, la progressiva urbanizzazione, la creazione di infrastrutture turistiche, con le relative attività, hanno costituito e costituiscono importanti fattori di minaccia per gli ecosistemi spiaggia duna, su cui è oggi difficile intervenire con azioni di ripristino o "contenimento". Le strade costiere hanno impatti particolarmente drammatici in quanto rompono insanabilmente la continuità ecologica dei sistemi spiaggia-duna rispetto alle garighe e alle macchie. In alcune circostanze, le strade sono state persino costruite sulle zone occupate dalle dune, separando le dune interne da quelle esterne.

In tempi recenti, sono stati comunque effettuati tentativi di ripristino ecologico di sistemi dunali mediante l'impianto di *Ammophila arenaria* per stabilizzare la sabbia (De Lillis, 1998). A tale proposito va ricordato che l'uso di *A. arenaria* in Nord America (dove questa essenza è tuttora alloctona, essendo stata introdotta alla fine del XIX secolo) ha in realtà distrutto la struttura delle comunità di artropodi delle dune (Slobodchikoff & Doyen, 1977). Le ragioni di questi effetti negativi sono poco chiare. Tuttavia, è stato osservato che le dune dominate da *A. arenaria* supportano una minor diversità vegetale delle dune naturali, e la vegetazione è meno prostrata, risultando perciò meno facilmente accessibile ad animali fitofagi. Quindi gli effetti negativi di questa specie introdotta osservati sugli artropodi possono essere in realtà collegati a effetti di ordine più generale sulla diversità delle piante autoctone.

Nelle dune mediterranee, *A. arenaria* è una specie autoctona, e quindi è possibile che il suo utilizzo per stabilizzare le dune non sia qui negativo come in Nord America. Tuttavia, va sottolineato che le dune mediterranee sono sistemi comunque piuttosto complessi, comprendenti una notevole diversità di associazioni vegetali, a loro volta ospitanti diverse comunità animali. Un uso massiccio di *A. arenaria* produce in pratica monoculture, molto diverse dalle associazioni vegetali originali. Pertanto gli effetti di questa specie (soprattutto ad alte densità) dovrebbe essere indagato accuratamente negli interventi di ripristino. I tenebrionidi potrebbero in tal senso costituire un gruppo particolarmente indicato per lo studio degli effetti di *A. arenaria* negli interventi di ripristino.

Si è più volte richiamata l'attenzione sul ruolo esercitato dal turismo quale fattore di minaccia per la conservazione degli ambienti costieri. Negli ultimi anni, le richieste turistiche hanno, in effetti, stimolato interventi di conservazione ambientale, ma non sempre ciò che viene percepito dal turista come qualità dell'ambiente coincide con l'effettiva conservazione della naturalità superstita di un sito. Concezioni distorte della "pulizia" delle coste portano molto spesso alla conversione di ecosistemi seminaturali, seppur degradati, in ecosistemi completamente artificiali, poiché spiagge di pura sabbia sono considerate più "pulite", e quindi attraenti, di spiagge e dune con vegetazione degradata ma seminaturale o naturale, anche dai cosiddetti ecoturisti. Le future azioni di conservazione dovranno necessariamente comprendere non solo un'accurata gestione dei flussi turistici, sia nelle poche aree ben conservate, sia in quelle poco alterate, ma anche lo sforzo di diffondere una sensibilità ecologica meno superficiale.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- Aalbu R.L., Triplehorn C.A., Campbell J. M., Brown K. W., Somerby R. A. & Thomas D. B., 2002. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionidea. In: R.H. Arnett Jr., M.C. Thomas, P.E. Skelley & J.H. Frank (Eds.), American Beetles, Volume 2. CRC Press, Boca Raton, FL, 463-509.
- Alicata P., Caruso D., Costa G., Marcellino I., Motta S. & Petraia A., 1979. Comportamento, distribuzione spaziale e ritmi di attività di *Pimelia grossa* Fabr. (Coleoptera, Tenebrionidae). *Animalia*, 6, 33-48.
- Aloia A., Colombini I., Fallaci M. & Chelazzi L., 1999. Behavioural adaptations to zonal maintenance of five species of tenebrionids living along a Tyrrhenian sandy shore. *Marine Biology*, 133, 473-487.
- Angelici F., Latella L., Luiselli L. & Riga, F. J., 1997. The summer diet of the Little Owl (*Athene noctua*) on the Island of Astipalaia. *Raptor Research*, 31, 280-282.
- Ayal K. & Merkl O., 1994. Spatial and temporal distribution of tenebrionid beetles (Coleoptera) in the Negev Highlands, Israel. *J. Arid Environ.*, 27, 347-361.
- Balletto E. & Casale A., 1991. Mediterranean Insect conservation. In: N.M. Collins & J.A. Thomas (Eds), The conservation of insects and their habitats, Academic Press, San Diego, CA., 121-142.
- Binaghi G., 1964. Saggio sulla distribuzione della coleotterofauna sabulicola in un tratto di spiaggia laziale (Fregene-Roma). *Annali Mus. Civ. Stor. Nat. «G. Doria» Genova*, 75, 213-222.
- Blondel J. & Aronson J., 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*, Oxford University Press, Oxford.
- Bodenheimer F. S., 1934. Studies on the Ecology of Palestinean Coleoptera: II. Seasonal and diurnal appearance and activity. *Bull. Soc. Roy. Ent. Egypte*, 18, 211-241.
- Bombi P. & Bologna A., 2002. Use of faecal and stomach contents in assessing food niche relationships: a case study of two sympatric species of *Podarcis* lizards (Sauria: Lacertidae). *Terre Vie*, 57, 113-122.
- Bonometto L. & Canzoneri S., 1970. I Tenebrionidae delle spiagge e dune del litorale di Venezia. *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia*, 20, 223-231.
- Brun G., 1970. Cycle biologique de *Pimelia bipunctata* (Col. Tenebrionidae) dans les dunes du littoral provençal et languedocien. *Ann. Soc. Entomol. Fr. N.S.*, 6, 655-671.
- Capula M. & Luiselli L., 1994. Trophic niche overlap in sympatric *Tarentola mauritanica* and *Hemidactylus turcicus*: a preliminary study. *Herpetol. J.*, 4, 24-25.
- Carpaneto G. M. & Fattorini S., 2001. Spatial and seasonal organisation of a darkling beetle (Coleoptera Tenebrionidae) community inhabiting a Mediterranean coastal dune system. *Italian J. Zool.*, 68, 207-214.
- Carpaneto G. M. & Fattorini S., 2003. Seasonal occurrence and habitat distribution of tenebrionid beetles inhabiting a Mediterranean coastal dune (Circeo National Park, Italy). *Terre Vie*, 58, 293-306.
- Cassola F., 2002. Le cicindele e le coste: biogeografia e conservazione. *Biogeographia*, 23, 55-69.
- Caussanel C., 1965. Recherches préliminaires sur le peuplement de Coléoptères d'une plage sableuse atlantique. *Ann. Soc. Entomol. Fr. N.S.*, 1, 197-248.
- Caussanel C., 1970. Contribution a l'étude du peuplement d'une plage et d'une dune landaise. *Vie Milieu*, 21, 59-104.
- Chelazzi L. & Colombini I., 1989. Zonation and activity patterns of two species of the genus *Paleria* Latreille (Coleoptera Tenebrionidae) inhabiting an equatorial and a Mediterranean sandy beach. *Ethol. Ecol. Evol.*, 1, 313-321.
- Chelazzi L., Dematthaeis E., Colombini I., Fallaci M., Bandini V., & Tozzi C., 2005. Abundance, zonation and ecological indices of a coleopteran community from a sandy beach-dune ecosystem of the Southern Adriatic coast, Italy. *Vie Milieu*, 55, 127-241.
- Colombini I., Chelazzi L., Fallaci M. & Palesse L., 1994. Zonation and surface activity of some Tenebrionid beetles living on a Mediterranean sandy beach. *J. Arid Environ*, 28, 215-230.
- Colombini I., Aloia A., Fallaci M. & Chelazzi L., 1996. Spatial and temporal strategies in the surface activity of some sandy beach arthropods living along the French Atlantic Coast. *Mar. Biol.*, 127, 247-257.
- Colombini I., Fallaci M. & Chelazzi L., 2005. Micro-scale distribution of some arthropods inhabiting a mediterranean sandy beach in relation to environmental parameters. *Acta Oecol.*, 28, 249-265.
- Contarini E., 1992. Eco-profili d'ambiente della coleotterofauna di Romagna: 4 - arenile, duna e retroduna del-

- la costa adriatica. Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia, 41, 131-182.
- De Lillis M., 1998. Restoration and management of European sand dunes. J. Intern. Assoc. Environ. Design, 2, 31-40.
- de los Santos A., Montes C. & Ramírez Díaz L., 1988. Life histories of some darkling beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) in two Mediterranean ecosystems in the lower Guadalquivir (southwest Spain). Environ. Entomol., 17, 799-814.
- Di Stefano G. & Fattorini S., 2000. Corologia italiana di *Erodium siculus* ed osservazioni eco-etologiche nel Lazio (Coleoptera, Tenebrionidae). Boll. Ass. Romana Entomol., 55, 27-43.
- EEA – European Environment Agency, 1999. State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment, Environmental assessment series No 5, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Fallaci M., Colombini I. & Chelazzi L., 1994. An analysis of the Coleoptera living along a Tyrrhenian beach-dune system: abundance, zonation and ecological indices. Vie Milieu, 44 (3-4), 243-256.
- Fallaci M., Colombini I., Palesse L. & Chelazzi L., 1997. Spatial and temporal strategies in relation to environmental constraints of four tenebrionids inhabiting a Mediterranean coastal dune system. J. Arid Environ., 37, 45-64.
- Fallaci M., Aloia A., Colombini I. & Chelazzi L., 2002. Population dynamics and life history of two Phaleria species (Coleoptera, Tenebrionidae) living on the Tyrrhenian sandy coast of central Italy. Acta Oecol., 23, 69-79.
- Fattorini S., 2000. Is the Kestrel *Falco tinnunculus* able to discriminate against obnoxious beetles? Ornithologica, 10, 171-173.
- Fattorini S., 2001. Temporal and spatial variations in darkling beetle predation by kestrels and other raptors in a Mediterranean urban area. Biologia Bratislava, 56 /2, 165-170.
- Fattorini S., 2002. The Tenebrionidae (Coleoptera) of a Tyrrhenian coastal area: diversity and zoogeographical composition. Biogeographia, 23, 103-126.
- Fattorini S., 2005. I Coleotteri Tenebrionidi del Parco Nazionale del Circeo (Italia Centrale) (Coleoptera, Tenebrionidae). Boll. Ass. Romana Entomol., 60 (1-4), 47-104.
- Fattorini S., 2008a. How island geography and shape may influence species rarity and biodiversity loss in a relict fauna: a case study of Mediterranean beetles. The Open Conservation Biology Journal, 2: 11-20.
- Fattorini S., 2008b. Ecology and conservation of tenebrionid beetles in Mediterranean coastal areas. In: S. Fattorini (Ed). Insect Ecology and Conservation. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India, 165-297.
- Fattorini S., 2008c. A multidimensional characterization of rarity applied to the Aegean tenebrionid beetles (Coleoptera Tenebrionidae). J. Insect Conserv., 12: 251-263.
- Fattorini S., 2008d. Il concetto di rarità nella biogeografia della conservazione degli insetti. Atti della Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, 55, 2007: 89-96.
- Fattorini S. & Carpaneto G. M., 2001. Tenebrionid density in Mediotyrrhenian coastal dunes: habitat and seasonal variations (Coleoptera, Tenebrionidae). Fragm. entomol., 33, 97-118.
- Fattorini S. & Di Stefano G., 2004. Osservazioni biogeografiche ed eco-etologiche su *Pimelia bipunctata* in Italia (Coleoptera, Tenebrionidae). Boll. Ass. Romana Entomol., 59, 23-41.
- Fattorini S. & Maltzoff P., 2001. I Tenebrionidi della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Coleoptera, Tenebrionidae). Boll. Ass. Romana Entomol., 56, 245-300.
- Fattorini S., Manganaro A. & Salvati L., 1999a. Variations in the winter Little Owl *Athene noctua* diet along an urbanization gradient: a preliminary study. Avocetta – Journal of Ornithology, 23(1), 189.
- Fattorini S., Manganaro A., Piattella E. & Salvati L., 1999b. Role of the beetles in raptor diets from a Mediterranean urban area (Coleoptera). Fragm. entomol., 31 (1): 57-69.
- Fattorini S., Manganaro A., Ranazzi L., Cento M. & Salvati L., 2000. Insect predation by the Little Owl (*Athene noctua*) in different habitats in Central Italy. Rivista Italiana di Ornitologia, 70, 139-142.
- Fattorini S., Manganaro A. & Salvati L., 2001. Insect identification in pellet analysis: implications for the foraging behaviour of the raptors. Buteo – Journal on Birds of Prey and Owls, 12, 61-66.
- Ferrer J. & Whitehead P. F., 2002. The genus *Xanthomus* Mulsant, 1854 (Coleoptera: Tenebrionidae), its evolutionary history and conservation significance. Annales Zoologici Warszawa, 52, 383-401.
- Fontana P. & Kleukers R. M. J. C., 2002. The Orthoptera of the Adriatic coast of Italy (Insecta: Orthoptera). Biogeographia, 23, 35-53.

- Jaulin S. & Soldati F., 2005. Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon, Guide méthodologique sur l'élevation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de Coléoptères. OPIE-LR/DIREN-LR, Millas, 58 pp.
- Lo Cascio P., 1999. Note sul falco della regina, *Falco eleonora*, nell'Arcipelago Eoliano (Sicilia). Riv. Ital. Orn., Milano, 69, 187-194.
- Lovari S., 1975. The feeding habitus of four raptors in Central Italy. Raptor Research 8 (3-4) (1974), 45-57.
- Marcuzzi G., 1964. Observations on the relationships between tenebrionid fauna and soil. Pedobiologia, 4, 210-219.
- Marcuzzi G., 1965. Studi ecologici e faunistici sui Tenebrionidi (Col. Het.) della Puglia. Memorie di Biogeografia Adriatica, 6, 1-79.
- Marcuzzi G., 1981. Aspetti ecologici della tenebrionidofauna del Mediterraneo. Ecologia mediterranea, 7, 103-118.
- Marcuzzi G., 1982. Ecologia dei Tenebrionidi (Insecta, Coleoptera) dell'ecosistema litorale sabbioso della Puglia e della provincia di Matera (Italia), Quaderni CNR sulla "Struttura delle zoocenosi terrestri". 3. Ambienti mediterranei. I. Le coste sabbiose, CNR (Ed.), CNR Roma, 121-152.
- Marcuzzi G., 1994. Osservazioni ecologiche sui coleotteri della Puglia sude del Gargano e Provincia di Matera. Thalassia Salentina, 20, 29-47.
- Marcuzzi G., 1998. Tenebrionidi conosciuti dal Friuli - Venezia Giulia ed entroterra nordadriatico limitrofo (Italia Nord-Orientale) (Coleoptera, Heteromera, Tenebrionidae). Gortania, Atti Museo Friul. Storia Nat., 20, 173-213.
- Mifsud D. & Scupola A., 1998. The Tenebrionidae (Coleoptera) of the Maltese Islands (Central Mediterranean). Annali Mus. Civ. St. Nat. "G. Doria" Genova, 62, 191, 229.
- Moschetti G. & Mancini D., 1993. Dieta della civetta *Athene noctua* (Scopoli) e sue variazioni stagionali in un parco urbano in ambiente mediterraneo. Uccelli d'Italia, 18, 3-12.
- Natalini R., Manganaro A., Tomassi R., Ranazzi L., Pucci L., DeMartini L., De Giacomo U., Tinelli A., Piatella E. & Fanfani A., 1997. Spettro trofico del Barbagianni (*Tyto alba* (Scopoli, 1769)) e della Civetta (*Athene noctua* (Scopoli, 1769)) nella Tenuta di Castelporziano (Roma). Alula, 4, 20-28.
- Ricci S., Colombini I., Fallaci M., Scoccianti C. & Chelazzi L., 1998. Arthropods as bioindicators of the red fox foraging activity in a Mediterranean beach-dune system. J. Arid Environ., 38, 335-348.
- Schawaller W., 1999. Tenebrionid beetles in the Web of the Spider *Uroctea durandi* Walckenaer, 1809. Newsl. Br. Arachnol. Soc., 86, 8.
- Slobodchikoff C. N. & Doyen J. T., 1977. Effects of *Ammophila arenaria* on sand dune arthropod communities. Ecology, 58, 1171-1175.
- Soldati F., 2006. Les *Asida* Latreille, 1802 de la faune de France (Coleoptera Tenebrionidae). Supplément Rutilans, 2006-1, 1-56.
- Thérond J. & Bigot L., 1964. Les populations de Coléoptères des dunes littorales de Camargue. L'Entomologiste, 20, 38-49.
- Zerunian S., Franzini G. & Sciscione L., 1982. Little owls and their prey in a Mediterranean habitat Boll. Zool., 49, 195-206.
- Znari M. & El Mouden E., 1997. Seasonal changes in the diet of adult and juvenile *Agama impalearis* (Lacertilia: Agamidae) in the central Jbilet mountains, Morocco. J. Arid Environ., 37, 403-412.

BOX 6.2

Le tartarughe marine

Carlo Jacomini

Sono i rettili più grandi presenti in Italia, di forte effetto sul grande pubblico, tanto da meritarsi di entrare nel logo del recente incontro dei G8 a La Maddalena (Sardegna).

La famiglia Cheloniidae contiene 5 generi che racchiudono 6 specie viventi: *Caretta*, *Chelonia*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys* e *Natator*. Altri 22 generi si sono estinti in passato, così come 4 generi della famiglia Dermochelyidae, che sopravvive ai tempi nostri con la sola specie *Dermochelys coriacea* (il più grande rettile vivente). Tutte le tartarughe marine hanno una distribuzione limitata alle acque tropicali e subtropicali, solo alcune specie invece resistono nei mari temperati.

In Italia sono presenti la tartaruga comune o caretta (*Caretta caretta*), la più diffusa e con un areale esteso fino ai limiti delle correnti calde, la tartaruga verde o franca (*Chelonia mydas*) che è più tipica dei tropici e si trova prevalentemente nel più caldo Mediterraneo orientale, e l'occasionale tartaruga liuto o sfargide (*Dermochelys coriacea*).

La tartaruga comune è l'unica a riprodursi in Italia, con pochi esemplari che depongono ancora nelle Isole Pelagie (Lampedusa e Linosa), in Sicilia, Calabria e Basilicata, e lungo il litorale adriatico della Puglia; per nidificare necessita di spiagge sabbiose possibilmente indisturbate. È una specie che può compiere lunghi spostamenti, tanto che sono state registrate migrazioni transatlantiche. Si nutre prevalentemente di molluschi e crostacei, oltre a meduse, echinodermi, alghe, pesci e fanerogame marine.

La riproduzione avviene in primavera-estate (di solito tra maggio e gli inizi di agosto, con particolare concentrazione in giugno), ma ad intervalli di un anno o più. La femmina giunge a riva nelle ore notturne, in genere selezionando aree buie, poco frequentate e a basso impatto antropico.

Durante la stagione riproduttiva si possono avere da una a cinque deposizioni, ciascuna di un centinaio (40-190) di uova dal diametro di circa 4 centimetri, che vengono sepolte in una buca scavata nella sabbia soprattutto dell'alto eulitorale, spesso a ridosso delle dune embrionali, nei punti privi anche di vegetazione pioniera. Chiusa la buca, la femmina torna in mare, e dopo una quindicina di giorni può deporre un altro nido nella medesima o in altra località.

Il periodo di incubazione varia tra circa 40 e 80 giorni, a seconda della temperatura del nido, a sua volta dipendente della temperatura media esterna della località, dell'esposizione al sole della spiaggia, e dal tipo di sabbia (ad esempio, la schiusa avviene più tardi nelle spiagge calcaree, poiché le sabbie chiare riflettono maggiormente le radiazioni solari, mentre è anticipata in sabbie vulcaniche scure).

La profondità (circa mezzo metro) a cui viene deposto il nido permette di mantenere costante la temperatura delle uova, che schiudono in maniera abbastanza sincrona e i piccoli fuoriescono in massa dai nidi quando la temperatura esterna è relativamente più bassa (quindi di solito durante la notte, nel primo mattino o in giornate nuvolose o piovose), e raggiungono la battigia per guadagnare il mare. Sulla spiaggia, i pericoli naturali maggiori consistono nella predazione dei nidi e dei piccoli da parte volpi, tassi e, nelle aree vicino i centri abitati, soprattutto da cani randagi o rinselvatichiti. I piccoli sono inoltre catturati da un gran numero di pesci ed uccelli, in particolare gabbiani, e cercano subito di disperdersi al largo per diminuire le altissime percentuali di mortalità naturale nei primi anni di vita.

Le tartarughe marine sono oggi minacciate dall'inquinamento, dall'impatto (illegale o accidentale) delle attività di pesca e dalla sempre più ridotta disponibilità di siti adatti alla nidificazione. In mare, si segnala una preoccupante diminuzione delle tartarughe di maggiori dimensioni, sintomo di un abbassamento dell'età media delle popolazioni, preludio per la scomparsa della popolazione riproduttiva.

Essendo legate alle spiagge per la deposizione, risentono fortemente del disturbo umano, e una delle maggiori fonti di minaccia deriva proprio dalla scomparsa degli habitat originari indisturbati. Sono inoltre stati segnalati casi di nidi distrutti da macchine per il movimento terra utilizzate per il ripascimento e livellamento dei litorali, da cingolati per la pulizia delle spiagge e da fuoristrada. I piccoli, nel percorso verso il mare, seguono la maggiore luminosità relativa del mare, e possono pertanto essere sviati dalle luci artificiali nell'entroterra.

In tutto il Mediterraneo sono conteggiate circa 5000/6000 nidificazioni annue, concentrate soprattutto nel settore orientale, mentre in Italia sono stati segnalati al massimo solo una ventina di nidi l'anno.

BIBLIOGRAFIA

- Argano R., Basso R., Cocco M., & Gerosa G., 1992. Nuovi dati sugli spostamenti di Tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) in Mediterraneo. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, 56-57: 137-164.
- Argano R., Cocco M., Di Palma M. G., Jacomini C. & Zava B., 1991. Dati preliminari sulla distribuzione stagionale di *Caretta caretta* (L., 1758) Chelonia, Reptilia, nei mari italiani. Suppl. Ric. Biol. Selv., XVI: 189-191.
- Balletto E., Barone B., Cecconello M., D'Andrea A., Dell'Anna L., Di Marco S., Dominaci A., Giacoma C., Mari F., Maglietta F., Nannarelli S., Nicolini G., Piovano S., Pozzi L., Solinas M. & Zannetti A., 2001b. Azioni urgenti di conservazione di *Caretta caretta* nelle Isole Pelagie. Pianura, 13: 223-226.
- Balletto E., D'Andrea A., Giacoma C., Piovano S., & Zannetti A. (Eds), 2001a. Promoting cooperation of Life-Nature beneficiaries and other projects for the protection of sea turtles. Proc. Int. Workshop, Rome, 23th October 2001, Prov. Reg. Agrigento, CTS Roma, 58 p.
- Bowen B. W., Avise J. C., Richardson J. I., Meylan A. B., Margaritoulis D. & Hopkins-Murphy S. R., 1993. Population structure of Loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Conservation Biology, 7: 834-844.
- Broderick A. C., Glen F., Godley B. J. & Hays G. C., 2002. Estimating the number of green and loggerhead turtles nesting annually in the Mediterranean. Oryx, 36(3): 227-235.
- Bruno S., 1986. Tartarughe e Sauri d'Italia. Ed. Giunti Martello, Firenze.
- Casale P., 2008. Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities. WWF Italy, Rome. 73 pp.
- Casale P., Cattarino L., Freggi D., Rocco M., Argano R. 2007a. Incidental catch of marine turtles by Italian trawlers and longliners in the central Mediterranean. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 17: 686-701.
- Casale P., Freggi D., Basso R., Argano R. 2005a. Oceanic habitats for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. Mar. Turtle Newsl. 107: 10-11.
- Casale P., Freggi D., Basso R., Vallini C., Argano R. 2007b. A model of area fidelity, nomadism, and distribution patterns of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. Mar. Biol. 152: 1039-1049.
- Casale P., Freggi D., Basso R., Argano R. 2005b. Interaction of the static net fishery with loggerhead sea turtles in the mediterranean: insights from mark-recapture data. Herp. J. 15: 201-203.
- Casale P., Freggi D., Gratton P., Argano R., Oliverio M. 2008b. Mitochondrial DNA reveals regional and inter-regional importance of the central Mediterranean African shelf for loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). Sci. Mar. 72(3):541-548.
- Casale P., Freggi D., Rocco M. 2008a. Mortality induced by drifting longline hooks and branchlines in loggerhead sea turtles, estimated through observation in captivity. Aquatic Conservation: Mar. Freshw. Ecosyst. 18: 945-954.
- Caughley G., 1994. Directions in conservation biology. J. Anim. Ecol., 63: 215-244.
- Cocco M., Argano R. & Basso R., 1988. Loggerhead (*Caretta caretta*) in Italian waters (Reptilia, Cheloniidae). Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., 31: 287.
- Deflorio M., Aprea A., Corriero A., Santamaria N. & De Metrio G., 2005. Incidental captures of sea turtles by swordfish and albacore longlines in the Ionian sea. Fisheries Science, Vol. 71 Issue 5: 1010 - 1018.
- Frazer N. B., 1992. Sea Turtle conservation and Halfway technology. Conservation Biology, 6: 179-184.
- Galia F., Freggi D., d'Angelo S., & Lo Valvo M., 2006. An unusual nest activity along southern Sicilian Coasts: A hope for sea turtle survival? Pp. 295-296 in: M. Frick, A. Panagopoulou, A. F. Rees, and K. Williams (comps.), Book of Abstracts, Twenty-sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, April 3-8, 2006, Island of Crete, Greece. International Sea Turtle Society, Athens, Greece.
- Gerosa G. & Casale P., 1999. Interaction of Marine Turtles with Fisheries in the Mediterranean. Mediterranean Action Plan UNEP (RAC/SPA). Tunis Cedex, 59 pp.
- Groombridge B., 1989. Marine turtles in the Mediterranean. A report to the Council of Europe. Environment Conservation and Management Division. Document T-PVS (88) 42.
- Groombridge B., 1990. Marine turtles in the Mediterranean: Distribution, population status, conservation. Coun-

- cil of Europe, Nature and Environment Ser. No. 48, 98 p.
- Ireland J. S., Broderick A. C., Glen F., Godley B. J., Hays G. C., Lee P. L. M. & Skibinski D. O. F., 2003. Multiple paternity assessed using microsatellite markers, in green turtles *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) of Ascension Island, South Atlantic. *J. Experimental Marine Biology and Ecology*, 291: 149-160.
- Jacomini C., 1994. *Biologia e conservazione delle tartarughe marine (Chelonioidea) in Mediterraneo*. Tesi di Laurea. Università degli studi di Roma "La Sapienza".
- Jesu R., 1995. La nidificazione delle tartarughe marine sulle coste italiane. In: Ballasina D. (Ed.), *Red data Book on Mediterranean Chelonians*. Edagricole - Edizioni Agricole, Bologna, pp.169-181.
- Laurent L., Bradai M. N., Hadoud D. A. & El Gomati H. M., 1995. Marine turtle nesting activity. Assessment on Libyan coasts. Phase 1: survey of the coast between the Egyptian border and Sirte. MBRC, MEDASSET, RAC/SPA, TCEP, WWF, 59 pp.
- Laurent L., Casale P., Bradai M. N., Godley B. J., Gerosa G., Broderick A. C., Schroth W., Schierwater B., Levy A. M., Freggi D., Abd El-Mawla E. M., Hadoud D. A., Gomati H. E., Domingo M., Hadjichristophorou, L. Kornaraky, Demirayak F., & Gautier C., 1998. Molecular resolution of marine turtle stock composition in fishery by-catch: a case study in Mediterranean. *Molecular Ecology*, 7 : 1529-1542.
- Laurent L., Lescure J., Excoffier L., Bowen B., Domingo M., Hadjichristophorou M., Kornaraky L. & Trabuchet G. 1993. Genetic studies of relationships between Mediterranean and Atlantic populations of loggerhead turtles *Caretta caretta* with a mitochondrial marker. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 316: 1233-1239.
- Lutcavage M. E., Plotkin P., Witherington B. & Lutz P. L., 1997. Human impacts on Sea Turtle survival. In: Lutz P. L. & Musick J. A. (Eds), *The biology of Sea Turtle*. CRC Press, pp. 387-409.
- Margaritoulis D., Argano R., Baran I., Bentivegna F., Bradai M. N., Caminas J. A., Casale P., De Metrio G., Demetropoulos A., Gerosa G., Brendan J. G., Haddoud D. A., Houghton J., Laurent L. & Lazar B., 2003. Loggerhead Turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives. In: Bolten X. & Witherington X. (Eds), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Book, Washington DC, Chapter 11: 175-198.
- Mingozzi T., Masciari G., Massolo A., Pisani B., Russo M. & Tripepi S., 2004. Il "Progetto Caretta Calabria": risultati dei primi cinque anni d'indagine (2000-2004). 5° Congr. Naz. Soc. Herpt. It., Calci (Pisa), 29 settembre - 3 ottobre 2004, book of abstracts, p. 68-69.
- Mingozzi T., Masciari G., Paolillo G., Pisani B., Russo M. & Massolo A., 2007. Discovery of a regular nesting area of loggerhead turtle *Caretta caretta* in Southern Italy: a new perspective for national conservation. *Biodiversity and Conservation*, 16: 3519-3541.
- Mingozzi T., Russo M., Pisani P., Sperone E., Paolillo G. & Tripepi S., 2000. Nidificazioni di *Caretta caretta* lungo la Costa ionica calabrese: tentativo di censimento tramite ricognizione aerea. First Italian Meeting on the Sea Turtle Biology and Conservation, Policoro (MT), 19-20 ottobre 2000, book of abstracts, p. 3.
- Mingozzi T., 2007. Loggerhead nesting in Italy: Personal communication. In SWOT Report—State of the World's Sea Turtles, vol. 2 (2007).
- Mingozzi T., Cambié G., Crispino F., Mico N. & Urso S., 2006. Loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Italy: A reappraisal of nesting activity within the national scenario. Pg. 308 in: M. Frick, A. Panagopoulou, A. F. Rees, and K. Williams (comps.), *Book of Abstracts, Twenty-sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, April 3-8, 2006, Island of Crete, Greece. International Sea Turtle Society, Athens, Greece.
- Nannarelli S., De Lucia A., Dominici A. & Piovano S., 2006. Nesting activity of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* on the Pocket Beach of Linosa Island. Pg. 309 in: M. Frick, A. Panagopoulou, A. F. Rees, and K. Williams (comps.), *Book of Abstracts, Twenty-sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, April 3-8, 2006, Island of Crete, Greece. International Sea Turtle Society, Athens, Greece.
- Panagopoulou A., Koutsodendris A. & Margaritoulis D., 2008. Interactions with small scale fisheries in Greece: An important factor for the reduction of turtle mortality at sea. Pg.262 in: Rees A.F., Frick, M., Panagopoulou A., and Williams K. (Eds.). *Proceedings of the 27th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569.
- Paolillo G., Pisani B., Russo M., Focarelli C., Tripepi S. & Mingozzi T., 2000. Spiaggiamenti e nidificazioni di *Caretta caretta* in Calabria: sintesi 1988-1999. First Italian Meeting on the Sea Turtle Biology and Conservation, Policoro (MT), 19-20 ottobre 2000, abstracts, p. 7-8.

- PNUE-MAP, 2000. Action Plan for the Conservation of Mediterranean Marine Turtles. CAR/ASP, Tunis, 51 p.
- Pritchard P. C. H. & Mortimer J. A., 1999. Taxonomy, External Morphology, and Species Identification. pp. 21-38. In: Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, & M. Donnelly (Editors). 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. (<http://www.iucn-mtsg.org/publications/>)
- Russo G., Di Bella C., Loria G. R., Insacco G., Palazzo P., Violani C. & Zava B., 2003. Notes on the influence of human activities on sea chelonians in sicilian waters. J. Mt. Ecol., 7 (Suppl.): 37-41.
- Russo M., 2001. Ricerche sui siti riproduttivi di tartaruga marina *Caretta caretta* (L., 1758) in Calabria: tentativo di censimento lungo la costa ionica. Tesi di laurea Università della Calabria, 106 pp.
- Schroth W., Streit B. & Schierwater B., 1996. Evolutionary handicap for turtles. Nature 384: 521-522.
- Webster W. D. & Cook K. A., 2001. Intraseasonal nesting activity of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in southeastern North Carolina. American Midland Naturalist, 145: 66.

BOX 6.3

Correlazione fra la dinamica delle popolazioni di fratino, *Charadrius alexandrinus*, e l'integrità ambientale dei litorali sabbiosi laziali

Loris Pietrelli, Massimo Biondi, Patrizia Menegoni

(tutte le foto del Box sono di Massimo Biondi e Loris Pietrelli)

Tra gli ambienti terrestri, le aree costiere sono quelle che più hanno risentito della completa mancanza di adeguate politiche di sviluppo anche perché si è arrivati tardi a comprenderne l'importanza in relazione alla difesa del territorio. In particolare, in ambito costiero, la duna costituisce uno degli ecosistemi più fragili e sottoposto a continui stress a seguito dello smantellamento fisico dell'ambiente ed in particolare della continuità delle strutture dei cordoni dunali. Tale pratica, perpetrata per decenni per far posto a centri balneari, strade, ferrovie litoranee e porti (unitamente all'erosione marina derivante dal prelievo indiscriminato di materiali nei fiumi) ha determinato un aumento della vulnerabilità costiera con relativa riduzione delle protezioni naturali. Tutto ciò, in particolare, si riflette su flora e fauna presenti in questi ambienti rendendo le singole specie e le fitocenosi di appartenenza molto vulnerabili. Per alcune specie, infatti, la scelta dei territori di riproduzione risulta spesso difficile a causa delle trasformazioni ambientali intercorse rispetto agli anni precedenti.

È questo il caso del fratino, *Charadrius alexandrinus*, e del corriere piccolo, *Charadrius dubius*, piccoli uccelli che depongono le uova direttamente sulla sabbia senza alcuna protezione ed a pochi passi dalla battigia. Appare chiaro quindi quanto le attività antropiche, soprattutto la pulizia delle spiagge con i vagli, possano rendere le popolazioni di questi Charadriidi estremamente vulnerabili fino ai limiti dell'estinzione. Se per il corriere piccolo, che predilige i greti ciottolosi dei torrenti, la spiaggia rappresenta un adattamento, per il fratino, poco adattabile, la spiaggia rappresenta il suo habitat di elezione e ciò lo rende più vulnerabile.

Nel Lazio, nel 2008, è, infatti, avvenuto quanto da tempo si temeva: nessuna coppia nidificante lungo la costa è riuscita ad involare un piccolo. Altre regioni italiane si trovano attualmente in una situazione analoga o peggiore perché questa specie, nei loro ambiti territoriali, risulta estinta.

Il litorale laziale presenta un'elevatissima discontinuità sia in termini strutturali che vegetazionali e ciò è attribuibile in modo particolare ad alcuni periodi storici (anni 70) nei quali si sono innescati fenomeni di urbanizzazione incontrollata, diffusa ed in alcuni casi devastante. In particolare quasi tutti i comuni del litorale sono interessati da tratti fortemente degradati, dove è decisamente improbabile qualsiasi tipo di intervento ricostruttivo. Alcuni di questi come Fondi, Latina, Nettuno, Anzio, Ardea, Pomezia, Ostia, Fiumicino, Santa Marinella, presentano visibilmente le tracce di una forte carenza di pianificazione ambientale della costa. Anche dove si è intervenuti per restaurare lo si è fatto non pensando alla sostenibilità del progetto con spreco di tempo e denari.

Lo studio della biologia riproduttiva e della dinamica delle popolazioni di questi *Charadriiformes* può fornire una ulteriore chiave di lettura del degrado delle coste laziali e delle possibili azioni di ripristino ambientale. A volte, infatti, le trasformazioni dell'ambiente risultano lente e la presenza di alcune specie può rendere significativa la correlazione fra la presenza dei *Charadriiformes* ed il degrado ambientale dei litorali.



Fig. 1: Femmina di fratino in prossimità delle uova



Fig. 2: Pullo di pochi giorni

Attività ricreative e ambiente: una difficile convivenza

La maggior parte dei frequentatori delle spiagge in genere non è a conoscenza del significato ecologico dello spazio (zona intertidale) in cui si deposita il materiale spiaggiato e soprattutto quanto questo particolare habitat sia importante ai fini conservazionistici. Affinché l'ecosistema "spiaggia" rimanga integro è, infatti, necessario garantire la presenza di almeno una frazione dei detriti trasportati dal mare che invece per i frequentatori della spiaggia rappresentano un "rifiuto" da rimuovere per agevolare la loro permanenza sulla battigia. Sicuramente la quantità di detriti spiaggiati aumenta ogni anno e ciò costituisce un ostacolo alla fruibilità delle spiagge, è necessario quindi trovare modalità idonee per conciliare le attività ricreative con l'ambiente.

La pulizia meccanica della spiaggia ha un elevato impatto sull'ecosistema in quanto provoca una forte compattezza della sabbia, rimuove una significativa quantità di sostanza organica e, soprattutto, un alto numero di invertebrati per uno strato profondo almeno 15 cm. L'habitat può essere così distrutto con grave impatto sull'ecosistema in quanto viene sottratta un'importante fonte di cibo per molti animali che frequentano le battigie quali uccelli e piccoli mammiferi.

Senza considerare, poi, che questa parte di spiaggia gioca un ruolo essenziale nel profilo strutturale del litorale, compresa la formazione del sistema dunale tanto importante ai fini della salvaguardia della costa stessa.

La pulizia manuale permette, invece, di mantenere inalterato l'ecosistema ed è quindi da preferire a quella meccanica, anche in termini occupazionali dovendo impiegare manodopera stagionale.



Fig. 3: Pulizia della spiaggia



Fig. 4: Operazione spiaggia pulita!

Alcuni studi scientifici hanno ampiamente dimostrato come il ricorso alla pulizia meccanica, non selettiva, riduca significativamente la presenza di invertebrati quali *Phaleria provincialis*, *Orchestia gammarella*, *Hallamobia pellucida* o la rara *Eurynebria complanata* che, insieme a molti altri, rappresentano un'importante fonte di cibo per uccelli, stanziali e migratori, che si alimentano lungo le spiagge quali: piovanello, beccaccia di mare, voltapietre, fratino, corriere piccolo, corriere grosso etc.

Ormai da anni, lungo le coste, si assiste alla sistematica pulizia dei litorali sabbiosi mediante l'impiego di mezzi meccanici prima destinati alla pulizia serale solo all'interno degli stabilimenti balneari delle località più frequentate (Ostia, Fregene etc.) e quindi meno significative dal punto di vista naturalistico.

Successivamente questa pratica è stata purtroppo adottata da chiunque abbia un'attività stagionale sulla spiaggia, dai titolari di campeggi più isolati come dai consorzi di case edificate a pochi metri dal mare.

La pulizia meccanica è solo una fra le cause che compromettono fortemente la funzionalità del sistema dunale poiché a questa vanno aggiunte: l'uso improprio di macchine fuoristrada, il motocross, gli sbancamenti per fare posto a nuovi punti di ristoro e la concessione, accordata senza fare alcuna verifica sulla sostenibilità, di ampi arenili per esercitare il *kitesurf*.

Resta comunque il fatto che la pulizia meccanica risulta, attualmente, la causa principale del declino dei Charadriiformi nidificanti sulla spiaggia.



**Fig. 5: Esempio di spiaggia pulita secondo il bagnante tipo.
Un esempio, fra i tanti, di pessima gestione della spiaggia**

Nel 1989 in un tratto di spiaggia antistante al consorzio di abitazioni sorto lungo il tratto terminale del fiume Incastro (Marina di Ardea, Roma) sono stati rinvenuti ben 6 coppie di fratino che, con precisione sconcertante, iniziavano a deporre le uova nello stesso metro quadro e agli inizi della seconda decade di marzo. Un paio di settimane dopo la deposizione si poteva assistere all'arrivo del suo competitore, il Corriere piccolo, *Charadrius dubius*, che cercava di occupare le posizioni migliori per deporre le proprie uova. Negli anni successivi il consorzio ha cominciato a pulire sistematicamente la spiaggia, comprese le aree marginali dove il fratino era stato relegato negli anni successivi, ed oggi, primavera del 2009, sebbene l'insistenza di una coppia, le cui uova vengono sistematicamente distrutte, la specie può considerarsi estinta in quel tratto di litorale. In questo tratto di spiaggia il livellamento della sabbia ha determinato inoltre la sistematica distruzione di quei pochi accenti di duna ancora visibili: l'ammofila e l'agropyron sono spariti e il pancrazio, una volta abbondante, è stato "addomesticato" in aiole ornamentali.

Il quadro normativo

È fuori dubbio che una normativa attenta alle problematiche più specifiche della gestione dei litorali, che non sia, quindi, orientata al solo abusivismo edilizio, possa quantomeno fornire gli strumenti per intervenire nei confronti di chi attenta all'integrità dell'ecosistema spiaggia. Fra le ragioni della mancata elaborazione specifica di regole relative alla gestione delle zone costiere è necessario considerare alcuni vincoli quali quelli attinenti all'esistenza del "Demanio marittimo" oggetto di una disciplina propria. La legge 183/89 (norme per la tutela del suolo) e successivamente il D.lgs 112/98 affidano alle regioni la protezione delle zone costiere. Sarebbe pertanto auspicabile che le regioni ampliassero i loro piani di gestione aggiungendo anche le modalità di *management* dei tratti di spiaggia affidati a terzi. È importante sottolineare infine che non vi è alcuna differenza fra le modalità di gestione operate da privati o da amministrazioni pubbliche.

Sempre dal punto di vista normativo, se vi fosse una precisa volontà di tutelare i litorali a nostro avviso, si potrebbe ricorrere anche al D.Lgs n. 42/2004 secondo il quale qualsiasi modificazione del territorio, realizzata in assenza del nulla osta o in difformità da esso, configura il reato paesaggistico in quanto si tratta di modificazioni che ledono il bene oggetto di tutela. Le profonde alterazioni arrecate dalla pulizia meccanica delle spiagge sicuramente ledono il bene alterandone oltre l'aspetto, la funzionalità: a maggior ragione certi interventi andrebbero perseguiti.



Fig. 6: Uova di fratino



Fig. 7: Nidi di corriere piccolo con uova e pulli appena nati

Il fratino nel Lazio

Il fratino è essenzialmente legato alle zone costiere, predilige spiagge a contatto diretto con il mare, al contrario di *C. hiaticula* e *C. dubius* che si spingono maggiormente nell'interno. La specie tende a frequentare zone con vegetazione scarsa, rive di laghi costieri o foci di corsi d'acqua, dove cattura vermi, molluschi, piccoli crostacei ed insetti. Non è difficile osservarlo lungo la spiaggia camminare a testa bassa con il becco aperto per catturare gli insetti che si trovano sulla sabbia, in superficie. Un altro metodo utilizzato è quello di smuovere con le zampe il terreno umido per trovare eventuali insetti nello strato sottostante. Entrambi i sessi difendono attivamente il territorio di nidificazione inseguendo e lottando contro gli intrusi, e quando un ipotetico predatore si avvicina, il fratino si allontana dal nido fingendosi ferito (e quindi di facile cattura) per attirarlo lontano dai piccoli per poi involarsi indisturbato. Quando gli adulti avvistano un intruso, avvisano i piccoli con dei richiami, ai quali essi rispondono rimanendo immobili a terra.

In alcuni siti si possono rinvenire nidi di *C. alexandrinus* poco distanti ed in posizione marginale rispetto a quelli di *C. dubius*. Gli individui tendono ad aggregarsi, soprattutto in periodo invernale, però, vista l'esiguità delle popolazioni, lungo le spiagge laziali s'incontrano coppie/individui isolati. Nei primi anni '90 nel Lazio la specie deponeva le uova secondo la seguente ripartizione: duna 80%, aree industriali e terreni costieri di ripporto 10% e saline 10%.

Dal 2007 ad oggi, per trasformazioni intercorse (Porto di Civitavecchia e Saline di Tarquinia) e conseguente perdita di ambienti idonei la specie nel Lazio si riproduce esclusivamente in ambiente dunale (dati inediti degli autori). Nei primi anni '90 il fratino nidificava anche all'interno delle Saline di Tarquinia. In ambito dunale, inoltre, l'85% delle deposizioni avviene solitamente nella fascia compresa fra la battigia e la prima duna ossia a meno di 20-25 m dall'acqua. Questa consuetudine limita fortemente l'incremento della popolazione locale essendo la specie soggetta ad una pressione eccessiva soprattutto durante la stagione balneare.

Questo intenso disturbo, associato alla predazione naturale, comporta un'elevata perdita di nidi e, soprattutto, l'inutilità, ai fini riproduttivi, della seconda deposizione che generalmente avviene a fine giugno-inizio luglio. Considerata la sensibilità della specie e la documentata influenza derivante dalle attività turistiche e ricreative, il successo riproduttivo del fratino è paradossalmente correlabile all'affluenza sulle spiagge durante i fine settimana! Infatti, l'abbandono anche temporaneo del nido aumenta sensibilmente la possibilità di predazione da parte di uccelli e mammiferi.

Ormai da qualche anno la specie nel Lazio è a rischio di estinzione, avendo mostrato una scarsa adattabilità alle nuove condizioni ambientali: la sua esistenza sembra dipendere dalla presenza delle aree più o meno protette ancora disponibili nella Regione.

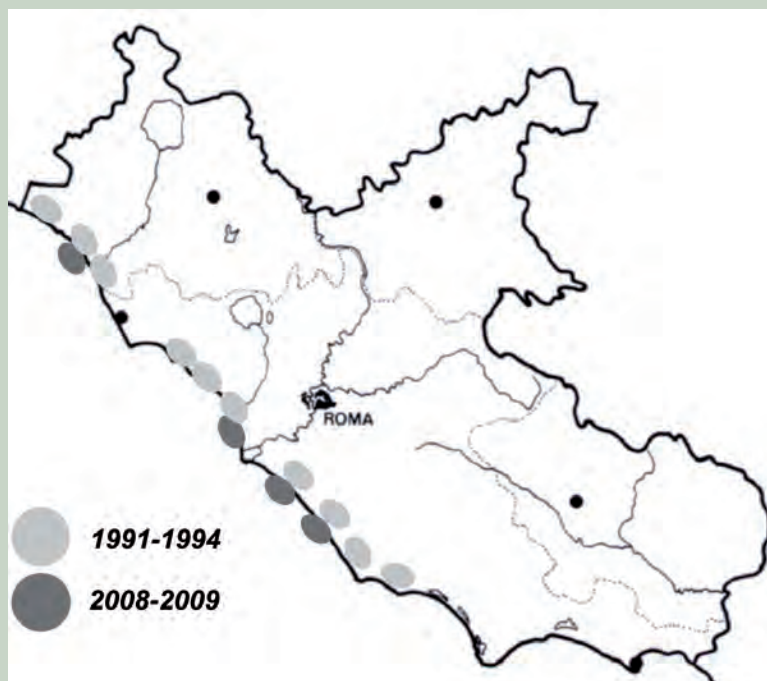


Fig. 8: Siti di nidificazione del fratino nel Lazio

L'entità della popolazione nidificante è scesa negli ultimi venti anni da 33-36 coppie nidificanti distribuite in 18 differenti siti, a 8/9 coppie (nel 2009) distribuite in 6 siti, di cui uno protetto (fig. 8).

Per il fratino la perdita di habitat idonei, derivante dalle trasformazioni ambientali avvenute quali ad esempio la costruzione della centrale di Montalto di Castro, l'ampliamento del Porto di Civitavecchia, la costruzione del Porto turistico di Ostia, gli insediamenti più o meno abusivi a Focene, Capocotta, alla foce del Torrente Incastro e presso il Lido dei Gigli, è all'origine della forte riduzione del numero di coppie nidificanti. L'erosione delle coste rende inoltre inadatti o scarsamente idonei alcuni siti costieri precedentemente utilizzati. Anche all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, dove risiedeva la popolazione più stabile di *C. alexandrinus*, si sta assistendo ad una forte riduzione di coppie presenti. La conseguenza di questo degrado generalizzato, a cui si deve aggiungere la pulizia meccanica ed i numerosi raid notturni di macchine fuoristrada, è che le coppie stabili nel tempo appaiono attualmente solo quelle che nidificano in biotopi residui (spesso temporanei) in aree non protette e che devono la loro "protezione" allo stato di abbandono in cui si trovano.

La presenza di biotopi temporanei può occasionalmente fornire alternative che però solo in parte sopperiscono alle esigenze riproduttive della specie.

Periodo/anno	Successo schiusa	Successo riproduttivo	Deposizioni
1991-1993	50 % (*)	26.7 % (*)	107
2007	27 %	12 %	13
2008	25 %	22 %	17
2009	22 %	11 %	12

Tab. 1: Andamento dei parametri riproduttivi del fratino

(*)valori medi annuali

Interventi di conservazione delle popolazioni di Charadriidi

Il ruolo della predazione sui *Charadriidae*, da parte di mammiferi e uccelli, non è ancora ben chiaro, però, da dati sia bibliografici che rilevati direttamente, negli ultimi anni si può ragionevolmente imputare a questo fattore una certa responsabilità nel declino delle popolazioni locali. Pertanto la protezione del nido in queste aree può giocare un ruolo importante nel sostenere tali popolazioni ed è in quest'ottica che, negli anni passati, è stato elaborato un progetto da abbinare agli interventi di riqualificazione ambientale nell'ambito dell'ecosistema dunale del Parco del Litorale.

Lo scopo del progetto è stato quello di creare strutture in grado di:

- escludere l'accesso ai predatori;
- non precludere i movimenti degli adulti in cova e dei pulli dopo la schiusa delle uova;
- non alterare il comportamento degli adulti prima e durante la nidificazione.

Sull'esempio della specie nordamericana corriere melodioso *Charadrius melodus* (altro *Charadriidae* che deve il suo declino al disturbo antropico ed alla perdita di habitat idonei alla riproduzione), sono state approntate apposite "gabbie" a protezione dei nidi.

