

PROVINCIA DI LIVORNO
ARPAT



PARCO DEI DUE CASTELLI
un'area protetta costiera

ATTI DEL SEMINARIO
Livorno, 19 Aprile 2000

Parco dei due Castelli

Un'area protetta costiera

Atti del Seminario

Livorno, 19 Aprile 2000

© ARPAT 2001

Coordinamento editoriale e redazione: Silvia Angiolucci, ARPAT

Realizzazione editoriale: Litografia I.P., Firenze

Copertina e grafica: Franco Signorini

Stampato su carta ecologica

Finito di stampare nel mese di novembre 2001

Indice e autori

Prefazione	Alessandro Lippi <i>Direttore generale, ARPAT</i>	9
Introduzione ai lavori	Marco Della Pina <i>Assessore alle Politiche ambientali, Provincia di Livorno</i>	11
	Alessandro Lippi	13
Il progetto per la creazione di una zona di tutela biologica. Elementi legislativi per l'istituzione del Parco dei due Castelli	Fabrizio Serena, Cecilia Mancusi <i>ARPAT</i>	15
	Premessa	15
	Il progetto	16
	Elementi legislativi	18
Valutazione delle attività di pesca	Alvaro Juan Abella <i>ARPAT</i>	27
	Mario Sbrana <i>Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM)</i>	
	Premessa	27
	Metodologia impiegata	27
Il Parco dei due Castelli: un primo approccio metodologico per lo studio dell'avifauna locale	Emiliano Arcamone, Laura Leone <i>Centro Ornitologico Toscano Museo di Storia Naturale del Mediterraneo</i>	31
	Premessa	31
	Metodologia impiegata	32
	Bibliografia	33

Prospezione archeologica subacquea nel tratto di mare compreso tra il Castello del Boccale e Castel Sonnino. Ipotesi di lavoro e problemi metodologici	Sergio Bargagliotti, Pamela Gambogi <i>Soprintendenza Archeologica della Toscana</i>	35
	Premessa	35
	Metodologia impiegata	36
	Strumentazione impiegata	40
	Conclusioni	40
	Bibliografia	42
Analisi della distribuzione dei popolamenti bentonici	Andrea Belluscio <i>Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dipartimento Biologia Animale e dell'Uomo</i>	43
	Generalità e obiettivo dello studio	43
	Metodologia impiegata	44
Criteri di ricerca ecologica per l'istituzione di aree protette: una possibile applicazione al caso del Parco dei due Castelli	Lisandro Benedetti-Cecchi <i>Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente</i>	53
	Introduzione	53
	I popolamenti di costa rocciosa di Calafuria	56
	Proposta di indagine	59
	Tempi di svolgimento e previsione di effetti	62
	Bibliografia	65
Censimento e rilievo topografico delle cavità naturali sommerse	Gianpaolo Bianucci <i>Gruppo Speleologico Archeologico Livornese - Museo di Storia Naturale del Mediterraneo</i>	67
Censimento della fauna malacologica	Enzo Campani <i>Gruppo Malacologico Museo di Storia Naturale del Mediterraneo</i>	69
	Premessa	69
	Metodologia impiegata	69
	Bibliografia	74

Caratterizzazione dei parametri chimico-fisici delle acque prospicienti al Parco dei due Castelli	Lucio de Maio <i>ARPAT</i>	75
Premessa		75
Caratteristiche tecniche del "Poseidon", il battello oceanografico di ARPAT		75
Proposta di attività nell'ambito della creazione della zona di tutela biologica, paesaggistica e architettonica, nell'area compresa tra i due castelli del Boccale e di Sonnino		77
Proposta di regolamento dell'area marina protetta denominata "dei due Castelli"	Luciano De Nigris <i>Associazione Archeo Sub, Livorno</i>	79
Premessa		79
Bozza di regolamento		80
Regolamentazione dell'attività subacquea		81
Produzione di materiale di documentazione		82
Sistema informativo geografico per lo studio e il monitoraggio di aree protette	Luciano Fortunati <i>CNUCE – CNR</i>	83
Premessa		83
Raccolta e integrazione dei dati		84
Rappresentazione e analisi dei dati		84
Distribuzione via Web dei dati		85
Dinamica di popolazione del corallo solitario <i>Balanophyllia europea</i> (<i>Anthozoa, Scleractinia</i>) di Calafuria	Stefano Goffredo <i>Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale</i>	87
Introduzione		87
Materiali e metodi		87
Bibliografia		89
Geomorfologia del Parco dei due Castelli	Renzo Mazzanti, Maria Teresa Pareschi <i>Centro di Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino</i>	91

	Roberto Auteri <i>ARPAT</i>	
Introduzione		91
Il modellamento della costa dei due Castelli		93
Bibliografia		105
L'esperienza della Riserva Naturale Marina di Miramare (WWF-Italia, I.C.D., Ministero dell'Ambiente) tra conservazione, gestione sostenibile del territorio e pressione alieutica	Roberto Odorico, Marco Costantini <i>Riserva naturale Marina di Miramare – WWF</i>	107
Premessa		107
Alcuni numeri		108
Attività scientifica		109
Attività educativa		110
L'esperienza nella gestione della pesca locale		111
Studio botanico all'interno dell'area del Parco dei due Castelli	Rosella Panti <i>Gruppo Botanico Museo di Storia Naturale del Mediterraneo</i>	113
Obiettivi e metodologia		113
Proposta per un programma di ricerca sulle comunità macroalgali della costa livornese	Luigi Piazzì <i>Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Scienze dell'Uomo e dell'Ambiente</i>	117
Premessa: caratteristiche biologiche dell'area e stato dell'arte		117
Obiettivi della ricerca		117
Metodiche e tempi di svolgimento		118
Bibliografia		119
Caratterizzazione della entomofauna dell'area costiera Castello del Boccale–Castel Sonnino	Alfio Raspi <i>Università degli Studi di Pisa, Dipartimento Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose (CDSL), Sezione Entomologia Agraria</i>	123
Premessa		123
Obiettivi e metodologia		125
Studio della Cetofauna all'interno del Parco dei due Castelli	Anna Roselli <i>Museo di Storia Naturale del Mediterraneo</i>	127

	Cecilia Mancusi <i>ARPAT</i>	
	Paola Nicolosi <i>Museo di Zoologia, Università degli Studi di Padova</i>	
Premessa: Il Centro Studi Cetacei		127
Osservazione e censimento dei Cetacei lungo il litorale livornese		129
Metodologia di indagine		130
Dinamica delle popolazioni animali insediate sulla falesia di Calafuria, con particolare riferimento al Corallo rosso	Giovanni Santangelo, Lorenzo Bramanti <i>Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Etologia, Ecologia, Evoluzione</i>	137
Premessa		137
Metodologia di indagine		139
Bibliografia		140
Testimonianze umane nell'area dei due Castelli	Mario Taddei <i>Gruppo Archeologico Museo di Storia Naturale del Mediterraneo</i>	141
Premessa		141
Aspetti geologici del litorale		142
Bibliografia		150
I metodi di censimento visuale nello studio di comunità ittiche	Marino Vacchi, Gabriele La Mesa <i>Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare (ICRAM)</i>	151
Premessa		151
Caratterizzazione della comunità ittica		151
Metodi di censimento visuale		152
Tecniche di rilevamento		154
Il censimento visuale: limiti, problemi e soluzioni		154
Scelta del metodo e disegno sperimentale		155
Rilevamento di popolazioni naturali di Anfibi e Rettili	Marco Zuffi <i>Università degli Studi di Pisa Museo di Storia Naturale e del Territorio</i>	157
Premessa		157
Metodologie di indagine		157
Bibliografia		159

Prefazione

Il seminario, del quale oggi pubblichiamo gli atti, si è svolto ad aprile del 2000 e ha avuto, tra gli altri, il merito di avviare una proficua discussione sulla possibilità di creare un'area di riserva biologica lungo la costa livornese. ARPAT si è posta, in quest'ottica, come soggetto proponente e coordinatore del gruppo di lavoro; l'uscita di questo volume, oltre a rappresentare un importante riferimento anche come strumento professionale di riflessione, testimonia il rilievo che iniziative come questa costituiscono per l'Agenzia: una tappa fondamentale nel percorso intrapreso nei confronti della protezione dell'ambiente.

Il taglio, dunque, che abbiamo voluto dare al seminario, con il Dr. Fabrizio Serena e gli operatori dell'“Area Mare” dell'Agenzia, e soprattutto il messaggio che sta dietro alla pubblicazione degli atti, vuole indicare una via concreta di realizzazione del progetto. In tal senso ai relatori che parteciparono al seminario fu chiesto un intervento a carattere metodologico, per marcare le intenzioni del progetto stesso.

A distanza di un anno sono maturati aspetti che oggi hanno acquisito una valenza tale da imprimere maggior valore e forza a questa iniziativa che si colloca, a giusta ragione, nei progetti comunitari INTERREG asse IIIA. In quest'ottica ARPAT ha allargato, sempre d'intesa con l'Amministrazione provinciale di Livorno, l'idea anche ad altri soggetti e, quindi, si trova ora a coordinare, come rappresentante della Toscana, non solo un nutrito gruppo di ricercatori che afferiscono a varie Università, come quelle di Pisa, Firenze, Roma, Bologna, e Istituti di ricerca come il CNR e l'ICRAM, ma anche partner extra regionali (Università di Sassari come rappresentante della Sardegna) e stranieri (Università di Corte e l'Istituto Oceanografico STARESO della Corsica).

Tutti questi motivi danno forza alla convinzione della Provincia e dell'Agenzia che la proposta di studio dell'area compresa nel Parco dei due Castelli venga accolta con favore dalle Commissioni giudicatrici e che possano essere concesse le necessarie risorse per soddisfare intenzioni che, attraverso la valorizzazione delle risorse naturali (e, nel nostro caso, anche storiche) e l'attenzione posta alle capacità produttive, garantiscano nello stesso tempo la sostenibilità ambientale.

Alessandro Lippi

Introduzione ai lavori

Chi percorra per la prima volta il tratto di costa tirrenica tra Livorno e Quercianella ricava spesso un'impressione confusa ed incerta, a metà tra il fascino e la delusione. Viaggiando lungo la strada resa famosa dal film "Il sorpasso", si resta infatti affascinati dal particolare pregio storico, paesaggistico e biologico di questo tratto roccioso della costa, punteggiato dalle torri costiere medicee, ma subentra presto un senso di amarezza e di delusione, che si alimenta nel rumore assordante, nelle lunghe ed interminabili attese del traffico estivo, nei contorni degradati di cave abbandonate.

Da tempo e da più parti si è quindi avvertita la necessità di una valorizzazione di quest'area, che offra garanzie per una razionale e consapevole conservazione e fruizione degli ambienti storici e naturali. Nel periodo primaverile ed estivo quest'area costituisce ad esempio la meta preferita per escursioni subacquee di molte persone provenienti dal nord e dal centro Italia, ed è maturata in alcune associazioni di sub l'idea di istituire nella zona compresa tra i castelli di Sonnino e Boccale un'area protetta marina. All'interesse sportivo e ricreativo di associazioni del tempo libero si è unito quello di categorie professionali legate al mare, ed è emersa anche una forte curiosità da parte di alcune istituzioni scientifiche. Veniva maturando poi anche il progetto di non limitare l'area di tutela alla sola parte marina, ma di estenderla anche alla zona rocciosa costiera e ai suoi beni storici e culturali, così come all'interno, dove è presente un'area di elevato valore naturalistico.

Di tutto questo pullulare di idee e progetti si è fatta interprete la sezione GEA di ARPAT, che ha cercato il coinvolgimento delle istituzioni locali, in primo luogo la Provincia ed il Comune di Livorno. Le istituzioni locali hanno subito mostrato un forte interesse per queste proposte, che portavano contributi a precedenti progetti di valorizzazione della zona di Calafuria, sempre rimasti nei cassetti, oppure riuscivano a rendere finalmente concrete alcune

idee che avevano già trovato formalizzazione negli strumenti della pianificazione territoriale.

Questo seminario sulla fattibilità di un'area marina protetta integrata alla realtà costiera, denominata "Parco dei due Castelli", ha lo scopo di coordinare e mettere insieme i molteplici soggetti interessati a questo progetto e di fare il punto delle conoscenze scientifiche raggiunte. La Provincia di Livorno, in accordo ed in contatto costante con il Comune di Livorno, si dichiara disponibile ad assumere un ruolo promotore affinché la proposta di creazione di una zona di tutela biologica dell'area compresa tra i castelli del Boccale e di Sonnino possa trovare strumenti efficaci e concreti di intervento. Per far in modo che svanisca finalmente la delusione e si rafforzi invece il fascino in chi percorre questo tratto della costa tirrenica.

Marco Della Pina

Il ruolo di ARPAT all'interno dello scenario regionale si esprime attraverso vari elementi che, fondamentalmente, sono relativi sia alle tradizionali funzioni ispettive - le quali tengono necessariamente conto delle conoscenze sullo stato delle risorse naturali - sia alla implementazione delle attività di monitoraggio, con pianificazione degli aspetti qualitativi e quantitativi. Questi due elementi principali, considerati unitamente, possono rivelarsi la fonte primaria di acquisizione delle conoscenze basilari per i compiti istituzionali dell'Agenzia e di vitale supporto alle strategie di elaborazione, attuazione e valutazione delle politiche ambientali regionali e locali. Tra le funzioni istituzionali dell'Agenzia rientrano anche la raccolta dei dati, l'elaborazione, nonché la loro diffusione. Il ruolo tecnico assunto a supporto degli organi di governo del territorio ha acquisito, sempre più, centralità, e per tale motivo deve essere incentivato e affinato attraverso la sperimentazione e la ricerca in collegamento, soprattutto, con le Università toscane.

Il ruolo di ARPAT, da un'attività di mera analisi laboratoristica dello "stato di salute dell'ambiente", evolve, dunque, verso quello di intervento progettuale attraverso le funzioni di cui l'Agenzia si è arricchita da tempo: l'educazione ambientale, la documentazione, la comunicazione e la ricerca. In sostanza si è trattato di individuare e consolidare, seppure con fatica, quei sistemi strategici indispensabili allo sviluppo organizzativo, alla valorizzazione delle qualificate risorse umane già esistenti e all'efficienza operativa. Tra i diversi obiettivi che ARPAT si è prefissata di raggiungere vi è quello di attivare e rendere produttivi sia i progetti di ricerca, al fine di innovare i modelli di approccio metodologico e conoscenze sulle pressioni ambientali, sia il sistema di documentazione, al fine di garantire un'azione continua ed efficace di diffusione delle conoscenze acquisite.

Infine, ma non in ordine di importanza, si colloca la funzione che l'Agenzia sta svolgendo in merito alla diffusione degli strumenti di ecogestione ambientale che prevedono, tra l'altro, l'attenzione a tematiche specifi-

che come i parchi, le aree protette e la tutela della biodiversità.

L'impegno di ARPAT nei confronti delle problematiche ambientali va, quindi, ben oltre le considerazioni relative alla loro soluzione. L'Agenzia può e vuole essere anche propositiva e indicare a chiare linee, e a pieno titolo, la valorizzazione dell'ambito di lavoro in cui manifesta la propria professionalità.

Oggi più che mai l'esigenza della salvaguardia ambientale è sentita da tutti come un bisogno prioritario e impellente; l'Agenzia vuole, in tal senso, dare una risposta puntuale, indicando anche quali e quanti possono essere i percorsi da seguire per il raggiungimento non solo di questo obiettivo, ma anche di altri più specifici e relativi al recupero e alla valorizzazione dei beni ambientali in genere. Alla base del suo operato, tra le altre, ARPAT pone come condizione fondamentale l'esatta conoscenza dello stato dell'arte: prima ancora di valutare la fattibilità d'attuazione di un progetto, marino o terrestre che sia, che porti alla costituzione di un'area protetta, occorre, in prima istanza, dotarsi di validi e concreti strumenti tecnico-scientifici. E' per tale motivo che sono state coinvolte in gran numero, nel caso del "Parco dei due Castelli" professionalità altamente qualificate ed afferenti a molteplici discipline in grado di acquisire certamente le informazioni di base sulle quali costruire il percorso da seguire. Il nostro cammino dovrà passare, quindi, attraverso una sorta di "coordinamento superiore" nell'ambito del quale scambiare non solo impressioni di lavoro, ma attuare veri e propri trasferimenti di conoscenze ed esperienze, mirando anche a far coincidere le esigenze dei singoli gruppi di lavoro, per trovare insieme le soluzioni. Dal momento che in questa iniziativa saranno coinvolti anche i ricercatori dell'Università di Corte dell'Alta Corsica, il processo riveste ancora un maggior valore, assumendo i connotati di un lavoro a valenza internazionale. ARPAT si sente altamente responsabilizzata e onorata di svolgere il ruolo di coordinatrice di tante professionalità, e auspica non solo il raggiungimento dell'obiettivo per il quale siamo riuniti a discutere, ma aspira anche a ottenere uno strumento tecnico di valida applicazione per questa specifica esperienza, ma riproponibile anche per altre realtà tirreniche.

Alessandro Lippi

IL PROGETTO PER LA CREAZIONE DI UNA ZONA DI TUTELA BIOLOGICA. ELEMENTI LEGISLATIVI PER L'ISTITUZIONE DEL PARCO DEI DUE CASTELLI

Fabrizio Serena, Cecilia Mancusi

Premessa

L'area oggetto dello studio è quella compresa tra i due castelli del Boccale e di Sonnino, e le due foci dei torrenti Marroccone a Nord, Rogiolo a Sud; in mare è delimitata dalla batimetria dei 40 metri e a terra dalla strada statale. In particolare, solo la porzione marina misura appena 200 ettari e circa 4 km di costa. Quella in questione non è un'area molto vasta ma rappresenta, in ogni caso, una zona d'alto pregio paesaggistico e biologico. E' molto frequentata in tutte le stagioni e al suo interno esistono varie attività produttive, sia in terra che in mare. Queste attività e l'alto numero di presenze umane dovranno essere tenute in debita considerazione in tutte le fasi del progetto, compresa l'eventuale futura istituzione del parco.

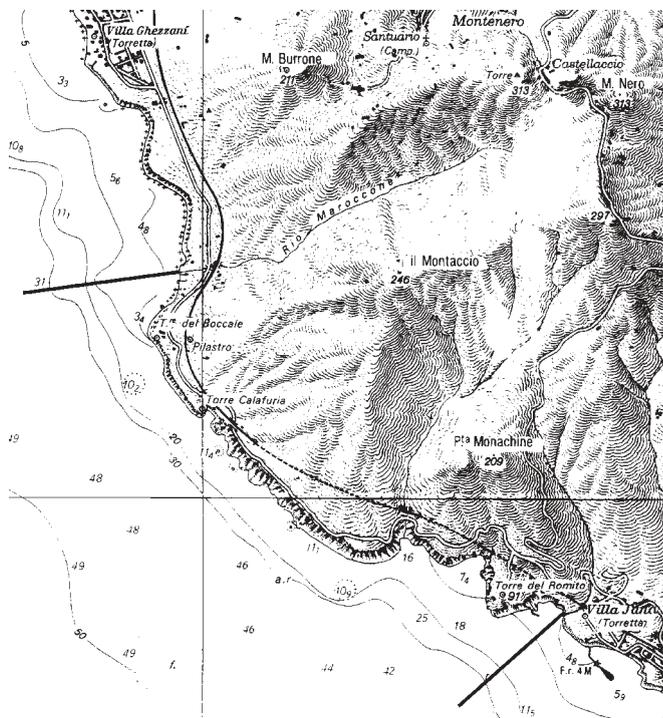


Fig. 1 *Delimitazione dell'area proposta come zona di tutela biologica.*

Quanto segue non vuole assolutamente essere esaustivo di un argomento vasto e complesso come questo, ma semplicemente rappresentare un quadro d'insieme delle problematiche che si possono incontrare quando si vuole parlare di iniziative di questo tipo. Gli argomenti trattati, pertanto, potranno risultare approssimativi o solo superficialmente affrontati. Nostra intenzione è, comunque, quella di riuscire a fornire un'idea generale d'insieme sull'argomento in questione che, in un futuro, speriamo non molto lontano, possa magari essere adeguatamente sviluppata ed approfondita.

Il progetto

Nell'ambito di questo progetto, che vede coinvolti molti istituti universitari, il CNR, diversi Centri di ricerca, nonché Associazioni di volontari, l'obiettivo principale è quello di caratterizzare l'area in oggetto soprattutto dal punto di vista biologico. I vari gruppi di lavoro saranno pertanto impegnati a fornire una fotografia puntuale della distribuzione degli organismi presi in considerazione in ogni singola tematica. Uno specifico gruppo di lavoro avrà contemporaneamente il compito di rappresentare i risultati ottenuti dagli altri gruppi. In merito a ciò dovrà esserci la massima disponibilità e collaborazione da parte di tutti i gruppi di studio.

L'analisi della distribuzione degli organismi sul territorio marino e terrestre può rivestire un ruolo prioritario nello studio delle aree costiere, soprattutto di quelle destinate a diventare aree protette. Le comunità in genere rappresentano, infatti, i sistemi più facilmente utilizzabili dal ricercatore e più frequentemente impiegati nelle indagini sulla qualità ambientale. Tali comunità, analizzate nella loro composizione e trasformazione nel tempo, possono acquisire un ruolo di indicatori biologici. L'utilizzo di questi indicatori in ambienti fluviali è ormai un dato di fatto; la stessa cosa non si può dire, invece, per gli ambienti marini, poiché soggetti ad una maggiore complessità di rapporti che investono fattori di tipo abiotico (tipo di substrato, grado di penetrazione della luce, idrodinamismo, ecc.) e biotico (rapporti intra e interspecifici, quali quelli di densità dipendenti), spesso di difficile misurazione. E' per questo motivo che il progetto ha voluto, fin dall'inizio, dotarsi di molteplici professionalità, le quali, ben coordinate, potranno fornire un risultato più specifico e forse riproponibile come strumento metodologico ed esportabile in altre realtà simili.

Di fondamentale importanza, nello studio per la caratterizzazione dell'a-

rea da indicare come meritevole di protezione e valorizzazione, è la conoscenza della composizione e distribuzione delle comunità e dei rapporti che s'instaurano con l'ambiente al fine di individuare i livelli di protezione da adottare in un'eventuale gestione della fascia costiera.

La conduzione di ricerche nel campo delle scienze biologiche e ambientali richiede la raccolta, l'analisi e l'interpretazione di grandi quantità di dati provenienti da diverse fonti e raccolte spesso con metodologie differenti. Strumenti come i Sistemi Informativi Geografici (GIS) contribuiscono all'integrazione di banche dati riguardanti tematiche diverse; la loro organizzazione garantisce la gestione ottimale dei dati stessi e facilita, oltre che l'analisi, anche la visualizzazione.

Due sono gli aspetti fondamentali in un approccio georeferenziato:

- 1) *Posizione geografica*, elemento basilare nelle scienze ambientali, poiché permette di comprendere la scala spaziale dei processi, di studiare la distribuzione dei fenomeni e di modellare le interazioni spaziali.
- 2) *Dimensione geografica* (relativamente all'informazione), di certo un punto critico per integrare dati e modelli differenti, sviluppare e valutare possibili scenari, monitorare fenomeni, fornire raccomandazioni gestionali.

Possiamo facilmente intuire come la costituzione di banche dati geografiche ambientali rappresenti un obiettivo strategico per l'intera comunità scientifica e per le scienze ambientali in particolare, sia per ottenere un ritorno immediato, sia per un utilizzo futuro in nuovi progetti di ricerca che comportano problemi di monitoraggio e l'integrazione con ulteriori dati.

Il raggiungimento degli obiettivi del progetto passa attraverso un percorso che in parte è già stato visitato. Di seguito sono elencati i momenti che caratterizzeranno le varie fasi di lavorazione relative al progetto:

- 1) Prima giornata di studio. Quella che stiamo vivendo oggi (19 aprile 2000). Durante il seminario della giornata odierna, i relatori esporranno le metodologie di studio che intendono mettere in atto, ognuno nel proprio campo di interesse specifico.
- 2) Si auspica, come secondo passo fondamentale di tale percorso, la costituzione di un Comitato Promotore che potrebbe essere composto da Provincia di Livorno, ARPAT, Università di Pisa e Archeo Sub (Sez. di Livorno). Il Comitato si dovrebbe riunire diverse volte provvedendo a fare

il punto della situazione e valutando i tempi e i modi di presentazione del progetto in ambito comunitario. Alcuni componenti del Comitato, inoltre, dovrebbero prendere contatti con i colleghi Corsi per concordare le modalità di un loro coinvolgimento nel progetto (i colleghi Corsi, contattati in modo informale, hanno già manifestato il loro interesse e la loro disponibilità a partecipare al progetto).

3) Formulazione delle linee del progetto da sottoporre all'UE.

In linea di massima le fasi operative vere e proprie del progetto potranno essere le seguenti:

- i lavori saranno preceduti da un seminario introduttivo sulle metodologie di acquisizione dei dati, (compatibilmente con gli obiettivi raggiungibili dai singoli gruppi di lavoro), al fine di rendere confrontabili tutte le procedure di studio;
- rilevamento dati (durata di 1 anno);
- analisi dei dati, eventuali aggiornamenti, formulazione dei progetti di recupero ambientale e architettonico (durata di 6 mesi);
- restituzione dei risultati (durata di 6 mesi).

Nell'ambito di questa fase un ruolo importante sarà svolto dal gruppo di lavoro di rappresentazione dei dati che dovrà fornire un quadro d'insieme.

- Seconda giornata di studio.

Presentazione dei risultati da parte dei vari gruppi di lavoro, mostra fotografica e video a circuito chiuso degli ambienti presi in considerazione, pubblicazione degli atti. In seguito all'acquisizione di tutte le informazioni sarà possibile creare pagine WEB, cataloghi on-line, sistemi multimediali ecc. Infine, per quanto di estremo valore, la pubblicazione di un volume che raccolga tutti i risultati, restituendoli in fase divulgativa. Il Comitato promotore allargato costituirà il gruppo editoriale.

- La fase finale e conclusiva del progetto sarà la richiesta ufficiale d'istituzione dell'area di tutela all'Amministrazione Centrale (Ministero dell'Ambiente).

Elementi legislativi

Strumenti della Legge quadro per i Parchi nazionali

Organizzazione Amministrativa

La Legge Quadro 394/91 detta i principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette al fine di garantire e promuovere, in

forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese. Per patrimonio naturale del paese si definisce qualsiasi formazione fisica, geologica, geomorfologica o biologica o gruppi di esse, che abbiano rilevante valore naturalistico o ambientale.

La legge quadro prevede due organismi:

- 1) Comitato per le aree naturali Protette (Conferenza Stato-Regioni)
- 2) Consulta Tecnica per le aree naturali Protette (con una Segreteria Tecnica)

La legge Bassanini ha abolito il Comitato sostituendolo con la Conferenza Stato-Regioni che esprime parere su:

- a) Identificazione linee generali
- b) Integrazione, classificazione aree protette
- c) Adozione programma
- d) Approvazione elenco aree protette

La Consulta esprime parere di carattere tecnico-scientifico in materia di conservazione su richiesta del Comitato o del Ministero dell'Ambiente.

Gestione

La legge definisce uno speciale regime di tutela e di gestione allo scopo di perseguire le seguenti finalità:

- conservazione di specie animali o vegetali, o associazioni di vegetali o forestali, di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche, di comunità biologiche, di valori scenici e panoramici, di processi naturali, di equilibri idraulici e idrogeologici, di equilibri ecologici;
- applicazione di metodo di gestione o di restauro ambientale idonei a realizzare una integrazione tra uomo e ambiente naturale, anche mediante la salvaguardia di valori antropologici, archeologici, storici e architettonici delle attività agro-silvo-pastorali e tradizionali;
- promozione di attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica, anche interdisciplinari, nonché di attività ricreative compatibili;
- difesa degli equilibri idraulici e idrogeologici.

L'organo di gestione per la LQ 394/91 è l'Ente Parco vigilato dal Ministero dell'Ambiente.

La struttura dell'Ente Parco, oltre a un Direttore per la Parte Amministrativa, prevede i seguenti soggetti:

ORGANI	Presidente Consiglio Direttivo Giunta esecutiva Collegio dei Revisori dei conti Comunità del Parco
STRUMENTI	Regolamento del parco Piano per il parco Nulla Osta Piano Pluriennale economico e sociale Acquisti, espropri, indennizzi.

Sistema e classificazione delle aree naturali protette

La legge 394/91 definisce la classificazione delle Aree Naturali Protette e ne istituisce l'Elenco Ufficiale. Inoltre le ANP sono suddivise in categorie in relazione alle loro caratteristiche. La classificazione risulta così definita:

- a) Parchi Nazionali
- b) Parchi Regionali
- c) Riserve naturali (statali o regionali)
- d) Aree protette marine
- e) Zone Umide d'importanza nazionale

In base al recepimento delle direttive CEE 79/409 e 92/43 il Comitato ha introdotto nel Sistema di Classificazione anche le seguenti zone:

- f) Zone di importanza internazionale
- g) Zone di protezione speciale (Zps-79/409)
- h) Zone speciali di conservazione (Zsc-92/43)

In base alle leggi nazionali 394/91 e 979/82 sono inserite nel Sistema di Classificazione anche le "Aree di reperimento nell'ambito delle disposizioni per la difesa del mare".

Nello specifico le diverse categorie sono così definite:

Parco Nazionale: è costituito da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine con ecosistemi intatti o parzialmente alterati; da aspetti fisici e biologici di

rilievo nazionale e internazionale con valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini di una loro conservazione. Istituito con decreto del Presidente della Repubblica, su proposta del Ministero dell'Ambiente, sentita la Regione.

Parco Naturale Regionale e Interregionale: è costituito da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa.

Riserva Naturale statale: è costituita da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie di flora o fauna rilevanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Istituita con decreto del Ministero dell'Ambiente, sentita la Regione.

Aree protette marine: istituite con decreto del Ministero dell'Ambiente, con preventiva concertazione con il Ministero della Marina Mercantile e d'intesa col Ministero del Tesoro.

Area di Reperimento: terrestre o marina, indicata dalle leggi 394/91 e 979/82, che costituiscono aree la cui conservazione attraverso l'istituzione di aree protette è considerata prioritaria.

Istituzione nell'Elenco Ufficiale

Per accedere ai finanziamenti statali, che consentono la gestione di un'area protetta, occorre che questa risponda a determinati requisiti per essere inserita nell'Elenco Ufficiale delle Aree protette. I criteri di iscrizione sono i seguenti:

- 1) Soggetti titolati a presentare domanda di iscrizione (cioè chi ha istituito l'area protetta)
- 2) Esistenza di provvedimento istitutivo formale pubblico o privato (legge o provvedimento equivalente)
- 3) Esistenza di perimetrazione (deve esistere una documentazione cartografica)
- 4) Presenza di valori naturalistici all'interno dell'area
- 5) Coerenza con le norme di salvaguardia previste dalla legge 394/91
- 6) Garanzia di gestione da parte di Enti, Consorzi o soggetti giuridici
- 7) Esistenza di bilancio o provvedimento di finanziamento (anche se passivo).

Diverse categorie d'uso delle aree protette

La tutela dei valori naturali e ambientali è affidata all'Ente Parco (L. 394/91 art.12) e perseguita attraverso lo strumento del piano del parco che suddivide il territorio in base al diverso grado di protezione. Si riconoscono pertanto diverse aree con caratteristiche differenziate in funzione dell'uso, godimento e tutela:

- a) *Riserva integrale*, nella quale l'ambiente naturale è conservato nella sua integrità.
- b) *Riserva Generale Orientata*, nella quale è vietato eseguire opere di trasformazione del territorio e degli edifici. Possono essere consentite le utilizzazioni produttive tradizionali.
- d) *Area di Protezione* nella quale, in armonia con le finalità istitutive e in conformità ai criteri generali fissati dall'Ente, possono continuare, secondo gli usi tradizionali, agricoltura biologica, raccolta di prodotti naturali, pesca; è incoraggiata anche la produzione artigianale di qualità.
- e) *Area di Promozione Economica*, facente parte del medesimo sistema, modificata, dai processi di antropizzazione, nella quale sono consentite attività compatibili con le finalità istitutive e finalizzate al miglioramento della vita socio-culturale e al miglioramento del godimento del parco da parte dei visitatori.

La Rete Europea

La direttiva europea 43/92 CEE (Habitat) prevede che gli stati membri dell'Unione individuino sul proprio territorio aree di interesse al fine di costituire una rete europea di aree protette (NATURA 2000). Per favorire questo processo è stato attivato uno strumento finanziario nell'ambito del programma LIFE NATURA che prevede la realizzazione dei Siti di Interesse Comunitario (SIC), Zone di Protezione Speciali designate ai sensi della direttiva europea 79/409/CEE (Direttiva UCCELLI). I finanziamenti europei coprono il 50% o il 75% della spesa.

Purtroppo deve essere registrata una infrazione che la comunità europea ha mosso nei confronti dell'Italia in quanto il nostro paese non è stato in grado, fino ad ora, di classificare in maniera sufficiente le Zone di Protezione Speciale (ZPS). In sostanza è stato designato uno scarso numero di aree, oppure, più semplicemente, non è stata prodotta idonea informazione cartografica.

Le convenzioni internazionali

Sono di competenza del Ministero dell' Ambiente gli adempimenti delle Convenzioni Internazionali delle direttive e dei regolamenti concernenti l'ambiente e il patrimonio naturale di seguito riportati:

Convenzione di Rasmar (Zone umide) sottoscritta il 2.2.71, ratificata il 13.3.76

Convenzione di Barcellona (Protezione del Mediterraneo dall'inquinamento) sottoscritta il 16.2.76, ratificata il 25.1.79. Prevede diversi protocolli tra i quali il MAP (Mediterranean Action Plan), che provvede a garantire la qualità ambientale, e il MedSpa, che provvede alla protezione delle specie minacciate e alla conservazione degli habitat

Convenzione di Parigi (Avifauna) sottoscritta nel 1950, ratificata nel 1979

Convenzione di Berna (Tutela vita selvatica e ambientale) sottoscritta il 19.9.79, ratificata il 5.8.81

Convenzione di Washington (Commercio delle specie, CITES) sottoscritta il 3.3.73, ratificata il 7.2.92, modificata il 13.3.93

Convenzione di Bon (Tutela specie migratrici) sottoscritta il 23.6.79, ratificata il 25.1.83

Convenzione delle Alpi (Protezione dell'arco alpino) sottoscritta a Salisburgo il 7.11.91, in corso di ratifica

Convenzione sulla biodiversità (Tutela della biodiversità specifica) sottoscritta a Rio de Janeiro il 5.6.92, ratificata il 14.2.94. Al fine di garantire l'uso sostenibile dei componenti biologici nonché dei benefici derivanti dall'utilizzazione delle risorse genetiche a livello globale e di assicurare la conservazione della biodiversità.

In materia di tutela delle specie e degli habitat la Comunità Europea ha adottato i seguenti provvedimenti:

Direttiva 79/409 CEE "UCCELLI" (per la tutela dell'avifauna) recepita con L. 157 del 11.2.92

Direttiva 92/43/CEE "HABITAT" (Conservazione e salvaguardia della biodiversità) recepita con dpr. 357 del 8.9.97. Per il mantenimento e il ripristino di Habitat (zone terrestri e marine) e la tutela delle specie

Regolamento n. 3626/82/CEE (Tutela delle specie in via di estinzione)

Regolamento n. 1973/92/CEE "LIFE" (Per sostegno finanziario di azioni per la natura).

Strumenti di finanziamento

Gli interventi di risanamento ambientale, disinquinamento e difesa del suolo hanno richiamato in questi ultimi anni molta attenzione, tanto da ottenere la destinazione di risorse nazionali e comunitarie. Tale attenzione consentirà senz'altro la valorizzazione stessa delle azioni, con inevitabile ricaduta positiva su tutto il territorio.

Due sono le linee attraverso le quali è possibile attivare procedure di conservazione della natura utilizzando validi strumenti finanziari:

1) Risorse comunitarie

a) *Life Natura*

b) *Life Ambiente*

c) *Quadro comunitario di sostegno (Qcs) – Pom Turismo*

d) *Quadro comunitario di sostegno (Qcs) – Pom Ambiente*

e) *Interreg III*

2) Risorse nazionali

a) *Programma stralcio di tutela ambientale 1997-1999 (L. 344/97, DM 28.5.98)*

b) *Delibera Cipe 12.7.1996 e 18.12.1996.*

Strumenti di finanziamento comunitari

a) Life natura

Individua i progetti mirati alla conservazione di:

- siti di interesse comunitario (Sic)
- siti di zone di protezione speciale (Zps)
- specie menzionate negli allegati

Prevede un finanziamento pari al 50% (max 75%).

I progetti finanziabili sono quelli riguardanti interventi naturalistici di ripristino.

I partner del progetto possono essere configurati con le associazioni ambientaliste.

È previsto anche un cofinanziamento a carico di un Ente pubblico.

b) Life ambiente

Individua i progetti ammissibili nelle seguenti azioni:

- azioni per uno sviluppo sostenibile
- azioni di assistenza tecnica

- azioni preparatorie per applicare le politiche a favore dell'ambiente (protezione e gestione razionale delle zone costiere ecc.).

c-d) Quadro comunitario di sostegno (Qcs)

- *Programma operativo multiregionale (Pom) Turismo*

Sottoprogramma I (Valorizzazione delle risorse di interesse turistico)

Misura 1 → Costituzione di centri di servizi di informazione, accoglienza ed educazione ambientale in aree protette

Misura 2 → Attività a sostegno del turismo escursionistico

- *Programma operativo multiregionale (Pom) Ambiente*

- Risanamento aree
- Eliminazione di rischi ambientali
- Salvaguardia del patrimonio.

e) Interreg III

La Commissione delle Comunità europee ha deciso di istituire un'iniziativa comunitaria concernente la cooperazione transeuropea, denominata "Interreg III" (Comunicazione del 28.04.00). Nell'ambito di Interreg III può essere concesso un sostegno comunitario a favore di misure e di regioni che rispettino gli orientamenti stabiliti nella comunicazione di cui sopra.

Questa nuova fase di Interreg si propone di rafforzare la coesione economica e sociale nella Comunità promuovendo la cooperazione transfrontaliera, transnazionale e interregionale e lo sviluppo equilibrato del territorio della Comunità. L'iniziativa si impernia quindi sugli interventi concernenti le frontiere e le zone di frontiera interne ed esterne della Comunità europea. Facendo riferimento all'esperienza acquisita con le precedenti iniziative Interreg, la nuova fase si articola in tre sezioni:

- a. promozione dello sviluppo regionale integrato tra regioni di frontiera contigue, comprese le frontiere esterne e talune frontiere marittime (sezione A); a questa sezione è destinata la quota preponderante delle risorse finanziarie;
- b. contributo all'integrazione territoriale armoniosa nella Comunità euro-

- pea (sezione B);
- c. miglioramento delle tecniche e delle politiche di coesione e di sviluppo regionale mediante la cooperazione transnazionale/interregionale (sezione C); si tratta della sezione con minore incidenza finanziaria.