Nel litorale di Castelporziano, più del 90% delle nidificazioni di fratino controllate nel periodo 1991-'94 sono state rinvenute nella zona afitoica e nella prima fascia dunale caratterizzata dalle successioni che vanno dal *Cakiletum*, all'*Agropyretum* fino all'*Ammofiletum* mentre la totalità delle deposizioni attribuibili al Corriere piccolo sono state localizzate nella fascia caratterizzata dalla presenza del *Crucianelletum maritimae*.

Per quanto riguarda il successo riproduttivo, nell'area di Castelporziano dove è precluso l'accesso al pubblico è la predazione da parte di mammiferi ed uccelli la causa principale del basso successo riproduttivo.

Fra i mammiferi particolarmente abbondante il numero di Volpi, *Vulpes vulpes*, che, indisturbate, estendono il loro territorio fino alla duna, mentre fra gli uccelli una numerosa colonia di Gabbiani reali, *Larus cachinnans*, e Gabbiani comuni, *Larus ridibundus*, (4-500 individui immaturi regolarmente estivanti) ed un gruppo di Cornacchie grigie, *Corvus corone cornix*, rappresentano un serio problema alla nidificazione delle due specie presenti (Tab. 3).

Nel litorale di Castelporziano, l'impatto antropico è piuttosto basso ed in alcuni casi nullo, fatta eccezione per l'area a nord che ospita uno stabilimento balneare, dove fra l'altro si riscontrano gli unici fenomeni di abbandono del nido soprattutto nei confronti della seconda deposizione, che avviene a stagione balneare avviata.

	<i>Charadrius alexandrinus</i>	<i>Charadrius dubius</i>
Nidi	45	7
Distanza media dal mare (m)	41.1	96.7
Fascia afitoica	48.9%	-
<i>Cakiletum</i>	40.0%	-
<i>Agropyretum</i>	11.1%	14.3%
<i>Crucianelletum</i>	-	85.7%

Tab. 2: Localizzazione dei nidi trovati lungo il litorale di Castelporziano negli anni 1991-'94

	<i>Charadrius alexandrinus</i>	<i>Charadrius dubius</i>
N° nidi controllati	45	4
Predazioni	62.2%	85.7%

Tab. 3: Predazione sul nido negli anni 1991-94

Nel 1996 il metodo è stato provato, con successo, a fine stagione su una coppia che ha dimostrato di accettare la gabbia senza alcun problema.

Nel 1997 e nel 1998 è stata eseguita una campagna di prove più ampia allo scopo di valutare, anche in termi-

ni statistici, l'efficacia del metodo. Sono stati controllati, pertanto, 14 nidi di *Charadrius alexandrinus* e due nidi di *Charadrius dubius*.

I risultati sono esposti in tab. 4 e, nella limitatezza dei dati disponibili, è possibile constatare che le cause di insuccesso sono da attribuire a fattori antropici (deposizioni avvenute a ridosso di una schiera di cabine) e ad una violenta mareggiata che ha colpito il litorale compromettendo tutte le deposizioni.

	<i>Charadrius alexandrinus</i>			<i>Charadrius dubius</i>		
	1997	1996	1998	1996	1997	1998
Deposizioni	1	7	6	-	1	1
Schiusure	1	4	4	-	1	1
Abbandono:						
- cause antropiche	-	1	2	-	-	-
- mareggiate	-	2	-	-	-	-

Tab. 4: Nidi sottoposti a controllo negli anni 1996-'98

Nel 2007 un'esperienza analoga è stata riproposta nella spiaggia antistante all'area protetta di Torre Flavia: lo scopo è stato quello di salvaguardare la riproduzione di *Charadrius dubius*. Ogni anno, infatti, il corriere piccolo depone inutilmente le uova in quanto la schiusa non giunge a buon fine. La realizzazione di una leggera struttura di protezione ha permesso, negli anni in cui è stato fatto l'intervento, di arrivare alla regolare schiusa delle uova.

Il risultato ottenuto appare incoraggiante in quanto le due specie, *Charadrius alexandrinus* e *C. dubius* hanno sempre mostrato di accettare la recinzione purché messa in opera a fine deposizione. Infatti, gli individui controllati non hanno mostrato di subire alcun impedimento ai loro spostamenti, dovuto alla presenza della recinzione.

Questa esperienza ha permesso di verificare la fattibilità di interventi di salvaguardia delle popolazioni di Charadridi che dovrebbero essere inserite nell'ambito degli interventi di riqualificazione degli ambienti dunali.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Biondi M., Pietrelli L., Guerrieri G. e Martucci O., 1992. Selezione di habitat e riproduzione del Corriere piccolo lungo la costa laziale. *Avocetta* 16: 41-43.
- Biondi M., Pietrelli L., Cannavicci A., Baldi G., Menegoni P. e De Martino L., 1996. Il successo di schiusa del Corriere piccolo, *Charadrius dubius*, nidificante in un'area costiera urbanizzata del Lazio. Atti del convegno "L'avifauna degli ecosistemi di origine antropica. Napoli 1994. Electa Ed. 108-113.
- Biondi M. e Pietrelli L. 1997. Parametri riproduttivi di Corriere piccolo *Charadrius dubius* in aree campione del Lazio. *Alula* III: 62-67.
- Biondi M. e Pietrelli L. 1997. Il Corriere piccolo *Charadrius dubius* in ambienti costieri fortemente antropizzati. *Ecologia Urbana* 2/3: 24-25.
- Boano et al. (Eds). 1995. Atlante degli uccelli nidificanti nel Lazio. *Alula* 1/2:1-224.
- Pietrelli L. e Biondi M. 1995. Svernamento del Fratino *Charadrius alexandrinus* lungo la costa laziale. *Avocetta* 19: 94.
- Pietrelli L., Biondi M., Menegoni P., D'Amelia D. e De Giacomo U. *Charadriiformes* nidificanti in un'area industriale. Atti del convegno "L'avifauna degli ecosistemi di origine antropica. Napoli 1994. Electa Ed. 124-127.
- Pietrelli L., Biondi M., Menegoni P., Martucci O. 1997. La nidificazione del Fratino *Charadrius alexandrinus* nel Lazio. *Avocetta* 21:131.
- Pietrelli L., Biondi M., Menegoni P., Martucci O., 1997. La nidificazione del Fratino *Charadrius alexandrinus* nel Lazio. *Avocetta* 21:131.
- Biondi M. Pietrelli L. Rapporto tecnico Progetto *Charadriidae* in Località Torre Flavia. 2007 (inedito).

7. DATI CARTO-TELERILEVATI, QUALI FONTI INFORMATIVE PER L'ANALISI DELLE VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA

Massimo Morigi, Massimo Paone

Durante la Conferenza straordinaria sull'Ambiente marino costiero tenutasi a Portoferraio (Isola d'Elba) nel 2004, fu presentato il Rapporto sullo stato dell'Ambiente in Toscana, nel quale si denunciava: "... il litorale toscano ha perso negli ultimi 20 anni circa 214.000 m² di spiaggia ...". Per affermazioni di questo tipo, e quindi per misurare elementi del territorio, quali ad esempio un litorale, una linea di riva, una fascia marino-costiera etc., sono assolutamente necessari alcuni dati di tipo geografico e strumenti di base tra i quali:

- sistemi informativi territoriali e geografici;
- banche dati geografiche aggiornate e dinamiche (multiscala, multitemporale).

Tuttavia, una volta effettuate le misure, dovrebbe essere condotta dell'analisi sulle possibili cause; nel caso specifico, misurate le variazioni di una linea di costa nel corso del tempo, nulla ancora è possibile affermare circa i potenziali fattori scatenanti, naturali ed antropici. Banalizzarle, però, il fenomeno erosivo riconducendolo al verificarsi di eventi marini calamitosi o al cambiamento climatico in atto e al conseguente innalzamento del livello dei mari rappresenta una mera semplificazione di un problema così complesso da richiedere invece un approccio interdisciplinare e multidisciplinare.

Certo è che le cause naturali sono uno, ma non l'unico, degli elementi in gioco, qualora si volesse analizzare la complessa tematica legata alla variazione della linea di costa. Infatti, come evidenziato da numerosi studi pregressi e come illustrato in seguito, il mancato apporto di sedimenti fluviali indotti da sbarramenti a monte, le opere di captazione e di irrigazione e più in generale la pressione antropica sulla matrice ambientale non possono e non devono assolutamente essere trascurati. Occorre, pertanto, affrontare la problematica attraverso un approccio interdisciplinare e integrato che permetta lo studio di un sistema complesso, quale quello della dinamica dei litorali, in modo da evitare l'ormai sorpassata visione riduzionista e possibilista che prevedeva l'analisi del solo tratto di costa e della prospiciente zona marino-costiera.

In secondo luogo, è possibile asserire che, una volta costruito un sistema informativo territoriale popolato di informazioni, omogenee e uniformi per raccolta e metodologia, esso risulterà inefficace se mancherà un'adeguata e reale diffusione e divulgazione delle informazioni, in grado da una parte d'informare correttamente ed esaustivamente il cittadino (che questo si attende dalla pubblica amministrazione) e, dall'altra, d'innescare una virtuosa sinergia tra Enti pubblici, centrali e territoriali, in modo da arrivare insieme e più efficacemente ad una visione (e gestione) integrata delle criticità ambientali.

Premesso tutto ciò, per entrare nel merito del tema "sistema costiero", ricordiamo alcuni nodi di discussione emersi anche nella sopracitata Conferenza straordinaria del 2004:

- la materia "mare" è difficilmente quantificabile e analizzabile e spesso i dipartimenti tecnici o i centri di gestione delle risorse idriche tendono a non considerare approfonditamente la questione;
- il mare significa equilibrio tra spinte di salvaguardia e ripristino dell'ambiente costiero, da una parte, e potenzialità ed occasioni di sviluppo, dall'altra, attraverso il turismo "sostenibile", il sistema portuale e l'intermodalità, il sistema dei beni culturali e quello delle isole etc.;
- vengono concentrati sempre più interessi economici in ambito costiero;
- il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare viene spesso richiamato

dagli stessi Enti regionali, provinciali o comunali a rispettare gli impegni, rinnovare convenzioni, istituire Aree Marine Protette;

- opere effettuate nel territorio per impedirne il dissesto idrogeologico hanno determinato, a volte, conseguenze nefaste sul trasporto solido verso le foci dei fiumi;
- i monitoraggi sono solo uno strumento di controllo, mentre è necessario individuare le cause che provocano certi danni ambientali;
- le criticità ambientali devono esser studiate non singolarmente, ma nell'ottica di una gestione integrata e in modo sinergico tra gli attori in gioco.

7.1 Un po' di storia

In Italia, già agli inizi del secolo passato, le foci fluviali e poi progressivamente le spiagge più distanti furono interessate dai primi segnali di erosione costiera dovuti a cause diverse, quali l'abbandono delle campagne, la ricrescita dei boschi, gli interventi di bonifica, la massiccia estrazione di materiale dagli alvei dei fiumi e gli interventi di regimazione dei corsi d'acqua rivelatisi, in molti casi, inutili o dannosi. Gli effetti di questa dissennata politica del territorio, dovuti essenzialmente alla scarsa coscienza ambientalista di quei tempi, erano così preoccupanti da rendere necessaria la promulgazione, il 4 luglio 1907, di una specifica "Legge per la difesa degli abitati dall'erosione marina".

Nonostante ciò, molti insediamenti abitativi e industriali continuarono ad essere costruiti in prossimità del mare, dove il fenomeno dell'erosione era già in atto, e aumentarono a seguito delle migrazioni dall'interno verso la costa dopo le bonifiche delle paludi costiere dalla malaria, con relativo incremento sia delle vie di comunicazione, sia della conseguente presenza antropica e sia della distruzione delle zone umide retrodunali.

In quegli anni la difesa delle coste veniva di fatto intesa solo come "*protezione delle strutture abitative e delle vie di comunicazione*", con interventi automatici dello Stato laddove tali insediamenti erano minacciati dall'erosione, attraverso la costruzione di opere di difesa rigide, quali "*pennelli, scogliere parallele a riva o di ogni altro lavoro idoneo a fermare l'erosione*", così come espressamente previsto dalla citata L. 4/7/1907. In realtà, delle tre possibilità vennero attuate solo le prime due, ossia la costruzione di scogliere ortogonali o parallele alla riva, rinunciando alla possibilità di percorrere strade diverse ed innovative, anche per il fatto che, escludendo naturalisti o ecologi, il personale tecnico chiamato ad intervenire era costituito, il più delle volte, da soli ingegneri e geologi formati nella costruzione dei porti e per i quali le scogliere costituiscono la soluzione più ovvia per proteggere la costa dall'attacco delle onde.

La scarsa attenzione ai problemi ambientali e una limitata conoscenza dei processi costieri, in quegli anni, favorì anche la costruzione di porti lungo le coste basse, intercettando il flusso dei sedimenti lungo riva e causando, o incentivando, l'erosione delle spiagge poste sottoflutto, nonostante le indicazioni e i suggerimenti di illustri professori e dirigenti dello Stato per una differente difesa delle coste, o meglio "*difesa del suolo delle spiagge italiane*". Tra loro, è doveroso ricordare, quantomeno per il prorompente e diffuso impegno, il prof. Gino Passerini dell'Accademia dei Georgofili e Direttore dell'Istituto sperimentale per la Difesa del suolo di Firenze, che nel gennaio del 1956 presentò una memoria all'Accademia, corredata da fotografie di alcune zone devastate dalle mareggiate del 1951-1952 e da precise proposte sulle opere da farsi a protezione dei litorali.

Nel giorno stesso in cui il prof. Passerini aveva letto la sua memoria, l'Accademia dei Georgofili indisse (invano) un Congresso nazionale per gli studi e per i provvedimenti contro le erosioni marine, congresso che fu rimandato di mese in mese per oltre due anni, finché nel febbraio del 1958, il Governo di allora sollecitò, indirettamente, gli organizzatori a soprassedere. Le Autorità

centrali imposero, quindi, che non si parlasse di erosioni delle coste nonostante la memoria del prof. Passerini che denunciava come: *“I fenomeni delle erosioni marine si verificano in forma più o meno grave, ma progressiva, sui ben 7.420 chilometri di sviluppo dei litorali italiani”* e la relazione presentata nel 1954 dall’ing. Giuseppe Tortarolo, Presidente del Magistrato alle Acque, al Convegno delle Bonifiche Venete tenutosi a Padova, il cui oggetto era *“L’erosione del litorale dell’Alto Adriatico e la difesa del territorio”*. Da questa relazione, tra l’altro, emergeva che: *“... non vi può essere dubbio che tra le cause che hanno contribuito a facilitare le erosioni dei litorali di Jesolo e del Cavallino, le più importanti sono state: gli sbarramenti del Piave e dei suoi affluenti costruiti, per i vari impianti idroelettrici, in questi ultimi 50 anni, ed anche, ma in minori proporzioni, le irrigazioni, che sottraendo acque al fiume, contribuiscono anche esse a diminuire il quantitativo di materiali solidi, che altrimenti arriverebbero alle foci. Siamo davanti, anche in questo caso, ad una serie di opere (quelle idroelettriche ed anche quelle per le irrigazioni) che, certamente, rappresentano considerevoli progressi tecnici, e nessuno potrebbe, oggi, seriamente, chiedere che esse siano demolite o in parte inutilizzate, per rendere possibili nuovi ripascimenti delle spiagge che difendono Venezia...”*. Di seguito, nella relazione si richiedeva che *“...tuttavia mi pare che se si addiverrà, come è assolutamente indispensabile, ad uno studio sistematico...necessario per salvare i litorali ... si dovrà anche riflettere sulla possibilità di far contribuire alla creazione di tali difese coloro che hanno, con la costruzione degli impianti idroelettrici, con opere di irrigazione e con un enorme asporto di sabbie dai letti dei fiumi, diminuita, in proporzioni molto considerevoli, la possibilità di ripascimento dei litorali veneziani...”*.

Quindi, già nel 1954, i punti focali di riferimento per la salvaguardia dei litorali erano sia lo sviluppo di uno studio sistematico delle cause, sia il coinvolgimento di quanti avessero partecipato alla generazione di tali cause negative, anticipando la filosofia dell’attuale principio della Comunità europea di *“chi inquina paga”*.



Fig. 7.1: Cartografia di sintesi delle spiagge venete in erosione, allegata alla relazione Tortarolo – Sullam (1954)

Nel 1957, a seguito delle calamità avvenute nel giugno di quell'anno, venne emanata la legge n. 554 “*relativa all'autorizzazione di spesa per la riparazione di danni causati dalle calamità naturali del giugno 1957 in Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, e Delta Padano*”, al cui interno (articolo 5) si stabiliva che lo Stato, e per esso il Ministero dei Lavori pubblici, avrebbe provveduto anche alle opere “*per la protezione a mare delle bocche fluviali*”. Una legge eccezionale che però, se ha consentito la costruzione o il rafforzamento di alcune dighe marine nel Delta Padano, è rimasta, purtroppo, un provvedimento temporaneo anche perché i fondi assegnati non risultarono sufficienti ad effettuare realmente tutte le opere, che sarebbero state (e lo sono tuttora) necessarie per porre riparo ai danni causati dalle “calamità naturali”.

Un'altra ragione della mancata o inefficiente difesa delle zone costiere, risiedeva nei vincoli ordinamentali del nostro paese, derivanti dalla rigida categoria del “demanio marittimo” e dell'elastica nozione di zona costiera nella normativa.

Nell'ambito dei beni pubblici, quelli appartenenti al demanio marittimo sono oggetto di una disciplina propria, desumibile oltre che dai principi generali contenuti nel Codice civile, dalle specifiche norme dettate dal Codice della navigazione, che all'art. 28 individua precise categorie, quali:

- il lido, la spiaggia, i porti, le rade;
- le lagune, le foci dei fiumi che sboccano in mare, i bacini di acqua salsa o salmastra che almeno durante una parte dell'anno comunicano liberamente con il mare;
- i canali utilizzabili ad uso pubblico marittimo.

L'acquisto o la perdita del requisito della demanialità diventa così un aspetto determinate, proprio per il regime giuridico cui sono sottoposti i beni demaniali, derivante dalla loro natura di *res extra commercium*. Di conseguenza, tali beni sono inalienabili, imprescrittibili ed inespropriabili, tanto da far prevedere, all'art. 829 del Codice civile, che “*Il passaggio dei beni dal demanio pubblico al patrimonio dello Stato deve essere dichiarato dall'autorità amministrativa. Dell'atto deve essere dato annunzio nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica*”.

Da una parte, avendo associato al concetto di costa quello di terreno demaniale, per tutti gli anni '60 solo poche parti del demanio marittimo sono state “aggredite” dal punto di vista ambientale, dato che in ogni caso a termini di legge “*solo in casi eccezionali lo Stato può dare in concessione ai privati o a soggetti pubblici porzioni limitate del demanio marittimo*”.

Dall'altra, la scelta nel 1979 dell'allora Ministero della Marina mercantile e delle altre amministrazioni statali di dotarsi dello strumento politico della pianificazione, conferì sempre più alle Regioni la delega nella gestione dei litorali, se destinati all'uso turistico-ricreativo, in attesa di un Piano ambientale delle coste, peraltro mai promulgato.

Pianificazione prevista, alla fine degli anni ottanta, in alcuni importanti provvedimenti normativi a difesa delle coste, quali la legge 979/82 recante “*Disposizioni per la difesa del mare*”, da cui sarebbe dovuto derivare un vero e proprio “*Piano Mercantile Generale di difesa del mare*”, che prevedeva (art. 3) l'istituzione di:

- una rete di osservazione della qualità dell'ambiente marino, organizzata in programmi di monitoraggio triennali che il Ministero dell'Ambiente coordina, finanzia e svolge insieme alle Regioni;
- un centro nazionale di coordinamento, raccolta dati e supporto decisionale per le emergenze di inquinamento nel settore dei trasporti e per la sorveglianza costiera.

La reiterata mancata realizzazione di questo strumento di riferimento ha rappresentato un ulteriore *vulnus* per le politiche di gestione dell'ambiente marino e costiero, in aggiunta alla frammentazione delle competenze nella fascia costiera, anche se emergevano sempre più evidenti i bisogni di integrazione tra la difesa delle aree marino-costiere e lo “*sfruttamento*” delle loro risorse (termine presente nell'art. 44 della Costituzione, anche se non sempre utilizzato in modo equilibrato).

Anche per superare tali conflittualità, con la legge 183/89 recante “*Norme per la difesa del suolo*” veniva affidata alle Regioni la delega delle funzioni amministrative relative alla difesa delle coste (art. 10, comma 7), con esclusione delle zone comprese nei bacini di rilievo nazionale e delle aree di preminente interesse nazionale per la sicurezza dello Stato e della navigazione marittima. Con la cosiddetta Legge Bassanini (D.L. 112/98) poi, venivano definitivamente conferiti alle Regioni e agli Enti locali funzioni e compiti amministrativi riguardanti la difesa del suolo, tra cui quelli di rilievo nazionale per la protezione, la sicurezza e l’osservazione della qualità dell’ambiente (art. 69 comma 1), e specificatamente in merito a:

- protezione ed osservazione delle zone costiere (art. 70, comma 1, lettera a);
- programmazione, pianificazione e gestione integrata di interventi di difesa delle coste e degli abitati costieri (art. 89);
- rilascio delle concessioni di beni del demanio della navigazione interna, del demanio marittimo e di zone di mare per finalità diverse da quelle di approvvigionamento di fonti di energia (art. 105, lett. 1), con problematiche di competenza non ancora completamente risolte.

A seguito di questi trasferimenti si iniziò a parlare di “sistema di gestione delle coste” all’interno di Piani regionali di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico, per l’attuazione di interventi prioritari di recupero e riequilibrio dei litorali etc. Con successive deliberazioni, alcune Regioni approvarono, inoltre, programmi di investimenti strategici finalizzati a garantire la sostenibilità dello sviluppo economico delle aree costiere, e trasferirono alle Province le funzioni di progettazione e realizzazione delle opere di difesa delle coste e degli abitati costieri, e ai Comuni le funzioni riguardanti il rilascio delle concessioni di beni del demanio della navigazione interna, del demanio marittimo e di zone di mare territoriale per finalità diverse da quelle di approvvigionamento di fonti di energia.

Ancora oggi però, in molti casi non del tutto positivi, gli obiettivi di una gestione integrata si perdono per l’eccessiva parcellizzazione delle competenze o per la mancanza di esperienze professionali consolidate, a livello locale.

7.2 Un po’ di chiarezza sulle linee di base, di bassa marea, di base diritta e di riva

Per misurare l’estensione della zona di mare posta sotto la sovranità di un determinato Stato costiero, chiamata “mare territoriale”, si deve inequivocabilmente definire fin dove si estende il territorio di quello Stato, in senso stretto, e dove inizia il mare. In generale questa demarcazione è chiamata linea di base e può non corrispondere con la costa fisica.

L’esigenza di delimitare il limite tra mare e territorio propriamente detto risiede nel fatto che da questa linea, di regola, si quantificano le ampiezze anche della zona contigua, della zona di pesca o zona economica esclusiva e della piattaforma continentale, tutte zone queste che si trovano al di là del mare territoriale.

Nel tempo si sono succeduti vari criteri di delimitazione, a partire già dal diritto romano, dove la linea di divisione tra mare e terra era fissata in corrispondenza a quella dell’alta marea. Altri criteri prevedevano la linea di divisione mobile con l’andamento della marea. Altri ancora impiegarono la linea delle acque navigabili o la linea intermedia tra bassa ed alta marea.

Oggi il criterio adottato è quello della linea della bassa marea (media delle maree sizigiali) affermatosi definitivamente nel XIX secolo e chiamata anche linea di base normale. Il suo tracciato può variare a seguito di fenomeni naturali e di pressione antropica.

E’ consuetudine prevedere casi nei quali ci si possa discostare dalla linea di base normale (o anche bassa marea) quando la costa è frastagliata da profonde insenature, come nel caso dei

fiordi norvegesi, o se presso la costa vi siano isole, isolotti, scogli affioranti, bassi fondi. Risulta quantomeno fondamentale, quindi, definire concettualmente una linea che segua quanto più possibile la costa e che si basi su punti il più possibile duraturi. Questa linea è chiamata linea di base diritta (o anche linea di base retta) ed è composta da segmenti.

La linea di base diritta può coincidere in alcuni tratti con la linea di base normale ed il suo tracciato è determinato da norme giuridiche e varia a seguito di eventi non naturali, quali la formazione di nuove regole o la decisione dello Stato costiero di avvalersi di regole che non aveva ritenuto opportuno adottare prima.

Per chiarire le idee:

- la linea di base normale è avulsa dalla volontà dello Stato;
- la linea di base diritta è definita per legge, per cui rispecchia volontà e desideri, non solo geografici, dello Stato.

Infatti, il criterio della linea di bassa marea (o linea di base normale) si applica *ipso jure*, ossia indipendentemente da qualsiasi volontà dello Stato costiero, per poter colmare un possibile vuoto giuridico in assenza di volontà.

Con il R.D. 30 marzo 1942 n. 327, l'Italia adottò la linea di bassa marea come linea di base normale dalla quale misurare il mare territoriale e con il DPR 26 aprile 1977 n. 816 venne fissata la linea di base diritta.

Veniamo ora alla linea di riva che si riferisce: all'interfaccia fra mare e terra, il cosiddetto limite tra sabbia asciutta e bagnata. Essa viene classificata come:

- *linea di riva artificiale*: tratto di costa delimitati da infrastrutture realizzate a ridosso della linea di riva, quali porti, banchine e opere di difesa aderenti;
- *linea di riva naturale*: tratto di costa naturale, eventualmente protetto da opere di difesa artificiali non aderenti la riva, quali scogliere o isolotti;
- *linea di riva fittizia*: tratto di costa fittizio introdotto, per continuità topografica, in corrispondenza delle foci fluviali.



Fig. 7.2: Le tre tipologie di linea di riva (SIGC – ISPRA - Servizio Difesa delle Coste)

Infine, per una definizione del concetto di “spiaggia”, comprensiva della parte emersa e sommersa, che si estende fino alla cosiddetta profondità di chiusura, si rimanda, al capitolo 4.

BOX 7.1

Stato ecologico delle coste

A seguito della *Direttiva 2000/60/CE* per le acque costiere e degli obiettivi di buona qualità fissati per il 2015, è stata intrapresa una strategia comune in sede Commissione Europea attraverso diversi gruppi di lavoro e linee guida *legally not-binding*, ossia “non stringenti”.

Per superare le difficoltà dovute ai diversi approcci di ogni Stato, si è finalmente giunti alla definizione di tre “Eco-Regioni”: l’Atlantica, la Baltica, la Mediterranea.

Gli Stati della terza ecoregione (Italia, Francia, Spagna e Grecia) hanno scelto di caratterizzare tutti i corpi idrici secondo sistemi tipologici in modo da arrivare a condizioni di riferimento (gli *standard*). Nel caso delle *coste* si è scelta ad esempio una differenziazione in sole quattro tipologie:

- costa rocciosa e fondale basso (M1),
- costa rocciosa e fondale profondo (M2),
- costa sabbiosa e fondale basso (M3),
- costa sabbiosa e fondale profondo (M4).

Lo “*stato ecologico*” è stato suddiviso in cinque categorie: elevato, buono, medio, mediocre e pessimo. Il problema per gli elementi biologici consiste nello stabilire le “deviazioni” dagli standard. Si è provato ad introdurre un indicatore, l’EQR (*Environmental Quality Ratio*), dato dal banale rapporto tra il valore osservato e quello di riferimento e che, quindi, fornisce valori tanto migliori quanto più si avvicina a 1.

Tutta la procedura, che risulta molto vaga, necessita di essere standardizzata attraverso un *processo di intercalibrazione*, con la scelta di alcuni siti per confrontare i dati sulla qualità biologica misurati dai diversi Stati. Tale processo, già avviato, (*Intercalibration WG ECOSTAT*) prevede appunto:

- la definizione di una rete di siti,
- l’analisi dei dati disponibili,
- un esercizio di intercalibrazione, attraverso il confronto degli EQR.

Nel caso dei tipi di costa già accennati, sono stati scelti 4 siti per ogni tipologia, per un totale di 16 siti aventi valori elevato/buono e buono/mediocre.

7.3 I dati storici carto-telerilevati di riferimento

I dati carto-telerilevati di base risultano ad oggi uno degli strumenti più utilizzati negli studi delle evoluzioni costiere e permettono di avere, qualora vengano rispettati alcuni dettami geotopografici (geografici, topografici e cartografici), una valenza tecnico-scientifica.

I dati di riferimento storici più noti, di norma generati su supporto cartaceo o informatizzati successivamente per scansione, sono:

- cartografia IGM alla scala 1:25000;
- cartografia catastale;
- carta tecnica regionale alla scala 1:10000;
- voli aerofotogrammetrici;
- dati bibliografici.

Le aerofotogrammetrie di riferimento sono:

- volo R.A.F. del 1943-44 (non a copertura Nazionale)
- volo G.A.I. del 1954-44 (a copertura Nazionale)
- volo del 1994, commissionato dalla Marina Mercantile per il catasto del demanio marittimo alla Soc. Tecnologie Avanzate di Noci (Ba) ed eseguito dalla Soc. di lavoro aereo Avioriprese di Napoli. Tale commessa prevedeva due coperture: AQ (scala 1:13000) e BQ (scala 1:5000) a *copertura Nazionale delle linee di costa*.
- voli eseguiti a vario titolo da Regioni, Province, Comuni, Comunità Montane etc.

Per quanto attiene l'uso di cartografia è bene ricordare l'influenza dell'errore di graficismo nella lettura e nell'utilizzo della cartografia disegnata.

Quando si costruisce una carta disegnata, e anche quando la si usa, si commette un errore metrico dovuto al fatto che gli oggetti vengono rappresentati con un tratto grafico, che crea di per sé stesso una indeterminazione.

Facciamo un esempio: un punto che sulla carta alla scala 1:2.000 ha un diametro di 0,2mm, rappresenta nella realtà un cerchio di diametro di 40cm, valore che si ottiene moltiplicando l'errore di graficismo di 0,2 mm per 2.000. In egual misura, la dimensione trasversale del segmento che unisce due punti sulla carta, riportata sul terreno equivale a un tratto di 40 cm.

Questo significa che, nel caso di una carta disegnata alla scala 1:2.000, i punti riportati sulla carta hanno comunque un'indeterminazione di circa 40 cm, anche se il topografo ha effettuato le misure sul terreno in modo che le coordinate dei punti siano affette da un errore medio di due o tre cm. Ne consegue che il topografo utilizzerà metodi di misura con un'ideale precisione in funzione della carta che deve realizzare; sarebbe, infatti, fallimentare sul piano economico fare le misure con una precisione che poi non può essere mantenuta a causa dell'errore di graficismo. L'errore di graficismo condiziona però non solo la precisione metrica di una carta disegnata, ma anche il suo grado di dettaglio; infatti, non è possibile riportare su una carta disegnata un particolare del terreno che abbia una dimensione che, divisa per il denominatore della scala, sia inferiore alla tolleranza grafica; in una carta disegnata alla scala 1:2.000 la tolleranza grafica vale 1 m il che significa che, nell'effettuare misure su di essa, si possono ricavare valori di distanze errati anche di 1 m rispetto al loro valore reale.

Si consideri inoltre che la nostra cartografia nazionale realizzata dall'I.G.M.I. è alla scala 1:25.000; a tale scala anche un grande edificio lungo 20m e largo 8m non sarebbe rappresentabile, poiché su una carta disegnata alla scala 1:25.000 la tolleranza grafica vale 25m. E' per questo che si usano i cosiddetti *segni convenzionali*.

Possiamo concludere dicendo che l'errore di graficismo si riflette sulla precisione della carta in funzione del denominatore di scala, e ne determina automaticamente:

- la precisione con la quale devono essere fatte le misure per costruire la carta;
- il suo grado di dettaglio;
- la precisione metrica che l'utente potrà ottenere nell'effettuare misure su di essa.

Nella tabella 7.1 vengono riportati i valori di errore di graficismo relativi alle diverse scale delle carte.

<i>Scala carta</i>	<i>Deformazione max</i>
1: 500	10 cm
1: 1000	20 cm
1: 2000	40 cm
1: 5000	1 m
1: 10000	2 m
1: 25000	5 m
1: 50000	10 m
1: 100000	20 m
1: 1000000	200 m

Tab. 7.1: L'errore di graficismo alle diverse scale

Un altro errore da considerare è costituito dalla soggettività dell'operazione di "editing" delle linee di riva: operatori diversi possono arrivare a tracciare linee diverse, con errori che possono arrivare anche a 10 metri.

Riguardo ai video-sistemi, è possibile utilizzare software che valutano automaticamente le variazioni della linea di riva registrate dalle telecamere poste a riva per settori. Gli errori scendono così di molto (sono dell'ordine di 70 cm), ma la tecnica è costosa poiché si rende ovviamente necessario un continuo monitoraggio.

Attualmente, attraverso le immagini provenienti dai satelliti ad alta risoluzione "Quickbird o IKONOS", è possibile ridurre tali errori sfruttando sia le bande multispettrali, sia il cosiddetto pancromatico, dato che tali immagini possiedono, a differenza di quelle aeree, un'informazione "spettrale" implicita maggiore, che permette ad es., di condurre elaborazioni automatiche di "separazione acqua-suolo", (fondamentalmente per mezzo di un filtro "passa-alto" che evidenzia la riflettività e la soglia "acqua-non acqua", e con una successiva operazione di "vettorializzazione, per estrarre la linea di costa dell'immagine, cercando di seguire il bordo "acqua-non acqua").

Si rimanda a specifici studi di settore per quanto attiene le necessarie conoscenze legate alla tecnica dell'ortogonalizzazione di immagini telerilevate da satellite. La bontà nell'applicazione di tale tecnica risiede nella cura della scelta dei punti di controllo a terra (GCP). Naturalmente un'analisi diacronica corretta (confronto tra due immagini acquisite in date diverse) si fonda proprio su immagini ortogonalizzate in modo idoneo attraverso un appropriato modello digitale del terreno (DTM). Rimane in ogni caso il problema delle maree, le quali spostano di 6, 10 e anche 20 metri la linea di riva, con ciò inficiando sia la costruzione della linea, sia le stime sul valore medio dell'eventuale erosione avvenuta.

Ricordiamo, infine, che gli studi condotti negli anni '70 del secolo scorso già evidenziavano come gli strumenti tecnologici di supporto alle analisi costiere esistevano da almeno 40 anni e comunque da quando (1941), per ragioni prettamente militari, era stato costruito il primo radar.

7.4 Banche dati geografiche

E' evidente come l'utilizzo dei moderni sistemi informativi basati su software GIS sia assolutamente inutile in assenza di dati e informazioni che lo alimentino e di operatori in grado sia di interrogarlo adeguatamente, traendone se possibile informazioni inedite e non soltanto semplici conferme di quanto già si conosce, sia di alimentarlo con dati aggiornati provenienti da più fonti.

Il tema della complessità ed eterogeneità dei dati in ingresso ad un sistema informativo è cruciale. Una banca dati geografica deve necessariamente far "scompare" tutte le differenze in ingresso, armonizzando e standardizzando il dato che può presentarsi come foglio di lavoro, come documento scritto, come appunto su carta, come semplice "notizia" e, solo raramente, in formato database o, ancor meglio, come file (vettoriale o *raster*) già in formato GIS.

Anche questa ultima situazione, costringe l'operatore ad una serie di preliminari elaborazioni a causa dei diversi formati GIS in uso in Italia e/o dei diversi sistemi di riferimento (fusi e *datum*), visto che tra gli Enti pubblici ancora non è del tutto prevalsa l'idea della standardizzazione, nonostante le Direttive Europee in materia di interoperabilità.

Quando finalmente si è costruita una banca dati geografica omogenea e ricca di informazioni (compresi i preziosi ed obbligatori "metadati", ossia le informazioni sui dati stessi), nascono i temi dell'analisi e dell'aggiornamento.

Per il primo tema, è necessario dotarsi di un gruppo di lavoro realmente competente, capace cioè di sfruttare quanto più possibile il *know-how* messo a disposizione dalla tecnologia. L'uso dei GIS come semplici contenitori di "layers" non è molto efficace, così come ricavare delle semplici mappe appare un utilizzo riduttivo delle potenzialità dello strumento. Dovrebbe invece essere sempre chiaro che solo un sapiente "maneggiamento" dei dati a disposizione, appropriato agli obiettivi che di volta in volta ci si prefigge, può produrre, partendo dalle informazioni di base conduce ed attraverso una precisa "filiera di lavoro", dati di *output* quanto più inediti. Questi dati di *output* possono, a loro volta, essere messi di nuovo in gioco per costruire nuovi dati e così via. In assenza di idee ed obiettivi chiari, l'esperienza mostra come l'unico risultato che si riesce ad ottenere è una mera "somma" di informazioni.

Nel caso dei dati di tipo costiero, è importante sottolineare come esistano sicuramente Enti e Centri di eccellenza in Italia; purtroppo ancora manca una reale capacità di "fare sistema", sia per superare le difficoltà di trasmissione e condivisione dei dati tra i vari Enti (quando non addirittura all'interno dello stesso Ente), sia in termini di centralizzazione in un'unica banca dati geografica. Questo secondo problema è particolarmente grave poiché spesso si assiste ad una replica disordinata e discordante delle stesse informazioni. Da questa situazione frastagliata e disomogenea dipende anche l'altra importante questione relativa alla difficoltà nell'aggiornamento delle informazioni.

Se partiamo dalla premessa che un sistema informativo geografico ha il compito non solo di "descrivere" la realtà, ma anche quello di "supportare le decisioni", ebbene esso "muore" se non viene alimentato con un flusso di dati ben definito in partenza. Ad es., analisi diacroniche possono essere facilmente ottenute tramite *software* GIS solo se i dati di anni successivi vengono raccolti con stessa accuratezza, affidabilità, scala e metodologia.

Ancora una volta si sottolinea come, in assenza di ciò, il sistema informativo di per sé continua sì a funzionare, ma restituisce una semplice fotografia dell'esistente che via via diventa sempre più obsoleta e non utile ad alcun tipo di decisione.

BOX 7.2

Lo stato della ricerca e degli studi costieri, a livello nazionale e regionale

Attualmente, sono disponibili molti studi costieri condotti a livello internazionale, nazionale, regionale o sub-regionale.

Tra gli studi a livello internazionale citiamo il progetto “Eurosion” (ICZM) e il progetto *Interreg Beachmed*. Tra quelli a carattere nazionale citiamo nell’ordine l’”Atlante delle spiagge italiane” in scala 1:100.000 (CNR-MURST, 1985-1999), gli studi del Prof. Fierro (si vedano a tal proposito la pubblicazione “Stato della ricerca sui litorali italiani” e la comunicazione del Settembre 2007 “Lo stato delle conoscenze delle aree costiere e nazionali ed ipotesi di adattamento ai cambiamenti climatici previsti”, presentata in occasione della Conferenza Nazionale sui cambiamenti climatici del 2007) e il Sistema Informativo Geografico Costiero di ISPRA (già APAT). Tra gli studi a carattere regionale citiamo, invece, i cosiddetti “Piani Territoriali della Costa” e gli studi del Prof. Pranzini (Cipriani L. E. e Pranzini E., 1999).

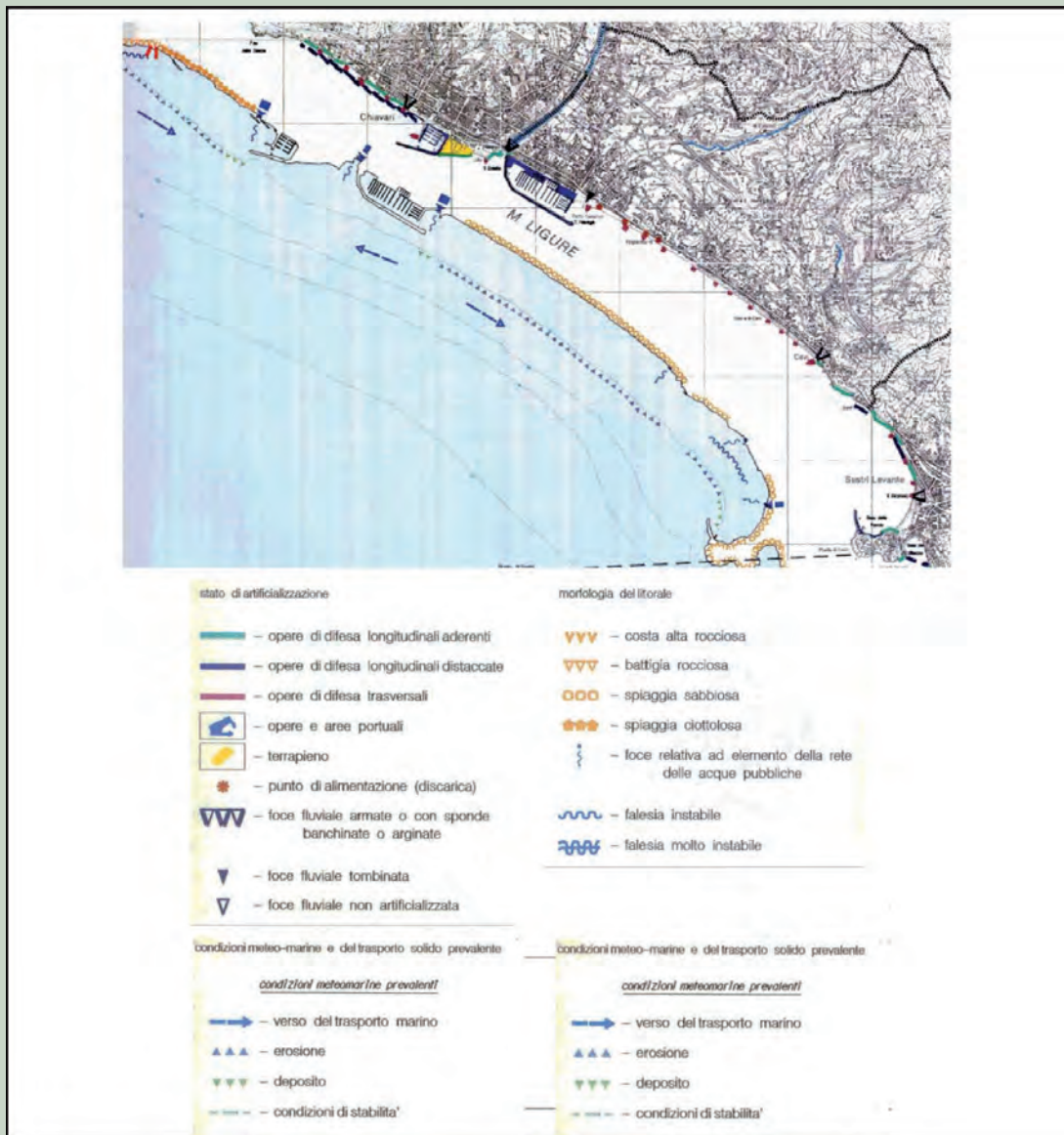


Fig. 1: Il P.T.C. della Regione Liguria (2000)

Studi a livello nazionale

CNR-MURST

Tra il 1960 e il 1970, il CNR promosse una serie di studi interdisciplinari per la salvaguardia delle spiagge ed avviò il programma speciale dedicato alla “*Conservazione del suolo*”, con un tema specifico sul “*Regime e conservazione dei litorali*”, nel quale furono individuate tre aree campione su cui concentrare gli studi: Alto Adriatico, Alto Tirreno e Ionio. Da questo programma derivò poi il Progetto “*Conservazione del Suolo*” con uno specifico sottoprogetto “*Dinamica dei Litorali*”, che consentirono, per la prima volta in Italia, l’integrazione di competenze di tipo geologico, sedimentologico, morfologico, idraulico-fluviale, idraulico-marittimo e storico, volte all’analisi delle dinamiche costiere. I risultati di tali studi misero in evidenza, tra l’altro, il degrado ambientale provocato dall’intensa antropizzazione della fascia costiera, spesso responsabile dell’innesco di importanti fenomeni erosivi.

La consistenza della produzione scientifica e l’alto grado di conoscenze raggiunte nei vari settori, portarono nel 1981 alla definizione di alcune “*Raccomandazioni tecniche per la Protezione delle coste*” e, nel 1985, alla stesura della prima edizione dell’“*Atlante delle Spiagge Italiane*”, dove furono sintetizzate le ricerche che, fino a quel momento, rappresentavano circa il 40% del territorio costiero italiano. Successivamente, nel 1999, con il sostegno finanziario del CNR e MPI-MURST, venne completata la redazione di tutti i 108 fogli dell’Atlante, scala 1:100.000, per fornire:

- 1) un quadro di sintesi sulle conoscenze dello stato di conservazione dei litorali, con particolare riferimento alle condizioni morfo-sedimentologiche ed alle tendenze evolutive;
- 2) un indispensabile (per quel periodo) strumento di riferimento per un corretto uso della fascia costiera ai tecnici delle Pubbliche amministrazioni e degli Enti locali, agli operatori della pianificazione territoriale, agli operatori turistici, ai progettisti di opere marittime etc.

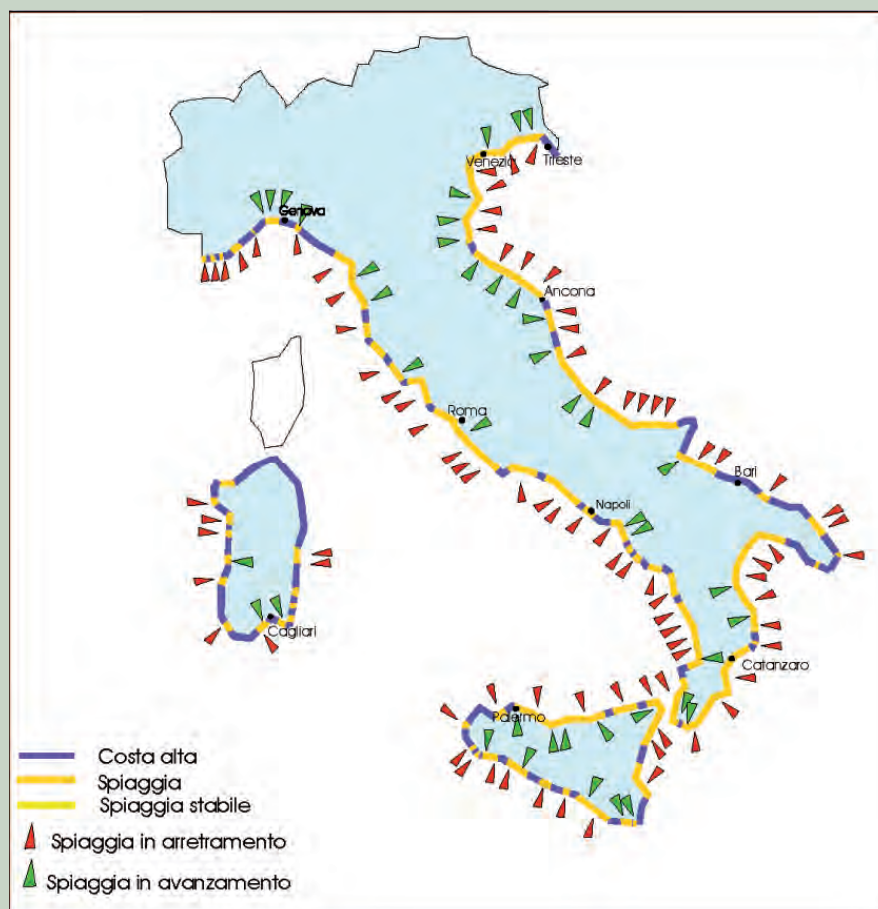


Fig. 2: Tendenza evolutiva della costa (1985-1997) (dall’Atlante delle spiagge italiane del CNR)

ISPRA (già APAT)

ISPRA, oltre alle analisi del clima ondoso descritte nel capitolo 3, ha realizzato anche dati geografiche relative al territorio costiero nazionale, necessarie per effettuare analisi e, attraverso lo strumento GIS, per classificare la zona costiera in coste alte e basse, naturali o artificiali etc., per evidenziare la presenza di strutture antropiche, ad es., porti od opere di difesa del litorale etc. Sono state, inoltre, analizzate le variazioni più significative in accrescimento e in arretramento dei litorali italiani in circa cinquanta anni, ossia le variazioni dell'assetto della linea di riva superiori a 25 metri nel periodo compreso tra il 1940/50 e il 2000.

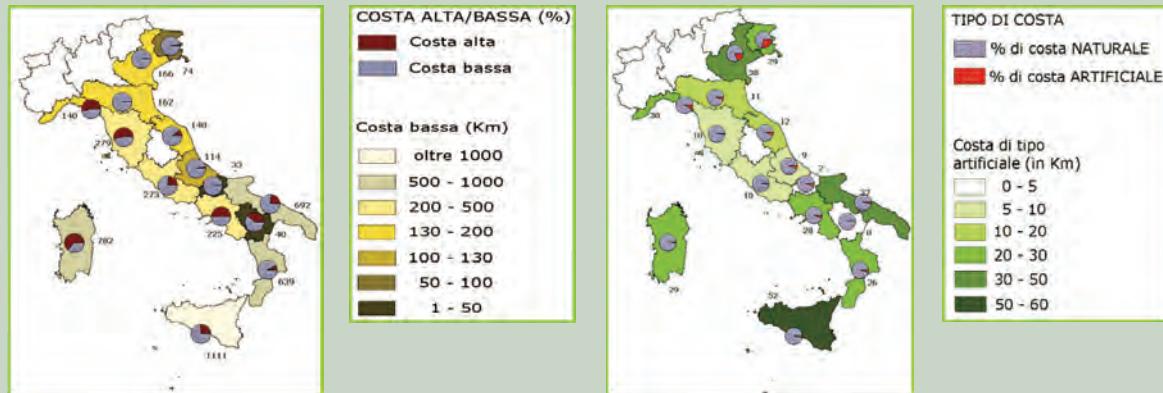


Fig. 3: Classificazione delle coste, a livello regionale in “alte” e “basse” o in “naturali” e “artificiali” (SIGC – ISPRA Servizio Difesa delle Coste)

Per molti, in Italia, proteggere le coste significa deporre cemento in modo disordinato e senza una visione integrata che vada al di là dei meri interessi localistici, secondo la visione, assolutamente non appropriata, dei semplici confini amministrativi. Una buona parte della costa italiana risulta in tal modo “artificiale”, ossia protetta da barriere di vario tipo: “pennelli” emersi o sommersi, opere radenti “a gettata” o “a muro”, scogliere emerse o sommerse, opere miste etc.

Come accennato già nel capitolo 4, ISPRA ha anche stimato nel 2005 la variazione della linea di riva a scala nazionale, utilizzando le ortofoto del 1999-2000 (“Volo CGR IT2000”) comparandole con una linea di costa “di riferimento” realizzata utilizzando la cartografia I.G.M. in scala 1:25.000, prodotta negli anni ‘50-‘60.

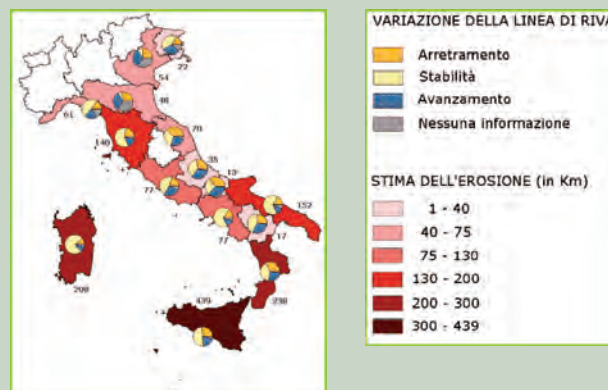


Fig. 4: Variazioni della linea di riva, a scala nazionale (SIGC – ISPRA Servizio Difesa delle Coste)

Studi a livello regionale

Regione Lazio

L'Osservatorio Regionale dei Litorali laziali è stato istituito con la Legge Regionale 53/1998 con lo specifico compito di controllare i fattori influenti sulla dinamica dei litorali regionale e di realizzare il monitoraggio delle azioni e degli interventi autorizzati. Per tutte le operazioni di rilievo e controllo della costa, la struttura operativa dell'Osservatorio fa riferimento al Centro di monitoraggio, una specifica struttura con funzioni di raccolta delle informazioni sullo stato dei litorali e sulle emergenze del territorio; la loro organizzazione, archiviazione e catalogazione, comprensiva di foto aeree e di immagini satellitari per il monitoraggio della costa; il rilievo periodico della linea di costa a scala di dettaglio e di sintesi, con sistemi topografici e di telerilevamento, per valutare la modifica dei litorali, identificare i tratti di costa in erosione, avanzamento o stabili etc.

I dati, una volta elaborati, sono resi fruibili per la consultazione in loco, via Internet o presso il Centro d'informazione. Nella fig. 5 viene riportato un campione delle immagini archiviate e catalogate dall'Osservatorio dei Litorali laziali.

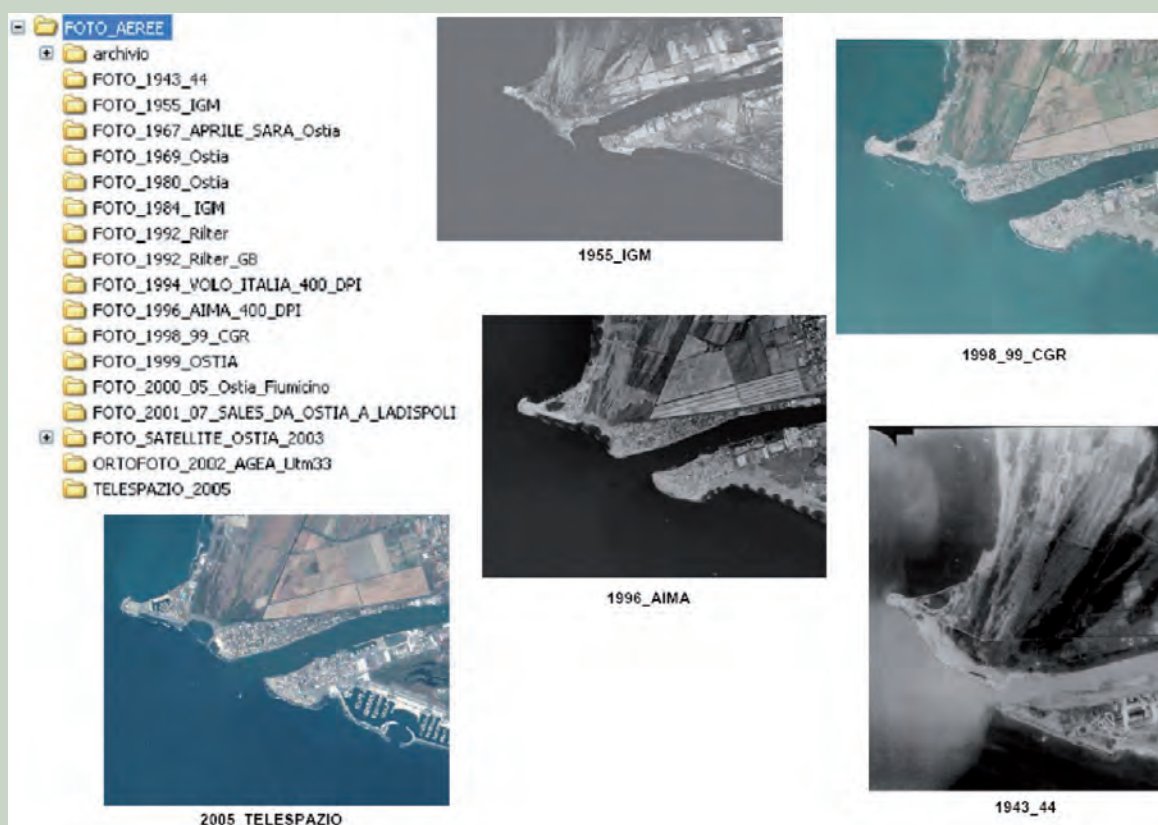


Fig. 5: Esempio di immagini disponibili nell'Osservatorio dei Litorali laziali (dal sito <http://www.osservatoriomare.lazio.it>)

Nella fig. 6, viene mostrato un esempio di rilievo della linea di costa, a scala di dettaglio, effettuato periodicamente dall'Osservatorio dei Litorali Laziali utilizzando GPS e webcam, al fine di aggiornare le stime sulla modifica dei litorali ed identificare i tratti di costa in erosione, avanzamento o stabili.

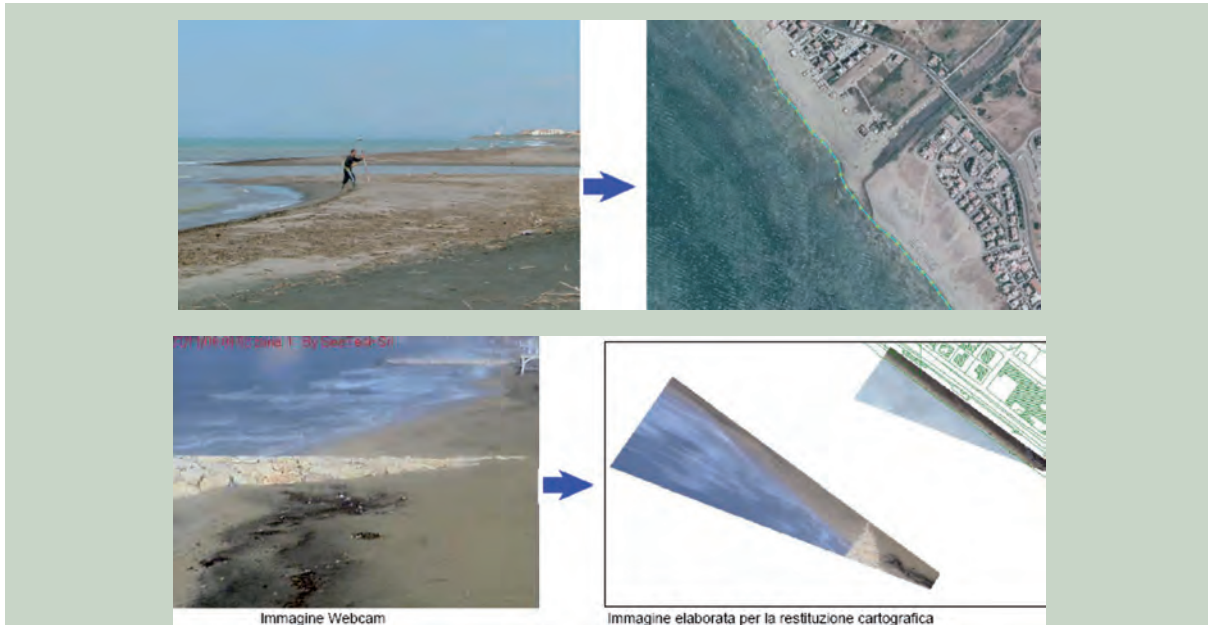
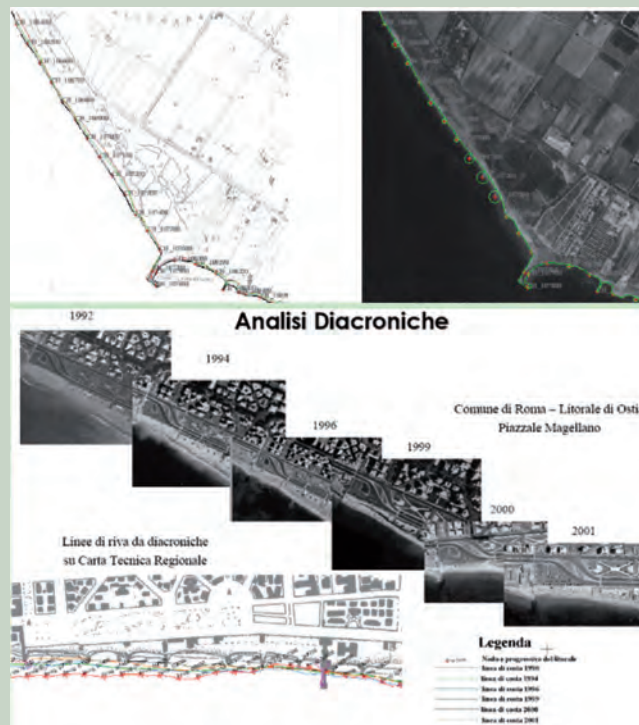


Fig. 6: Esempio di un rilievo della linea di costa effettuato dall'Osservatorio dei Litorali laziali (dal sito <http://www.osservatoriomare.lazio.it>)

Infine, valutare i trend erosivi dei litorali ed il conseguente fabbisogno di sabbia per la loro ricostruzione e manutenzione, la Regione Lazio ha adottato lo strumento conoscitivo delle analisi diacroniche delle linee di costa derivate da basi cartografiche georeferenziate, foto aeree o foto satellitari (fig. 8). Il sistema si basa sul confronto in tempi successivi delle linee di riva e sulla stima degli arretramenti e degli avanzamenti delle stesse linee in corrispondenza di punti predefiniti.



Figg. 7-8: Esempio di analisi diacroniche del litorale di Ostia (Roma) dell'Osservatorio dei Litorali laziali (dal sito <http://www.osservatoriomare.lazio.it>)

Regione Toscana

Si riassumono qui, a titolo di esempio delle potenzialità dei sistemi informativi territoriali, alcune delle attività e dei risultati dell'Ufficio di Tutela del territorio della Regione Toscana, il quale nel 2004 ha diffuso i dati relativi al confronto tra i rilievi costieri del 1997 e del 2003. Dai dati risulterebbe che il 64% dei 191 Km di costa di tipo sabbioso sia in avanzamento, il restante 35% (67 Km) avendo subito un fenomeno erosivo¹.

Tale attività di analisi e monitoraggio rientra in un progetto di aggiornamento continuo della linea di riva da parte dell'Ufficio, il quale supporta il "Piano di gestione costiera" ed il "Programma degli interventi" i quali sommariamente possono essere suddivisi in:

- ripascimenti;
- ricostruzione e rinaturalizzazione dei cordoni dunali;
- ripascimenti protetti attraverso l'aggiunta di opere rigide o flessibili (sacchi di sabbia soffolti);
- modifica di opere esistenti.

La Regione Toscana ha inoltre realizzato la "Carta dell'evoluzione della linea di riva in scala 1:5.000", aggiornata ed integrata tra il 1990 e il 2000 con informazioni di carattere sedimentologico. Il complesso degli interventi prevedeva fino al 2004 oltre 100 milioni di euro impiegati per ripascimenti e protezioni e relativi ad oltre 5000km di costa, comprendenti 35 comuni costieri, nei quali ricade il 24% della popolazione dell'intera Regione Toscana, e 25 porti turistici.

All'Università degli Studi di Firenze venne affidato l'incarico di testare le costose tecniche di monitoraggio dell'evoluzione costiera, con i seguenti obiettivi:

- impostazione dei Piani di sviluppo e gestione (l'inedificabilità entro i 300m dalla riva);
- analisi del bilancio sedimentario (studio dei bacini fluviali);
- evoluzione costiera per impatto dei porti e di altre opere marittime;
- evoluzione costiera per efficacia degli interventi di difesa;
- estensione e qualità dell'arenile in modo da determinare i canoni demaniali;
- diffusione dei dati in modo da verificare il raggiungimento degli obiettivi.

Le tecniche indagate per lo studio della spiaggia emersa e della linea di riva sono state:

- i metodi tradizionali;
- il rilevamento tramite GPS;
- l'altimetro;
- il laser/scanner;
- le foto aeree;
- il sensore iperspettrale;
- le immagini da satellite;
- il videomonitoraggio.

Il Prof. Enzo Pranzini (geologo dell'Università di Firenze) ha dedicato alla definizione ed alla scelta della più corretta linea di riva molti studi, stabilendo che la cosiddetta "verità" dovrebbe essere ottenuta utilizzando i punti GPS a riva, necessari per determinare l'accuratezza di punti ottenuti con le altre tecniche. Ha quindi analizzato il rapporto costi-benefici dei comuni strumenti utilizzati per il monitoraggio. Ai tempi dello studio (anno 2004), il GPS costava 300 euro/Km, la tecnologia satellitare circa 100 euro/Km di riva, le foto aeree circa 30 euro/Km, i video-sistemi 5000 euro/Km, mentre la tecnologia LIDAR risultava interessante ma troppo costosa, permettendo tuttavia di costruire DTM (*Digital Terrain Model*) utilissimi come indicazioni per cordoni sabbiosi e materiali fluiti nel tempo verso l'interno delle coste.

Le foto aeree risultarono avere il miglior rapporto costi/benefici.

Regione Veneto

Nel 1969 lo studio "*L'impiego di rilevamenti aerofotografici in bianco e nero, a colori ed all'infrarosso nello studio delle evoluzioni costiere*" (Biasini A., Russi A., 1969) propose l'impiego di rilevamenti aerofotografici, pancromatici, a colori e all'infrarosso quale ausilio nello studio delle variazioni e delle evoluzioni della morfologia costiera. Interessante è la valutazione di spesa relativa ad una fase preliminare di studio dell'intero sviluppo costiero d'Italia.

¹ Nel complesso la costa toscana è costituita da 330 Km, ai quali si aggiungono ulteriori 250 Km relativi alle isole dell'arcipelago.

Regione Puglia

Nel 1976 lo studio “*L’uso della fotografia aerea e del calcolatore elettronico nello studio degli spostamenti delle linee di costa: l’evoluzione del litorale alto-ionico (golfo di Taranto) negli ultimi 30 anni*” (Cocco E., De Pippo T., Pennetta M., 1976) mette in evidenza non solo notevoli arretramenti valutabili in alcuni settori fino a 4 m/anno, ma anche l’inversione della tendenza secolare al protendimento presentata dal litorale in studio. Le variazioni del litorale sono state studiate su varie serie di fotografie aeree riprese tra il 1943 e il 1974 confrontando le modifiche delle distanze tra punti fissi e linee di riferimento sulla costa. In particolare, sono state calcolate le aree di erosione o di accrescimento tra due punti consecutivi, parallelamente alla costa, assumendo che le variazioni tra i punti avvengano linearmente.

7.5 Metodi di indagine proposti

Escludendo l'uso dei dati satellitari e del Lidar, ricordiamo e riproponiamo lo studio presentato a Roma dai professori Alessandro Biasini & Alessandro Bussi, nel 21 giugno 1969, ed altri studi, presentati nel 1976 da vari professori (F. Berinini e M. Sgavetti - E. Cocco, T. De Pioppo e M. Pennetta) che prevedevano già l'uso del calcolatore.

Nel 1982, il prof. Antonio Palumbo in un suo scritto rilevava come *“i rilievi batimetrici e la conseguente determinazione della linea di riva, eseguiti senza l'appoggio topografico a terra, senza tener conto delle norme tecniche e non corretti in base ai dati mareografici sono marcatamente errati... e né utilizzabili per scopi scientifici ed applicativi, quali lo studio dell'erosione e la progettazione delle opere di difesa del litorale”*.

Il complesso di elementi che costituiscono oggetto di studio dell'evoluzione costiera può essere suddiviso, da un punto di vista fotointerpretativo, in due gruppi comprendenti:

- elementi dinamici;
- elementi statici.

Gli elementi dinamici o attivi, intesi come tali in quanto direttamente agenti sulla morfologia delle coste e variabili in un arco temporale breve, sono:

- le onde;
- le correnti;
- i corsi d'acqua, quali apportatori di materiali sedimentari;
- le strutture captanti.

Gli elementi statici o passivi, intesi come tali in quanto soggetti a variazioni più o meno rapide ad opera dei primi, sono:

- la topografia costiera;
- la geomorfologia subaerea costiera;
- la vegetazione;
- le strutture di riferimento.

Naturalmente tra i due gruppi le influenze sono notevoli al punto che, spesso, ne è impossibile una trattazione separata.

Gli altri agenti modificatori della morfologia costiera (vento, gelo, azioni chimiche e biologiche etc.) non sono stati presi in considerazione in questo lavoro, in quanto producono evoluzioni lente ed in taluni e, circoscritti casi trascurabili. Uno o più di uno degli elementi indicati può essere rilevato e analizzato per mezzo di una particolare modalità di rilevazione (voli fotogrammetrici pancromatici, a colori, infrarosso, dati digitali e sistema Lidar).

Rilevamenti pancromatici

Le riprese fotogrammetriche pancromatiche sono utilizzabili per i rilevamenti della geomorfologia subaerea, della topografia della linea di costa, degli elementi planimetrici delle onde (lunghezza, rifrazione, riflessione e diffrazione), per l'identificazione ed il riconoscimento delle strutture di riferimento e, subordinatamente, per lo studio dell'andamento delle correnti e degli apporti solidi fluviali.

Rilevamenti a colori

Le riprese fotogrammetriche a colori permettono di rilevare gli stessi elementi considerati nel pancromatico. Il metodo di interpretazione consiste essenzialmente nella valutazione delle variazioni cromatiche delle immagini derivanti dallo spessore e dal grado di trasparenza delle acque e dai materiali in esse in sospensione.

Naturalmente è intuibile la necessità di poter disporre di rilevamenti eseguiti in tempi consecutivi e con condizioni climatiche differenti.

Rilevamenti all'infrarosso

I rilevamenti eseguiti con strumenti sensibili all'infrarosso vicino o, ancor meglio, all'infrarosso termico permettono, tra l'altro, l'individuazione di correnti termiche.

Rilevamenti provenienti dal telerilevamento satellitare

Attraverso l'uso di tali dati è possibile rilevare *parte* degli elementi già identificati. Tali limitazioni derivano dalla *non disponibilità*, in alcuni casi, di prese in modalità stereoscopica.

E' necessario ricordare che tali rilevamenti vengono di norma eseguiti su richiesta di un committente e per porzioni limitate di territorio e, le attività legate alla co-registrazione delle immagini dovrà sempre esser rivista.

Rilevamenti con sistema Lidar

I rilevamenti eseguiti con sensore Lidar permettono di generare modelli digitali del terreno e di superficie (DTM e DSM) e forniscono importanti informazioni sul terreno, misurando le quote con accuratezza centimetrica.

A seconda del sistema, le velocità di scansione possono variare da 50,000 a 100,000 impulsi al secondo, producendo una fitta nuvola di punti quotati. Tali dati, nella fase di post processing, necessitano di un'accurata attività di filtraggio.

Nello studio dei cambiamenti della linea di costa è consigliabile:

- determinare dei punti di riferimento fissi a terra, quali elementi per verificare la geografia della linea di riva (studi di A. Biasini e E. Cocco, T. De Pioppo e M. Pennetta);
- eseguire la co-registrazione delle immagini ponendo cura alla geolocalizzazione dei punti di riferimento;
- effettuare le attività di comparazione tra immagini e cartografie aventi una scala simile (*lo zoom non è una scala*) e tra ortofoto e cartografia IGM.

Ricordiamo, infine, che ciò che avviene a monte ha sempre condizionato gli equilibri che sono posti a valle, e che le modalità per ben comprendere gli impatti cumulativi che subisce la linea di costa risiedono in un'analisi sistemica e non riduzionista. Purtroppo, l'eccessiva frammentazione delle competenze elude qualsiasi forma di controllo e di supporto alle decisioni ..., qualora qualcuno abbia il desiderio di prendere decisioni nel merito.

7.6 Conclusioni e sviluppi futuri

Come già precisato nel capitolo 4, le dune costiere sono il risultato di processi di accumulo, ad opera del vento, delle sabbie trasportate dalle correnti marine lungo costa. Per potersi formare, e soprattutto "esistere", occorre quindi una certa disponibilità di sedimento (sabbia di spiaggia ben classate), oltre alla presenza di vento di sufficientemente energia e alla disponibilità di una superficie, almeno parzialmente non interessata dall'attività delle onde, ove possa avvenire l'accumulo preferenziale della sabbia. Riteniamo pertanto utile riportare, in conclusione, alcune considerazioni da tener presente qualora si volesse procedere al ripristino di tali delicati ecosistemi.

"... Così, ad esempio, è sufficiente che una mareggiata di non estrema violenza si abbatta su

di un litorale, che da quel momento l'azione erosiva inizi ad avere il sopravvento sull'accumulo dei materiali ed un'ampia porzione di spiaggia venga di continuo sottratta alla terra emersa; come pure, può accadere che la creazione di un bacino lungo un alveo fluviale diminuisca l'apporto solido al mare e di conseguenza diminuisca l'azione di deposito sul litorale interessato... Ed ancora, può avvenire che un'opera portuale intercetti una corrente litorale dominante interrompendo l'apporto di sedimenti a spiagge limitrofe e provocando contemporaneamente l'interrimento continuo del bacino..." (Biasini A., Russi A., 1969).

"... L'inversione della tendenza [al protendimento della linea di costa] è sicuramente in relazione alla diminuzione degli apporti solidi dall'entroterra dovuti principalmente alle sistemazioni montane ed allo sbarramento dei principali fiumi mediante costruzione di dighe per produzione di energia elettrica o per irrigazione ed infine all'enorme asportazione di materiale ghiaioso e sabbioso lungo i litorali e le aste fluviali ..." (Cocco E. et al., 1976).

E' opinione di chi scrive che, come rappresentato dagli studi sopra citati, prima di una qualsiasi attività di ripristino degli ecosistemi dunali siano doverosi degli studi preliminari sui fattori meteomarinari che intervengono nella definizione ed evoluzione della fascia costiera, con particolare riferimento al moto ondoso e alla variazione del livello del mare, non disgiunti da una corretta analisi delle variazioni della linea di costa nel tempo "integrata" con quella delle modificazioni apportate nello spazio geografico dell'entroterra, inteso come bacino idrografico. In particolare, il fenomeno erosivo può essere analizzato, in sintonia con l'approccio che si evince dalla Teoria Generale dei Sistemi, e quindi, non considerando solo i parametri fisici marini (correnti litoranee, vento, mareggiate, batimetria etc.), ma tenendo soprattutto conto del mancato apporto di sedimenti fluviali indotti da sbarramenti a monte, opere di captazione o d'irrigazione, ovvero di tutte le possibili pressioni antropiche sulle varie matrici ambientali.

Per quanto attiene invece l'analisi delle variazioni della linea di costa, si consiglia di seguire i dettami geotopocartografici descritti nel presente capitolo, così sintetizzabili:

- congruenza di scala negli studi diacronici, sia per l'impiego di dati estratti da cartografia, sia per l'impiego di dati prodotti da sensori posti su satelliti o vettori aerei;
- individuazione di opere o strutture permanenti a terra (nelle strette vicinanze alla linea di costa) che permettano:
 - in una rilevazione topografica convenzionale (distanziometro, stazione totale), di avere un campo visivo libero;
 - in una rilevazione attraverso l'uso di GPS, sia composta da: due ricevitori a doppia frequenza e che osservino contemporaneamente gli stessi satelliti, uno posto su un punto noto (base) l'altro mobile (*rover*).

E' obiettivo degli autori in merito alle future attività ISPRA sul ripristino degli ecosistemi marino costieri, verificare la validità di quanto descritto, attraverso uno studio applicato in un'Aree protetta in grado di stimare la correlazione tra mancato apporto di sedimenti sul litorale, per le cause sopra citate, e l'erosione della linea di costa considerando un arco temporale di 50 anni.

L'ipotesi di lavoro è ripercorrere le metodologie già descritte nel par. 7.4, in modo da rilevare la variazione della linea di costa sulla base di dati carto-telerilevati a partire dal volo aerofotogrammetrico del 1954-1955 e le pressioni generate dai diversi interventi antropici. Attraverso l'uso di strumenti informatici e informativi, elaborare l'ipotetico profilo tridimensionale di massima del litorale emerso e sommerso, che si avrebbe in assenza di captazione, per confermare, ancora una volta, la necessità di considerare cause di pressione antropica che si aggiungono a quelle fisiche.

BIBLIOGRAFIA

- Aminti P., Iannotta P. e Pranzini E., 1999 - Morfodinamica di un sistema costiero intensamente protetto: il litorale di Marina di Massa. Atti del Convegno "Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo". Accademia Nazionale dei Lincei, 1-2 ottobre 1998, pp. 263-270.
- Biasini A., 1980 - Variazioni della linea di riva: dalle aerofotografie alla cartografia automatica mediante sistemi grafici. Bollettino della Società Geologica Italiana, 99(03), 1980, pp. 281-287
- Biasini A., Russi A., 1969 - L'impiego di rilevamenti aerofotogrammetrici in bianco e nero, a colori ed all'infrarosso nello studio delle evoluzioni costiere. Bollettino della Società Geologica Italiana, 88(04), 1969, pp. 689-698
- Cipriani L. E. e Pranzini E., 1999 - Back to the beach: Breakwaters reduction cost-effectiveness and benefit-cost analysis (Marina di Pisa, Italy). Intercoast Newsletter, 33: 7, 34-35.
- Cocco E., De Pippo T., Pennetta M., 1976 - L'uso della fotografia aerea e del calcolatore elettronico nello studio degli spostamenti delle linee di costa: l'evoluzione del litorale alto ionico (golfo di Taranto) negli ultimi 30 anni. Bollettino della Società Geologica Italiana, 95(01-02), 1976, pp. 275-312
- Cortemiglia G.C., Lamberti A., Liberatore G., Lupia Palmieri E., Stura S., Tomasicchio U., 1981 - Raccomandazioni tecniche per la protezione delle coste. Consiglio Nazionale delle Ricerche, pp 81.
- Fierro G., 1997 - L'erosione dei litorali nel contesto della gestione integrata delle aree costiere.
- Fierro G., 2000 - The Atlas of the Italian beaches and coastal erosion. In: Popoff M., Morelli J. (Eds.) Mediterranean Integrated Coastal Area Management, Nice, 233-236.
- Fierro G., 2002 - The scenario of the Italian coastal area in the context of the surrounding countries. In B. C. SAIN. Sustainable coastal management: a Transatlantic and Euro-Mediterranean Perspective. (pp. 137-140). Kluwer Academic Publishers. (NL).
- Fierro G., AA.VV., 1999 - Atlante delle Spiagge Italiane. CNR-MURST., S.EL.CA. Editore. pp. 4, 108 tavole.
- Passerini G., 1969 - La difesa del suolo delle spiagge italiane, con particolare riferimento e connessione con le sistemazioni montane e le bonifiche litoranee. Istituto sperimentale per lo studio e la difesa del suolo. Firenze, 1969.
- Regione Liguria, 2000 - Piano Territoriale della Costa. Regione Liguria.

8. LA BANCA DATI VEGETAZIONALI “SARA” PER GLI INTERVENTI DI RIPRISTINO

Pietro Massimiliano Bianco, Carlo Dacquino, Patrizia Menegoni

Molte Istituzioni, soprattutto regionali, o Associazioni di categoria hanno pubblicato, fino ad oggi, diversi manuali di tecniche di Ingegneria naturalistica per la realizzazione di interventi nei settori idraulico (risanamento della vegetazione ripariale), della bonifica dei siti contaminati, del risanamento delle cave dismesse, della difesa del suolo (riduzione del rischio di frana, contenimento del fenomeno erosivo etc. In essi, accanto alle tecniche da eseguire, sono riportate indicazioni su quali specie vegetali utilizzare nel rispetto dei principi di conservazione della biodiversità locale.

Nell'ambito delle ricerche e degli studi finalizzati alla realizzazione del repertorio nazionale degli interventi di ripristino dei sistemi dunali, sostenibili in termini di conservazione della biodiversità, è stata aggiornata ed ampiamente integrata una banca dati, realizzata anni fa dall'allora APAT, relativa alle specie vegetali utilizzate in interventi di risanamento e di rinaturazione.

La banca dati, sulla base delle informazioni contenute, può essere utilizzata per delineare criteri e linee di indirizzo utili allo sviluppo di una vivaistica di settore che tenga conto della provenienza e della disponibilità (qualità e quantità) degli ecotipi vegetazionali utilizzabili nelle azioni di risanamento.

Inoltre, per differenti tipologie di intervento, fornisce utili suggerimenti per l'utilizzo preferenziale di piante autoctone riferibili alla locale vegetazione naturale potenziale, sulla base documentata della loro efficienza registrata in analoghe esperienze.

Queste ultime indicazioni sono particolarmente rilevanti visto che i fallimenti di molti interventi di riqualificazione o ripristino ambientale sono derivati principalmente al ristretto *range* di specie utilizzate, che evidentemente non è in grado di rispondere efficacemente alle condizioni pioniere dei substrati interessati. Inoltre, riteniamo utile e doveroso da parte di quanti sono impegnati nella progettazione e realizzazione degli interventi di ripristino utilizzare anche specie rare e protette per aumentarne la possibilità di sopravvivenza, evitando, se possibile, la loro estinzione.

La banca dati allestita da ISPRA intende quindi facilitare i processi cognitivi necessari per attuare efficaci opere di risanamento e rinaturazione negli ecosistemi dunali del nostro paese.

8.1 Destinatari della banca dati SARA

Per utilizzare le piante come veri e propri materiali da costruzione, è necessario possedere una profonda conoscenza delle singole specie e delle loro possibili associazioni sul territorio. Per questo, ISPRA ha realizzato la banca dati SARA (Sistema Agenziale e Risanamento Ambientale) al fine di fornire uno strumento operativo necessario alla conoscenza prima e all'utilizzo poi delle specie autoctone italiane in opere di risanamento e rinaturazione dell'ambiente.

Questo strumento informatico fornisce dati e informazioni sui contingenti regionali di specie per habitat per orientare le attività di recupero del territorio con la ricostruzione di cenosi ad elevata compatibilità ambientale, costituite da specie autoctone. Opportunità, quest'ultima, che assicura la stabilità dell'intervento progettato, aumenta la diversità dell'ambiente, migliora la

sua potenzialità di conservazione.

La banca dati si rivolge essenzialmente al Sistema delle Agenzie, alle Pubbliche Amministrazioni, ai professionisti impegnati a vario titolo nel recupero e risanamento ambientale, ma anche ad utenti generici (studenti, insegnanti etc.) interessati alla conoscenza degli habitat e delle specie presenti all'interno di spazi territoriali definiti (ad es., Regioni).

Per renderla fruibile ad un pubblico di utenti il più possibile ampio e diversificato e per fornire la possibilità di aggiornamenti continui, sono stati presi in considerazione due scenari principali, per un uso mediante CD-ROM o tramite Internet, sul sito ufficiale di ISPRA (www.isprambiente.it) per i futuri aggiornamenti.

8.2 Struttura e contenuti

Come già accennato, un prototipo della banca era stato realizzato tempo fa, a partire dal contingente completo delle specie appartenenti alla flora d'Italia di S. Pignatti, che comprende specie, sottospecie e varietà per un totale di 11.031 record. Dell'intero assetto, furono estratte 1.066 specie vegetali relative ad alcuni dei potenziali habitat che caratterizzano il territorio costiero nazionale (tabella 8.1).

La struttura della nuova banca dati comprende informazioni di vario livello e si articola in diversi campi informativi, di seguito brevemente descritti:

1. caratteristiche tassonomiche: *genere, specie, autore*,
2. caratteristiche biologiche: *forma biologica, portamento, fenologia*
3. caratteristiche stazionali: *altitudine minima, altitudine massima*
4. distribuzioni: *distribuzione regionale, corologia, frequenza*
5. ecologia: *habitat, substrato, indicatore di*
6. utilizzo: *utilizzato per, non resistente a, resistente a, già utilizzato*
7. caratteristiche strutturali: *caratteristiche e lunghezza radice*
8. note: *note generali, note commerciali*
9. normativa

Distribuzione regionale:

la distribuzione regionale è quella riportata nella Flora d'Italia che tiene in considerazione le seguenti aree regionali:

Abruzzo e Molise, Basilicata, Calabria, Campania, Corsica, Emilia Romagna, Friuli e Carnia, Lazio, Liguria, Lombardia, Marche, Piemonte e Valle d'Aosta, Puglia, Sardegna, Sicilia e Isole Maltesi, Toscana, Trentino Alto Adige, Triestino, Umbria, Veneto.

Corologia:

descrive l'attuale areale di distribuzione delle specie e prende in considerazione le seguenti categorie:

Endemiche, Subendemiche, Stenomediterranee (Stenomedit, Stenomedit meridionali, Stenomedit nordoccidentali, Stenomedit nordorientali, Stenomedit occidentali, Stenomedit orientali, Stenomedit settentrionali, Stenomedit sudoccidentali, Stenomedit sudorientali), Eurimediterranee, Mediterranee-Montiche, Eurasiatiche (Paleotemp, Euroasiat, Sudeurop-sudsiber, Europeo-Caucas, Europee, Centroeuropee, N-Europ, SE-Europ), Atlantiche (W-Europ, Subatl, Medit-Atl (Steno), Anfi-Atl (Steno), Medit-Atl (Euri)), Orofite S-Europee (Pen iberica/balcani, Orof SE-Europ, Orof SW-Europ, Endemiche Alpiche, Orof-Europ, Orof-Centroeurop), Boreali (Circum-

bor, Eurosib, (circumbor) Artico-Alpine, Artico-Alp (Euroasiat), Artico-Alp (Europ), Artico-Alp (Euro-Amer), Ampia distribuzione (Pantrop Saharo-Sind, Medit-Turan, Subcosmop, Cosmop, Paleotrop, Subtrop, Avv).

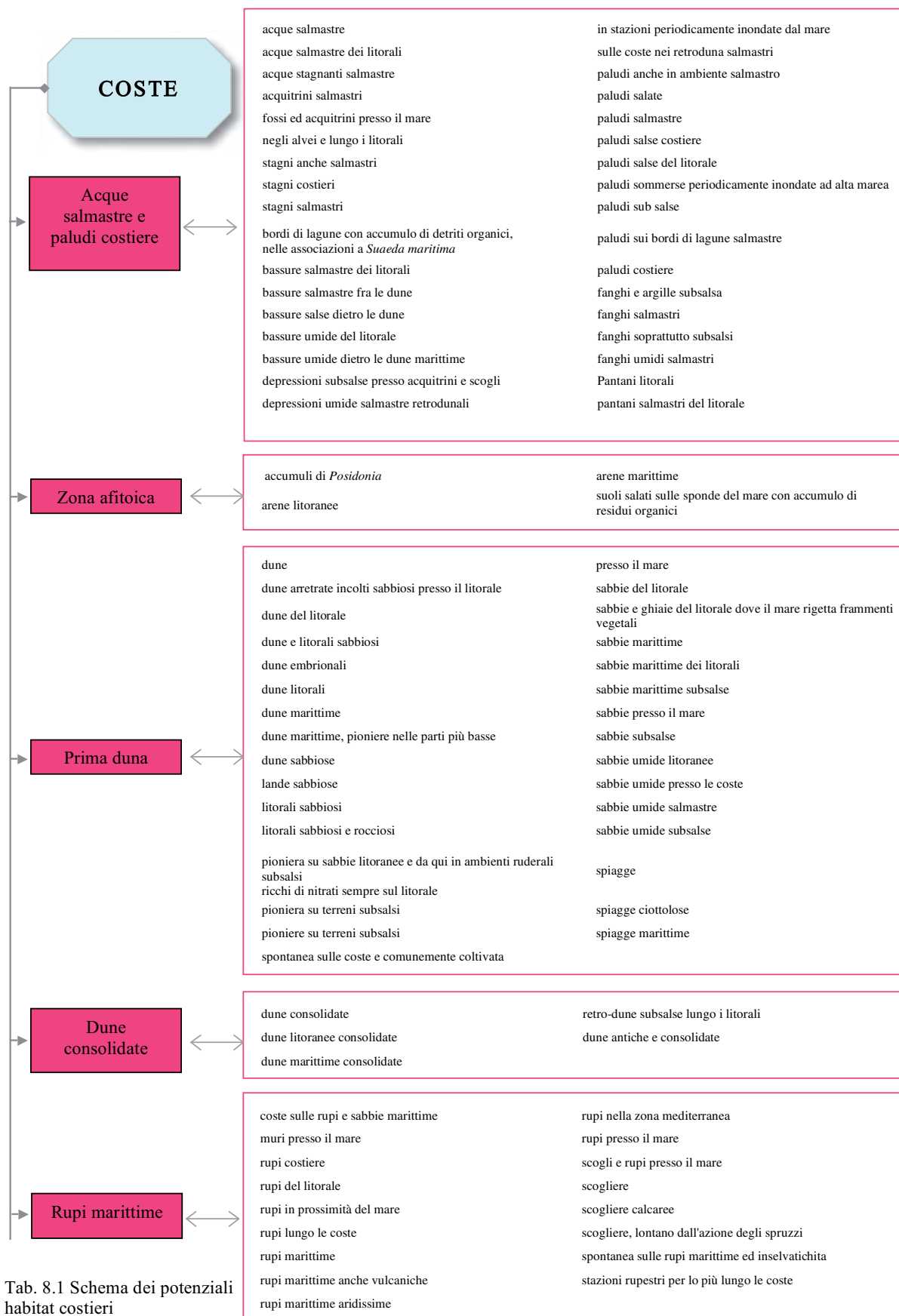
Frequenza:

il dato rende un'idea della frequenza con la quale la specie è rinvenibile sul territorio ove presente. Viene riportata con le stesse codifiche della Flora d'Italia del Pignatti, ossia:

C = comune; R = raro; RR = rarissimo; CC = molto comune.

Substrato:

descrive le caratteristiche chimiche e fisiche dei substrati.



Tab. 8.1 Schema dei potenziali habitat costieri

Habitat:

le diciture utilizzate sono state organizzate in raggruppamenti omogenei per superare la variabilità terminologica derivata dalla grande diversità presente nel nostro paese, evidenziabile a qualsiasi scala di analisi. Inoltre, si è tenuto conto dell'organizzazione concettuale degli habitat descritti in "Liste rosse e Blu della flora italiana", edito nel 2001 dall'allora ANPA, al fine di rendere implementabili i dati del presente lavoro con le informazioni specifiche in essa presenti ed estremamente importanti per la conoscenza e l'utilizzo di specie rare e in via di estinzione. Le specie ad ecologia ristretta, tipiche cioè di ben determinati ambiti ecologici, sono riferite ove possibile ai sistemi di classificazione degli habitat utilizzati a livello Europeo (Natura 2000, CORINE Biotopes, EUNIS) di seguito elencati.

Natura 2000:

Classificazione utilizzata nella Direttiva (CEE) 92/43 del Consiglio, del 21 maggio 1992 relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche" (G.U.C.E. n. L. 206 del 22 luglio 1992). I dati utilizzati nella presente banca dati sono basati sull'ultima versione del manuale (2007)².

- 1 Habitat costieri e vegetazioni alofitiche
 - 12 Scogliere marine e spiagge ghiaiose
 - 1210 Vegetazione annua delle linee di deposito marine
 - 1240 Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici
 - 13 Paludi e pascoli inondati atlantici e continentali
 - 1310 Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose
 - 1320 Prati di *Spartina* (*Spartinion maritimae*)
 - 1340 Pascoli inondati continentali (*Puccinellietalia distantis*) – Prioritario
 - 14 Paludi e pascoli inondati mediterranei e termo-atlantici
 - 1410 Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*)
 - 1420 Praterie e fruticeti mediterranee e termo-atlantici di paludi salmastre (*Sarcocornetea fruticosi*)
 - 1430 Praterie e fruticeti alonitrofilo (*Pegano-Salsoletea*)
 - 15 Steppe interne alofile e gipsofile
 - 1510 Steppe salate mediterranee (*Limonietalia*) - Prioritario
- 2 Dune marittime e interne
 - 21 Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico
 - 2110 Dune mobili embrionali
 - 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche")
 - 2130 Dune costiere fisse a vegetazione erbacea ("dune grigie") - Prioritario
 - 2190 Depressioni umide interdunali
 - 22 Dune marittime delle coste mediterranee
 - 2220 Dune con presenza di *Euphorbia terracina*
 - 2230 Dune con prati dei *Malcolmietalia*
 - 2240 Dune con prati dei *Brachypodietalia* e vegetazione annua
 - 2250 Dune costiere con *Juniperus* spp. - Prioritario
 - 2260 Dune con vegetazione di sclerofille dei *Cisto-Lavanduletalia*
 - 2270 Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster* – Prioritario

²EUROPEAN COMMISSION, 2007. Interpretation manual of european union habitats - EUR 27. DG Environment, Nature and biodiversity.

Classificazione CORINE biotopes:

sistema di classificazione creato dalla Commissione Europea (1991)³ per ovviare alla mancanza di completezza e confrontabilità nell'informazione ambientale all'interno della Comunità Europea. E' finalizzato alla creazione banche-dati relative ai diversi aspetti dei biotopi diffusi sul territorio, con fini gestionali e di protezione, tenendo conto della struttura gerarchica dei sistemi ambientali.

Di seguito, riportiamo il sistema gerarchico delle categorie costiere e alofile presenti in Italia.

1 Comunità costiere ed alofile

15 Paludi salate ed altri ambienti salmastri

15.1 Vegetazione ad alofite con dominanza di Chenopodiacee succulente annuali

15.11 Praterie a salicornie annuali

15.113 Comunità pioniera mediterranea a *Salicornia*

15.1131 Comunità a *Salicornia* delle basse coste mediterranee centro-occidentali

15.1132 Tappeti a *Salicornia veneta*

15.1133 Comunità a *Salicornia* delle alte coste mediterranee

15.12 Comunità alonitrofile a *Frankenia*

15.13 Comunità a *Sagina maritima*

15.14 Steppe salate a *Crypsis*

15.2 Praterie a *Spartina*

15.21 Praterie a spartina dalle foglie larghe (*Spartina maritima*)

15.5 Vegetazione delle paludi salmastre mediterranee

15.51 Paludi salmastre mediterranee a *Juncus maritimus*

15.52 Paludi salmastre a piccoli carici e altre specie

15.53 Pascoli mediterranei alo-psammofili

15.55 Prati salati mediterranei a *Puccinellia*

15.56 Linee di deposito degli ambienti alofili

15.57 Formazioni ad *Artemisia caerulscens* e *Agropyron* sp.pl.

15.58 Formazioni a *Juncus subulatus*

15.6 Bassi cespuglieti alofili

15.61 Cespuglieti alofili mediterranei

15.611 Arbusteti bassi a *Arthrocnemum*

15.612 Arbusti alti ad *Arthrocnemum*

15.613 Cespuglieti alofili a *Arthrocnemum glaucum*

15.614 Arbusteti alofite a *Suaeda*

15.616 Arbusteti mediterranei ad *Halimione portulacoides* e *Arthrocnemum fruticosi*

15.617 Cespuglieti ad *Halocnemum*

15.63 Cespuglieti termofili a *Limoniastrum*

15.7 Cespuglieti alofili semi-desertici

15.72 Cespuglieti alo-nitrofilo mediterranei

15.725 Cespuglieti alo-nitrofilo siciliani

³ COMMISSION OF EUROPEAN COMMUNITY, 1991. CORINE Biotopes manual, habitats of the European Community. A method to identify and describe consistently sites of major importance for nature conservation. EUR 12587/3. Office for Official publications of the European Communities. Luxembourg.

- 15.8 Steppe salate mediterranee
 - 15.81 Steppe salate a *Limonium*
- 16 Spiagge e dune sabbiose del litorale
 - 16.1 Spiagge
 - 16.11 Arenile privo di vegetazione
 - 16.12 Arenile con comunità vegetali annuali (*Cakiletea maritima*)
 - 16.2 Dune
 - 16.21 Dune mobili e dune bianche
 - 16.211 Dune mobili
 - 16.2112 Dune mobili embrionali
 - 16.2122 Dune bianche mediterranee
 - 16.22 Dune grigie
 - 16.221 Dune grigie settentrionali (Adriatico settentrionale)
 - 16.223 Dune grigie mediterranee
 - 16.227 Comunità dunali a specie annuali dei suoli sottili
 - 16.228 Comunità a specie annuali mediterranee e sud-atlantiche di terofite su suolo sabbioso profondo
 - 16.229 Praterie xeriche delle dune
 - 16.25 Cespuglieti a caducifoglie delle dune
 - 16.251 Dune a *Hippophae rhamnoides*
 - 16.27 Ginepreti e cespuglieti delle dune
 - 16.271 Dune a *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*
 - 16.272 Dune a *Juniperus phoenicea*
 - 16.28 Cespuglieti a sclerofille delle dune
 - 16.29 Dune alberate
 - 16.3 Depressioni umide interdunali
 - 16.31 Corpi idrici interdunali permanenti
 - 16.32 Formazioni pioniere delle sabbie umide a specie annuali (*Juncus bufonius*, *Samolus valerandi* etc.)
 - 16.33 Paludi interdunali
 - 16.34 Praterie umide interdunali
 - 16.35 Canneti e cariceti interdunali
- 17 Litorali ghiaiosi e ciottolosi
 - 17.1 Litorali ghiaiosi e ciottolosi quasi privi di vegetazione
 - 17.2 Vegetazione annua delle linee di deposito marine
- 18 Rupi marittime e coste rocciose
 - 18.1 Scogli nudi
 - 18.11 Scogli dei margini del piano mesolitorale
 - 18.12 Scogli del piano mesolitorale inferiore
 - 18.13 Scogli del mesolitorale superiore
 - 18.14 Sporgenze e grotte del mesolitorale
 - 18.15 Pozze rocciose mesolitorali
 - 18.16 Scogli supralitorali
 - 18.17 Pozze rocciose sopralitorali
 - 18.2 Litorali rocciosi e rupi marittime con vegetazione
 - 18.22 Scogliere e rupi marittime mediterranee
- 19 Isolette rocciose e scogli

Sistema di classificazione habitat Eunis:

sviluppato dall' Agenzia Europea per l' Ambiente (EEA) attraverso l' European Topic Centre Natura e Biodiversità. Tale classificazione è costruita sulla base del CORINE Habitats Classification, alla quale sono state apportate le opportune ridefinizioni e approfondimenti, con particolare riguardo nei confronti degli habitat marini. L' ultimo aggiornamento della classificazione EUNIS, è stato effettuato nel 2007 (<http://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp>).

A Habitat marini

A2 Sedimenti litorali

A2.5 Paludi salse e canneti alofili litoranei

A2.51 Accumuli di sedimenti in paludi salse litoranee

A2.51B Comunità di *Sagina maritima* in paludi salse effimere, su spiagge sabbiose

A2.52 Paludi salse del litorale superiore

A2.522 Comunità mediterranee di *Juncus maritimus* e *Juncus acutus* di paludi salmastre

A2.523 Prati salati mediterranee a piccoli *Juncus* sp., *Carex* sp., *Hordeum* sp. e *Trifolium* sp.

A2.524 Comunità mediterranee di *Elymus* sp. o *Artemisia* sp.

A2.525 Comunità mediterranee di *Juncus subulatus* di paludi salmastre

A2.526 Comunità mediterranee arbustive di paludi salmastre

A2.5261 Arbusteti ad *Arthrocnemum perenne*

A2.5262 Arbusteti ad *Arthrocnemum fruticosum*

A2.5263 Comunità mediterranee arbustive di paludi salmastre

A2.5264 Arbusteti alofili a *Suaeda*

A2.5265 Arbusteti mediterranei ad *Halimione portulacoides* e *Arthrocnemum fruticosum*

A2.5266 Cespuglieti ad *Halocnemum*

A2.528 Comunità mediterranee di *Limoniastrum* sp.