Cooperazione transfrontaliera (Sezione A)

La cooperazione transfrontaliera tra autorità di zone limitrofe ha lo scopo di creare poli socioeconomici transfrontalieri mediante strategie congiunte di sviluppo territoriale sostenibile.

Questa sezione riguarda, tra le altre, le seguenti tematiche:

- promozione dello sviluppo urbano, rurale e costiero;
- condivisione di risorse umane e di strutture nel campo della ricerca, dello sviluppo tecnologico, dell'istruzione, della cultura, delle comunicazioni e della sanità al fine di aumentare la produttività e contribuire a creare posti di lavoro duraturi;
- incentivi alla tutela dell'ambiente (locale e globale), risparmio energetico e promozione di fonti di energia rinnovabili.

Strumenti di finanziamento nazionali

a) Programma stralcio di tutela ambientale

Finanzia progetti pilota individuati all'interno dei seguenti argomenti:

- strumenti per lo sviluppo sostenibile
- cambiamenti climatici
- gestione dei rifiuti
- risanamento ambientale
- valorizzazione del patrimonio naturale (biodiversità)
- tutela del mare, delle coste e delle isole minori.

b) Delibera Cipe

Per favorire lo sviluppo sociale ed economico. Si riferisce alle Misure di incentivazione previste dalla legge 394/91 art.7. Tale legge dispone che ai Comuni e alle Province interessate sia attribuita priorità nella concessione di finanziamenti.

VALUTAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PESCA

Alvaro Juan Abella, Mario Sbrana

Premessa

Il progetto prevede lo studio delle attività di prelievo da parte della pesca sia professionale che dilettantistica, nel tratto di mare compreso tra la torre di Calafuria e la torre di Calignaia, dalla costa fino alla profondità di 50 metri. Ciò permetterà di valutare la fattibilità della creazione della zona protetta, con una regolamentazione delle attività di pesca.

Metodologia impiegata

Lo studio è articolato in una fase preliminare per la definizione dell'attività di pesca nell'area in questione, tramite analisi di dati preesistenti ed interviste ai pescatori. A tale scopo saranno quindi analizzati i dati a disposizione negli archivi del CIBM e di ARPAT riguardanti l'attività di pesca professionale esercitata nell'area di studio. Ciò permetterà di disporre di tutte le informazioni già disponibili sullo sforzo di pesca, sugli attrezzi utilizzati, sul loro impiego nel corso dell'anno, sulla composizione specifica e sui quantitativi catturati. Quest'informazione sarà di estrema utilità per la programmazione di indagini più approfondite.

Per integrare i dati preesistenti e per una maggiore definizione della pesca nell'area, nell'ambito del progetto sarà seguita l'attività delle imbarcazioni commerciali che vi operano, tramite campionamenti mensili da svolgere nell'arco del primo anno di studio. Tale campionamento avrà lo scopo di fornire in maggior dettaglio la distribuzione spaziale delle "cale", l'eventuale successione temporale degli attrezzi utilizzati e delle specie catturate nel corso del tempo. Il campionamento prevederà la raccolta di dati in tre giorni successivi ogni mese per un anno direttamente ai punti di sbarco delle imbarcazioni operanti nell'area, facenti capo essenzialmente alle marinerie di Livorno e di Castiglioncello e Quercianella. Per incrementare il numero delle osservazioni è prevista la distribuzione di logbooks, da far compilare direttamente ai pescatori, dove saranno annotate catture giornaliere, attrezzo usato, area di pesca e altre informazioni che si ritengano importanti. A tale proposito risulterà fondamentale il coinvolgimento in tale attività delle Associazioni

della pesca professionale.

Data l'importanza della pesca dilettantistica nell'area in questione, l'indagine sarà estesa anche a questo tipo d'attività. Il progetto prevederà, infatti, l'identificazione delle zone maggiormente frequentate e una valutazione quali-quantitativa, sia dell'attività che del pescato, tramite un approccio di campionamento diretto sul posto, condotto per tre giorni al mese per la durata di un anno, integrato da interviste ai pesca-sportivi.

Contemporaneamente ai campionamenti della pesca commerciale e dilettantistica, verranno effettuate delle uscite di pesca sperimentale per tre giorni al mese. Per svolgere tale campionamento ci si avvarrà della disponibilità del natante e della relativa strumentazione (attrezzi da posta, GPS) in dotazione ad ARPAT. Lo studio sarà focalizzato sugli attrezzi normalmente impiegati dalla marineria commerciale operante in tale area e identificati nella fase conoscitiva preliminare (essenzialmente reti da posta fissa).

Il campionamento sperimentale prevede per ogni uscita l'impiego contemporaneo di diversi cali di rete, ciascuno della lunghezza di circa 300-500 m, da posizionare nelle zone più frequentemente sfruttate dalla pesca commerciale. Contemporaneamente saranno effettuati altri cali sul fondale compreso tra quaranta e cinquanta metri, che costituisce l'estremo esterno dell'area d'indagine. Sia al momento di calare la rete che di salparla saranno rilevati alcuni parametri quali le condizioni meteo-marine, la temperatura dell'acqua sul fondo e la torbidità. Tali informazioni risulteranno fondamentali data la relazione molto stretta esistente tra i rendimenti della pesca e gli attrezzi artigianali utilizzati, quali, ad esempio, le reti da posta.

Tutto il materiale pescato sarà identificato fino a livello di specie, gli individui catturati saranno contati, misurati e pesati. Al fine di valutare l'impatto di questi attrezzi sull'ecosistema, la cattura sarà suddivisa in frazione commerciale e frazione scartata. Di quest'ultima faranno parte sia specie non commerciali, sia esemplari danneggiati di specie commerciali di cui sarà comunque stimato il peso. Saranno inoltre rilevate la taglia degli esemplari appartenenti alle specie commerciali, per una valutazione della selettività degli attrezzi da pesca impiegati, e il sesso e lo stadio maturativo per valutare se lo sfruttamento di tali risorse avviene maggiormente durante un periodo particolare del ciclo riproduttivo.

I rendimenti di pesca ottenuti in differenti zone e a diverse batimetrie, sia dalle prove sperimentali sia dall'attività commerciale, saranno standardizzati a 1000 m di rete. Il confronto di tali rendimenti permetterà di valutare even-

tuali differenze qualitative e quantitative tra le aree di maggior interesse per la pesca e, allo stesso tempo, di individuare eventuali zone idonee per la tutela di tali risorse all'interno dell'area di studio. Particolare importanza assumeranno i rendimenti ottenuti nella fascia batimetrica compresa tra quaranta e cinquanta metri di profondità. Infatti, se essi risulteranno idonei (in quanto alla presenza di specie commerciali e alle rese), una ipotesi di regolamentazione che preveda il confinamento dell'attività di pesca esclusivamente su tali fondi potrà trovare una sua applicazione pratica.

Da un punto di vista gestionale, particolare interesse sarà rivolto allo studio e alla valutazione di fattibilità di modelli già applicati nella fascia costiera della Corsica in aree con caratteristiche simili all'area di studio.

Il progetto si interfacerà inoltre con altre tematiche strettamente correlate per lo studio del popolamento ittico, quale ad esempio i censimenti visivi. Particolare interesse potrà avere il confronto tra le aree dove è esercitata la pesca, la mappatura geo-morfologica del fondale e la mappatura del popolamento bentonico, sia animale che vegetale.

IL PARCO DEI DUE CASTELLI: UN PRIMO APPROCCIO METODOLOGICO PER LO STUDIO DELL'AVIFAUNA LOCALE

Emiliano Arcamone, Laura Leone

Premessa

La fascia costiera compresa tra Castel Sonnino e il Castello del Boccale è inserita in una zona importante dal punto di vista ambientale: qui le Colline Livornesi si affacciano sul mare in una naturale terrazza che rappresenta la prima roccaforte rocciosa che interrompe i litorali sabbiosi del Nord della Toscana.

La superficie terrestre interessata dal progetto di tutela, che è rappresentata da coste mediamente scoscese con vegetazione dominante composta principalmente da gariga e macchia mediterranea, non è mai stata oggetto di studi mirati all'individuazione dei popolamenti ornitici presenti, anche se si inserisce in un'area, quella delle Colline Livornesi, ben nota da questo punto di vista (Arcamone e Meschini, 1981). Da una analisi dei dati bibliografici (Meschini 1980, 1981, 1982, 1983, Arcamone e Tellini 1985, 1986, 1987, 1988, 1991-92; Arcamone e Barbagli, 1995-96; Arcamone e Meschini 1981, Tellini Florenzano et al. 1997), l'area risulta di particolare interesse per la presenza di specie ornitologiche ad alto valore naturalistico.

Primi fra tutti il Marangone dal ciuffo (*Phalacrocorax aristotelis*) e il Gabbiano corso (*Larus audouinii*), specie marine minacciate ed estremamente localizzate nel territorio nazionale; il Rondone pallido (*Apus pallidus*), il Passero solitario (*Monticola solitarius*), la Rondine rossiccia (*Hirundo daurica*) e il Corvo imperiale (*Corvus corax*), specie queste ultime ben rappresentate nell'Arcipelago Toscano, ma scarse nella parte continentale della regione o dell'intero paese.

Ogni anno, in primavera e autunno, tutta l'area è interessata da un notevole flusso migratorio che vede come protagonisti numerose specie di rapaci, come ad esempio il Falco pescatore (*Pandion haliaëtus*), il Falco pellegrino (*Falco peregrinus*) o il Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Particolarmente spettacolare appare la migrazione autunnale del Colombaccio (*Columba palumbus*) e dei Fringillidi, che in ottobre sorvolano questo tratto di costa con branchi di migliaia di individui.

È evidente la necessità di effettuare studi sistematici approfonditi rapportati ad una scala ridotta che possano mettere in giusta evidenza la valenza naturalistica dell'area in esame.

Metodologia impiegata

Lo studio delle popolazioni di uccelli nidificanti e svernanti può essere condotto attraverso censimenti assoluti o relativi, effettuati mediante una serie di rilevamenti da stazioni di ascolto (sistema già applicato sulle vicine pendici del Monte Telegrafo da Meschini [1980]) o mediante abbinamento di stazioni di ascolto e osservazione diretta, lungo tutta la costa interessata. Quest'ultima metodica è stata applicata con successo in alcune piccole isole del Mediterraneo (es. Baccetti *et al.*, 1991; Arcamone e Sposimo inedito) e, di conseguenza, si ritiene possa essere facilmente adattabile a un'area costiera come quella presa in esame.

L'area del promontorio di Castel Sonnino sembra essere idonea per lo studio delle popolazioni di piccoli uccelli mediante l'attività di cattura e inanelamento: utilizzando reti verticali (mist nets), i singoli individui possono essere marcati allo scopo di raccogliere una serie notevole di informazioni sulla biologia ed ecologia delle specie presenti durante tutto il corso dell'anno. Questo tipo di approccio metodologico permette inoltre di studiare il flusso migratorio e di effettuare così analisi comparative in anni successivi.

Per quanto riguarda il monitoraggio degli uccelli acquatici e marini svernanti, l'area è già compresa nel programma dei censimenti di metà inverno condotti dal Centro Ornitologico Toscano su scala regionale (Arcamone 1989 e inedito). Dal prolungamento del periodo di osservazione (metà dicembre/metà febbraio) e dall'aumento della frequenza dei rilevamenti (da effettuarsi, ad es., a scadenza settimanale), potrebbero scaturire dati interessanti, utili ad individuare con precisione le abitudini alimentari e la fenologia di alcune specie ittiofaghe, frequenti in questo tratto di costa e scarsamente studiate nel nostro paese (es. le Strolaghe *Gavia* spp., la Sula *Morus bassanus* e lo Smergo minore *Mergus serrator*).

Si ritiene che queste tecniche di monitoraggio possano permettere una conoscenza approfondita dell'avifauna del Parco dei due Castelli, con la possibilità di presentare carte tematiche (carta del valore ornitologico delle aree esaminate, carta delle aree sensibili ecc.) che ne mettano in risalto l'importanza e che possano essere confrontabili negli anni; sarà inoltre possibile valutare il probabile impatto del turismo sulle specie ornitiche presenti. Tale impatto, peraltro, è già stato messo in evidenza nella zona nei riguardi di specie marine come il Marangone dal ciuffo.

Bibliografia

- Arcamone E., 1989. *Lo svernamento di anatidi e Folaga in Toscana 1984-1988*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 10 (Supplemento): pp. 92 .
- Arcamone E. e F. Barbagli, 1995-96. *Cronaca ornitologica toscana: 1990-1991*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 14: 79-109.
- Arcamone E. e E. Meschini, 1982. *Il progetto atlante delle specie nidificanti in provincia di Livorno: risultati preliminari*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 3: 83-90.
- Arcamone E. e G. Tellini, 1985. *Cronaca ornitologica toscana: 1983-1984*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 6: 79-94.
- Arcamone E. e G. Tellini, 1986. *Cronaca ornitologica toscana: 1985*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 7: 105-118.
- Arcamone E. e G. Tellini, 1987. *Cronaca ornitologica toscana: 1986*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 8: 139-154.
- Arcamone E. e G. Tellini, 1988. *Cronaca ornitologica toscana: 1987*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 9: 75-90.
- Arcamone E. e G. Tellini, 1991-92. *Cronaca ornitologica toscana: 1988-1989*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 12: 37-66.
- Baccetti N., A. Roselli, P. Sposimo, 1991. *Efficienza di una breve indagine sull'avifauna nidificante in una piccola isola mediterranea*. In: S.RO.P.U. (red) Atti V Convegno Italiano Ornitologia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XVII: 53-58.
- Meschini E., 1980a. *Cronaca ornitologica livornese. Osservazioni interessanti dal marzo 1975 al dicembre 1979. I. Gaviformi-Anseriformi*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 1: 78-80.
- Meschini E., 1980b. *Avifauna nidificante di un ambiente a macchia mediterranea*. Avocetta, 4: 63-73.
- Meschini E., 1981. *Cronaca ornitologica livornese. Osservazioni interessanti dal marzo 1975 al dicembre 1979. II. Falconiformi - Passeriformi*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 2: 95-97.
- Meschini E., 1982. *Cronaca ornitologica livornese. Osservazioni interessanti dell'anno 1980*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 2: 91-94.
- Meschini E., 1983. *Cronaca ornitologica livornese. 1981-1982*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 4 : 143-149.
- Tellini Florenzano G., E. Arcamone, N. Baccetti, E. Meschini e P. Sposimo (eds). 1997. *Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti in Toscana (1982-1992)*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno. Monografie, 1.

PROSPEZIONE ARCHEOLOGICA SUBACQUEA NEL TRATTO DI MARE COMPRESO TRA IL CASTELLO DEL BOCCALE E CASTEL SONNINO. IPOTESI DI LAVORO E PROBLEMI METODOLOGICI

Sergio Bargagliotti, Pamela Gambogi

Premessa

L'interesse archeologico del tratto di mare compreso tra il Castello del Boccale e Castel Sonnino è testimoniato da una serie di rinvenimenti subacquei, alcuni dei quali di grande importanza da un punto di vista scientifico. Il dato non stupisce considerando che questo tratto di mare è stato interessato dalla navigazione costiera in tutte le epoche, così come in tutte le epoche il pericolo principale per le navi doveva essere rappresentato dal rischio di essere sospinte sugli scogli dal mare mosso e dai venti del III e IV quadrante (in particolare ponente e libeccio).

I ritrovamenti più interessanti riguardano due giacimenti archeologici distinti, dai quali provengono anfore vinarie etrusche, databili complessivamente tra la fine del V e gli inizi del III secolo a.C., la cui importanza è accresciuta dalla scarsità di attestazioni subacquee per questo periodo e per questo tipo di anfore (Cibecchini, 1994-95).

Il giacimento più antico si trova ad una profondità di ca. 35 m, su fondale roccioso con andamento irregolare, ed è stato segnalato alla Soprintendenza Archeologica della Toscana da alcuni subacquei sportivi del circolo subacqueo "La Meloria" di Cascina. In seguito a tale segnalazione i sommozzatori del Nucleo Operativo Subacqueo della Soprintendenza, diretti dalla dott.ssa Gambogi, hanno effettuato ripetuti sopralluoghi, con l'ausilio e l'assistenza dei sommozzatori dei Vigili del Fuoco di Livorno. Si tratta probabilmente dei resti sporadici di un naufragio databile tra la fine del V e la metà del IV secolo a.C., sulla base di alcune anfore vinarie, appartenenti al tipo Py 4A (Py, 1983). Per il momento è stata eseguita una copertura fotografica del sito e sono stati recuperati alcuni reperti, tra cui un'anfora intera, fortemente incrostata, un'olla da cucina e alcuni frammenti di un grande contenitore aperto di incerta classificazione (forse un *pithos*). Purtroppo, successivi sopralluoghi hanno permesso di verificare che la zona è frequentata da subacquei clandestini, che hanno asportato alcuni reperti già individuati e documentati nel corso di precedenti ricognizioni.

L'altro giacimento, noto soltanto da due anfore rinvenute negli anni '70 e dalle testimonianze di alcuni subacquei, non è stato ancora oggetto di ricerche subacquee mirate. Le anfore appartengono anch'esse al tipo Py 4A, ma ad una fase successiva, che può essere circoscritta fra la seconda metà del IV e gli inizi del III secolo a.C.

Lungo questo tratto di costa sono stati inoltre rinvenuti e recuperati almeno cinque ceppi d'ancora in piombo (Bargagliotti, 1994-95). Appartengono tutti al tipo "fisso", più frequente, costituito da due "bracci" e da una "scatola" centrale quadrangolare od ovale in cui veniva alloggiato il fusto ligneo dell'ancora. La funzione specifica del ceppo era di garantire che l'ancora si adagiasse correttamente sul fondo, con le marre lignee ad esso perpendicolari, in posizione di presa. Introdotto nella marineria antica nel corso del IV secolo a.C., il ceppo di piombo sostituisce quello in pietra con una diffusione vastissima in tutto il mondo antico. I pochi esemplari datati, rispetto alla totalità dei rinvenimenti, si collocano nel periodo compreso tra il II secolo a.C. e il II secolo d.C. (Gianfrotta, 1980).

Per concludere questo breve *excursus* sulle testimonianze relative alla navigazione antica lungo questo tratto della costa, vale inoltre ricordare l'ipotesi che riconduce il toponimo di Calafuria al greco *kalòn froùrion*, ovvero un buon punto di osservazione fortificato, lungo la rotta tirrenica, con una scelta della posizione ancora valida in tempi molto più recenti, come dimostra la torre medicea (Panessa, 1992).

Metodologia impiegata

Per quanto riguarda la possibilità di effettuare prospezioni subacquee, bisogna analizzare i principali metodi in relazione alle condizioni ambientali specifiche. Per questo occorre innanzitutto distinguere due zone ben differenziate per profondità e natura del fondo, caratteristiche queste che influenzano da un lato la formazione e lo stato di equilibrio dei giacimenti archeologici, dall'altro i metodi di prospezione applicabili.

La prima zona è costituita dal fondale in prossimità della costa, di natura prevalentemente rocciosa, che arriva alla profondità di ca. 35-40 m.

In questa fascia l'aspetto di eventuali giacimenti archeologici sarà per lo più incoerente e poco omogeneo, a causa della natura del fondo che non favo-

risce la conservazione di materiali deperibili, come il legno dello scafo, né la compattezza dell'insieme. Non vi sono infatti le condizioni per una copertura, e quindi protezione, di un relitto attraverso l'accumulo di sedimenti o la crescita di estese praterie di Posidonia, con la formazione di strati di matta. E' quindi presumibile che i resti dei naufragi antichi si presentino dispersi su un'area più o meno vasta (a questo proposito bisogna considerare che gli effetti dinamici del moto ondoso possono farsi sentire fino alla profondità di 10-15 m) e, in corrispondenza delle cigliate, a profondità diverse, fino alla base della scarpata. In queste condizioni si conservano generalmente solo le parti del carico e le attrezzature di bordo in materiale non deperibile, vale a dire la ceramica, in parte i metalli o la loro corrosione, e i manufatti lapidei (ad esempio anfore, vasellame ceramico e in qualche caso metallico, i materiali da costruzione in marmo o altro, i ceppi d'ancora in pietra e in piombo). Spesso questi resti sono coperti da incrostazioni della flora e fauna locale, che rendono difficoltoso il loro avvistamento.

Tale fascia può essere esplorata efficacemente attraverso l'osservazione diretta del fondo mediante sommozzatori, abituati a riconoscere manufatti mimetizzati con il fondo. Inoltre, perché i risultati abbiano valore, l'area prescelta deve essere ricognita integralmente e in maniera sistematica, senza lasciare zone scoperte. Per questo è necessario predisporre una rete di boe ben visibili che materializzino in superficie i settori da perlustrare, per evitare omissioni o inutili ripetizioni. Volendo effettuare una ricognizione integrale di tutta la fascia di fondale antistante la costa compresa tra il Castello del Boccale e Castel Sonnino, si dovrebbero posizionare delle boe in corrispondenza della base della cigliata, intorno ai 35-40 m di profondità, a intervalli di 300 m, mentre sulla costa rocciosa si dovrebbero marcare altrettanti punti di riferimento in modo da delimitare dei corridoi ortogonali all'andamento della costa. Inoltre, a seconda del metodo di ricerca impiegato, si dovrebbero visualizzare questi corridoi sul fondo, stendendo di volta in volta una cima tra la boa esterna e il punto corrispondente a terra. In questo modo si otterrebbero 10 settori con una superficie a livello del mare di ca. 300 x 300 m.

Tuttavia, una ricerca del genere risulterebbe molto dispendiosa in termini di allestimento, tempi di esecuzione e operatori subacquei necessari, in rapporto ai risultati che si può ragionevolmente prevedere di ottenere. Sarebbe invece più realistico circoscrivere una serie di zone di maggiore interesse, individuate sulla base di un attento censimento delle segnalazioni giunte alla Soprintendenza Archeologica di Firenze e attraverso un'indagine tra i subac-

quei sportivi della zona, all'interno delle quali condurre perlustrazioni sistematiche mirate.

Quale che sia la strategia adottata, i metodi di ricerca applicabili sono fondamentalmente quattro, e rientrano tutti nella categoria dei sistemi basati sull'osservazione diretta del fondo: swimline, scooter sottomarini, sommozzatore trainato (cd. ricerca "a paperino") e televisione subacquea.

Il sistema detto "swimline" consiste in una squadra di sommozzatori che avanzano parallelamente su un fronte unico, collegati da un cavo che tengono teso fra loro. La distanza fra un sommozzatore e l'altro deve essere un po' inferiore alla visibilità sottomarina. Il procedimento richiede la presenza di una squadra allenata, un'eccellente organizzazione, imbarcazioni leggere per l'appoggio in superficie e un sistema di comunicazione tra superficie e sommozzatori, mediante trazione con cavo secondo un codice elementare che permetta di segnalare ai subacquei di fermarsi, di avanzare, di spostarsi a destra e a sinistra, di tornare in superficie. Le corsie da percorrere vengono delimitate con file di boe all'interno del settore, e la loro ampiezza è stabilita in base al numero di operatori e alla visibilità subacquea. Questo metodo consente di effettuare ricognizioni accurate, a patto di allestire con cura il campo di ricerca. Nella pratica bisogna dire che il sistema diventa svantaggioso a profondità che superano i 25 m, a causa dei tempi d'immersione più ridotti, e su fondali con andamento irregolare o scoscesi. Pertanto nel tratto di mare tra il Castello del Boccale e Castel Sonnino il sistema della "swimline" può essere impiegato nella fascia compresa tra la battigia e la batimetrica dei 20-25 m, in corrispondenza della quale inizia generalmente la cigliata.

La perlustrazione del fondo mediante scooter sottomarini presenta il vantaggio di poter essere effettuata in tempi più rapidi, grazie alla velocità di spostamento, senza peraltro affaticare i subacquei. Si rivela pertanto utile per esplorare il fondale a profondità maggiori, dove i tempi di permanenza sott'acqua si riducono e risulta importante evitare sforzi, per motivi di sicurezza. Nel caso delle prospezioni sistematiche il limite principale è rappresentato dalla difficoltà di seguire rotte sottomarine precise, senza l'ausilio di un mezzo di superficie. Si può ovviare a questo inconveniente stendendo sul fondo delle cime guida che consentano all'operatore subacqueo di orientarsi. Nel caso in questione gli scooter potrebbero essere impiegati per esplorare, con un percorso a pettine, la fascia compresa tra la base della cigliata, intorno ai 35-40 m, e la batimetrica di 20-25 m, dove si interrompe la ricerca con la "swimline".

Il metodo del sommozzatore trainato consente di effettuare ricerche in tempi abbastanza rapidi e con una buona precisione di copertura nella fascia di fondale da 0 a 15-20 m di profondità. Il percorso viene infatti determinato in superficie dall'imbarcazione, che facendo riferimento alle boe e ai punti segnati a terra effettua un percorso a pettine all'interno del settore. Meno accurato della "swimline" questo sistema pone anche dei problemi di sicurezza degli operatori subacquei, che si immergono per lo più da soli.

La televisione subacquea, infine, è costituita da un sistema a circuito chiuso in cui la telecamera viene trainata da un'imbarcazione, a bordo della quale si possono seguire le riprese attraverso un monitor. Questo sistema risulta poco efficace per la conduzione di prospezioni sistematiche, soprattutto a profondità elevate, a causa del lungo cavo di traino che rende problematica la copertura sistematica della superficie da esplorare. Risulta invece di grande utilità per controllare e verificare limitate aree d'interesse individuate con altri sistemi.

Indipendentemente dal metodo impiegato, ogni rinvenimento viene segnalato con pedagni, che consentono di rilevare in superficie la posizione del reperto e di elaborare una carta dei rinvenimenti.

La seconda fascia comprende invece il fondale che si estende dalla base della cigliata verso il mare aperto, dai 40 m di profondità in giù, con un andamento quasi pianeggiante, in leggero declivio. Il fondo è costituito da limo e fango la cui sedimentazione, maggiore alla base della scarpata rocciosa, tende a rarefarsi fino ad annullarsi man mano che ci si allontana dalla costa. Queste condizioni ambientali (profondità, andamento e natura del fondo) favoriscono una migliore conservazione dei giacimenti archeologici. Infatti i relitti, una volta raggiunto il fondo, tendono a disporsi su una delle fiancate, sprofondando in parte nei sedimenti, mentre l'ostacolo rappresentato dal cumulo del carico favorisce la parziale copertura da parte dei sedimenti. Nel caso di carichi composti da anfore, il sito assume generalmente l'aspetto di un cumulo di frammenti ceramici solo in parte coperti, che sporgono su un fondale uniforme, sotto i quali è probabile che si conservino anfore intere ancora in posizione di stivaggio e parte dello scafo.

Strumentazione impiegata

Lo strumento più usato nelle prospezioni sottomarine estensive, e anche il più rapido, è il sonar ad analisi laterale (o sidescan sonar). Costituito da due trasduttori (emittente-ricevente) montati uno contro l'altro, è trainato da un'imbarcazione, che segue un percorso prestabilito registrando le rotte seguite, in modo da coprire integralmente l'area di ricerca. Ciascuno dei due trasduttori emette, lateralmente e perpendicolarmente alla rotta seguita, un largo fascio d'onde ultrasonore che si riflettono sul fondo. Le variazioni delle risposte acustiche sono successivamente registrate graficamente sotto forma di linee d'intensità variabile, che riproducono un'immagine acustica del fondo marino, che rende visibili tutte le asperità e gli ostacoli emergenti dal fondo. Recenti sviluppi, correggendo le varie distorsioni inerenti al sistema, permettono di produrre una vera e propria cartografia dei fondali in scala (Seafloor Mapping System di EG & G), mentre l'elaborazione di immagini digitali consente di esaminare il volume delle forme localizzate a distanza.

Nel caso della ricerca archeologica dei relitti, di non facile individuazione, questo apparecchio consente di esplorare una fascia larga complessivamente 200 m ca. ad una velocità di 4-5 nodi (le prime sperimentazioni in Turchia, alla fine degli '60, permisero di esplorare una media di 2,5 kmq al giorno). Le anomalie registrate devono essere successivamente verificate mediante strumenti come la televisione subacquea.

Conclusioni

A conclusione di questo breve intervento si possono aggiungere alcune considerazioni. La prospezione sistematica dei fondali costituisce soltanto un aspetto dell'indagine, ma altre importanti questioni devono essere prese in considerazione ed esaminate attentamente in fase di valutazione e pianificazione preliminare. Tra tutte basti ricordare il comportamento da tenere una volta che vengano localizzati manufatti di interesse archeologico. In teoria la conservazione nel luogo di giacitura rappresenta la scelta ideale, ma questa considerazione si scontra con l'oggettiva difficoltà ad esercitare un controllo efficace contro l'azione dei clandestini. Proprio una serie di sopralluoghi su uno dei siti noti, condotti con i sommozzatori della Soprintendenza Archeologica e dei Vigili del Fuoco di Livorno, ha permesso di accertare l'a-

sportazione clandestina di alcune anfore. D'altra parte l'eventuale prelievo degli oggetti rinvenuti non può e non deve prescindere da tutte le necessarie operazioni preliminari di documentazione e studio in situ (prospezione mirata, rilievo e fotografia), così come dagli accorgimenti idonei a garantire la miglior conservazione possibile degli stessi, al fine di evitare una raccolta di pezzi sommaria e povera di dati scientifici, nonché, durante e dopo il recupero, dagli accorgimenti idonei a garantire la miglior conservazione possibile degli stessi.

Bibliografia

- AA.VV., *Archeologia subacquea. Come opera l'archeologo sott'acqua. Storie dalle acque*. (a cura di G. Volpe), Firenze, 1998
- S. Bargagliotti, *Prospezioni subacquee e recuperi nel mare antistante Livorno: relitti e reperti di età imperiale*. Tesi di laurea. Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico, a.a. 1994-95, pp. 162-169, nn. 244, 251.
- F. Cibecchini, *Prospezioni subacquee e recuperi nel mare antistante Livorno: relitti e reperti dall'età arcaica all'età repubblicana*. Tesi di laurea. Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo Antico, a.a. 1994-95, pp. 41-50.
- M. Dean-B. Ferrari, *Archaeology Underwater. The NAS Guide to Principles and Practice*, Dorset, 1992.
- P.A. Gianfrotta, "Ancore «romane». Nuovi materiali per lo studio dei traffici marittimi", in I. Bragantini, E. Kopf (edd.) *The Seaborne Commerce of Ancient Rome: Studies in Archaeology and History*, MAAR 36, Roma 1980, p. 13 ss.
- P. A. Gianfrotta-P. Pomey, *Archeologia subacquea. Storia, tecniche, scoperte e relitti*, Milano, 1981.
- J. Green, *Maritime Archaeology. A technical Handbook*, Londra, 1990.
- L. Long, *Le nuove frontiere*, in *Nuove Efemeridi*, XII, n. 46, 1999/II, p. 53 ss.
- F. Maniscalco, *Mare Nostrum. Fondamenti di Archeologia Subacquea*, Napoli, 1998
- K. Muckelroy, *Maritime archaeology*, Cambridge, 1978.
- G. Panessa, "L'area a sud dell'Arno nelle fonti greche", in *Storia del Territorio Livornese*, Atti del I seminario (Livorno, 27 ottobre 1990), Livorno, 1992, pp. 21-22.
- M. Py, "Les amphores étrusques de Gaule méridionale" in *Il commercio etrusco arcaico*, Atti dell'incontro di studio, Roma 1983, QuadAEI 9, Roma, p. 81.
- E. Riccardi, *Tecniche di lavoro subacqueo per l'archeologia*, Savona, 1988.
- A. Rosso, *Introduzione all'archeologia delle acque*, Pordenone, 1987.

ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE DEI POPOLAMENTI BENTONICI

Andrea Belluscio

Generalità e obiettivo dello studio

L'analisi della distribuzione dei popolamenti animali e vegetali bentonici, che vivono cioè in associazione con i fondali, riveste un ruolo prioritario nello studio delle aree costiere, soprattutto di quelle destinate a diventare aree protette. Le comunità bentoniche rappresentano infatti i sistemi più facilmente fruibili dall'osservatore e dallo studioso e, in ambito mediterraneo, sono spesso rappresentate da entità di particolare interesse naturalistico. Il loro studio si dimostra particolarmente utile nelle indagini sulla qualità dell'ambiente: le comunità bentoniche, infatti, analizzate nella loro composizione e trasformazione nel tempo, rivestono il ruolo di "indicatori biologici", intesi come spia di condizioni ambientali complesse da interpretare, essendo la risultante di interazioni di molteplici fattori di tipo abiotico (tipo di substrato, grado di penetrazione della luce, influenza del moto ondoso) e biotico (competizione, predazione), fattori a volte difficilmente misurabili. Nello studio di caratterizzazione che precede l'istituzione di aree protette marine, la conoscenza delle specie e delle biocenosi bentoniche marine presenti, assieme alla loro distribuzione spaziale, sono di fondamentale importanza per la comprensione dei valori naturalistici presenti ai fini della zonizzazione, ovvero delle scelte dei livelli di protezione da adottare nelle diverse aree (integrale, generale, parziale) e, più in generale, della gestione della stessa fascia costiera.

I rilievi che verranno effettuati durante questa indagine avranno come scopo la caratterizzazione dell'ambiente marino costiero della costa compresa tra il Castello del Bocciale e Castel Sonnino, in provincia di Livorno, per arrivare alla descrizione della conformazione morfo-batimetrica del fondale, della tipologia e della distribuzione dei sedimenti e delle biocenosi bentoniche nell'area di studio.

In sintesi, le indagini si svolgeranno tre fasi: a) una di indagini in mare, con rilievi batimetrici e morfologici dei fondali mediante side-scan-sonar, campionamenti di sedimenti dal fondo, rilievi mediante videocamera subacquea lungo rotte prefissate, campionamenti di materiale biologico su fondi mobili e duri, al fine di identificare le biocenosi presenti e determinarne la

distribuzione; b) una seconda fase di interpretazione delle immagini video e sonore e di analisi dei campioni prelevati e c) una fase di restituzione cartografica di quanto osservato.

La metodica che verrà utilizzata per questa indagine prevede una prima caratterizzazione dei fondali dal punto di vista batimetrico e geomorfologico, con l'utilizzo di strumenti di indagine sonori (ecoscandaglio idrografico di precisione e side scan sonar). L'utilizzo di un veicolo subacqueo dotato di videocamera e trainato dalla superficie da una imbarcazione appoggio permetterà di definire meglio quanto mostrato dai rilievi sonori. La videocamera subacquea trainata in prossimità del fondo fornisce infatti una visione del fondale paragonabile ad una ispezione diretta mediante sommozzatore in immersione e permette, lavorando su transetti ortogonali alla costa, l'interpolazione delle informazioni video per ampie fasce. Campionamenti di materiale biologico e di sedimenti permetteranno poi di integrare ed approfondire le informazioni raccolte sia sui fondali mobili che duri, non sempre chiaramente descrivibili sulla base della sola osservazione video.

Metodologia impiegata

L'area di studio

L'area interessata dallo studio di caratterizzazione ambientale è delimitata lungo costa dal Castello del Boccale e Castel Sonnino (provincia di Livorno), per un totale di circa 4 km di linea di costa.

Modalità Operative

La cartografia di base

La cartografia topografica di base utilizzata per la presente indagine è rappresentata dalla carta n. 120 "Litorale di Livorno" in scala 1:30.000 e carta n. 121 "Litorale da Quercianella a Marina di Cecina" in scala 1:30.000 edite dall'Istituto Idrografico della Marina.

Queste carte verranno acquisite in forma digitale e usate come base per la restituzione dei risultati.

Il mezzo nautico

Per lo svolgimento della campagna di rilevamenti in mare verrà utilizzata una imbarcazione appoggio di 15 m di lunghezza.

Per le ispezioni lungo costa, dove l'imbarcazione maggiore può avere problemi di pescaggio, verrà utilizzato un gommone di 4,50 m di lunghezza, con carena rigida in vetroresina e motore fuoribordo.

Indagine batimetrica e geomorfologica

Il sistema di posizionamento e navigazione

La posizione di bordo viene determinata mediante la ricezione dei segnali GPS, alle coordinate vengono successivamente applicate le correzioni differenziali ricevute tramite il satellite Inmarsat dal Nesa Racal Satfix.

La posizione di bordo corretta viene inviata al computer di navigazione attraverso una porta seriale ed utilizzata dal software di navigazione.

L'acquisizione dei dati è gestita tramite:

- Unità PC 233MHZ Pentium/2
- Software di navigazione "SailWare" della SW-N

Il software può gestire i sistemi di posizionamento GPS, DGPS, sistemi range/range e range/bearing. Per un accurato posizionamento satellitare il software opera usando il GPS differenziale mentre una trasformazione trasla il posizionamento al datum locale.

Rilievi batimetrici

I dati batimetrici verranno acquisiti in continuo utilizzando un ecoscandaglio idrografico di precisione HYDROTRAC ODOM, operante alla frequenza 200 KHz.

La caratteristica uscita digitale dell'ecoscandaglio verrà interfacciata al sistema di radionavigazione, assicurando così la precisa posizione di ogni misura di profondità.

Tutti i parametri di set-up dell'ecoscandaglio (durata dell'impulso, guadagno ecc.) verranno plottati sulla registrazione grafica ogni 5 fix.

Durante il rilievo batimetrico verranno eseguite:

- una navigazione a zig-zag sotto costa fino alla batimetrica dei 40 metri dal Castello del Boccale a Castel Sonnino;
- linee perpendicolari a costa, fino ad oltrepassare la batimetrica dei 40 m congiunte tra di loro da transetti obliqui.

I dati acquisiti con l'ecoscandaglio verranno corrette per le variazioni di marea riferendoli al m.s.l. utilizzando le "Tavole di Marea" fornite dall'Istituto Idrografico della Marina per il 1998 riguardanti il litorale di Livorno.

Rilievi con side scan sonar

La morfologia del fondale dell'area investigata verrà esaminata per mezzo del Side Scan Sonar.

Lo strumento impiegato è il C-Max 800 (Seafloor Imaging System). Il sistema si avvale di due componenti principali: unità di acquisizione a bordo e un Tow Vehicle in mare.

Il sistema sonar altamente integrato si avvale della tecnologia *digitale* avanzata per produrre immagini Side Scan Sonar ad alta risoluzione.

Si compone di:

- Trasduttori :100-325 KHz
- Sistema di registrazione digitale workstation integrata
- Drive magneto-ottico
- Stampante Alden9315CTP
- Drive di backup formato Exabyte
- 150 m di cavo kevlar.

Rilievi granulometrici

Il materiale per i rilievi granulometrici verrà campionato mediante benna Van Veen o, in alcuni casi, ove la benna risultasse non idonea a prelevare il sedimento, mediante box-corer, entrambi manovrati dalla superficie.

La *granulometria* dei sedimenti verrà eseguita facendo preventivamente reagire il campione con acqua ossigenata ($H_2 O_2$) al 16% per 24 ore. Il campione verrà suddiviso, mediante il lavaggio su una rete con maglie di 63 μ m, nelle frazioni sabbiosa e pelitica, che verranno successivamente analizzate, la prima mediante setacciatura su di una pila di setacci con maglie diverse per ϕ ($-\log_2$ dimensione in mm), la seconda per mezzo di un *sedigrafo* che, utilizzando l'emissione di raggi x, determina le dimensioni delle particelle messe in sospensione con l'antiflocculante. Il metodo d'analisi permette pertanto la classificazione del materiale in funzione delle percentuali relative di sabbia, silt e argilla (Classificazione di Shepard), e in base al diametro medio in ϕ della distribuzione granulometrica delle sabbie (Classificazione di Wentworth).

L'*umidità naturale* dei campioni verrà ottenuta in due modi. Infiggendo nella carota, subito dopo il prelievo, un cilindretto di acciaio inox di volume noto e determinando in laboratorio la perdita di peso dopo essiccamento in stufa a 65°C per 48 ore.

Questo metodo, usato nei laboratori di geotecnica, permette di ottenere

oltre alla umidità relativa (W), la densità naturale o umida (γ), la densità secca (γ_d) ed il peso specifico (G). L'altro metodo utilizzato è quello in uso nei laboratori chimici (vedi: *Metodi di analisi dei composti*. Regione Piemonte, Assessorato all'Ambiente. Collana Ambiente n. 6, Ottobre 1992), e consiste nell'essiccare in stufa a 105 °C per 12-24 ore, fino al peso costante, un quantitativo noto di sedimento.

L'umidità del campione viene quindi calcolata con la formula:

$$u = \frac{Pu - Ps \times 100}{Ps}$$

dove u è l'umidità totale in %, Ps il peso del campione secco, Pu il peso del campione umido.

I risultati delle analisi eseguite sui campioni verranno redatti secondo la seguente legenda:

% W	=	umidità relativa
γ	=	densità umida
γ_d	=	densità secca
G	=	peso specifico
Sabbia	=	materiale > 63 μ e < 2 mm
Silt	=	materiale > 3,9 μ e < 63 μ
Argilla	=	materiale < 3,9 μ
Pelite	=	materiale < 63 μ
Mz	=	media
σ	=	coefficiente di classazione

Classificazione di Shepard:

Sa – Arg = sabbia argillosa

Sa – Si = sabbia siltosa

Si – Arg = silt argilloso

Loam = sabbia–silt–argilla

Classificazione secondo Wentworth

SA–G = sabbia grossolana (1,00–0,50 mm)

SA–FI = sabbia fine(0,25–0,125mm)

SA–M–FI = sabbia molto fine
(0,125 – 0,0625mm)

Indagine visiva

Il sistema di posizionamento e navigazione

Per l'indagine visiva mediante veicolo subacqueo verrà utilizzato un apparecchio GPS GARMIN 12. Il GARMIN 12 è un ricevitore che utilizza 12 canali che lavorano simultaneamente per localizzare ed acquisire dati provenienti dai satelliti GPS. In normali condizioni d'uso lo strumento è dato per una precisione di 15 m, con un aggiornamento del punto ogni secondo. Lo strumento visualizza la posizione attuale in latitudine e longitudine, fornendo inoltre informazioni sulla rotta seguita e la velocità e, in modo 'navigazione', sulla rotta da seguire per raggiungere un dato punto, l'errore di fuori rotta e la distanza all'arrivo.

Praticamente, in navigazione il GPS verrà utilizzato per impostare una serie di punti (waypoint) e creare degli itinerari di navigazione (rotte o transetti). Una volta avviata la navigazione, lo strumento fornisce infatti la rotta da seguire e, in caso di spostamento dalla rotta ideale, visualizza le indicazioni sulla deviazione da effettuare per rientrare nella rotta prefissata, con una sensibilità dell'ordine dei 18 m. Con questo sistema verranno effettuati una serie di transetti ortogonali alla costa. L'aiuto di un software di navigazione (SailWare della SW-N) permetterà di seguire "in tempo reale" su una cartografia elettronica il posizionamento e gli spostamenti dell'imbarcazione, consentendo così la massima precisione nel seguire i previsti transetti.

Data la breve distanza dalla costa, la navigazione e il posizionamento più costieri verranno effettuati con rilevamenti su punti cospicui a terra.

La profondità verrà misurata con un ecoscandaglio KODEN 8842, uno strumento con potenza di 600 W e doppia frequenza di 50/200 KHZ, installato sull'imbarcazione di appoggio.

I dati registrati dal GPS durante i rilievi con videocamera verranno registrati su un PC portatile dotato di un software (SailWare vers. 3.6.d) di lettura, raccolta ed elaborazione dei dati provenienti da sistemi di posizionamento satellitare. I dati, sotto forma di trackpoints, sono stati visualizzati su video e stampati su carta.

La videocamera subacquea

Il veicolo utilizzato per la presente indagine è del tipo "towed", realizzato per essere trainato dalla superficie. Il sistema è composto dai seguenti elementi:

La videocamera

L'apparecchiatura è munita di una videocamera a colori PANASONIC scafandrata. Questa telecamera è dotata di tubo di ripresa da 1/3" CCD che le permette di riprendere con una intensità luminosa minima di 0.6 lux. L'obiettivo di ripresa è un 3.5 mm, iris manuale f 1.4. L'immagine ha una risoluzione di 330 linee orizzontali e 500 (H) x 582 (V) pixel. Il controllo della luminosità è automatico. Il correttore di ripresa montato sulla custodia permette un angolo di ripresa in acqua pari a 52° circa. L'alimentazione viene fornita dalla superficie, i connettori subacquei sono del tipo Subconn. Il cavo ombelicare ha una lunghezza di 100 m, un diametro di 9.8 mm e funge sia conduttore coassiale che da cavo di traino.

La slitta di traino

La videocamera è alloggiata in una gabbia di alluminio anodizzato realizzata per essere trainata da una imbarcazione in superficie. Tale struttura, munita di piombi regolabili e di aletta stabilizzatrice, è stata progettata e realizzata per avere un assetto neutro per navigare in acqua libera al di sopra del fondale.

L'unità di superficie

L'unità di superficie è composta da un alimentatore 12 V, da un monitor a colori da 12" munito di videoregistratore VHS che permette di visionare in diretta le riprese effettuate sui fondali e di controllare contemporaneamente la qualità della registrazione.

I transetti da effettuare

Le osservazioni dei fondali verranno effettuate lungo transetti ortogonali alla costa, con una distanza di circa 200 m dalla partenza di un transetto alla partenza del successivo. Questo sistema permette una buona descrizione dei cambiamenti biocenotici lungo un gradiente ambientale quale, ad esempio, la profondità, e permette la migliore interpolazione possibile per conformazioni biocenotiche normalmente strettamente correlate con l'andamento batimetrico.

La fase operativa in mare prevede la registrazione delle immagini dei fondali lungo i transetti previsti dal disegno di campionamento. Il veicolo con telecamera viene normalmente trainato ad una altezza dal fondo variabile da 1 a 10 m (a seconda delle condizioni di visibilità dell'acqua e di quello che

interessa riprendere) con un campo di ripresa, in primo piano, variabile da 1,5 a 15 m.

In totale verranno effettuati 20 transetti video, da 3 metri fino a 40 metri di profondità, per una lunghezza totale di circa 7.5 km di fondali esplorati.

Indagine bionomica

Campionamenti di materiale bentonico

Campionamenti su fondi mobili

Campionamenti di materiale biologico verranno effettuati sia su fondo mobile che su fondo duro al fine di permettere una più precisa e sicura identificazione delle biocenosi presenti.

Il materiale biologico su fondo mobile verrà campionato mediante benna Van Veen o, in alcuni casi ove la benna risultasse non idonea a prelevare il sedimento, mediante box-corer, entrambi manovrati dalla superficie.

Una volta arrivato in superficie, dal campione verrà prelevata una frazione necessaria per l'analisi granulometrica mentre il restante verrà sciacquato, setacciato con maglia 1 mm e conservato in formalina per le successive analisi in laboratorio.

In laboratorio si procederà poi allo smistamento dei vari gruppi sistematici mediante microscopio stereoscopico e, successivamente, alla loro determinazione fino al più basso livello possibile.

Verranno effettuati in totale 30 campioni di benthos di fondo mobile, distribuiti lungo 10 transetti e posizionati alle profondità di 10 m, 20 m e 30 m (ove presenti fondi mobili).

Operativamente, una volta raggiunto il sito di campionamento l'imbarcazione si ancorerà e verranno effettuati tre prelievi mediante la benna per raccogliere il previsto volume minimo di 2.000 cc di sedimento e materiale biologico.

Campionamento su fondi duri

Il campionamento su fondi duri verrà effettuato mediante operatore subacqueo in immersione con autorespiratore ad aria e grattaggio completo di una superficie standard di 20 x 20 cm. I campionamenti verranno effettuati lungo 10 transetti ortogonali alla costa, con stazioni poste a 5, 15, 25 e 35 m. Altri campionamenti verranno effettuati lungo i transetti previsti per i campionamenti di fondo mobile in quelle stazioni ove risultasse presente una prevalenza di fondi duri.

Ispezioni mediante immersioni subacquee

A profondità superiori ai 3-5 m, dove, per questioni tecniche non si potrà operare con la videocamera subacquea, le osservazioni verranno effettuate in immersione con autorespiratore o dalla superficie. Dalla superficie la profondità verrà misurata dall'operatore mediante PERSONAL DIVE SONAR 2 della SCUBAPRO, ecoscandaglio portatile in grado di misurare la profondità con una approssimazione del $\pm 1\%$, mentre in immersione la profondità verrà misurata con computer subacqueo ALADIN PRO della UWATEC.

Immersioni subacquee in apnea o con l'ausilio di autorespiratore ad aria sono quindi previste sia lungo le pareti che scendono verticalmente in mare, sia in prossimità di secche o affioramenti rocciosi, difficilmente ispezionabili con videocamera.

Restituzione dei risultati

Restituzione cartografica

La cartografia che verrà allegata riporterà in scala 1:10.000 le carte "metodologiche", con i profili dell'indagine batimetrica, dell'indagine Side Scan Sonar, i rilievi mediante videocamera subacquea e le stazioni di campionamento (sedimento, fondo mobile, fondo duro) effettuati nell'ambito della presente indagine.

Carte in scala 1:10.000 riporteranno il dettaglio dei risultati, con la batimetria, la geomorfologia e le biocenosi bentoniche.

La simbologia utilizzata

Per quanto riguarda l'ispezione video, le registrazioni video dei fondali verranno successivamente riesaminate e le immagini interpretate e tradotte in archivi contenenti, per transetto, le informazioni di profondità, posizione e biocenosi presente. Il passo successivo sarà quindi l'interpolazione di queste informazioni per i diversi transetti, integrando con i dati provenienti dall'analisi dei campioni di benthos, dalla granulometria e dal side-scan-sonar, fino ad ottenere le indicazioni delle biocenosi bentoniche presenti per area.

Per la descrizione delle biocenosi si farà riferimento a quanto proposto nel modello di zonazione del benthos di Peres e Picard (1964) integrato dai più recenti aggiornamenti (Augier, 1982 e Meinesz *et al.*, 1983).

La simbologia che verrà utilizzata per la caratterizzazione delle biocenosi bentoniche nella restituzione cartografica in scala 1: 10.000 è quella interna-

zionale e standardizzata riportata in Meisnez A. *et al.*, 1983 (Normalisation des symboles pour la representation et la cartographie des biocénoses benthique littoral de Méditerranée) pubblicata in Annales de l'Institut Oceanographique, Paris, Tome 59, fascicule 2, Masson Editeur, modificata come proposto in Ardizzone (1992).

Le biocenosi bentoniche riportate sulle carte saranno:

- Sabbie emerse
- Biocenosi della roccia sopralitorale (RS)
- Sabbie Grossolane sotto l'Influenza delle correnti del Fondo (SGCF)
- Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC)
- Biocenosi dei Fondi Detritici Infangati (DE)
- Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC)
- Biocenosi della Roccia Mediolitorale Superiore (RMS)
- Biocenosi della Roccia Mediolitorale Inferiore (RMI)
- Popolamento a *Fucus virsoides*
- Biocenosi fotofila della roccia infralitorale in moda battuta (RIPB)
- Popolamento nitrofilo su substrato duro
- Biocenosi fotofila della roccia infralitorale superiore in moda calma con o senza *Cystoseira* o *Sargassum* (RIPC/o, RIPC/s).

CRITERI DI RICERCA ECOLOGICA PER L'ISTITUZIONE DI AREE PROTETTE: UNA POSSIBILE APPLICAZIONE AL CASO DEL PARCO DEI DUE CASTELLI

Lisandro Benedetti-Cecchi

Introduzione

L'istituzione di aree protette rappresenta uno strumento di primaria importanza per la gestione delle risorse naturali (Allison *et al.* 1998). La decisione di dove e quando istituire un'area protetta riflette specifiche esigenze ambientali e socio-economiche che devono essere attentamente valutate prima di passare alla fase esecutiva del progetto (Agardy 1994). La complessità del problema richiede una seria analisi delle singole fasi che caratterizzano il processo decisionale e l'integrazione di numerose competenze nei settori politico, economico, sociale e scientifico (Underwood 1995, Fig. 1).

I principali problemi che si intende risolvere attraverso l'istituzione di aree protette sono la conservazione e la valorizzazione delle risorse naturali a cui spesso corrisponde un marcato degrado sociale ed economico. L'azione di protezione e di recupero degli habitat naturali rappresenta in molti casi una opzione di intervento di gran lunga preferibile alla decisione alternativa di non intervenire. Esiste, tuttavia, un margine di rischio (o probabilità di errore) associato a ciascuna decisione, ed in ultima analisi la scelta di intervenire o meno deve scaturire da una attenta valutazione dei costi e dei benefici relativi alle due opzioni (Mapstone 1995).

L'istituzione di un'area protetta richiede opportuni finanziamenti per un progetto iniziale di fattibilità, per la fase esecutiva e per il successivo mantenimento e monitoraggio. Inoltre, proteggere un'area impone vincoli che spesso non sono condivisi in modo unanime dall'opinione pubblica e da alcune categorie professionali che operano nell'area. I benefici che si ottengono dall'istituzione di un'area protetta, tuttavia, possono essere maggiori dei costi e ripagare, anche in senso economico, degli sforzi profusi. La decisione di non intervenire può contribuire all'aumento del degrado ambientale, alla erosione delle risorse naturali e può causare, in ultima analisi, un danno economico di gran lunga maggiore rispetto ai costi richiesti dall'intervento.

Soppesare i costi e i benefici relativi all'istituzione di un'area protetta, o alla decisione alternativa di non intervenire, non è semplice. Da un punto di vista strettamente ecologico l'obiettivo di un'area protetta è quello di ripristi-

nare i naturali processi ecologici che operano in un dato habitat e quindi di ristabilire le naturali modalità di distribuzione e di abbondanza delle popolazioni animali e vegetali che esso ospita (Castilla 1999). L'eliminazione di numerose fonti di disturbo antropico nell'area protetta favorisce la conservazione di specie di interesse commerciale e non; ciò tuttavia non garantisce il mantenimento della biodiversità a causa di cambiamenti su scala globale che non possono essere controllati (come i cambiamenti climatici). Una chiara visione degli obiettivi e una stima della probabilità di successo sono elementi chiave per valutare i benefici (in termini ecologici) connessi con l'istituzione di un'area protetta.

Sebbene una seria valutazione delle conseguenze associate ai processi decisionali in materia ambientale non sia frequente nel nostro paese, è pur vero che l'opinione pubblica, la comunità scientifica e alcune categorie professionali pongono domande sempre più pressanti sulle conseguenze delle decisioni in ambito di politica ambientale. La domanda fondamentale è se i problemi identificati inizialmente sono stati risolti o meno. L'analisi del processo decisionale è quindi una conseguenza necessaria a qualunque decisione in materia ambientale (Fig. 1). In caso di fallimento essa può evidenziare carenze professionali nel modo in cui il problema è stato affrontato e screditare coloro che hanno perorato la causa di una soluzione inefficace.

Vi sono almeno tre aspetti da tenere in considerazione per minimizzare il rischio di fallimento in un progetto di istituzione di aree protette: (A) una seria valutazione dello stato attuale del sistema che si intende regolamentare, (B) una stima delle possibilità reali di preservare o ripristinare i processi ecologici che nel sistema operano naturalmente e (C) una valutazione nel tempo degli effetti associati alla decisione finale di intervenire mediante l'istituzione di un'area protetta. Ciascuno dei tre aspetti richiede una attenta considerazione delle metodiche di indagine ecologica e una adeguata attenzione al disegno di campionamento e alla replicazione spaziale e temporale (Underwood 1997).

La letteratura ecologica è ricca di esempi in cui la mancanza di logica nel disegno sperimentale impedisce una valutazione oggettiva delle conseguenze di decisioni in ambito di politica ambientale (ad esempio Paine *et al.* 1996). La forza di persuasione non può essere un criterio di valutazione e non contribuisce a risolvere i contenziosi che spesso originano in seguito a decisioni non condivise all'unanimità. Un'alternativa percorribile consiste nel con-

fronto fra i popolamenti dell'area indicata come passibile di protezione e i popolamenti di aree di riferimento scelte per rappresentare situazioni esposte a livelli diversi di attività antropica. Questo confronto ripetuto nel tempo permette di acquisire le informazioni ecologiche rilevanti per il problema e di capitalizzare attraverso uno schema unico di lavoro i dati necessari per affrontare i punti A-C sopra menzionati. L'urgenza di introdurre criteri logici per l'analisi ecologica di problemi associati alla gestione dell'ambiente è enfatizzata in numerosi studi ed è parte integrante dei criteri imposti per legge in paesi come gli Stati Uniti e l'Australia (Underwood 1994, Lubchenco *et al.* 1995). L'importanza che in questo tipo di indagini viene riservata alla replicazione spaziale e temporale deriva dal fatto che la densità delle popolazioni naturali è estremamente variabile nello spazio e nel tempo a causa di innumerevoli processi di natura abiotica, biotica ed antropica, che su queste popolazioni insistono.

Fig. 1 *Fasi che caratterizzano la gestione di un problema ambientale*



I popolamenti di costa rocciosa di Calafuria

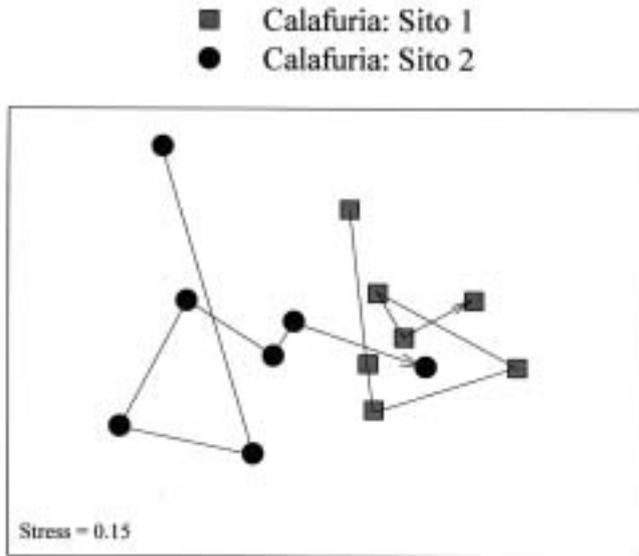
I popolamenti ad alghe e invertebrati presenti sulle coste rocciose di Calafuria sono oggetto di studio da parte di questa Unità Operativa da oltre un decennio. Tali indagini, condotte utilizzando metodiche di ecologia sperimentale, hanno prodotto una serie di pubblicazioni sulle più prestigiose riviste internazionali del settore (si veda la bibliografia alla fine del presente capitolo), ed hanno contribuito a chiarire numerosi aspetti relativi ai processi naturali che operano nel sistema e sulle capacità di risposta dei popolamenti a perturbazioni naturali ed antropiche.

Rimangono tuttavia importanti questioni da risolvere o approfondire, in particolare in prospettiva di un programma di studio per la realizzazione di un'area protetta. Molte delle indagini, infatti, sono state condotte nelle porzioni superficiali della costa, mentre quelle più profonde sono state meno studiate. Nondimeno, benché molte delle caratteristiche ecologiche delle popolazioni superficiali siano conosciute, mancano ancora le informazioni necessarie per definire con oggettività lo stato attuale delle coste rocciose di Calafuria rispetto sia a coste dove vi è un regime di protezione in atto sia a coste esposte ad intenso disturbo antropico. Le prime forniscono il riferimento verso cui dovrebbe tendere Calafuria in seguito a un intervento di protezione, le seconde il riferimento opposto, cioè la condizione da cui Calafuria dovrebbe allontanarsi. La necessità di questo tipo di paragone, e l'impossibilità di utilizzare le coste di Calafuria come controllo di loro stesse (ad esempio in un confronto fra la situazione antecedente e quella successiva all'istituzione dell'area protetta) è dimostrato dalla elevata variabilità spaziale e temporale dei popolamenti che caratterizzano queste coste (e verosimilmente ogni costa).

Un esempio di tale variabilità è esemplificato dai popolamenti localizzati sulle porzioni della costa comprese tra 0.0 e 0.4 m sopra il livello medio di bassa marea. Tali popolamenti mostrano differenze considerevoli in composizione ed abbondanza relativa di specie in campioni ottenuti da siti distanti gli uni dagli altri solo alcune decine di metri (Fig. 2). Questa semplice analisi mostra inoltre che i popolamenti variano nel tempo e che le traiettorie temporali sono diverse nei due siti. Alla luce di tale variabilità sarebbe inadeguato stabilire l'effetto dell'istituzione di un'area protetta a Calafuria senza l'ausilio di opportuni controlli. Infatti, qualunque differenza tra la situazione antecedente e quella successiva alla istituzione dell'area protetta confonde-

rebbe l'effetto parco con quello di processi ecologici altrettanto capaci di modificare la struttura dei popolamenti. Ulteriori dettagli su questi aspetti sono illustrati in Menconi *et al.* (1997).

Fig. 2 *Traiettorie temporali nella struttura di popolamenti di due siti di costa rocciosa a Calafuria*



La debolezza di un simile approccio è illustrata dall'andamento temporale di *Patella* spp. nell'arco di 4 anni (Fig. 3). La densità di patelle è stata stimata in 6 siti distribuiti lungo le coste di Calafuria. La densità di patelle per unità di campionamento è relativamente bassa fra marzo 1991 e maggio 1993, mentre incrementa considerevolmente tra questa data e novembre 1994 (Fig. 3). Se tali coste fossero state dichiarate area protetta nel 1993, l'incremento successivo di patelle potrebbe essere interpretato come evidenza di un effetto parco, dato che questi organismi sono comunemente raccolti a scopo alimentare lungo la costa. In realtà, l'andamento numerico di *Patella* spp. riflette fattori totalmente indipendenti da un intervento di protezione che di fatto non c'è stato. Questo esempio illustra ulteriormente la necessità di utilizzare opportuni controlli per valutare in modo efficace un eventuale effetto parco ed isolarlo dalla variabilità naturale.

Fig. 3 *Andamento temporale della densità media di Patella spp. ($\pm ES$, n = 6) a Calafuria*

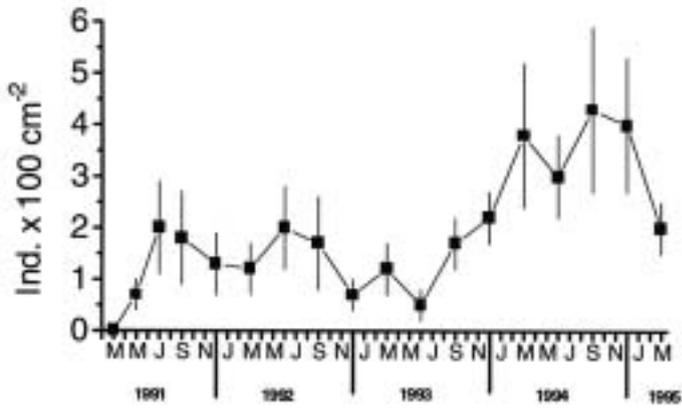
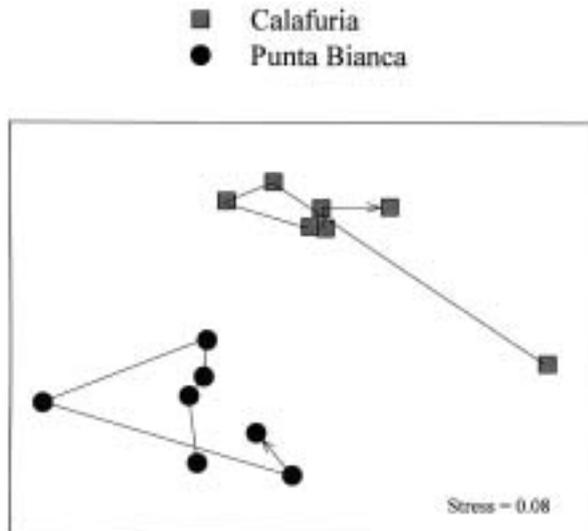


Fig. 4 *Traiettorie temporali nella struttura di popolamenti a Calafuria e Punta Bianca*



I problemi rappresentati dalla variabilità intrinseca alle popolazioni naturali si riflettono anche a scale spaziali e temporali maggiori di quelle ora considerate. Infatti, è molto probabile che i popolamenti di una località specifica, come ad esempio quella compresa fra le due torri di Calafuria, siano diversi dai popolamenti di una qualunque altra località. L'implicazione diretta di ciò è che una singola località, anche se diversa da Calafuria, non può fornire un controllo adeguato per valutare l'effetto parco o per stabilire lo stato attuale dei popolamenti di Calafuria. Quanto un simile approccio sia fallace è illustrato dal confronto fra Calafuria e una costa con popolamenti qualitativamente simili, posta a circa 70 km di distanza: Punta Bianca (SP). Analogamente a quanto osservato per il confronto fra i due siti di Calafuria, anche quando si contrasta questa località con una apparentemente simile si osservano differenze marcate nella struttura dei popolamenti e nelle loro fluttuazioni temporali (Fig. 4).

Sebbene nessuna delle due località sia attualmente sottoposta ad un regime di protezione, un eventuale incremento nelle differenze tra i popolamenti successivo alla istituzione di un'area protetta a Calafuria non potrebbe essere preso come evidenza di un effetto parco; esso potrebbe riflettere processi ecologici di altra natura. Per ovviare a questo problema occorre avere almeno 2 coste di riferimento per stimare in modo adeguato la variabilità naturale tra coste indipendentemente da qualunque regime di protezione.

Proposta di indagine

La variabilità spaziale e temporale dei popolamenti naturali e i limiti che essa pone per studi comparativi, come la definizione dello stato di salute di un sistema o la valutazione dell'effetto di un regime di protezione, è ben nota agli ecologi (Green 1979, 1993, Bernstein & Zalinski 1983, Stewart-Oaten *et al.* 1986, Eberhardt & Thomas 1991, Underwood 1994, Wiens & Parker 1995). La soluzione a questo tipo di problemi è rappresentata da un opportuno programma di campionamento e da un'adeguata replicazione spazio-temporale. In assenza di ciò non è possibile fornire risposte difendibili su base logica a chiunque sollevi dubbi sulla necessità di istituire un'area protetta e sull'esito di una valutazione a posteriori dei suoi effetti. La logica qui proposta è la stessa che caratterizza le metodiche di valutazione di impatto antropico su popolazioni naturali generalmente note come procedure BACI evolu-

te (Underwood 1994). L'applicazione di tali procedure in questo contesto è giustificata da quanto illustrato in precedenza. Inoltre, come già accennato, essa permette di sintetizzare più aspetti associati alla decisione di istituire un'area protetta in un unico schema di lavoro.

Habitat proposti

Per minimizzare i costi del progetto si propone di esaminare 3 'habitat' chiave: la porzione di costa compresa fra 0 e 0.4 m sopra il livello medio di bassa marea, le aree comprese fra i 3 ed i 10 m di profondità, caratterizzate da mosaici algali, zone di pascolo di ricci e praterie di *P. oceanica*, e le zone più profonde (30-40 m) caratterizzate da popolamenti generalmente noti con il termine di coralligeno.

Questi ambienti sono di importanza strategica nel sistema costiero. Gli habitat sommersi sono di particolare interesse per la loro rilevanza ecologica (ad esempio la elevata diversità di specie), per la presenza di specie di interesse commerciale (ricci e numerose specie ittiche) e come attrazione per il turismo subacqueo.

Gli habitat presenti sopra il livello medio di bassa marea permettono di affrontare le problematiche in questione in modo estremamente economico, data la loro accessibilità e la facilità con cui tali ambienti possono essere trattati sperimentalmente. I popolamenti superficiali, trovandosi all'interfaccia tra l'ambiente marino e quello terrestre, sono esposti simultaneamente ai fattori di disturbo antropico caratteristici del sistema acquatico e di quello subacqueo. Certe specie di molluschi e crostacei sono anche soggette ad una intensa attività di prelievo da parte dei visitatori delle coste che possono causarne l'estinzione locale (è il caso della patella gigante *Patella ferruginea*) e innescare una catena di effetti indiretti su altri organismi, come alghe e crostacei cirripedi. Data la loro facile accessibilità, le coste rocciose sono fra i sistemi ecologici meglio studiati del pianeta e rappresentano dei laboratori ideali per valutare gli effetti di mitigazione che dovrebbero scaturire dall'istituzione di aree protette. Questa conoscenza pregressa è indispensabile per fare previsioni sugli effetti della protezione o di qualunque altra forma di intervento antropico in aree costiere (Benedetti-Cecchi 2000). Infine, i popolamenti di costa rocciosa sono visibili a tutti, subacquei e non, ed è dal loro stato che l'opinione pubblica trae conclusioni a proposito delle condizioni generali dell'ambiente costiero.

Disegno sperimentale

La proposta è quella di comparare i popolamenti presenti negli habitat chiave sopra menzionati delle coste rocciose di Calafuria con i popolamenti di 2 località esposte ad un disturbo antropico analogo a quello che caratterizza Calafuria (ad esempio vicinanza a città costiere), e con due località già dichiarate come aree protette (Fig. 5). Queste potrebbero essere rappresentate da due isole del Parco dell'Arcipelago Toscano, o da un'isola e da un'area protetta sul continente (ad esempio la zona di Portofino). Ciascuna località è rappresentata da due coste (tratti di litorale di 50-100 m), scelte in modo casuale per rappresentare la località, e 2 siti (tratti di litorale di 5-10 m) sono utilizzati per rappresentare una costa. I popolamenti sono esaminati in una serie di 4 date prima e una serie di 4 date dopo l'istituzione dell'area protetta su ciascuna costa, utilizzando ad ogni data 2 nuovi siti posizionati in modo casuale su ciascuna costa per assicurare l'indipendenza dei dati. Ciascun sito sarà rappresentato da 5 quadrati o repliche (vedi di seguito, *Metodi di campionamento e analisi dei dati*) posizionate in modo casuale.

È opportuno notare che questo progetto richiede che i popolamenti delle località esaminate siano qualitativamente simili, ma non pretende di identificare popolamenti identici su coste diverse (condizione alquanto innaturale). L'obiettivo è quello di stimare le differenze naturali che sussistono tra i popolamenti di Calafuria e il popolamento 'medio' rappresentativo di località antropizzate e di località protette, prima e dopo l'istituzione dell'area protetta a Calafuria. L'effetto atteso è una variazione tra la fase prima e la fase dopo l'intervento a Calafuria nella entità di tali differenze. La disponibilità di una serie di date prima ed una serie di date dopo l'intervento di protezione è fondamentale per separare l'effetto data dall'effetto periodo. Questa indagine permetterà di perseguire i seguenti obiettivi:

- a) valutare lo stato attuale dei popolamenti di substrato roccioso di Calafuria
- b) valutare le possibilità di recuperare e mantenere i processi naturali che caratterizzano tali popolamenti; ciò richiede anche l'utilizzo delle conoscenze fornite da ricerche pregresse
- c) quantificare gli effetti del regime di protezione sulla diversità, sulla composizione specifica e sull'abbondanza relativa di specie di costa rocciosa lungo il litorale di Calafuria.

Metodi di campionamento e analisi dei dati

Lo svolgimento della ricerca proposta si basa sull'utilizzo di metodologie di campionamento non distruttivo mediante l'utilizzo di quadrati di riferimento di superficie variabile (per es. 20 x 20 cm o 50 x 50 cm) a seconda delle specie e degli habitat considerati. In alternativa, quando sarà ritenuto logisticamente più conveniente, verranno utilizzate anche tecniche di campionamento fotografico. I dati di abbondanza degli organismi campionati saranno espressi come ricoprimento percentuale per le specie sessili e come densità (numero di individui per unità di superficie) per gli organismi mobili. I dati saranno successivamente analizzati utilizzando tecniche statistiche sia di tipo univariato che multivariato. Il multy-dimensional-scaling (MDS) e l'analisi delle similarità (ANOSIM) saranno utilizzati per esaminare l'effetto della protezione su interi popolamenti nelle diverse condizioni a confronto. Le specie o i taxa numericamente più abbondanti saranno analizzati separatamente mediante analisi della varianza (ANOVA). Queste metodologie permetteranno di analizzare in modo formale l'ipotesi secondo cui la struttura di interi popolamenti, o l'abbondanza di specie rappresentative, varia come conseguenza dell'istituzione di un'area protetta a Calafuria.

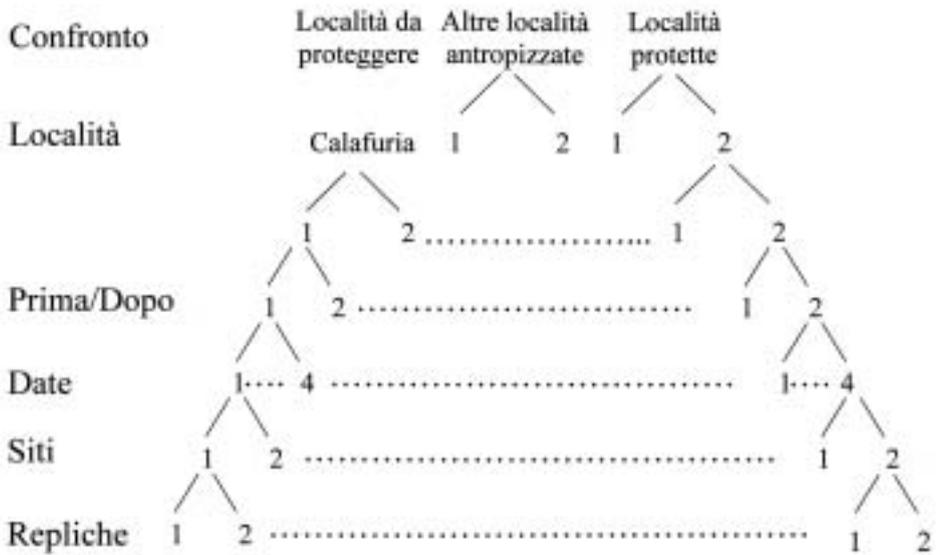
Tempi di svolgimento e previsione di effetti

La ricerca proposta richiede circa un anno di studio per quantificare le differenze tra i popolamenti di Calafuria e quelli delle coste di controllo prima dell'istituzione dell'area protetta. La valutazione degli effetti generati dal regime di protezione a Calafuria richiede tempi variabili a seconda delle specie considerate. Si possono azzardare alcune previsioni sulla risposta dei popolamenti che occupano le porzioni di costa sopra il livello medio di bassa marea, data la conoscenza relativamente approfondita dei processi che operano in questo habitat (Benedetti-Cecchi & Cinelli 1993, Benedetti-Cecchi *et al.* 1999, Benedetti-Cecchi 2000a,b). È prevedibile che a un anno dall'istituzione dell'area protetta vi sia un incremento della densità di gasteropodi erbivori a cui dovrebbe seguire un decremento di alghe filamentose e alghe corticate, che attualmente occupano ampie porzioni di substrato. A questi organismi dovrebbero sostituirsi crostacei cirripedi e altre alghe resistenti al pascolo di molluschi gasteropodi, come l'alga endemica *Rissoella verruculosa* e alghe incrostanti. A un aumento medio della abbondanza di erbivori

dovrebbe corrispondere anche l'incremento della varianza spaziale della loro densità. Ciò in conseguenza dalla tendenza dei gasteropodi ad aggregarsi in micrositi particolarmente favorevoli anziché a disperdersi sulla costa. Ne consegue che anche gli effetti diretti ed indiretti di questi organismi sul resto del popolamento dovrebbero risultare variabili nello spazio. Un'ulteriore previsione, quindi, è un aumento della variabilità spaziale di molte specie di organismi sessili come effetto dell'istituzione dell'area protetta. All'aumentare della eterogeneità del sistema corrisponde, per definizione, un aumento di biodiversità (si veda la definizione di biodiversità al sito <http://esa.sdsc.edu/> della Società Ecologica Americana). Tali variazioni dovrebbero verificarsi su una scala temporale di alcuni anni, ma la presente ricerca si focalizzerà sugli effetti evidenziabili nell'anno successivo all'istituzione dell'area protetta.

Conciliare le esigenze di una società in continua crescita e di un ambiente minacciato da innumerevoli fonti di disturbo antropico richiede un cambiamento di mentalità e di metodo nelle modalità con cui i problemi ambientali sono affrontati. Ciascuna decisione relativa alla gestione dell'ambiente rappresenta di fatto un esperimento e come tale dovrebbe essere trattata. Ciò richiede l'identificazione del trattamento (l'istituzione di un'area protetta nel presente caso) e di opportuni controlli. Valutare l'esito del trattamento è quindi una componente integrante della procedura e non un'opzione facoltativa (Moreno 1984, Addessi 1994, Harmelin *et al.* 1995, Babcock 1999, Edgar 1999, Garcia-Charton & Pérez-Ruzafa 1999, Rothley 1999). Questa fase è fondamentale per identificare quali aspetti dell'intervento hanno avuto successo e quali devono essere implementati per aumentare le probabilità di esito positivo in applicazioni future. L'istituzione di un'area protetta non rappresenta quindi un caso isolato di intervento sul territorio, bensì un elemento in una rete di esperienze che hanno in comune l'obiettivo di fornire le basi conoscitive e applicative per una migliore gestione delle risorse naturali. Il programma qui proposto si basa su acquisizioni recenti nel settore dell'ecologia sperimentale e utilizza la logica in uso anche in altri Paesi (Australia e Stati Uniti) per quantificare gli effetti di interventi antropici sull'ambiente. L'esperimento del Parco dei due Castelli ha tutte le caratteristiche per diventare un esempio di rigore e di metodo per la realizzazione di aree protette nel nostro paese.