A2.532 Prati alo-psammofili del Mediterraneo

A2.543 Comunità prative mediterranee delle paludi salse costiere

A2.55 Comunità di piante pioniere delle paludi salse

A2.551 Comunità pioniere di *Salicornia* sp., *Suaeda* sp. e *Salsola* sp. delle paludi salse

A2.5512 Comunità pioniere di *Suaeda maritima* delle paludi salse

A2.5513 Comunità pioniere di *Salicornia* sp. delle paludi salse

A2.5514 Comunità di *Salicornia veneta*

A2.552 Comunità pioniere alo-nitrofile delle coste mediterranee

A2.51B Comunità di *Sagina maritima* in paludi salse effimere, su spiagge sabbiose

A2.554 Comunità di *Spartina* sp. dalle foglie piatte

B Habitat costieri

B1 Dune costiere ed altri habitat sabbiosi marittimi

B1.1 Comunità di Angiosperme delle spiagge sabbiose, sui materiali di deposito delle maree

- B1.13 Comunità atlantico-mediterranee e del Mar Nero delle spiagge sabbiose
- B1.21 Spiagge sabbiose prive di vegetazione, al di sopra del limite di marea
- B1.3 Dune costiere mobili
 - B1.31 Primi stadi evolutivi delle dune mobili
 - B1.311 Complessi di giovani dune mobili, più o meno prive di vegetazione e prospicienti la linea di marea
 - B1.32 Cordoni di dune mobili supralitorali, nude o con rada vegetazione
 - B1.322 Dune costiere supralitorali ricoperte di vegetazione erbacea
- B1.4 Comunità erbacee delle dune costiere stabili
 - B1.43 Dune costiere stabili del Mediterraneo centrale e occidentale e delle coste termo-atlantiche del sud-Iberia e nord-Africa
 - B1.44 Dune costiere stabili del Mediterraneo centro-orientale
 - B1.47 Comunità dunali di terofite graminiformi pioniere su suolo superficiale
 - B1.48 Comunità dunali mediterranee e sud-atlantiche di terofite su suolo sabbioso profondo
- B1.6 Cespuglieti delle dune costiere
 - B1.61 Comunità arbustive fitte di specie nemorali su dune costiere
 - B1.611 Arbusteti di *Hippophae rhamnoides* su dune costiere
 - B1.63 Comunità arbustive di *Juniperus* sp. su dune costiere
 - B1.64 Comunità arbustive di sclerofille e laurifille su dune costiere
 - B1.71 Brughiere dunali costiere coperte da foreste di conifere più o meno naturali (ad es.: *Pinus silvestris*)
- B1.8 Acquitrini e specchi d'acqua delle dune costiere
 - B1.81 Comunità pioniere degli acquitrini interdunali
 - B1.82 Acquitrini e paludi calcicole (occasionalmente acidofile) interdunali
 - B1.83 Prati paludosi e brughiere umide interdunali
 - B1.84 Canneti, tifeti e cariceti interdunali
- B2 Habitat ghiaiosi costieri
 - B2.1 Comunità delle spiagge ghiaiose, sui materiali di deposito della marea
 - B2.2 Spiagge ghiaiose mobili e prive di vegetazione, al di sopra del limite di marea
- B3 Scogliere, spiagge ed isolette rocciose, compresi gli habitat supralitorali
 - B3.2 Habitat rocciosi costieri (scogliere, spiagge ed isolette) privi di vegetazione
 - B3.3 Habitat rocciosi (scogliere, spiagge ed isolette) con vegetazione alofila
 - B3.33 Comunità degli habitat rocciosi mediterraneo-atlantici e del Mar Nero
 - B3.361 Comunità degli habitat rocciosi peri-lagunari dell'isola di Pantelleria

E Prati e consorzi di alte erbe (megaforbieti)

E6 Steppe salate continentali

- E6.1 Comunità erbacee alofile dell'entroterra mediterraneo
 - E6.11 Steppe alofile a *Limonium* sp., del Mediterraneo
 - E6.13 Comunità di erbe alo-nitrofile pioniere dell'entroterra

F Arbusteti

- F6.8 Arbusteti xero-alofigli (di terreni salsi ed aridi)

F6.82 Arbusteti nitrofilo mediterranei
F6.825 Cespuglieti alo-nitrofilo siciliani

Indicatore di:

sottolinea la particolarità di certe specie di indicare, in modo molto diretto, alcune peculiarità ambientali quali caratteristiche microclimatiche, caratteristiche dei suoli, ecc.

Utilizzato per:

questo campo indica, per le specie già in uso negli impianti di recupero, lo specifico utilizzo in relazione alle loro peculiarità.

Non resistente a:

descrive l'incapacità di tollerare condizioni ambientali particolari.

Resistente a:

descrive la capacità di tollerare condizioni ambientali estreme.

Già utilizzata:

indica se la specie è stata mai citata in liste per impianti, in manuali, in opere specifiche e dunque se è mai stata utilizzata per la realizzazione di opere.

Note generali:

vengono in questo campo inserite notizie di vario tipo non inerenti i campi di cui sopra ma di potenziale interesse.

Note commerciali:

vengono in questo campo inserite notizie circa la disponibilità in commercio delle specie o le caratteristiche del prodotto venduto.

Normativa:

viene descritta la presenza della specie in normative regionali o nazionali.

Bibliografia:

informazioni provenienti da una bibliografia specifica inerente la flora d'Italia, le tecniche di ricostruzione ambientale, l'utilizzo di specie vegetali come materiali da costruzione.

8.3 Potenzialità, fruibilità e sviluppi futuri

Come abbiamo accennato nel paragrafo precedente, per la fruizione della banca dati in esame, è stato progettato un prodotto informatico che propone all'utente tre grandi spazi informativi: quello della ricerca, della biblioteca e dei contenuti editoriali.

Lo spazio della ricerca è riservato alle diverse modalità di richiesta delle informazioni sulle specie vegetali, ed è finalizzato all'ottenimento delle liste di specie, delle informazioni di dettaglio su ogni singola specie della lista e dei possibili collegamenti con altre informazioni disponibili in rete o negli altri database di ISPRA. Questo spazio rappresenta la parte centrale dell'opera ed è stato realizzato per consentire, attraverso le diverse modalità di interrogazione, di raggiungere comunque le schede di ogni singola specie, in funzione delle esigenze e delle richieste specificate. Tre sono le modalità possibili di interrogazione e di ricerca:

1. **per ordine alfabetico** - si effettua una ricerca su una lista di nomi consultabile secondo l'ordine alfabetico;
2. **per nome scientifico** - si effettua la ricerca attraverso il nome del genere, della specie o di entrambi. In questo modo, anche solo conoscendo il nome del genere è possibile raggiungere una lista su cui approfondire la ricerca;
3. **multicriterio** - è la modalità di ricerca più complessa e più interessante, con la quale si possono inserire contemporaneamente tutti o una selezione di set specifici di parametri, tra quelli previsti. In

particolare, si può ottenere una lista di specie che soddisfi le seguenti categorie di informazioni: forma biologica, portamento, fenologia, distribuzione regionale, corologia, frequenza, habitat.

Dopo aver ottenuto il numero complessivo e la lista delle specie, si può visualizzare la scheda descrittiva di ciascuna di esse e dunque approfondire le conoscenze sulla stessa. Se inoltre compaiono specie a rischio di estinzione presenti in liste rosse ci si può collegare ad un'altra opera "Liste rosse e blu della flora italiana" edita dall'ANPA nel 2001 (Stato dell'ambiente 1) ed ottenere ulteriori informazioni di dettaglio.

Lo spazio della biblioteca è quello riservato ad ottenere informazioni sulla bibliografia specifica, sulla normativa di riferimento e sul glossario dei termini utilizzati nella banca dati.

Lo spazio dei contenuti editoriali è quello dedicato allo sviluppo di argomenti di grande attinenza con i temi trattati e in particolar modo la tematica generale (note per l'utilizzo del prodotto, conservazione della natura e della biodiversità, gestione del territorio e recupero, ambiti di intervento ed opere, ecosistemi); la bioingegneria (biotecnica delle specie vegetali, apparato radicale e impianti, tecniche di propagazione e applicazioni, analisi vegetazionali del sito e progettazione della vegetazione); gli habitat (acque interne e ambienti di acqua dolce, coltivi e aree costruite, coste, prati, cespuglieti, foreste, rupi, brecciai, sabbie).

L'utilizzo ottimale della banca dati da parte degli utenti ha interessato tutte le fasi della progettazione. Con l'intento di favorire il più possibile la diffusione e l'accessibilità delle informazioni in esso contenute sono stati perseguiti degli obiettivi specifici, che hanno condotto ai seguenti risultati: l'utente trova facilmente le informazioni che gli servono, si orienta all'interno del documento ipertestuale, effettua le ricerche in tempi brevissimi, trova strumenti di aiuto e contenuti di approfondimento. L'accesso *on line* permette, inoltre, il collegamento altre fonti di dati per l'aggiornamento e ampliamento delle informazioni.

Un livello di informazione superiore è poi possibile grazie al fatto che la banca dati è stata pensata e strutturata in modo da poter essere consultata dietro richiesta per singole schede, ognuna delle quali si riferisce ad una singola specie. La velocità di fruizione dei dati è assicurata da un'interfaccia efficace e immediata che tiene conto di principi quali l'usabilità e la progettazione della navigazione.

8.4 Architettura

Di seguito, viene descritta l'architettura della banca dati della vegetazione costiera e il suo programma di gestione, così come sono allo stato attuale di avanzamento del progetto. Trattandosi di un "*work in progress*" sia l'architettura che il programma potranno subire modifiche e miglioramenti. Il database, realizzato in Microsoft ACCESS '97, si articola nelle seguenti tabelle, organizzate come mostrato nel diagramma di flusso in fig. 8.1:

- *Db_totale*
- *Corine Biotopi*
- *EUNIS*
- *Natura 2000*
- *Veg_com*
- *Veg_habitat*
- *Veg_prov*
- *Veg_zone*
- *Habitat*
- *Zone_diffusione*

- *Comuni_veg*
- *Province*
- *Regioni*

A queste si aggiungono le tabelle *Interventi* e *Hab2000_Interventi* che costituiscono un modulo per l'interfacciamento dell'Atlante degli Interventi di Ingegnera Naturalistica con il database in oggetto, di cui in questa relazione forniremo solo un breve accenno essendo un modulo in via di perfezionamento.

Di seguito si descrivono i contenuti delle tabelle sopra riportate.

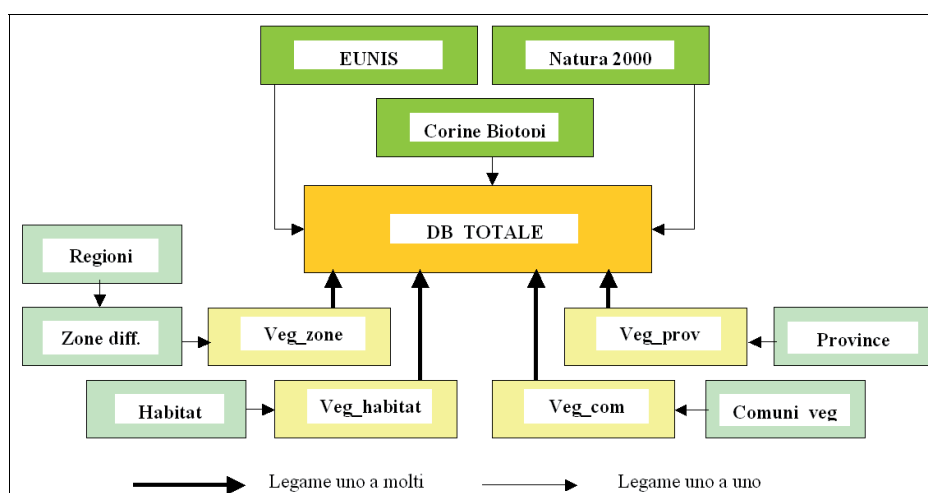


Fig. 8.1: Diagramma di flusso della banca dati SARA

Db totale

Contiene le principali informazioni relative a ciascuna specie registrata, in particolare:

- *Codice*, identificativo univoco della specie nel database
- *Specie*, nome della specie
- *Sinonimi*
- *Forma biologica*
- *Corologia*
- *Portamento*
- *Fenologia*
- *Quota min*
- *Quota max*
- *Frequenza*,
- *Substrato*
- *Utilizzato per*, indica le tipologie di interventi naturalistici compatibili con la specie
- *Già utilizzato*
- *Normativa*
- *Famiglia*
- *Protezione*
- *Categoria di rischio (Scoppola)*
- *Lista_rossa*
- *IUCN*
- *Berna*
- *Classe*
- *Ordine*

- *Alleanza*
- *Associazione*
- *Note*
- *Cod_Natura 2000*
- *Cod_Natura 2000 (1)*
- *Cod_Natura 2000 (2)*
- *Altri Cod_Natura 2000*
- *Cod_CorBio III 1*
- *Cod_CorBio III 2*
- *Cod_CorBio III 3*
- *Cod_CorBio III 4*
- *Cod_CorBio IV 1*
- *Cod_CorBio IV 2*
- *Cod_CorBio IV 3*
- *Cod_CorBio V 1*
- *Cod_CorBio V 2*
- *Cod_CorBio V 3*
- *Cod_EUNIS*
- *Cod_Eunis 2*
- *Cod_Corine max lev*
- *Def_Corine max lev*

Tale tabella è collegata:

- con legame uno a uno, alle tabelle *Corine Biotopi*, *Eunis*, *Natura 2000*, tramite i relativi codici per l'estrazione delle corrispondenti definizioni di habitat;
- con legame uno a molti, alle tabelle *Veg_com*, *Veg_prov*, *Veg_zone*, *Veg_habitat*, tramite il codice univoco di specie.

Corine Biotopi, Eunis, Natura 2000

Queste tabelle contengono le definizioni degli habitat corrispondenti alle relative classificazioni e sono collegate con la tabella principale, "uno a uno", mediante i relativi codici di habitat. La tabella Natura 2000 contiene, anche, la specificazione di habitat prioritario.

Veg_com, Veg_prov, Veg_zone, Veg_habitat

Queste tabelle, contenenti solo due campi, il codice di specie e il codice identificativo del corrispondente parametro, "Comune", "Provincia", "Zona di diffusione" e "Habitat", rispettivamente, sono collegate alla tabella principale mediante un legame "uno a molti", che permette di individuare tutti gli elementi di un certo parametro in cui la specie è (o può essere) presente. A loro volta, tali tabelle, tramite un legame "uno a uno", permettono di estrarre la descrizione degli elementi individuati tramite le tabelle specifiche (Comuni_veg, Province, Zone_diffusione, Regioni⁴).

Comuni veg, Province, Regioni, Zone_diffusione

Queste tabelle, collegate alle precedenti nel modo già descritto, contengono le specifiche dei relativi elementi, consentendo il passaggio dal codice alla corrispondente descrizione.

⁴Le zone di diffusione sono state definite in modo da risultare, ciascuna, univocamente collegata a una singola regione. Per questa ragione, vedi schema di flusso, il legame tra specie e regione viene individuato attraverso un duplice passaggio, Veg_zone_Zone_diffusione_Regioni.

La tabella Comuni_veg contiene anche le coordinate (UTM 32) dei comuni, consentendo l'individuazione delle specie presenti nell'intorno di un punto georeferenziato, attraverso la seguente catena: punto georeferenziato → comuni presenti nell'intorno del punto → specie presenti nei comuni individuati.

8.5 Software di interrogazione

E' stato realizzato, in Visual Basic 6.0®, un software per l'interrogazione del database, la cui schermata iniziale è mostrata in fig. 8.2.

Tale software permette di interrogare il database ("Selezione") secondo due modalità:

- *Specie*
- *Interventi*



Fig. 8.2: Schermata iniziale del software per l'interrogazione della banca dati

Selezione specie

La modalità specie abilita la schermata di ricerca, mostrata in fig. 8.3. La schermata è divisa in due parti, a sinistra la ricerca per posizione geografica, a destra per caratteristiche della specie.

Ricerca per posizione geografica

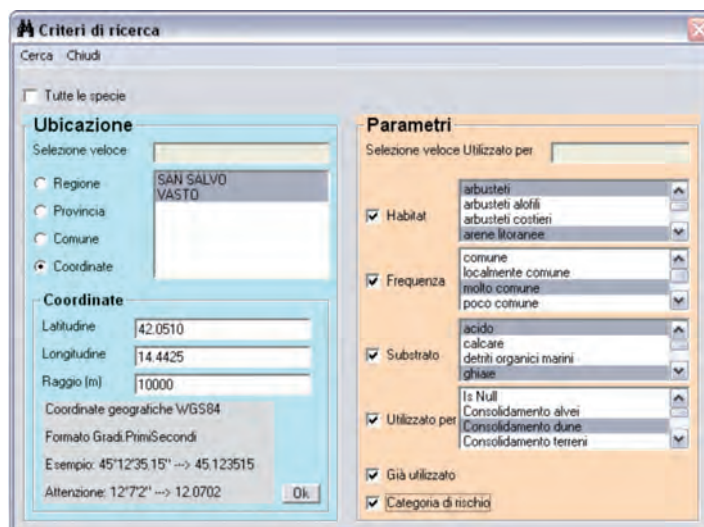


Fig. 8.3: Schermata di ricerca per posizione geografica

I criteri di ricerca per posizione geografica sono esclusivi, la ricerca può essere, cioè, fatta per regioni o province o comuni, eventualmente, questi ultimi, selezionati con il criterio delle “Coordinate”, che definisce i comuni presenti nell’intorno di un punto di date coordinate. Nell’ambito di un criterio possono essere selezionati più elementi; in questo caso la selezione avviene secondo la logica OR (selezione di tutte le specie esistenti in uno o più degli elementi geografici selezionati).

Ricerca per caratteristiche della specie

La ricerca per caratteristiche della specie può avvenire selezionando più criteri contemporaneamente, seguendo la logica AND (tutti i criteri devono essere rispettati). Anche in questo caso, per ciascun criterio è possibile una selezione multipla di elementi (logica OR, nell’ambito di ciascun criterio). Naturalmente, è possibile accorpare il criterio geografico a quello parametrico, sempre seguendo la logica AND.

Visualizzazione specie

Le specie selezionate con i criteri di ricerca descritti vengono visualizzate in una schermata, come mostrato in fig. 8.4, a seguito di selezione da una casella combinata (identificata con “Specie” in fig. 8.4), contenente la lista di tutte le specie che obbediscono al criterio di ricerca imposto.

Fig. 8.4: Schermata di ricerca per caratteristiche della specie

Senza approfondire tutte le potenzialità interattive del software, occorre sottolineare come la visualizzazione delle caratteristiche della specie selezionata abilita le seguenti opzioni da menù:

- *Mappa*, abilita la visualizzazione della mappa di diffusione della specie (fig. 8.5), mediante l'utilizzo delle routines MapObjects® 2.1, che simulano un'interfaccia tipo ArcView®.
- *Scheda*, permette la redazione della “Scheda descrittiva della Specie”, in formato pdf stampabile (fig. 8.6).
- *Foto*, mostra, se disponibile, la foto della specie.



Fig. 8.5: Visualizzazione della mappa di diffusione della specie

8.6 Interrogazione del Repertorio nazionale degli interventi di ripristino

La modalità “Interventi” (schermata principale), permette l’interrogazione delle Schede degli Interventi di ripristino, eseguiti e/o in progetto (fig. 8.7). Senza approfondire in questa sede un modulo non ancora del tutto definito, è opportuno sottolineare come tale opzione consenta di:

- visualizzare le caratteristiche principale dell’intervento;
- visualizzare la corrispondente scheda in formato pdf;
- selezionare le specie compatibili, in funzione della georeferenziazione dell’intervento e degli Habitat presenti
- verificare la corrispondenza tra le specie utilizzate e quelle compatibili;
- aprire una Mappa Google® della zona dell’intervento.

9. L'APPROCCIO NATURALISTICO NELLA CONSERVAZIONE E RESTAURO DEGLI AMBIENTI DUNALI

Giancarlo Bovina, Massimo Amodio, Carlo Callori di Vignale

9.1 I problemi di conservazione degli ambienti dunali costieri

Le aree costiere rappresentano certamente la porzione di territorio nella quale l'azione antropica ha determinato i maggiori effetti di trasformazione. Oltre all'antropizzazione e cementificazione delle coste, il fenomeno che sintetizza e spesso rappresenta pienamente la criticità dell'effetto sinergico di molte delle attività umane citate è dato dall'erosione dei litorali.

La presenza e stabilità dei materiali sabbiosi che costituiscono le spiagge dipendono principalmente dai meccanismi di trasporto che, per effetto combinato di onde e correnti, provvedono alla distribuzione lungo costa dei sedimenti versati in mare dai corsi d'acqua. In aggiunta ad altri fenomeni di natura geologica e/o climatica, qualsiasi interferenza sul processo naturale di erosione dei versanti, trasporto verso mare dei sedimenti, trasporto litoraneo, comporta quindi il disequilibrio sedimentario della spiaggia. Per queste motivazioni molte spiagge sono interessate da erosione, fenomeno che intacca gravemente un bene economico fondamentale per le località turistiche balneari ed un valore naturale da conservare per le generazioni future. Costituendo corpi sedimentari in mutua relazione, l'erosione delle spiagge è frequentemente associata alla demolizione delle dune costiere.

Spiagge e dune costiere costituiscono così una risorsa naturale difficilmente rinnovabile, poiché le azioni di controllo o di mitigazione dell'erosione costiera sono complesse e raramente risolutive.

Al posto di opere e strutture di protezione costiera totalmente rigide, oggi sono i ripascimenti morbidi, cioè la ricostruzione delle spiagge con l'apporto di sabbie prelevate da cave marine (spiagge fossili), che costituiscono soluzioni sempre più diffuse e condivise.

Particolare "successo" hanno i ripascimenti protetti i quali, attraverso la realizzazione di contenitori a differente grado di sommergenza, tendono ad impedire la rapida dispersione del sedimento apportato artificialmente, prolungando nel tempo l'efficacia dell'intervento. E' tuttavia opportuno sottolineare come a volte i ripascimenti artificiali (ancor più se protetti) siano, di fatto, realizzati con poca considerazione del complesso delle relazioni fisiche e biologiche investite. In più, il ricorso sempre più diffuso e generalizzato alla ricostruzione ed alla rialimentazione artificiale delle spiagge, vizia amministratori, tecnici (e parte della stessa comunità scientifica) verso l'adozione di soluzioni comunque temporanee, che non affrontano a monte (anche in senso letterale) il problema, con possibili effetti critici già nel breve e medio termine (migrazione dei fenomeni erosivi, danneggiamento delle biocenosi e conseguenze sulla rete trofica, mancato controllo dei meccanismi effettivamente alla base dei fenomeni erosivi) (Bovina, 2004).

Tutto questo si colloca poi in uno scenario che vede, come conseguenza del *Global Warming*, tassi di risalita del livello del mare (lungo le coste oceaniche), valutati in circa $1.7 \div 1.8$ mm/anno per l'ultimo secolo, e che nel corso dell'ultima decade hanno mostrato incrementi sino a 3 mm/anno (Parry *et al.*, 2007).

9.2 Distribuzione e stato di conservazione delle dune costiere

A livello europeo, unitamente alle zone umide costiere ad essi spesso legati (fig. 9.1), gli ambienti dunali sono quelli maggiormente minacciati, nonostante siano in buona parte interessati

da strumenti di tutela (Aree Protette e Siti della Rete Natura 2000).

I meccanismi di degrado, come sopra accennato, sono principalmente rappresentati dall'antropizzazione dei litorali, dall'erosione costiera, da una fruizione turistica incontrollata, e fondamentalmente causati da carenze di pianificazione dei territori costieri (e degli spazi marino-costieri) e da una carenza politica unitaria di gestione, sia dei litorali che del territorio interno di influenza.



**Fig. 9.1: Dune e stagni nel SIC “Promontorio e dune e zona umida di Porto Pino” (CA)
(Foto Giancarlo Bovina)**

Sulla base dei dati forniti dall'*EUCC (European Union for Coastal Conservation)* – (EUCC 1991, 1998), aggiornati agli anni '90 del secolo scorso, nell'Europa centrale e occidentale le dune costiere si estendono su superfici dell'ordine dei 5.300 km² corrispondenti a circa il 75% di quelle del secolo precedente. Esse risultano largamente interessate da progressivo degrado qualitativo e riduzione quantitativa: infatti, solo circa 3.200 km² (45%) presentano condizioni di integrità.

Nell'ambito delle coste mediterranee, la riduzione di questi ambienti è maggiore, risultando integro solo il 25% delle superfici originali.

Per quanto riguarda la costa italiana, la EUCC, tra gli inizi del 1900 e gli anni '90, stima una perdita dell'ordine dell'80% delle superfici iniziali, vale a dire da circa 35.000-45.000 ha a circa 7.000-9.000 ha.

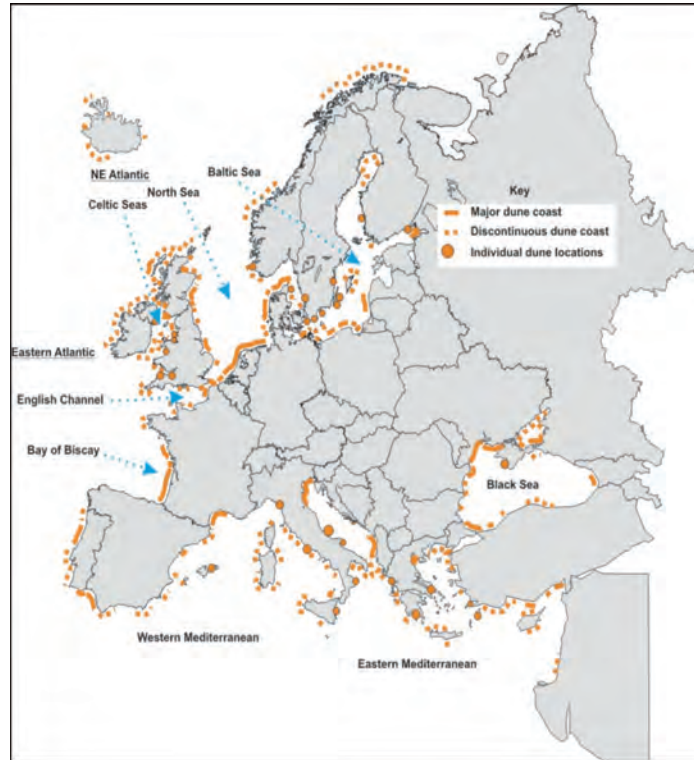


Fig. 9.2: Una recente rappresentazione sulla presenza di dune lungo le coste europee (Doody, 2008)

Approfondendo l'analisi delle coste italiane, sulla base dell'esame della documentazione cartografica (Atlante delle Spiagge Italiane, CNR 1985 –1997), si rileva come, sino alla metà degli anni '90, i depositi dunali costieri presentavano uno sviluppo residuo complessivo di poco superiore a 700 km: vale a dire meno del 10% dello sviluppo costiero nazionale e solo circa il 20% di quello interessato da litorali sabbiosi.

Più in dettaglio, la ripartizione tra dune naturali e dune antropizzate risultava pari a circa il 50%. Questo ultimo dato però non deve trarre in inganno, poiché nel corso degli ultimi anni la maggior parte delle dune naturali è stata oggetto di forte aggressione e sensibile degrado, principalmente a causa della pressione turistica e per l'ormai generalizzata erosione costiera.-



Fig. 9.3: Erosione costiera nel Parco Nazionale del Circeo



Fig. 9.4: Dune nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, SIC "Scoglio del Mingardo spiaggia di Cala del cefalo"

(Foto Giancarlo Bovina)

Un aggiornamento del quadro descritto è riportato nella tab. 10.1, dove è sintetizzato il risultato di una valutazione orientativa dello stato di antropizzazione delle dune costiere italiane. La valutazione è basata sull'osservazione di immagini *Google Earth* sulle quali sono stati sovrapposti gli strati informativi, vettorializzati e georiferiti, dell'Atlante delle Spiagge Italiane relativi ai tratti litorali caratterizzati dalla presenza di dune costiere. Per "stato di antropizzazione" si è inteso l'assenza di strutture, opere e manufatti (strade, edificazioni, coperture, opere di difesa etc.) che possano interferire direttamente con il naturale processo di trasporto, deposizione e stabilizzazione delle sabbie eoliche.

REGIONE	<i>sviluppo costiero Km (*)</i>	<i>costa bassa Km (*)</i>	<i>sviluppo dune Km</i>	<i>dune antropizzate Km</i>	<i>dune non antropizz. Km</i>
LIGURIA	350	94	0	//	//
TOSCANA	442	199	125,6	52,7	72,9
LAZIO	290	216	65,9	42,8	23,1
CAMPANIA	480	224	62,5	50,4	12,1
CALABRIA	736	692	60,3	41,8	18,5
BASILICATA	68	36	29,6	8,2	21,4
PUGLIA	865	302	146,5	82,7	63,8
MOLISE	36	14	0,0	//	//
ABRUZZO	125	99	2,0	2	0
MARCHE	172	144	0,0	//	//
EMILIA-ROMAGNA	130	130	48,3	21,9	26,4
VENETO	140	140	14,4	7,3	7,1
FRIULI V. G.	111	76	7,6	1,2	6,4
SICILIA	1623	1117	98,1	70,2	27,9
SARDEGNA	1897	459	88,2	36,1	52,1
totale	7465	3848	749,0	417,3	331,7

Tab. 9.1: Valutazione orientativa dello stato di antropizzazione delle dune costiere italiane
(* da Studi Costieri 10/2006)

Dall'analisi, che ha evidentemente un valore solo indicativo e introduttivo, si rileva come le dune non antropizzate abbiano un'estensione residua di circa 330 km, interessando in tal modo circa l'8.6% del totale della costa bassa nazionale. Si tratta prevalentemente di sviluppi frazionati in sistemi discontinui di pochi chilometri. Le regioni con il maggior sviluppo complessivo di dune costiere sono:

- Puglia (146Km),
- Toscana (126Km),
- Sicilia (98Km),
- Sardegna (88Km);

In termini di assenza di antropizzazione:

- Toscana (73Km),
- Puglia (64Km),
- Sardegna (52Km).

Anche come incidenza specifica (dune naturali/costa bassa) le coste di Toscana (37%) e Puglia (21%) si confermano come aree di maggior rilevanza, con l'aggiunta di Emilia-Romagna (20%).

Singolare il dato della Basilicata (59%) che tuttavia in termini complessivi mostra sviluppi limitati (circa 21 km di depositi dunali).

La sopravvivenza di molti chilometri di ambienti dunali (anche per lunghi tratti continui) ancora non cementificati o direttamente artificializzati testimonia della possibilità di dar vita ad un'ampia e significativa azione di tutela e ripristino delle dune costiere italiane. Ovviamente tale strategia si deve confrontare con il reale stato di conservazione delle dune; nel giudizio di "naturalità" esposto, infatti, sfuggono sostanzialmente, tra gli altri, i meccanismi di antropizzazione prodotti dal calpestio, dagli effetti di impianti vegetali non strettamente coerenti con il dinamismo dunale (ad es., le pinete costiere non autoctone), dall'invasione di specie vegetali aliene etc.

Oltre a questo, nell'individuazione di aree di possibile intervento di restauro o di ripristino, sarebbe opportuno considerare lo stato erosivo ed in particolare il bilancio sedimentario del sistema spiaggia-duna e quello specifico della duna, secondo il modello concettuale di Psuty (Psuty, 1988) esposto nel cap. 4 relativo ai lineamenti di geomorfologia costiera.

9.3 Impatto antropico e minacce

La presenza antropica determina molteplici meccanismi di impatto. I principali che hanno agito (e tuttora agiscono) sulle dune costiere, e ne hanno determinato la forte contrazione, afferiscono a fattori sia di ordine generale che specifico.

Tra i primi l'erosione costiera prodotta dall'alterazione del trasporto sedimentario litorale, l'urbanizzazione e infrastrutturazione dei litorali, l'apertura di cave (fenomeno da considerarsi oramai storico) e il più recente sviluppo delle attività turistiche. Affrontando i temi di erosione e stato di conservazione (e nell'ipotizzare interventi di ripristino), è opportuno ricordare che le dune sono ambienti estremamente dinamici, in continua evoluzione tra sedimentazione ed erosione.

Anche in condizioni naturali presentano, quindi, fasi erosive che possono evolvere sino a determinarne la totale demolizione. In fig. 9.5 è rappresentato un tratto di costa ricadente nel Parco Nazionale del Circeo (zona lago di Fogliano): stralcio cartografico della base IGMI del 1928 (scala originale 1:5.000, equidistanza 0.5 m) e relativo DEM. E' possibile osservare l'articolata morfologia del sistema duna-spiaggia rilevata nel 1928, già allora caratterizzata da evidenti forme erosive (gradini e scarpate di erosione, *blowouts*), certamente riferibile ad una condizione antecedente all'antropizzazione della costa.

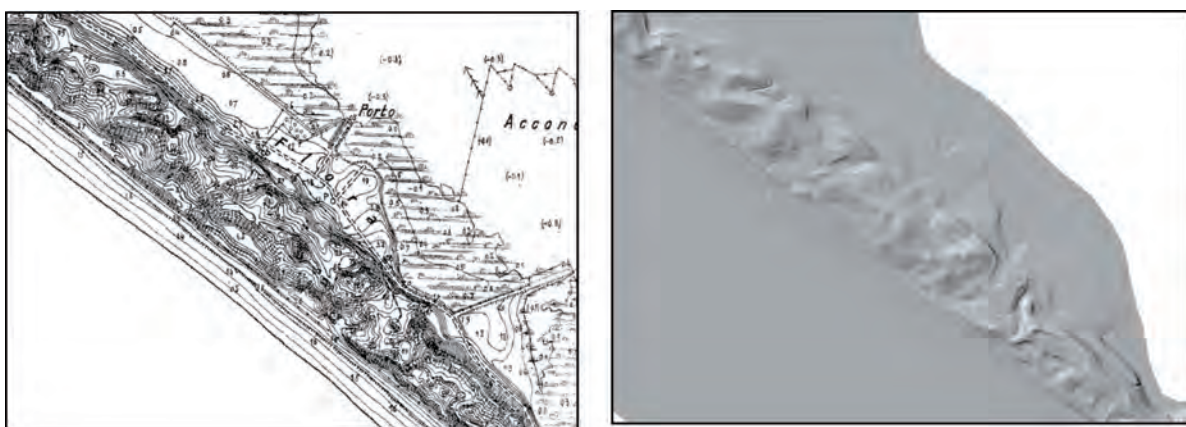


Fig. 9.5: Elaborazione DEM (da V. Gragnanini, 2009. Tesi di laurea – comunicazione personale)

Tra i meccanismi più specifici e localizzati, tutti riconducibili a modelli fruizionali non sostenibili degli ambienti litorali, figurano le stesse attività balneari, il calpestio incontrollato e le pulizie meccanizzate. In particolare, queste ultime (fig. 9.6) producono un complesso di danni legati alla demolizione delle forme embrionali di deposito, all'alterazione del grado di addensamento del sedimento di spiaggia (rende più efficace l'azione erosiva delle onde), al danneggiamento/eliminazione della vegetazione pioniera, alla sottrazione delle biomasse vegetali spiaggiate, queste ultime determinanti nella dinamica trofica ed ecologica dell'ambiente spiaggia-duna (ma anche di quello marino-costiero).



Fig. 9.6: Pulizia meccanizzate della spiaggia (Foto Giancarlo Bovina)

Di seguito sono riportati i principali fattori di impatto che agiscono (o che hanno influito anche storicamente) sugli ambienti dunali. Molti dei meccanismi descritti agiscono spesso simultaneamente, innescando circoli viziosi, con forte esaltazione degli effetti.

meccanismi generali di demolizione o degrado delle dune costiere:

alterazione dei regimi del trasporto sedimentario lungo costa per effetto di interventi nei bacini idrografici (compresi gli alvei fluviali) e di opere rigide costiere (porti, pontili, difese costiere ecc.),
antropizzazione (urbanizzazione, realizzazione di insediamenti produttivi),
apertura di cave per l'estrazione delle sabbie,
strutture turistiche,
viabilità stradale lungo costa,

meccanismi di danneggiamento dei depositi e delle fitocenosi dunali:

calpestio incontrollato,
occupazione di superfici legate alle attività balneari (stabilimenti, strutture di servizio),
impermeabilizzazione delle superfici (strade, piazzole e parcheggi, ecc.) con conseguente erosione da ruscellamento concentrato,

introduzione di specie vegetali aliene,
pulizie meccanizzate degli arenili (danni meccanici, danni alla vegetazione pioniera, sottrazione di biomasse vegetali utili),

forme specifiche di erosione:

erosione marina,
erosione idrica da ruscellamento,
erosione da calpestio e traffico veicolare.

BOX 9.1

Cenni storici sugli interventi di restauro e di ricostituzione delle dune costiere

Salvatore Puglisi

È noto e rinomato il ruolo della vegetazione nella difesa del suolo dall'erosione idrica, meno considerato, invece, risulta quello svolto dalle piante nella difesa dall'erosione eolica, che si esplica attraverso accorgimenti tecnici in grado di farle attecchire e diventare bosco su terreni mobili e privi di sostanza organica.

Il consolidamento delle dune litoranee per più di due secoli ha interessato dapprima la tecnica dei rimboschimenti e adesso quella del restauro ambientale. In questo lasso di tempo vi sono stati cambiamenti nella morfologia costiera, nella società, nella gestione del territorio, negli obiettivi degli interventi di difesa del suolo, nelle conoscenze scientifiche e tecniche, e anche nella terminologia.

Sino alla metà del secolo scorso, ma anche oltre, la piattaforma continentale veniva chiamata “ghirlanda dei terreni avventizi” (Passerini, 1956) e definita come una formazione di terreni sommersi risultante «dello scarico a rifiuto litoraneo dei prodotti dell'erosione del suolo» (Bosetto, 1961). Il Ministero dei Lavori Pubblici pubblicò nel 1937 la “Carta batilitologica della piattaforma litorale italiana” dalla quale risultava, a titolo d'esempio, che la “ghirlanda” attorno alla Sicilia misurava 22.500 km², quasi l'88% della superficie territoriale dell'Isola (fig. 1).

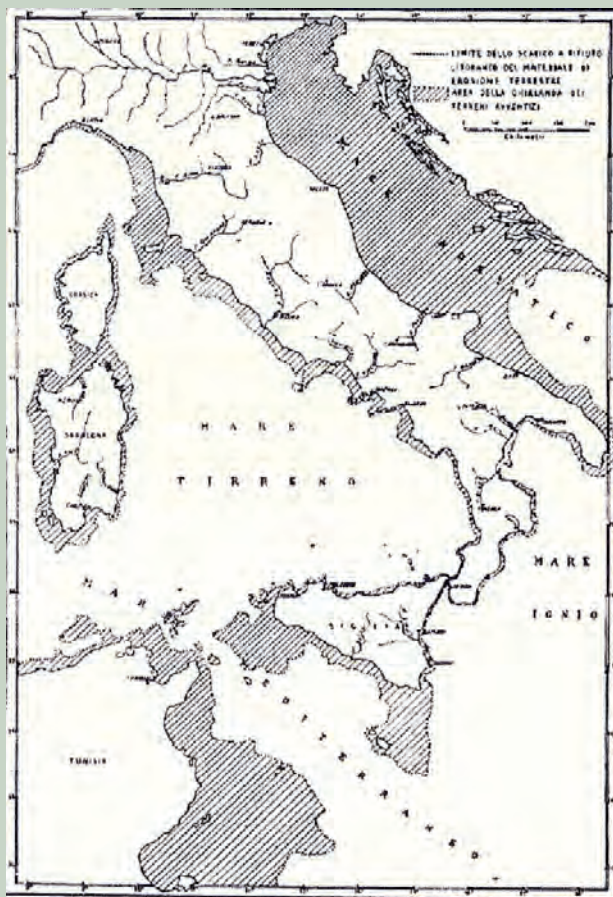


Fig. 1: “Carta batilitologica della piattaforma litorale” pubblicata dal Ministero dei Lavori Pubblici nel maggio 1937 (da D’Arrigo, 1946)

Uno dei principali studiosi di questi problemi è stato l'ingegnere Agatino D’Arrigo che ha compendiato i risultati delle sue indagini nei primi tre capitoli del corposo volume “Natura e tecnica nel Mezzogiorno”, giungen-

do alla conclusione che «*le variazioni morfologiche dei litorali e dei fondi marini antistanti siano, sistematicamente, studiati "volumetricamente" e non in superficie e tanto meno linearmente*» (D'Arrigo, 1946). Questa, adesso, è diventata la procedura del bilancio sedimentario costiero.

La locuzione "ghirlanda dei terreni avventizi" ormai è desueta, ma è stato opportuno richiamarla per connotare quella fase della morfologia costiera italiana in cui le spiagge ancora si protendevano o non erano comunque in fase di accentuato arretramento. Il processo d'interrimento aveva avuto «*la sua maggiore intensità di ritmo, a concorde parere degli scrittori Arabi e Cristiani del medioevo e dell'epoca moderna, in seguito alle immani e inconsulte devastazioni di boschi operate nella nostra penisola e nelle isole a partire dal secolo XII*» (Bosetto, 1961).

La demolizione del rilievo terrestre denudato della copertura vegetale è una fase del grande ciclo della materia. I sedimenti prodotti nei bacini idrografici vengono dai fiumi convogliati verso il mare dove avviene la loro dispersione e poi la restituzione parziale alla terraferma. Qui le particelle man mano deposte formano un esercito immenso e mobilissimo di granuli, come pure è stato chiamato, che, rimaneggiato dal moto ondoso e trasportato dalle correnti litoranee, fornisce al vento la materia prima per edificare le dune.

La rimozione e trasporto di particelle ad opera del vento prende il nome di deflazione. Il movimento dei granuli avviene in prevalenza per saltazione, ma anche per trascinarsi o rotolamento raso terra. Quando il vento cessa, o incontra un ostacolo, o non ha più energia sufficiente, il materiale viene deposto e comincia ad accumularsi formando, appunto, le dune.

Si chiamano "attive" le dune mobili, e "inattive", invece, quelle ormai stabilizzate da costruzioni o dalla vegetazione. Le dune attive si distinguono in (Bosellini, 1987):

- *barcane*, a forma di falce, o di *croissant*, per i francesi, con la convessità rivolta verso il vento;
- *trasversali*, disposte come un cordone rettilineo normale alla direzione del vento;
- *longitudinali*, rilievi rettilinei disposti parallelamente alla direzione del vento;
- *paraboliche*, a U, simili alle barcane, però con la concavità rivolta verso il vento;
- *complesse*, di forma irregolare, non classificabili in nessuna delle precedenti categorie.

Le dune mobili possono invadere zone coltivate e abitazioni, ed anche raggiungere e seppellire strade e ferrovie. Ma questo non accade più in Italia. Quelle inattive, nel caso che il consolidamento sia affidato alla copertura vegetale, vanno sorvegliate affinché tale ricoprimento sia sempre efficiente, soprattutto se sono attraversate da importanti infrastrutture. È questo il caso della ferrovia Palermo-Trapani che, nel tratto Balestrate-Alcamo, proprio al confine tra le due province, è costruita su dune trasversali.

Le dune trasversali hanno sezione triangolare scalena, cioè con lati e angoli disuguali. Il lato maggiore, disposto orizzontalmente, costituisce la base del rilievo dunoso, mentre il lato medio a pendenza più dolce è quello sopravvento, e il lato minore, più ripido, è sottovento. Scrive Senni, che è stato un rinomato tecnico forestale: «*I granelli di sabbia per rotolamento risalgono questo piano inclinato e giunti alla sommità precipitano sul lato minore opposto: in conseguenza di questo movimento le dune si spostano avanzando verso l'interno*» (Senni, 1934).

I lavori a presidio della linea ferroviaria da Palermo a Partinico, alla quale si è fatto prima riferimento, costituiscono un caso paradigmatico. Tale tronco fu aperto all'esercizio il 10 giugno 1880, e il tronco successivo, Partinico-Castellammare del Golfo, quello costruito sulle dune, il 10 marzo 1881. Per scongiurare il pericolo del sorrenamento «*...La Società costruttrice delle ferrovie occidentali della Sicilia iniziò e proseguì per vario tempo delle opere adatte ad impedire o, meglio, ad arrestare il movimento delle sabbie. Parallelamente alla linea di movimento ed a variabili distanze da essa elevò dei ripari con vecchie traversine di legno, sporgenti da 1,50 m a 1,75 m sulla superficie superiore delle sabbie e distanti fra loro da 2 a 3 cm. A ridosso imboschi con *Myoporum insulare* [*Myoporum tenuifolium* G. Forst], *pino d'Aleppo*, *leccio*, *ginepro*, *interpolandovi* - per rivestimento - *Lantana salvifolia* [*Buddleja salviifolia* (L.) Lam.], *Solanum sodomaeum*, *Agave americana*, *Mesembryanthemum acinaciforme* [*Carpobrotus acinaciformis* (L.) Bolus], *Psamma arenaria* [*Ammophila arenaria* (L.) Link.]...» (Terracciano, 1916).*

Un particolare interessante che il prof. Terracciano, testè citato, non riferisce è che le traverse ferroviarie di legno infisse nella sabbia, erano distanziate ma rese tra loro solidali mediante fascette metalliche della larghezza di un centimetro poste a 20-25 cm dalla sommità. Quel che rimane di tali nastri metallici, ormai disfatti quasi del tutto dalla ruggine, è ancora visibile (fig. 2).



Fig. 2: Particolare delle traverse ferroviarie di legno, ormai consunte, infisse 130 anni fa nella duna di Balestrate (PA) per consolidarla e rimboschirla allo scopo di rendere sicura la ferrovia Palermo-Trapani che vi fu costruita sopra. Le traversine erano distanziate di 2 - 3 cm e rese solidali mediante nastri di lamierino di cui sono ancora visibili i resti arrugginiti (Foto Salvatore Puglisi, 2007)

L'infissione di traverse ferroviarie nella sabbia è da considerare una variante del metodo Brémontier, dal nome dell'autore che in Francia mise a punto la tecnica di consolidamento delle dune. L'importanza di tale opera che, nelle Lande di Guascogna, portò alla formazione di 800 000 ettari di foresta su terreni sabbiosi poverissimi, merita qualche cenno storico, anche perché costituisce un riferimento classico dal quale prendere le mosse per questa trattazione.

Nel Sud-Ovest della Francia, la mobilità delle dune attive, o *jeunes dunes*, cominciò a creare problemi nel XVI secolo, minacciando, o addirittura seppellendo, villaggi e campi coltivati. I primi lavori furono eseguiti tra il 1787 e il 1793 e consistettero nella semina di pino marittimo dietro fascine di ramaglia disposte parallelamente alla battigia. I lavori ripresero nel 1801 e furono condotti fino al 1862 dall'*Administration des Ponts et Chaussées* e successivamente dall'*Administration des Eaux et Forêts*, con l'inserimento, lato mare, di dune artificiali, o antidune, ideate nel 1825 dall'ingegnere Goury, con lo scopo di proteggere dal vento le retrostanti semine e piantagioni (Guinodéau et Castaing, 1963).

Per edificare la duna artificiale si costruivano delle palizzate, ottenute con assi di pino alte 1,50-2,00 m, larghezza 20 cm, spessore 18-20 mm, spaziate di 2-3 cm, le quali, man mano che la sabbia le seppelliva, venivano progressivamente sconfiggiate dal terreno mediante un robusto trespolo di legno a 4 elementi recante superiormente una leva munita di gancio che veniva infilato nell'apposito foro predisposto in testa alle tavole. In un'altra versione, alla sommità del trespolo invece della leva poteva esservi una carrucola (fig. 3).

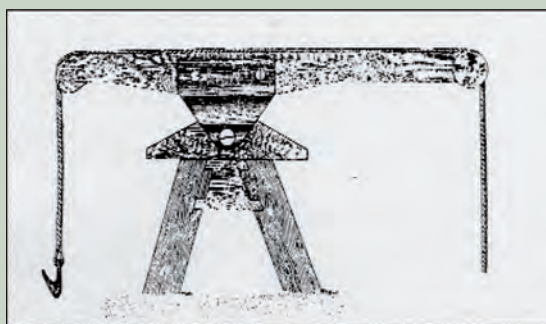


Fig. 3: Leva a gancio (a sx) e dispositivo a carrucola (a dx) per estrarre le tavole delle palizzate sepolte dalla sabbia (da Piccioli, 1923)



Lo schema costruttivo della duna litoranea artificiale ha subito modifiche nel tempo ed ha continuato ad essere impiegato fino agli anni '60 del secolo scorso (fig.4).



Fig. 4: Il dispositivo per estrarre dalla duna litoranea le assi della palizzata sepolte dalla sabbia ha trovato ancora impiego nel secolo XX (Foto Silvy-Leligois, 1963)

In Italia, nei rimboschimenti costieri eseguiti sino al 1960 (tab. 1), le dune artificiali, costruite inizialmente a mano, successivamente a macchina, e ribattezzate “argini a mare”, avevano altresì lo scopo di proteggere le retrostanti semine e piantagioni dalle mareggiate, sicché ne vennero costruite anche per ripristinare la continuità dei cordoni dunosi litoranei demoliti dal vento e dal mare.

REGIONE	<i>Superficie rimboschita previo consolidamento o meno (ha)</i>	<i>Lunghezza del litorale effettivamente interessato dai lavori (km)</i>
Venezia Euganea e Giulia	1500	43
Emilia Romagna	1410	50
Marche	32	7
Abruzzi e Molise	178	23,500
Puglie	1913	58
Basilicata	1150	35
Calabria	1006	47
Sicilia	766	37
Sardegna	2956	75
Campania	1367	61,500
Lazio	1007	---
Toscana	478	34
Totali	13.763	471,000

Tab. 1: Entità dei principali rimboschimenti di litorali sabbiosi eseguiti sino al 1960 (da Bosetto, 1961)

Nella fig. 5 si riporta da un antico trattato italiano di Selvicoltura, quello del Piccioli (1923), lo schema complessivo degli interventi di forestazione delle fasce dunose costiere e retrostanti delle Lande di Gua-scogna nella sua espressione più completa.

Nella fig. 6 è schematizzata la modalità costruttiva della duna artificiale nelle Lande di Guascogna, attraverso la realizzazione di una palizzata ($c-c_1$ della figura) dell'altezza di 1,50 m e ad una distanza di 100-200 m dalla linea dell'alta marea. Il vento la seppelliva edificando un monticello di profilo a-c-b. Si costruiva quindi una seconda palizzata ($c'-c'_1$) a metri 2,00-2,50 dalla prima verso il mare e parallela ad essa. Questa veniva coperta facendo assumere alla duna il profilo a-c'-d-c-b, che successivamente diventava a'-c'-d'-c-b. A questo punto, in corrispondenza dello spigolo del diedro ottuso c'-d'-c si piantava una terza palizzata ($p-p_1$) tra le due già interrate e si lasciava ricoprire dalla sabbia anche questa fino a quando il profilo della duna diventava a-p-b. Il restante lavoro lo completava il vento fino al raggiungimento dell'altezza e della sagoma dunosa voluta a'-p'-b'.

Oggi, con l'avvento delle macchine per i movimenti di terra, tale schema è abbandonato e la duna artificiale ha sezione trapezoidale (fig. 7).