Fig. 5 *Disegno sperimentale per la valutazione degli effetti associati all'istituzione di un'area protetta a Calafuria*



Bibliografia

- Addessi L (1994) *Human disturbance and long-term changes on a rocky intertidal community*. *Ecol Appl* 4: 786-797
- Agardy, M. T. *Advances in marine conservation: the role of marine protected areas*. *Trends in Ecology and Evolution* 9(7), 267-270. 1994. Ref Type: Journal (Full)
- Allison GW, Lubchenco J, Carr MH (1998) *Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation*. *Ecol Appl* 8 -Supplement: 79-92
- Babcock RC, Kelly S, Shears NT, Walker JW, Willis TJ (1999) *Changes in community structure in temperate marine reserves*. *Mar Ecol Prog Ser* 189: 125-134
- Benedetti-Cecchi L (2000a) *Predicting direct and indirect effects during succession in a midlittoral rocky shore assemblage*. *Ecol Monogr* 70: 45-72
- Benedetti-Cecchi L (2000b) *Priority effects, taxonomic resolution, and the prediction of variable patterns of succession in littoral rock pools*. *Oecologia* 123: 265-274
- Benedetti-Cecchi L, Cinelli F (1993) *Early patterns of algal succession in a midlittoral community of the Mediterranean Sea: a multifactorial experiment*. *J Exp Mar Biol Ecol* 169: 15-31
- Benedetti-Cecchi L, Menconi M, Cinelli F (1999) *Pre-emption of the substratum and the maintenance of spatial pattern on a rocky shore in the northwest Mediterranean*. *Mar Ecol Prog Ser* 181: 13-23
- Bernstein BB, Zalinski J (1983) *An optimum sampling design and power tests for environmental biologists*. *J Environ Manage* 16: 335-343
- Castilla, J. C. *Coastal marine communities: trends and perspectives from human-exclusion experiments*. *Trends in Ecology and Evolution* 14(7), 280-283. 1999. Ref Type: Journal (Full)
- Eberhardt LL, Thomas JM (1991) *Designing environmental field studies*. *Ecol Monogr* 61: 53-73
- Edgar GJ, Barrett NS (1999) *Effects of the declaration of marine reserves on Tasmanian reef fishes, invertebrates and plants*. *J Exp Mar Biol Ecol* 242: 107-144
- García-Charton JA, Pérez-Ruzafa Á (1999) *Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves*. *Fish Res* 42: 1-20
- Green RH (1979) *Sampling design and statistical methods for environmental*

- biologists*. Wiley Interscience, Chichester, England
- Harmelin JG, Bachel F, Garcia F (1995) *Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency*. PSZN I: Mar Ecol 16: 233-250
- Lubchenco J, Allison GW, Navarrete SA, Menge BA, Castilla JC, Defeo O, Folke C, Kussakin O, Norton T, Wood AM (1995) *Coastal systems*. In: "United Nation Environmental Programme (ed) Global biodiversity assessment". Cambridge University Press, Cambridge, pp 370-381
- Mapstone BD (1995) *Scalable decision rules for environmental impact studies: effect size, type I, and type II errors*. Ecol Appl 5: 401-410
- Menconi M, Benedetti-Cecchi L, Cinelli F (1999) *Spatial and temporal variability in the distribution of algae and invertebrates on rocky shores in the northwest Mediterranean*. J Exp Mar Biol Ecol 233: 1-23
- Moreno CA, Sutherland JP, Jara HF (1984) *Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile*. Oikos 42: 155-160
- Paine RT, Ruesink JL, Sun A, Soulanille EL, Wonham MJ, Harley CDG, Brumbaugh DR, Secord DL (1996) *Trouble on oiled waters: lessons from the Exxon Valdez oil spill*. Ann Rev Ecol Syst 27: 197-235
- Rothley KD (1999) *Designing bioreserve networks to satisfy multiple, conflicting demands*. Ecol Appl 9: 741-750
- Stewart-Oaten A, Murdoch WW, Parker KR (1986) *Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time?* Ecology 67: 929-940
- Underwood AJ (1997) *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge
- Underwood AJ (1994) *On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances*. Ecol Appl 4: 3-15
- Underwood AJ (1995) *Ecological research and (and research into) environmental management*. Ecol Appl 5: 232-247
- Wiens JA, Parker KP (1995) *Analyzing the effects of accidental environmental impacts: approaches and assumptions*. Ecol Appl 5: 1069-1083

CENSIMENTO E RILIEVO TOPOGRAFICO DELLE CAVITÀ NATURALI SOMMERSE

Gianpaolo Bianucci

L'area oggetto della nostra ricerca non si trova in una zona calcarea, pertanto le eventuali cavità naturali che potranno essere censite non sono sicuramente di origine carsica. Ciò non toglie che l'azione del mare abbia nel tempo determinato quei fenomeni che hanno permesso la formazione di cavità oggi sommerse. La roccia dove presumibilmente queste cavità si sono formate è il massiccio di Calafuria. In alcuni casi tali cavità possono presentare al suo interno anche ambienti articolati e spesso consentire l'osservazione di organismi tipici degli ambienti profondi, o in ogni caso di quelli bui o di penombra.

Scopo di questo studio è di censire il maggior numero di cavità naturali sommerse e, dove possibile, fornire anche indicazioni generali di natura biologica, utili per eventuali studi successivi.

La pianificazione dello studio prevede la suddivisione dell'area in tre settori (Fig.1):

- 1) Settore Nord, compreso tra il limite superiore dell'area in oggetto e il golfo di Calafuria.
- 2) Settore Centrale, compreso tra i due golfi di Calafuria e Calignaia.
- 3) Settore Sud, Compreso tra il golfo di Calignaia e il limite inferiore dell'area.

Ogni settore è stato suddiviso in Unità Elementari di Osservazione (U.E.O.), codificate in relazione a un codice alfa-numerico che tiene conto del settore in cui le UEO sono allocate e della loro successione da Nord verso Sud. Va detto che la geometria delle UEO è coerente con la linea batimetrica più vicina e l'area da loro racchiusa è approssimativamente di 206 ha.

In totale i tre settori comprendono 137 UEO. Su ognuna di loro sono previste osservazioni dirette tramite l'uso di autorespiratore; l'impiego di un GPS permetterà la registrazione della posizione delle UEO, in particolare del suo punto nave centrale.

Questo studio si ricollega ad un programma di più vasto respiro (C.A.V.E., Cavità Acquatiche: Valutazione ed Esplorazione)¹ teso al censimento delle cavità naturali della parte insulare dell'Arcipelago Toscano. CAVE è ormai

¹ Serena F., 1992. *A proposito di grotte marine*. *Talp* n. 6, 3-6

attivo da più di dieci anni e molte sono le cavità, sommerse e non, che sono state censite. In particolare, però, in tutto questo periodo sono state acquisite esperienze tali da consentirci di individuare un tipo di lavoro che ormai possiamo considerare standard. Lo standard raggiunto riguarda non solo gli aspetti tecnici dell'esplorazione, ma anche quelli più strettamente legati alla restituzione delle osservazioni effettuate negli ambienti esplorati; mi riferisco in particolare al rilievo topografico e a tutte le componenti grafiche impiegate. Ciò, in ultima analisi, ha consentito di fornire immagini facilmente comprensibili e interpretabili per studi successivi.

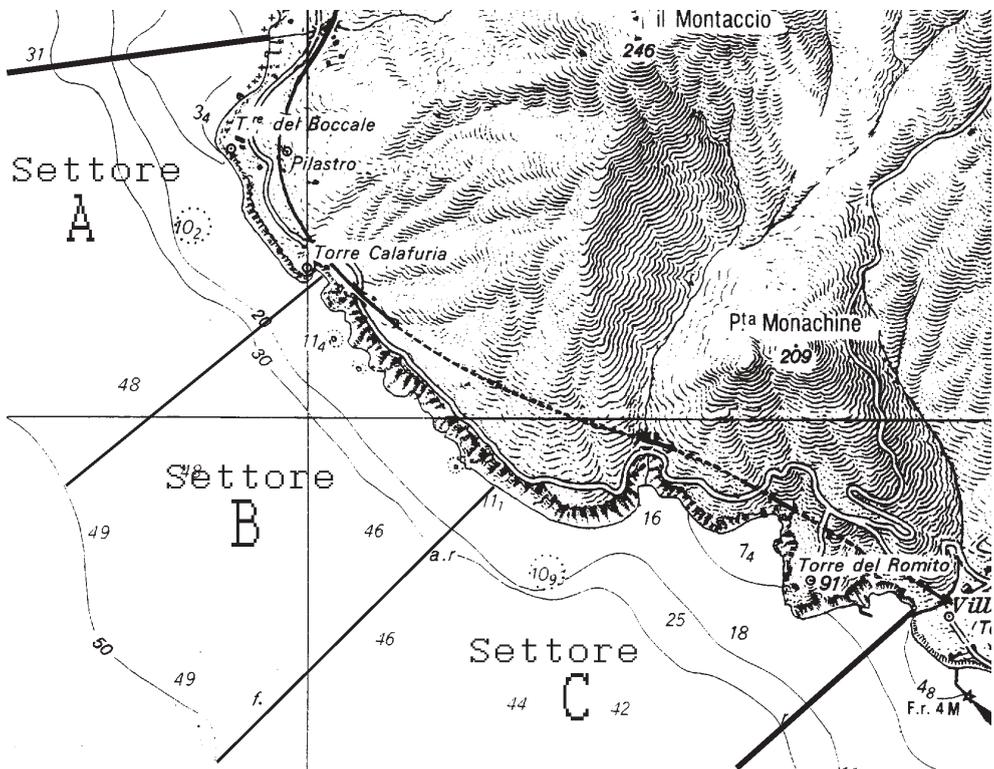


Fig. 1

CENSIMENTO DELLA FAUNA MALACOLOGICA

Enzo Campani

Premessa

Nello studio preliminare dell'ambiente di un sito individuato come candidato ad Area Marina Protetta o Parco Marino, l'indagine relativa ai Molluschi è necessariamente destinata a ricoprire un ruolo fondamentale, non fosse altro per il fatto che essi rappresentano il *phylum* più ricco di specie (oltre 1600 nelle acque italiane). Il valore dei Molluschi come buoni indicatori della composizione e struttura delle comunità bentoniche è ben noto; recentemente studi di questo tipo sono stati realizzati, con finalità simile a quelle contemplate dal Progetto Due Castelli, in ambienti di differente natura, come ambienti lagunari (Scotti *et al.* 1996, Chemello *et al.* 1997), o di *Posidonia oceanica* (Russo *et al.* 1991), o ambienti ad alghe fotofile (Chemello & Russo, 1997).

Metodologia impiegata

L'indagine relativa ai molluschi deve essere condotta necessariamente per mezzo di un censimento quanto più possibile esaustivo delle specie localmente rinvenibili e pertanto sono importanti le metodiche utilizzate per la conoscenza della fauna presente. Tali metodiche sostanzialmente possono essere basate su semplice ricognizione, sia essa visiva che fotografica o di ripresa subacquea, oppure utilizzare prelievo di materiale, da conservare ed esaminare in un secondo momento. Sicuramente la prima tipologia di indagini ha il vantaggio di essere completamente non invasiva, ma non si presta alla ricerca di fauna di piccole dimensioni, spesso nascosta in microcavità del substrato o in fitti talli algali, o tra i rizomi di *Posidonia* o, infine, infossata nel sedimento. Per tale fauna è necessario ricorrere al prelievo di materiale, campionando aree di substrato di estensione abbastanza grande per assicurare una buona rappresentatività specifica, senza peraltro esagerare per non dover poi eseguire il sorting di campioni eccessivamente numerosi al livello di individui. Allo scopo è bene ricordare che la taglia dei Molluschi viventi nell'area in studio varia tra 0.5 mm e una decina di centimetri, con poche vistose eccezioni di specie di taglia maggiore, ma la stragrande maggioranza

delle specie ha taglia subcentimetrica. I metodi basati su prelievi sono quindi irrinunciabili, anche se forzatamente invasivi. Per esemplificare meglio la materia, vale la pena di ricordare che esistono esami molto recenti, anche se parziali, della fauna malacologica della zona in studio in due Tesi di Laurea del Corso di Laurea in Biologia di Pisa, che ben illustrano le sue tipologie di indagine.

Nella prima di esse (Campani S., 2000) vengono descritti rilevamenti di Molluschi Nudibranchi ottenuti tramite campionamento visivo in immersione con ARA, con registrazione dell'osservazione senza prelievo di esemplari. In questo caso la tecnica non invasiva è necessaria, perché le presenze registrate sarebbero influenzate dal prelievo, vista la loro scarsa consistenza numerica. Tale tipo di esame si può estendere alle specie di taglia superiore a qualche centimetro, facilmente individuabili sia ad occhio che da ricognizione fotografica o di videocamera. Così operando è possibile limitare l'estensione delle aree previste per prelievi di materiale, perché queste sono utilizzate solo per l'indagine di specie di piccola taglia, sicuramente spazialmente meno disperse delle maggiori.

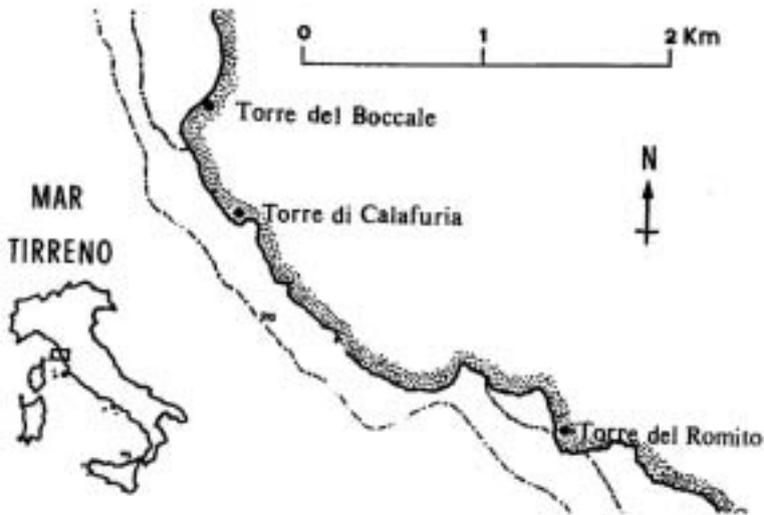
Nella seconda Tesi citata (Cappagli M., 2000) sono invece esaminati i risultati di prelievi di materiale effettuati mediante grattaggio di aree fisse (quadrati 20x20 cm), fissaggio del materiale e successivo sorting del medesimo. Questo tipo di campionamento è frequentemente usato, in particolare dagli studiosi delle fitocenosi bentoniche, perché consente valide analisi quantitative di parametri quali i ricoprimenti algali ecc..

Premessi questi esempi di due metodiche di studio, notiamo che il nostro scopo è quello di ottenere un censimento il più possibile completo dei Molluschi; risulta quindi necessario integrare tra loro metodiche diverse oltre a individuare con cura le zone di indagine.

Nella Figura 1 compare la zona in esame, compresa tra le due località segnalate come Castello del Boccale e Castel Sonnino. Essa si sviluppa su un fronte inferiore ai 4 km; in figura l'isobata più esterna è quella dei 20 metri, mentre la zona in studio arriverà a quella dei 40 metri, quindi più estesa di quanto appaia. La costa è rocciosa, con fondi rocciosi almeno sino alla citata isobata, ove comincia la platea fangoso-sabbiosa. In tale zona dovranno essere individuati alcuni transetti ortogonali alla linea media di costa, disposti quindi in direzione SW verso il largo. Per ciascuno dei transetti debbono essere individuate stazioni a differente profondità. Il numero e l'ubicazione di esse lungo il transetto dipende dalla conformazione del fondo lungo di

esso. Ad esempio Chemello & Russo (Chemello & Russo, 1997) adottarono per lo studio dell'ambiente ad alghe fotofile dell'isola di Lampedusa 9 transetti, ciascuno di 5 stazioni (0,-1,-3,-5,-10 m di profondità), distribuiti su uno sviluppo costiero di oltre 20 km.

Fig. 1



Nel nostro caso lo sviluppo costiero ridotto consente un ridotto numero di transetti, che potranno essere limitati a tre almeno ad un primo approccio, ma la maggiore estensione batimetrica e la finalità differente (screening specifico generale più che studio quantitativo di una comunità) richiederanno un numero di stazioni per transetto adeguato allo scopo, probabilmente superiore a 5. Vista la conformazione costiera, di tipo roccioso precipite, le stazioni dei transetti potrebbero essere:

- 1) Stazione in terraferma, unica, vista la ridotta estensione tra strada e linea di marea.
- 2) Stazione intertidale e di eventuali pozze di scogliera.
- 3) Stazione di alghe fotofile attorno a -5 m.
- 4) Stazione di media profondità, attorno a -10 , -15 m.
- 5) Stazione in ambiente precoralligeno e/o zona dei rizomi di *Posidonia*.
- 6) Stazione/i in ambiente coralligeno; occorrerà valutare la presenza di aspetti diversificati di questo ambiente, ad esempio coralligeno a Gorgonie

rosse e coralligeno a Corallo rosso e decidere a posteriori se dedicare più di una stazione a questo ambiente.

- 7) Almeno una stazione “profonda” situata in prossimità dell’isobata dei -40; anche in questo caso è possibile che la diversificazione locale esiga più di una stazione.

Nell’area in studio sono inoltre presenti falesie sottomarine e occorrerebbe anche esaminarne alcune come zone di transizione tra stazioni. In conclusione, non è esagerato pensare alla necessità di 8 – 10 stazioni per transetto.

Le indagini da effettuare per ogni stazione sono poi:

- a) una ricognizione visiva e fotografica o televisiva per l’esame delle malacofauna di maggiori dimensioni, con conteggio manuale degli individui;
- b) uno o più prelievi di materiale.

La tipologia scelta per quest’ultimo dipende dalla struttura del substrato che alloggia la stazione. Su un substrato rigido con ricoprimento algale, sia di tipo feltro che a talli eretti, il prelievo ottimale per un censimento dei Molluschi si effettua da parte di un operatore subacqueo munito di ARA e prevede:

- a) l’applicazione di un aspiratore idraulico (“sorbona”) all’area di campionamento (un quadrato 30x30 cm tipicamente);
- b) il grattaggio dell’area medesima sino al substrato;
- c) ulteriore impiego dell’aspiratore sull’area portata a nudo.

Questo metodo, oltre ad assicurare una raccolta molto efficiente della malacofauna, consente di separare grossolanamente quella proveniente da microambienti diversi e predispone quindi i dati per un’analisi più approfondita del semplice elenco faunistico.

Su un substrato mobile il prelievo può essere effettuato tramite benna di volume standard, del tipo usato per i censimenti delle comunità bentoniche dei fondi mobili in genere, o anche a mezzo piccola draga, che risulta tuttavia poco efficiente nei confronti dell’infauna vagile non molto superficiale. Questo tipo di substrato non è atteso comunque essere dominante nell’area in studio, dove dovrebbe essere spazialmente limitato in prossimità dell’isobata più profonda dell’area. Questi prelievi possono effettuarsi anche soltanto da natante.

Un esame a parte merita poi l’ambiente a *Posidonia oceanica*, nel quale i molluschi si ritrovano sia sulle fronde che tra i rizomi e nel sedimento che tra questi rimane incluso. La ricerca sulle fronde è complicata dal fatto che molti piccoli *Gastropoda* qui viventi hanno una veloce reazione di distacco dalla fronda che ne complica molto la cattura; ciò ovviamente non è vero per i

Bivalvia, generalmente ancorati alle fronde da filamenti di bisso che ne consentono la raccolta per semplice “pulizia manuale” delle fronde o tramite piccoli “rastrelli”. Questi metodi non si prestano ad analisi numeriche quantitative perché la loro efficienza è abbastanza aleatoria. Per ovviare poi alla detta carenza verso i *Gastropoda* delle fronde, si ricorre alla raccolta di campioni dello strato superficiale del sedimento intermattale, raccolta che si effettua manualmente sino al raggiungimento di un volume dell’ordine 0.25 – 0.5 l, a seconda dell’estensione della stazione scelta. Per la zona dei rizomi l’uso di un aspiratore idraulico consente una raccolta efficiente ed è probabilmente uno dei metodi di raccolta meno invasivi.

Alle considerazioni sin qui svolte relativamente al tipo di prelievo da effettuare nelle stazioni occorre aggiungere alcune considerazioni particolari:

- a) numerosi *Gastropoda* che vivono nell’area di studio hanno spiccate abitudini notturne, soprattutto le specie con affinità per il Precoralligeno o il Coralligeno, quali ad esempio i *Trochidae* del genere *Calliostoma*, o i *Cypraeidae* e molti altri ancora. Per una loro efficiente rilevazione saranno necessarie immersioni notturne;
- b) esistono Molluschi che sono efficientemente rilevati solo tramite l’utilizzo delle loro attitudini trofiche; ad esempio, i *Gastropoda* appartenenti alla Famiglia *Eulimidae* sono parassiti di *Echinodermata*, quali ricci di mare o oloturie, quelli delle Famiglie *Triphoridae* e *Cerithiopsidae* si nutrono di Poriferi ecc. Saranno quindi utili indagini ristrette a campionamenti di Echinodermi e Poriferi.

Il trattamento del materiale ottenuto dai prelievi dipende dalla loro tipologia. Per i prelievi di sedimento questo sarà lavato, essiccato e setacciato con maglia di 0.5 mm, dimensione al di sotto della quale esistono solo le conchiglie larvali di alcuni Molluschi. Per campioni contenenti prevalentemente materiale organico, come alghe o materiale coralligeno, si provvederà, dopo sminuzzamento delle componenti più grossolane, a separare la fauna vivente tramite deterioramento delle condizioni ambientali e successivamente al trattamento dei residui in modo analogo ai sedimenti.

Sul materiale così ottenuto si effettua il picking degli individui, utilizzando un binoculare stereoscopico. Dopo la classificazione degli esemplari, i dati vengono raccolti in una tabella specie – abbondanza e sono quindi pronti per ogni tipo di analisi, comprese quelle numeriche variate o multivariate. Tipicamente si ottiene una tabella per ogni prelievo; se esistono più repliche per una singola stazione si può costruire una tabella media per l’analisi.

Bibliografia

- Scotti G., R. Chemello, S. Riggio 1996. *Diversità della malacofauna di strato foliare in una prateria di Cymodocea nodosa nello stagnone di Marsala (Sicilia occidentale)*. *Biologia Marina Mediterranea*, 3 (1) : 46-49
- Chemello R., G. Scotti & S. Riggio 1997. *The Molluscan assemblage of leaf stratum in Cymodocea nodosa bed in a marine costal lagoon*. *Bollettino Malacologico*, Roma, 33 (5-8) : 69-76
- Russo G. F., D. Vinci, M. Scardi, E. Fresi 1991. *Molluscs syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a Posidonia oceanica bed. A year's cycle at Ischia island*. *Posidonia Newsletter* 4 (1) : 15-25
- Chemello R., G. F. Russo 1997. *The molluscan taxocoene of photophilic algae from the island of Lampedusa (strait os Sicily, southern Mediterranean)*. *Bollettino Malacologico* 33 (5-8) : 95-104
- Campani S. 2000. *Ecologia e Trofismo delle comunità di Nudibranchi ed Ascoglossi presenti lungo il Litorale Livornese*. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche Pisa, Marzo 2000
- Cappagli M. 2000. *Variazioni temporali della comunità di Molluschi Gasteropodi (Subclassis Prosobranchia) in rapporto a popolamenti algali del litorale livornese*. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche Pisa, Marzo 2000.

CARATTERIZZAZIONE DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE PROSPICIENTI AL PARCO DEI DUE CASTELLI

Lucio De Maio

Premessa

ARPAT, in convenzione con la Regione Toscana, svolge dal 1997 l'attività di monitoraggio marino costiero in relazione alla legge 979/82. Per la realizzazione di quest'attività, sotto il coordinamento di un'Area tecnica di ARPAT (*Area per la tutela dell'ambiente marino, lagunare, lacustre, costiero e dell'ittiofauna*), denominata per brevità AREA MARE, è stato costituito un gruppo di lavoro, il "Gruppo Oceanografia e Ricerche in Ambiente Marino", dotato di una strumentazione tecnica specifica molto avanzata, comprendente anche un battello oceanografico, il "Poseidon".

Caratteristiche tecniche del "Poseidon", il battello oceanografico di Arpat

Il Poseidon, con lunghezza fuori tutto di 17.5 metri, è stato progettato e costruito appositamente per svolgere attività di monitoraggio marino costiero. L'imbarcazione, che ha uno scafo di tipo militare, quindi particolarmente robusto e sicuro, è stata costruita dal cantiere Crestitalia di La Spezia nel 1992, impiegando lo stesso disegno con cui vengono realizzati i pattugliatori in dotazione alla Guardia di Finanza. Per garantire la robustezza e la rigidità lo scafo, interamente in vetroresina, è stato supportato da robusti longheroni longitudinali realizzati in vetroresina con anima di poliuretano espanso. La carena dell'imbarcazione è di tipo planante a "V" profonda e garantisce la massima stabilità possibile nelle varie operazioni di ricerca. Gli ambienti interamente climatizzati consentono l'alloggio confortevole a bordo di 5 persone, anche se gli spazi disponibili permettono di ospitare fino ad 11 persone più il comandante.

La dotazione strumentale

Il battello oceanografico dispone di una completa dotazione strumentale di tipo nautico e di strumentazioni oceanografiche avanzate e sofisticate.

L'alimentazione è fornita da due gruppi elettrogeni, da 12 Kw ognuno che, attraverso un inverter, oltre alla funzione di gruppo di continuità, assicurano

una tensione stabilizzata per l'alimentazione della strumentazione.

Il sistema di acquisizione e gestione dei dati è composto da tre computer portatili, di cui due con la stessa configurazione hardware e software, in modo da poter essere perfettamente intercambiabili e dotati di una docking station per eventuali espansioni hardware come incremento delle porte seriali. I tre computer sono collegati attraverso una rete locale che gestisce anche una stampante e un sistema di back up dei dati, con un'unità zip e un masterizzatore esterno per CD. Il collegamento con l'esterno, gli uffici a terra e la comunicazione con la rete Internet è assicurato attraverso un Radio Modem GSM costituito da scheda PCMCIA.

La dotazione strumentale di tipo oceanografico consente di effettuare:

- misure dei principali parametri fisico – chimici lungo la colonna d'acqua in tempo reale fino alla profondità di 200 metri;
- misure correntometriche di tipo puntuale o in tempo reale con correntometro profilatore da nave alla deriva fino alla profondità di 100 metri;
- misure dei principali dati meteorologici con centralina collegata a PC per memorizzazione automatica dei dati;
- prelievo di campioni d'acqua e successivo pretrattamento, filtrazione e conservazione in frigorifero o congelatore;
- prelievo di sedimento con l'impiego di benna, draga, box corer o carotiere a gravità;
- prelievo di plancton, anche con pescate orizzontali e verticali con apposito retino;
- rilievo plano batimetrico con georeferenziazione differenziale e ricezione delle correzioni DGPS da satellite;
- indagini visive subacquee tramite R.O.V. od operatore sub.

Inoltre, per il prossimo futuro, sarà possibile il rilievo acustico del fondo marino con impiego di tecnologia Side Scan Sonar.

Principali attività

Le attività principali svolte dal battello oceanografico "Poseidon" sono:

- Convenzione tra ARPAT e Regione Toscana per il monitoraggio marino costiero in relazione alla legge 979/82 (Difesa Mare). Costituisce l'impegno prioritario nel lavoro svolto con il battello oceanografico; in tale attività ARPAT effettua una serie di campagne di monitoraggio lungo la fascia costiera dell'intera costa toscana. La frequenza di tali indagini è quindicinale da giugno a settembre e mensile nei restanti mesi, con un

totale di 16 campagne nell'arco di un anno. Il rinnovo di tale convenzione, nel 2001, comporterà un'intensificazione della frequenza delle indagini, che diventerà quindicinale durante tutto l'arco dell'anno.

- Monitoraggio delle acque marino costiere in attuazione del D. Lgs. 152/99. Si tratta di un'altra attività di rilievo in cui sarà impegnato il battello oceanografico nel 2001. ARPAT svolgerà tale compito in qualità di organo tecnico della Regione Toscana.
- Convenzione triennale tra ARPAT e ICRAM per il controllo del fenomeno delle mucillagini nell'alto Tirreno, "Progetto MAT". Riguardo a questa attività, iniziata nel giugno '99, ARPAT, in collaborazione con l'Università di Firenze, svolge indagini mensili in tre stazioni posizionate presso le Isole del Giglio e di Giannutri. Tali indagini riguardano l'idrologia delle acque, lo stato trofico e l'ispezione subacquea dei fondali con eventuale raccolta di campioni di aggregati mucilluginosi.
- Progetto Interreg Toscana – Corsica "Salvaguardia preventiva dell'ecosistema costiero ed insulare toscano", in convenzione con Regione Toscana e Provincia di Livorno.
- Espletamento di pratiche relative al dragaggio di ambiti portuali: P.to di Viareggio, P.to di Piombino, P.to di Castiglione della Pescaia, P.to di Puntone Scarlino, P.to di Salivoli. Prelievo di sedimenti mediante carotaggio, o benna, o draga oceanografica.
- Convenzione Commissario straordinario per la Laguna di Orbetello.
- Realizzazione di rilievi plano-batimetrici nel P.to di Viareggio per il Genio Civile di Lucca.

Proposta di attività nell'ambito della creazione della zona di tutela biologica, paesaggistica e architettonica, nell'area compresa tra i due castelli del Boccale e di Sonnino

Con il proprio battello oceanografico ARPAT propone di svolgere uno studio nella zona in oggetto, composto da una serie di attività che rientrano nella normale tipologia di lavoro del "Gruppo Oceanografia e Ricerche in Ambiente Marino".

L'importanza delle interrelazioni tra le componenti biotiche e abiotiche rende indispensabile, per la conoscenza e lo studio di un ambiente marino, monitorare l'andamento dei principali parametri caratterizzanti la massa d'acqua dal punto di vista fisico – chimico. Ad esempio, nella zona di Calafuria, la conoscenza dell'andamento termico, disponibile dal 1997 al

2000 grazie all'attività di monitoraggio marino costiero svolta nell'ambito della già citata convenzione tra ARPAT e Regione Toscana relativa alla legge 979/82, ha permesso di trovare una chiave di interpretazione del fenomeno riscontrato dall'Università di Pisa, Dipartimento di Etologia, ecologia, evoluzione, riguardante l'accentuata diminuzione del reclutamento di corallo rosso e l'aumento di mortalità nel settembre del 1999. Si propone, per questo aspetto, la realizzazione (frequenza e posizione da definire in ambito di incontri multidisciplinari) di profili lungo la colonna d'acqua con sonda multiparametrica per la misura in funzione della profondità di: conducibilità, temperatura, salinità, densità, ossigeno disciolto e in percentuale, pH, redox, torbidità, trasparenza con il disco Secchi e concentrazione di clorofilla (metodo fluorimetrico).

L'area marina compresa tra i due castelli del Boccale e di Sonnino è situata poche miglia a Sud del Porto di Livorno, zona che per vocazione risulta essere interessata da delicate problematiche ambientali. Inoltre, l'area in oggetto è situata in una zona di transizione tra le acque maggiormente trofiche nella parte a nord della Toscana e quelle più oligotrofiche della parte a Sud. Questo rende importante la conoscenza del regime delle correnti sottocosta che possono regolare l'influenza sull'area di una o dell'altra zona. Gli studi esistenti sulla dinamica delle masse d'acqua del Mar Ligure e del Tirreno Centrale e Settentrionale si adattano male a descrivere i flussi della circolazione costiera che, frequentemente, è molto condizionata dalle correnti di deriva indotte dal vento, meno dalle correnti di gradiente o termoaline. Per questo aspetto si propone la realizzazione di registrazioni dei dati correntometrici e meteorologici della zona per la durata di almeno un anno, al fine di indagare sulle possibili interazioni tra i due aspetti e poter formulare dei modelli di circolazione delle acque innescata dai campi di vento più frequenti.

Infine, poiché la conformazione del tratto di costa e del fondo del bacino produce un notevole condizionamento sulla circolazione costiera, sarà necessario realizzare un rilievo planobatimetrico della zona in esame.

PROPOSTA DI REGOLAMENTO DELL'AREA MARINA PROTETTA DENOMINATA "DEI DUE CASTELLI"

Luciano De Nigris

Premessa

La realizzazione di un'area di protezione, tutela e valorizzazione ambientale nella zona di Calafuria è un progetto radicato nella subacquea livornese e di cui si parla da tempo.

ArcheoSub Livorno Mare, associazione culturale senza scopo di lucro, è tra i promotori del progetto.

L'area che il progetto si propone di salvaguardare è compresa tra il Rio Marroccone e il Rio Rogiolo e in essa sono compresi due castelli: Castello del Boccale a Nord e Castel Sonnino a Sud.

Il documento che presentiamo in questa fase preliminare di studio, ovvero una bozza di regolamento per la tutela e valorizzazione dell'area sopra citata, altro non può essere che una semplice occasione di riflessione e di discussione. Tuttavia per l'ArcheoSub è anche un'occasione per presentare un modo di pensare la zona di Calafuria: un'area dove non solo flora e fauna siano protette ma anche, e soprattutto, un ambiente in cui tutti possano continuare ad apprezzare le bellezze naturali. Un'area, quindi, non per pochi privilegiati ma per tutti coloro che vogliano goderne liberamente, nel totale rispetto delle regole.

Su questo tratto di mare, nel corso degli anni, ArcheoSub ha realizzato lavori di documentazione fotografica e video che si sono tradotti in un libro, mostre fotografiche e documentari. Questi lavori testimoniano la bellezza dei luoghi e della ricchezza del patrimonio biologico esistente.

Da un'indagine svolta dall'associazione su questo tratto di costa si registrano circa 25.000 presenze di subacquei l'anno. Si tratta di un dato da leggere non solo per le sue implicazioni economiche, ma anche per il significato che la zona riveste sotto il profilo biologico e paesaggistico. La bozza di regolamento che proponiamo di seguito potrebbe rappresentare uno strumento che unisca la protezione dell'ambiente con l'opportunità di piena fruizione.

Bozza di regolamento

L'area marina protetta denominata “dei Due Castelli” è delimitata dalla congiungente dei seguenti punti, comprendendo anche i territori costieri:

Latitudine	Longitudine
N 43 28 75	E 10 19 82
N 43 28 45	E 10 19 40
N 43 27 25	E 10 20 98
N 43 27 72	E 10 21 62

Tale area naturale marina protetta ha diverse finalità quali:

- a) protezione dell'area marina;
- b) tutela e valorizzazione delle risorse biologiche e geomorfologiche della zona;
- c) diffusione e divulgazione della conoscenza dell'ecologia e della biologia degli ambienti marini e costieri dell'area naturale marina e delle peculiari caratteristiche ambientali e geomorfologiche della zona;
- d) effettuazione di programmi di carattere educativo per il miglioramento della cultura generale nel campo dell'ecologia e della biologia marina;
- e) realizzazione di programmi di studio e ricerca scientifica nei settori dell'ecologia, della biologia marina e della tutela ambientale, al fine di assicurare la conoscenza sistematica dell'area;
- f) promozione di uno sviluppo socio economico compatibile con la rilevanza naturalistico-paesaggistico dell'area.

All'interno dell'area naturale marina protetta “dei due Castelli” sono vietate le attività che possano compromettere la tutela delle caratteristiche dell'ambiente oggetto della protezione e le finalità istitutive dell'area naturale marina protetta.

In particolare *sono vietate*:

- a) la pesca, sia professionale che sportiva, esercitata con qualunque mezzo;
- b) l'alterazione con qualunque mezzo, diretta o indiretta, dell'ambiente geo-

fisico e delle caratteristiche biochimiche dell'acqua, nonché la discarica di rifiuti solidi o liquidi e, in genere, l'immissione di qualsiasi sostanza che possa modificare, anche transitoriamente, le caratteristiche dell'ambiente marino;

- c) le attività che possono comunque arrecare danno, intralcio o turbativa alla realizzazione dei programmi di studio e di ricerca scientifica nell'area;
- d) l'asportazione anche parziale di qualsiasi forma animale, vegetale o minerale;
- e) la navigazione, l'accesso e la sosta di navi e natanti di qualsiasi genere escluse le imbarcazioni di servizio con compiti di sorveglianza e soccorso e quelle d'appoggio ai programmi di ricerca scientifica;
- f) l'ancoraggio non regolamentato.

In tale zona *sono consentiti*:

- a) il transito di natanti a vela e a remi;
- b) l'accesso di natanti a motore per raggiungere la zona d'ancoraggio regolamentato; la navigazione dovrà essere effettuata ad una velocità massima di 10 nodi;
- c) la balneazione;
- d) le attività subacquee compatibili con la tutela delle specie viventi e la conservazione del fondale come fotografia, riprese, turismo subacqueo.

Regolamentazione dell'attività subacquea

Le azioni da intraprendere e le attività consentite e non possono essere elencate come segue:

- 1) Sistemazione di boe di colore diverso per immersioni sopra o sotto i 30 metri
- 2) Sistemazione sulla scogliera di cartelli indicanti i punti di discesa a mare
- 3) Localizzazione delle possibili immersioni, profondità e distanza da terra
- 4) Individuazione di aree per la didattica subacquea
- 5) Creazione di percorsi subacquei accuratamente segnalati
- 6) Costruzione di un padiglione servizi: docce, stipetti, ricarica bombole e noleggio attrezzature sub nella zona del ponte di Calafuria, lato monte, in prossimità dei resti della vecchia strada

- 7) Immersione obbligatoria con almeno un pallone per gruppo
- 8) Divieto di ancoraggio nelle immediate vicinanze di boe che designino zone di particolare interesse scientifico o paesaggistico
- 9) Possibilità, per chi lo desidera, di essere accompagnato da guide ambientali o dell'Ente Parco
- 10) Individuazione di una struttura, ad esempio la Torre di Calafuria, come centro servizi e documentazione dell'area.

Produzione di materiale di documentazione

Il progetto del “Parco dei Due Castelli” si avvia ora alla sua fase di studio e raccolta dati. In questo contesto ad ArcheoSub Livorno Mare è stato affidato l'incarico di produrre documentazione video fotografica dell'area.

La proposta è coerente con le competenze che l'associazione ha maturato in anni di attività e di ricerca subacquea.

Le competenze professionali specifiche dei diversi operatori che fanno parte di ArcheoSub saranno disponibili per gli altri gruppi di lavoro che, partecipando al progetto, ne facciano richiesta.

In particolare Archeosub è impegnato nella realizzazione di immagini di qualità professionale, di superficie e subacquee: dia color e immagini digitali video.

La documentazione prodotta potrà essere utilizzata per la realizzazione di libri, depliant, video, documentazione da poter presentare e far circolare anche in rete.

ArcheoSub propone inoltre la realizzazione di un libro fotografico che sia al contempo una guida per immersioni nei siti di maggior interesse subacqueo e illustrazione delle caratteristiche biologiche, geologiche e paesaggistiche del territorio. Il volume dovrebbe contenere contributi testuali di carattere biologico, geologico, archeologico e storico e avere valenza didattica e divulgativa.

ArcheoSub propone, ancora, la documentazione video e fotografica delle maggiori rilevanze storico-architettoniche presenti nella zona: Castel Sonnino, Castello del Boccale, la Torre di Calafuria.

Al fine di realizzare quanto sopra, ArcheoSub mette a disposizione imbarcazioni, attrezzatura foto e video subacquea, attrezzatura per le immersioni subacquee, sia in periodo estivo che invernale, e tutto l'occorrente perché il materiale prodotto sia adeguato alle finalità del progetto.

SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO PER LO STUDIO E IL MONITORAGGIO DI AREE PROTETTE

Luciano Fortunati

Premessa

La conduzione di ricerche scientifiche nel campo delle scienze biologiche e ambientali richiede la raccolta, l'analisi e la sistematica interpretazione di grandi quantità di dati provenienti da diverse fonti e raccolti spesso con metodologie differenti. Per molti versi, oggi la ricerca scientifica non è ancora in grado di trarre pienamente vantaggio dalla ricchezza di dati di cui dispone, a causa della mancata organizzazione dei dati in forma appropriata. Infatti, sebbene esistano banche dati tematiche, queste non sono bene integrate e c'è poca o nulla coordinazione nella gestione delle risorse di dati. Tuttavia, nell'ultima decade, la diffusione di nuove tecnologie, quali i Sistemi Informativi Geografici (GIS), ha contribuito a stimolare la costituzione di banche dati ambientali. La funzione principale di un GIS è di organizzare la memorizzazione e facilitare l'analisi e la visualizzazione grafica di dati che siano riferiti a posizioni spaziali sulla terra. La posizione geografica è un'elemento fondamentale nelle scienze ambientali poiché permette di comprendere la scala spaziale dei processi, di studiare la distribuzione dei fenomeni e di modellare le interazioni spaziali. La dimensione geografica dell'informazione è inoltre assolutamente determinante per integrare dati e modelli differenti, sviluppare e valutare possibili scenari, monitorare fenomeni, fornire raccomandazioni gestionali. Il valore strategico del GIS risiede dunque nel fatto di fornire una base geografica comune in cui insiemi di dati di varia natura, provenienti da diverse fonti e a diverse scale e proiezioni, possono essere riferiti, permettendo l'integrazione di tutti i dati in un contesto unitario; inoltre fornisce un insieme di strumenti di analisi sia statistica che spaziale, permettendo al ricercatore di gestire tutte le informazioni in modo semplice ed efficiente e di rappresentarne i risultati in forma di mappe tematiche. Questo rappresenta un elemento di forza, poiché permette anche il successivo uso dei dati raccolti per scopi differenti da quelli per cui questi sono stati originariamente raccolti. Si può quindi facilmente intuire che la costituzione di basi di dati geografiche ambientali può rappresentare un obiettivo strategico per l'intera comunità scientifica e per le scienze ambientali in particolare, sia per

ottenere un ritorno immediato, ma soprattutto per un utilizzo futuro in nuovi progetti di ricerca che comportano problemi di monitoraggio nel tempo e comunque l'integrazione con ulteriori dati.

Nel caso specifico relativo alla creazione di zone di tutela biologica, paesaggistica e architettonica, comprendente sia aree di mare che di terra, il problema che si pone è estremamente interessante e complesso, in quanto coinvolge un insieme di tematiche molto ampio: geologia, biologia, chimica-fisica dell'ambiente, botanica, popolamenti ittici, attività di pesca, entomologia, archeologia ecc..

Raccolta e integrazione dei dati

Dovendo caratterizzare l'area dai vari punti di vista, i gruppi di lavoro forniranno dati relativi ai campionamenti effettuati per le varie tematiche specifiche. Tali dati dovranno essere geograficamente referenziati, condizione essenziale per poter essere integrati in un contesto d'insieme delle varie tematiche. In questa fase dovranno essere definiti i parametri di natura geografica (sistema di riferimento geografico, scala, precisione, accuratezza ecc.) che caratterizzeranno tutte le acquisizioni (ove possibile) e soprattutto l'archiviazione dei dati nel database geografico. Per quanto riguarda invece i parametri ambientali acquisiti, non sono previste a priori particolari raccomandazioni per l'eventuale integrazione con altri dati.

A termine di questa fase di raccolta dati risulterà quindi costituito un database geografico di dati ambientali, organizzato in una logica di strati informativi, ciascuno relativo a una tematica specifica; all'interno di ciascun strato si potranno avere entità geografiche omogenee (puntuali, lineari o areali), ciascuna associata ai vari attributi che la caratterizzano. Questo costituisce il patrimonio da cui potranno essere estratte tutte le informazioni per la conoscenza dell'ambiente in esame e per i successivi processi decisionali che ne potranno scaturire.

Rappresentazione e analisi dei dati

Il primo passo immediato da compiere avendo i dati a disposizione, è la loro rappresentazione in mappe tematiche; ciò si può ottenere in modo statico, producendo mappe su supporto cartaceo, o in modo dinamico, visualizzandole sul monitor del computer interagendo sulla selezione dei parametri

ambientali e sul loro valore, aggregandoli in classi tematiche, rappresentandone la variabilità temporale ecc.. Parallelamente alla rappresentazione geografica dei dati, è possibile ottenere la rappresentazione statistica dei vari parametri, in forma di grafici, torte, istogrammi ecc., anche posizionati geograficamente nel territorio. Questo aspetto interattivo della rappresentazione dei dati può essere considerato già come uno strumento semiautomatico di analisi dei dati monotematici. Ulteriori funzionalità dei GIS permettono inoltre di integrare su base spaziale informazioni di più strati informativi relativi a tematiche diverse, consentendo pertanto una analisi multidisciplinare dei dati acquisiti. In processi decisionali volti alla conservazione e alla valorizzazione delle risorse naturali, questo strumento costituisce un valido contributo alla conoscenza sia sintetica che dettagliata dello stato attuale dell'ecosistema che si intende regolamentare e ad un suo successivo monitoraggio continuo nel tempo.

Distribuzione via Web dei dati

Come precedentemente visto, il sistema informativo realizzato, oltre ad essere essenziale supporto per i ricercatori per lo studio e l'analisi nei vari processi decisionali, costituisce per la sua banca dati e le sue funzionalità di mapping uno strumento per la produzione sintetica di informazioni. Integrando tali funzionalità con i servizi offerti dalla rete Internet (in particolare il World Wide Web) alcune potenzialità possono essere rese disponibili alla comunità degli utenti collegati. In particolare possono trarne beneficio i ricercatori, in quanto possono comparare dati e risultati dell'area in esame con dati di altre aree soggette a studi analoghi. I comuni cittadini possono invece accedere a un insieme di informazioni multimediali (testi, grafici, diagrammi, foto, mappe, animazioni ecc.) rivolte a una completa descrizione dell'area e delle attività in essa svolte.

DINAMICA DI POPOLAZIONE DEL CORALLO SOLITARIO *BALANOPHYLLIA EUROPAEA* (ANTHOZOA, SCLERACTINIA) DI CALAFURIA

Stefano Goffredo

Introduzione

In questa sede, e per lo scopo richiesto, si propone lo studio della popolazione di *Balanophyllia europaea* (Anthozoa, Scleractinia) localizzata nelle acque di Calafuria (Livorno, Mar Tirreno settentrionale, 43° 28.4' N, 10° 20' E).

Materiali e metodi

I dati demografici saranno raccolti mediante il monitoraggio di transetti verticali (Gerrodette 1979a; Mistri e Ceccherelli 1994). I transetti, lunghi 50 m, si svilupperanno seguendo la rotta 240°, rilevata con una bussola subacquea. Tale rotta definirà delle traiettorie perpendicolari alla linea di costa. La lunghezza dei transetti sarà misurata mediante una cordella metrica. Lungo ciascun transetto, partendo dal punto più profondo in modo da mantenere minimo il rischio di malattia da decompressione, a ogni 2 metri di distanza sarà monitorato 1 m² di fondo individuato da una cornice di tubi leggeri di PVC, di 1 m x 1 m di lato. Per ciascun quadrato saranno registrati su una lavagna di plastica i seguenti dati: distanza dalla costa, profondità, percentuale di copertura sabbiosa, rocciosa e algale, dimensioni di tutti i polipi di *Balanophyllia europaea* espresse come lunghezza (L) (asse del disco orale parallelo allo stomodeo) e larghezza (l) (asse del disco orale perpendicolare allo stomodeo). Saranno osservate tre zone, di cui una a Calafuria, una nei pressi del Castello del Boccale e una nei pressi di Castel Sonnino. In ciascuna zona saranno monitorati 5 transetti per una superficie complessiva di 115 m², sarà eseguito un campionamento dei principali taxa algali e saranno raccolti 75 polipi per le analisi biometriche. Queste considereranno la misurazione dell'altezza (h), della massa secca (m), della lunghezza, della larghezza e del volume (V) di ciascun polipo.

Per ciascuna area, l'accrescimento dei polipi di *Balanophyllia europaea* sarà descritto mediante la funzione di Von Bertalanffy (Von Bertalanffy 1938, 1960; Pauly 1984). Tale funzione ha la seguente forma:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

dove L_t =lunghezza all'età t , L_∞ =lunghezza asintotica (la lunghezza alla quale gli animali tenderebbero se vivessero per un tempo infinito, \approx lunghezza massima teorica degli individui della popolazione studiata) K =costante di accrescimento, t =età, t_0 =età teorica alla quale gli animali hanno dimensioni nulle ($L_t=0$).

Dall'individuazione delle coorti presenti nelle popolazioni delle tre zone, riconosciute dalle distribuzioni taglia-frequenza degli individui, utilizzando il metodo di Von Bertalanffy plot (Pauly 1984) si ricaveranno i parametri della funzione di accrescimento di ogni zona.

L'età degli individui misurati in ogni zona sarà stimata utilizzando la relativa funzione di accrescimento (Pauly 1984; Mistri e Ceccherelli 1993; Mistri e Ceccherelli 1994; Mistri 1995). Si ricaverà così la struttura di età della popolazione per ognuna delle tre zone.

Il tasso istantaneo di mortalità totale (Z) di ciascuna popolazione sarà calcolato dalla regressione tra il logaritmo naturale della frequenza (N) in ogni classe di età e l'età (Grigg 1984; Ross 1984; Pauly 1984). L'equazione avrà la seguente forma:

$$\ln N_t = -Zt + \ln N_0$$

dove $\ln N_t$ =logaritmo naturale di N all'età t , t =età, $\ln N_0$ =logaritmo naturale di N all'età zero, Z = tasso istantaneo di mortalità totale.

Per ogni popolazione, per esprimere il decadimento numerico nel tempo di una coorte (Sopravvivenza) si userà la funzione esponenziale con esponente negativo

$$N_t = N_0 e^{-Zt}$$

(Grigg 1976; Pauly 1984; Conand 1988; Santangelo *et al.* 1993; Caddy 1993)

dove N_0 =numero di individui all'età zero; N_t =numero di individui all'età t , Z =tasso istantaneo di mortalità totale e t =età. Dalla curva di sopravvivenza si stimerà la longevità di ogni popolazione (età alla quale il 99% degli individui della corte è risultato deceduto (Alagaraja 1984; Sparre *e al.* 1989)).

Seguendo il modello di Beverton e Holt (Beverton e Holt 1957; Grigg 1977, 1984; Pauly 1984; Ross 1984), per ognuna delle 3 popolazioni sarà generata un curva di biomassa applicando i tassi naturali di accrescimento e di mortalità ad una coorte lungo la sua longevità.

Bibliografia

- Alagaraja K. 1984: *Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks*. Indian J. Fish., 31: 177-208.
- Beverton R. J. H., Holt S. V. 1957: *On the dynamics of exploited fish populations*. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food (G. B.), Ser. II, 19: 1-553.
- Caddy J. F. 1993: *Background concepts for a rotating harvesting strategy with particular reference to the Mediterranean red coral, Corallium rubrum*. Marine Fisheries Review, 55: 10-18.
- Conand C. 1988: *Comparison between estimations of growth and mortality of two stichopodid holothurians: Thelenota ananas and Stichopus chloronotus (Echinodermata: Holothuridea)*. Proc. 6th Int. Coral Reef Symp., Townsville, 2: 661-665.
- Gerrodette T. 1979a: *Ecological studies of two temperate solitary corals*. PhD thesis, University of California, San Diego, California.
- Grigg R. W. 1976: *Fishery management of precious and stony corals in Hawaii*. UNIHI-SEAGRANT-TR-77-03: 1-48.
- Grigg R. W. 1977: *Population dynamics of two gorgonian corals*. Ecology, 58: 278-290.
- Grigg R. W. 1984: *Resource management of precious corals: a review and application to shallow water reef building corals*. P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 5: 57-74.
- Mistri M. 1995: *Population structure and secondary production of the Mediterranean octocoral Lophogorgia ceratophyta (L. 1758)*. P. S. Z. N. I: Marine Ecology, 16: 181-188.
- Mistri M., Ceccherelli V. U. 1993: *Growth of the Mediterranean gorgonian Lophogorgia ceratophyta (L., 1758)*. P. S. Z. N. I: Marine Ecology, 14: 329-340.
- Mistri M., Ceccherelli V. U. 1994: *Growth and secondary production of the Mediterranean gorgonian Paramuricea clavata*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 103: 291-296.
- Pauly D. 1984: *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators*. International center for living aquatic resources management, Manila; 325 pp.
- Ross M. A. 1984: *A quantitative study of the stony coral fishery in Cebu, Philippines*. P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 5: 75-91.
- Santangelo G., Abbiati M., Caforio G. 1993: *Age structure and population*

- dynamics in Corallium rubrum (L)*. In: Cicogna F., Cattaneo-Vietti R. (eds), "Red Coral in the Mediterranean Sea: Art, History and Science". Min. Ris. Agr. Al. For., Roma: 131-157.
- Sparre P., Ursin E., Venema S. C. 1989: *Introduction to tropical fish stock assessment*. Fao Fisheries Technical Paper, Roma, 337 pp.
- Von Bertalanffy L. 1938: *A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II)*. Hum. Biol., 10: 181-213.
- Von Bertalanffy L. 1960: *Principles and theory of growth*. In: Nowinski W. W. (ed.), "Fundamental aspects of normal and malignant growth". Elsevier, Amsterdam: 137-259.

GEOMORFOLOGIA DEL PARCO DEI DUE CASTELLI

Renzo Mazzanti, Maria Teresa Pareschi, Roberto Auteri

Introduzione

Il tratto di litorale tra il Rio Maroccone e il Rio Rogiolo, o Costa dei due Castelli, in quanto approssimativamente esteso tra il Castello del Boccale e Castel Sonnino, corrisponde ai tre km nei quali la falesia marina si eleva maggiormente e i fondali si approfondiscono più rapidamente rispetto a tutto il litorale roccioso compreso tra la Fortezza Vecchia di Livorno e la Punta Lillatro di Rosignano. In quest'ultimo litorale, formato completamente da affioramenti rocciosi, salvo che nelle piccole spiagge alle foci dei rii maggiori, la Costa dei due Castelli si eleva ancora maestosa in tutta la sua altezza perché l'azione abrasiva del mare del Tirreniano (che circa 125 mila anni or sono ha modellato a Nord il Terrazzo di Livorno e a Sud il corrispondente Terrazzo di Quercianella - Castiglioncello - Punta Lillatro) non è riuscita, se non in misura minima, ad incidere né il massiccio affioramento di arenaria Macigno che si eleva tra la foce del Rio Maroccone e la Spiaggia del Leone, né la gran massa di rocce verdi del Promontorio del Romito. La Fig. 1, tratta da un lavoro di Segre (1955), rappresenta i lineamenti principali della morfologia dei fondali marini tra Tirrenia, Vada e la Gorgona. In essa è possibile seguire l'isobata dei 20 m che si avvicina molto alla ripida Costa dei due Castelli, mentre si allontana moltissimo dalla linea di riva verso il largo di fronte a Livorno e a Vada, delineando così rispettivamente le Secche della Meloria e le Secche di Vada. Ancora in Fig. 1 una cura particolare è stata posta per segnalare sia le tracce delle paleovalli scavate dai fiumi, (attualmente sommerse dal mare, e seguibili fino intorno la batimetrica dei 100 m), sia le aree dei fondali marini non ricoperte da sedimenti detritici recenti (ghiaie, sabbie, limi, argille) ma nelle quali affiorano rocce. Queste ultime sono maggiormente frequenti nelle due aree delle secche, dove i bassi fondali vengono "spazzati" da correnti e frangenti, e in corrispondenza dei valloni della Gorgona, sulla scarpata tra la piattaforma continentale toscana (verosimilmente soggetta a frequenti distacchi di frane subacquee) e il profondo bacino marino ligure-balearico. Per le Secche di Vada lo studio di Aiello *et al.* (1982) ha rivelato che gli affioramenti sul fondo in vicinanza del Faro sono costituiti da strati calcareo-marnosi di età del Cretaceo superiore (75 Ma

= milioni di anni fa), mentre gran parte di quelli tra il Faro e il Litorale sono formati di Calcareniti di Castiglioncello, più note come “Panchina”, una roccia derivata dalla cementazione di spiagge fossili sedimentate nel corso del Tirreniano (circa 0,125 Ma, come indicato sopra). Alle Secche della Meloria speditivi rilievi di Mazzanti *et al.* (1984) hanno messo in evidenza la presenza sul fondo di affioramenti rocciosi di “Panchina”, verosimilmente del Tirreniano, ma probabilmente anche con livelli intratirreniani di ambiente continentale documentati da resti di Elefante e di Cervo (Targioni Tozzetti in Savi, 1859). Per adesso del tutto sconosciute sono le rocce che affiorano sul fondo dei Valloni della Gorgona in corrispondenza della scarpata continentale tra le isobate dei 200 e dei 500 m.

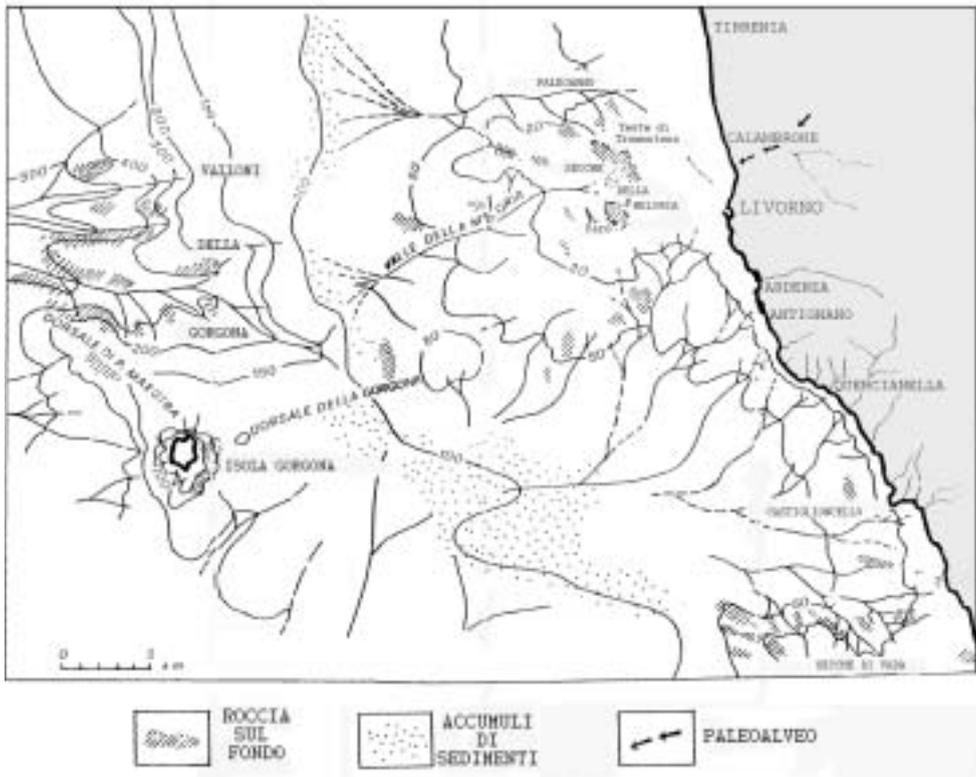


Fig. 1 Schema paleogeografico dei fondali antistanti Livorno. (Ridisegnato da SEGRE, 1955).

Il modellamento della costa dei due Castelli

I lineamenti geomorfologici dell'area del costituendo Parco dei due Castelli (sia a mare che a terra), sono stati essenzialmente modellati da tre fattori diversi.

- Un fenomeno *tettonico*, operante in tempi lunghi (rispetto alla vita umana) perché da decine, fino a centinaia di milioni di anni, ha modellato gli spostamenti, sia in verticale che in orizzontale su distanze di chilometri, di grandi spessori di rocce per cui le acque, sia marine che lacustri, si sono raccolte nelle aree più depresse.
- Un fattore *climatico*, operante in tempi medi perché da decine fino a centinaia di migliaia di anni influisce, attraverso l'aumento o la diminuzione delle masse glaciali, sul livello del mare (con oscillazioni riscontrate fino a circa 150 m) e sui paesaggi vegetali delle aree emerse regolandone l'erosione e il conseguente apporto di depositi detritici al fondo dei bacini sedimentari (ovviamente in prevalenza marini e lacustri).
- Un fattore *umano*, operante in tempi ovviamente molto minori dei precedenti, ma in accelerazione, influisce con la modifica sempre maggiore di equilibri, espressione ultima di un'evoluzione geo-biologica delle diverse entità presenti in natura, imponendo il suo dominio in assoluto. Ciò sta causando lo sterminio di moltissime specie vegetali ed animali, inquinamenti sempre meno controllabili e una dilagante urbanizzazione non solo dei centri cittadini ma persino di quelli delle "campagne". Queste sono progressivamente sommerse dalle strutture delle vie rotabili, delle condutture delle fonti di energia, delle discariche, delle gestioni forestali, zootecniche e agricole, organizzate industrialmente per reggere la concorrenza, ma spesso di sfruttamento eccessivo e fortemente inquinanti.

Prenderemo in esame i tre fattori di cui sopra nell'ordine inverso a quello elencato. Ciò non tanto perché riteniamo che l'impatto umano sul paesaggio in esame sia il più importante (anzi, al contrario, si può affermare sicuramente che è, ed è stato, il meno influente), quanto perché è quello più recente e di più immediata comprensione.

Il fattore umano

La documentazione del primo impatto umano sulla Costa dei due Castelli è offerta dalle cave, oggi parzialmente sempre sommerse dal mare, che furo-

no scavate dagli Etruschi o dai Romani nel Macigno tra il Castello del Boccale e Punta Corbara. Galoppini *et al.* (1996b) (Fig.2), nel dare notizia del significato di queste strutture, precisano che il livello del Mare Tirreno in età ellenistica (circa 2.300 anni fa) doveva essere almeno 1,65 m più basso di quello attuale, per quanto risulta dalle quote del fondo di alcune delle cave in questione (più note come “vasche”). Gli stessi AA.(1996a) informano sul ritrovamento di una tomba tardo ellenistica scavata nel fondale roccioso (rocce verdi) della Baia Miramare di Castiglioncello a 1,20 m di profondità e 60 m dalla falesia ofiolitica. È evidente che lo scavo, sia del materiale da costruzione che di una tomba, fu effettuato in area emersa, né l’attuale sommersione delle due località dei ritrovamenti può venire attribuita a subsidenza posteriore al periodo ellenistico. È nota infatti la fondamentale stabilità di questi due siti nei tempi olocenici e del Pleistocene superiore, mentre per quelli del Pleistocene medio è documentato addirittura un lento sollevamento epirogenetico (Mazzanti, 1995). Tutta la costa di Macigno tra il Rio Maroccone e il Calignaia presenta numerosissime escavazioni “a risparmio” (secondo l’uso “preindustriale” anteriore all’impiego degli esplosivi nelle procedure di abbattimento).

È evidente che le aree di coltivazione, più vantaggiose in prossimità dei punti d’imbarco lungo la linea di riva, hanno dovuto essere spostate nel tempo sempre più in alto. La Fig. 1b in Galoppini *et al.* (1996b) indica fino a 50 m la quota della cava “preindustriale” più elevata al di sopra della Calafuria, ma altrove tutte le cave “preindustriali” (antiche e moderne) sono ubicate al di sotto dell’isoipsa dei 25 m, quindi sempre al di sotto dell’attuale tracciato della Via Aurelia. L’attività di queste cave va considerata l’unica presente lungo la Costa dei due Castelli fino alla costruzione di questi ultimi. Essa si è svolta nel ristretto ambito dei siti meno ripidi della falesia, pur sempre impervia, che permetteva l’approdo di piccole imbarcazioni solo con calma di mare. La presenza di numerose strette valli trasversali alla costa, la ripidità della stessa e la coltre foltissima della macchia mediterranea dentro le valli e lungo la falesia, subito al di sopra della fascia raggiunta dai frangenti durante le mareggiate, unite alla mancanza di suoli per gli usi agropastorali, hanno fatto sì che questi luoghi rimanessero disabitati, e quindi selvatici, nell’antichità e nel medioevo. Non esistono infatti conoscenze certe di insediamenti umani né per il primo né per il secondo di questi periodi; anzi, per quest’ultimo esistono scarsi riferimenti al diruto Castello delle Formiche, che sarebbe stato costruito dai Pisani in vetta al Montenero nel XIII secolo

(Ceccarelli, 1992) e dedicato a San Salvatore di Montenero con lo scopo di vigilare sui bastimenti che navigavano a “levante” del Porto Pisano.

Immediatamente a Sud di Antignano tutto il litorale toscano, e non solo la Costa dei due Castelli, rimase in uno stato di desolante abbandono fino verso la metà del XIX secolo (la bonifica di Vada con la “ricostruzione” del paese fu iniziata nel 1845 da Leopoldo II d’Asburgo-Lorena e la ferrovia Livorno-Collesalveti-Vada fu inaugurata nel 1861 sotto il Regno d’Italia). E se la Litoranea del Romito fu dotata di ponti nella prima metà del XIX secolo, dovette rimanere comunque una strada povera di traffici per la lontananza delle aree agricole in lenta bonifica idraulica della Maremma: fu solo sul finire del XIX e nei primi decenni del XX secolo che migliorarono nettamente le condizioni idraulico-agrarie maremmane. Intanto, nel 1910, fu terminato il tratto di ferrovia diretta Livorno-Vada attraverso le stazioni di Quercianella e Castiglioncello (centri che vedranno il loro sviluppo grazie al turismo); la stazione di Rosignano, nel 1912, fu attrezzata per la deviazione dei costruendi Stabilimenti Solvay. Questo nuovo tronco di ferrovia, pur traversando “a un passo dal mare” tutta la Costa dei due Castelli, fu condotto in prevalenza in galleria, non contribuendo dunque direttamente a modificarne le caratteristiche ambientali.

Durante l’ultima guerra tutti i ponti della Strada del Romito furono fatti saltare. Nella ricostruzione furono eseguiti arditi viadotti per evitare quattro strette curve a ogni attraversamento delle valli più profonde: fu la fine di un circuito per le corse automobilistiche, ma necessario ammodernamento di una viabilità con traffici in enorme sviluppo. I tratti abbandonati della strada prebellica, insieme ai piazzali delle cave “industriali”, oggi chiuse, hanno trovato un loro ambito utilizzo come parcheggio per gli innumerevoli autoveicoli del gran numero di gitanti che oggi frequentano questa parte di litorale. La Costa dei due Castelli, malgrado ormai sia “spalancata” ai convulsi traffici attuali, rimane uno dei tratti più affascinanti del litorale continentale toscano.

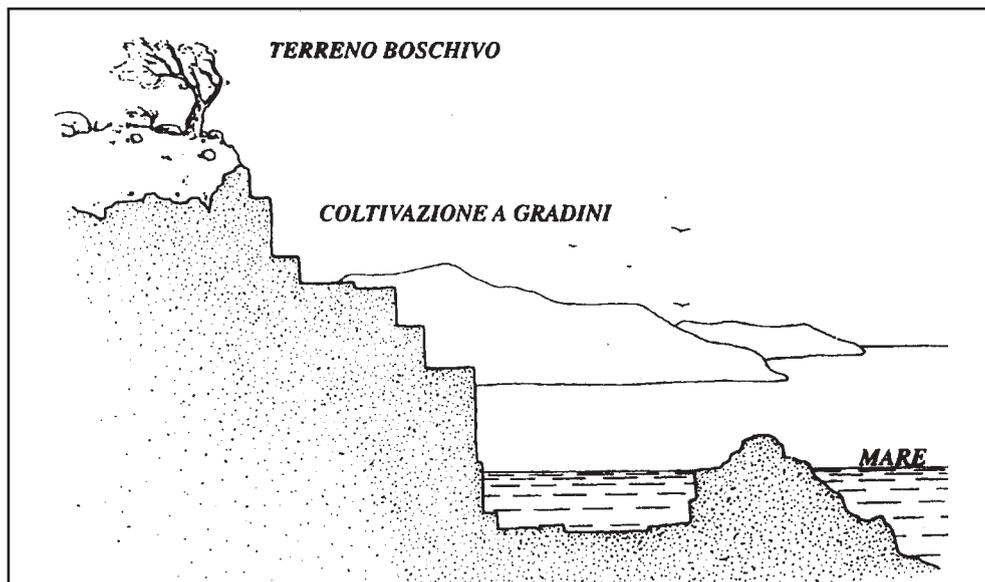


Fig. 2 Sezione di una cava a giorno attualmente sempre inondata nel Macigno di Calafuria (da Galoppini et al., 1996b).

Il fattore climatico

Definita la situazione a terra dell'area dell'istituendo Parco dei due Castelli, passiamo in rassegna le conoscenze esistenti sulle caratteristiche della dinamica marina e dei fondali.

La Fig. 3 (tratta da Ferretti *et al.*, 1995) rappresenta il quadro sintetico dei processi di trasporto e dispersione dei sedimenti nelle acque marine prospicienti la Toscana fino su fondali di 400 m. Per quanto riguarda il tratto di mare prospiciente la Costa dei due Castelli, la Fig. 3 evidenzia un ricircolo in senso antiorario della corrente principale, a iniziare dall'apice NO delle Secche di Vada fino alla base (isobata dei 50 m) del versante meridionale delle Secche della Meloria, più o meno al largo del Promontorio del Romito. Il drift litoraneo (prevalenza media della direzione del trasporto dei granuli sciolti sul fondo) è diretto verso "levante" (più precisamente verso SE); gli apporti sedimentari principali, riversati in mare dai fiumi Arno e Cecina, non giungono direttamente nel tratto di mare in esame perché sbarrati rispettivamente dalle Secche della Meloria e dalle Secche di Vada. E' questa una situazione che non favorisce il deposito di spessori notevoli di sedimenti sciolti sui

fondali, tanto è vero che i silt argillosi e le argille con silt (sedimenti molto sottili di provenienza dal largo) si depongono fino sotto costa, come ben mostra la Carta sedimentologica di Ferretti *et al.* (1993). Al contrario, questa situazione favorisce l'affioramento, sui fondali, delle rocce del substrato, ovviamente ricoperte da incrostazioni organiche.

Per quanto riguarda indizi di influenze nella posizione della linea di riva, nel passato imputabili a modifiche ricollegabili a glacioeustatismo marino, i numerosi lembi di spianate con sparsi ciottoli forati dai litodomi (“datteri” di mare), presenti in destra e sinistra del Rio Calafuria (Malatesta, 1943), documentano con sicurezza la presenza di residui del Terrazzo della Fattoria Pianacce del Pleistocene medio tra le quote di 90 e 130 m anche al di sopra della Costa dei due Castelli. È questo l'unico documento diretto del “fattore climatico”, tuttavia, come vedremo, non esente da quello tettonico, nell'impostazione di una paleoriva emersa nell'ambito del tratto di litorale corrispondente all'area in esame. D'altra parte, la risalita del livello marino nell'ultima fase olocenico-attuale non sarebbe stata evidente, lungo la Costa dei due Castelli, se gli etruschi o i romani non avessero aperto nel Macigno le cave ora sommerse. Nell'ambito dell'area ristretta della Costa dei due Castelli le testimonianze certe di variazioni del livello marino, ormai certamente considerate come dovute a mutazioni climatiche, si riducono a due:

- l'incisione del Terrazzo del Pleistocene medio, sicuramente determinata, sebbene in residui piuttosto modesti;
- la crescita del livello del mare negli ultimi 2.500 anni (circa), fatto che trova in questa località una documentazione non comune, per la sicurezza della stabilità del substrato, ovviamente nella “brevità” (in senso geologico) dell'intervallo cronologico considerato.

A questo proposito va ricordato che Mazzanti (1995), sulla base delle quote massime alle quali si è spinta la trasgressione glacioeustatica del Tirreniano dei 0,125 Ma lungo le coste di tutta la Toscana (e, in particolare, in quelle di Livorno e di Quercianella-Rosignano), giudica in non più di 5 m la possibilità di un sollevamento tettonico. Ciò significa che, se quest'ultimo fosse avvenuto uniformemente, si sarebbe svolto a un tasso di 0,04 mm/anno, pari a 120 mm nell'arco dei 3.000 anni considerati! Non si tratterebbe quindi di una stabilità assoluta (ben rara in natura) ma di un lentissimo sollevamento, da considerarsi una coda di quello che abbiamo in precedenza considerato indispensabile, svoltosi a iniziare dal Pleistocene medio e documentato dalla quota di 130 m raggiunta dai sedimenti del Terrazzo della Fattoria

Pianacce. Calcoli del tipo di quelli tentati per il Terrazzo del Pleistocene superiore risultano meno affidabili per il medio, per il quale tutti i parametri cronologici sono meno definiti; tuttavia, tenendo fermo un tasso di sollevamento tettonico di 0,04 mm/anno nei 500 mila anni che probabilmente ci separano dal modellamento del terrazzo in oggetto, questo si sarebbe sollevato di soli 20 m, insufficienti a spiegare la presenza a 130 m di quota di sedimenti marini (anche nell'ipotesi di uno scioglimento completo di tutti i ghiacci della Terra, sulla base dei calcoli di Fairbridge (1966) che prevedono un sollevamento del livello del mare non superiore a 50 - 60 m). In definitiva, si affaccia la possibilità che durante il Pleistocene medio il tasso di sollevamento epirogenetico dell'area in esame sia stato maggiore che nel Pleistocene superiore-Olocene. In conclusione, pur nella indispensabile aleatorietà dei calcoli di cui sopra, il modestissimo spessore (meno di 1m) dei depositi di ambiente marino sopra la spianata del Terrazzo della Fattoria Pianacce è la migliore garanzia per un modellamento di questo in una fase di sollevamento del livello del mare riferibile a un episodio climatico interglaciale che, tuttavia, sarebbe stato seguito da un sollevamento tettonico. Conoscenze maggiori, riguardo alla dipendenza del livello del mare dalle vicende climatiche (glacioeustatismo marino), sono state tratte nella Piana di Livorno, proprio immediatamente a Nord della Costa dei due Castelli (Malatesta, 1943; Barsotti *et al.*, 1974; Mazzanti & Federici, 1995).

In particolare due studi risultano fondamentali per le conoscenze sui rapporti e possibili connessioni tra oscillazioni climatiche e livello del mare, con le conseguenze ovvie sui litorali. Il primo è lo studio di Alessio *et al.* (1992), eseguito sulle stalattiti e stalagmiti di grotte attualmente sommerse dal mare nel Tirreno centrale (Sardegna, Toscana, Campania), che ha permesso di tracciare la curva delle oscillazioni del livello marino negli ultimi 40 mila anni (Fig. 4), corrispondenti al limite di applicabilità del metodo di determinazione radiometrica delle età basato sul ^{14}C . La curva di Fig. 4 è l'elemento più concreto, attualmente disponibile, per i riferimenti alle variazioni più essenziali del clima in Toscana negli ultimi 40 mila anni. Infatti, anche se in modo indiretto perché non basato sulla determinazione di elementi dei paleoclimi, bensì mediato sulle conseguenze collegate al glacioeustatismo marino, essa registra queste variazioni. Sono ben evidenti:

- l'innalzamento del livello del mare conseguente alla fase di deglaciazione compresa tra 18 e 6,5 mila anni fa;
- un abbassamento di circa 2 m tra 6,5 e 6 mila anni fa (fase climatica

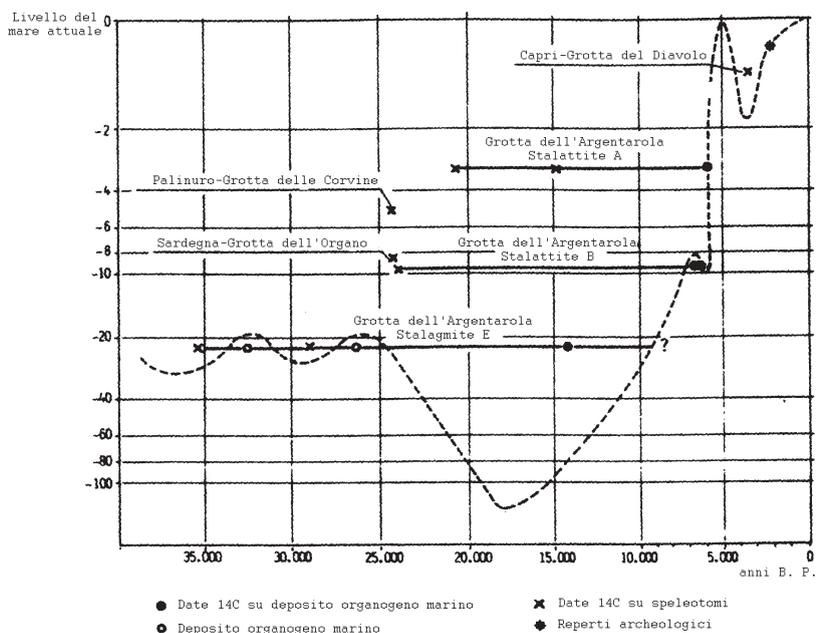


Fig. 4 Curva indicativa delle oscillazioni del livello marino nel Tirreno centrale per il Pleistocene superiore Olocene (le ordinate sono in scala logaritmica) (da Alessio et al., 1992).

Il fenomeno tettonico

Il fenomeno tettonico, che qui trattiamo per ultimo in quanto il più “remoto”, essendosi svolto nei “lunghi” tempi geologici, non solo ha un’importanza fondamentale nel predisporre i lineamenti dei mari e delle montagne di tutta la Terra, ma va considerato preminente nella formazione del Mare Tirreno, attualmente ritenuto originato dallo sprofondamento di una catena di montagne, nominata “Tirrenide”, che a sua volta emerse dal mare tra i 23 e i 20 Ma o sono nel Miocene inferiore.