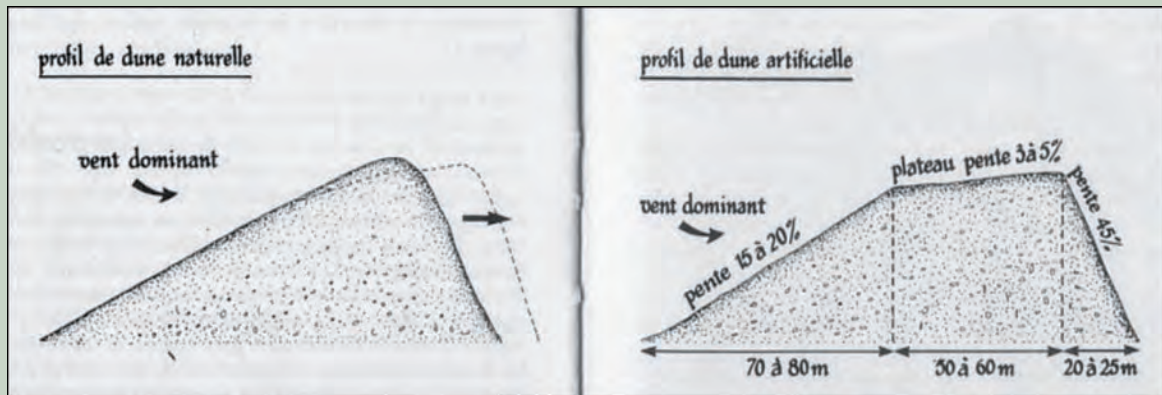


Fig. 7. Profilo di duna naturale e duna artificiale (da J. Greco, 1979)

Il consolidamento delle dune eoliche attive e di quelle artificiali, dove se ne è resa necessaria la costruzione, si compie per mezzo di erbe, cespugli e arbusti oppure alberi, ma essendo la loro superficie instabile, per ricoprirle di vegetazione occorrono alcuni accorgimenti onde impedire che le piante vengano «con alterna vicenda scalzate o sepolte dalla rena restando scoperte o soffocate» (Piccioli, 1923). A tal fine si ricorreva a difese morte quali siepette, formate intrecciando rami secchi sostenuti da paletti bene infissi nel suolo, e incannucciate, fatte con arelle di *Arundo donax* L. Queste ultime erano di canne scortecciate, tagliate in elementi di 110 cm d'altezza, con diametro medio compreso tra 1,5 e 3,0 cm, tenute insieme da una doppia legatura di fil di ferro zincato, ripetuta ogni 37 cm circa.

Le stuoie, disposte verticalmente, interrate per 10-15 cm e sostenute ogni 1,5 m da paletti di castagno, o di altra specie, bene infissi nel terreno e sporgenti da esso un metro circa, venivano rinforzate ancora da due file di grosse canne accoppiate, disposte orizzontalmente tra i paletti. Adesso, però, si preferisce ricorrere ad altri accorgimenti.

Tutte le opere morte, dalle palizzate alle fascinate, dalle incannucciate ai pannelli di tavolette verticali inchiodate a una coppia di assi orizzontali, si fanno lasche per rallentare il vento, sottrargli energia e fargli depositare la sabbia, senza costringerlo, qualora fosse impedito del tutto, a saltare l'ostacolo.

Queste difese inerti possono disporsi a filari paralleli o a scacchiera. Nel caso di Balestrate, dopo gli interventi iniziali di cui si è detto, il rimboschimento è avvenuto previa "sistemazione a quadrati" (Senni, 1934) (fig. 8).

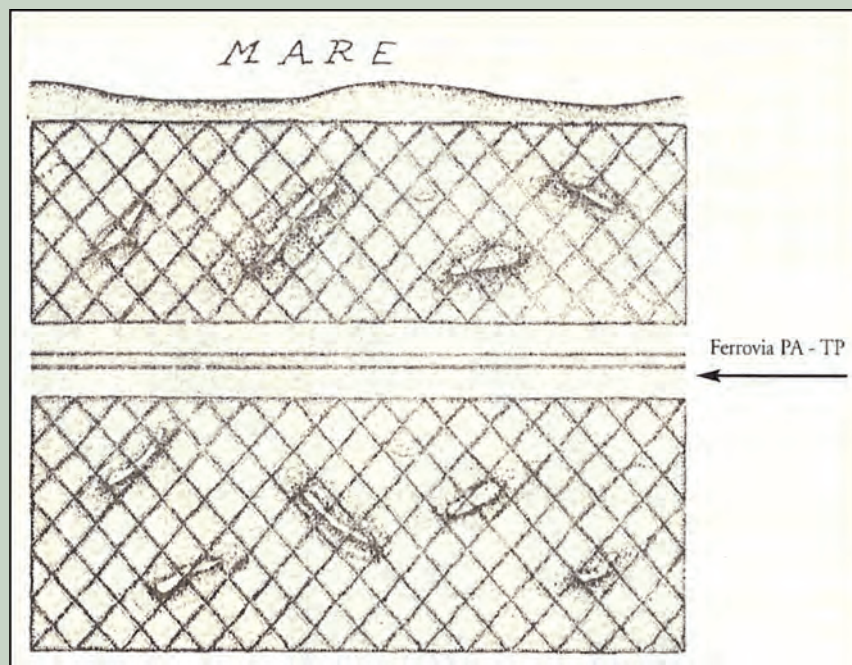


Fig. 8: Sistemazione a scacchiera delle dune di Balestrate secondo il Progetto Perri per la difesa dal sorrenamento della ferrovia Palermo-Trapani (da Senni 1934, modificato),

Il successo di questi interventi è fondato sulla continuità, cioè su una presenza manutentoria continua consistente in cure colturali delle semine e piantagioni, risarcimenti delle fallanze, sfollamenti, diradamenti, governo e trattamento dei popolamenti creati.

Queste operazioni a Balestrate sono state compiute grazie anche al passaggio del complesso boscato all'Azienda Regionale Foreste Demaniali della Sicilia. La scarpata del rilevato ferroviario è fittamente coperta e resa salda dal Mesembriantemo (*Carpobrotus acinaciformis*).

Dopo la strada ferrata, che è a mezza costa, la duna continua a salire coperta di agavi, acacie, eucalipti, pini d'Aleppo e pini domestici. È un complesso di ha 4.154,74 in contiguità di altro rimboschimento della stessa estensione all'incirca in Comune di Alcamo (TP), amministrati entrambi, congiuntamente, dall'Ispettorato Ri-partimentale delle Foreste di Trapani (fig. 9).



Fig. 9: Nel rimboschimento della duna di Balestrate (PA) sono ancora visibili le traverse ferroviarie a suo tempo infisse nella sabbia per stabilizzarla e rendere possibile la piantagione di specie arboree (Foto Salvatore Puglisi, 2007)

Le dune della Sicilia, a causa della loro grande estensione, hanno richiamato a lungo l'attenzione degli studiosi italiani di scienze forestali.

Uno di questi, il già citato Senni, in un lungo articolo dal titolo "Le dune della Sicilia" pubblicato sulla rivista L'Alpe nel 1928, diceva: «Le dune siciliane sono mobilissime e si notano fra esse alcune che invadono terreni retrostanti per distanze che giungono ad oltre un chilometro, con formazioni di colline mobili che misurano, nei casi più gravi, l'altezza di 60-80 metri. Queste colline durante lo spirare dei venti più intensi, sono coperte da un pennacchio di sabbia: esse fumano: come abitualmente si dice. Le scarse precipitazioni atmosferiche, la intensità solare e la conseguente alta temperatura ed evaporazione, i venti che dominano più violenti, per essere la Sicilia circondata da ogni lato da mare aperto inducono condizioni difficili allo svilupparsi di qualsiasi copertura naturale vivente e perciò un conseguente aggravamento del fenomeno (...) Mobilità e difficoltà di vita della vegetazione, sono i caratteri propri della duna siciliana» (Senni, 1928).

Un intervento coronato da successo fu quello di Gela (CL), iniziato nel 1927, esteso 130 ha circa, a protezione delle campagne retrostanti, della linea ferroviaria e della strada nazionale Gela - Vittoria (RG). A questo rimboschimento, uno dei progettisti succedutisi nella direzione dei lavori, il Dott. Bruno Voce, dedicò un lungo articolo con descrizione puntuale e documentazione fotografica della tecnica impiegata (figg. 10 e 11).



Fig. 10: Siepi frangivento e piantagione di acacia saligna a Gela (CL) (da Voce, 1941)



Fig. 11: Semina a righe di pino domestico e marittimo nel litorale di Gela (CL) (da Voce, 1941)

Analogo lavoro fu eseguito nel 1928 e proseguito negli anni successivi, a Randello (RG), su 100 ha di dune, e ne fu autore Lorenzo Senni, che ne pubblicò i disegni di progetto (fig. 12).

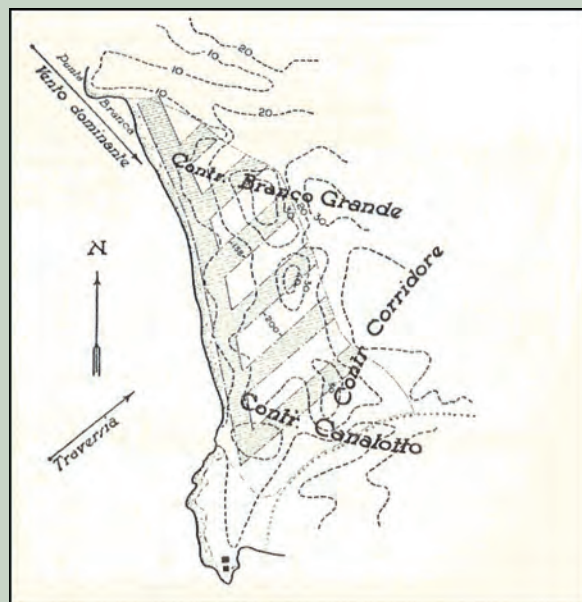


Fig. 12: Schema generale dei lavori di consolidamento delle dune di Randello aventi altezza fino a 40 m in Comune di Ragusa (da Senni, 1934)

Il passaggio dall'agricoltura estensiva a quella intensiva, grazie alla meccanizzazione nelle pianure litoranee rese irrigue, ha avuto notevoli ripercussioni in tutta l'Italia meridionale, alla quale ci stiamo principalmente riferendo, dove contemporaneamente aumentava sia il bisogno di fasce frangivento nelle pianure prossime al mare, sia la necessità sociale di occupare nei lavori forestali i braccianti emarginati dai processi di ammodernamento dell'agricoltura.

Al Congresso nazionale sui rimboschimenti organizzato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali a Firenze nell'aprile 1961, un Ispettore generale del Corpo Forestale dello Stato, nella sua relazione fissò in quattro punti gli obiettivi dell'attività di forestazione delle sabbie litoranee:

- difendere abitati, vie di comunicazione, coltivi ecc. dalla minaccia del sorrenamento ad opera delle sabbie mobili,
- costituire una efficace barriera frangivento a protezione delle colture agrarie,
- valorizzare economicamente un terreno non altrimenti utilizzabile,
- difendere e potenziare le nostre belle spiagge che in genere sono importantissimi centri di vita balneare e turistica (Bosetto, 1961).

Il terzo punto spiega il largo impiego di specie a rapido accrescimento, estranee all'ambiente, quali l'eucalipto. È questo un punto dove le vedute odierne del restauro ambientale differiscono profondamente da quelle dei forestali di allora. Ma non è soltanto questo che è cambiato dagli anni Sessanta a oggi. Vi è in atto un processo evolutivo della morfologia costiera, che minaccia equilibri assai delicati, perché si è accentuato il fenomeno inverso, di passaggio dal protendimento all'arretramento delle spiagge.

Il rapporto fiume, mare, spiaggia, duna, vegetazione rivierasca è come una tela dove togliendo un filo si deforma e si scuote tutto l'ordito. Prima che il processo evolutivo dei litorali si generalizzasse, di questa fragilità del sistema costituì esempio significativo, e molto documentato, quello della Pineta litoranea di San Rossore a Pisa, andata pressoché distrutta per una concatenazione di cause destabilizzanti. Qui l'Istituto di Botanica dell'Università di Roma aveva eseguito studi sulla vegetazione spontanea al fine di inquadrare e valutare gli stadi delle successioni vegetali naturali.

Dai rilevamenti eseguiti risultò che la seriazione dinamica si presentava depauperata e frammentaria. «Tale situazione è dovuta, oltre che ad un influsso antropico esercitato sotto varie forme, anche al "fenomeno erosione" che interessa ormai da tempo la linea di costa della Provincia di Pisa. La successione naturale della cintura di vegetazione colonizzatrice delle sabbie litoranee mediterranee è infatti chiaramente influenzata dalla stabilità della linea di costa. L'erosione della linea di costa determina l'arretramento e spesso la scomparsa delle cinture di vegetazione pioniera, consolidatrice delle dune litoranee e barriera naturale di vegetazione che a forma di "cuneo", cioè di "macchioni", ne aumentano di dimensione con l'allontanarsi dalle linee di costa, e consentono lo sviluppo di alberi sempre più alti» (Commissione di Studio San Rossore, 1984) (fig. 13).

A San Rossore il "cuneo" reale aveva raggiunto la massima consistenza del modello, o "cuneo virtuale", a seguito della demolizione spontanea dell'ala destra del delta del fiume Arno e il conseguente protendimento del litorale a nord con formazione di nuovi cordoni dunosi.

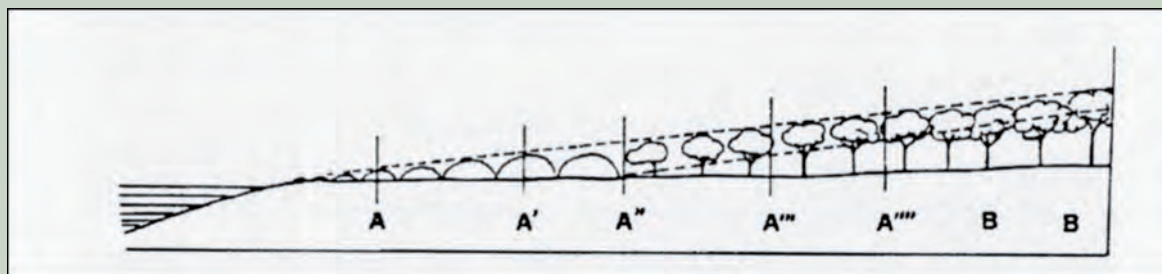


Fig. 13: Il valore dell'angolo al vertice del "cuneo" di vegetazione e la conseguente maggiore o minore altezza raggiungibile dalla vegetazione in ciascuno dei punti intermedi (A, A', A'', A''', A''', B ecc.), dipende dall'equilibrio naturale raggiunto. «A morfologia costante il valore dell'angolo è costante. Ogni intervento naturale o antropico che modifichi nei punti considerati la Struttura del "cuneo" provocherà una modificazione della vegetazione verso mare e verso terra» (da Commissione di Studio San Rossore, 1984)

A portata costante $Q = A \cdot V$ (m^3/sec), l'aumento della sezione fluviale A allo sbocco in mare, e la conseguente diminuzione della velocità V della corrente fluviale, provocò la deposizione delle materie solide di cui questa era carica e la formazione di una barra fociale, impeditiva dell'accesso dei natanti. Perciò, nel 1926, la foce fu 'armata' con la costruzione di un molo a scogliera ortogonale alla costa sabbiosa che «ha intercettato il trasporto litoraneo provocando depositi sopraflutto ed erosioni sottoflutto, lato S. Rossore» (Commissione di Studio San Rossore, 1984). L'arretramento della spiaggia ha causato la demolizione dei cordoni dunosi già rivestiti di vegetazione esponendo la retrostante foresta ai forti venti di libeccio veicolanti l'aerosol marino carico di sostanze inquinanti provenienti dall'Arno. Ne è conseguito il crollo della cenosi.

Il restauro dell'ecosistema danneggiato ha richiesto, quindi, interventi preliminari di protezione del litorale in erosione e di ricostruzione delle dune, e successivamente di rimboschimento a scacchiera o a 'quadrati' (fig.14).



Fig. 14. Lavori di rimboschimento del litorale di San Rossore a nord di Pisa tra la foce dell'Arno e quella del Serchio (Foto Salvatore Puglisi, 1983)

Oltre alla costruzione di porti-canale e, comunque, di moli ortogonali alla linea di riva, l'erosione dei litorali per larga parte è conseguenza del fatto che molti corsi d'acqua sono stati sbarrati onde creare invasi per scopi irrigui nonché di approvvigionamento idrico per uso potabile e impieghi industriali. L'effetto negativo delle dighe sul ripascimento delle spiagge non è dovuto soltanto alla intercettazione della portata solida. Infatti, a valle degli invasi, coi deflussi intercettati si riduce anche la capacità di trasporto dei sedimenti prodotti nei bacini torrentizi degli affluenti che si versano tra il corso d'acqua sbarrato e la foce. A queste due cause in molti casi si aggiunge il prelievo di inerti dagli alvei, che è stato massiccio a partire dagli anni del miracolo economico, della costruzione delle grandi arterie stradali e dei numerosi villaggi turistici lungo il mare o nei suoi pressi. Questi fenomeni sono compresenti nel Litorale ionico di Basilicata dove hanno determinato la perdita del 77,8% della sua consistenza areale (tab. 2).

Regione	Lunghezza totale (km)	Coste alte e aree portuali (km)	Coste basse (km)	Tratti in erosione (km)	Tratti in erosione (%)
Liguria	350	256	94	31	33,0
Toscana	442	243	199	77	38,7
Lazio	290	74	216	117	54,2
Campania	480	256	224	95	42,4
Calabria	736	44	692	300	43,4
Sicilia	1623	506	1117	438	39,2
Sardegna	1897	1438	459	165	35,9
Basilicata	68	32	36	28	77,8
Puglia	865	563	302	195	64,6
Molise	36	14	22	20	90,9
Abruzzo	125	26	99	60	60,5
Marche	172	28	144	78	54,2
Emilia Romagna	130	0	130	32	24,6
Veneto	140	0	140	25	17,9
Friuli Venezia Giulia	111	35	76	10	13,2
Italia	7465	3515	3950	1661	42,1

**Tab. 2: Stato dei litorali italiani alla data del 2006
(da Gruppo Nazionale di Ricerca sull'Ambiente Costiero, 2006)**

CNR e Università hanno qui, prima, durante e dopo il Progetto Finalizzato "Conservazione del suolo", organizzato convegni e condotto ricerche tra cui particolarmente significative quelle sul bilancio sedimentario costiero (Pierce, 1976; Spilotro *et al.*, 1998).

I quattro principali fiumi lucani del versante ionico (Bradano, Basento, Agri, Sinni) sono stati sbarrati con 9 dighe provocando l'anzidetto arretramento degli arenili antistanti alle loro foci. L'unico fiume non sbarrato e non soggetto, a differenza degli altri, a forti prelievi di inerti, è stato il Cavone il quale ha fatto registrare una considerevole espansione delle spiagge che esso alimenta con materiali nuovi, provenienti soprattutto dai profondi, estesi e molto ramificati canyon di monte le cui alte sponde sono in pieno sfacelo.

Gli arenili che beneficiavano degli apporti del fiume Bradano, dal 1955 al 1998 hanno perso 2 milioni di metri cubi, altrettanti ne hanno perso le spiagge alimentate dal fiume Basento, 900 000 m³ è il deficit di quelle del fiume Agri e 1,7 milioni di metri cubi il saldo negativo del fiume Sinni. L'avanzamento, invece, delle spiagge influenzate dai contributi di materie solide da parte del fiume Cavone, che è il minore dei fiumi lucani, è stato di 1,2 milioni di metri cubi (Spilotro *et al.*, 1998).

Proprio alla foce del Cavone è stato realizzato un intervento di ricostruzione di duna con una tecnica nuova. Le tecniche attuali di restauro degli ambienti dunosi differiscono da quelle dei tempi andati per i mezzi impiegati che sono funzionali agli obiettivi, adattati cioè alla minaccia e al danno inferto vuoi dalla Natura vuoi dall'Uomo.

Anzitutto, non sussiste più, e se n'è fatto cenno, l'esigenza di valorizzare economicamente terreni non altrimenti utilizzabili, come le dune bianche.

In secondo luogo, la scelta delle specie da impiegare non è fatta più con i criteri della zonazione fitoclimatica e del requisito della produzione legnosa, ma attraverso «l'analisi delle correlazioni esistenti tra fattori ecologici (biotici, abiotici, merobiotici) e distribuzione degli aggruppamenti vegetali nel territorio» d'interesse (Forte e Lapresa, 1997).

In terzo luogo, oltre all'impiego di macchine, ci si avvale di materiali di produzione industriale quali biostuoie, griglie, ecc. Il dosaggio di questi rimedi avviene in funzione delle finalità da conseguire.

Presso la foce del Cavone l'ambiente dunoso si presentava molto alterato dal punto di vista morfologico, perché soggetto a deflazione, poco coperto di vegetazione, per giunta in modo discontinuo. «*Inoltre, la normale successione spaziale dei diversi aggruppamenti paraclimacici, che naturalmente si susseguono sugli arenili dal mare verso l'interno, risultava completamente assente*» (Forte e Lapresa, 1997).

L'intervento, associato ad altri lavori, è consistito nel ricostruire le duna con materiale di riporto, dopo «*aver recuperato tutto il materiale vegetale presente sino a una profondità di 70-80 centimetri rimuovendo e setacciando la sabbia. Questo materiale, costituito da radici, rizomi, ecc., insieme ai semi e alle idonee porzioni di piante prelevate in loco, è stato opportunamente trattato e/o riprodotto con le tecniche brevettate. Successivamente è stato asportato uno strato di sabbia sino a una profondità di 50-60 centimetri e temporaneamente stoccato. Solo dopo questa operazione nelle aree di scavo è stato riportato, modellato e compattato terreno limo-sabbioso proveniente dallo scavo delle lagune ecologiche previste nell'ambito del progetto generale. Questa ossatura del corpo duna è stata infine ricoperta con la sabbia precedentemente stoccata, andando a formare uno strato a substrato adatto per far vegetare le essenze psammofile*».

Si è proceduto, quindi, alla messa a dimora di talee, rizomi, cespi, e alla «*idrosemina, la cui composizione è stata determinata in funzione delle caratteristiche delle specie dunali prescelte, nonché in base a quelle geomecchaniche del terreno, e costituita essenzialmente da una miscela di specie erbacee e arbustive sotto forma di semi e plantule meristematische selezionati e garantiti per quanto riguarda i criteri di germinabilità, fertilizzanti organici, additivi e agglomeranti a base di resine biodegradabili con effetto collante, filmogeno e igroscopico*».

Per fermare il movimento della sabbia, prima che la vegetazione incominciasse la sua opera di fissazione, era stata posta in opera una biostuoia biodegradabile, ancorandola con paletti di castagno. «*Questa biostuoia, in funzione delle sue caratteristiche, ha svolto una duplice azione, fisica e biologica. La prima di protezione della sabbia dall'azione eolica, la seconda di garantire, in un primo periodo, un minore disseccamento del substrato arenaceo grazie al diverso potenziale matriciale di questo materiale rispetto a quello della sabbia e, successivamente al suo disfacimento, di migliorare la struttura del substrato funzionando da ammendante*» (Forte e Lapresa, 1997).

Nella ricostruzione e restauro delle dune trovano largo impiego ormai le tecniche dell'ingegneria naturalistica. Ne esistono vari altri esempi, oltre a quello testé descritto. Il più importante, per estensione, riguarda l'orlo marino del Parco Nazionale del Circeo. Si tratta di un cordone dunoso lungo 25 km e alto in media 8-10 m, con un massimo di 27 m, "cementificato" da una strada e relativi parcheggi che corre sulla cresta della duna, e attraversato da numerosi sentieri dove il calpestio di bagnanti e turisti ha portato via la vegetazione ed eroso i viottoli. È stato valutato infatti che ogni pedata sposta circa 2,5 kg di sabbia. Tanto l'erosione idrica, indotta dal manto stradale che impermeabilizza il tetto della duna e quando piove produce ruscellamento ai lati, quanto l'erosione eolica che si incanala nelle incisioni *rill* ed *ephemeral gully* e nei sentieri pedonali, hanno parzialmente demolito larghi tratti di duna.

I rimedi sono consistiti in rimozione del manto d'asfalto, costruzione di barriere basali in viminate (fig. 15), chiusura dei varchi mediante palizzate, creazione di schermi frangivento e costruzione di passerelle pedonali in legno su palafitte, disposte planimetricamente a zigzag.

Le opere morte sono da considerare delle protesi per consentire alla vegetazione di affermarsi. Il *melting pot* che si ebbe dagli inizi di questa attività a tutto il periodo della Cassa per il Mezzogiorno, giustificato dalla politica forestale del tempo, è servito anche ad approfondire fondamentali aspetti tecnici su come far nascere un bosco sulle dune bianche. Adesso, però, questo stadio è superato dalla cultura di oggi e da conoscenze più avanzate in materia di fitosociologia, pedologia e biodiversità.



Fig. 15: Costruzione di barriere basali in viminate, chiusura dei varchi mediante palizzate e realizzazione di schermi frangivento nel Parco Nazionale del Circeo (Foto Salvatore Puglisi, 2000)

I lavori brevemente descritti, di ricostruzione e restauro delle dune sono, però, del tutto inutili allorché le spiagge sono in erosione. Se non se ne arresta l'arretramento, la duna con tutti gli apprestamenti difensivi possibili è condannata a essere smantellata, demolita, e a scomparire del tutto.

La difesa degli arenili è compito dell'ingegneria marittima che studia sia le opere per difendere l'esistente (scogliere, pennelli, drenaggi ecc.), cioè quel che resta delle spiagge, sia la ricostruzione di queste mediante ripascimento artificiale. Vi è, però, un terzo modo di intervenire, a forte impronta biologica.

La nuova tecnica, che però è ancora ai primi stadi, consiste nello stabilizzare la cosiddetta spiaggia interna, quella posta cioè tra la berma e la spiaggia emersa, mediante piantagione di *Posidonia oceanica* o *Cymodocea nodosa*. Queste, com'è noto, sono fanerogame rizomatose, dotate di radici, lunghe foglie nastriformi, fiori veri e propri, che vivono sott'acqua dove possono formare estese praterie, come detto nel cap. 10. Il loro impiego richiede particolari accorgimenti (Boccalaro, 2006). Con esse l'azione antierosiva della vegetazione dalle terre emerse si è estesa alle terre sommerse.

BIBLIOGRAFIA

- Boccalaro F., 2006, *Difesa del territorio e ingegneria naturalistica*, Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Bosellini A., 1984, *Le scienze della terra*, Bovolenta editore, Ferrara.
- Bosetto G., 1961, *Aspetti particolari della tecnica dei rimboschimenti delle sabbie litoranee*, in Acc. It. Sc. For., "Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati (Firenze 12-15 aprile 1961)", Vol. I, Relazioni, Firenze.
- Bovina G., Callori Di Vignale C. e Amodio M., 2003, *L'approccio dell'ingegneria naturalistica nella conservazione degli ambienti dunali*, in Regione Lazio, "Manuale di Ingegneria Naturalistica, Volume 2, Applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose", Roma.
- Commissione per lo studio della degradazione della vegetazione nella tenuta di San Rossore, 1984, *Degradazione della vegetazione nella Tenuta di San Rossore*, Relazione della Commissione di Studio al Sig. Presidente della Repubblica, Palazzo del Quirinale, Roma.
- Converio F., 2003, *Il restauro ambientale e della duna in un'area costiera antropizzata: Focene (Roma). Studio preliminare*, Tesi di Laurea, Relatore Prof.ssa A. M. Testi, Università degli Studi "La Sapienza", Roma.
- D'Arrigo A., 1956. *Natura e tecnica nel Mezzogiorno*, "La Nuova Italia" Editrice, Firenze.
- Forte L. e Lapresa A., 1997. *Le dune dell'arco Jonico*, Verde Ambiente, a. XIII, n. 4-5, Roma.
- Greco J., 1979. *La défense des sols contre l'érosion*, La Maison Rustique, Paris.
- Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'Ambiente Costiero, 2006. *Lo stato dei litorali italiani*, "Studi costieri. Dinamica e difesa dei litorali - Gestione integrata della fascia costiera", n. 10, Firenze.
- Guinaudeau J., et Castaing G., 1963. *Le reboisement des dunes maritimes de la région landaise*, Revue Forestière Française, n. 5, Nancy.
- Passerini G., 1956. *La difesa del suolo delle spiagge italiane con particolare riferimento e connessione con le sistemazioni montane e le bonifiche litoranee*, Atti della Accademia dei Georgofili, Dispensa I e II, Firenze.
- Piccioli L., 1923. *Selvicoltura*, UTET, Torino.
- Pierce J.W., 1976. *Sediment balance in the shore zone*, in CNR, "Seminario sul Regime e la Conservazione dei Litorali (Venezia, 8 - 13 ottobre 1973; Ginosa Marina, 15 - 19 ottobre 1973)", Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n. 94, Roma.
- Puglisi S., 2007, *Il consolidamento delle dune costiere mediante vegetazione. Dai lavori di difesa della ferrovia Palermo - Trapani alle tecniche attuali*, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Palermo.
- Senni L., 1928. *Le dune della Sicilia*, L'Alpe. Rivista Forestale Italiana, a. XV; n. 10, T.C.I., Milano.
- Senni L., 1934, *Consolidamento delle dune e frangiventi*, in Min. Agr. For., "Nuovi Annali dell'Agricoltura", a. XIV, Roma.
- Spilotro G., Di Bratto M., Cecilia G. e Leandro G., 1998. *Evoluzione recente del litorale alto ionico compreso tra foce Sinni e foce Bradano*, Atti del Dip.to di Strutture, Geotecnica, e Geologia Applicata, Facoltà di Ingegneria, Università della Basilicata, Pubblicazione n.1.98, Potenza.
- Terracciano A., 1916, *Il rimboschimento delle dune nei riguardi forestali, agrari ed igienici anche in rapporto colle bonifiche idrauliche*, "Atti del III Congresso Forestale Italiano (Napoli, 31 Maggio - 6 Giugno 1914)", Portici.
- Voce B., 1941. *Il rimboschimento delle dune di Gela*, La Rivista Forestale Italiana, n. 8, Firenze.

BOX 9.2

Interventi di rinaturazione e di Ingegneria Naturalistica in ambiti costieri dunali e lagunari

Paolo Cornelini e Giuliano Sauli

I metodi dell'ingegneria naturalistica sono applicabili alle sistemazioni in ambiti costieri sabbiosi con problemi di erosione. Valgono le classiche definizioni e principi base dell'Ingegneria Naturalistica (IN) che prevedono, come noto, l'impiego delle piante vive autoctone quale materiale da costruzione, in abbinamento con altri materiali.

Nella realtà italiana e mediterranea in genere si possono distinguere due principali condizioni di intervento:

- morfologie dunali e coste sabbiose in genere,
- morfologie lagunari su suoli limosi in acque interne salmastre (barene e canali lagunari e perilagunari).

Le due morfologie sono spesso abbinata, con il sistema di lagune chiuso verso mare dai cordoni dunali, tipico ad esempio lungo le coste veneto – friulane.

Le problematiche che richiedono interventi di sistemazione sono qui legate al complesso sistema di utilizzo e gestione sia degli ambiti lagunari salmastri che di quelli dunali costieri. Tali attività si possono riassumere in alcune più frequenti tipologie:

- ripascimento dei cordoni dunali in erosione a fini della balneazione e della contemporanea difesa costiera;
- dragaggi di canali lagunari a fini di transito nautico e ricircolo delle acque in funzione delle acquaculture;
- conseguente necessità di collocare ingenti cubature di fanghi lagunari (previa loro caratterizzazione) e opportunità di ricostruzione di “barene” cioè isolotti a pelo d'acqua tipici delle morfologie lagunari veneto – friulane, ricchi di specie alofile e particolari habitat faunistici. Vanno invece evitate le “casce di colmata” più convenienti in termini di cubature ma che creano ambienti artificiali e banalizzati;
- consolidamento di sponde di canali lagunari e perilagunari in genere;
- realizzazione di opere infrastrutturali e di condizionamento idraulico (tra tutte va citato il progetto Mose).

Negli ultimi decenni si va alla ricerca di tipologie di interventi con sistemi non invasivi. Da anni ad esempio nelle lagune venete è vietato l'uso dei massi da scogliera, un tempo utilizzati ma con notevoli impatti indotti ambientali e paesaggistici. Sono stati sperimentati, con alterne fortune, nuovi materiali offerti dal mercato dei geosintetici.

Tra le varie tipologie risultano utilizzabili alcune tecniche di IN la cui applicazione è iniziata in Italia negli anni '80 nelle lagune venete e si ripropone oggi con alcuni interventi eseguiti sia sulle coste e lagune adriatiche che in altre regioni quali Lazio, Sardegna, Puglia.

CASISTICA DI INTERVENTI IN AMBITI COSTIERI SABBIOSI E LAGUNARI

Interventi di rivegetazione in Laguna di Grado (GO)

Si riportano le risultanze di un intervento di rivegetazione su barene di neoformazione date da fanghi lagunari di dragaggio con piante alofile, eseguito nel 1996 in laguna di Grado (GO) Località Barbana. Il lavoro è consistito nella fressatura dei fanghi derivanti dal dragaggio mediante sorbona del canale di accesso all'Isola del Santuario di Barbana.



Figg. 1 e 2: Fanghi di dragaggio essiccati con vistose crepe, ante operam



Fig. 3: I fanghi post fresatura con mezzo meccanico



Fig. 4: Totale inefficacia dell'impiego di stuoie di juta quale antierosivo spondale

(Foto Giuliano Sauli)



Figg. 5 e 6: Trapianto dal selvatico di esemplari di piante alofile da barene adiacenti (*Limonium, Puccinellia, Atriplex, Juncus, Salicornia*, ecc.) semina manuale a spaglio con miscela commerciale e messa a dimora di talee di tamerici



Figg. 7 e 8: A distanza di circa dieci anni dall'intervento si può constatare la totale rivegetazione dell'area con insediamento delle varie formazioni (Spartineto, Salicornieto, Limonieto, Agropireto) a seconda del livello del mare



Fig. 9: Panoramica d'insieme dopo 10 anni; sullo sfondo il Santuario di Barbana (Foto Giuliano Sauli)



Fig. 10 e 11: Prove, scarsamente efficaci, di consolidamento in tronchi e tavole tirantati, con messa a dimora di tamerici per lo stoccaggio di fanghi di drenaggio di canali lagunari (Laguna di Grado, GO, e di Marano, UD) (Foto Giuliano Sauli)



Fig. 12: Consolidamento con tronchi, rulli di cocco, geotessuti e fibre miste, abbinati a fascine di tamerice (fiume Natissa, Laguna di Grado GO)



Fig. 13: Lo stesso canale perilagunare dopo un anno (Foto Giuliano Sauli)

Interventi di rivegetazione, stabilizzazione e consolidamento in Lagune del Po di Levante



Figg. 14 e 15: Palificata e grata viva con salici in un canale del delta Po, in provincia di Rovigo, in fase di realizzazione (a sx) e dopo alcuni anni (a dx)



**Fig. 16: Vista aerea dei cordoni dunali in forte erosione e delle lagune, in località La Vallona – Po di Levante (RO) prima degli interventi di rivivificazione finalizzati alla miglior circolazione delle acque per le retrostanti valli da pesca mediante dragaggi
(Foto Giuliano Sauli)**



Fig. 17 e 18: Ricostruzione di barene con fanghi di dragaggio; contenimento con pali e geotessuti in località La Vallona – Po di Levante (RO)



Fig. 19 e 20: Stabilizzazione di cordoni dunali mediante graticciate e trapianti di cespi di *Ammophila arenaria* e graticci con legno morto e vivo di *Salix alba*, in località La Vallona – Po di Levante (RO)



Fig. 21 e 22: Ricostruzione di isolotti con dragaggi a matrice sabbiosa con prove di messa a dimora di specie alofile, nella laguna di Caleri – Po di Levante (RO)
(Foto Giuliano Sauli)

Interventi di rivegetazione, stabilizzazione e consolidamento in zone costiere della Sardegna

Si riporta una serie di interventi su dune nella costa Nord orientale sarda in località Orosei, con messa a dimora di specie arbustive e suffruticose mediterranee (Figg. 23÷25) quali *Tamarix*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Nerium*, *Olea oleaster*, *Rosmarinus*, *Vitex agnus castus*, *Helychrysum*, *Lavandula*, *Cistus*, *Calycotome* (Fig. 26÷29) in zona di turismo balneare e realizzazione di palificate e palizzate di consolidamento lungo infrastrutture viarie (Figg. 30÷32).



Figg. 23, 24 e 25: Messa a dimora di specie arbustive e suffruticose mediterranee su litorale sabbioso (Foto Paolo Cornellini)



Fig. 26: *Lavandula* sp.



Fig. 27: *Helychrysum* sp.



Fig. 28: *Cistus* sp.



Fig. 29: *Pistacia* sp.



Fig. 30: Scarpata sabbiosa in erosione



Fig. 31: Scarpata sabbiosa in erosione con inserimento di talee di tamerice



Fig. 32: Palificate e palizzate di consolidamento lungo un'infrastruttura viaria

Sempre in zona, si è proceduto alla stabilizzazione delle sponde costiere lagunari tramite la realizzazione di palificate vive spondali e trapianto di arbusti mediterranei con salvaguardia e recupero della vegetazione esistente (Figg. 33 e 34).



Figg. 33 e 34: Realizzazione di palificate vive spondali e trapianto di specie arbustive autoctone (Foto Paolo Cornelini)



Fig. 35: Visione d'insieme della zona costiera di Orosei

Intrappolamento di sabbia a protezione e implementazione delle dune costiere mediante graticciate e messa a dimora di piante psammofile negli spazi retrodunali nella spiaggia di Sorso (SS).



Fig. 36: Realizzazione delle graticciate



Fig. 37: Piantagione di piante psammofile



**Figg. 38 e 39: Piantagione di piante psammofile
(Foto Paolo Cornelini)**

Interventi in Lazio

Sequenza di interventi antierosivi di stabilizzazione e consolidamento di scarpate artificiali su terreni sabbiosi (paleodune) nel complesso edilizio residenziale “La Lepugnana” (Fregene – RM). Nelle Fig. 40 e 41 si nota l’azione antierosiva insufficiente con sole biostuoie inerbite.

Nelle Fig. 42 ÷ 44 si osservano gli interventi di sistemazione di supporto di scarpate di neoformazione con fa-

scine vive di Tamerici e messa a dimora di arbusti mediterranei.

Infine, nelle Fig. 45 ÷ 47, si osserva la stabilizzazione e il consolidamento al piede delle scarpate delle Ville con palizzate in tronchi orizzontali, palificate vive e arbusti mediterranei.



Figg. 40 e 41: Scarpate artificiali su terreni sabbiosi con evidenti fenomeni erosivi nonostante l'impiego di biostuoie inerbite



Figg. 42 e 43: Realizzazione di fascine vive di tamerici e messa a dimora di arbusti mediterranei, aprile 2007 (Foto Paolo Cornellini)



Fig. 44: Le fascine vive di tamerici delle foto precedenti a settembre dello stesso anno



Figg. 45, 46 e 47: Realizzazione di palizzate in tronchi orizzontali, palificate vive con arbusti mediterranei, al piede delle scarpate attigue alle residenze
(Foto Paolo Cornelini)



Fig. 48: Stabilizzazione di sistemi dunali con messa a dimora a gradoni di piantine di *Ammophila arenaria* (dune sul Mare del Nord, Germania)



Fig. 49: Esempio negativo di insediamenti turistico-balneari con utilizzo di specie esotiche



Fig. 50: Parco Nazionale del Circeo, aprile 2003, resti delle graticciate utilizzate per intrappolare la sabbia e limitare l'erosione delle dune costiere.

Nella parte alta fascine morte di saggina



Fig. 51: L'impiego poco efficace della tappezzante *Mesembryanthemum* sp., a causa della scarsa radicazione



Fig. 52: Litorale romano zona Ostia, aprile 2003, consolidamento di duna a isole mediante palificate in legno (Foto Giuliano Sauli)

9.4 La conservazione degli ambienti dunali

La complessità delle forme di degrado ambientale e la difficile armonizzazione tra conservazione degli ambienti costieri e marino-costieri (e delle rispettive funzionalità ecologiche e ambientali) e sviluppo delle attività antropiche trova risposta negli obiettivi e nelle linee attuative della Gestione Integrata delle Zone Costiere (GIZC, nell'acronimo italiano o ICZM anglofono: *Integrated Coastal Zone Management*).

La GIZC ha come presupposto fondamentale il coinvolgimento di tutti i responsabili delle politiche locali, regionali, nazionali e sovranazionali e, più in generale, di tutti i soggetti che con le proprie attività influenzano le regioni costiere, quindi non solo i funzionari statali ed i responsabili delle politiche nazionali, ma anche, tra gli altri, le popolazioni locali, le organizzazioni non governative e le imprese. Il coinvolgimento di tutte le parti interessate è un caposaldo della GIZC, che rappresenta un processo dinamico, destinato a durare ed evolvere nel tempo, per la gestione e l'uso sostenibili delle zone costiere, in grado di tenere conto nel medesimo tempo della fragilità degli ecosistemi e dei paesaggi costieri, della diversità di usi e attività, delle loro interazioni e dei loro impatti sia sugli spazi marittimi che su quelli terrestri.

Le linee di indirizzo e le esperienze sono molteplici; i riferimenti per l'attuazione di politiche di gestione integrata lungo le coste italiane sono identificabili nella comunicazione COM (2000) 547 della UE e nel Protocollo sulla Gestione Integrata delle zone costiere del Mediterraneo (Madrid 2008) della Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e delle regioni costiere del Mediterraneo (Convenzione di Barcellona).

La conservazione delle dune costiere (ma più in generale dell'intero sistema spiaggia – duna), la valorizzazione (intesa come occasione di uso sostenibile) ed il loro ripristino necessitano di azioni “profonde” che possono essere inquadrate unicamente in un'integrazione degli obiettivi secondo le linee della GIZC; in tal senso oggi voler conservare e ripristinare sistemi dunali significa necessariamente attuare un processo di gestione integrata che comporti l'adozione di linee di intervento organiche per la corretta pianificazione, gestione e “manutenzione sostenibile” del sistema spiaggia – duna.

In un approccio organico ed ecologicamente coerente, la tutela delle dune costiere implica necessariamente di:

- seguire e agevolare le dinamiche naturali nei processi di formazione e di stabilizzazione dei depositi sabbiosi,
- controllare i meccanismi di disturbo e di degrado.

Solo dopo aver rimosso, o almeno mitigato, le azioni di disturbo, si rendono possibili e sostenibili anche interventi di restauro o di ripristino.

In materia di conservazione e restauro ambientale, gli ambienti dunali, pur con le loro specificità pedologiche, fisico-climatiche e biologiche, si prestano anch'essi all'impiego di tecniche naturalistiche coerenti con i principi dell'Ingegneria Naturalistica. Anzi, poiché la vegetazione (in interazione diretta con i meccanismi esogeni), rappresenta l'elemento principale di edificazione/stabilizzazione dei depositi eolici, è proprio nel dinamismo di tali ambiti che l'approccio naturalistico risulta particolarmente coerente ed è in grado di raggiungere i risultati più interessanti.

In Italia, le esperienze di protezione e consolidamento delle dune costiere risultano relativamente diffuse e con un *background* non trascurabile, legato alla storica esperienza degli interventi forestali in ambito litorale (si veda, a tale proposito, il Box 9.1); esse sono tuttavia scarsamente riconducibili a criteri di approccio univoci e gli interventi risultano spesso scollegati, condotti isolatamente e con scarsa considerazione del patrimonio conoscitivo, delle esperienze pregresse e dell'utilità della diffusione e del confronto dei risultati ottenuti.

In relazione alle esperienze più recenti, le modalità di approccio negli interventi di controllo

dei meccanismi di degrado risultano coerenti con quelli alla base dell'Ingegneria Naturalistica, nell'ambito della quale il restauro delle dune costituisce un campo di applicazione del tutto particolare, proprio in rapporto al dinamismo e alle energie erosive, alle temperature, salinità e stress idrico, agli stessi caratteri pedologici (struttura, sostanza organica, nutrienti).

In tal senso nell'impostare azioni di protezione delle dune è necessario invertire i circoli viziosi di degrado e dissesto (che spesso agiscono in forma sinergica) trasformandoli in meccanismi virtuosi, ed operando, per quanto possibile, in modo che le energie distruttive si trasformino in energie costruttive e che i flussi di materie da apparentemente critici diventino vantaggiosi (es. spiaggiamenti di biomasse vegetali e pulizia delle spiagge).

Tutto questo è strettamente dipendente dall'adozione di criteri di gestione e di manutenzione ecologica dei sistemi spiaggia-duna.

9.5 Tipologie di opere e interventi di protezione e restauro dal degrado

L'approccio descritto, volto principalmente al ripristino della capacità naturale nei processi di creazione e di stabilizzazione dei depositi eolici, è stato messo a punto durante una prolungata ed articolata esperienza condotta, a partire dal 1994, principalmente lungo i circa 24 km della duna del Parco Nazionale del Circeo (Lazio centro meridionale) ma anche in altri archi litorali nazionali. In risposta alla varietà delle forme di degrado rilevate, e delle relative interazioni, sono state adottate, e via via sviluppate, molteplici tipologie di opere e di intervento, tra cui:

- passerelle per l'accesso diretto alla spiaggia,
- strutture informative sulla corretta fruizione dell'ambiente e sull'origine e finalità dell'azione di restauro e protezione (figg. 9.7 e 9.8),
- picchetti per l'interdizione del parcheggio delle auto sulla duna,
- recinzioni dissuasive associate a schermi frangivento,
- sistemazioni ed opere per la regimazione delle acque di ruscellamento,
- sistemi frangivento, di differente forma e dimensione, realizzati con molteplici materiali naturali (stuoie di canna, fascinate verticali, recinti porosi in legno, bioreti etc.),
- barriere permeabili in legno con funzione frangivento e smorzamento delle onde,
- rimozione di copertura stradale in asfalto.



Fig. 9.7: Strutture informative per il corretto accesso ed uso della spiaggia

(Foto Giancarlo Bovina)



Fig. 9.8: Passerella per l'accesso "controllato" in spiaggia

Le strutture frangivento posizionate lungo il pendio dunale, e soprattutto quelle in prossimità della cresta (figg. 9.9 e 9.10), hanno lo scopo di limitare l'*output* di sabbia nel retroduna. In particolare, per i sistemi dunali antropizzati (nel caso della duna del Parco Nazionale del Circeo l'antropizzazione è principalmente dovuta alla strada litoranea presente lungo la cresta, fig. 1.19), l'*output* di sabbia verso l'entroterra costituisce una perdita definitiva del sistema costiero che, spesso ignorata, può risultare ancor più critica nelle condizioni di deficit dei litorali sabbiosi.



Fig. 9.9: Recinzione dissuasiva e associato schermo frangivento



Fig. 9.10: Frangivento su pendio in stuoia di canne



Fig. 9.11: Sistemi frangivento "a scacchiera"



Fig. 9.12 e 9.13: Le stesse strutture a due e quattro anni dalla realizzazione



Fig. 9.14: Ricostruzione di nucleo dunale a protezione di un canale di bonifica (Loc. Valmontorio - Latina)



Fig. 9.15: Strutture frangivento sulla morfologia dunale ricostruita



Fig. 9.16: La stessa struttura dopo due anni dalla realizzazione

(Foto Giancarlo Bovina)

Negli interventi più recenti (anno 2006) è stato sperimentato l'impiego di biostuoie in fibra di cocco per la realizzazione di frangivento, rivestimenti antierosivi e camminamenti protetti (fig. 9.17). L'abbinamento di materiali totalmente naturali e biodegradabili (fibra di cocco e legno) ha consentito di ottimizzare la migliore funzionalità accanto alla maggiore compatibilità.



Fig. 9.17: Camminamento protetto con stuoia in fibra di cocco



Fig. 9.18: Frangivento in biostuoia di cocco



Fig. 9.19: Lo stesso frangivento dopo una modesta mareggiata



Fig. 9.20: Il frangivento ha raggiunto l'obiettivo della creazione di una *foredune*

(Foto Giancarlo Bovina)

Le lavorazioni sono risultate semplici e veloci, a vantaggio dell'apprezzabile economicità delle opere, tanto da poterle inquadrare nelle azioni di "manutenzione ordinaria" della duna. In tal senso la limitata durata del materiale (a seconda della tipologia di opera la durata funzionale della fibra di cocco è variata da 1 a 3 anni) si raccorda, infatti, con il dinamismo locale. Con l'uso di questi materiali il deposito eolico risulta meno strutturato e artificializzato rispetto alle altre opere pur sempre naturalistiche. I sistemi frangivento in particolare (figg. da 9.18 a 9.20) sono risultati coerenti nei confronti della natura dei depositi sabbiosi e alla dinamica naturale dei processi di sedimentazione/erosione. Non hanno cioè provocato un irrigidimento dei depositi eolici rendendo nel contempo molto rapida la creazione di una duna embrionale, aumentandone la stabilità nel tempo, intrappolando biomasse utili (resti di *Cymodocea* trattenuti dalla rete in fig. 9.20), favorendo la colonizzazione spontanea ad opera di specie autoctone, il tutto senza perdere la funzione di riserva di sedimento disponibile per la spiaggia nelle condizioni erosive più critiche.



Fig. 9.21: Apparato radicale di ginepro messo a nudo dall'erosione (Spiaggia della Pelosa – Stintino)



Fig. 9.22 e 9.23: Ricoprimento delle radici con sabbia e foglie di *Posidonia* e successiva protezione con biostuoia in cocco



(Foto Giancarlo Bovina)

Proseguendo su questo modello di approccio andrebbe sviluppato l'uso combinato di biomasse vegetali spiaggiate e bioreti in fibra naturale, sinora solo parzialmente sperimentato (figg. da 9.21 a 9.23). Per quanto esposto, nell'attivare interventi di conservazione dei sistemi dunali costieri, così come per più spinte azioni di ripristino, è opportuno operare secondo un "gradiente di intervento" che preveda:

- la rimozione o limitazione (per quanto ragionevole) dei fattori responsabili del disturbo, compresa l'eliminazione di specie vegetali invasive,
- il controllo specifico dei meccanismi erosivi attraverso la realizzazione di opere naturalistiche con impianti vegetali autoctoni (che necessitano della disponibilità di ampie quantità di materiale vegetale) attuati solo dopo avere effettivamente rimosso le fonti di disturbo,
- l'attivazione della manutenzione ecologica dell'ambiente dunale.

In ogni caso, ove le condizioni fisiche del paraggio lo consentano, per conservare al meglio la naturalità e le funzionalità dei sistemi dunali, è opportuno "ingegnerizzarli" il meno possibile: piuttosto di ricostruire strutturalmente, o armare, i depositi eolici è opportuno recuperare la capacità naturale di auto-ripristino, anche solo attraverso la semplice gestione e manutenzione naturalistica dei sistemi spiaggia-duna.

Anche la diffusione di specie vegetali aliene, come accennato, costituisce un forma di impatto fortemente critica per la conservazione degli ambienti dunali poiché interferisce direttamente con la composizione floristico-vegetazionale delle specie a cui sono dovuti processi di edificazione e consolidamento dei depositi.

La diffusione delle specie aliene invasive è oggi una grave minaccia alla biodiversità a livello mondiale e costituisce anche un notevole problema economico a causa dei danni che queste specie possono provocare alle attività umane. L'impatto delle specie invasive nel nuovo ambiente può determinare una graduale degradazione ed alterazione dell'habitat e il declino delle specie native, a volte fino all'estinzione, portando ad una diminuzione della biodiversità locale e ad un omogeneizzazione della fauna e della flora.

Uno dei più evidenti esempi nel Mediterraneo è proprio quello dell'estrema diffusione lungo le coste dell'Aizoacea *Carpobrotus aciniformis*, specie aliena naturalizzata, di origine sud africana introdotta in Europa negli anni '50 proprio per la stabilizzazione delle dune e delle coperture sabbiose (figg. 9.24 e 9.25). Come per altre specie vegetali esotiche, anche il contenimento del *Carpobrotus* è una pratica difficile. L'eradicazione completa è praticamente impossibile poiché (vista la forte dispersione dei semi specie per merito della fauna che se ne ciba) comporterebbe l'eliminazione della specie anche dalle aree vicine. E' invece praticabile cercare di limitarne la diffusione, almeno in quei contesti dove particolarmente nociva è la loro presenza, come nel caso dei biotopi dunali.

La lotta alle specie esotiche comporta in primo luogo la rinuncia definitiva ad usare alcune di queste per gli impianti di consolidamento, la messa in atto di interventi diretti di contenimento (tagli, asportazioni ecc.), e la limitazione del disturbo dato dalla frequentazione sregolata delle dune, causa prima della sua diffusione.



Fig. 9.24: Estesa copertura di *Carpobrotus acinaciformis* sul deposito eolico della Pelosa (Stintino) (Foto Giancarlo Bovina)



Fig. 9.25: Fioritura di *Carpobrotus acinaciformis* sulle dune del P. N. del Circeo (Foto ISPRA - Paolo Orlandi)

Nelle isole Baleari l'invasione del *Carpobrotus acinaciformis* ha ridotto del 50% il patrimonio della flora endemica (Fraga *et al.*, 2006). Dopo diversi tentativi, attraverso un programma LIFE Natura, nel 2004 è stato avviato un intervento di eradicazione totale, finalizzato al recupero della biodiversità in diversi SIC della Rete Natura 2000 delle isole Baleari (AA. VV., 2002). La rimozione di *Carpobrotus* deve comunque essere attuata con cautela e opportuno monitoraggio per due ordini di motivi:

la specie, anche se critica per la flora locale, in genere ricopre ampie superfici di sabbia che, specie nelle porzioni sommitali dei depositi, improvvisamente liberata dalla copertura vegetale, può essere rapidamente asportata da parte del vento, anche verso l'entroterra (*output* del bilancio dunale), alla rimozione del *Carpobrotus* può succedere la limitata comparsa di specie autoctone e la sensibile affermazione di specie aliene (Carta *et al.*, 2004).

Le figure 9.25 ÷ 9.27 si riferiscono alle prove di rimozione manuale su aree campione di *Carpobrotus acinaciformis*, condotta sul deposito eolico della Pelosa nell'ambito degli interventi di difesa del sistema dunale sostenuti dal Comune di Stintino (Convenzione Comune di Stintino – ICRAM: *Lo studio, la salvaguardia ed il recupero ambientale delle risorse paesaggistiche del tratto di mare comprendente la spiaggia della Pelosa*. Consulenza alla progettazione e monitoraggio morfo-topografico Studio Associato GeoSphera).



Fig. 9.25: Area campione (4 m²) prima della rimozione selettiva (aprile 2008)



Fig. 9.26: La stessa area campione dopo la rimozione selettiva



Fig. 9.27: La stessa area campione dopo 7 mesi. Si osservi l'assenza di nuove piante di *Carpobrotus*, ma la ricolonizzazione in atto per effetto di rizomi provenienti dall'esterno

(Foto Giancarlo Bovina)

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 1985-1997. Atlante delle Spiagge italiane: dinamismo tendenza evolutiva opere umane. C.N.R. –M.U.R.S.T.
- AA.VV., 2006. Lo stato dei litorali italiani. Gruppo Nazionale per la Ricerca sull'ambiente Costiero STUDI COSTIERI n. 10/2006.
- AA.VV., 2002. Conservació de áreas con flora amenazada en la isla de Menorca. Projecte LIFE natura Consell Insular de Menorca - Illes Balears – Espanya – (pubblicazione online <http://lifeflora.cime.es>).
- Amodio M, Bovina G., Callori di Vignale C., 2003. L'approccio dell'Ingegneria Naturalistica nella conservazione degli ambienti dunali. Manuale di Ingegneria Naturalistica Vol. 2 Regione Lazio Assessorato Ambiente. Dip. Ambiente e Protezione Civile.
- Bovina G., 2004. Restauro e conservazione delle dune costiere. Professione geologo - Rivista dell'Ordine dei Geologi del Lazio.
- Bovina G. *et alii*, 2007. La gestione strategica della difesa dei litorali per lo sviluppo sostenibile della zona costiera del Mediterraneo – Quaderni Tecnici FASE B - Misura 3.4 Sistemi di difesa naturali –Programma POSIDUNE. Interreg 3C BEACHMED-e.
- Bovina G. *et alii*, 2008. La gestione strategica della difesa dei litorali per lo sviluppo sostenibile della zona costiera del Mediterraneo – Quaderni Tecnici FASE C - Misura 3.4 Sistemi di difesa naturali – Programma POSIDUNE: Characterisation des biomasses vegetales de plage. Interreg 3C BEACHMED-e. (Pubblicazione on line).
- Carta L., Manca M. e Brundu G., 2004. Removal of *Carpobrotus acinaciformis* (L) L. Bolus from environmental sensitive areas in Sardinia, Italy.
- Doody, J. P., 2008. Sand Dune Inventory of Europe, 2nd Edition. National Coastal Consultants and EUCC - The Coastal Union, in association with the IGU Coastal Commission. ed. EUCC 1991. Sand Dune Inventory of Europe. Editor: J. P. Doody. Publ.: JNCC (UK) and EUCC.
- EUCC 1998. Coastal Dunes, Management, Protection and Research. Editor: C.H. Ovesen. Report from a European Seminar, Skagen, Denmark, 1997. Publ: National Forest and Nature Agency, Geological Survey of Denmark and Greenland.
- Fraga, P., Estaun, I., Olives, J., Da Cunha, G., Alarcon, A., Cots, R., Juaneda, J. and Riudavets, X. 2006. Eradication of *Carpobrotus* (L.) N.E. Br. in Minorca.
- Istituto Geografico Militare Carta topografica alla scala 1:5.000. Consorzio della Bonifica di Piscinara, 1928.
- McLachlan A., 1992. The exange of materials between dune and beach system. Coastal Dunes: geomorphology, Ecology and Management for Conservation. Edited by Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington.
- Parry M. L., Canziani O. F., Palutikof J. P., Van der Linden P. J. & Hanson C. E., 2007. Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Psuty N. P., 1988. Sediment budget and dune/beach interaction. Journal of Coastal Research, no 3, Summer 1988, CERF (Editor).

10. CONSERVAZIONE E RESTAURO DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA*

Giancarlo Bovina

La *Posidonia oceanica* (L.) Delile, insieme a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch., *Zostera noltii* Hornem. e *Zostera marina* L., è una delle quattro fanerogame spontanee del Mar Mediterraneo, dove può colonizzare vaste aree del fondo marino in maniera più consistentemente delle altre fanerogame fino a formare degli aggregati monospecifici ad elevata densità, chiamati praterie per la loro affinità con alcune piante terrestri (fig. 10.1). Queste praterie sommerse, che ancora in epoca storica costituivano una cintura vegetale sostanzialmente continua, sono oggi in forte e progressiva rarefazione, sviluppandosi su superfici stimate in circa 20.000 miglia quadrate.

Tale sviluppo, unito al complesso e strategico ruolo multifunzionale esplicito nell'ambito dei sistemi marino-costieri, portano a ritenere le praterie di *Posidonia* l'ecosistema più caratteristico e probabilmente più importante del Mar Mediterraneo. Per questi motivi, e a causa della progressiva e diffusa regressione, tali praterie sono diventate, negli ultimi anni, oggetto di numerosi studi e soggetto prioritario di conservazione (Habitat prioritario, Direttiva 92/43 "Direttiva Habitat").



Fig. 10.1: Praterie di *Posidonia oceanica* (Foto Giancarlo Bovina)

10.1 La pianta

In quanto pianta superiore, la *Posidonia oceanica* presenta una netta differenziazione in radici, fusto e foglie. Le radici assolvono l'importante funzione di assorbire i sali nutritivi dal sedimento. Il fusto, detto rizoma, è la sede di immagazzinamento dei materiali di riserva della pianta e, assieme alle radici, costituisce il suo sistema di ancoraggio. Esso può accrescersi sia in senso orizzontale (crescita plagiotropa) sia verticale (crescita ortotropa), cosicché la pianta, in ogni momento del suo ciclo vitale, può adattarsi alle diverse condizioni ambientali adottando l'una o l'altra delle due strategie di crescita. Le radici e i rizomi formano le *mattes*, veri e propri terrazzamenti costituiti dal complicato intreccio di rizomi e radici che trattiene e compatta fortemente il sedimento. Le foglie (fig. 10.2), nastriformi, raggruppate in ciuffi di 5-9 foglie disposte a ventaglio, costituiscono la sede dei processi fotosintetici e svolgono anche le funzioni di

regolare il ricambio idrico e ionico della pianta, mediante scambi con l'ambiente circostante, e di assorbire sostanze nutritive dall'acqua. Sotto l'aspetto meccanico, le foglie rappresentano una significativa superficie di impianto per gli organismi epifitici, oltre a svolgere un'azione di barriera in grado di ammortizzare le onde e le correnti e così di proteggere i litorali.



Fig. 10.2: Foglie di *Posidonia oceanica*
(Foto Giancarlo Bovina)

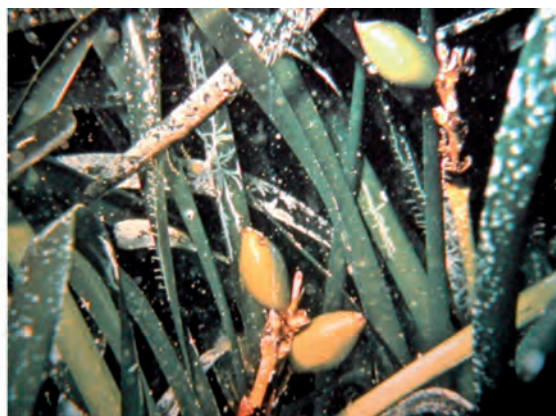


Fig. 10.3: Frutto di *Posidonia oceanica*
(Foto archivio MAREVIVO)

La *Posidonia oceanica* ha modalità riproduttive sia di tipo vegetativo, sia di tipo sessuato, con fiori e frutti. La riproduzione vegetativa può compiersi sia per stolonizzazione che per talea. Nella riproduzione sessuata, il frutto di *Posidonia*, chiamato "oliva di mare" (fig.10.3), a maturazione completa si distacca dalla pianta madre e galleggia sulla superficie del mare. Trasportati da onde e correnti, i semi vengono dispersi in luoghi anche molto lontani dalla prateria di origine e, in condizioni favorevoli, possono iniziare a germinare dando origine ad una nuova prateria.

10.2 La prateria e le sue funzioni ecologiche

Le piante di *Posidonia* possono tollerare variazioni termiche notevoli ma temperature troppo alte (più di 28°C) o troppo basse (meno di 10°C) vengono sopportate solo in casi eccezionali. La *Posidonia oceanica*, inoltre, è una specie stenoalina, cioè particolarmente sensibile alle variazioni di salinità. La salinità del Mediterraneo è, in genere, compresa tra il 37 ed il 38 per mille, ma diminuisce in presenza di apporti di acque dolci; in tali ambienti oligoalini essa è generalmente assente e viene sostituita da altre fanerogame maggiormente eurialine.

La massima batimetrica alla quale è possibile ritrovare piante di *Posidonia* è determinata dalla capacità di penetrazione della luce ed è generalmente posta a circa 30-35 m, spingendosi fino a 50 m e oltre in acque particolarmente limpide. Al contrario, in superficie non esiste un limite netto per la loro presenza, tanto che, in baie particolarmente riparate ed in condizioni di bassa marea, le foglie possono addirittura fuoriuscire dalla superficie del mare. La pianta si insedia con successo di preferenza su fondali sabbiosi, anche in presenza di una certa aliquota di fango, ma non di rado colonizza zone di fondo caratterizzate da detrito grossolano o da superfici rocciose.

Le praterie di *Posidonia* costituiscono una ricchezza inestimabile per il Mar Mediterraneo, in quanto rappresentano un sito ad alta concentrazione di biomassa ed un ecosistema ad alta produttività: solo la biomassa fogliare è pari a 1 kg di peso secco per metro quadrato, del tutto pa-

ragionabile ai grandi complessi forestali della terraferma; nell'insieme costituiscono un sito d'elezione, zona di rifugio e di riproduzione per numerose specie di notevole importanza economica come pesci, cefalopodi e crostacei. Esse, pertanto, possono essere considerate come l'ecosistema marino più produttivo del Mediterraneo e, nell'ambiente costiero, come un punto nodale nel flusso di energia che passa per il mare.

Una delle principali ragioni dell'importanza di una prateria di *Posidonia* sta nella sua capacità di trattenere il sedimento e di stabilizzare in tal modo il fondo del mare. La pianta trattiene questo sedimento nel groviglio inestricabile dei suoi rizomi e delle sue radici e lo protegge anche sotto il denso tappeto delle sue foglie, che rappresentano, infatti, un potente sistema frenante per le onde e le correnti. Le foglie della *Posidonia* dispiegano considerevoli superfici elastiche, fino a 20-30 m² per m² di fondo, capaci di dissipare per attrito il 60-70% dell'energia delle correnti ed il 30-40% di quella delle onde, costituendo un fattore determinante di protezione contro l'erosione costiera.

Anche gli accumuli strutturati di foglie morte, *banquettes*, possono contribuire a ridurre l'energia delle onde e proteggere così le spiagge dall'erosione (fig. 10.4).



Fig. 10.4: “Massa flottante” costituita da detrito di *Posidonia* davanti una *banquette* lungo la spiaggia di Rena Maggiore (Santa Teresa di Gallura) (Foto Giancarlo Bovina)

A questa protezione potrebbe concorrere anche l'aumento della viscosità dell'acqua antistante alle *banquettes*, prodotta dalla sospensione di foglie e di fibre che accompagna i meccanismi di formazione e demolizione dei depositi fogliari (Bovina, 2003) (si veda, a tale proposito, il Box 6.1). Inoltre, i resti di *Posidonia* che si depositano sulla battigia costituiscono un prodotto naturale che, non avendo ancora completato il suo ciclo biologico, deve subire diverse modificazioni biochimiche per poter essere utilizzato dalle reti trofiche costiere.

L'importanza ecologica di una prateria di *Posidonia* si esprime anche nel ruolo che essa svolge nell'ossigenazione delle acque e nella produzione di materia organica attraverso il processo fotosintetico.

La prateria è una fonte di cibo, diretta ed indiretta, per numerosi organismi, nonché punto di partenza di una complessa rete trofica, dato che l'energia prodotta viene in primo luogo utilizzata dal sistema stesso per l'accrescimento della pianta e della flora epifita, poi viene trasferita agli animali per fluire, infine, in aree esterne.

BOX 10.1

Gestione ecologica delle fanerogame marine spiaggiate e conservazione delle *banquettes* di *Posidonia oceanica*

Giancarlo Bovina

(tutte le immagini del presente Box, esclusa naturalmente la fig. 13, sono di Giancarlo Bovina)

L'ambiente costiero genericamente compreso tra il mesolitorale ed il sopralitorale, rappresenta una sottile fascia caratterizzata dal deposito di materiali di diversa origine trasportati lungo costa. Il termine anglosassone *driftline* sintetizza efficacemente la localizzazione ed il meccanismo di distribuzione (fig. 1).

Se si guarda con attenzione agli ambienti interessati da fenomeni di spiaggiamento (litorali sabbiosi, cale sabbioso-ciottolose, coste rocciose basse) si nota come frequentemente questi rappresentino *facies* significative; lo stesso materiale spiaggiato può costituire habitat e implicare strutture e disponibilità trofiche che svolgono un ruolo ecologico rilevante, lungo il raccordo tra l'ambiente marino e quello terrestre (fig. 2).



Fig. 1: *Driftline* presso Alghero



Fig. 2: L'importante *facies* del materiale spiaggiato alla foce del fiume Ombrone

A tale riguardo si riporta, nella tabella 1, l'elenco delle biocenosi bentoniche del Mare Mediterraneo (comprese nel sopralitorale e mesolitorale), riportate nell'Allegato I del Protocollo sulle *Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo* (Aspim o Spami della Convenzione di Barcellona).

La medesima tabella considera anche la classificazione degli stessi habitat marini mediterranei in funzione delle necessità di salvaguardia.

I. SOPRALITORALE

I. 1. FANGHI

- I. 1. 1. Biocenosi delle aree esondate a lenta dissecazione sotto le salicornie
- I. 2. SABBIE
- I. 2. 1. Biocenosi delle sabbie sopralitorali
- I. 2. 1. 1. Facies delle sabbie senza vegetazione, con detriti sparsi
- I. 2. 1. 2. Facies delle depressioni con umidità residuale
- I. 2. 1. 3. Facies delle aree esondate a rapida dissecazione
- I. 2. 1. 4. Facies dei tronchi d'albero spiaggiati
- v I. 2. 1. 5. Facies delle fanerogame che sono state spiaggiate (parte superiore)

I. 3. MASSI E CIOTTOLI

- I. 3. 1. Biocenosi delle aree esondate a lenta dissecazione

I. 4. FONDI DURI E ROCCIOSI

- I. 4. 1. Biocenosi delle rocce sopralitorali
- I. 4. 1. 1. Associazione a *Entophysalis deusta* e *Verrucaria amphibia*
- I. 4. 1. 2. Pozze a salinità variabile (enclave mesolitorale)

II. MESOLITORALE

II. 1. FANGHI, FANGHI SABBIOSI E SABBIE

- II. 1. 1. Biocenosi delle sabbie fangose e fanghi (delle lagune e degli estuari)
- v II. 1. 1. 1. Associazioni ad alofite
- v II. 1. 1. 2. Facies delle saline

II. 2. SABBIE

- II. 2. 1. Biocenosi delle sabbie mesolitorali
- II. 2. 1. 1. Facies a *Ophelia bicornis*

II. 3. MASSI E CIOTTOLI

- II. 3. 1. Biocenosi del detritico mesolitorale
- v II. 3. 1. 1. Facies degli ammassi spiaggiati (banquettes) di foglie morte di *Posidonia oceanica* ed altre fanerogame

II. 4. FONDI DURI E ROCCIOSI

- II. 4. 1. Biocenosi della roccia mesolitorale superiore
- II. 4. 1. 1. Associazione a *Bangia atropurpurea*
- II. 4. 1. 2. Associazione a *Porphyra leucostica*
- v II. 4. 1. 3. Associazione a *Nemalion helminthoides* e *Rissoella verruculosa*
- v II. 4. 1. 4. Associazione a *Lithophyllum papillosum* e *Polysiphonia* ssp.
- II. 4. 2. Biocenosi della roccia mesolitorale inferiore
- v II. 4. 2. 1. Associazione a *Lithophyllum byssoides* [cornice e marciapiede (encorbellement e trottoir) a *L. tortuosum*]
- II. 4. 2. 2. Associazione a *Lithophyllum trochanter*
- II. 4. 2. 3. Associazione a *Tenarea undulosa*
- II. 4. 2. 4. Associazione a *Ceramium ciliatum* e *Corallina elongata*
- v II. 4. 2. 5. Facies a *Pollicipes cornucopiae*
- II. 4. 2. 6. Associazione a *Enteromorpha compressa*
- v II. 4. 2. 7. Associazione a *Fucus virsoides*
- v II. 4. 2. 8. Concrezioni a *Neogoniolithon brassica-florida*
- II. 4. 2. 9. Associazione a *Gelidium* spp.
- v II. 4. 2. 10. Pozze e lagune talora associate a vermetidi (enclave infralitorale)
- v II. 4. 3. Grotte mesolitorali
- v II. 4. 3. 1. Associazione a *Phymatolithon lenormandii* e *Hildenbrandia rubra*

Tab. 1: Elenco delle biocenosi bentoniche del Mare Mediterraneo comprese nel sopralitorale e mesolitorale con indicazione di quelle meritevoli di salvaguardia (v) (Allegato I Protocollo SPAMI della Convenzione di Barcellona)

L'interazione antropica influisce negativamente sugli ambienti di spiaggiamento; la presenza di rifiuti solidi degrada sempre più profondamente gli habitat con processi di alterazione sia fisici che biologici. Come descritto successivamente, alla contaminazione materiale si aggiunge un meccanismo culturale con il quale lo spiaggiamento viene identificato univocamente come rifiuto, anche quando sia costituito da prodotti naturali.

I processi di spiaggiamento assumono dimensioni considerevoli presso le foci dei corsi d'acqua dove il dilavamento del bacino di alimentazione produce l'apporto di grandi quantità di resti vegetali (tronchi, rami, canne e resti di piante acquatiche) frammisti a rilevanti quantità di rifiuti solidi, anche di notevoli dimensioni (fig. 3). Quando ci si allontana dall'influenza diretta del corso d'acqua e dalla qualità del reticolo idrografico, sono i resti di origine marina che possono prevalere, in questo caso variamente accompagnati da rifiuti solidi provenienti dall'entroterra o abbandonati direttamente in mare.

La *driftline* mediterranea è molto spesso caratterizzata dalla deposizione di detriti vegetali marini costituiti principalmente da foglie, rizomi e resti fibrosi di *Posidonia oceanica*. Dove questa è assente si osservano spiaggiamenti, in genere molto meno consistenti, di altre fanerogame marine (es. *Cymodocea*).

Le forme di deposito più consistenti e appariscenti vengono osservate in prossimità delle grandi praterie di *Posidonia* in seguito alle mareggiate autunnali e invernali, dove, in rapporto alla stagione, alla conformazione della costa ed al gioco delle correnti marine, i resti della pianta marina formano bancate, (o banchetti) conosciute con il termine francese di "*banquettes*" (Blanc, 1971) (Molinier & Picard, 1953) (Picard, 1953).



Fig. 3: Resti vegetali frammisti a rilevanti quantità di rifiuti solidi. Foce del fiume Astura (LT)



Fig. 4: Bancate, o "banquettes", costituite dai resti della *Posidonia oceanica*, a Stintino (SS)

Queste hanno spessori variabili (fig. 4.) che possono raggiungere anche i 3 ÷ 4 m, sono variamente profonde e si sviluppano anche per varie centinaia di metri, in funzione dell'assetto geomorfologico del paraggio e della disponibilità della biomassa.

L'evoluzione e la stabilità delle *banquettes* è estremamente variabile; nei casi di maggiore consistenza e durata costituiscono vere e proprie formazioni "bio-geomorfologiche", certamente transitorie, ma che caratterizzano il paesaggio costiero incrementandone la diversità geomorfologica ed ecologica (Bovina, 2001). In generale le *banquettes* sono costituite prevalentemente dalle foglie di *Posidonia* (fig. 5) la cui forma a nastro, e modalità di accumulo, conferisce all'ammasso una struttura lamellare molto compatta e particolarmente elastica (Bovina, 2003).



Fig. 5: Struttura lamellare dalle foglie di *Posidonia* costituenti le *banquettes*

Non mancano tuttavia situazioni particolari dove l'accumulo è prevalentemente di natura fibrosa (frammenti di fibre originate quasi esclusivamente dalla porzione basale del fascio), come nel caso dei depositi osservati nella porzione settentrionale del Golfo di Talamone (fig. 6). La struttura delle *banquettes*, anche se per breve tempo, è in grado di assorbire l'energia del moto ondoso riducendone le capacità erosive e contribuendo in tal modo alla stabilità delle spiagge (fig. 7).



Fig. 6: Depositi di accumulo di frammenti fibrosi nel Golfo di Talamone



Fig. 7: Effetto delle onde su una *bannette* ad Alghero

La ricorrente formazione delle bancate fogliari in siti specifici, la presenza di stratificazioni all'interno degli ammassi (evidenziata dalla presenza di livelli basali chiaramente più vecchi e trasformati) e la relativa stabilità di molti accumuli introducono il concetto di "aree di probabile formazione di *banquettes*" (Bovina, 2003, op. cit.). Tali siti sono normalmente caratterizzati dalla presenza di costa rocciosa bassa, di cale e spiagge antistanti falesie oppure dalla presenza di opere di protezione litorale (scogliere artificiali e pennelli), situazioni che favoriscono il deposito nelle fasi costruttive e tendono a proteggerlo in quelle demolitive (fig. 8).



Fig. 8: Formazione delle bancate fogliari in siti specifici, che tendono a favorire il deposito (Civitavecchia – RM)

I resti di *Posidonia oceanica*, o di altre fanerogame, 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. Ricerche sulla dinamica dell'ecosistema costiero dimostrano che questo detrito, una volta frammentato dai processi fisici e dagli organismi detritivori e rimineralizzato ad opera dei batteri, rappresenta un'importante fonte di carbonio, particolato e disciolto, e di nutrienti (Hansen, 1984). Si consideri come molti pesci in stadio giovanile traggono parte delle loro risorse trofiche da organismi della macrofauna (es. Antipodi e Isopodi) che vivono in corrispondenza della zona di battigia interessata dalla presenza di detrito vegetale di fanerogame marine.

Il ruolo ecologico del detrito vegetale marino è rilevante anche per la frazione deposta a terra. Infatti, il contenuto di elementi nutritivi e la capacità di accumulo di umidità fanno sì che, anche in condizioni di deposito modesto, tali materiali svolgano una funzione importantissima per la vegetazione pioniera delle spiagge e dei depositi eolici, favorendo la formazione dune embrionali, lo sviluppo delle *foredune* e, quindi, contribuendo alla stabilità del sistema spiaggia-duna (Bovina, 2001, op. cit) (fig. 9).



Figg. 9 e 10: Vegetazione alofita colonizzante resti di *Posidonia* spiaggata

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 (Gerlach, 1992).

La medesima funzione è evidente anche lungo le coste rocciose, dove i resti vegetali depositati dalle onde e ripresi dal vento creano condizioni di “microfertilità” favorevoli all’insediamento di vegetazione alofita (fig. 10). Anche dal punto di vista più strettamente fisico, ed a fronte della frequente diffusione e recrudescenza dei meccanismi di erosione costiera, non è trascurabile l’azione protettiva che gli ammassi fogliari svolgono, specie se in banchi, a protezione dei litorali sabbiosi.

Il detrito deposto in bancate è solo una parte della biomassa presente in acqua, la cui presenza, posizione ed entità, sono direttamente correlate alle condizioni meteomarine; in particolare nelle fasi costruttive ed in quelle demolitive, materiale spiaggato e massa flottante formano, di fatto, un tutt’uno. La frazione in acqua (costituita da foglie ma anche da resti fibrosi) crea una sospensione densa che con la sua “viscosità” e tensione superficiale, per alcuni metri davanti al banco vegetale, dissipa l’energia meccanica delle onde (Boudouresque & Meinesz, 1982) (Bovina, 2001, op. cit.) (fig. 11). La reale efficacia della protezione meccanica offerta dal sistema della *banquettes* (deposito a terra e “massa flottante”) è comunque relativa perché l’ammasso fogliare, per quanto elastico e flessibile, è deformabile e la stabilità stessa del deposito (specie sulle spiagge) è certamente transitoria. Tuttavia il contributo delle biomasse spiaggiate alla protezione naturale dei litorali va visto nell’insieme dell’ecosistema litorale, specie per il complesso degli aspetti trofici descritti in precedenza.



Fig. 11: Protezione meccanica operata dalla frazione in acqua delle foglie di *Posidonia*



Fig. 12: Foglie di *Posidonia* estirpate, probabilmente, da ancoraggi o dalla pesca a strascico

Modalità distributive lungo costa e caratteristiche composizionali dei resti di fanerogame marine, possono poi costituire un indicatore dello stato di salute delle praterie, specie in relazione ai meccanismi erosivi e più in generale di danneggiamento meccanico (ancoraggi e pesca illegale a strascico) (fig. 12). Per la capacità di accumulo di contaminanti, inoltre, la *Posidonia* risulta essere un ottimo indicatore ambientale; il monitoraggio degli spiaggamenti, anche per gli aspetti chimico-tossicologici, può offrire quindi utili indicazioni sullo stato ambientale delle praterie e del contesto costiero, semplificando le metodologie di indagine diretta e contenendo costi e tempi di attuazione (Bovina, 2003, op. cit.).

E’ stato evidenziato come la rimozione del materiale vegetale spiaggato costituisca un’azione critica e debba essere attuata con la massima cautela.

In tempi passati le *banquettes* erano considerate parte integrante del paesaggio costiero e se ne conoscevano gli aspetti positivi, tanto che la presenza era più che gradita. Erano poi praticate (secondo differenti tradizioni locali) molteplici forme di utilizzazione delle foglie spiaggiate: materiale isolante, termico ed acustico, imbottitura di materassi e cuscini, materiale da imballaggio, ammendante naturale, materiale per la formazione di suolo (fig.13).



Fig. 13: “Raccolta della Cischia” - R. Celommi (1881 - 1957)

Oggi, a causa dello sviluppo delle attività turistico-balneari, alle spiagge sono imposte condizioni di totale artificialità; in particolare la manutenzione e la pulizia meccanizzata degli arenili comportano la rimozione sistematica delle masse vegetali spiaggiate, delle quali risultano totalmente trascurate le molteplici e strategiche funzioni ecologiche. Il tutto determina un meccanismo di “desertificazione” dei litorali sabbiosi.

D’altro canto i resti della *Posidonia* si mescolano frequentemente con quelli di altre fanerogame marine, alghe, resti vegetali di origine terrestre e rifiuti: il destino degli spiaggiamenti si colloca così necessariamente nella più generale problematica della gestione delle masse spiaggiate ed in particolare di come queste debbano essere considerate. Va infatti rilevato che attualmente, contrariamente a quanto accadeva in tempi pregressi, la sempre più elevata quantità di rifiuti, per la maggior parte plastici, trasportata in mare dai corsi d’acqua, abbandonata in mare o direttamente sugli arenili, si mescola alle frazioni naturali vegetali degradandole ed imponendo che anche queste vengano gestite come tali (Bovina, 2001, op. cit) (Bovina, 2003, op. cit) (Gerlach, 1992).

La rimozione della *Posidonia* spiaggiate determina impatti, sia che si tratti di materiale incoerente che di *banquettes* vere e proprie. Oltre all’alterazione del bilancio trofico costiero, a causa della sottrazione pressoché irreversibile di importanti biomasse, si determinano altri effetti altamente deleteri, vale a dire il danneggiamento della vegetazione dunale pioniera e delle forme d’accumulo sabbioso embrionali e la sistematica sottrazione di sedimento da arenili frequentemente interessati da deficit di alimentazione.

Non sono poi da trascurare nemmeno gli alti costi ambientali (economici ed energetici complessivi) derivanti dalla raccolta, dal trasporto e dallo smaltimento dei materiali organici, soprattutto quando questo comporti l’occupazione di volumi “utili” di discarica con materiali non critici.

Anche se il compostaggio delle fanerogame marine è reso oggi possibile grazie all’evoluzione normativa (D. L.vo 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”), tuttavia il recupero delle biomasse vegetali marine, anche per finalità sostenibili, come il recupero di fertilità dei suoli, deve comunque essere messo in atto solo in casi eccezionali, avendo sempre dinanzi l’obiettivo della conservazione del bilancio trofico delle reti costiere.

Una strategia sostenibile e coerente della gestione delle biomasse vegetali spiaggiate (segnatamente fanerogame marine) dovrebbe essere sistematicamente inquadrata in un’ottica di Gestione Integrata della costa: vale a dire in un processo di condivisione degli obiettivi di tutela delle risorse naturali, di protezione ambientale delle funzioni ecologiche e delle possibilità d’uso e di sviluppo delle attività produttive dell’ambiente costiero.

Secondo questo approccio, distinguendo gli spiaggiamenti strutturati delle *banquettes* da quelli definiti “incoerenti”, è possibile tracciare una linea di indirizzo volta alla tutela e valorizzazione del detrito di *Posidonia* accumulato lungo la costa (Bovina *et al.*, 2007) – (Bovina *et al.*, 2008).

Banquettes “stabili”:

conservazione e valorizzazione (anche attraverso opportune azioni educative e comunicative) delle *banquettes* meno transitorie e di quelle frequentemente ricorrenti.

In questo ambito è utile, come detto, applicare il concetto di **aree di probabile formazione**. Si tratta, appunto, di quei paraggi ove si rileva una relativa “stabilità” delle formazioni e/o la frequente ricorrenza dei meccanismi di accumulo.

E’ in questi contesti che, oltre alle funzioni ecologiche descritte, le *banquettes* sono in grado di arricchire il paesaggio marino costiero, anche in termini di eterogeneità fisica (figg. 14 e 15).



Figg. 14 e 15: Eterogeneità fisica del paesaggio marino costiero determinato dalle *banquettes* ad Alghero (a dx) e a Stintino (SS) (a sx)

Banquettes effimere:

le *banquettes* meno stabili (in genere presenti stagionalmente lungo estesi litorali sabbiosi) (fig. 16), sono quelle che per localizzazione e dimensione confliggono maggiormente con la funzione turistico-balneare delle spiagge. Per queste situazioni è prevedibile una rimozione dei depositi, limitata alla sola stagione balneare, con riutilizzo diretto della biomassa vegetale nella protezione della porzione alta della spiaggia o del piede della duna qualora presente.

Quando eccedente, dopo opportuna caratterizzazione chimica (ai fini della correttezza normativa della procedura), il materiale dovrebbe essere utilizzato con identiche finalità in paraggi limitrofi a quello di formazione.



Fig. 16: *Banquettes* effimere, stagionalmente presenti, in genere, lungo estesi litorali sabbiosi a Sperlonga (LT)



Fig. 17: *Banquettes* incoerenti, in banchi non strutturati a Livorno

Detrito vegetale “incoerente”:

per gli spiaggiamenti non strutturati in banchi (fig. 17), compatibilmente con lo stato del materiale e con il grado di contaminazione da parte di residui antropici, si dovrebbe procedere alla raccolta selettiva dei rifiuti solidi degradanti, mentre il materiale naturale dovrebbe riutilizzato per fini di protezione e restauro naturalistici, analogamente a quanto descritto al punto precedente.

Nelle Aree Protette, o nei siti di rilevante significato ecologico (siti Natura 2000), comprendenti habitat marini o marino-costieri, la conservazione delle *banquettes* contribuisce certamente alla conservazione della biodiversità e dei processi trofici, come al mantenimento dell'integrità fisica degli habitat; in questi ambiti la gestione ecologica delle biomasse vegetali spiaggiate dovrebbe costituire una pratica diffusa.

Per quanto praticabile, approcci confrontabili dovrebbero però essere adottati anche nei litorali non protetti, dove si rende comunque necessario un recupero diffuso della resilienza e di risposta naturale degli ambienti costieri e marino costieri; in particolare per le forme di deposito eolico, specie nelle preziose fasi embrionali di formazione delle dune costiere.

L'approccio naturalistico descritto dovrebbe poi essere esteso anche alla valorizzazione e tutela delle altre forme di spiaggiamento vegetale, specie se legato ad habitat rilevanti, quali la facies dei tronchi d'albero spiaggiate.

BIBLIOGRAFIA

- Blanc J.J., 1971. Mouvements de la mere et notes de sédimentologie litorale.
- Bovina G., 2001. Programma Nazionale di individuazione e valorizzazione della Posidonia oceanica. Convenzione Marevivo/Ministero dell’Ambiente 1998. Relazione Illustrativa V semestre.
- 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.
- Bovina G. et Alii, 2007. La gestione strategica della difesa dei litorali per lo sviluppo sostenibile della zona costiera del Mediterraneo – Quaderni Tecnici FASE B - Misura 3.4 Sistemi di difesa naturali – Programma POSIDUNE. Interreg 3C BEACHMED-e.
- Bovina G. et Alii., 2008. La gestione strategica della difesa dei litorali per lo sviluppo sostenibile della zona costiera del Mediterraneo – Quaderni Tecnici FASE C - Misura 3.4 Sistemi di difesa naturali – Programma POSIDUNE: “Caracterisation des biomasses vegetales de plage” . Interreg 3C BEACHMED-e.
- Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l’herbier de Posidonie. Cah. Parc. Nation. Port-Cros, Fr., 4: 1-79.
- Gerlach A., 1992. Dune cliffs:a buffered system. Coastal Dunes: geomorphology, Ecology and Management for Conservation. Edited by Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington – 1992.
- Guccione M., Bovina G. e Gori M., 2005. Tutela della connettività ecologica degli habitat marini e costieri. Rapporti APAT n. 54/2005.
- Hansen J.A., 1984. Accumulations of macrophyte wrack along sandy beaches in Western Australia: biomass, decomposition rates and significance in supporting nearshore production. Ph.D. Thesis. University of Western Australia.
- McLachlan A., 1992. The exchange of materials between dune and beach system. Coastal Dunes: geomorphology, Ecology and Management for Conservation. Edited by Carter, Curtis & Sheehy-Skeffington – 1992.
- 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.
- Picard J., 1953. Importance, répartition et rôle du matériel organique végétal issu les prairies de Posidonies. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. Internation. Explor. Sci. Médit., 18 (2): 189-202.

10.3 Le cause del degrado

Da tempo i litorali del bacino del Mediterraneo, in particolare quelli settentrionali, sono interessati dalla progressiva rarefazione delle praterie di *Posidonia*. Alcuni possibili fattori sono di ordine naturale, visto che *“la regressione può essere favorita dallo scarso successo della riproduzione sessuata, che ha portato ad una diminuzione della variabilità genetica all’interno delle popolazioni, rendendo la specie più vulnerabile rispetto ai cambiamenti delle condizioni ambientali”* (Boccalaro *et al.*, 2008).

A queste cause possono sovrapporsi meccanismi critici legati alle attività umane, come: l’alterazione antropica dei flussi sedimentari e l’artificializzazione delle coste; la riduzione della trasparenza e l’inquinamento delle acque, la pesca a strascico illegale, gli ancoraggi e le altre azioni meccaniche, la competizione con specie aliene.

Alterazione antropica delle coste

La realizzazione di manufatti nelle zone costiere (dighe, terrapieni, porti turistici etc.), modificando localmente il comportamento delle onde e delle correnti, interagisce con i processi di trasporto litorale che presiedono alla distribuzione dei sedimenti. Si producono così ampie aree di alterazione e di erosione del fondo marino e delle spiagge. Queste modificazioni dell’ambiente naturale rompono l’equilibrio tra l’accumulo dei sedimenti intrappolati nelle praterie di *Posidonia* e la crescita naturale dei rizomi. Se l’accumulo è troppo rapido, l’apice vegetativo del rizoma verticale, nonostante la crescita, viene ricoperto e le sue foglie si piegano sotto il sedimento da cui non possono svincolarsi. In meno di un anno l’apice vegetativo muore.

Se invece l’accumulo dei sedimenti è insufficiente a compensare l’allungamento verticale dei rizomi, questi vengono scalzati divenendo molto fragili e facilmente frantumabili. Ne risulta una diminuzione dell’accrescimento della prateria che, resa vulnerabile all’erosione da parte di onde e correnti, riduce le proprie capacità di intrappolamento dei materiali sedimentari con conseguente calo della loro deposizione. Oltre un certo limite il processo diventa autocatalitico.

La pesca a strascico illegale

Le praterie di *Posidonia* sono da tempo aree interessate da attività di pesca artigianale che non causa molti danni fintanto che vengono utilizzati attrezzi da pesca fissi. L’uso dello strascico, però, con le caratteristiche reti lungo le coste, è divenuto sempre più frequente (si veda, a tale proposito, il cap. 11). Questa tecnica di pesca causa danni diretti alla prateria estirpando un gran numero di piante. In inverno, per ogni ora di strascico vengono strappati circa 100 kg di foglie di *Posidonia*, mentre nel periodo estivo questa quantità raggiunge facilmente i 1000 kg ogni ora di pesca (Ardizzone & Pelusi, 1984). Tali danni, tuttavia, dipendono in buona parte da come le praterie sono strutturate ed assumono carattere di gravità laddove esiste una discontinuità o una bassa densità di piante. Ciò, se da un lato rende il lavoro dei pescatori più semplice, dall’altro determina una più facile estirpazione dei rizomi, aumentando il processo d’erosione dovuto al moto ondoso e alle correnti. Nel Tirreno centrale è comune trovare ampie zone dove hanno luogo fenomeni di estirpazione da strascico.

Oltre alle reti a strascico vi sono anche altri attrezzi da pesca impiegati per lo sfruttamento delle risorse demersali, quali le draghe, che possono arrecare seri danni alle praterie di *Posidonia*.

Inquinamento delle acque

Gli scarichi urbani alterano in modo considerevole l'equilibrio sedimentario del substrato di impianto della *Posidonia*. Infatti, l'incremento massiccio da parte di una serie di fonti (effluenti urbani, industriali etc.) degli apporti in mare di sali minerali e di sostanze inquinanti organiche e chimiche produce, come conseguenza più vistosa, l'aumento delle particelle in sospensione e la proliferazione di organismi planctonici, con conseguente perdita di trasparenza delle acque neritiche (fig 10.6).

Per le praterie di *Posidonia*, l'aumento di torbidità determina un restringimento sostanziale della gamma di profondità compatibile con la fotosintesi delle piante (profondità di compensazione) e, di conseguenza, si assiste generalmente alla risalita del loro limite più profondo.

Tale modificazione quali-quantitativa dell'energia luminosa ha conseguenze importanti sugli equilibri vitali della prateria stessa. In situazioni estreme si può assistere alla rapida distruzione del manto vegetale e ad un altrettanto rapido smantellamento delle *mattes*.

Inoltre la vasta gamma di sostanze chimiche associata alle acque di scarico (detergenti, idrocarburi, pesticidi e metalli pesanti) attacca e riduce la vitalità delle praterie su tutta la loro superficie (Massa e Ingegnoli, 2003).



Fig. 10.6: Perdita di trasparenza delle acque per l'aumento delle particelle in sospensione (Foto Giancarlo Bovina)



Fig. 10.7: Sradicamento dei ciuffi di *Posidonia* causati dai sistemi di ancoraggio delle imbarcazioni da diporto (Foto dal sito <http://www.ramoge.org>)

Gli ancoraggi

Negli ultimi anni è enormemente aumentato, lungo le coste mediterranee, il numero di imbarcazioni da diporto, il cui impatto sulla qualità dell'ambiente costiero non è trascurabile, soprattutto in estate e nelle zone di ancoraggio.

Le barche, oltre ad essere fonti di inquinamento organico e chimico (detergenti, idrocarburi, pitture *anti-fouling* etc.), danneggiano le praterie con ancore, che solcano il fondale sabbioso e, ancor più, con le catene che spazzano decine di metri quadrati di fondale (fig. 10.7).

L'azione diretta di questi sistemi di ancoraggio sulle praterie di *Posidonia* è lo sradicamento localizzato dei ciuffi della pianta. Tali cicatrici possono favorire la formazione di marmitte di erosione che si estendono sotto l'effetto del moto ondoso e delle correnti.

Competizione con specie aliene

Caulerpa taxifolia (Vahl) C. Ag. (fig. 10.8) è una macroalga tropicale introdotta accidentalmente nel Mediterraneo settentrionale, di fronte a Monaco, nel 1984. Da allora, questa alga verde ha continuato a espandersi: nel 1990, dopo soli due anni, di fronte al Museo di Monaco copriva già un'area di 3 ha; nel 1992 è stata rinvenuta lungo le coste dell'Italia e della Spagna e in Croazia nel 1994 (AA.VV., 2001).

L'area occupata da questa specie supera attualmente i 6000 ha lungo le coste italo-francesi. *Caulerpa taxifolia* è in grado di crescere ovunque nelle praterie, dal limite superiore a quello inferiore, arrivando a soffocarle progressivamente.

Relini (Relini *et al.*, 2000) ha riscontrato che, nel settore centrale e in quello di levante della costa ligure, la prateria di *Posidonia* risulta in buona parte invasa dalla *Caulerpa*, che in un ambiente degradato caratterizzato da *mattes* scarsamente occupate da *Posidonia* ha trovato terreno favorevole.

Un altro forte competitore delle praterie di *Posidonia* è l'alga verde *Caulerpa racemosa* (Forsk.) J. Agardh, congenerica della precedente ed anch'essa introdotta nel bacino occidentale del Mediterraneo e diffusasi ampiamente negli ultimi 10 anni.

Sperimentazioni *in situ*, mirate allo studio dell'impatto di queste specie introdotte sulle comunità fitobentoniche autoctone, hanno evidenziato l'importanza della complessità strutturale delle praterie (principalmente legata a valori elevati di densità) sia di *Posidonia oceanica* che di *Cymodocea nodosa*, nel contrastare la diffusione di queste specie alloctone (Ceccherelli & Cinnelli, 1999; Ceccherelli *et al.*, 2000).



Fig. 10.8: La macroalga tropicale *Caulerpa taxifolia* (Foto da Wikipedia)

E' importante considerare come in generale nessuno di questi meccanismi o agenti di degrado sia sufficiente da solo a produrre effetti catastrofici, ma la loro coesistenza ed il loro sinergismo fanno di alcune zone costiere un ambiente aggressivo per la *Posidonia*; in ogni caso i meccanismi di degrado sono sito - specifici.

BOX 10.2

L'Ingegneria naturalistica per la difesa del mare ovvero, come ripristinare le praterie di *Posidonia oceanica*

Federico Boccalaro, Francesco Cinelli, Francesco Rende, Marina Burgassi

“We can find happiness in protecting the sea around us not only because we cherish it for its awesome beauty, power and mystery, but because we cherish our fellow humans, those who live today and those who will live tomorrow”. [Jacques-Yves Cousteau]

Esperimenti di riforestazione con *Posidonia oceanica*

La *Posidonia oceanica* è stata oggetto di studi sperimentali volti a valutare la possibilità di utilizzo di sue talee per scopi di reimpianto (Meinesz *et al.*, 1990,1992,1993; Molenaar and Meinesz, 1995; Balestri *et al.*, 1998; Piazzì *et al.*, 2000). I progetti di rivegetazione sono stati programmati ed effettuati in aree costiere soggette ad impatto antropico ed in zone dove si sono verificati fenomeni di regressione delle praterie, utilizzando varie tecniche di trapianto e studiando gli effetti di vari parametri sulla sopravvivenza e lo sviluppo delle talee trapiantate.

Balestri *et al.* (1998) e Piazzì *et al.* (op. cit.) hanno effettuato esperienze di trapianto utilizzando su aree di matite morta e/o su substrati incoerenti costituiti da ghiaie o ciottoli, rizomi ortotropi, plagiotropi e piantine di *Posidonia*, originatesi da semi provenienti da frutti spiaggiati sulla riva e successivamente coltivati in laboratorio. Le tecniche di ancoraggio comprendevano il metodo su paletti (picchetti di ancoraggio infissi nel sedimento) e quello su griglie (georeti posate e fissate al fondo).

Il bilancio provvisorio di questi esperimenti è risultato positivo mostrando che, in presenza di ancoraggi adeguati, *Posidonia oceanica* può essere trapiantata con un'alta percentuale di sopravvivenza e crescita (Piazzì *et al.*, op. cit.).

Un progetto pilota di trapianto di fanerogame bentoniche costiere nell'Oasi Blu del WWF e SIC “Scogli di Isca”, proposto recentemente da AIPIN (F. Boccalaro) e WWF (N. Cantasano), si propone di mettere a dimora piantine e zolle di *Posidonia* e di *Cymodocea nodosa* (per verificare, a livello sperimentale, l'andamento successionale dell'ecosistema fino alla maturazione del “climax” rappresentato dalla prateria di *Posidonia*) in fondali da rivegetare. Saranno sperimentati diversi sistemi di ancoraggio al fondo delle piantine trapiantate (paletti tutori + rulli in geotessile, geostuoia + rete metallica, biorete + rete metallica, materassi in rete metallica + georivestimenti, geogriglia + rete metallica + rulli in geotessile), allo scopo di favorirne la crescita vegetativa nella fase critica del periodo post-germinativo delle specie ed al fine di testare l'efficacia delle tecniche applicate.

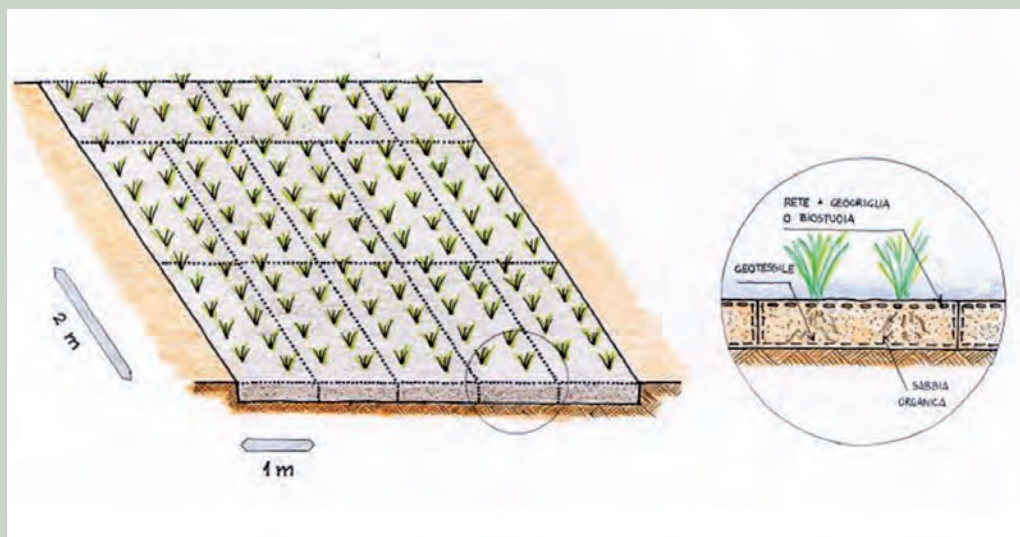


Fig. 1: Tecnica con materassi in rete metallica zincata (da F. Boccalaro, 2004)

Sperimentazione nel Parco nazionale dell'Arcipelago Toscano

In relazione all'individuazione di substrati di ancoraggio che presentino elevate garanzie di stabilità e tecniche di fissazione delle talee di agevole e rapido impiego, è stato realizzato nell'ottobre del 2006, in località di Cavo, nel Comune di Rio Marina (Isola d'Elba), una sperimentazione finalizzata a testare nuove tecniche di rivegetazione (con metodologie di Ingegneria Naturalistica) applicate alle praterie di *Posidonia oceanica* degradate (Cinelli et al., 2007). I materiali utilizzati sono stati forniti dalla *Coastal Protection Systems* (Officine Maccaferri).



Fig. 2: Prateria di *Posidonia oceanica* nella baia di Cavo (Foto da ITALPROGRAM, 2001)

Modalità operative

Le metodologie di sperimentazione hanno previsto l'espianto di talee ortotrope e plagiotrope provenienti da praterie della baia di Cavo, il trasporto delle talee nel sito di riferimento individuato e il successivo trapianto. Sono stati sperimentati diversi sistemi di ancoraggio e di rivestimenti antiersosivi al fondo per le talee, allo scopo di testare l'efficacia delle tecniche applicate. La durata delle operazioni è stata di circa 3 giorni.



Fig. 3: Trasporto in mare dei sistemi antiersosivi (Foto da F. Boccalaro, 2006)

Nella fase di espianto è stato effettuato un prelievo complessivo di 200 rizomi tra ortotropi e plagiotropi di *Posidonia oceanica*.

Nella fase di trapianto, sono state individuate 10 parcelle di reimpianto, tutte ubicate nel sito di Baia di Cavo, ciascuna di dimensioni 1m x 1m.

Le parcelle di trapianto sono state così distribuite:

- parcelle n° 1-2-3, dove sono stati messi a dimora circa 60 ciuffi fogliari di *Posidonia oceanica* disposti a quinconce, con tecnica a geostuoia in polipropilene + rete metallica a doppia torsione;
- parcelle n° 4-5, dove sono stati messi a dimora circa 40 ciuffi fogliari di *Posidonia oceanica*, disposti a quinconce, con tecnica a bioreti in agave + rete metallica a doppia torsione;
- parcelle n° 6-7, dove sono stati messi a dimora circa 40 ciuffi fogliari di *Posidonia oceanica*, disposti a quinconce, con tecnica a bioreti in agave (senza rete metallica a doppia torsione);
- parcelle n° 8-9-10, dove sono stati messi a dimora circa 60 ciuffi fogliari di *Posidonia oceanica*, disposti a quinconce, con tecnica a materassi rinverditi.

Su ogni supporto, sono state posizionate circa 20 talee di *P. oceanica*: quelle inserite sulle geostuoie sono state fissate singolarmente con filo monotubulare in PVC.

Successivamente al trapianto, è stata effettuata una serie di controlli per rilevare lo stato di conservazione dei materiali e la stabilità dei rivestimenti e delle talee all'azione del moto ondoso e delle correnti. Tali sopralluoghi, effettuati con cadenza stagionale, hanno consentito di valutare anche la capacità di adattabilità di *Posidonia oceanica* ai materiali scelti.



Fig. 4: Posa in opera del materasso sul fondale
(Foto da F. Boccalaro, 2006)

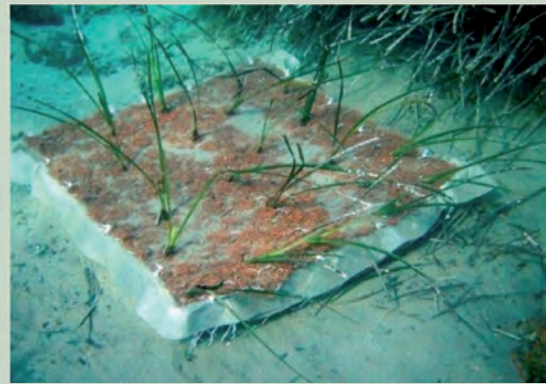


Fig. 5: Posa in opera del materasso sul fondale
(Foto da F. Cinelli, 2006)

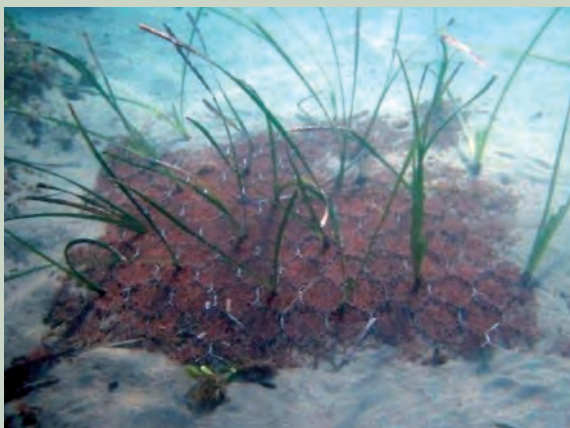


Fig. 6: Posa in opera della geostuoia sul fondale
(Foto da F. Cinelli, 2006)



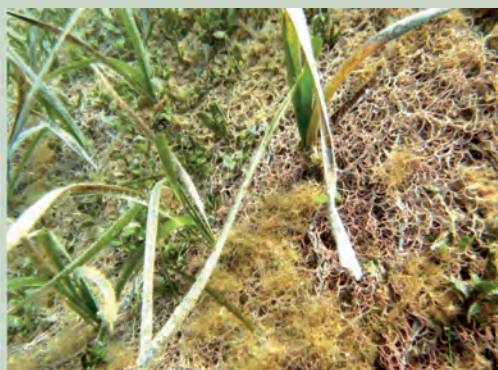
Fig. 7: Posa in opera della biostuoia sul fondale
(Foto da F. Cinelli, 2006)

Primi risultati

Nel primo della serie di controlli effettuati circa un mese dopo il posizionamento, sono state rilevate le buone condizioni di tutte le talee posizionate e l'ottimo stato di conservazione di tutti materiali. In particolare l'elemento in "Macmat R", posizionato sulla scarpata di mattoni, presentava già una completa integrazione con l'ambiente bentonico grazie alla crescita, all'interno della struttura tridimensionale che costituisce il "Macmat R", dell'alga *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux, già presente nell'area in oggetto. Nei controlli successivi, effettuati durante il 2007 a seguito di forti mareggiate che hanno interessato l'area, le strutture presentavano ancora un ottimo stato di conservazione, mostrando l'efficacia degli ancoraggi dei materiali, mentre le talee presenti sulle biostuoie in agave presentavano un ottimo stato di conservazione, contrariamente a una parte di quelle inserite sui materassi "Reno" e nei "Macmat R", rimossa dalla corrente.



**Fig. 8: Materasso rinverdito su fondale
dopo 7 mesi
(da F. Cinelli, 2007)**



**Fig. 9: Geostuoia rinverdita su mattoni
dopo 7 mesi
(da F. Cinelli, 2007)**

Nel complesso, le strutture utilizzate si sono rivelate adatte all'uso in mare, grazie alla loro capacità di resistenza alle condizioni meteo marine avverse e alla corrosione marina, caratteristiche che le rendono degli ottimi ancoraggi per le operazioni di reimpianto con talee di fanerogame marine. In particolare, è risultato efficace l'uso delle geostuoie in "Macmat R" per i reimpianti su mattoni in presenza di altre macroalghe o fanerogame marine, grazie alla struttura agugliata del materiale, che permette la crescita delle macrofite all'interno della stuoia stessa, aumentando così la sua stabilità e l'integrazione con l'ambiente bentonico.

Per i reimpianti su substrato sabbioso sembra invece da preferirsi l'uso del materasso "Reno" rivestito, grazie alla sua elevata stabilità, dovuta al riempimento con sabbia, che elimina la necessità di ancoraggio.

Infine l'utilizzo delle bioreti in agave è da preferire per le attività di reimpianto da svolgere in aree di particolare pregio naturalistico con basso idrodinamismo, laddove il collocamento in mare di materiali biodegradabili è consigliabile al fine di evitare ogni possibile impatto sull'ambiente marino.

SCHEDE TECNICHE DI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Materasso su fondale in rete metallica rinverdito

Descrizione sintetica

Materassi prefabbricati in rete metallica zincata, con spessore di minimo 0,17 cm, rivestiti nella parte superiore con geostuoia o biofeltri, e riempiti con materiale inerte (ghiaia, sabbia o limo) e foderati con geotessili. I moduli e le parti dei moduli vengono assemblati con punti metallici in acciaio zincato o con fascette in nylon, in modo tale da costituire una struttura monolitica. Vengono messe a dimora talee e rizomi di specie di fanerogame marine autoctone, previo taglio di alcune maglie della geostuoia nella parte superiore.

Campi di applicazione

Fondali marini con energia idraulica significativa e denudati: svolgono funzione di protezione rispetto all'erosione marina. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso la riva. Vanno utilizzate verificandone la stabilità rispetto alle tensioni di trascinarsi dovute all'azione dell'acqua; la resistenza dipende dalla presenza della rete metallica e dall'eventuale zavorramento del riempimento.

Materiali impiegati

Moduli prefabbricati in rete metallica zincata, con maglia tipo 6 x 8, filo \varnothing 2,2 mm, eventualmente plastificata. I moduli hanno lunghezza minima 2 m, larghezza minima 1 m e spessore minimo 0,17 cm.

All'interno, ed eventualmente in superficie, sono foderati con geotessili non tessuti sintetici o in fibra vegetale, con funzione di filtro e ritenzione di fini.

Filo di ferro zincato \varnothing 2.0 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio \varnothing 3.0 mm o, in alternativa, fascette in nylon da 5.0 mm.

Materiale di riempimento: inerte con assortimento granulometrico e/o sabbia.

Nelle applicazioni su fondali con forte moto ondoso e/o intense correnti si usano ancoraggi a scomparsa (tipo "Manta Ray") dotati di cavo o barre metalliche di lunghezza e diametro dipendenti dalla condizione del substrato per ancorare la struttura.

Geostuoia tridimensionale o biorete per il controllo dell'erosione superficiale.

Talee di *Posidonia*, *Cymodocea* etc.

Modalità di esecuzione

1. Preparazione del piano di posa mediante movimenti di terra.
2. Allestimento dei materassi (foderati sul fondo e ai lati in geotessuto sintetico o in fibra vegetale, ritentori di materiali fini) a piè d'opera (su battigia, pontone o imbarcazione) o in opera (su fondale prescelto) e unione dei vari moduli mediante impiego di punti metallici meccanizzati o filo metallico o fascette in nylon.
3. Se necessario, su fondali soggetti a forte idrodinamismo, ancoraggio al substrato con ancoraggi metallici a scomparsa in quantità e qualità tali da garantire aderenza e stabilità del materasso al substrato o con zavorramento.
4. Riempimento con ghiaia, sabbia o limo additivato con concimi organici o inorganici e con fibre organiche.
5. Rivestimento superficiale superiore con biostuoia o con stuoie sintetiche tridimensionali; se necessario proteggere la sabbia del fondale posando un geotessile non tessuto filtrante prima della messa in opera del materasso. Si può anche prevedere la stesura di un geotessile prima della chiusura del coperchio affinché agisca da ritentore di materiali fini, favorendo la crescita di vegetazione.
6. Chiusura del materasso nella parte superiore.
7. Intasamento con uno strato di sabbia eventualmente mista a fibre organiche.
8. Messa a dimora di talee di fanerogame marine, previo taglio eventuale di alcune maglie della stuoia.
9. Aggancio del materasso lungo le apposite barre di rinforzo; movimentazione in sollevamento o galleggiamento con apposita imbarcazione; affondamento su fondale prescelto (se preparato a piè d'opera).

Raccomandazioni

Le piantine devono essere trapiantate entro poche ore dal prelievo di espianto.

Far precedere l'esecuzione da adeguate verifiche progettuali alle forze idrodinamiche di sollevamento e trasci-

namento.

Si dovranno svolgere con la massima cura le operazioni di legatura delle reti metalliche e di chiusura dei coperci.

Durante la movimentazione, la struttura può essere soggetta a deformazioni temporanee in quanto il materasso ritrova la propria forma originaria una volta posto in opera. In genere è comunque opportuno inserire barre di rinforzo (\varnothing 20 mm) legate alla struttura per ridurre le deformazioni e per meglio agganciare il materasso durante la movimentazione.

Limiti di applicabilità

Fondali rocciosi irregolari.

Fondali con pendenza superiore a 2/3.

Fondali soggetti a insabbiamento.

Le piantine devono essere trapiantate entro poche ore dal prelievo.

Vantaggi

I materassi hanno un'elevata durata temporale. Si adattano alla morfologia dei fondali e vengono in tempi brevi rivegetati e riassorbiti nelle morfologie che diventano naturaliformi.

Possono essere impiegati anche per il rinverdimento di fondali soggetti a forte idrodinamismo, salvo opportune chiodature di fissaggio.

Il materasso può essere pre-assemblato a riva o su pontile, e successivamente calato sul fondale, con notevole risparmio di manodopera subacquea.

Svantaggi

È difficilmente piantabile una volta posto in opera e quindi la costruzione ha un vincolo stagionale legato ai periodi di messa a dimora delle talee; la realizzazione si basa sulla disponibilità in loco di idoneo materiale sabbioso-limoso (con granulometria il più possibile simile a quella di prelievo delle talee di fanerogame marine) per i riempimenti.

L'uso di materiale litoide alloctono incrementa i costi e non è coerente con il principio dell'impiego di risorsa locale e con l'effetto ecologico.

Le condizioni del mare influenzano fortemente la continuità e la durata delle operazioni di trapianto. Il ritmo di crescita della Posidonia oceanica è molto lento.

Effetto

Graduale rivestimento di fondali, rinverdibili nel medio termine per la crescita delle talee e dei rizomi.

Periodo di intervento

La raccolta e l'inserimento di materiale vegetale vivo è preferibile che avvenga durante il periodo di riposo vegetativo (autunno).

Possibili errori

Insufficiente zavorramento o ancoraggio al fondale dei materassi.

Fondale con pendenza eccessiva.

Riempimento con materiale di granulometria non idonea.

Impiego di non tessuti sintetici non degradabili che impediscono la radicazione a lungo termine.

Inserimento di talee e rizomi di Posidonia in modo poco efficace e stabile.

Esecuzione fuori stagione con scarse possibilità di attecchimento.

Eccessivo intervallo di tempo tra espanto e trapianto (max 12 h).

Uso di materiale litoide alloctono.

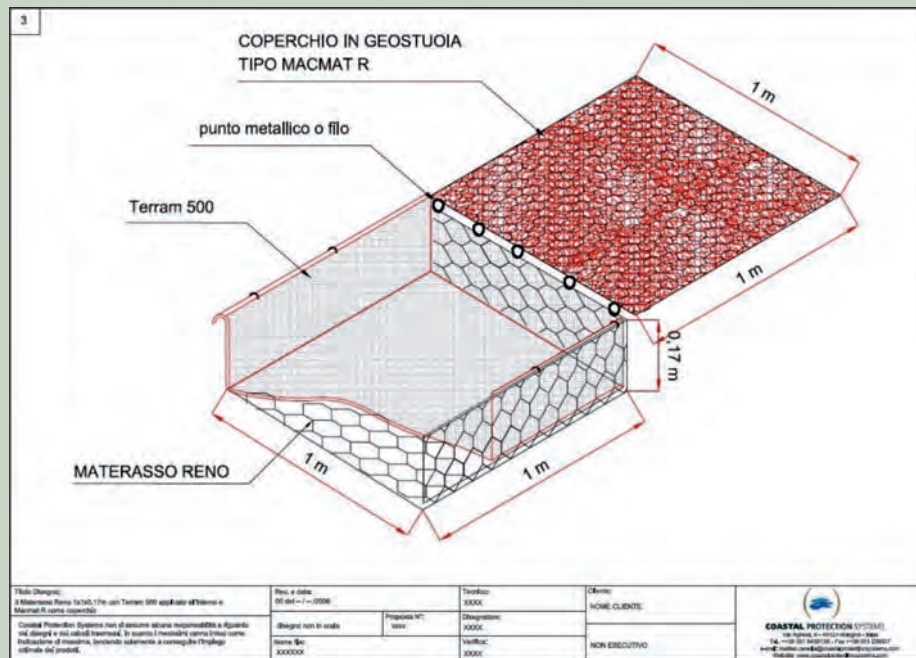


Fig. 10 - Materasso in rete metallica con geostuoia in polipropilene e con geotessuto in bpolimero (PP e PE) (da M. Zanella, 2006)

Verifica di stabilità sul fondo del materasso rinverdito

Per valutare le sollecitazioni di fondo agenti sui materassi si è proceduto ad un'analisi di stabilità statica semplificata tratta dalle raccomandazioni della Veritec (N).

Il valore limite del peso sommerso di un materasso può essere calcolato con la seguente formula:

$$[W_s / F_w - F_L] \mu \geq F_D + F_I \quad \text{oppure}$$

$$W_s = [(F_D + F_I) + \mu \cdot F_L / \mu] \max \cdot F_w$$

dove:

W_s = peso sommerso richiesto del materasso = 219,7 kg/m

K = parametro di carico, $U_s \cdot T_U / D = 59,57$

M = rapporto di velocità corrente-onda, $U_c / U_s = 0,36$

F_w = fattore di calibrazione, $f(K, M) = 1$

μ = fattore di attrito al suolo (0,7 per la sabbia) = 0,8

F_L = forza di sollevamento, $f(r_w, D, C_L, U_s, q, U_c) = 618,9 \text{ N/m}$

F_D = forza di trascinamento, $f(r_w, D, C_D, U_s, q, U_c) = 618,9 \text{ N/m}$

F_I = forza d'inerzia, $f(r_w, D, C_M, A_s) = 609,2 \text{ N/m}$

dati:

g = accelerazione di gravità = 9,806 m/s²

d = profondità dell'acqua = 5 m

H_s = altezza significativa dell'onda = 2,1 m

ρ_w = densità dell'acqua = 1025 kg/m³

T_U = periodo dell'onda = 10 s

L = lunghezza dell'onda = 67,68 m

U_s = velocità dell'onda modificata al fondo, $f(d, g, HS) = 1,37 \text{ m/s}$

A_s = accelerazione perpendicolare al materasso, $f(US, TU) = 0,86 \text{ m/s}^2$

U_C = velocità della corrente = 0,50 m/s
 μ = fattore di attrito al suolo = 0,8
 C_L = coefficiente forza di sollevamento = 1,5
 C_D = coefficiente forza di trascinamento = 1,5
 C_M = coefficiente forza di inerzia = 3
 q = angolo di fase della forza idrodinamica nel ciclo dell'onda

sviluppo:

F_L = forza di sollevamento, $f(r_w, D, C_L, U_s, q, U_C) = 618,9$ N/m
 F_D = forza di trascinamento, $f(r_w, D, C_D, U_s, q, U_C) = 618,9$ N/m
 F_I = forza d'inerzia, $f(r_w, D, C_M, A_s) = 609,2$ N/m

$$W_s = \text{peso sommerso richiesto del materasso} = [(F_D + F_I) + \mu \cdot F_L / \mu]_{\max} \cdot F_w = 2154,1 \text{ N/m} = 219,7 \text{ kg/m}$$

D = altezza del materasso sul fondo = 0,23 m
 W_A = peso in aria del materasso = 2400 kg/m³
 ρ_w = densità dell'acqua = 1025 kg/m³
 L = lunghezza del materasso = 1 m
 B = larghezza del materasso = 1 m
 D_R = densità relativa = 0,80

$$W_s = \text{peso sommerso effettivo del materasso} = [(W_A - \rho_w) \cdot D_R] \cdot B \cdot L \cdot D = 253,0 \text{ kg}$$

Prove di taglio diretto su zolle di sedimento

Per la verifica delle attitudini biotecniche dell'apparato radicale e rizomico di *Posidonia oceanica* si sono prelevati dai fondali antistanti alla baia di Cavo nove campioni o zolle (di circa 20cm di lato) rappresentativi del sedimento sabbioso, della matte morta e della matte viva dell'esistente prateria.

Le prove a taglio diretto eseguite nel laboratorio geotecnico della Geo Planning di Roma hanno evidenziato il significativo incremento della resistenza e della coesione del substrato ad opera dei rizomi della fanerogama marina, a dimostrazione della sua efficacia antiersiviva.

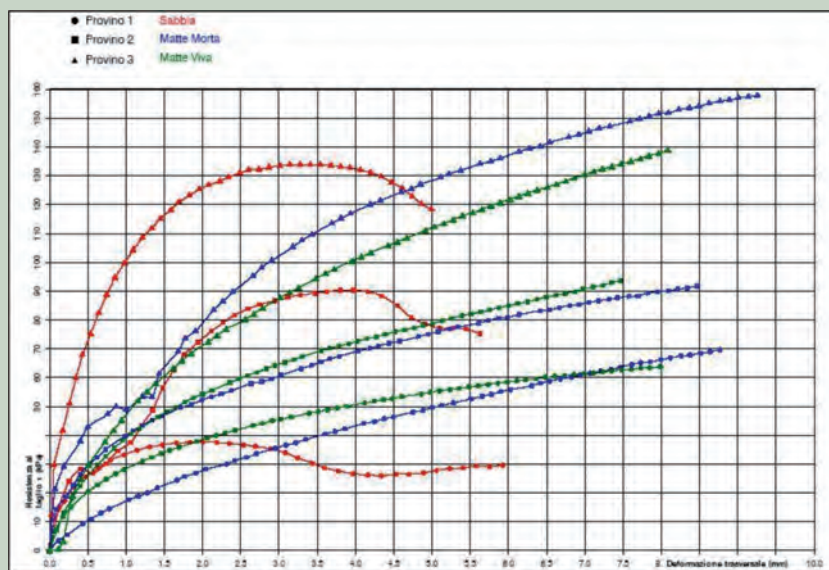


Fig. 11 - Andamenti delle curve ottenute dalle prove di taglio diretto (da Geo Planning, 2007)

Conclusioni

I risultati preliminari sembrerebbero indicare che i materiali scelti possano essere utilizzati vantaggiosamente in interventi di riforestazione con *Posidonia oceanica* ed altre fanerogame marine, grazie all'elevata stabilità e resistenza alle azioni idrodinamiche, alla semplicità di assemblaggio e posizionamento in mare, alla possibilità di preconfezionamento a terra e ai contenuti costi di realizzazione. In particolare sembra particolarmente felice la scelta dell'utilizzo della geostuoia tridimensionale in polipropilene su matte morta in presenza di altre macrofite. La biorete in agave, pur essendo un materiale biodegradabile, mostra una resistenza in ambiente marino di vari mesi, che la rendono utilizzabile in mare per operazioni di reimpianto. La sperimentazione condotta evidenzia invece la necessità di una variazione alla metodologia di montaggio e fissaggio delle talee sui materassi rinverditi.

Le tecniche di trapianto di fanerogame bentoniche costiere nelle regioni mediterranee potrebbero quindi costituire una soluzione ideale per il recupero morfologico ed ecologico dei litorali italiani. Si potrebbe, infatti, programmare nel tempo un piano più ampio e generale di riforestazione delle praterie di *Posidonia oceanica* sui fondali costieri del Mediterraneo a difesa di zone litorali esposte al fenomeno dell'erosione costiera.

Ringraziamenti

Si ringrazia la *Coastal Protection Systems* per aver gentilmente fornito tutti i materiali utilizzati in questa sperimentazione. Si ringraziano inoltre per i consigli offerti il dott. Nicola Cantasano (WWF Italia – RM), e il dott. Andrea Rismondo (Selc - VE).

BIBLIOGRAFIA

- Balesti E., Cinelli F., 1995. Coltivazione in laboratorio di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. In: Cinelli F., Fresi E., Lorenzi C., Mucedola A., La *Posidonia oceanica*. Sup. Riv. Marittima: 58-61.
- Balestri E., Piazzoli L. e Cinelli F., 1998. Survival and growth of transplanted and natural seedlings of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in a damaged coastal area. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 228(2): 209-225
- Bay D., 1978. Etude in situ de la production primaire d'un herbier de Posidonies, (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) de la baie de Calvi-Corse. *Progr. Rép. Stn. Océanogr. Stareso, Univ. Liège, Belg.*, 18: 6p non num.+ 1-251.
- Boccalaro F., 2006. Difesa del Territorio e Ingegneria Naturalistica. Dario Flaccovio Ed.: 575 pp.
- Boccalaro F., Cantasano N., 2001. Forestare il mare. ACER (Milano).
- 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 publ.: 202 pp.
- Cinelli F. L., Boccalaro F., Burgassi M., Rende F., Cinelli F., Piazzoli L., Zanella M. (2007). Utilizzo sperimentale in mare di sistemi tecnici già impiegati dall'ingegneria naturalistica terrestre. Atti del 38° Congresso S.I.B.M., Santa Margherita Ligure, 28/05-2/06 2007: 188-189.
- Cinelli F. L., Boccalaro F., Burgassi M., Rende F., Cinelli F., Piazzoli L., Zanella M., 2007. Technique de fixation de boutures de *Posidonia oceanica* (L) Delile en Méditerranée: adaptation en milieu marin d'un système déjà utilisé sur terre. Actes du 3eme symposium mediterraneen sur la vegetation marina. Marsiglia 27-29 Mars 2007: 257-258.
- Meinesz A., Caye G., Locques F., Macaux S., 1990. Analyse bibliographique sur la culture de phanérogames marines. *Posidonia newsletters*, 3 (1): 3-57
- Meinesz A., Molenaar H., Bellone E., Locques F., 1992. Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. I. Effects of rhizomes length and transplantation seasons in orthotropic shoots. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, 13(2): 163-174.
- Meinesz A., Caye G., Locques F., Molenaar H., 1993. Polymorphism and development of *Posidonia oceanica* transplanted from different parts of the Mediterranean into the national Park of Port-Cros. *Bot. Mar.*, 36: 209-216.
- Molenaar H., Meinesz A., 1995. Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*: survival and development of transplanted cuttings according to different spacings, arrangements and substrates. *Bot. Mar.*, 38: 313-322
- Peirano A., Bianchi N.C., 1995. Decline of the seagrass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea). In: Proc. 30th European marine biological Symposium, Southampton 87-95.
- Piazzoli L., Cinelli F., 1995. Ripristino dei fondali litorali mediante trapianto di talle e germogli. In: Cinelli F. *et al.* (op.cit.) *La Posidonia oceanica*. Sup. Riv. Marittima: 66-68.
- Piazzoli L., Balestri E., Balata D., Cinelli F., 2000. Pilot transplanting experiment of *Posidonia oceanica* (L.) Delile to restore a damaged coastal area in the Mediterranean sea. *Biol. Mar. Medit.* 7 (2): 409-411.
- Rismondo *et al.*, 1995. Sperimentazione di trapianto di fanerogame marine in Laguna di Venezia: 1992-1994. Selc (Venezia).
- Sauli G., Pizzulin M., 1992. Tecniche di rinaturazione e consolidamento di barene e dune litorali nell'Alto Adriatico. Atti del XXXIII Congresso Internazionale CIESM - Trieste 12 - 17 ottobre 1992.

10.4 Protezione e restauro

Come abbiamo visto, le praterie di *Posidonia* sono fortemente vulnerabili all'impatto antropico, dato che ad una relativa robustezza del sistema corrisponde una bassissima capacità rigenerativa. L'accrescimento è, infatti, molto lento: 1-2 cm/anno per i rizomi a crescita verticale; 2-3 cm/anno per quelli a crescita orizzontale. Le praterie di *Posidonia* costituiscono così un ambiente poco resiliente e pertanto una risorsa non rinnovabile.

Queste considerazioni devono essere poste alla base di qualunque intervento che si prefigga la tutela o, a maggior ragione, il restauro.

In questo contesto, per una corretta e sostenibile strategia di intervento, e prima di intraprendere azioni di ripristino o di vero e proprio reimpianto (riforestazione), è assolutamente necessario operare in modo da eliminare, o contrastare il più possibile, cause e meccanismi di degrado. In stretto rapporto con quanto descritto in precedenza, si delineano di seguito una serie di misure e di indirizzi utili per la tutela delle praterie di *Posidonia* (Boudouresque *et al.*, 2006).

Antropizzazione della costa e alterazione dei meccanismi di trasporto litorale

Riflettono azioni di scala vasta che, pur localmente, necessitano a monte di pianificazione e progettazione degli interventi maggiormente responsabili, basate su conoscenze scientifiche pluri-specialistiche (non viziate da visione settoriale) e su strumenti di conoscenza e di rappresentazione condivisi e aperti quali il GIS (Boudouresque, *op. cit.*). Tutti aspetti questi che concorrono alla gestione integrata della zona costiera e degli spazi marini.

Ancoraggi

Nel par. 10.3 si è accennato come, sia le ancore che i corpi morti tradizionali creano grossi danni alle praterie. Per questo occorre (Boudouresque, *op. cit.*):

- pianificare le zone di ancoraggio in relazione alla presenza e alle caratteristiche delle praterie,
- adottare ancoraggi ecologici che non danneggiano il fondale, né attraverso l'azione diretta dell'ancora, né quella, ancor più dannosa della catena,
- progettare gli ancoraggi ecologici in funzione delle effettive caratteristiche dei fondali (biotiche e sedimentologiche),
- adottare tecniche di posizionamento GPS nel caso di rimozione stagionale di boe di segnalazione.

Pesca a strascico illegale

La messa in opera di scogliere antistrascico costituisce una soluzione idonea, così come ampiamente illustrato nel cap. 11, se vengono però adottate le seguenti raccomandazioni (Boudouresque, *op. cit.*):

- i moduli della scogliera devono costituire ostacoli efficaci ed essere sufficientemente pesanti (almeno 8 t),
- devono avere una forma tale da limitare l'affossamento,
- non devono danneggiare le attività legali di pesca professionale e artigianale, ma al contrario costituire elemento favorevole a tali attività,
- devono essere gettati singolarmente in modo da risultare distanziati da 50 a 200 metri,
- le scogliere devono essere distribuite su una superficie sufficientemente ampia e con una distribuzione razionale dei moduli in modo da costituire strutture più efficaci nell'ostacolare la pesca illegale

- se le condizioni morfo-batimetriche lo consentono, i moduli devono essere distribuiti lungo allineamenti perpendicolari alla costa.

Impianti di marino coltura

Le gabbie per l'allevamento in mare di pesce sono dannose per le praterie di *Posidonia* a causa dell'incremento trofico delle acque (resti di mangimi e deiezioni dei pesci), della presenza di antibiotici e oligoelementi quali rame e zinco, dell'ombreggiamento prodotto dalle strutture. Oltre che dalle condizioni correntometriche locali, l'impatto dipende dalle caratteristiche dell'impianto (densità, taglia, tipo e modalità di alimentazione del pesce).

Le raccomandazioni e le misure di tutela sono (Boudouresque, op. cit.):

- evitare la realizzazione di gabbie direttamente impiantate sulla prateria,
- tenere una distanza minima di 100 metri tra l'impianto e la prateria,
- realizzare impianti solo dopo una procedura di VIA e dopo aver monitorato per almeno 4 anni lo stato di salute della prateria esposta al rischio di degrado.

Scarichi di effluenti liquidi

Gli impatti degli scarichi reflui devono essere evitati progettando correttamente le opere in modo da evitare di interessare direttamente una prateria. Nel caso di presenza inevitabile di scarichi, la qualità dei reflui deve essere attentamente controllata; è poi utile in casi di depurazione difficoltosa (es. fluttuazioni delle portate), sviluppare il trattamento decentrato con tecniche naturali (impianti di fitodepurazione).

Lo scarico deve essere poi posizionato a distanza di sicurezza dalla prateria in relazione alla portata. Le condotte di scarico devono essere correttamente posizionate (sistemi GPS) e monitorate per evitare perdite da punti di rottura. Infine la prateria esposta al rischio di degrado deve essere posta sotto monitoraggio (Boudouresque, op. cit.).

Scarico di solidi e rilascio di materiali in sospensione

Lo sversamento di fanghi e altri materiali solidi sulle praterie creano danni irreversibili. Deve quindi essere posta particolare attenzione per evitare che venga condotto alcun tipo di scarico. Anche gli interventi di ripascimento artificiale delle spiagge, se realizzati senza monitoraggio e difformemente dai protocolli normativi, possono essere causa di intorbidamento delle acque. L'impiego di materiale troppo fine, oltre che nella fase di prelievo e distribuzione sulla spiaggia, è ancor più dannoso in "fase di esercizio", poiché ogni mareggiata è in grado di provocare intorbidamenti.

Realizzazione di condotte e posa di cavi su fondali

L'impatto della posa di cavi e condotte è relativamente limitato se questi vengono semplicemente poggiati. Nel caso più frequente di posa in trincea i danni per la prateria sono molto elevati. Nell'impossibilità di evitare l'attraversamento della prateria è utile:

che lo sviluppo del tracciato costituisca il miglior compromesso tra lunghezza dell'opera e lunghezza della prateria attraversata,

evitare lo scavo in trincea, ricorrendo alla semplice posa sul fondo e relativo fissaggio. Comunque è necessario che venga istituito un sistema di monitoraggio al fine di verificare l'impatto dell'opera e di mitigare gli effetti, per consentire una gestione futura ottimale.

10.5 La riforestazione

La degenerazione progressiva dello stato di qualità di numerose praterie, in considerazione della lentezza dei meccanismi naturali di ricolonizzazione, ha portato a ritenere possibili interventi di reimpianto mediante differenti tecniche. Nonostante la grande scala di applicazione, anche a livello mondiale, i risultati degli interventi di riforestazione di fanerogame marine, risultano contrastanti e do mettere in relazione con la rapida crescita delle specie interessate, come la *Zostera marina* a differenza della *Posidonia oceanica*. (Boudouresque, op. cit.).

Negli Stati Uniti ed in Giappone, dove gli impianti sono condotti su vasta scala, i risultati sono stati meno deludenti ed hanno consentito la ricostruzione di vere e proprie praterie su superfici di svariati ettari.

I limiti della riforestazione

- esiti ancora fortemente incerti di riuscita,
- tempi lunghi di riuscita in relazione alla rapidità dei meccanismi di degrado,
- alti costi realizzativi,
- impatto sulla stessa *Posidonia* per l'approvvigionamento delle talee,
- alibi per la realizzazione di opere impattanti.

In definitiva, la riforestazione di fanerogame marine e segnatamente di *Posidonia*, non può essere paragonata a quella in ambito terrestre e, in tal senso, costituire uno strumento coerente di gestione dell'ambiente litorale mediterraneo. Affinché la riforestazione di *Posidonia* non fornisca un alibi alla prosecuzione di azioni distruttive, o possa essere ostativa alla messa in campo di altri efficaci interventi protettivi, è stato messo a punto un codice di buona condotta. (Boudouresque *et. al.*, 1994; Boudouresque, op. cit.).

CODICE DI BUONA CONDOTTA (BOUDOURESQUE 1994 - 2000)

1. Il sito interessato dall'impianto deve essere stato già occupato dalla *Posidonia*.
2. Le cause di regressione o danneggiamento devono essere rimosse. Si deve dimostrare che nell'area di impianto siano possibili i processi naturali di ricolonizzazione.
3. L'impianto deve interessare solo praterie di limitata estensione.
4. L'impianto non può essere visto come compensazione della distruzione di una prateria. Per evitare questa deriva nessun impianto deve essere fatto nel raggio d'azione di 10 km da una prateria deliberatamente distrutta.
5. L'impianto è ammissibile per interventi provvisori (cavi, condotte, indagini archeologiche etc.)
6. Ad eccezione del caso precedente, è sempre necessario procedere ad un impianto sperimentale condotto con un numero limitato di talee (poche centinaia) monitorato successivamente per almeno tre anni, e dimostrare il successo della sperimentazione prima di allargare la scala dell'intervento.
7. Il prelievo di talee non deve mettere in pericolo le praterie esistenti e deve quindi essere ripartito su un'ampia superficie (meno di 2 talee/m²). E' auspicabile l'utilizzo di talee spiaggiate (anche se offre meno garanzie) o di plantule ottenute da seme.
8. L'intervento di riforestazione deve far parte di una strategia più ampia di gestione delle praterie condotta a scala regionale.

Le considerazioni esposte non escludono che, in casi particolari, non possano essere condotte azioni localizzate di reimpianto; esse dovranno comunque essere solidamente inquadrare nel codice di buona condotta precedentemente esposto e nell'ambito di una riflessione globale di una gestione integrata dell'ambiente litorale, su scala regionale e di portata significativa.

Su queste basi, interventi sperimentali di trapianto di fanerogame marine, condotti su aree campione di limitato sviluppo e rappresentative di differenti condizioni ecologiche, geomorfologiche e idrodinamiche sono, al contrario di azioni estensive e massimaliste, di rilevante importanza, come le sperimentazioni pilota di trapianto di fanerogame bentoniche costiere per il SIC "Scogli di Isca", proposto recentemente da AIPIN e WWF, brevemente descritto nel box 10.1 (Boccalaro *et al.*, 2008).

10.6 Conclusioni

La scarsa capacità di rigenerazione della *Posidonia*, nonostante una relativa "robustezza" e capacità omeostatica dell'ecosistema, da un lato determina l'incapacità della pianta di rispondere alle mutazioni delle condizioni ambientali, specie quelle indotte dall'antropizzazione costiera, e dall'altro determina la difficoltà di realizzare con successo veri e propri interventi di ricostruzione mediante riforestazione. La molteplicità dei fattori di minaccia, le relative sinergie critiche, l'accelerazione e l'incremento quantitativo nel tempo dei processi di degrado, si traducono inevitabilmente nel rapido declino del più importante ecosistema marino-costiero del Mediterraneo. Per una concreta strategia di conservazione e di ripristino¹ (Massa e Ingegnoli, op. cit.), ancor più che per altri ambienti costieri (sistemi spiaggia-duna e zone umide costiere), caratterizzati da sensibile resilienza, è quindi indispensabile l'applicazione di criteri di gestione delle aree costiere, e degli spazi marini antistanti, affrontati secondo un approccio integrato.

Le azioni di tutela descritte in precedenza (conservazione del trasporto litorale, prevenzione dall'inquinamento, controllo della pesca illegale, protezione dagli ancoraggi, prevenzione dei danni legati ad opere marine) rappresentano, infatti, attività necessariamente integrate che possono essere realizzate compiutamente solo attraverso il coinvolgimento dei differenti portatori di interessi e quindi attraverso l'attivazione di un processo di **Gestione Integrata della Zona Costiera** (si veda, a tale proposito, il cap. 9 relativo all'approccio naturalistico nella conservazione e restauro degli ambienti dunali costieri).

Sempre in questa ottica, e sempre secondo un approccio di reale sostenibilità, oltre ai criteri di protezione preventiva delle praterie esposti in precedenza, viene suggerito un indirizzo generale, applicabile soprattutto nell'ambito dei meccanismi di degrado di tipo meccanico: in luogo di reimpianti di carattere estensivo, di grande impegno economico ed ecologico e di dubbia probabilità di successo, è opportuna la messa a punto di metodologie di protezione dall'erosione e di restauro delle praterie, fondate su principi ecologici di una "ingegneria naturalistica" applicata all'ambiente marino.

In tal senso dovrebbe essere approfondita la sperimentazione di azioni di controllo dei meccanismi erosivi, localizzati nei punti critici della prateria, quali le porzioni in scalfamento dei margini, i canali, i solchi e le marmitte di erosione. Attraverso tali sperimentazioni, curando gli aspetti specificamente erosivi (tra cui l'efficacia di protezioni antierosive come anche dell'ancoraggio di possibili trapianti) si potrà evitare che tali meccanismi, in particolari condizioni idrodinamiche e di deficit sedimentario, inizialmente localizzati e puntuali, possano rapidamente ampliarsi provocando una progressiva ed accelerata degenerazione dell'habitat.

¹ Inteso come un processo di ristabilizzazione di un ecosistema definito autoctono e storicamente preesistente (Society of Restoration Ecology, 1991)

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2001. Proceeding of the "Fourth International Workshop on *Caulerpa taxifolia*". Lerici, Italy, 1-2 February 1999. GIS Posidonie, Marseilles
- Ardizzone G. D., Belluscio A., 1996. Le praterie di *Posidonia oceanica* delle coste laziali. Il Mare del Lazio. Università degli Studi di Roma – Regione Lazio.
- Ardizzone G. D., Pelusi P., 1984. Yield and damage evaluation of bottom trawling on *Posidonia* meadows. Int. Workshop on *Posidonia oceanica* Beds. Boudouresque C.F. Jeudy de Grissac A. Et Olivier J. edit., GIS Posidonie publ., Fr., 1: 63-72.
- Boccalaro F., Cinelli F., Proietti Zolla A., Piazzì L., Rende F., Burgassi M., Zanella M., 2008. L'Ingegneria Naturalistica per la difesa del mare: ovvero come ripristinare le praterie di *Posidonia oceanica*. Acer 6/2008.
- Boudouresque C.F., Gravez V., Meinesz A., Molenaar H., Pergent G., Vitiello P., 1994. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: protection légale et gestion. In: Pour qui la méditerranée au 21ème Siècle - Villes des rivages et environnement littoral en Méditerranée. Actes du colloque scientifique Okeanos, Maison de l'Environnement de Montpellier publ. Fr.
- Boudouresque C. F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006. Preservation et conservation des herbiers a *Posidonia oceanica*. Accordo RAMOGE. - Reperibile sul sito: <http://www.ramoge.org>
- Bovina G., Marevivo, 2003. Programma di indagine sulle Banquettes di *Posidonia oceanica* come indicatore dello stato di conservazione delle praterie. Convenzione Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio /Associazione Ambientalista Marevivo. Relazione Finale (Inedito).
- Bovina G., 2004. Restauro e conservazione delle dune costiere. Professione geologo - Rivista dell'Ordine dei Geologi del Lazio.
- 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, Sassari 4-6 ott. 2006.
- Ceccherelli G. e Cinelli F., 1999. A pilot study of nutrientenriched sediment in a *Cymodocea nodosa* bed invaded by the introduced alga *Caulerpa taxifolia*. Bot. Mar. 42 .
- Ceccherelli G., Piazzì 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 shoots and orientation of edge of meadows. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 243.
- 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.
- MAREVIVO: "Programma Nazionale di individuazione e valorizzazione della *Posidonia oceanica*: studio della misure di salvaguardia da tutti i fenomeni che ne comportano il degrado e la distruzione".Convenzione tra Min. Ambiente e l'Associazione Ambientalista MAREVIVO (1999 -2002).
- Massa R., Ingegnoli V., 2003. Biodiversità estinzione e conservazione. Scienze ambientali. UTET Libreria srl.
- 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.
- Relini G., Relini M., Torchia G., 2000. The role of fishing gear in the spreading of allochthonous species: the case of *Caulerpa taxifolia* in the Ligurian Sea". ICES Journal of Marine Science, 57.

11. LE BARRIERE ARTIFICIALI SOTTOMARINE ANTISTRASCICO

Marianna Fatigati, Carla Giansante, Luciano Onori

“Una politica della pesca responsabile deve provvedere efficacemente alla conservazione, alla gestione e allo sviluppo delle risorse acquatiche viventi, nel debito rispetto dell’ecosistema e della biodiversità”.

(Codice di Condotta FAO per la pesca sostenibile)

Negli ultimi anni alcuni problemi che coinvolgono direttamente il mondo della pesca hanno acquistato un interesse sempre maggiore, spostando l’attenzione da semplice questione economica ad emergenza ambientale legata, in particolare, a quella della protezione e gestione della fascia costiera. Lo stesso concetto di gestione razionale delle risorse non viene più ricondotto esclusivamente alle sole Aree Marine Protette ma esteso a zone più vaste, attraverso interventi di recupero, protezione e ripopolamento dell’ambiente marino, in particolare delle aree costiere degradate, molteplici e differenziati, come ad es. le barriere artificiali.

11.1 Le barriere artificiali

Le barriere artificiali, da non confondere con gli sbarramenti frangiflutti posti a difesa dei litorali contro l’erosione marina, sono delle strutture composte da corpi naturali (pietre, tronchi etc.) o artificiali di materiale vario, calate su fondali marini per creare un elemento di diversificazione negli habitat originari, monotoni o degradati, e ricostituire i meccanismi bio-ecologici in grado di aumentare la produzione alieutica di un ecosistema. In questo modo le barriere, immerse o appoggiate sul fondale marino, costituiscono delle nuove superfici artificiali che consentono l’attacco di uova e capsule ovigere, nonché l’attecchimento e successiva colonizzazione da parte della biomassa larvale di organismi sessili filtratori, come le ostriche e i mitili che, soprattutto in mari eutrofici, cioè ricchi di nutrienti come l’alto e medio Adriatico, sono in grado di sfruttare l’enorme carico di nutrienti provenienti dai fiumi e renderlo disponibile, come biomassa educale, sia per le specie per le quali rappresentano l’alimento utilizzabile, sia per l’uomo.

Oltre al recupero di particolari habitat degradati o sensibili, l’immersione di corpi stabili, resistenti e pesanti in grado di contrastare la pesca a strascico illegalmente effettuata all’interno della fascia costiera, consente di ottenere una determinante riduzione della mortalità da pesca appunto, ma anche naturale, con risvolti positivi sugli stock ittici: i moduli delle barriere, infatti, forniscono rifugi idonei agli stadi giovanili di molte specie ittiche e alle fasi delicate di vita di altre categorie (come ad esempio la muta dei Crostacei), con una conseguente riduzione della predazione.

Dal punto di vista ecologico, le barriere artificiali determinano una diversificazione d’habitat grazie alla realizzazione di un gradiente verticale di luce, temperatura e corrente, richiamando e dando nutrimento a specie ittiche tipiche di substrati duri (si tratta in genere di specie pregiate come spigole, corvine, ombrine, saraghi etc.) altrimenti assenti su un fondale sabbioso.

Tutti questi effetti bio-ecologici hanno ripercussioni positive anche dal punto di vista socio-economico, favorendo, ad esempio, la piccola pesca costiera con attrezzi da posta; l’utilizzo di questi attrezzi, all’interno delle aree protette dai moduli artificiali, determina, infatti, da una parte

un aumento del reddito dei pescatori per catture estremamente diversificate, dall'altro riduce le conflittualità intersettoriali tra la piccola pesca e le imbarcazioni che effettuano la pesca a traino (strascico, vongolare, volanti).

Infine, all'interno delle aree protette mediante barriere artificiali, è possibile sviluppare iniziative alternative alla pesca (con una conseguente riduzione dello sforzo di pesca) come la maricoltura vera e propria ricorrendo, ad esempio, ai filari sommersi per la mitilicoltura, alle gabbie d'allevamento per specie ittiche pregiate, oppure, come recentemente sperimentato, anche a moduli di materiale friabile (cenere di carbone impastata a calce idrata) per l'insediamento di specie rare e protette, come il dattero bianco (*Pholas dactylus*).

In base a quanto appena visto, è possibile così sintetizzare i vantaggi che derivano dall'installazione di barriere artificiali:

- protezione dalla pesca a strascico illegale;
- realizzazione di aree idonee per la fase riproduttiva o per gli stadi giovanili della fauna ittica e, più in generale, per la protezione e lo sviluppo delle risorse acquatiche viventi;
- effettivo incremento della quantità di pesce disponibile anche nella zona esterna intorno alle barriere;
- creazione di riserve marine a protezione della biodiversità e della genetica delle popolazioni anche a garanzia delle future generazioni, soprattutto in zone depauperate per l'eccessivo sforzo di pesca (indicazioni dalla Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro del 5 giugno 1992, ratificata in Italia con la Legge 14 febbraio 1994, n. 124 "...ciascuna parte contraente, secondo le proprie particolari condizioni e capacità, elaborerà strategie, piani e programmi nazionali per la conservazione e l'uso sostenibile della diversità biologica ed integrerà nel modo più opportuno tale conservazione nelle attività interne" e con il Decreto 4 giugno 1997, n. 143 che stabilisce come il Ministero delle Politiche Agricole deve svolgere "...compiti di disciplina generale e di coordinamento nazionale...a salvaguardia e tutela delle biodiversità vegetali ed animali, dei rispettivi patrimoni genetici");
- sviluppo e diversificazione della piccola pesca locale, attraverso la concessione della zona di mare ad associazioni di pescatori dediti alla piccola pesca differenziata per la raccolta o l'allevamento di specie ittiche, di Molluschi Bivalvi e Gasteropodi;
- possibilità di utilizzo della zona di mare a scopo ricreativo per i pescatori sportivi e per i subacquei.

E' corretto ricordare che non tutti i ricercatori sono d'accordo sulle reali potenzialità e benefici delle barriere artificiali, poiché alcuni sostengono che il loro effetto più importante sia quello di concentrare e attirare semplicemente alcune specie ittiche da altre zone di pesca, facilitandone la cattura con ripercussioni addirittura negative sugli stock. In realtà è probabile che, inizialmente, l'effetto delle barriere artificiali sia effettivamente quello attrattivo ma, in seguito, lo sviluppo di una ricca comunità sessile e di una popolazione ittica residente lasciano supporre che il ruolo delle strutture sommerse sia ben più importante, specialmente in zone intensamente sfruttate da ogni attività di pesca, come l'alto e medio Adriatico, assumendo un ruolo paragonabile a quello di un fermo di pesca e contribuendo ad una migliore gestione della fascia costiera.