L’arenaria Macigno è un sedimento marino con caratteristiche di un deposito “classato”, che presenta cioè in ogni strato clasti più grossolani in basso e via via sempre più minuti in alto (successione: arenaria, anche grossolana, - limo - argilla sempre più sottile) secondo un meccanismo di deposizione ad “onde torbide”, tipiche di un mare “torbido”, perché soggetto al rapido riempimento sedimentario per sovrabbondanza di materiali detritici provenienti da aree non lontane in veloce sollevamento e profonda erosione. I fondali

marini nei quali si depose il Macigno dovettero essere in veloce sprofondamento, come indicano gli spessori totali noti per questa roccia (circa 900 m a Calafuria, fino a 2.000 in altre località toscane), per permettere un accumulo così ingente di sedimenti. La successione sedimentaria del Macigno presenta le tipologie dei depositi che si accumulano al piede della scarpata di una piattaforma continentale in rapida progradazione. Consideriamo il significato giacimentologico dell'insieme rocce verdi-diaspri che si "addossa" (termine in vero per niente tecnico per definire una sovrapposizione lungo una superficie quasi verticale) al Macigno. Ricordiamo che si tratta di rocce magmatiche e di depositi sedimentari tipici delle parti centrali di un oceano e quindi ben lontani dall'ambiente di deposizione di un sedimento con i caratteri del Macigno, che invece rientrano nei parametri di una veloce deposizione al limite di un mare in chiusura all'approssimarsi del sollevamento orogenetico alpino. Ma l'incompatibilità di un accostamento normale di queste rocce tanto diverse risulta evidente dalle loro età e dal fatto che il Macigno (dell'Oligocene-Miocene inferiore) sta al di sotto delle rocce verdi-diaspri (del Giurassico superiore); le rocce sottostanti, cioè, sono più recenti di almeno 120 Ma di quelle soprastanti! Questi sono gli "scherzi" della tettonica, e poiché questo tipo di giacitura non è una particolarità dell'affioramento lungo la Costa dei due Castelli ma è noto in tutta la Toscana, i geologi ne hanno tratto la conseguenza di una sovrapposizione tettonica "regionale": le rocce originarie del Paleoceano Ligure-Piemontese in Toscana sono state sospinte "per trasporto tettonico" sopra quelle del "dominio" (termine riferito all'attuale regione di giacitura ma non necessariamente alle coordinate di deposizione) toscano, delle quali il Macigno corrisponde all'ultima fase di deposizione marina precedente alla sostituzione dell'ambiente marino (Tetide) con quello continentale. Quest'ultima sostituzione ha coinciso con il sollevamento delle Alpi, con acme intorno a 35 Ma, il sollevamento della Tirrenide, con acme intorno a 23 Ma, e il sollevamento dell'Appennino, con acme intorno a 16 Ma. I sollevamenti delle catene di montagne qui sopra schematizzati (ciclo orogenetico alpino) si ritiene coincidano con il procedere da Ovest verso Est della collisione tra la placca continentale euro-asiatica e la placca continentale africana. Le due grandi placche continentali, cioè, che dal Trias superiore (200 Ma or sono) al Cretaceo superiore (70 Ma or sono) si sono allontanate causando inizialmente l'apertura di un mare interno (intracontinentale) e successivamente, con il distacco completo delle due placche, la formazione del Paleoceano Ligure-Piemontese. Con il Cretaceo superiore esistono

indizi che rivelano come la “deriva” delle masse continentali euro-asiatica e africana abbia invertito andamento, mentre le masse hanno iniziato ad avvicinarsi. Ne è conseguita la riduzione, fino alla chiusura, dello spazio del Paleoceano Ligure-Piemontese, e rocce del fondo di questo paleoceano, tra i 60 e i 40 Ma fa, sono state in parte “subdotte” (inghiottite) in profondità, in parte “obdotte” (traslate) in superficie. Le prime adesso si rinvergono “strizzate” negli allineamenti centrali delle catene montuose alpine; le seconde, coinvolte nel “trasporto telealloctono gravitativo” per decine (talvolta centinaia) di chilometri, costituiscono enormi “falde di ricoprimento” accavallate ai margini delle placche continentali lungo i fianchi venuti a collidere. In Toscana appartiene a questo tipo di giacitura la sovrapposizione di rocce verdi e diaspri del Giurassico superiore sul Macigno oligo-miocenico presente lungo la Costa dei due Castelli.

La Fig. 5 (tratta da Capponi *et al.*, 1990) è il risultato delle campagne di geofisica dei fondali marini operate dal CNR (Structural Model of Italy) e mette in evidenza i grandi lineamenti delle strutture sepolte delle rocce pre-Miocene medio-superiore a partire dal quale ha iniziato ad aprirsi il Mare Tirreno e, di conseguenza, a formarsi la sua piattaforma continentale. Circa tre chilometri al largo della Costa dei due Castelli i rilievi geofisici condotti al di sotto del fondale marino, che nasconde con i suoi depositi la struttura sottostante, hanno segnalato la presenza del “Bacino di Antignano”, in corrispondenza del quale le rocce pre-Miocene medio-superiore si trovano al di sotto di 500 m rispetto al livello del mare. Questo bacino si allunga parallelamente all’alto tettonico dei Monti Livornesi, con un asse spostato di non più di 5° in senso antiorario rispetto alla direzione Nord-Sud. Il fatto che lungo il limite orientale di questo bacino (o costa occidentale dei Monti Livornesi) affiorano lembi del Calcare di Rosignano (del Miocene superiore), presso la Villa Carolina di Ardenza e la Punta Lillatro di Castiglioncello, suggerisce che l’apertura di questo bacino sia iniziata, appunto, nel Miocene superiore. Analogo suggerimento proviene anche dall’allungamento in direzione Nord-Sud di questo bacino; infatti tale direzione è stata rintracciata in molti altri bacini di sprofondamento tettonico miocenico e, in particolare, nel Bacino del Tora-Fine, tra i Monti Livornesi e i Monti di Castellina, ben noto perché attualmente emerso. Ampliando le nostre considerazioni alle aree che circondano l’isobata (geofisica) dei 500 m del Bacino di Antignano, vediamo che è stata individuata una faglia a direzione Nord-Sud sul fianco orientale del piccolo alto tettonico, indicato dall’isobata (geofisica) 0, immediatamen-

te a NE del “Bacino di Mezzo”. Questo piccolo alto tettonico, probabilmente corrispondente a un affioramento roccioso del fondo indicato come “i marmetti” dai pescatori locali, si trova anche sul prolungamento NO delle Secche di Vada, ma sembra indipendente da queste. Infatti, il prolungamento NO delle Secche di Vada (“secca di fuori” dei pescatori) è delimitato, sul lato NE, da una faglia appenninica (NO-SE) ad andamento parallelo a quello della faglia che con molta probabilità si estende poco al largo tra la Costa dei due Castelli e la Punta di Castiglioncello. Si viene così a determinare un tratto di bacino, compreso tra due faglie distensive a direzione appenninica, compreso tra il Bacino di Antignano e il Bacino di Rosignano, entrambi massimamente allungati in senso Nord-Sud. Tuttavia le faglie che delimitano a NE il Bacino di Rosignano hanno direzione nettamente appenninica e sono state attive durante il Pleistocene inferiore (Mazzanti, 1995). Un’ipotesi evolutiva possibile è che lo spazio tra il Bacino di Antignano e quello di Rosignano, nato nel Miocene superiore, abbia subito un rimodellamento nel Pleistocene inferiore. Venendo ora alle osservazioni traibili dalle isobate geofisiche a NO del Bacino di Antignano, la Fig. 5 indica una faglia a direzione nettamente antiappenninica (SO-NE) che delimita questo bacino nei confronti dell’alto delle Secche della Meloria. Questa faglia si prolunga sia verso SO, tra i bacini “di Mezzo” e “SE Gorgona”, sia verso NE, fino nel sottosuolo della Pianura di Pisa: in quest’ultimo tratto l’infittirsi delle isobate dei 2.000, 1.500 e 1.000 m la marcano con grande precisione e la indicano come il limite a SE del grande e profondo “Bacino di Viareggio”. Poiché invece la stessa faglia, nel tratto compreso tra le Secche della Meloria e il Bacino di Antignano, ribassa quest’ultimo dalla parte opposta rispetto al tratto precedente, è possibile che si tratti di una “dislocazione di trasferimento”, sviluppata contemporaneamente alle strutture a direzione appenninica alle quali sembra associata e in piccola parte delle quali può essere intersecata.



Fig. 5 Lineamenti delle strutture tettoniche distensive nel Bacino Tirrenico Toscano dallo Structural Model of Italy.

- 1) Formazioni anteriori al Miocene inferiore
- 2) Formazioni del Miocene superiore, Pliocene e Quaternario
- 3) Magmatiti
- 4) Sedimenti olocenici ed aree ricoperte dal mare
- 5) Spiagge
- 6) Isobate del fondo marino
- 7) Isobate del tetto del substrato pre-Miocene inferiore
- 8) Faglie (i dentelli sono sul labbro abbassato)

Bibliografia

- Aiello E., Bartolini C., Gabbani G., Mazzanti R., Pranzini E. & Valleri G. (1982). *Morfologia e geologia delle Secche di Vada (Provincia di Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., (1981). 100: 339-368.
- Alessio M., Allegri M., Antonioli F., Belluomini G., Ferranti L., Improta S., Manfra L. & Proposito A. (1992). *Risultati preliminari relativi alla datazione di speleotemi sommersi nelle fasce costiere del Tirreno centrale*. Giornale di Geologia, serie 3a, 54 (2): 165-193.
- Barsotti G., Federici P. R., Giannelli L., Mazzanti R. & Salvatorini G. (1974). *Studio del Quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia e alle forme delle formazioni del Bacino di carenaggio della Torre del Fanale*. Mem. Soc. Geol. It., 13: 425-495.
- Capponi G., Giammarino S. & Mazzanti R. (1990). *Geologia e morfologia dell'Isola di Gorgona*. Suppl. n. 2. Quad. Mus. Storia Nat. di Livorno, 11: 115-137.
- Ceccarelli M.L. (1992). *Note sulla storia di Livorno nel medioevo*. Atti I Seminario Storia del Territorio Livornese, Livorno, 27/10/1990, Livorno: 39-43. CNR Structural Model of Italy
- Fairbridge R.W. (1966). *Mean sea level changes, longterm static and other*. In: *The Encyclopedia of Oceanography*, 1, New York: 1021 pp.
- Federici P. RP & Mazzanti R. (1995). *Note sulle pianure costiere della Toscana*. Mem. Soc. Geol. It., vol 53: 165-270.
- Ferretti O., Immordino F. & Manfredi Frattarelli F. (1993). *Carta sedimentologica dei mari toscani*. Regione Toscana. ENEA, Pisa.
- Ferretti O., Immordino F. & Manfredi Frattarelli F. (1995). *Cartografia sedimentologica dei mari toscani. Criteri, possibilità, finalità*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. serie A, Suppl. vol. 102: 241-254.
- Galoppini R., Letta C., Mazzanti R., Taddei M., Tessari R. & Viresini L. (1996a). *Possibilità di misura di antichi livelli del mare nel litorale tra le foci dei fiumi Arno e Fine in Toscana*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 52 (1994): 279-292.
- Galoppini L., Mazzanti R., Taddei M., Tessari R. & Viresini L. (1996b). *Le cave di arenaria lungo il litorale livornese*. Quad. Mus. Storia Nat. di Livorno, 14 (1995-96): 111-146.
- Malatesta A. (1943). *Le formazioni pleistoceniche del Livornese*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., serie A, 51: 145-206.

- Mazzanti R. (1995). *Revisione e aggiornamento sui movimenti tettonici deducibili dalle dislocazioni nei sedimenti pleistocenici ed olocenici della Toscana costiera*. Studi Geologici Camerti. Vol. spec., 1995/1: 509-521.
- Mazzanti R., Pasquinucci M. & Salghetti Drioli E. (1984). *Il sistema Secche della Meloria - Porto Pisano: geomorfologia e biologia marina in relazione ai reperti archeologici*. In "1284. L'anno della Meloria", Pisa: 9-53.
- Pinna M. (1984). *La storia del Clima. Variazioni climatiche e rapporti clima-uomo in età post-glaciale*. Mem. Soc. Geol. It., 36.
- Savi P. (1859). *Memorie per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana*. Pisa.
- Segre A.G. (1955). *Nota sulla idrografia continentale e marina*. In "Note illustrative della C.G.I." scala 1:100.000, F 111 - Livorno. Servizio Geologico d'Italia: 20-29.

L'ESPERIENZA DELLA RISERVA NATURALE MARINA DI MIRAMARE (WWF-ITALIA, I.C.D., MINISTERO DELL'AMBIENTE) TRA CONSERVAZIONE, GESTIONE SOSTENIBILE DEL TERRITORIO E PRESSIONE ALIEUTICA

Roberto Odorico, Marco Costantini

Premessa

Nel contesto italiano parlare di tutela del patrimonio marino risulta relativamente semplice. Su più di 60 aree marine protette esistenti sulla carta (con diverse tipologie di tutela previste) in pratica quelle effettivamente in attività si possono contare sulle dita di una mano. E queste sono quelle che hanno superato vari, diversificati ed obbligati passaggi burocratici.

Una riserva marina, istituita nel 2000, per ultimare tutti i passaggi burocratici dovrà attraversare una fase di “rodaggio” di lunga durata, come è stato, ad esempio, nel caso di Ustica e Miramare: queste, istituite nel 1986, sono entrate a regime praticamente nel 1990.

Molti sono i motivi che rallentano la messa a regime: spesso le riserve “nascono male” perché sono troppo grandi, troppo “scomode” ma al contempo imposte dall’alto, oppure sono troppo sbilanciate verso la ricerca accademica, o al contrario verso una gestione “casalinga”, con scarsi riscontri scientifici.

Dall’opinione pubblica, e purtroppo sempre più anche dalle amministrazioni, una riserva estesa è considerata una riserva “importante”, a prescindere dalla strategia gestionale e dalle misure attuate per mitigare i conflitti socio-economici che la sua istituzione ingenera.

Per il semplice fatto che Miramare è piccolissima (30 ettari di riserva integrale, 90 di riserva parziale), spesso viene trascurata nei ragionamenti accademici sulla conservazione, nonostante le sue numerose attività e iniziative legate alla ricerca scientifica, alla conservazione, alla gestione della fascia costiera limitrofa alla riserva stessa.

In realtà, il limite nell’estensione territoriale si è rivelato alla lunga un’arma vincente per far accettare una riserva marina così a ridosso della città di Trieste, in una costa particolarmente antropizzata.

La particolare collocazione geografica (Miramare si trova all’estremo Nord del Mediterraneo) e la coesistenza tra aree antropizzate e il sito naturalistico hanno reso il raggiungimento dello sviluppo sostenibile delle diversificate attività legate all’ecosistema marino (ricerca, conservazione, turismo,

pesca ecc.) una vera e propria “missione” per la riserva.

Miramare ha quindi organizzato fin dall’inizio una politica di sensibilizzazione e divulgazione volta a portare il suo peso (infinitesimo in termini di estensione) nella realtà limitrofa. Ha svolto fin da subito il ruolo di area-esempio nella realtà costiera del Golfo di Trieste mediante la ricerca scientifica, sviluppatasi in collaborazione con l’Università di Trieste, i progetti di educazione ambientale con le scuole del territorio, la diffusione di informazioni tramite mass-media locali e nazionali, ma soprattutto con esempi concreti di gestione dello sfruttamento turistico del territorio, di regolamentazione della pesca o ancora di innovazione in maricoltura estensiva e intensiva.

Nel Golfo di Trieste, ulteriori implementazioni del territorio sottoposto alla tutela provengono da accordi internazionali, che ormai da dieci anni legano il nome di Miramare a un protocollo di collaborazione con altre riserve naturali d’oltre confine, in territorio sloveno, quali Pirano, Strugnano e le saline di Sicciole. Inoltre, nel corso del 2001 inizieranno le attività per lo studio di fattibilità e per la valorizzazione di un’area marina a cavallo del confine, tra Punta Grossa, in territorio sloveno, e Punta Sottile, ultimo lembo di costa italiana. In questa zona verranno avviate delle attività sperimentali legate all’ecoturismo, al ripopolamento ittico, alla piccola pesca; il tutto in sintonia con la tutela del paesaggio e dell’ambiente naturale. Tutto ciò verrà svolto nell’ambito collaborativo istituitosi tra la riserva di Miramare e gli enti locali sloveni.

La progressiva istituzione di queste aree regolamentate permetterà di costituire un mosaico in cui zone naturalistiche tutelate verranno alternate ad aree antropizzate e sfruttate economicamente.

A Miramare le attività svolte consentono l’occupazione di quindici persone; un risvolto occupazionale, che nel panorama della provincia di Trieste rappresenta un notevole successo.

Alcuni numeri

Nei 30 ettari, pari a 1,8 km di linea di costa per una fascia di 200 m, vige un regime di tutela integrale. In tale area fa eccezione un corridoio di circa 1 ettaro, in corrispondenza con la scogliera del Castello di Miramare, in cui vengono concentrate le visite subacquee guidate con autorespiratore. Praticamente appena il 3% dell’estensione territoriale viene sfruttato ai fini del turismo subacqueo.

La zona a protezione integrale è circondata da una a protezione parziale,

detta “Buffer” (istituita con Ordinanza della Capitaneria di Porto di Trieste). Questa seconda area, di 90 ettari d’estensione, costituisce un’ulteriore cintura protetta di 400 metri di ampiezza, in cui vige il divieto di pesca professionale. In determinati periodi dell’anno (febbraio-marzo), tuttavia, si svolge, all’interno di quest’ultima, un’attività di pesca sperimentale alla mormora (*Litognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758)) mediante reti a circuizione. Tale iniziativa ha avviato un periodo di stretta collaborazione con i pescatori locali che per la prima volta hanno dovuto affrontare le problematiche legate alla gestione di un rigoroso calendario di pesca, allo scambio di informazioni con i ricercatori, alla presenza costante di un osservatore a bordo ecc.

Attività scientifica

Miramare è da considerarsi a tutti gli effetti una “palestra scientifica” per ricercatori e studiosi nella quale, fin dalla sua istituzione, la ricerca scientifica è stata affiancata da studi di carattere applicativo.

Presso la riserva si è sviluppato da anni un sistema di raccolta di informazioni volto a caratterizzare dal punto di vista ecologico non soltanto l’area tutelata, ma anche il territorio circostante. Particolari, recenti eventi, hanno determinato la necessità di affinare le tecniche di monitoraggio al fine di una migliore comprensione dei fenomeni che avvengono nel golfo di Trieste, nel tentativo di separare l’evento eccezionale dai normali cicli annuali e/o poliennali. La possibilità di correlare eventi biologici con set di dati abiotici acquisiti, anche in continuo da stazioni fisse (boa MAMBO (<http://www.doga.ogs.trieste.it>)), ha portato allo sviluppo di un centro di raccolta di informazioni denominato osservatorio del litorale (OdL).

Nell’osservatorio del litorale convergono una serie di linee di ricerca attivate nell’area protetta aventi lo scopo di caratterizzare il golfo di Trieste mediante il confronto tra i dati storici e le informazioni raccolte durante le attività di monitoraggio. Gli strumenti utilizzati (tecniche di *Visual Census*, controlli su stazioni fisse, microprelievi, video-transetti), correlati con serie di dati chimico-fisici, permettono di seguire stagionalmente e poi annualmente la situazione biologica individuando episodi anomali, comparsa/scomparsa di specie, modificazioni nelle biocenosi.

In questo contesto si inserisce la creazione di un sistema informativo in grado di raccogliere il dato, completarlo per tutte quelle informazioni relative alla sua distribuzione biogeografica, vulnerabilità, diffusione, e quindi

confrontarlo con dati, ricavati da indagini precedenti, per creare modelli di distribuzione. Viene inoltre sviluppato un adeguato sistema di interrogazione in grado di permettere lo scambio di informazioni tra altri osservatori posti lungo la costa orientale dell'Adriatico, in modo da seguire fenomeni particolari quali l'ingressione di specie "calde", o diverse modalità di distribuzione di specie target per la pesca locale.

L'OdL risulta un sistema complesso in cui convergono informazioni diverse, standardizzate, al caso georeferenziate, che verranno confrontate con le informazioni provenienti da altre stazioni.

Oltre alla catalogazione dei dati, si svolgono ormai da anni numerose attività di monitoraggio sia di parametri abiotici che biotici. Nel primo caso, oltre ai già menzionati dati chimico-fisici, campionati tramite sonde multiparametriche, si raccolgono anche dati relativi alle correnti e alla penetrazione della luce nella colonna d'acqua. Per quanto concerne gli aspetti abiotici, oltre all'ormai diffuso ed utile *visual census*, si stanno sperimentando strumenti non invasivi e metodologie d'uso degli stessi, utili per ottenere informazioni che permettano di individuare quali fasi del ciclo di una specie avvengano entro l'area di mare protetta. Nella zona Buffer viene svolto un campionamento settimanale tramite echosounder digitale Biosonics DT5000, impiegato nello studio delle specie bento-nectoniche aggregate in banchi; nella zona a protezione integrale si svolgono studi etologici di specie ittiche con videocamera subacquea, mappatura delle zone di nesting di *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758), registrazioni acustiche passive tramite idrofono Reson TC4032 di *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758).

Attività educativa

Praticamente nata con la riserva, questa attività costituisce un elemento inscindibile dall'attività di conservazione. Ci si prefigge infatti di sviluppare, soprattutto tra i giovani, abitudini applicabili anche al di fuori delle aree tutelate, affrontando le attività ricreative e sportive tramite la conoscenza dell'ambiente marino. Il centro visite, ora in fase di rinnovo e ristrutturazione, costituisce un punto di riferimento per centinaia di scuole, con 7.000 studenti di tutte le età che annualmente seguono i programmi educativi. Inoltre, collaborazioni e progetti con l'Assessorato Regionale Parchi e Foreste hanno determinato lo sviluppo di numerose iniziative divulgative ed editoriali, che costituiscono un importante volano culturale in sede locale.

L'azione educativa si estende con gli stessi concetti ai primi fruitori turistici del mare, vale a dire i subacquei. Circa 1200 sportivi seguono i programmi di visita e i corsi di biologia marina organizzati nei mesi estivi.

L'esperienza nella gestione della pesca locale

Il progetto “Rilevamento quantità e qualità dei prodotti ittici pescati ed elaborazione dei dati eco-etologici derivati dalla pesca sperimentale nelle stazioni Zona Buffer della Riserva Marina di Miramare ed il Vallone di Muggia” (L.R. 6 luglio 1998 n. 11 – Art. 4, Sotto Progetto 2.a.3) è nato dall'esigenza di risolvere un'annosa situazione conflittuale tra pescatori professionisti e i gestori dell'area protetta. Si è sviluppato in forma di accordo tra le parti, grazie alla stesura di un protocollo operativo che ha consentito di rispondere alla volontà dei pescatori di operare nell'area “Buffer”, senza provocare una eccessiva pressione alieutica sugli stock ittici.

Il protocollo, accettato dalle parti, si è sviluppato secondo le seguenti modalità temporali: a partire dal giorno 17/1/2000 sono state svolte con frequenza quotidiana, fino al giorno 13/3/2000, uscite di tre pescherecci armati con rete a circuizione del tipo “Saccaleva” presso le aree denominate “Zona Buffer della Riserva naturale marina di Miramare” e nella zona di controllo “Vallone di Muggia”.

L'85% delle uscite è stato svolto con un biologo, dello staff della Riserva Naturale Marina di Miramare, con la funzione di osservatore della pesca, imbarcato sui natanti impegnati nell'attività alieutica, mentre per il 15% delle uscite, esclusivamente afferenti all'area Vallone di Muggia, il controllo dello sbarcato è stato effettuato in banchina presso il Molo Venezia (Porto di Trieste), nella zona antistante il mercato ittico, oppure tramite imbarcazione da ricerca in dotazione alla riserva.

Alle imbarcazioni è stato consentito l'utilizzo della rete a circuizione, la “Saccaleva”, in numero di una calata al giorno per imbarcazione, entro le aree e i tempi previsti dall'ordinanza della Capitaneria di Porto n.: 1/2000.

Sono state effettuate 20 calate, di cui il 45% inefficaci, il 55% efficaci.

Le specie pescate sono state determinate, gli individui contati, ed una parte di essi, costituita da individui di taglie diverse, scelti casualmente entro l'intero campione misurato, è stata eviscerata per svolgere misure gonado-epatosomatiche, per svolgere osservazioni isto-citologiche delle gonadi, e per compiere osservazioni sui contenuti stomacali. I dati ottenuti sono a tutt'oggi in fase di elaborazione e analisi.

STUDIO BOTANICO ALL'INTERNO DELL'AREA DEL PARCO DEI DUE CASTELLI

Rosella Panti

Obiettivi e metodologia

Lo studio botanico di questo tratto di costa, che si estende dal Castello del Boccale lungo il litorale, fino al Castel Sonnino, in quella stretta fascia di territorio che va dal mare fino alla strada statale Aurelia, ci consente di effettuare un'analisi di tipo qualitativo, floristico, e di tipo quantitativo, vegetazionale, delle entità vegetali presenti.

Per la realizzazione dello studio floristico è necessario, per prima cosa, individuare i luoghi più significativi e rappresentativi, di possibile accesso, dato che la natura di questo tratto è totalmente rocciosa, con elevate pendenze e frequenti dirupi a strapiombo sul mare, per poi procedere allo studio e alla raccolta dei campioni.

Una volta scelti tali siti quali, ad esempio, Castello del Boccale, Sassoscritto, Castel Sonnino, Cala del Leone ed altri, verranno effettuate erborizzazioni con cadenza decadale, per un periodo di circa un anno, durante il quale verrà operata una sistematica raccolta della flora.

I campioni saranno prelevati dai siti di raccolta per lo più nel periodo compreso tra Febbraio e Ottobre, ma sarà importante mantenere in ogni caso costante, durante gli altri mesi, la frequenza dei sopralluoghi nelle aree studiate.

Le piante raccolte saranno determinate facendo riferimento alla *Flora d'Italia* di Sandro Pignatti (1982), conformandosi alla nomenclatura dello stesso autore.

I campioni saranno essiccati per la realizzazione dell'erbario relativo che verrà eseguito in duplice copia e sottoposto a un processo di sterilizzazione, per poi essere conservato presso il Museo provinciale di Storia Naturale di Livorno.

Le specie ritrovate saranno quindi ordinate in un elenco floristico nel quale, accanto al binomio specifico, figurano la forma e sottoforma biologica (Raunkier, 1934) e la categoria corologica (Pignatti, 1982; Viegi-Cela Renzoni, 1981)

In base a queste ultime indicazioni si potranno calcolare i relativi spettri biologico e corologico.

Dato che nell'area da studiare sono presenti, tra l'altro, entità individuate come poco frequenti e di particolare interesse fitogeografico, solo per esse verrà effettuata un'indagine consultando i campioni conservati nell'Herbarium dell'Orto Botanico di Pisa; parallelamente sarà analizzato anche materiale bibliografico in modo da poter confrontare i dati attuali con le informazioni a nostra disposizione, relative al passato (ad esempio *Centaurea aplolepa* Moretti subsp. *subciliata* (DC.) Arcang., *Medicago arborea* L., *Frankenia laevis* L., ed *Euphorbia pithyusa* L., *Centaurea aplolepa* Moretti subsp. *subciliata* (DC.) Arcang., *Medicago arborea* L., *Frankenia laevis* L., ed *Euphorbia pithyusa* L.).

Centaurea aplolepa subspecie *subciliata* è una camefita endemica delle coste rocciose e dei litorali sabbiosi che vanno dal Magra alle coste grossetane, protetta nella provincia di Lucca.

Medicago arborea L. è una piccola fanerofita cespugliosa che ha un'area di distribuzione mediterraneo con baricentro occidentale. In Italia si ritrova sulle coste dalla Puglia alla Toscana, che è la stazione più settentrionale, e la sua presenza è indicata solo sulle coste livornesi dall'Ardenza a Castiglioncello.

Frankenia laevis L. è una camefita suffruticosa che vive sulle scogliere salse e sulle paludi salate; è una specie ad ampia distribuzione presente nel centro Asia e Sud Africa e nel Mediterraneo a gravitazione occidentale.

In Italia è indicata sulle coste tirreniche dalla Liguria alla Puglia e isole maggiori; in Toscana abbiamo testimonianze della sua presenza a Livorno, a Calafuria, nelle isole livornesi e tra Orbetello e Feniglia.

Euphorbia pithyusa L. è una camefita suffruticosa che vive sulle rupi marittime preferendo substrati di natura silicea con una distribuzione mediterraneo occidentale; in Italia si ritrova sulle coste della Liguria, Toscana, Sicilia e Sardegna. In Toscana, delle indicazioni bibliografiche e dai campioni d'erbario, risultava presente sulla costa livornese fino a Castiglioncello.

Centaurea aplolepa Moretti subspecie *subciliata* (DC.) Arcang. è una camefita endemica delle coste rocciose e dei litorali sabbiosi che vanno dal Magra alle coste grossetane, protetta nella provincia di Lucca.

Con questa ricerca sarà possibile puntualizzare la distribuzione odierna in questa zona di tali elementi floristici; ciò sarà rilevante per controllare e monitorare lo stato di salute dell'area.

Per quanto riguarda l'analisi vegetazionale, lo studio interesserà la quasi totalità del territorio; per l'inquadramento delle diverse tipologie fitocenoti-

che, si eseguiranno numerosi rilevamenti con il metodo di Braun-Blanquet, che si basa sulla ricerca fitosociologica, individuando e riconoscendo un'associazione vegetale attraverso lo studio della situazione floristica. Per ciascun rilevamento di volta in volta sarà scelta la superficie, dopo aver individuato il minimo areale.

Si provvederà ad osservare aree a superficie progressivamente crescente, valutando l'aumento relativo del numero delle specie in esse comprese. Il minimo areale risulterà essere di diversa estensione in base al tipo di copertura vegetale. I rilevamenti verranno elencati in una tabella riportando la data del rilevamento, la località, il tipo di fitocenosi e il substrato.

In ciascun rilevamento si esaminerà la vegetazione strato per strato*, adottando la seguente scala di abbondanza-dominanza:

Scala di Braun-Blanquet:

*Altezza degli strati:

5 = copertura >75%

7 = altezza > 25 m

4 = copertura 50-75%

6 = altezza 12-25 m

3 = copertura 25-50%

5 = altezza 5-12 m.

2 = abbondante ma con copertura < 25%

4 = altezza 2-5 m.

1 = ben rappresentato, ma con copertura < 5%

3 = altezza 0,5-2 m.

+ = presente, con copertura assai scarsa.

2 = altezza 25-50 cm.

1 = altezza 0- 25 cm.

Infine, i rilevamenti effettuati verranno raggruppati in base al tipo di fitocenosi esaminata, consentendo l'elaborazione di tabelle nelle quali le specie vengono disposte strato per strato in base al valore dell'indice di ricoprimento, calcolato come rapporto tra la somma dei valori centrali delle classi di abbondanza-dominanza e il numero dei rilevamenti eseguiti (Gunot, 1969).

$$\text{Indice di ricoprimento} = \frac{\text{Somma dei valori centrali}}{\text{Numero dei rilevamenti}}$$

Sarà inoltre indicato il numero del rilevamento, la superficie esaminata in mq., la percentuale di superficie coperta, altezza, esposizione della stazione e numero delle specie individuate.

Al termine di questo lavoro ci prefiggiamo come importante obiettivo quello di elaborare una "Carta della Vegetazione del Parco dei due Castelli",

nella quale si illustrerà la distribuzione delle fitocenosi qui individuate.

Per i colori faremo riferimento alla Carta delle Vegetazioni d'Italia (Aa. Vv., 1991). Nella carta saranno evidenziati i siti dove si trovano le specie di particolare interesse floristico, in modo da consentire un attento controllo delle aree in questione, per evitare o limitare i danni derivanti da interventi antropici, dato che il territorio in questione è una meta ambita e specialmente durante il periodo estivo è letteralmente invaso sia dai cittadini livornesi che da numerosi turisti.

Dato che il tratto di costa suddetto è un'importante risorsa per il turismo, per evitare che quest'ultimo possa rappresentare un rischio per il patrimonio ambientale sarà indispensabile studiare alcune regole e controllarne l'applicazione, a tutela degli equilibri ecologici.

Noi, a tal proposito, auspichiamo la realizzazione del Parco dei due Castelli per una corretta conservazione di questo territorio, affinché la frequentazione avvenga nel pieno rispetto del patrimonio naturale, in modo da non alterare la composizione floristica e quindi vegetazionale.



Fig. 1 *Medicago arborea* L.



Fig. 2 *Frankenia laevis* L.



Fig. 3 *Euphorbia pithyusa* L.



Fig. 4 *Centaurea apolepa* Moretti subsp. *subciliata* (DC.) Arcang.

PROPOSTA PER UN PROGRAMMA DI RICERCA SULLE COMUNITÀ MACROALGALI DELLA COSTA LIVORNESE

Luigi Piazzì

Premessa: caratteristiche biologiche dell'area e stato dell'arte

I popolamenti fitobentonici della costa rocciosa compresa tra i castelli del Boccale e Sonnino offrono aspetti particolarmente interessanti. L'eterogeneità morfologica dell'area crea una molteplicità di ambienti che permette lo sviluppo di differenti comunità e contribuisce al mantenimento di un'elevata biodiversità.

Nella zona sono state anche segnalate specie rare per la regione geografica considerata, come *Cystoseira humilis* Kützing, che ha nella scogliera livornese l'unica stazione riconosciuta dell'Italia occidentale. Inoltre l'area è stata interessata dall'invasione di specie algali alloctone, tra cui *Acrothamnion preissii* (Sonder) Wollaston, *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris, *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C.Agardh, *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J.Agardh e, ultima arrivata, *Simphyocladia* sp, che in modo diverso hanno influenzano la struttura delle comunità native.

Il fitobenthos della costa livornese è stato oggetto di molti studi (vedi Bibliografia). Una prima descrizione qualitativa delle comunità presenti nella zona risale a più di trenta anni fa. Da allora sono state realizzate ricerche indirizzate ad ambienti o specie particolari. Tra queste possiamo ricordare uno studio pluriennale sui fattori biotici e abiotici che regolano le successioni ecologiche nelle pozze di scogliera e nel piano mesolitorale, studi demografici sui popolamenti a *Cystoseira*, studi descrittivi e sperimentali sulle comunità infralitorali invase da specie alloctone.

Obiettivi della ricerca

Un ulteriore programma di ricerca si rende oggi necessario per caratterizzare le comunità fitobentoniche nel loro insieme, in relazione anche ai cambiamenti che si sono verificati dal 1970 ad oggi. Tali cambiamenti sono conseguenza sia delle profonde modificazioni ambientali legate all'inquinamento e all'aumento di sedimentazione a seguito degli incendi delle retrostanti colline, sia dell'introduzione di specie alloctone. Inoltre la costituzione di

un'area sottoposta a vincoli di protezione necessita uno studio che permetta di valutare nel tempo gli effetti della protezione stessa. Una tale valutazione necessita di un disegno di campionamento adeguato per poter discriminare tra gli eventuali effetti derivanti dalla protezione e fenomeni evolutivi legati alla dinamica naturale degli ecosistemi. Per ottenere ciò occorre prevedere uno studio protratto nel tempo non limitato alla sola zona in esame, ma esteso a più aree che possano essere utilizzate come controllo.

Gli obiettivi della ricerca sono, schematicamente i seguenti:

- 1) caratterizzare qualitativamente la zona e poter valutare gli effetti delle modificazioni avvenute mediante un confronto con gli studi precedenti;
- 2) valutare la diversità, distribuzione spaziale e fluttuazioni temporali dei popolamenti algali specialmente nelle zone più profonde, fino ad oggi poco investigate;
- 3) monitorare la distribuzione delle specie invasive e valutarne gli effetti sulle comunità native;
- 4) procurare le basi per una valutazione nel tempo degli effetti della protezione.

Metodiche e tempi di svolgimento

Lo svolgimento della ricerca proposta si basa principalmente sull'utilizzo di metodiche non distruttive mediante campionamento fotografico e successiva analisi delle immagini. Le popolazioni macroalgali saranno campionate a diverse profondità e in più siti per ogni profondità. In ciascun sito verranno campionati più quadrati (repliche) la cui distribuzione sarà determinata in modo casuale. Tale disegno di campionamento sarà ripetuto lungo almeno tre tratti di costa compresa nell'area di studio e in tempi diversi nel corso di un anno. I dati di abbondanza degli organismi campionati saranno espressi come ricoprimento percentuale e successivamente analizzati utilizzando tecniche di analisi della varianza. Tali tecniche permettono la stima della variabilità spaziale in relazione alle differenti scale esaminate (variabilità tra repliche, tra siti per ciascuna profondità e tra tratti di costa) e della variabilità temporale.

Saranno inoltre individuate alcune biocenosi considerate buone indicatori ecologiche che dovranno essere campionate su differenti scale spaziali e temporali, secondo un disegno di campionamento che includa almeno due località costiere non sottoposte a vincoli di protezione.

Si prevede inoltre di effettuare campionamenti mediante prelievo in diffe-

renti ambienti, profondità e stagioni al fine di permettere una determinazione accurata delle specie algali in laboratorio e di ottenere quindi una caratterizzazione qualitativa dell'area. Il campionamento sarà effettuato mediante grattaggio su fondo roccioso e attraverso il prelievo di alcuni fasci di *Posidonia oceanica* (L.) Delile per lo studio della flora epifita delle foglie e dei rizomi della fanerogama.

Bibliografia

- Airoidi L., Rindi F., Cinelli F. 1994. *Structure of a subtidal algal assemblage dominated by Polysiphonia setacea Hollenberg in Western Mediterranean*. "Giornale Botanico" 128: 782-783.
- Airoidi L., Rindi F., Cinelli F. 1995. *Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore*. "Botanica Marina" 38: 227-237.
- Airoidi L., Fabiano M., Cinelli F. 1996. *Sediment deposition and movement over a turf assemblage in a shallow rocky coastal area of the Ligurian Sea*. "Marine Ecology Progress Series" 133: 241-251.
- Airoidi L., Cinelli F. 1997. *Effect of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore*. "Journal of experimental Marine Biology and ecology" 215: 271-290.
- Airoidi L. 1998. *Roles of disturbance, sediment stress and substratum retention on spatial dominance in algal turf*. Ecology 79 (8): 2759-2770.
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1992. *Canopy removal experiments in Cystoseira dominated rockpools from the Western coast of the Mediterranean (Ligurian Sea)*. "Journal of Experimental Marine Biology and Ecology", 155: 69-83
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1992. *Effects of canopy cover, herbivores and substratum type on patterns of Cystoseira spp. settlement and recruitment in littoral rockpools*. "Marine Ecology Progress Series", 90: 183-191
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1993. *Early patterns of algal succession in a midlittoral community of the Mediterranean Sea: a multifactorial experi-*

- ment. "Journal of Experimental Marine Biology and Ecology", 169: 15-31
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1993. *Seasonality and reproductive phenology of algae inhabiting littoral pools in the Western Mediterranean*. "P.S.Z.N.I: Marine Ecology", 14: 147-157
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1994. *Recovery of patches in an assemblage of geniculate coralline algae: variability at different successional stages*. "Marine Ecology Progress Series", 110: 9-18
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1995. *Habitat heterogeneity, sea urchin grazing and the distribution of algae in littoral rock pools on the west coast of Italy (western Mediterranean)*. "Marine Ecology Progress Series", 126: 203-212
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1996. *Patterns of disturbance and recovery in littoral rock pools: nonhierarchical competition and spatial variability in secondary succession*. "Marine Ecology Progress Series", 135: 145-161
- Benedetti-Cecchi L., Nuti S., Cinelli F. 1996. *Analysis of spatial and temporal variability in interactions among algae, limpets and mussels, in low shore habitats on the west coast of Italy*. "Marine Ecology Progress Series", Vol. 144, pp. 87-96.
- Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1997. *Confounding in field experiments: direct and indirect effects of artifacts due to the manipulation of limpets and macroalgae*. "Journal of Experimental Marine Biology and Ecology", Vol. 209, pp. 171-184.
- Benedetti-Cecchi L., Bulleri L., Cinelli F. 1998. *Density dependent foraging in two species of sea urchins in shallow subtidal reefs on the west coast of Italy (western Mediterranean)*. "Marine Ecology Progress Series", Vol. 163, pp. 203-211.
- Benedetti-Cecchi L., Menconi M., Cinelli F. 1999. *Preemption of the substratum and the maintenance of spatial pattern on a rocky shore in the northwest Mediterranean*. "Marine Ecology Progress Series". Vol. 181, pp. 13-23.
- Benedetti-Cecchi L. 2000. *Priority effects, taxonomic resolution, and the prediction of variable patterns of colonization of algae in littoral rock pools*. "Oecologia" (in press)
- Benedetti-Cecchi L., Bulleri F., Cinelli F. 2000. *The interplay of physical and biological factors in maintaining mid-shore and low-shore assemblages on rocky coasts in the northwest Mediterranean*. "Oecologia" (in press)
- Benedetti-Cecchi L., Acunto S., Bulleri F., Cinelli F. 2000. *Population eco-*

- logy of the barnacle, Chthamalus stellatus (Poli), in the northwest Mediterranean.* "Marine Ecology Progress Series" (in press)
- Benedetti-Cecchi L. 2000. *Predicting direct and indirect effects during succession in a midlittoral rocky shore assemblage.* "Ecological Monographs". Vol. 70, pp. 45-72.
- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1999. *Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. In the northwest Mediterranean.* "Journal of Experimental Marine Biology and Ecology", Vol. 241, pp. 81-95.
- Cinelli F. 1969. *Primo contributo alla conoscenza della vegetazione algale bentonica del litorale di Livorno.* "Pubbl Staz Zool Napoli" 37:545-566
- Menconi M., Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1999. *Spatial and temporal variability in the distribution of algae and invertebrates on rocky shores in the northwest Mediterranean.* "Journal of Experimental Marine Biology and Ecology", Vol. 233, pp. 1-23.
- Pardi G., Piazzì L., Cinelli F. 2000. *Demographic study of a *Cystoseira humilis* Kutzing (*Fucales: Cystoseiraceae*) population in the western Mediterranean.* "Botanica Marina", 43: 81-86.

CARATTERIZZAZIONE DELLA ENTOMOFAUNA DELL'AREA COSTIERA CASTELLO DEL BOCCALE – CASTEL SONNINO

Alfio Raspi

Premessa

Nell'area costiera che va dal Castello del Boccale a Castel Sonnino, compresa tra la Statale Aurelia e la riva del mare, vi è un ricco e diversificato popolamento entomatico ben poco indagato al momento. Tutte le considerazioni che seguiranno sono dunque tratte da osservazioni personali derivate da lunghi anni di frequentazione di queste zone e da dati generali ricavati dalla letteratura, non avendo al momento avuto l'opportunità di studiare in modo continuativo e a fondo tale area.

Lo scopo di questo programma è di procedere, con opportune metodiche di campionamento, a un preliminare censimento dell'entomofauna presente e allo studio delle specie più rappresentate e caratteristiche.

Si possono distinguere in questa area, nel tratto che a mio avviso è più esteso in profondità, e cioè tra il Sassoscritto e il Romito, almeno tre piani con popolamento entomatico ben diversificato:

- piano mesolitorale
- piano sopralitorale
- piano epilitorale (sensu latu)

Piano mesolitorale e sopralitorale

Sul piano mesolitorale della riva del mare l'entomofauna è soprattutto caratterizzata dalla presenza dei Ditteri appartenenti in primo luogo alla famiglia dei Chironomidae. A questa immensa famiglia appartengono vari generi con specie acquatiche ed alobie le cui larve vivono lungo le coste rocciose, fra le alghe, giungendo talvolta anche a notevoli profondità (15 metri). In effetti, in particolare nel periodo estivo, si possono osservare, nella zona in esame, numerosi Chironomidi in attività di deposizione lungo la riva, nella zona intercotidale.

Nel piano sopralitorale (sopra il livello delle alte maree normali, ma raggiunto da maree eccezionali o comunque dalle onde) della zona Sassoscritto-Romito vi è una cospicua presenza di Ditteri, non solo di Chironomidi - le cui larve peraltro sono ben rappresentate nelle pozze di scogliera temporanee

soggette a veloci variazioni di salinità e temperatura - ma anche di adulti della famiglia degli Ephydridae che annovera molte specie talassofile. Spesso gli adulti si concentrano sulla superficie delle pozze di marea camminando sulle acque in atto di nutrirsi (di microrganismi che raccolgono sulla superficie) e in fase di corteggiamento e accoppiamento. Le loro larve possono svilupparsi in acque salse e salmastre e si nutrono filtrando microrganismi. Sempre nell'area delle pozze di marea vi è una cospicua presenza di Ditteri della famiglia dei Muscidae (tribù Lispini) e degli Anthomyiidae (tribù Fucelliini) che annoverano specie talassofile con adulti predatori.

Sul piano sopralitorale, più distante dalla riva e sopraelevato rispetto a questa, nelle zone anzidette, vi è una estesa fascia di scogliera raggiunta dalle mareggiate e caratterizzata da pozze di acqua salsa o salmastra. Le pozze di acqua salmastra sono più distanti dalla riva e situate più in alto. Sono caratterizzate da un fondo fangoso a causa del concentrarsi in queste di terreno dilavato dal piano superiore scosceso, coperto dalle estreme propaggini della macchia mediterranea. In queste pozze prosperano soprattutto larve di Ditteri delle famiglie dei Culicidae (presumibilmente del gruppo *Aedes mariae*), dei Chironomidae e probabilmente dei Ceratopogonidae. Infatti pur non avendo individuato al momento, con sicurezza, le pozze dove si sviluppano le larve dei Ceratopogonidi, ho rilevato sempre, nel periodo estivo, la presenza di adulti ematofagi del genere *Culicoides* che, specialmente in giornate coperte, con assenza di vento e soprattutto al tramonto, pungono i bagnanti. La loro presenza, agli occhi del profano, non è comunque così evidente, essendo gli adulti di dimensioni non superiori al millimetro.

Piano epilitorale (sensu lato)

Questa fascia è qui intesa in senso estensivo e la possiamo considerare compresa tra il limite della scogliera raggiunta dalle onde durante le forti mareggiate fino alla Statale Aurelia. Detta zona è di estensione variabile a seconda del tratto di costa preso in esame. In larga parte, tuttavia, è influenzata dagli spruzzi di acqua marina polverizzati dal vento durante le mareggiate ed è caratterizzata da una copertura vegetale a piante alofile e da una prevalenza di particolari essenze della macchia mediterranea.

Legati a questa particolare vegetazione vi sono moltissimi gruppi di Insetti quali Lepidotteri, Coleotteri, Ditteri fitofagi ed entomofagi (in particolare Asilidae, Bombyliidae, Syrphidae, Chamaemyiidae, Tachinidae), Imenotteri entomoparassiti (in particolare Leucospididae, Chrysididae,

Mutillidae) e Imenotteri Aculati sociali quali Apoidei, Formicoidei e Vespoidei.

Obiettivi e metodologia

In conseguenza di questa premessa proponiamo uno studio preliminare della durata di un anno che, per ognuno dei tre piani individuati,

- piano mesolitorale
- piano sopralitorale
- piano epilitorale (sensu lato),

permetta di individuare il popolamento entomatico più rappresentativo. La caratterizzazione, per ogni fascia, sarà fatta in base alle specie censite e alle caratteristiche biologiche essenziali di quelle più rappresentate. Per la classificazione specifica dei Ditteri pensiamo di essere in grado di classificare la maggior parte del materiale raccolto, grazie anche alla presenza presso la Sezione di Entomologia agraria del Dipartimento di due cospicue Collezioni ditterologiche di confronto (collezione Venturi e collezione Saccà). Per gli altri gruppi possiamo avvalerci, se necessario, di specialisti italiani e stranieri.

Come metodologia di raccolta pensiamo di procedere nel seguente modo:
- per il piano mesolitorale e sopralitorale a pozze salse e salmastre, le catture degli adulti verranno fatte con l'ausilio del retino entomologico.

- Per la raccolta delle larve nelle pozze si procederà con l'ausilio di retini in maglia di ottone (nel caso delle larve di zanzare); comunque, in genere, è necessario raccogliere i Ditteri, a seconda del gruppo, con metodiche differenti. Pertanto useremo un campionamento, da noi messo a punto, per la raccolta di larve di Ceratopogonidi e Chironomidi da eseguirsi a vista e sul posto. Si raccolgono piccole quantità di limo (nel caso delle pozze salmastre) che verrà diluito sul posto in apposite bacinelle bianche o gialle e con micro-pipette si procederà immediatamente alla raccolta e separazione delle larve. In questa prima fase della ricerca il nostro obiettivo è soprattutto quello di individuare i siti di sviluppo delle larve dei diversi gruppi. Non si procederà quindi a raccolte standardizzate di tipo quantitativo. Si darà solo una stima della presenza dei diversi gruppi.

- Per la raccolta dell'entomofauna nella fascia epilitorale (sensu lato) a copertura vegetale si procederà con campionamenti diretti su pianta e a raccolte sui fiori con retino entomologico. Si utilizzeranno anche trappole cromotropiche

gialle (piatti gialli innescati con acqua di mare e tensioattivo) che, come è noto, attirano molti gruppi di insetti e in particolare Ditteri e Imenotteri. Tali trappole saranno disposte in piazzole riparate lungo i sentieri della macchia. Inoltre verrà utilizzata almeno una trappola di tipo Malaise, da posizionare nella macchia in un posto non frequentato e possibilmente sorvegliato (località Torre del Romito).

Tutti i campionamenti sopra descritti avranno una cadenza decadica nel periodo primaverile estivo, mensile nel periodo invernale.

STUDIO DELLA CETOFAUNA ALL'INTERNO DEL PARCO DEI DUE CASTELLI

Anna Roselli, Cecilia Mancusi, Paola Nicolosi

Premessa: il Centro Studi Cetacei (CSC)

Il Centro Studi Cetacei (CSC), è un organismo finalizzato al progresso della conoscenza dei Cetacei in Italia.

Nasce il 20 ottobre del 1985 nel corso del primo Convegno Nazionale dei Cetacei, organizzato a Riccione dall'*Adriatic Sea World*.

Il Centro Studi Cetacei, espressione operativa della Società Italiana di Scienze Naturali, opera in stretta collaborazione con zoologi e ricercatori appartenenti a svariati Musei scientifici, Istituti universitari e privati di tutta Italia e Associazioni quali il WWF Italia, l'*Adriatic Sea World* di Riccione, *Greenpeace* e *Mare Vivo*.

La più importante attività intrapresa dal Centro è stata la creazione e la gestione di una rete nazionale per il recupero e lo studio dei Cetacei spiaggiati, rinvenuti in difficoltà o catturati accidentalmente lungo le coste italiane: il Progetto Spiaggiamenti.

Per attivare il Progetto Spiaggiamenti è stata determinante la collaborazione che il Ministero per la Marina Mercantile ha assicurato mediante le Capitanerie di Porto, con la partecipazione pure dell'Arma dei Carabinieri, della Guardia di Finanza e della Guardia Forestale.

Determinante è stata inoltre la sponsorizzazione offerta da Europ Assistance Italia S.p.A., che ha offerto gratuitamente il proprio servizio ininterrotto di centralino, tutt'ora operante, per ricevere da tutta Italia le segnalazioni riguardanti i Cetacei.

Al fine di poter assicurare un'attività omogenea e coordinata in tutto il Paese, l'Italia costiera è stata suddivisa in Zone, ognuna delle quali gestita da un Coordinatore di Zona responsabile dell'organizzazione e del coordinamento delle diverse Unità Operative della propria area.

Al momento in cui arriva la notizia di un cetaceo spiaggiato, i collaboratori del CSC responsabili di quella Zona, d'intesa con le autorità locali competenti, organizzano l'intervento di ispezione, identificazione specifica e rilevamento di standard biometrici sull'esemplare, possibilmente con necropsia ad opera di personale specializzato e recupero totale o parziale dell'esemplare per le collezioni dei musei e per indagini specialistiche sulla pre-

senza di inquinanti o sulle possibili cause di morte.

A tale scopo collaborano, quali membri del CSC, istituti di ricerca e musei delle varie regioni.

Attualmente il CSC è riconosciuto dal Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali e ha ricevuto il nulla osta alla propria attività da parte del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste (Ufficio C.I.T.E.S.) e dal Ministero dell'Ambiente (Servizio Conservazione della Natura).

Nel 1995 è stato messo a punto un protocollo di intervento comune tra il Ministero della Sanità, Direzione Generale dei Servizi Veterinari, e il Centro Studi Cetacei per consentire una snella e più produttiva operatività durante gli interventi sui Cetacei.

Nel 1996 è stato inoltre stipulato un accordo di collaborazione con l'Acquario di Genova per migliorare la qualità degli interventi di assistenza sui Cetacei vivi ma in gravi difficoltà; a questo scopo sono state messe a disposizione del CSC l'equipe di specialisti dell'acquario e la vasca di emergenza per l'ospedalizzazione dei piccoli Cetacei.

L'imponente lavoro svolto, a cominciare dal capillare "Progetto Spiaggiamenti", col monitoraggio degli oltre 8000 Km delle nostre coste e con i dettagliati Rendiconti annuali (pubblicati sugli Atti della Società Italiana di Scienze Naturali), pone il nostro Paese in una posizione di primo piano in ambito europeo per il settore specifico.

L'attività svolta in questi anni dal Centro Studi Cetacei ha consentito di recuperare molto materiale e di attivare ricerche specialistiche per una maggiore conoscenza dei Cetacei dei nostri mari. Tale ricerca è stata affiancata da altri studi in vari campi, svolti da associazioni private (Istituto Tethys, Europe Conservation, Fondazione Cetacea) e da Istituti universitari: ricerche di bioacustica, studi di fotoidentificazione individuale, osservazione del comportamento, prelievo di biopsie per indagini genetiche e tossicologiche.

Tutto questo lavoro, insieme all'essenziale contributo dei volontari, ha permesso di delineare un quadro sintetico della composizione della cetofauna dei mari italiani. Il consuntivo analitico dei Cetacei spiaggiati ha dato corpo a 10 rendiconti annuali, che da soli rappresentano un contributo di grande rilievo, ad una pubblicazione sui dieci anni di attività del Centro studi Cetacei e al nuovo Bollettino del CSC (Il Foglio del CSC).

Secondo i dati di cui disponiamo, nel corso dei primi dieci anni di attività, i Cetacei spiaggiati, speronati o catturati accidentalmente sono stati in totale oltre 2000. Fra questi, oltre a un numero elevato di esemplari appartenenti a

specie più comuni (Tursiope e *Stenella striata*), vanno segnalati anche esemplari di specie poco comuni (Capodoglio, Zifio, Balenottera minore, Pseudorca, Delfino comune, Kogia) ed un numero molto alto, circa 500, di carcasse non identificate.

Osservazione e censimento dei Cetacei lungo il litorale livornese

In base ai dati raccolti dal Centro Studi Cetacei e alle osservazioni compiute in questi ultimi anni da studiosi di cetacei, appassionati del mare e della navigazione, pescatori, personale dei traghetti in partenza dal Porto di Livorno e diretti in Capraia, Gorgona, Sardegna e Corsica, da turisti ecc., appare evidente che nelle acque antistanti la città di Livorno, e nella più vasta area dell'Arcipelago Toscano, vivono e transitano un gran numero di cetacei, compresi quelli di grandi dimensioni come il Capodoglio e la Balenottera comune. Non è difficile, infatti, compiere osservazioni di individui singoli che si avvicinano alla costa, oppure di gruppi anche molto numerosi, che cacciano più a largo, o ancora di animali che seguono i pescherecci in attesa del pesce scartato dalle reti.

Risulterebbe quindi di notevole interesse poter compiere uno studio sistematico e puntuale di censimento degli individui presenti in quest'area al fine di stabilire il loro numero, se si tratta di popolazioni residenti in quest'area oppure in transito, la composizione specie specifica delle popolazioni, la loro stagionalità e comportamento.

L'area del futuro Parco dei due Castelli potrebbe rappresentare un punto strategico e importante da utilizzare in uno studio di questo tipo, soprattutto dal momento che risulta inserito nell'area di protezione del Santuario dei Cetacei e che rappresenta quasi il limite "naturale", dal lato orientale, del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.

Di notevole interesse risulterebbe la creazione di un osservatorio da terra che permettesse non solo l'osservazione diretta dei Cetacei in transito nelle acque antistanti, ma che offrisse un sito di studio e ricerca sui Cetacei del Mediterraneo, tramite svolgimento di tesi di laurea, campi di studio e osservazione, un centro di attività di didattica ambientale, con particolare riferimento all'ambiente marino, alla biologia e conservazione dei Cetacei, un centro di documentazione e di divulgazione delle conoscenze acquisite mediante incontri, dibattiti, convegni.

Metodologia di indagine

L'organizzazione di censimenti sistematici e standardizzati ha lo scopo di studiare aspetti fondamentali delle popolazioni di Cetacei residenti, o supposti tali, e in transito in un'area definita, quali, ad esempio:

- composizione quantitativa e qualitativa della cetofauna presente;
- distribuzione specie-specifica;
- distribuzione stagionale delle diverse specie;
- diversa utilizzazione dell'area per le diverse specie.

Nello studio delle popolazioni animali per la determinazione dell'andamento del numero degli individui nel tempo, spesso, vengono utilizzati indici di abbondanza piuttosto che la stima della dimensione totale della popolazione (numero totale degli individui che compongono un gruppo).

Lo studio di popolazioni che impiega l'uso degli indici di abbondanza richiede particolare attenzione sui seguenti problemi:

- standardizzazione dell'unità di sforzo e della copertura dell'area di studio;
- quantificazione delle variabili che potrebbero influenzare l'individuazione degli animali;
- standardizzazione, per quanto possibile, delle condizioni di osservazione.

Le osservazioni sistematiche possono essere effettuate sia da stazioni fisse che da piattaforme mobili. Le stazioni fisse, da terra, sono avvantaggiate dal fatto che l'osservatore è facilitato nella standardizzazione dei vari parametri e non si sommano i problemi dati dal movimento della piattaforma mobile di osservazione; i dati sono raccolti più facilmente e quindi le osservazioni possono essere ripetute con maggiore frequenza. Di contro, l'area che può essere coperta con questo tipo di osservazione è sicuramente limitata all'area di mare immediatamente adiacente alla costa, che può non riflettere esattamente la situazione che si verifica in acque aperte.

Osservazione da postazione fissa

Le osservazioni da postazioni fisse, da terra, sono usate in genere per il monitoraggio di popolazioni di Cetacei che compiono migrazioni annuali in vicinanza delle coste. In Europa non esistono aree specifiche, ben visibili da terra, dove i Cetacei migrano regolarmente ogni anno (come succede, ad esempio, lungo le coste pacifiche del nord America). Comunque alcune spe-

cie di Cetacei, come ad esempio il Tursiope (*Tursiops truncatus*), possono trascorrere lunghi periodi, anche su base stagionale, in zone di mare adiacenti alla costa. In questi casi il numero di individui che occupano l'area costiera può essere monitorato. È importante tenere presente che in questo modo è possibile, in una particolare area ristretta, monitorare la frequenza degli individui ma non l'intera popolazione, e piccoli cambiamenti nella distribuzione e negli spostamenti degli esemplari potrebbero influenzare l'osservazione dalla riva. Questo fatto, però, può essere poco importante se lo scopo è quello di studiare l'uso che i Cetacei fanno di una determinata area costiera; inoltre gli eventuali errori introdotti durante l'osservazione possono essere ridotti al minimo aumentando il numero e la distribuzione geografica delle stazioni di osservazione lungo la costa.

Le singole osservazioni dovrebbero essere standardizzate il più possibile. Fattori particolari possono influenzare la presenza o meno dei Cetacei nell'area di studio, come le maree, le condizioni del tempo, l'ora del giorno ecc. L'osservazione può essere ripetuta, ad esempio, a una stessa ora del giorno, ma la presenza di una specie può essere invece determinata dallo stato della marea che varia da giorno a giorno. Quindi appare evidente la necessità di condurre un grande numero di osservazioni per compiere un'analisi statistica degli effetti delle diverse variabili.

Il tempo è utilizzato come misura dello sforzo applicato alle osservazioni, espresso in termini di numero di minuti o di ore di osservazione. *Le condizioni del tempo* hanno un effetto estremamente importante sulla possibilità di rilevare o meno la presenza di Cetacei. *Lo stato del mare* rappresenta una notevole variabile che deve essere quantificata per ogni osservazione, annotando ogni cambiamento che avvenga tra l'inizio e la fine del periodo di osservazione. Altri fattori importanti includono sicuramente *il riverbero* sull'acqua e risulta di una certa importanza anche riuscire a quantificare il "comfort" dell'osservatore: quanto risulta essere personalmente esposto ai fattori sopra menzionati?

Naturalmente i periodi di osservazione per ogni singolo osservatore non devono essere mai troppo lunghi, in modo tale da non pregiudicare la sua concentrazione e, quindi, la sua attendibilità.

Osservazione da postazione mobile

Dal momento che i Cetacei di solito si spostano attraverso vaste aree di mare, le osservazioni protratte nel tempo sono sicuramente meglio condotte

da una piattaforma mobile. Ogni “crociera”, Survey, dovrebbe essere condotta in modo tale da garantire una copertura uniforme dell’area di studio nel tempo e nello spazio. In questo modo, viaggiando più o meno a una velocità costante, verrà assicurato a ogni punto dell’area in esame di essere esplorato con uguale probabilità.

Utilizzo di imbarcazioni di opportunità

In molti casi può essere importante riuscire ad utilizzare piattaforme di opportunità per condurre le osservazioni dei Cetacei. Si tratta di imbarcazioni i cui percorsi non possono essere modificati per garantire una copertura uniforme dell’area. Comunque, se esse attraversano un’area di mare in modo regolare, come i traghetti per esempio, si possono raccogliere dati interessanti da un tale sforzo di osservazione applicato regolarmente, e i dati possono essere utilizzati per ottenere informazioni sull’andamento e sull’abbondanza degli individui per quella particolare area coperta. Naturalmente, più vasta è l’area attraversata e più sono i dati raccolti, più facile risulta l’interpretazione dei dati in maniera significativa.

In questa fase la perlustrazione dell’area marina viene effettuata dagli esperti utilizzando imbarcazioni impegnate in altro tipo di lavoro. Non verranno quindi seguiti transetti predefiniti ma le traiettorie percorse saranno “casuali”, o comunque legate all’attività dell’imbarcazione che ospita gli avvistatori.

Le imbarcazioni disposte da utilizzare per condurre gli avvistamenti potrebbero essere le seguenti:

- nave oceanografica “Poseidon”, di proprietà di ARPAT – sezione “mare” di Piombino
- imbarcazioni della Capitaneria di Porto di Livorno
- imbarcazioni dei Carabinieri di Livorno

L’unità di sforzo può essere espressa in termini di numero di animali/avvistamenti per distanza percorsa, oppure in numero di avvistamenti per unità di tempo. E’ importante che le variabili, soprattutto la velocità dell’imbarcazione e il tempo trascorso in una determinata area, siano ridotte al minimo. Questo può non essere sempre facile se si impiegano imbarcazioni non dedicate a questo scopo!

Probabilmente la limitazione più seria che questo tipo di osservazione pre-

senta è l'eterogeneità di alcuni parametri relativi alle diverse barche quali la velocità, l'altezza di osservazione rispetto all'acqua, la risposta dei Cetacei ai diversi tipi di imbarcazione ecc.; le differenti caratteristiche delle diverse imbarcazioni sono difficilmente quantificabili.

Utilizzo di imbarcazioni dedicate

Le variabili che possono introdurre errore nelle osservazioni condotte mediante l'impiego di imbarcazioni di opportunità (velocità, rumore ecc.) sono praticamente nulle se l'osservazione viene compiuta da imbarcazioni dedicate allo scopo.

La campagna di avvistamento sistematico, che deve essere pianificata per coprire uniformemente l'area di studio spazialmente e temporalmente, anche a fronte dei dati precedentemente raccolti, impiegherà la tecnica dei transetti. Durante ogni Survey, l'area viene infatti coperta da una traiettoria (che può essere, ad esempio, a zig-zag) ben definita, che consenta una omogenea ed accurata perlustrazione della zona in esame. I transetti devono essere percorsi in modo continuo, nello spazio e nel tempo. La presenza dei Cetacei viene stimata in modo visivo lungo i transetti e viene effettuata da un punto dell'imbarcazione che permetta una visuale di 360°.

Durante ciascun avvistamento si raccoglieranno numerosi dati che saranno registrati su schede appositamente redatte, quali, ad esempio:

- specie osservata
- numero degli esemplari
- presenza di piccoli
- attività, forma, direzione, velocità del gruppo
- comportamento generale e sociale degli individui del gruppo.

Saranno raccolti anche una serie di dati riguardanti la localizzazione spaziale dei cetacei, le condizioni meteo-marine, di visibilità ecc., la distanza dalla costa e la profondità nel punto di avvistamento. Questi ultimi due dati, in particolare, risultano estremamente importanti per tracciare la distribuzione di tutti gli avvistamenti su una carta dell'area di mare indagata e quindi poter elaborare una chiara rappresentazione grafica della distribuzione dei cetacei nell'area di studio.

Le osservazioni vengono compiute mediante l'impiego del binocolo e sono corredate, quando possibile, con la *fotoidentificazione*. Mediante questa tecnica, infatti, è possibile fotografare ogni singolo individuo e riconoscerlo in modo specifico per mezzo di caratteri fisici distintivi come macchie, cica-

trici, graffi, intaccature della pinna dorsale ecc. Sulla base di tali foto è possibile costruire un archivio fotografico che permette di riconoscere gli esemplari già avvistati, potendo così studiarne la distribuzione e gli spostamenti e valutare se una popolazione, o singoli individui, sono oppure no residenti in una determinata zona.

Fotoidentificazione

Fin dagli anni '50-'60 gli studiosi si sono resi conto che la ricerca sul comportamento e l'ecologia di animali selvatici era strettamente vincolata dal riconoscimento dei singoli individui grazie alla presenza di "segni biologici", marcature naturali sulla superficie del corpo degli esemplari.

Attualmente è riconosciuto che per mezzo di fotografie di buona qualità una porzione consistente della popolazione di qualsiasi specie di cetaceo può essere individualmente identificata. Il riconoscimento individuale degli animali può essere utilizzato come strumento di ricerca piuttosto valido. L'uso più comune che si può fare di tale tecnica, riguardo ai delfini, è stato quello di accertare la composizione della popolazione e la fedeltà di alcuni animali a un gruppo.

Quando le fotografie degli esemplari vengono scattate in più di una località si ottengono informazioni importanti per quanto riguarda l'area di distribuzione, i movimenti a breve raggio e le migrazioni degli animali. La fotoidentificazione permette anche sia di studiare e descrivere i cicli respiratori, superficiali e in immersione, la loro correlazione al comportamento generale come il riposo, la socializzazione, l'alimentazione, sia una migliore e più accurata descrizione dei comportamenti inter-individuali, soprattutto se si conoscono il sesso e le condizioni riproduttive degli animali.

Comunque, la marcatura naturale dovrebbe essere "conservata" dall'animale e riconoscibile nel corso del tempo, essere unica per ogni individuo e avere, approssimativamente, un'uguale probabilità di essere avvistata e riavvistata. Quest'ultimo è il criterio più difficile da stabilire dal momento che alcuni esemplari sono meglio marcati di altri; le foto di quegli individui la cui marcatura non è abbastanza distintiva non dovrebbero essere prese in considerazione nello studio di popolazioni.

Per molti delfini il margine della pinna dorsale, costituita da tessuto connettivo ricoperto di pelle molto sottile, è il carattere identificativo più importante. Quest'area si abrade e si tatta facilmente, specialmente in alcune specie. Popolazioni di Tursiopi, per esempio, hanno spesso più del 50% degli

individui identificabili. Altri caratteri distintivi che possono aiutare l'identificazione individuale includono: forma della pinna dorsale, macchie della pinna o della parte superiore del corpo, graffi e cicatrici di ferite. Un individuo è ritenuto "ben marcato" quando è riconoscibile non da un unico segno ma da una matrice di segni che formino (come per gli umani!) una "faccia" riconoscibile. Non esiste comunque una regola precisa per stabilire la longevità delle diverse marcature naturali sul corpo dei Cetacei. I "tatuaggi" sulla pinna dorsale probabilmente durano per sempre; nuove marcature aggiuntive possono, però, cancellare i segni preesistenti. Certi autori hanno riconosciuto alcune orche per 15 anni, ed è molto probabile che lo stesso possa essere fatto per la maggior parte dei piccoli delfini; altri hanno riconosciuto e seguito molti Tursiopi per circa 18 anni e hanno stabilito che i segni sulla pinna dorsale non erano cambiati in un periodo di studio di 12 anni.

DINAMICA DELLE POPOLAZIONI ANIMALI INSEDIATE SULLA FALESIA DI CALAFURIA, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL CORALLO ROSSO

Giovanni Santangelo, Lorenzo Bramanti

Premessa

La falesia di Calafuria, che si estende per alcuni chilometri ad una profondità compresa tra i 20 ed i 40 m., a poche centinaia di metri dalla costa, presenta una ricca comunità tipica del “coralligeno” Mediterraneo (1). Questa comunità è costituita prevalentemente da animali filtratori (poriferi, antozoi, policheti tubicoli e briozoi) e da alcune specie di alghe calcaree; alcuni di questi organismi sono i costruttori del substrato del coralligeno. Il coralligeno di Calafuria è caratterizzato, oltre che da una elevata diversità biologica, da una delle poche popolazioni costiere di corallo rosso; tale popolazione è, da più di dieci anni, oggetto delle nostre ricerche. Sia il coralligeno che il corallo rosso si trovano al disotto del termoclino annuale, a una temperatura che non supera, normalmente, i 21 gradi (2). Il corallo rosso (*Corallium rubrum* L 1758) è un’ottocorallo le cui popolazioni sono state sfruttate intensamente da molto tempo. Questo sovrasfruttamento ha portato alla progressiva rarefazione dei popolamenti di importanza commerciale (quelli che vivono ad una profondità superiore ai 50 metri); ciò rende particolarmente importanti i popolamenti costieri come quello di Calafuria. Questo, come altri costieri, è caratterizzato da:

- elevata densità di colonie (molte decine per dm²);
- piccola taglia delle colonie stesse;
- elevata mortalità;
- elevato tasso di riproduzione;
- un ciclo vitale che non supera i 10 anni (relativamente breve per una specie longeva come il corallo).

Queste colonie presentano un tasso di crescita notevolmente più basso delle colonie dei popolamenti profondi e sono spesso perforate dall’attività delle spugne perforanti (3). Il popolamento di Calafuria, d’altra parte, riveste un elevato valore sia in quanto costituisce un sicuro pool di riproduttori per la specie sia perché forte elemento di attrazione per il turismo naturalistico subacqueo. La piccola taglia e le perforazioni rendono il valore com-

merciale di queste colonie praticamente nullo. I dati demografici relativi a questo popolamento sono stati da noi pubblicati in diversi articoli (4,5,6). Le nostre ricerche ci hanno permesso di stimare la consistenza numerica della popolazione, i suoi tassi di riproduzione e mortalità e quindi di costruire delle "LIFE TABLES" in cui vengono schematizzati i principali parametri demografici. Lo studio della struttura genetica di questa popolazione ed il confronto con quelle delle popolazioni limitrofe (dell'Isola d'Elba e delle coste Francesi) hanno inoltre dimostrato che essa differisce dalle altre della stessa regione mediterranea (7) e che si autoalimenta (6).

Le nostre ricerche ci hanno permesso, in particolare, di stimare il tasso di reclutamento (apporto di nuovi individui alla popolazione tramite riproduzione) e quello di mortalità, nonché l'importanza di alcune delle principali interazioni con le altre specie. L'acquisizione di questi dati ci permette di seguire l'andamento della popolazione nel tempo e di individuarne i trend. I dati più recenti relativi al reclutamento, in particolare, ci hanno permesso di evidenziare una marcata riduzione del reclutamento stesso e un'accentuata mortalità dei nuovi individui nella porzione più superficiale del popolamento di Corallo (25 m di profondità) nel mese di settembre 1999; in questa data è stata osservata una moria generalizzata associata a un notevole e anomalo incremento termico in tutto il Mar Ligure, dalla provincia di Livorno fino alla Francia. Questo eccezionale incremento termico ha trovato ampia documentazione nei dati raccolti dal battello oceanografico di ARPAT. La moria ha interessato tutta la comunità del coralligeno colpendo soprattutto spugne e gorgonie e, in parte, anche il corallo rosso. Tutta la comunità del coralligeno, che vive al disotto del termoclino, si è trovata improvvisamente esposta a temperature di almeno due gradi superiori rispetto a quelle massime annuali. Il fatto che la popolazione di corallo in questione fosse stata dettagliatamente studiata e descritta ci mette ora in condizione di documentare con precisione l'effetto della moria sulla popolazione di corallo di Calafuria ed il ripristino che ad essa farà seguito. Nell'ambito del progetto di ricerca che stiamo mettendo a punto il nostro obiettivo sarà quello di analizzare la struttura delle popolazioni delle principali specie componenti la comunità del coralligeno di Calafuria in modo simile a quello con cui abbiamo sviluppato lo studio della popolazione di corallo rosso. La conoscenza dei reali effetti della moria sui principali gruppi di specie, oltre che sul corallo, ci permetterà quindi di valutarne la portata e i tempi e le modalità di recupero.

Metodologia di indagine

Le metodiche che attualmente utilizziamo prevedono campionamenti di aree di superficie determinata tramite rilievo fotografico realizzato in immersione autonoma. Verranno seguiti schemi di campionamento impostati secondo modelli nested ed ortogonali di analisi della varianza (8), utilizzando anche pannelli artificiali che permetteranno di stimare il reclutamento di *C.rubum* e di altre specie della comunità in tempi, siti e profondità differenti. Studi sui tassi di accrescimento, reclutamento e mortalità delle principali specie di animali filtratori presenti nell'area permetteranno di valutare il reale effetto della moria su questi ultimi e i tempi di ripristino delle popolazioni delle specie maggiormente colpite.

Il progetto prevede la realizzazione di un monitoraggio della comunità del coralligeno che comprenda la raccolta di dati relativi a:

- area di copertura % o densità delle specie;
- struttura di taglia dei popolamenti delle singole specie;
- stima dei tassi di reclutamento e di quelli di accrescimento degli individui (o delle colonie).

Questo tipo di ricerca permetterà di seguire il ripristino della comunità nonché di registrare nuovi eventuali fenomeni di mortalità diffusa che potrebbero colpire la comunità del coralligeno di Calafuria.

Bibliografia

- 1) Sarà M., G. Pulitzer-Finali 1970. *Nuove vedute sulla classificazione dei fondi coralligeni*. Pubbl. Staz. Zool. Napoli. 38:174-179.
- 2) Santangelo G., Abbiati M. 1989. *A study on a red coral population*. FAO, Fish. Rep., 413: 67-72.
- 3) Corriero G., Abbiati M., Santangelo G.. *The sponge complex inhabiting a Mediterranean red coral population*. P.S.Z.N. Marine Ecology 18(2): 147-155. 1997.
- 4) Santangelo G. 1991. *A focal point in Corallium rubrum research: the determination of population age structure*. In “ Les espèces Marines à protéger en Méditerranée”, Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. edit., Gis Publ., Fr.; 61-63.
- 5) Abbiati M., Buffoni B., Caforio G., DiCola G., Santangelo G. 1992. *Harvesting, predation and competition effects on a red coral population*. Netherlands Journal of Sea Research 30: 219-228.
- 6) Abbiati M., Santangelo G., S. Novelli. 1992. *Genetic variation within and between two Tyrrhenian population of the mediterranean alcyonarian Corallium rubrum*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 95: 245-250.
- 7) Santangelo G., Bongiorno L., Giannini F., Abbiati M., G. Buffoni, *Analisi della struttura di due popolamenti di corallo rosso di habitat differenti*. In: Biologia del corallo rosso e di altri ottocoralli mediterranei. Cicogna, Bavenstrello, Cattaneo eds. Min. Pol. Agr. Roma 1999.
- 8) Underwood A. J. 1997. *Experiments in ecology*. Cambridge Univ. Press. (UK).

TESTIMONIANZE UMANE NELL'AREA DEI DUE CASTELLI

Mario Taddei

Premessa

Lo studio interessa il tratto di costa, ubicato a Sud di Livorno, compreso tra il Botro Marroccone e il Botro del Rogiolo. Questo contributo è, in sintesi, una raccolta di notizie ricavate dalle fonti documentarie e dalle testimonianze archeologiche¹, un percorso verso la conoscenza di un territorio costiero fino ad oggi poco studiato e storicamente ignoto alla maggior parte delle persone. Un'area di notevole bellezza naturalistica ma con limiti insediativi dovuti alla morfologia del territorio, che presenta un andamento orografico particolarmente sinuoso e accidentato. Le testimonianze più antiche, relative alla presenza umana, risalgono alla preistoria e si protraggono fino ai tempi nostri. Principalmente provengono dai rilievi che costituiscono la linea dello spartiacque (Montenero - Catellaccio) lungo l'antica Via di Rosignano, mentre sul litorale, oltre al Sistema della Difesa Costiera (Bortolotti, 1970), sono di notevole interesse archeologico le cave d'arenaria² e la strada lungo la marina³. La cartografia antica della costa, se si esclude la Tabula Peutingeriana del IV sec. d.C., è completamente assente; le prime mappe si hanno a partire dal sec. XVI. Nei secoli centrali del Medioevo il collegamento terrestre principale tra Pisa e la Maremma faceva capo alla Via di Maremma o di Collinis; questa si snodava nell'interno, lungo un percorso collinare⁴. Un'importante strada, di origine romana, collegava il Piano di Livorno, passando per Montenero, a Rosignano, mentre lungo la costa non risultava alcuna viabilità. Una strada militare lungo la marina, che da Livorno conduceva a Cecina passando per Calafuria, è ben documentata a partire dal Rinascimento: collegava il sistema di difesa costiero ed era nota come *Strada della Marina o del Litorale*, e si snodava lungo tutto il litorale del Granducato. I forti e le torri che la strada collegava sono ben rappresentati nell'*Atlante Warren* del 1747 (*Pianta della costa di Toscana con le sue adiacenze*). Nel tratto di costa livornese erano presenti: la Torre del Marzocco a Nord della città Livorno, le fortificazioni del porto di Livorno, il Forte dei

¹ Atti, 1992

² Vedi attività estrattiva del Macigno di Calafuria (Galoppini, 1995-96)

³ Vedi Strada dei Cavalleggeri (Taddei, 1998)

⁴ Vedi il percorso dell'attuale Via Emilia, (Ceccarelli, 1991).

Cavalleggeri, la Torre di Ardenza, la Torre di Antignano, il Forte di Antignano, la Torre del Marroccone (*Castel Boccale*), la Torre dei Mattaccini (*torre di Calafuria*), la Torre-Forte del Romito (*S. Salvatore*), la Torre di Castiglioncello ecc.