11.1.1 Origine e sviluppo

Le barriere artificiali sommerse sono ormai utilizzate e diffuse in tutto il mondo. Il Giappone detiene il 90% del volume totale di esse, pari a 22.500.000 m³; gli Stati Uniti sono la seconda nazione con il 5%, pari a 1.250.000 m³, mentre l'Europa con il 2% detiene 500.000 m³. Nel set-

tore delle scogliere sommerse, il Giappone, oltre ad essere il maggior produttore e detentore, ha alle spalle una storia ultracentenaria, dato che le più antiche scogliere sommerse di cui abbiamo notizia risalgono alla metà del XVII secolo, precisamente all'anno 1655, con una struttura sommersa "primordiale" costruita nella baia di Urato, presso Kochi nell'isola di Shikoku, e costituita da un insieme di rocce e pietre. Successivamente, dopo altri esperimenti realizzati artigianalmente e su piccola scala, la pratica delle barriere si è sviluppata sempre di più e il governo locale ha provveduto, già dagli inizi del secolo scorso, ad idonei finanziamenti per la loro costruzione su vasta scala, avendo individuato in queste esperienze la possibilità di trasformare la pesca praticata in mare aperto in una pesca costiera rivolta alla maricoltura.

Anche negli Stati Uniti le barriere artificiali hanno avuto un grande successo, sebbene per motivi completamente differenti dal Giappone; infatti, malgrado alcune somiglianze tra i due paesi per le fasi iniziali di realizzazione, tuttavia le finalità, la scelta dei materiali e la pianificazione delle strutture sono molto diverse.

Se in Giappone vengono generalmente utilizzati manufatti realizzati appositamente, con caratteristiche di stabilità e resistenza in mare il cui scopo principale è quello di espandere i tradizionali territori di pesca, proteggendo contemporaneamente l'area costiera e le risorse aliutiche, al contrario negli Stati Uniti la realizzazione di barriere artificiali è tradizionalmente effettuata con l'impiego di materiali di scarto (aerei, treni, navi, piattaforme petrolifere in disuso etc.) ed è finalizzata all'incremento di attività ricreative, come la pesca sportiva e subacquea.



Fig. 11.1 – 11.4: Esempi di realizzazione di barriere artificiali negli Stati Uniti ed inabissamento della piattaforma AGIP “Paguro” in Italia (in basso a dx)
(Foto dai siti: www.treehugger.com; www.lblog.uncovering.org; www.navitrol.com)

Seguendo l'esempio di Giappone e USA, il Mediterraneo ha conosciuto un certo sviluppo nella costruzione delle scogliere sommerse per ottenere un accrescimento della produzione ed una migliore valorizzazione della risorsa biologica litorale, in un contesto di relativa povertà e di degrado delle popolazioni ittiche, conseguenza delle alterazioni dell'ambiente e dell'*overfishing*. Quello che sarebbe potuto divenire un terzo polo a livello mondiale, nel settore delle scogliere sommerse (per la protezione e la conservazione) e cioè il Mediterraneo, resta in realtà un fenomeno di minore importanza sia per la mancanza di ampiezza, sia per lo scarso seguito e per la poca integrazione delle diverse esperienze (come quelle di Italia, Spagna e soprattutto Francia). Nel caso della Spagna le prime esperienze risalgono all'inizio degli anni '70 del secolo scorso ed hanno rappresentato degli episodi isolati, senza continuità né seguito scientifico. È solo a partire dal 1986 che in Spagna viene approvata un'ambiziosa legge quadro, il Programma di Orientamento Pluriennale 1987-1991, con la quale le amministrazioni (statali e regionali) spagnole, dopo aver raccolto informazioni su questo genere di iniziative, hanno deciso di favorire la realizzazione di scogliere sommerse, per poi chiedere finanziamenti comunitari. Oggi in Spagna si possono contare circa 57 iniziative, di cui 16 finanziate dalle singole regioni e 41 dallo Stato e dalla UE. Dalle esperienze sinora effettuate in Spagna, si può concludere che vi sono due tipi di scogliere sommerse ed altrettanti scopi: uno produttivo, mediante strutture di grandi dimensioni, ed uno per la protezione della risorsa ittica, tramite costruzioni di piccola taglia. La situazione francese è ben diversa da quella ora descritta. Tra il 1980 e il 1992 sono stati sommersi circa 30.000 m³ di blocchi e strutture in calcestruzzo, distribuiti lungo le coste delle regioni del Languedoc-Roussillon e Provence-Côte d'Azur. Il considerevole finanziamento necessario per la realizzazione di tali interventi è stato ottenuto dalle autorità locali, aiutate dallo Stato e dall'Unione Europea, da quando si è cominciato a considerare questo tipo di interventi come ragionevole soluzione alle difficoltà accusate dalla pesca professionale, aggravate dalle diverse condizioni di degrado delle zone costiere dovute alle attività antropiche. La decisione è stata presa unanimemente dagli amministratori, riluttanti all'uso di mezzi impopolari, quali fermi di pesca, controllo delle taglie minime etc., dai professionisti del settore in difficoltà e dagli studiosi.

Anche se molti studi sono stati avviati simultaneamente, per poter preparare il programma di installazione delle barriere e per seguirne le *performances*, dalle analisi effettuate da Ody nel 1990 circa i metodi usati e i principali risultati ottenuti, si può dedurre che in Francia non è dimostrato il miglioramento delle condizioni del settore della pesca professionale a seguito dell'utilizzo delle scogliere sommerse. L'esperienza francese, quindi, contrasta con i numerosi principali esperimenti, peraltro positivi, portati avanti nel Mediterraneo, principalmente da Italia e Spagna, così come nel resto del mondo, da Giappone ed USA. Gli errori commessi in Francia derivano da:

- scarsità di moduli, spesso installati nei pressi delle praterie di *Posidonia*,
- eccessiva profondità dei siti di immersione a scapito del reclutamento,
- studi idrografici troppo limitati,
- utilizzo esclusivo del calcestruzzo in ogni forma e volume, con evidente influenza sui costi, e con scarsa scabrosità delle superfici,
- basso rapporto superficie/volume.

In Italia, il primo *non-esempio* di barriera artificiale antistrascico è rappresentato dalla piattaforma AGIP *offshore* "Paguro", varata nel 1963 a Porto Corsini, per la trivellazione di un giacimento di metano a 2900 metri di profondità, al largo di Ravenna. Il 29 settembre 1965 la trivella ha incontrato una sacca di gas ad altissima pressione, che ha innescato una violenta esplosione, creato un cratere profondo 33 metri e causato la morte di tre tecnici. La piattaforma, col-

lassando, (fig. 11.4) si è adagiata a 26 metri di profondità, favorendo la formazione di un habitat unico, in una zona prevalentemente piatta e fangosa, costituito da un labirinto molto articolato di corridoi, scalette e ponti, ovvero da un groviglio di lamiere che rendono impossibile la pesca con le reti a strascico, inesorabilmente tranciate dal metallo della struttura inabissata. Successivamente, altre piattaforme non più produttive sono state tagliate e posizionate attorno a questo relitto principale, in modo da costituire un ecosistema così particolare da essere dichiarato, il 21 luglio 1995, “zona di tutela biologica” dal Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali.

Attualmente, sul fondale fangoso attorno al relitto vive una rigogliosa fauna, costituita da abbondantissimi Celenterati, Asteroidi ed Ofiuridi, Attinie, Cerianti etc., numerosi esemplari di Molluschi Bivalvi (*Pinna pectinata*), Crostacei quali *Homarus gammarus* (astice), *Scyllarus arctus* (cicala di mare) e alcune varietà di granchi. I Pesci sono quelli tipici dei fondali rocciosi, difficilmente riscontrabili in altre parti dell’Adriatico nord-occidentale, quali *Sciaena umbra* (corvine), *Oblada melanura* (occhiate), *Lithognathus mormyrus* (mormore), *Scorpaena porcus* (scorfani neri), *Dicentrarchus labrax* (spigole) e *Conger conger* (gronghi).

Altra esperienza negativa realizzata in Italia, nel 1970, è quella di Varazze (SV), con l’affondamento di 1.300 carcasse di auto, a profondità tra 35 e 50 m. Questo esperimento non ha avuto alcun supporto scientifico, né in fase di progettazione, né in quella di realizzazione; tutto si è basato su informazioni provenienti da esperienze analoghe, effettuate negli USA dai pescatori sportivi. I risultati delle successive ricerche, effettuate su questa struttura, hanno mostrato l’inadeguatezza dei materiali utilizzati, data la loro elevata potenzialità inquinante, il veloce deterioramento e la scarsità dell’insediamento. In seguito a questi studi, il Ministero della Marina Mercantile ha vietato l’uso delle carcasse d’auto per le scogliere sommerse in acque italiane.

Solo nel 1974, l’Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima di Ancona ha realizzato, a sud-est del promontorio del Conero, nella zona di Porto Recanati, il primo vero e proprio esperimento di barriere artificiali, progettato secondo criteri scientifici e su scala semiprofessionale. Il modello sperimentale prevedeva una barriera formata da 12 piramidi, ognuna composta da 14 blocchi cubici di calcestruzzo con lato di 2 m e da 16 chiatte in legno immerse al centro della zona protetta. Ciò ha consentito di verificare un migliore insediamento degli organismi di substrato duro sulle chiatte, rispetto a quello osservato sulle carcasse d’auto, ed una migliore attrazione nei confronti dei pesci.

A questo primo esperimento pilota sono seguite poi di fatto altre iniziative, tra cui quelle di Fregene (1982-83), del Golfo di Castellammare in Sicilia, a cura del Consorzio di Ripopolamento Ittico di quel golfo, ed infine, per effetto dei regolamenti CEE 2908/83 e, soprattutto, 4028/86, le iniziative nel Mar Ligure (Golfo Marconi e Loano) e in Adriatico, presso le coste di Cattolica, Rimini, Portonovo, Porto Garibaldi, Senigallia delle quali i beneficiari sono stati: cooperative, consorzi di pescatori e Comuni.

Nel 1980 sono state immerse, nel Golfo Marconi, 11 chiatte in legno, seguite nel 1981 da altre 3 chiatte e 5 barche. I primi promettenti risultati hanno motivato l’incremento di tale scogliera, che ha raggiunto un volume di 16.000 m³ ed oggi costituita da chiatte in legno, parallelepipedi in calcestruzzo e cumuli di pietrame.

Le scogliere sommerse italiane di cui si hanno dati certi sono 26 (considerando anche quella di Taranto); di esse, 8 sono costituite da pochi moduli ed hanno valore puramente scientifico e sperimentale, mentre 16 hanno valenza sperimentale e professionale di diversa entità; esse sono così distribuite: 12 in Alto e Medio Adriatico, 5 nel Mar di Liguria, 2 in Medio Tirreno, 1 in Sardegna (moduli sperimentali per l’allevamento del corallo), 4 in Sicilia e 1 nel Mare Io-

nio. Tuttavia, nessuna struttura sino ad oggi realizzata in Italia raggiunge il volume immerso di 50.000 m³, ritenuto scientificamente utile per esplicitare effetti professionali rilevanti.

Le scogliere sommerse in Italia sono, infine, molto varie per dimensioni e tipologia di disposizione, ma non tutte sono il risultato di una strategia e di un disegno scientificamente meditati. Certo è che le alterazioni dei fondali indotte da queste opere di protezione contro la pesca a strascico sono sempre risultate assolutamente non significative, in quanto le dimensioni dei manufatti sono trascurabili rispetto alle aree oggetto degli interventi. La realizzazione di queste barriere può, pertanto, essere annoverata fra le azioni da attuare per una migliore gestione della fascia costiera per gli effetti positivi che determinano a livello biologico, ecologico ed economico.

11.1.2 Materiali utilizzati

La realizzazione delle barriere artificiali nelle varie parti del mondo prevede l'impiego di materiali più diversi, come accade per altri tipi di strutture, in relazione a uno sviluppo autonomo basato sulle esperienze locali. Come abbiamo appena visto, nelle prime sperimentazioni realizzate su scala artigianale in Giappone sono stati usati massi impilati, tronchi e sacchi di sabbia; ancor oggi nel sud-est asiatico vengono utilizzati moduli in bambù e fasci di mangrovie. Invece, negli Stati Uniti per la necessità di smaltire scarti vari e soprattutto per limitare i costi, sono stati utilizzati materiali diversi, come rottami di automobili, pneumatici, vecchie barche, copertoni, barili di petrolio usati, prodotti derivati dall'edilizia (pezzi di cemento, tegole, mattoni etc.). Iniziative queste che, prive di qualsiasi fondamento ecologico, si sono rivelate fallimentari per i numerosi inconvenienti "collaterali": molte superfici sono, infatti, risultate inadatte all'attecchimento di organismi sessili, altre si sono deteriorate molto facilmente (legno e lamiera), altre hanno rilasciato sostanze nocive per gli organismi, come vernici, oli e metalli pesanti. Tutti questi problemi hanno determinato atteggiamenti più responsabili e attenti agli aspetti ambientali: attualmente la tendenza è, infatti, quella di impiegare materiali realizzati ad hoc, più resistenti, non inquinanti e di facile utilizzo.

Anche se nel Golfo del Messico o nel Mare del Nord si continuano a realizzare barriere artificiali utilizzando piattaforme di estrazione petrolifera non più in funzione, soprattutto per la sensibile riduzione dei costi di smaltimento, oggi, il calcestruzzo è il materiale maggiormente utilizzato nel mondo, perché permette di realizzare moduli di qualsiasi forma e pesanti abbastanza da contrastare la pesca a strascico. Inoltre, si deteriora lentamente in acqua, fornisce un ottimo supporto agli organismi sessili (mitili, ostriche etc.) e, se modellato con opportune cavità, dà rifugio a molte specie ittiche. Altre varianti sul tema vanno dall'utilizzo di strutture in vetroresina, a composti di cenere di carbone e calce idrata, fino ai più sofisticati moduli giapponesi, che rilasciano nutrienti in acqua per facilitare l'attecchimento di vegetali ed innescare così nuove reti trofiche.

Generalmente, tutte le strutture antistrascico, da destinare anche allo sviluppo della fauna ittica, vengono ormai realizzate con materiali a basso costo, non inquinanti, non deperibili in acqua e facilmente assemblabili. I moduli di base sono distribuiti nelle aree da proteggere in modo uniforme, secondo l'andamento dei fondali marini presenti e seguendo le indicazioni dettate dai biologi marini. Spesso, vengono poste in opera anche delle strutture di protezione (tripodi) all'esterno dall'opera principale.



Fig. 11.5 – 11.7: Particolari delle strutture di contenimento dello strascico (Foto da Internet)

Si possono distinguere tre tipologie di barriere artificiali contro la pesca a strascico:

- di tipo “estensivo”, costituite da corpi semplici distribuiti su vaste aree di mare in modo da creare un impedimento meccanico per le reti a traino;
- di tipo “intensivo”, finalizzate anche ad incrementare le popolazioni di determinate specie ittiche ed a diversificare l’ecosistema naturale; sono realizzate con strutture appositamente progettate ed assemblate in base alle caratteristiche comportamentali delle specie bersaglio;
- “sistemi misti polivalenti”, per combinare l’azione protettiva contro lo strascico con il ripopolamento e l’attività di maricoltura. Per questa tipologia, di dimensioni intermedie alle altre due, si utilizzano corpi sufficientemente pesanti da poter esplicare l’azione antistrascico ma, al tempo stesso, strutturate in modo tale da poter offrire un rifugio alle specie vagili e un substrato idoneo per gli organismi sessili. La superficie efficace dei moduli viene poi potenziata con varie soluzioni idonee a favorire l’attecchimento delle colonie sessili o per ospitare riproduttori appartenenti alle varie specie di Molluschi e Pesci, attraverso specifici anfratti, buchi ed aperture in cui le biocenosi vagili possono ripararsi o avere delle tane.

11.2 Obiettivi degli interventi

Gli obiettivi che si intendono perseguire utilizzando barriere di tipo diverso sono:

- 1) protezione di una determinata area costiera nei confronti dell’attività illegale di pesca a strascico;
- 2) protezione e sviluppo delle forme giovanili degli organismi del fondo originario, ricostituzione degli *stocks* e ripopolamento, per ridotta mortalità naturale, di diverse specie di Molluschi (Cefalopodi, Gasteropodi), di Crostacei in fase di muta, di forme giovanili e riproduttori di varie specie ittiche etc.;
- 3) insediamento di Molluschi Lamellibranchi (mitili e ostriche) e conseguente riciclaggio del surplus energetico dell’ecosistema (fito e zooplancton, particolato organico etc.) che si accumula sotto costa, oltre che riduzione dei tassi di eutrofia delle acque.

Con la realizzazione di una zona marina protetta, si cerca di ottenere:

- 4) la protezione nei confronti della pesca a strascico illegale di un ampio tratto di mare, al limite delle tre miglia dalla costa, dando comunque alla piccola pesca con attrezzi da posta la possibilità di operare tranquillamente all’interno di essa;
- 5) l’accrescimento complessivo dell’ecosistema marino, con l’introduzione di nicchie ecologiche diversificate in funzione della luce, della profondità e della temperatura;
- 6) lo sviluppo di nuova biomassa (mitili, ostriche ed altri organismi sessili) che non si potrebbe formare per assenza di substrati duri (fattore limitante);
- 7) la formazione di rifugi “di richiamo” sulle forme vagili, sia adulte che giovanili.

In molti casi le zone di mare protette dalle barriere artificiali sono servite per realizzare anche altri obiettivi di interesse pubblico, quali:

- la cattura di Gasteropodi, da parte di pescatori dediti alla piccola pesca e alla pesca con nasse;
- l'allevamento di Molluschi eduli Lamellibranchi (mitili e ostriche);
- la pratica dell'acquacoltura "estensiva", in alcuni casi, con l'introduzione di avannotti di specie ittiche pregiate provenienti da allevamenti intensivi, il cui insediamento viene favorito dalla presenza di questi substrati duri;
- l'utilizzo da parte di "altri utenti", quali associazioni di sommozzatori, per immersioni a scopo didattico e per corsi di formazione, e pescatori sportivi (l'aumento indotto della pesca sportiva, spesso in conflitto con quella professionale, porta a prendere in considerazione la realizzazione, in futuro, di aree protette mediante barriere da assegnare alle organizzazioni sportive, considerando che qualunque allocazione di risorse e di specchi acquei riduce la conflittualità sociale).

11.3 Un'esperienza nella Regione Abruzzo

Il progetto ha riguardato la costa abruzzese con la protezione di una determinata area nei confronti dell'attività illegale di pesca a strascico utilizzando barriere artificiali, in coerenza con quanto previsto dal DOCUP-PESCA 2000/2006 (REG. 2792/99/CE).

I tratti di litorale abruzzese interessati dal progetto sono quelli antistanti il Comune di Pescara, la Torre del Cerrano (nel Comune di Pineto al confine con il Comune di Silvi), il Comune di Cologna (tra i Comuni di Giulianova e Roseto) e il Comune di Martinsicuro, all'interno del Compartimento Marittimo di Pescara, caratterizzati quindi da un fondale sabbioso (fig. 11.8).

Le zone prescelte sono situate sulla batimetrica tra i 14 ed i 18 m, al limite delle 3 miglia dalla costa, sono di forma rettangolare con il lato maggiore parallelo alla costa e il lato minore ortogonale ad essa. In queste aree sono stati depositati sul fondale moduli in calcestruzzo a forma di campana con numerosi fori (soltanto a Pescara) e negli altri Comuni blocchi di calcestruzzo e massi naturali, per la realizzazione di una zona marina protetta a tipologia estensiva avente innanzitutto finalità antistrascico e, parallelamente, anche effetto di richiamo, rifugio, protezione e ripopolamento delle risorse acquatiche viventi.

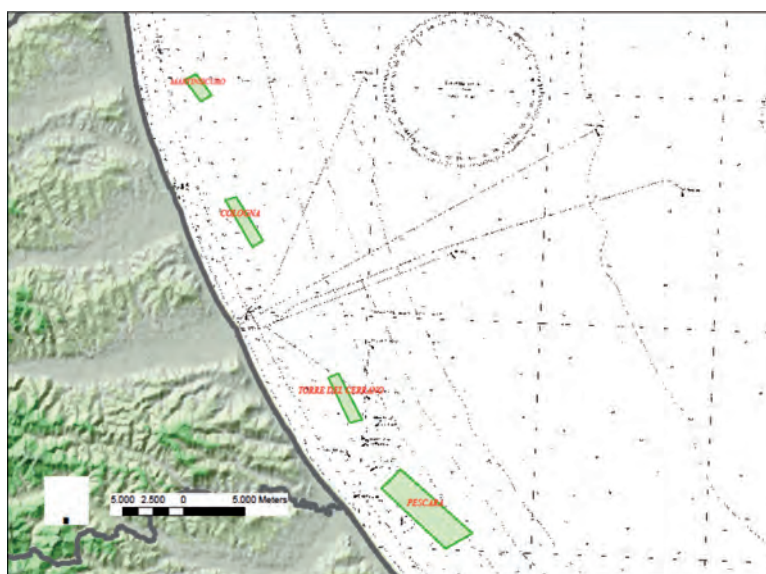


Fig. 11.8: Ubicazione delle barriere artificiali su carta nautica n. 34 (elaborata da Sandro Pelini)

In particolare per Pescara sono state utilizzate 268 strutture a campana, in calcestruzzo (figg. 11.9 – 11.10), dotate di barre di acciaio inox che si protendono verso l'esterno, alte 2 m e con varie tipologie di fori, dal peso di 4.900 kg cadauna, con una superficie utile per l'attecchimento del benthos pari a 6,91 m² cadauna, per una superficie totale di 1.852 m².

La disposizione delle campane è stata progettata in modo tale da rendere la zona impenetrabile alla pesca a strascico illegale; infatti, esse sono state allocate con disposizione a "quinconce" su maglia di circa 350 m (fig. 11.11).



Figg. 11.9 e 11.10: Le campane utilizzate nelle barriere e il dettaglio di una campana in calcestruzzo (Foto Carla Giansante)

Sulla linea perimetrale, verso il mare aperto, e su quelle ortogonali alla costa le campane sono state poste ad una distanza inferiore, di circa 175 m, in modo da costituire una barriera più efficace contro le reti a strascico. Nella zona centrale dell'area di intervento sono state realizzate 17 oasi costituite ciascuna da raggruppamenti di 7 campane collocate ad una distanza di 5-10 m l'una dall'altra.

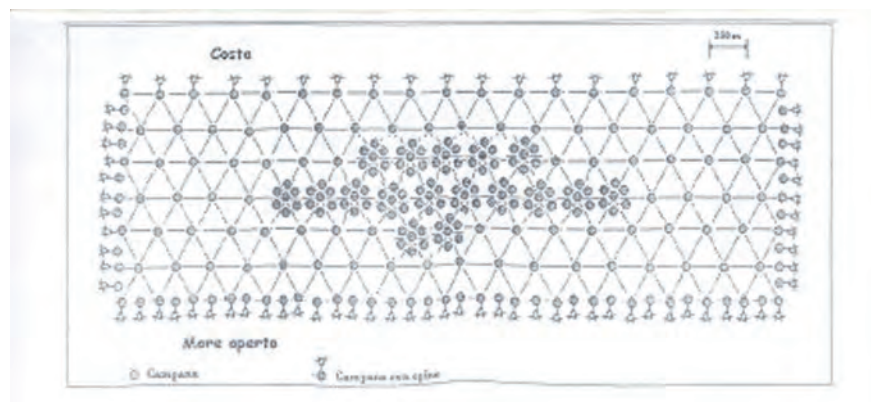


Fig. 11.11: Disposizione a "quinconce" delle campane in calcestruzzo (Foto Carla Giansante)

Le campane sono state costruite a terra da una ditta specializzata, utilizzando apposite casseforme. Successivamente le campane in calcestruzzo sono state depositate sulla spiaggia in prossimità del Molo Nord del Porto di Pescara (fig. 11.12).



Fig. 11.12: Campane in calcestruzzo depositate sulla spiaggia di Pescara prima di essere caricate sul pontone (Foto Carla Giansante)

Il loro trasferimento e posizionamento in zona è avvenuto tramite un pontone attrezzato, mentre l'esatta deposizione è stata seguita mediante *Global Positioning System* (GPS) a bordo del pontone.

Per le zone antistanti la Torre del Cerrano, nei Comuni di Cologna e di Martinsicuro, sono stati utilizzati 516 blocchi cubici in calcestruzzo, da 1x1x1 m, già sperimentati con successo per gran parte delle barriere artificiali realizzate in Adriatico. Una parte di essi è stata destinata alla perimetrazione dell'area con funzione antistrascico, poiché forniti in sommità di opportuna struttura metallica. A questi moduli, disposti anche a piramide, sono stati aggiunti dei massi naturali di 2° e 3° categoria depositati a formare 18 strutture a forma di tronco di cono, di 3 m di altezza, 10 m di diametro, per la base maggiore, e 3 m di diametro, per la base minore.

I blocchi hanno superfici scabre per favorire l'insediamento delle larve degli organismi sessili e le pareti laterali presentano cavità di diverso volume e diametro, in modo da fornire rifugi e habitat diversificati ai vari organismi marini, come sperimentato in altri impianti già realizzati.

La superficie esposta per ciascun cubo è di circa 5 m², considerando che il lato inferiore poggia sul fondo. La superficie totale esposta dei massi è pari a 5 m² x 516 massi = 2.580 m². La disposizione dei blocchi è stata progettata in modo tale da rendere la zona impenetrabile alla pesca a strascico illegale.

In diversi lavori scientifici presentati e discussi in sede nazionale ed internazionale è stato messo in evidenza il ruolo ecologico dell'eterogeneità e del gradiente spaziale, capace di accrescere la biodiversità del sistema, con l'introduzione di nicchie ecologiche diversificate in funzione del fattore luce, profondità e temperatura, di sviluppare, soprattutto in acque eutrofiche, una biomassa (mitili, ostriche ed altri organismi sessili) che mai si formerebbe per assenza di substrati duri (fattore limitante), di creare rifugi e di esercitare un effetto di richiamo sulle forme vagili, sia adulte che giovanili, che vengono attratte dalla barriera divenuta, con l'evoluzione biologica della comunità sessile, anche una dispensatrice di cibo.

I blocchi, soprattutto montati a piramide, i tronchi di cono formati da massi naturali e le campane sono un ottimo deterrente per lo strascico illegale grazie al loro peso ed alla presenza delle barre di acciaio inox nelle quali rimangono impigliate le reti a strascico, ma allo stesso tempo, le esperienze sinora effettuate nei diversi mari italiani hanno dimostrato che la forma particolare e l'assenza di asperità consentono l'utilizzo di attrezzi da posta (reti, nasse etc.) nelle loro immediate vicinanze, senza provocare danni agli attrezzi stessi.

Queste caratteristiche rendono pertanto tali moduli particolarmente adatti per la realizzazione

di aree marine protette di tipo estensivo che possono essere utilizzate dalla piccola pesca. Inoltre, per le sue caratteristiche tecniche, ciascun modulo è in grado di assolvere funzioni ecologiche diverse:

- collettore di larve, grazie alle superfici scabre;
- rifugio e protezione per la fauna vagile;
- richiamo ed erogazione di cibo: sia le forme larvali che si insediano, sia i vari invertebrati interstiziali (Policheti, piccoli crostacei etc.) che vivono tra il bisso dei mitili, costituiscono il cibo per molte specie di pesci carnivori.

Come previsto dall'attività di monitoraggio, sono stati individuati 2 punti di campionamento, uno all'interno dell'area caratterizzata dalle barriere artificiali (nel punto centrale), l'altro in una zona posta alla stessa distanza dalla costa, al di fuori dell'area interessata dalle barriere, dove il fondale è naturale, mentre per la zona antistante Pescara i punti di campionamento sono stati 3. In questi punti, con l'ausilio di un pescatore dedito alla piccola pesca, sono state calate reti da posta del tipo "barracuda", di 500 m di lunghezza, 2 m di altezza, 34 mm di apertura delle maglie, ed effettuati 3 campionamenti per anno (figg. 11.13 e 11.14). Le reti sono state calate al tramonto e salpate all'alba del giorno seguente.



Figg. 11.13 e 11.14: Rete da posta del tipo "barracuda" durante la cala e il successivo recupero
(Foto Marianna Fatigati)

Le ricerche previste dal progetto avranno la durata di 5 anni (con impegno a protrarre il monitoraggio per ulteriori 5 anni), i campioni prelevati sono analizzati presso il Centro di Biologia delle Acque di Giulianova dell'IZS A&M per l'identificazione ed il conteggio degli esemplari pescati e per la rilevazione dei seguenti parametri biometrici: lunghezza totale, lunghezza standard, altezza (larghezza) e peso (figg. da 11.15 a 11.18).

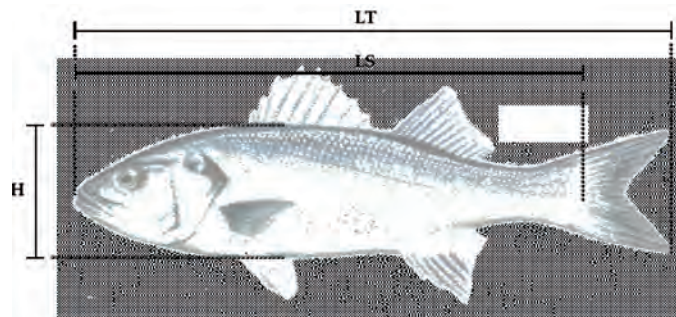


Fig. 11.15: Riferimenti per la misurazione della lunghezza totale (LT), lunghezza standard (LS) e altezza o larghezza (H) del corpo del pesce



**Figg. 11.16 - 11.18: Misurazione biometrica su esemplari di *Sepia officinalis* (seppia), *Scorpena porcus* (scorfano nero) e *Penaeus kerathurus* (mazzancolla mediterranea)
(Foto Marianna Fatigati)**

BOX 11.1

Metodi ed attrezzature della piccola pesca e di quella a strascico

Marianna Fatigati

Pesca a strascico

Nella pesca a strascico, le reti vengono gettate appena sotto la superficie, oppure trascinate sul fondo. La rete a traino cattura i pesci che nuotano in banchi a mezz'acqua, come il merluzzo e l'aringa, ed è la più importante per la pesca d'altura: viene trainata da due lunghi cavi e tenuta aperta da due distanziatori.



Fig. 1: Recupero della rete a strascico
(Foto Marianna Fatigati)

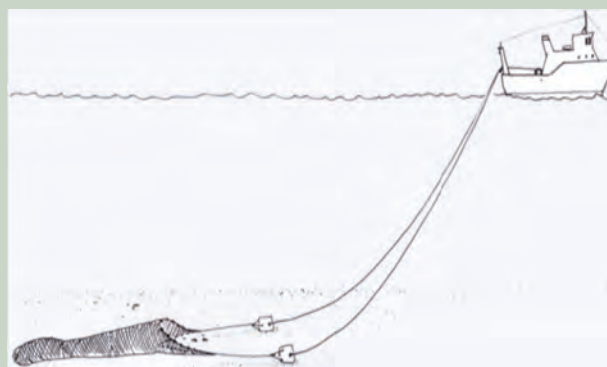


Fig. 2: Schema del funzionamento della rete a strascico

I *palangari* (detti anche palamiti), usati per catturare sia pesci di superficie sia pesci dei fondali, sono funi di grosso diametro alle quali sono legate a distanze regolari le lenze terminanti con ami muniti di esca; possono essere lunghi diversi chilometri e sono attaccati a boe ormeggiate oppure trainati da pescherecci: periodicamente sono tirati a bordo, per mezzo di argani, per raccogliere il pescato e riarmare gli ami.

I molluschi e i crostacei dei fondali marini vengono generalmente rastrellati con apposite *draghe a pettine*. Le ostriche, che vivono in prossimità delle coste, vengono pescate sia con le draghe che con lunghe pinze. I granchi vengono spesso catturati con trappole di filo metallico, mentre per le aragoste si usano anche trappole di legno.

Le flotte da pesca moderne, come quella russa o quella giapponese, usano grandi motopescherecci, capaci di tirare a bordo reti cariche di oltre cento tonnellate di pesce, e dotati di attrezzature che permettono di pulire e surgelare immediatamente il pescato. Con questo tipo di navi, una campagna di pesca in acque lontane dal porto di armamento può durare diversi mesi.

Fra le normali attrezzature è compreso il sonar, usato come efficace strumento per localizzare i banchi di pesce e valutarne le dimensioni.

Per individuare i banchi del pesce di superficie si usano comunemente anche aeroplani ed elicotteri. I banchi di alcune specie di molluschi, come seppie e polpi, vengono invece attratti con forti luci e risucchiati all'interno della nave da apposite pompe aspiranti. La pesca a strascico è consentita oltre le tre miglia dalla costa o su fondali profondi oltre i 50 m. Se, inoltre, la pesca è esercitata nel rispetto delle norme, ovvero su fondali sabbiosi o fangosi, risulta una pratica non distruttiva e sostenibile.

Al contrario risulta estremamente dannosa se praticata entro le tre miglia, su bassi fondali, su fondi rocciosi e sulla Posidonia, in quanto oltre a danneggiare il fondo distrugge le aree di riproduzione e rischia di catturare le forme giovanili che si sviluppano sotto costa. In questo caso tale pratica risulta conflittuale con la piccola pesca non solo per le catture che le vengono sottratte, ma anche per i danni che procura alle attrezzature da posta.

Piccola pesca costiera o pesca artigianale

Recentemente, un Gruppo di Lavoro del Ministero per le Politiche Agricole sulla Piccola Pesca ha definito la piccola pesca, o pesca artigianale "...quell'attività di cattura in mare o nelle acque dolci, esercitata con imbarcazioni di stazza inferiore alle 10 Tonnellate di Stazza Lorda (TSL) e 15 m di Lunghezza Totale (LT)

con gli attrezzi selettivi di cui all'art. 19 del D.M. 26/7/95 che operano entro le 12 miglia dalla costa...". In questa duplice caratterizzazione si prende, quindi, in considerazione sia la distanza dalla costa che le dimensioni delle imbarcazioni.



Fig. 3 e 4: Imbarcazioni e attrezzatura da piccola pesca costiera (Foto Marianna Fatigati)

Le dimensioni del natante permettono di essere operativi con costi di investimento e di esercizio contenuti. Inoltre, l'impossibilità di spingersi oltre le 12 miglia dalla costa fa sì che le capacità di pesca, di lavorazione, conservazione e stivaggio del prodotto non siano neanche lontanamente paragonabili a quelle delle grandi barche. Si fa sempre riferimento quindi ad una pesca di tipo costiero, ma nella definizione di piccola pesca sono comunque sottintesi altri elementi caratterizzanti, quali il tipo di propulsione e il tipo e la selettività degli attrezzi da cattura. Sono, infatti, considerate comunemente imbarcazioni per la piccola pesca quelle con propulsione a remi o con motori fuoribordo o entrobordo di limitata potenza.

Gli attrezzi da pesca utilizzati sono in genere fissi e ad alta selettività per specie e per taglia (*reti da posta, palangari, nasse, lenze, piccolo cianciolo costiero, sciabica manuale da natante, draghe manuali, cogolli e bertovelli, cestelli e raschietti*).

In Italia questa parte della flotta è, però, di tutto rilievo. Si contano, infatti, 8.680 imbarcazioni di piccola pesca (1997), che rappresentano oltre il 53% della flottiglia nazionale. La piccola pesca è particolarmente presente nel Mar Tirreno con 2.083 natanti e in Adriatico con 1.640 barche. Gli attrezzi impiegati dalla piccola pesca sono soprattutto *reti da posta*, nasse e palangari, che vengono lasciate in mare in attesa che il pesce vi rimanga impigliato. Le modalità di cattura si basano sul comportamento dei pesci che, generalmente, tendono a penetrare con la testa nella maglia e vi rimangono impigliati.

Le reti da posta fissa sono uno dei tradizionali strumenti della piccola pesca e sono quindi impiegate in tutti i mari italiani, principalmente in Sicilia, Adriatico e Tirreno. La rete da superficie più efficace è la *senna a sacco*, una lunga rete a traino che viene calata nell'acqua come una tenda, con la parte inferiore appesantita da piombi e quella superiore tenuta a pelo d'acqua da galleggianti: viene chiusa a cerchio intorno a un banco di pesci e poi stretta sul fondo con una fune.

Il *tramaglio* è costituito da una rete a maglie fitte, non tesa, affiancata lateralmente, a una certa distanza, da reti a maglie abbastanza larghe da permettere al pesce di attraversarle e di restare impigliato nella rete centrale.



Fig. 5 e 6: Reti da posta e nasse (Foto da internet)

Le *nasse* sono trappole posizionate sul fondale, con all'interno delle esche per attirare pesci, molluschi e crostacei. Possono essere realizzate con vimini o reti montate su intelaiature rigide, in legno o ferro, oppure in materiale plastico. La bocca di ingresso, a forma di imbuto, è generalmente fatta a mano, in rete o in fil di ferro.

La maggioranza delle imbarcazioni al di sotto delle 10 TSL usa le nasse insieme ai palangari e alle reti da posta. Questo tipo di pesca è diffuso un po' ovunque dato che richiede bassi costi di investimento. Con le nasse si catturano seppie, polpi, aragoste, granchi, gamberi, triglie, gronghi, bombolini. Un particolare tipo di nassa è il *bertovello* usato principalmente per le seppie e le anguille.

I *palangari* sono uno degli attrezzi della piccola pesca, costituiti da un cavo principale chiamato trave, lungo anche diverse centinaia di metri, a cui sono fissati simultaneamente più ami. Si distinguono due tipi di palangari: quello da fondo e quello pelagico. È quindi impiegato in tutte le marinerie italiane, principalmente in Adriatico e Tirreno per la cattura di naselli, cernie, gronghi, murene, pagelli, rombi, rane pescatrici, razze, palombi e saraghi.

La piccola pesca, attività primaria delle acque costiere, svolge un ruolo fondamentale all'interno della flotta peschereccia europea. Essa è fonte di occupazione, di approvvigionamento alimentare ed è fondamentale anche per il ruolo sociale e culturale che assolve in relazione alle molteplici attività che animano la fascia costiera. Il settore della piccola pesca, proprio per il suo carattere costiero, risente più di altre attività dell'eccessiva *antropizzazione* della fascia costiera. Questo incide particolarmente sull'economia del settore, dato che un'elevata mortalità degli stadi giovanili (*novellame*) delle specie interessanti per la pesca artigianale, particolarmente vulnerabili alle alterazioni ambientali, si traduce in una riduzione delle catture (causa del mancato *reclutamento*).

Inoltre, le aree maggiormente interessate dalle misure restrittive di salvaguardia imposte dal sovrasfruttamento delle risorse (*fermo biologico, aree di tutela biologica, ecc.*) sono proprio quelle in cui la pesca artigianale svolge la maggior parte della sua attività. Del resto, più di altri settori la piccola pesca si basa su un rapporto imprescindibile fra il pescatore e il mare, risultato di tradizioni tramandate e radicate nel corso dei secoli, fatto di profonda conoscenza e rispetto.

Proprio per questo però risulta difficile, in molti casi, l'apertura verso nuove soluzioni e verso uno sviluppo compatibile con la risorsa e con culture locali profondamente plasmate da questa attività.

11.4 Le attività di controllo

Gli scopi del monitoraggio dopo l'intervento sono importanti e possono essere così riassunti:

- 1) verifica che gli interventi abbiano raggiunto alcuni degli obiettivi prefigurati,
- 2) monitoraggio dell'evoluzione naturale dell'ambiente marino considerato,
- 3) monitoraggio delle componenti biotiche presenti: analisi della frazione microscopica del fitoplancton e zooplancton,
- 4) analisi dell'evoluzione dei sedimenti dei fondali e del benthos,
- 5) individuazione di biocenosi caratteristiche,
- 6) analisi delle variazioni sulla dinamica della consistenza alieutica della zona di intervento,
- 7) osservazione sulle risorse biologiche di maggior interesse commerciale.

La tipologia dei controlli da effettuare è condizionata dal tipo di opera realizzata, dall'area marina interessata e dalla difficoltà, più o meno elevata, di effettuare un monitoraggio specifico delle strutture singole, in relazione ai metri di profondità.

I controlli, generalmente, sono prioritariamente impostati sulla verifica delle condizioni ecologiche di base dell'area protetta (sedimenti, benthos, biota, fitoplancton, zooplancton) e, successivamente, sulle popolazioni di molluschi e pesci presenti nell'area, per dimostrare l'incremento delle frazioni di risorse alieutiche maggiormente pregiate o di quelle che abbiano potuto trovare riparo e possibilità di riproduzione nell'area preservata.

Le prove di pesca costituiscono un aspetto molto importante, che richiede l'impegno di personale qualificato oltre ad un'imbarcazione attrezzata ed alle autorizzazioni necessarie; serve per valutare la consistenza delle popolazioni, le dimensioni degli individui ed eventuali situazioni caratterizzanti le popolazioni del necton presenti. In genere, nei primi anni il monitoraggio è maggiormente articolato e intensivo, comprensivo anche di una fase di verifica e valutazione qualitativa e quantitativa dei pesci pelagici e demersali e dei molluschi presenti nell'area ed un'analisi statistica di trend. Negli anni successivi, il monitoraggio è meno intensivo, ma in grado di garantire un controllo complessivo ed analitico dei fenomeni in atto nell'area marina interessata.

Per le analisi ecologiche vengono scelti i principali parametri che interferiscono sia con la dinamica produttiva del fitoplancton, sia i principali inquinanti che possono influenzare o inibire la stessa crescita della componente biotica.

Particolare importanza, infine, viene prestata all'analisi di fitoplancton e zooplancton che costituiscono un elemento di valutazione ecologica dell'area.

11.5 Aspetti socio-economici

Una diversa gestione della fascia costiera, di cui le barriere artificiali rappresentano un aspetto, può senz'altro contribuire a risolvere problemi legati allo scarso reddito della pesca artigianale ed all'eccessivo sfruttamento delle risorse alieutiche.

Da un punto di vista ambientale, esse possono contribuire alla soluzione delle problematiche legate alla banalizzazione degli habitat ed alla perdita della biodiversità.

Da un punto di vista socio-economico, possono fornire soluzioni alle questioni legate allo scarso reddito della pesca artigianale ed all'eccessivo sfruttamento delle risorse alieutiche, presupponendo disponibilità di nuove risorse, riposo per quelle sfruttate e possibilità di conversione, sia pure temporanea, di attività. In tal senso, questi progetti si inseriscono in un programma di

più ampio respiro, di concerto con le categorie interessate, gli Enti di ricerca e le Regioni per avviare una gestione integrata della fascia costiera.

All'immediato vantaggio per i pescatori che possono così conseguire un buon reddito individuale, e per coloro che potranno dedicarsi alla raccolta dei mitili, si deve aggiungere la riduzione della conflittualità tra le diverse categorie che operano nel tratto costiero protetto dalle barriere. Ciò comporta, ovviamente, da parte dei pescatori un cambiamento di mentalità: ad esempio, andrebbe prevista la figura del subacqueo collaboratore o del giovane pescatore che acquisisca il brevetto da subacqueo.

Cambiamenti simili, sia pure con fatica e discontinuità, sono già avvenuti in alcune delle zone adriatiche interessate dall'installazione di barriere artificiali e, in questo senso, le organizzazioni e cooperative di pescatori che operano in tali zone si sono già impegnate ad indirizzare e guidare i propri associati. Le esperienze adriatiche hanno dimostrato che per un pescatore erratico, per natura e mestiere, è difficoltoso trasformarsi in un coltivatore del mare in grado di gestire un "terreno" di pesca.

Sicuramente, però, il valore aggiunto di una simile iniziativa sta nel coniugare la tutela di un bene ambientale di tutti, il mare, con il vantaggio economico di molti, senza depauperarne quantità e qualità, ma anzi aumentandole.

Nell'ipotesi, auspicabile, che l'esempio della Regione Abruzzo possa fornire lo stimolo ad altre amministrazioni, le idee progettuali, la realizzazione dell'opera, il suo controllo e monitoraggio, gli studi scientifici e la ricerca applicata diventeranno un patrimonio comune e un piccolo contributo per il raggiungimento del più grande obiettivo dello sviluppo sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2008. Monitoraggio biologico sulle barriere artificiali installate in prossimità della Torredel Cerrano 4° anno di monitoraggio - Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" Centro di Biologia delle Acque Giulianova.
- AA.VV., 2008. Monitoraggio biologico sulle barriere artificiali installate in prossimità di Colonna 4° anno di monitoraggio - Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" Centro di Biologia delle Acque Giulianova.
- AA.VV., 2008. Monitoraggio biologico sulle barriere artificiali installate in prossimità di Pescara 4° anno di monitoraggio - Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" Centro di Biologia delle Acque Giulianova.
- AA.VV., 2008. Monitoraggio biologico sulle barriere artificiali installate in prossimità di Martinsicuro 2° anno di monitoraggio - Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" Centro di Biologia delle Acque Giulianova.
- Bisca, A., Giuliani Ricci, V., Pepoli, R., Rambelli, F., Vistoli G.P. 1994. - Paguro, immagini da un relitto - Calderini.
- Bombace G., 1995. Le barriere artificiali nella gestione razionale della fascia costiera italiana. *Biol. Mar. Medit.*
- Bombace, G., Fabi, G., Fiorentini, L. – Census results on artificial reefs in the Mediterranean sea - *Bollettino di Oceanologia Teorica e Applicata* - Vol. XI, N. 3-4 – July–October 1993.
- Bombace, G., Fabi, G., Leonori, J., Sala, A., Spagnolo A. – Valutazione con tecnica elettroacustica della biomassa vagile presente in una barriera artificiale del medio Adriatico - *Biol. Mar. Medit.* (1998), 5 (3): 1843-1854.
- Bombace, G., Fabi, G., Gaetani, G. – Sperimentazione di un prototipo di gabbia da fondo per l'ingrasso di pesce in medio Adriatico - *Biol. Mar. Medit.* (1996), 3 (1): 186-191.
- Bombace, G., Fabi, G., Fiorentini, L., Speranza, S. - Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic sea - *Bulletin of Marine Science*, Vol. 55, No. 2-3, September 1994: 559-580.
- Bombace G., Castriota G., Spagnolo A., 1995. Benthic communities on concrete and coal-ash blocks submerged in an artificial reef in the central Adriatic Sea - *Proceedings of the 30th European Marine Biological Symposium Southampton, UK.*
- Bombace, G., Fabi, G., Fiorentini, L., Spagnolo, A. – Assessment of the ichthyofauna of an artificial reef through visual census and trammel net: comparison between the two sampling techniques. *Proceedings of the 30th European Marine Biological Symposium Southampton, UK, September 1995.*
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., 1995. Osservazioni sull'insediamento e l'accrescimento di *Pholas dactylus* L. (*Bivalvia*, *Pholadidae*) sui substrati artificiali - *Biologia Marina*.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Grati L., Panfili M., Spagnolo A., 1998. Maricoltura associata a barriere artificiali - *Biol. Mar. Medit.*
- Carbonari A., Mezzanotte M., 1993. Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio. Provincia di Trento.
- Castriota G., Fabi G., Spagnolo A., 1996. Evoluzione del popolamento bentonico insediato su substrati di calcestruzzo immersi in medio Adriatico - *Biol. Mar. Medit.*
- Cooperativa Ricerche Ecologiche ed Ambientali (C.R.E.A.), Palermo - Indagini bionomiche sulla piattaforma "Paguro" - Marina di Ravenna (RA), 29-30 settembre 1993 - 9 luglio 1994.

- Della Croce N., Cattaneo Vietti R., Danovaro R. 1997 – Ecologia e protezione dell’ambiente marino costiero – Utet.
- Fabi, G., Camilletti, E., Cicconi, E., Luccarini, F., Lucchetti, A., Panfili, M., Solustri, C. - Ruolo trofico della barriera artificiale di Cesano-Senigallia nei confronti di alcune specie ittiche - *Biol. Mar. Medit.* (1998), 5 (3): 1812-1721.
- Fabi, G., Grati, F., Luccarini, F., Lucchetti, A., Panfili, M., - Indicazioni per la gestione di una barriera artificiale: studio dell’evoluzione del popolamento necto-bentonico - *Biol. Mar. Medit.* (1999), 6 (1): 81-89.
- Fabi, G., Fiorentini, L. Comparison between an artificial reef and a control site in the Adriatic sea: analysis of four years of monitoring - *Bulletin of Marine Science*, Vol. 55, No. 2-3, September 1994: 538-558.
- Fabi, G., Fiorentini, L., Giannini, S. – Experimental shellfish culture on an artificial reef in the adriatic sea - *Bulletin of Marine Science*, Vol. 44, No. 2, March 1989: 923-933.
- Fabi, G., Fiorentini – Molluscan aquaculture on reefs. Proceedings of the 1st conference of the European Artificial Reef Research network - Ancona, Italy, 26-30 March 1996.
- Falciai, L., Minervini, R., 1992 – Guida dei Crostacei Decapodi D’Europa - Franco Muzzio Editore.
- Giansante C., Fatigati M., Onori L., Ferri N., 2008. Monitoraggio di fauna ittica nelle zone interessate da barriere artificiali sommerse con funzione antistrascico finalizzate al ripopolamento nelle acque costiere della Regione Abruzzo - Poster al 6° Convegno Nazionale per le Scienze del Mare.
- Lamberti V., Pellegrini D., Pulcini M., Valentini A. – Analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili in ambiente marino – In: “Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino - costiero (triennio 2001-2003), Metodologie analitiche di riferimento”, Benthos – scheda 1. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM 2001.
- Luther W., Fiedler K., 1990. Guida alla fauna marina costiera del Mediterraneo - Franco Muzzio Editore.
- Manzoni P., 1987. Enciclopedia illustrata delle specie ittiche marine - Istituto Geografico De Agostini.
- Margalef R., 1958. Information theory in ecology - *Gen Syst.*
- Negra O., Lipparini Zobebe G., 2005. I molluschi e le loro conchiglie - Franco Muzzio Editore
- Odum E. P., 1987. Basi di ecologia. Piccin Ed.
- Poppe, G.T., Goto, Y. 1993. – European seashells - Vol. II, Verlag Christa Hemmen.
- Relini G. I., 1998. Progressi della ricerca italiana sulla pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*
- Relini G., Bertrand J., Zamboni A., 1998. Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*
- Riedl R., 1991. Fauna e Flora del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore.
- Shannon C.E., Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, Univ. Illinois Press.
- Simpson E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 1949.
- Tibaldi E., 1995. Pesci e Mammiferi marini. Gulliver Edizioni.
- UNIMAR 2001. Atlante delle imbarcazioni da pesca italiane. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali.