Aspetti geologici del litorale

Il tratto di costa a Sud della città di Livorno, che dalla località Botro Marroccone raggiunge il Castel Sonnino, è caratterizzato dall'affioramento di consistenti formazioni geologiche di natura diversa⁵. Si distinguono: 1) il Flysch arenaceo di *Calafuria*, *Macigno di Calafuria*, (*Oligocene?*) che si estende per circa 3 Km.; 2) la formazione ofiolitica (gabbri, brecce di gabbro) di *Castel Sonnino* che si estende per circa 800 m dalla Cala del Leone al Torrente Rogiolo, ed è costituita principalmente dal Complesso Alloctono Superiore Ligure (*Giurese superiore*) e da una limitata presenza di diaspri.

Le cave

Lungo il tratto di costa posto a Sud di Livorno, dalla località Marroccone alla Cala del Leone, dove affiora la formazione geologica "Flysch arenaceo di Calafuria" (Lazzarotto *et al.*, 1990), conosciuta anche come Macigno di Calafuria, sono presenti numerose "cave a giorno" disposte sia sulle rive del mare che più internamente⁶. Le cave testimoniano un'antica attività estrattiva che va dal periodo etrusco-romano fino all'età contemporanea. Le coltivazioni di cava, tutte del tipo a cielo aperto, ad anfiteatro e fossa, si sviluppano a livelli altimetrici compresi tra -1,65 (cave più antiche sotto il livello del mare) e 50 m s.l.m. (verso monte). La pietra cavata (pietra serena), che ancora si conserva negli edifici e nei pavimenti stradali, ha rappresentato un aspetto tecnico, scientifico ed economico importante per la città. Attraverso l'esame delle coltivazioni, delle impronte dei tagli e dei segni lasciati dai ferri sulle rocce, è stato possibile ricostruire la successione temporale delle cave e le operazioni necessarie all'estrazione. Gli strumenti di lavoro e le attrezzature utili per i processi estrattivi, nel tempo, non hanno subito sostanziali modifiche: sono cambiati solo in età contemporanea con l'uso sistematico di dinamite. La movimentazione del pietrame ha sempre rappresentato un limite all'attività estrattiva del Macigno; dalla ricerca, infatti, risulta che la via

⁵ Mazzanti, 1990

⁶ Galoppini, 1995-96

preferenziale per il trasporto era il mare (per mezzo di legni o navicelli). Il trasferimento per via terra (per mezzo di barrocci) fu attivato solo dopo l'ampliamento della strada lungo la marina (vedi Via dei Cavalleggeri). L'aspetto paesaggistico e storico della costa invitano alla riflessione e alla rivalutazione culturale di queste importanti testimonianze.

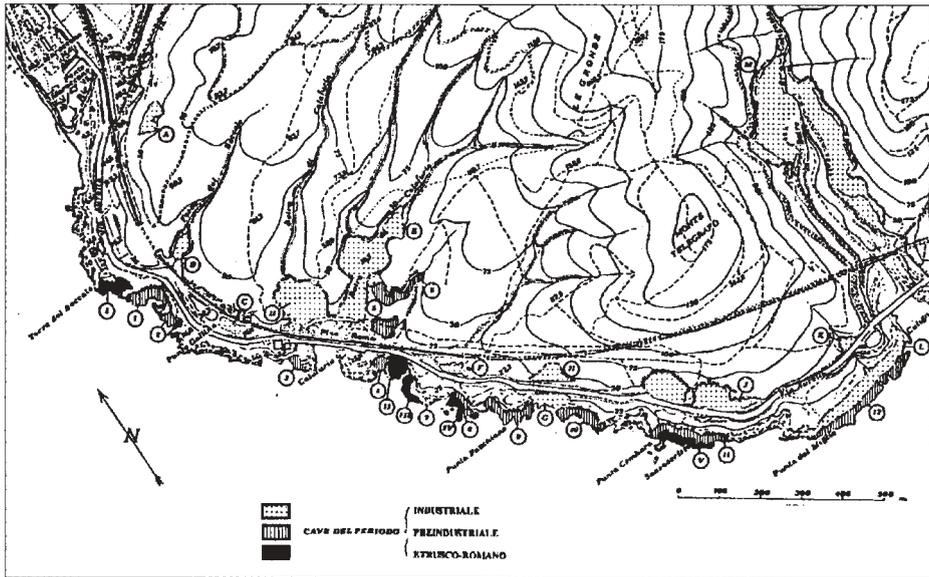


Fig. 1 Macigno di Calafuria: punti di rilevamento delle cave di arenaria.

La Strada lungo la Marina dei due Castelli

Le testimonianze archeologiche più antiche sulla viabilità lungo la marina a Sud di Livorno provengono principalmente dalle località di Calignai e di Calafuria. Negli anni 1970-72, presso il ponte Calignai, fu portato in luce un lungo tratto di strada lastricata, che erroneamente fu riconosciuta come romana⁷, ma poi ricondotta al periodo rinascimentale. Non è da escludere, in ogni caso, che sotto a questa strada, o nelle immediate vicinanze, ve ne sia stata una più antica. Le prime notizie sulla presenza di un'antica strada lungo la marina si hanno da un documento del 1520 (*stile fiorentino*), relativo alla

⁷ Sordi, 1976

contesa di alcune terre presso la chiesa del Salvatore⁸. L'acquisizione di Porto Pisano da parte dei fiorentini (sec. XV) e la successiva nascita del Porto di Livorno, voluto dai Granduchi della Toscana (i Medici), comportò la revisione di tutto il sistema difensivo costiero del Granducato⁹. Il sistema di difesa era collegato da una strada militare detta *Strada della Marina o del Litorale*¹⁰. Il tratto di strada, che da Livorno conduceva a Cecina passando per Calafuria, viene descritto nella lista delle opere il cui mantenimento il granduca Cosimo I (delibera del 1 maggio 1551) affidò all'*Ufizio dei Fossi di Pisa*. Nel 1565 le antiche torri pisane furono restaurate e ne furono costruite delle nuove. Ai cavalleggeri della guardia costiera era affidato il compito di vigilare lungo il litorale per scoraggiare lo sbarco di pirati (*saraceni e turchi*), di clandestini e il contrabbando di merci. Le torri, nei periodi delle pestilenze, svolsero anche un'importante funzione di difesa sanitaria¹¹. Il sistema difensivo costiero del Granducato è ben rappresentato nell'*Atlante Warren* del 1747¹², dove sono indicate, per il tratto di costa livornese, la torre del Marzocco a Nord della città Livorno, le fortificazioni del Porto di Livorno, il Forte dei Cavalleggeri, la Torre di Ardenza, la Torre di Antignano, il Forte di Antignano, la Torre del Marroccone (*Castel Boccale*), la Torre dei Mattaccini (*Torre di Calafuria*), la Torre del Romito (*S. Salvatore*), la Torre di Castiglioncello, ecc. La funzione esclusivamente militare della *strada* richiedeva un buono stato di efficienza; il Granduca Pietro Leopoldo s'interessò personalmente al problema definendola *in primis* strada militare e vi stabilì il divieto di edificare costruzioni civili nelle vicinanze, ponendone il limite di rispetto alla distanza di 100 braccia. Dopo l'Unità d'Italia (1860), i collegamenti tra Nord e Sud assunsero un ruolo politico ed economico ancora più importante: fu in questo periodo, infatti, che la strada del litorale livornese venne ulteriormente ampliata e denominata Via Nazionale Litoranea per poi divenire la Strada Statale n.1 "Aurelia".

Torre del Marroccone - Castel Boccale

L'antica Torre, addossata al castello, risulta d'impianto medioevale e ristrutturata durante il governo di Cosimo I (1537-74) - come attestato dalla targa di marmo posta sulla facciata Est che porta la scritta *Cosmus Med:*

⁸ Vigo, 1904.

⁹ Manetti, 1991.

¹⁰ Taddei, 1998.

¹¹ Bortolotti, 1970.

¹² Warren, 1747. *Pianta della costa di Toscana con le sue adiacenze.*

Florentie et Senar: dux. II - e si eleva sulle rocce poste nelle immediate vicinanze del mare. Verso la fine del Settecento, quando il Demanio si disfece del sistema difensivo, la Torre del Boccale fu acquistata dall'avvocato Ettore Bastianelli che, a sua volta, la cedette alla marchesa Eleonora Ugolini di Firenze. Nell'Ottocento, la marchesa Ugolini trasformò l'intero complesso nel Castello del Boccale. Il castello fu costruito avanzando l'edificio sopra gli scogli e arricchendolo di una certa eleganza architettonica; nel 1924, fu acquistato dall'inglese signor Whitaker che ne variò lo stile fiorentino ampliandolo con sfarzo e gusto signorile¹³. Il castello, dopo essere stato disabitato per un lungo periodo, è stato ristrutturato di recente da una società finanziaria milanese.

Torre di Calafuria o Torre dei Mattaccini

Posta sulla roccia al limitare della scogliera, la Torre dei Mattaccini aveva il compito di sorvegliare il tratto di mare a Sud di essa. Si eleva su un breve pianoro roccioso posto nelle immediate vicinanze della Strada Aurelia e della ferrovia. L'elevato, che per la forma e per dimensioni richiama la tipologia medioevale, come risulta da un disegno della fine del sec. XVI¹⁴ e dalla lapide di marmo posta sul lato monte (*Cosmus Med: Florentie et Senar: Dux II*), fu ristrutturato nel Rinascimento. Nei pressi della torre vi erano altre fabbriche: nell'Atlante Warren (1739-49), infatti, compare un modesto quartiere costituito da una piccola cappella, un basso edificio a un solo piano e alcuni annessi (fra cui un forno). L'abitato era collegato con la Strada dei Cavalleggeri. Tutti gli edifici del quartiere furono demoliti per la costruzione del nuovo Ponte di Calafuria; oggi, nei pressi della torre, si rinvengono i resti di un fortino costruito durante la II Guerra Mondiale per la difesa costiera. La frequentazione del quartiere e della Torre è documentata da reperti archeologici di una discarica. Questo sito, posto ai margini del Ponte di Calafuria, ha restituito avanzi di pasto (ossa di animali e conchiglie) e numerosi frammenti di manufatti in ceramica, in metallo e laterizi¹⁵.

Poggio Montaccio o Mattaccio

Il poggio è ubicato tra le valli del Botro Maroccone e del Botro Calignaia; dalla sommità (246 m.), dove si trova una torretta d'avvistamento della Forestale, si gode un'affascinante vista sul mare, col profilo della costa set-

¹³ Manetti, op.cit..

¹⁴ A.S.F. Miscellanea Medicea, F. 83, c.196. (periodo di Cosimo I, 1537-1574)

¹⁵ Vedi Deposito Sezione Preistoria Mus.St.Nat. Livorno

tentrionale e meridionale. Nei pressi della torretta si rinvengono i resti di un'antica torre circolare in muratura, distrutta nell'ultima guerra, che confermerebbe il ruolo di sorveglianza destinato a questa località. È importante segnalare che nei pressi della torretta sono stati raccolti numerosi manufatti preistorici del Paleolitico superiore e del Neolitico. Questo rilievo si collega, in direzione Sud, al Poggio del Telegrafo (168 m).

I Ponti di Calafuria

Dopo la torre, sul botro di Calafuria, si trovano il lungo ponte in cemento armato su cui passa l'attuale Aurelia e, parallelamente verso monte, il ponte della ferrovia (entrambi ricostruiti dopo la Seconda Guerra Mondiale). Sotto questi ponti si rinvengono i resti delle strutture relative al tracciato della vecchia Aurelia (1898) e della ferrovia (1910), fatte saltare dai tedeschi durante la ritirata.

Calignaia - Cala del Leone

La località presenta aspetti naturalistici e paesaggistici unici, e il suo toponimo è riferibile a "cala dei legni": con il termine legni, fino alla fine dell'Ottocento, s'indicavano imbarcazioni di media stazza adatte al trasporto di materiali. Lungo il botro di Calignaia, a circa 1,5 km dal mare, fu rinvenuta dal signor A. Aliboni una stazione preistorica del Paleolitico medio; inoltre, sempre dallo stesso, furono trovati, presso la foce, reperti ceramici cronologicamente inquadrabili tra il sec. VII a.C. e l'età romana. Di recente anche dal G.S.A. sono stati raccolti frammenti di ceramica risalenti di quest'ultimo periodo¹⁶. La *Strada dei Cavalleggeri*, dopo il ponte di Calignaia fino alla Cala del Leone, segue un tracciato molto diverso da quello dell'attuale Aurelia; questa, infatti, tende a salire uniformemente, mentre la Cavalleggeri segue un percorso a un livello altimetrico più basso e pianeggiante, lungo il profilo della costa, mantenendosi più vicino possibile al mare. Dopo un percorso di circa 500 m raggiunge la Cala del Leone, dove viene tagliata dai binari della ferrovia Livorno-Quercianella.

Castel Sonnino (Torre del Romito o di S. Salvatore)

La Torre, inglobata nel castello, nota anche come *del Romito* (per la presenza nel luogo di un modesto romitorio) e di *S. Salvatore* (poiché era prossima alla chiesa medioevale del S. Salvatore)¹⁷ è ubicata sulla sommità di un promontorio dal quale si domina un vasto tratto di litorale e di mare.

¹⁶ Vedi Deposito Sezione Preistoria Mus.St.Nat. Livorno.

¹⁷ Vigo, 1902.

L'elevato, per la sua posizione strategica, aveva un ruolo importante nella difesa costiera, tanto da essere sottoposto a quegli adeguamenti funzionali che le nuove tecniche di guerra andavano via via imponendo, fino a trasformarlo in forte. Gli ampliamenti edilizi, apportati nel tempo, hanno comunque mantenuto la preesistente torre quadrata d'impianto medioevale. Nel 1863 il forte fu veduto dal Demanio alla famiglia Pieruzzini, che vi abitò fino al 1895, anno in cui venne acquistato dalla famiglia Sonnino che trasformò il forte in una sontuosa dimora privata (*Castel Sonnino*).

Strada del Castellaccio

Di fronte al Castel Sonnino (lato Aurelia) si stacca una strada che conduce al *Castellaccio*. Questa via, di notevole interesse paesaggistico, ha origini antiche: compare, infatti, nelle carte topografiche a partire dal sec. XVII. Era in grado di collegare Livorno con Quercianella scavalcando il tratto insidioso, lungo il litorale, del *Macigno di Calafuria*.

Antica Via di Rosignano

Un'antica strada di origine romana collegava Livorno a Rosignano passando per Montenero; segnalata nel Medioevo come la via per Rosignano o per la Maremmana, questa strada di mezza costa segue il profilo del litorale ed offre per lunghi tratti la visione panoramica del mare. Nella carta del Santini, del 1686, la strada è riportata come la via di Rosignano nel tratto Montenero-Castellaccio-Chioma; si possono rilevare anche una serie di diverticoli che collegavano la Via Pubblica con i versanti lungo la costa e quelli in Val Quarata e Val di Chioma fino a Nibbiaia. Oggi questa strada si presenta in parte asfaltata per il tratto che da Livorno sale fino al *Castellaccio* in località le Due Vie o Curva Nuvolari (Casa Collina), mentre il resto è sterrato fino a Quercianella. In alcuni tratti, prima della Casa dei Corsi e dopo, si trovano resti di un antico acciottolato.

Castellaccio

Questo toponimo si riferisce al luogo dove furono trovati dei ruderi relativi ad una torre-castello a base quadrata su disegno, del 1840, di Oberhausen¹⁸. Il Vivoli ricorda che nel 1385 si comandava di raddoppiare le guardie del Castello di Montenero, per poter dare avviso a Livorno e Porto Pisano dei movimenti dei corsari. Montenero è ricordato anche da Niccolò da

¹⁸ *Ibidem*

Uzzano, autore del celebre “compasso nautico”, come luogo di segnalazione. Nel 1516 il castello apparteneva alla Repubblica Fiorentina e in una delibera di quei tempi compare l’ordine di fare una guardia più accurata. Sull’origine del nome del castello ci sono alcune controversie: si ritiene che il più antico sia dell’*Oreta* o *della Rete*, risalente al 1280 (come indicato in un documento dei PP. Agostiniani¹⁹); dopo la battaglia della Meloria era noto come *Castello delle Formiche*.

Villa Orlando

Fatta costruire alla fine dell’Ottocento sul versante Ovest del Castellaccio da Rosolino Orlando, sindaco di Livorno (1895-1897), la villa si compone di un edificio centrale circondato da un ampio parco e comprende una piccola torre, in stile toscano, costruita nel 1901 nei pressi della sommità del monte (312 m), dove si trovavano ancora i pochi resti della torre eretta dai pisani nel 1286.

Gli antichi insediamenti del Castellaccio

Gli antichi insediamenti, ubicati lungo il crinale del *Castellaccio* che sovrasta la *Costa dei due Castelli*, erano prevalentemente distribuiti lungo la *Strada per Rosignano*. Rovine di antichi edifici furono notate dall’Oberhausen nella prima metà dell’Ottocento e dal Gower e dal Vivoli nella seconda metà dell’Ottocento. Il Gower, nella parte superiore del colle in località Santa Broccaia, raccolse oggetti d’epoca romana (urne cinerarie, lumi eterni, lacrimatoi, resti di spade, anelli d’oro e d’argento ecc.) e individuò le rovine di un monastero. La chiesa di *S. Lino* o *Santa Broccaia*, un monastero e un piccolo ospedale, sono attestati a partire dal sec. XIV. Nella cartografia del Santini del 1686 la località di Santa Broccaia è segnalata lungo la vecchia strada per Rosignano. Una chiesa medioevale, *S. Salvatore*, è documentata nella località a Sud del *Castellaccio*. Ancora nel 1694, il luogo nei pressi del bivio che si stacca dalla strada per Rosignano e che scende verso Castel Sonnino (località *Casa Collina*) si chiamava il *Salvatore*. Il moderno villaggio Montenero-Castellaccio presenta caratteristiche simili a quelle antiche: è costituito da una serie di edifici antichi e moderni e case coloniche disseminate lungo la via nota anche come *Strada del Circuito di Montenero*²⁰.

¹⁹ *Ibidem*

²⁰ Vigo, 1902.

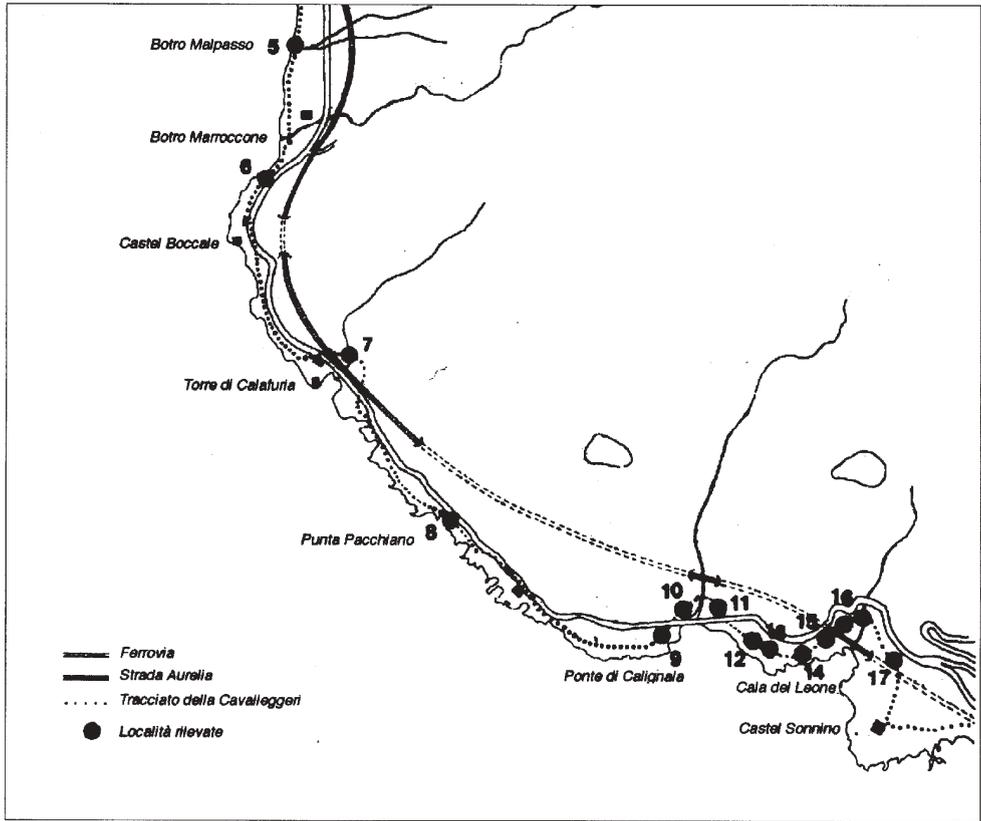


Fig. 2 Strada lungo la Marina o Via dei Cavalleggeri: punti di rilevamento.

Bibliografia

- Atti I Seminario Storia del territorio livornese*. Provincia di Livorno, Livorno 1992.
- Bortolotti L., *Livorno dal 1748 al 1958 - Profilo storico urbanistico*, Firenze 1970.
- Buarnieri Gino, *Da Porto Pisano a Livorno Città, attraverso le tappe della storia e della evoluzione geografica*. Studio storico-critico, Pisa, Giardini 1967.
- Ceccarelli Lemut M.L., Pasquinucci M., *Fonti antiche e medioevali per la viabilità del territorio pisano*. Bollettino Storico Pisano LX, Pisa 1991, p.113-117.
- Galoppini R., Mazzanti M., Taddei M., Tessari R., Viresini L., *Le cave di arenaria lungo il litorale livornese*. Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, Vol. 14, 1995-96, pp. 79-110. Provincia di Livorno, Livorno.
- Manetti Rino, *Torri costiere del litorale toscano, loro territorio e antico ruolo di vigilanza costiera*. Firenze 1991.
- Masini Giovanni Capitano Ingegnere, *Relazione sui lavori di manutenzione della strada litoranea della Torre dei Mattaccini al Chioma*. Destinatario Giuliano Gaspero Capponi, Governatore civile e militare di Livorno, Manoscritto del 1743 (A.S.Li. collezione archivistica n.153).
- Mazzanti R., *Le scienze della terra nei comuni di Livorno e Collesalvetti*. Suppl. 2 Quad. Mus. Prov. St. Nat. Liv., Livorno, Università di Siena, C.N.R., Provincia di Livorno 1990.
- Nudi Giacinto, *Storia urbanistica di Livorno. Dalle origini al secolo XVI*. Venezia, Ponza 1959.
- Pifferi P., *Viaggio Antiquario per la Via Aurelia da Livorno a Roma*. Roma, Studio Editoriale Insubria, 1832.
- Sordi Marta, *A Calignaia una strada romana*. Livorno, La Canaviglia Anno I, n.4, 1976.
- Taddei Mario, *La Strada dei Cavalleggeri, da Livorno alla Torre del Romito*. Livorno, Circoscrizione 5 – Comune di Livorno 1998.
- Targioni Tozzetti G., *Relazione d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*. Vol. II, pp. 407 sgg. 1768-69.
- Tesi Carlo, *Livorno dalla sua origine sino ai nostri tempi*. Livorno, Serraglini 1845.
- Vigo Pietro, *Montenero. Guida storico, artistica, descrittiva con appendice di documenti inediti*. Livorno, Tipografia Giuseppe Fabbreschi 1902.
- Vivoli Giuseppe, *Annali di Livorno dalla sua origine sino all'anno di Gesù Cristo 1840*. Livorno, Tipografia e Litografia di Giulio Sardi 1846.

I METODI DI CENSIMENTO VISUALE NELLO STUDIO DI COMUNITA' ITTICHE

Marino Vacchi, Gabriele La Mesa

Premessa

Il primo studio effettuato sulle specie ittiche marine tramite il censimento visuale, un metodo di indagine utilizzato precedentemente per mammiferi ed uccelli, risale al 1954. Dopo una larga applicazione nelle regioni tropicali e nelle barriere coralline, i metodi di censimento visuale sono stati utilizzati in studi di comunità ittiche nei mari temperati (tra cui il Mediterraneo).

Rispetto ai metodi tradizionali di indagine dei popolamenti ittici (campionamenti con reti, palangresi, ittiocidi), il censimento visuale è un metodo non distruttivo, basato sull'osservazione *in situ* degli organismi e non sul loro prelievo. Grazie alla sua compatibilità con i requisiti imposti dal regime di protezione ambientale, il censimento visuale si è progressivamente affermato quale metodo di rilevamento nelle aree marine protette (AMP).

Altre importanti applicazioni di questo metodo riguardano l'identificazione di aree di elevato valore naturalistico e la zonazione di nuove AMP, attraverso la caratterizzazione della comunità ittica, l'individuazione di zone di particolare interesse (nursery, siti riproduttivi) e di emergenze faunistiche (specie vulnerabili).

Caratterizzazione della comunità ittica

Tramite i metodi di censimento visuale si possono ottenere informazioni sugli elementi principali che caratterizzano una comunità ittica: ricchezza specifica, densità del popolamento, taglia e sesso degli individui.

Identificazione e conta delle specie

Per definire la ricchezza specifica di una comunità ittica è necessario identificare tutte le specie che di essa fanno parte. Per un corretto riconoscimento delle specie, requisito essenziale per ottenere risultati attendibili e confrontabili, è consigliabile un periodo di esercitazione sul campo.

Conteggio degli individui

Per il conteggio degli individui vengono utilizzati due metodi principali. Secondo il primo di essi, il numero degli individui isolati o riuniti in gruppi

viene valutato il più precisamente possibile, senza ricorrere a schemi predefiniti. Alternativamente, viene utilizzata una scala di abbondanza con classi preordinate (Es.: 1, 2-5, 6-10, 11-30, 31-50, 51-100 individui etc.). L'uso delle scale di abbondanza costituisce generalmente un metodo più rapido di conteggio, in particolare per i gruppi formati da numerosi individui.

Metodo non molto seguito è quello di Jones e Thompson denominato "species time random counting technique", che si basa sull'assunto che la successione temporale con cui sono avvistate le specie corrisponde alla loro abbondanza relativa.

Determinazione della taglia

La determinazione della taglia assume particolare rilevanza negli studi sulla struttura demografica e sulla dinamica del popolamento, così come nella valutazione degli effetti del regime di protezione sulla comunità ittica. In base al tipo di indagine effettuata, vengono generalmente seguiti due approcci: a) stima della "reale" taglia del pesce; b) stima della taglia del pesce utilizzando classi di taglia. Il secondo approccio è preferibile durante il censimento contemporaneo di più specie, in quanto consente un rilevamento più rapido. Inoltre, in funzione del numero di specie censite e della loro taglia massima, possono essere scelti intervalli di taglia più o meno ampi.

Determinazione del sesso

Alcuni studi di argomento eco-etologico, legati ad esempio alla riproduzione, implicano la determinazione del sesso degli individui. Ciò tuttavia risulta facilmente applicabile solo a specie dimorfiche o con dicromatismo sessuale evidente.

Metodi di censimento visuale

Percorsi

Il metodo dei percorsi, utile a definire la composizione in specie della comunità ittica, non risulta appropriato per valutazioni quantitative del popolamento. Il censimento avviene seguendo un itinerario casuale per un periodo di tempo prestabilito (30-60 min).

Transetti

Il metodo dei transetti consente, oltre a una caratterizzazione qualitativa della comunità ittica, anche una stima quantitativa del popolamento. Il censi-

mento viene effettuato lungo strisce di fondale di superficie prestabilita (transetti), ciò che consente il calcolo della densità del popolamento. La lunghezza del transetto viene generalmente tracciata mediante una cima. La larghezza del transetto, che può essere costante (strip transect) o variabile (line transect), si stabilisce in base al tipo di substrato, alla mobilità delle specie censite, alle condizioni di visibilità ecc. In alcuni casi è importante fissare l'altezza della colonna d'acqua campionata. Fattore importante è il posizionamento del transetto in siti omogenei quanto a profondità, tipo di substrato, eterogeneità del fondo.

Errori di valutazione durante il campionamento possono derivare dal mancato avvistamento dovuto alla fuga del pesce, dal conteggio ripetuto degli stessi individui, dalla progressiva diminuzione della capacità di rilevamento verso i margini laterali del transetto.

Punti fissi

Il metodo è idoneo all'acquisizione di dati qualitativi e quantitativi. L'area campionata è costituita da una circonferenza o da una sua sezione, a seconda che l'osservatore, posto al centro della circonferenza, esegua il rilevamento ruotando su se stesso o rimanendo fermo. Sono prevalentemente utilizzati due metodi di conteggio. Nei conteggi istantanei, a intervalli di tempo fissi o casuali, l'osservatore esegue un'istantanea a tutti i pesci presenti intorno a lui. Ciò può essere realizzato fissando a priori la distanza di osservazione (e quindi l'area investigata) od utilizzando distanze variabili. Eventuali errori nella valutazione del popolamento possono essere determinati dalla difficoltà di stimare accuratamente l'area di osservazione (nel caso siano utilizzate distanze variabili) e dall'influenza dell'osservatore su alcune specie ittiche.

Nei conteggi con intervallo, il censimento avviene durante un intervallo di tempo prefissato. In questo caso, la stima della densità del popolamento è fortemente condizionata dall'intensità con cui i pesci attraversano l'area di osservazione.

Spot mapping

Lo "spot mapping" costituisce un metodo di censimento visuale utilizzato in studi etologici e, talvolta, per stime di densità. Alcune difficoltà incontrate applicando tale metodo sono legate al riconoscimento dei singoli individui.

Tecniche di rilevamento

Le tecniche di rilevamento utilizzate più frequentemente sono lo “snorkelling” e l’immersione con autorespiratore (ARA). Lo “snorkelling”, applicabile solo a censimenti in acque a bassa profondità, ha il vantaggio di arrecare assai poco disturbo alla fauna. L’immersione con ARA consente di estendere l’area di studio a maggiori profondità; in questo caso, però, il rumore e la produzione di bolle da parte dell’osservatore determinano in alcune specie una reazione di fuga.

Per la registrazione dei dati si adoperano lavagnette di plexiglas, registratori audio e, talvolta, macchine fotografiche e videocamere.

Il censimento visuale: limiti, problemi e soluzioni

Generalmente, l’abbondanza delle specie desunta dal campionamento costituisce solo una parte dell’abbondanza reale delle specie presenti nel sito di studio. Tale differenza aumenta concordemente con la complessità del substrato e il numero di specie. Errori di campionamento sono anche imputabili alla differente rilevabilità delle specie, legata ad una diversa distribuzione spaziale e temporale.

L’abbondanza di specie criptiche e di piccola taglia, che risiedono in cavità o che evitano l’avvicinamento dell’osservatore, è spesso sottostimata; l’errore opposto può essere commesso relativamente a specie sedentarie che, compiendo spostamenti ripetuti davanti all’osservatore, possono venire conteggiate ripetutamente. È possibile ridurre tali errori adattando la superficie del transetto al numero di specie censite ed effettuando campionamenti stratificati in funzione del comportamento delle differenti specie.

La densità e la distribuzione delle specie subiscono variazioni anche su scala temporale. Fenomeni di dispersione, migrazione, aggregazione, reclutamento, che seguono un andamento temporale più o meno costante (cicli circadiani, lunari, stagionali), possono determinare oscillazioni periodiche nella densità di numerose specie. Al fine di limitare tale sorgente di errore, è consigliabile eseguire campionamenti periodici e confrontare tra loro dati omogenei.

Anche la presenza dell’osservatore può influenzare il comportamento di alcune specie e, conseguentemente, la loro rilevabilità. A seconda dei casi, si può indurre una reazione attrattiva (motivata dalla curiosità, dal tentativo di identificare l’intruso, dalla possibilità di reperire cibo in seguito al passaggio

del subacqueo) o di fuga (ad esempio negli esemplari di grossa taglia).

La qualità di un rilevamento è fortemente ridotta in presenza di condizioni meteomarine (temperatura, visibilità, luminosità, correnti, moto ondoso) sfavorevoli. In questi casi, diventa molto importante la scelta di un'area di campionamento adeguata.

Fattori dipendenti dall'osservatore che possono influire sull'accuratezza di un censimento visuale sono la limitatezza del tempo di osservazione, l'interesse maggiore verso una o più specie, la dispersione dell'attenzione (specialmente nel contemporaneo conteggio di molte specie). Solo un'adeguata familiarità con le attività subacquee e con i metodi di censimento visuale, conseguibile attraverso un'accurata attività di training, può condurre a risultati soddisfacenti.

Scelta del metodo e disegno sperimentale

La scelta del metodo di censimento visuale è principalmente subordinata ai temi che si intendono studiare: analisi quali-quantitative della comunità ittica (diversità specifica, densità delle specie presenti, struttura di popolazione), fluttuazioni spaziali e temporali, reclutamento, colonizzazione di nuovi habitat, riproduzione ecc. In alcuni casi l'utilizzazione coordinata di più metodi può fornire un'informazione più completa.

Nel pianificare l'attività di campionamento è importante acquisire una conoscenza preliminare dei fattori ambientali che caratterizzano il sito di studio prescelto. Alcuni di essi possono essere considerati costanti nel tempo: posizione rispetto alla costa, orientamento, profondità, tipo di substrato, topografia del substrato, tipo di biocenosi, influenza umana (zona protetta o no, tipo di protezione). Altri, variabili nel tempo, vengono registrati al momento del rilevamento: condizioni meteomarine, correnti, salinità, temperatura, presenza e profondità del termoclino, visibilità.

Aspetto importante da considerare nel disegno sperimentale è il numero di rilevamenti (repliche). La scelta del numero di repliche da effettuare dipende principalmente dalla ricchezza specifica e dall'eterogeneità spaziale e temporale che caratterizzano il sito di studio. È utile infine osservare come la ripetizione del campionamento nello stesso sito dopo un periodo di tempo limitato non sia consigliabile, in quanto mentre alcune specie (es. specie pelagiche) potrebbero risultare sottostimate nei successivi conteggi, altre (es. specie attratte dall'osservatore) potrebbero essere sovrastimate.

RILEVAMENTO DI POPOLAZIONI NATURALI DI ANFIBI E RETILI

Marco Zuffi

Premessa

La fauna erpetologica della fascia costiera del Tirreno settentrionale è rappresentata da un numero di taxa abbastanza rilevante (Societas Herpetologica Italica, 1996), con poco oltre il 70% delle specie toscane (Corti *et al.*, 1995). Gli ambienti costieri sono in particolare idonei per le popolazioni a Testudinati (Testudinidi, Emididi), Sauri (Geconidi, Anguidi, Scincidi, Lacertidi), e Ofidi (Colubridi, Viperidi), tra i rettili. Tra gli Anfibi sono abbastanza comuni gli Anuri (Bufonidi, Ranidi, Ilidi); molto più localizzati sono invece gli Urodeli (Salamandridi).

Uno dei principali fattori che usualmente discrimina tra la presenza e l'assenza di specie della fauna erpetologica è la struttura sabbiosa o rocciosa del litorale; nella prima tipologia, ove la copertura arborea è presente in modo significativo e si differenziano specifiche tipologie abitative (ad esempio la Tenuta di S.Rossore, o la porzione di costa del Parco Naturale della Maremma), si assiste a una maggiore ricchezza e diversità animale.

La seconda tipologia di habitat costiero è ben rappresentata nell'area di studio. È possibile stimare in questa zona la presenza di gran parte delle specie di Sauri toscani, alcune specie di Ofidi, ma complessivamente una minore presenza di Anfibi.

In particolare si ritiene di poter rilevare:

Sauria: *Tarentola mauritanica*, *Hemidactylus turcicus*, *Podarcis siculus*, *Podarcis muralis*, *Lacerta bilineata*, *Anguis fragilis*, *Chalcides chalcides*.

Ophidia: *Hierophis viridiflavus*, *Natrix natrix*, *Coronella austriaca*.

Anura: *Bufo viridis*.

Metodologie di indagine

Il censimento dei Rettili viene svolto in genere mediante:

- utilizzo di settori di 50 o di 100 m di lato (in relazione alla superficie dell'area di studio), rappresentativi degli habitat distintivi dell'area in oggetto;

- campionamenti in settori predeterminati a priori e casualmente (*random method* su quadranti estratti casualmente);
- campionamenti in aree scelte a posteriori che corrispondano alle principali caratteristiche elettive del taxon considerato, quindi variabili da specie a specie;
- integrazione dei due sistemi di campionamento per rendere ottimale la stima della ricchezza specifica, di abbondanza e, quindi, degli elementi necessari alla valutazione della composizione faunistica;
- utilizzo di transetti possibilmente lungo le diagonali del settore selezionato. Questi campionamenti vanno svolti almeno tre volte durante l'anno, per 2-3 giorni in due periodi di tempo distanziati della giornata, alternando la direzione di inizio del primo transetto nel primo periodo (a), ripetuto nel secondo periodo (b) del giorno di rilevamento, nei diversi giorni di campionamento (1,2,3 ...): 1a: A-B, 1b: A-B; 2a: B-A, 2b: B-A e così via;
- posizionamento di trappole a intersezione (*funnel traps*) o a caduta (*pit-fall traps*), principalmente per i Sauri, ove le caratteristiche di habitat lo richiedano e lo consentano.

Il censimento degli Anfibi viene svolto mediante:

- ricerca degli esemplari direttamente negli ambienti umidi (pozze, colatoi, cisterne) durante tutto il periodo riproduttivo, e con transetti circolari a distanze progressivamente maggiori dal centro delle aree riproduttive nelle altre stagioni, durante la notte e in periodi piovosi;
- posizionamento di trappole a caduta (*pit-fall traps*) per gli Anuri terricoli e gli Urodeli;
- ricerca di specie che vocalizzano, con particolare attenzione alle specie che cantano anche al di fuori del periodo riproduttivo (ad es. *Hyla intermedia*, raganella italiana), mediante utilizzo di canti registrati (*play-back*).

Tempi di indagine e personale impiegato

Un'area tipo di circa 10 ha, in area di costa rocciosa, necessita, nell'arco dell'anno solare, di uno sforzo di intervento di circa 4-5 settimane di lavoro di campo, necessarie per coprire in modo significativo i periodi di attività delle comunità erpetologiche probabilmente presenti, cioè le attività trofiche, corteggiamento e accoppiamento, deposizione. Durante queste fasi, la probabilità di incontro e avvistamento o cattura sono normalmente alte e garantiscono una buona stima dei parametri demografici e faunistici.

È normalmente utilizzato un team di due unità operative, sia per coprire un fronte di intervento maggiore durante i transetti, sia per potere effettuare i controlli periodici dei sistemi di trappolaggio senza distogliere l'attenzione dai transetti standard.

I tempi di intervento sono di circa 8-9 ore/giorno per operatore, per 5 giorni/settimana, concentrate nelle ore centrali in primavera e in autunno (es.: 9,00-18,00) e differenziate in due periodi in estate (es.: 6,00-10,00; 17,00-22,00); in giornate piovose, gli interventi sono attuati di giorno o di notte, a seconda delle necessità di ricerca.

Bibliografia

- Corti C., Nistri A., Poggesi M, Vanni S., 1991. *Biogeographical analysis of the Tuscan herpetofauna (Central Italy)*. "Rev. Esp. Herp.", **5** (1990): 51-75.
- Societas Herpetologica Italica, 1996. *Atlante provvisorio degli Anfibi e dei Rettili Italiani*. Annali Mus. civ. St. nat. G. Doria, Genova, **91**: 95-178.



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze