

CODICE ARMONICO 2016

Sesto congresso di scienze naturali
Ambiente toscano

a cura di

Alessandro Lenzi, Laura Leoni, Bruno Brizzi, Pierpaolo Piombanti,
Carlo Baldacci, Marcello Santinelli, Valentina Domenici, Alessandro Riga,
Carla De Santi, Patrizia Lucchesi, Simona Sagona, Sara Bernardini, Alessandro Nenci

Associazione “Amici della Natura Rosignano”
Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay



Edizioni ETS

Questo volume è stato realizzato grazie al contributo di:



Comune di Rosignano Marittimo

Chema srl Chema Srl, "Research and Technology for a green world"

Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay
www.musrosi.org - tel. 0586 767052 - [info musrosi@tiscali.it](mailto:info.musrosi@tiscali.it)

Comitato organizzatore:

Alessandro Lenzi, Laura Leoni, Bruno Brizzi, Pierpaolo Piombanti, Carlo Baldacci
Marcello Santinelli, Valentina Domenici, Alessandro Riga, Carla De Santi
Patrizia Lucchesi, Simona Sagona, Sara Bernardini, Alessandro Nenci

Comitato scientifico:

Fabrizio Serena, Giacomo Lorenzini, Ferruccio chiesa, Franco Giorgi, Pierdomenico Burgassi
Lorenzo Peruzzi, Cristina Nali, Emiliano Carnieri, Antonio Felicioli, Silvio Nuti, Letizia Marsili
Paolo Luschi, Daniela Gasperini, Francesca Ruggeri, Claudia Vannini, Alessandro Lenzi, Bruno Brizzi
Giorgio Culivicchi, Stefania Giannarelli, Valentina Domenici, Carlo Baldacci, Francesco Lenzi

© Copyright 2016
EDIZIONI ETS
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa
info@edizioniets.com
www.edizioniets.com

Distribuzione
PDE, Via Tevere 54, I-50019 Sesto Fiorentino
[Firenze]

ISBN 978-884674638-2

in d i c e

1.	Le “scodelle del diavolo”. Enigmatiche strutture di calcite fibrosa nel Cretaceo dei Monti Livornesi <i>F. Sammartino</i>	9
2.	Interventi straordinari di ripristino dopo la tromba d’aria del 19 settembre 2014 a Massaciuccoli nell’ambito della gestione degli aggallati nella Riserva del Chiarone <i>L. Picchi, A. Avanzi, G. Bedini, A. Fontanelli</i>	15
3.	La Pineta Marradi di Castiglioncello: verso una razionale riqualificazione <i>F. Di Dato, M. Ceccanti, A. Immorali, G. Lorenzini, R. Massai, C. Nali, E. Pellegrini, F. Pitta, D. Remorini</i>	23
4.	Dai M.ti dell’Uccellina testimonianze sui rapporti del retroterra eo-alpino meridionale con quello appenninico tirrenico: parte I <i>M. Rossi, P.L. Vercesi</i>	30
	Dai M.ti dell’Uccellina testimonianze sui rapporti del retroterra eo-alpino meridionale con quello appenninico tirrenico: parte II <i>M. Rossi, P.L. Vercesi</i>	38
5.	Odonati del Padule di Bientina <i>C. Galletti, R. Corsi</i>	48
6.	I minerali delle geodi della pegmatite della Punta dell’Arenella e della Cava del Piccione (Isola del Giglio – GR) <i>A. Fei</i>	56
7.	Mineralizzazioni nel legno fossile dei Monti Livornesi <i>F. Sammartino</i>	63
8.	Piloni in cemento armato usati come dissuasori per la pesca a strascico e isole ecologiche <i>R. Bedini, M. Bedini, L. Piazzi, E. Salvadori</i>	70
9.	Imenotteri Aculeati della riserva naturale di Caselli (Pisa) <i>F. Strumia, L. Filippi</i>	85
10.	Una Nuova Specie di Imenottero della Provincia di Pisa (Hymenoptera Chrysididae) <i>F. Strumia</i>	89
11.	“SOS clima”: un progetto didattico sui cambiamenti climatici. Scuola-Regione-Associazioni- Università, come fare rete nell’educazione ambientale <i>E. Degl’Innocenti, E. Pellegrini, F. Bove</i>	93

12.	Emissioni naturali di idrogeno solforato nell'area amiatina parte I: prospezioni <i>A. Lenzi, A. Caprai</i>	97
13.	Tra valorizzazione del territorio e conservazione: l'esperienza della "Piastraia" (Marina di Campo, Isola d'Elba) <i>L. Cocchi, V. Danesi</i>	115
14.	Bioindicatori: sentinelle della natura <i>E. Galluzzi, M. Orsini, B. Losapio, M. Tognoni, E. Pellegrini</i>	125
15.	Cartografia bionomica dell'area marina costiera attigua alle vasche di Colmata del Porto di Piombino <i>R. Bedini, M. Bedini, L. Piazzesi, L. Bonechi</i>	129
16.	Resoconto sul monitoraggio del tursiope di fronte alle coste della versilia e informazioni sulla presenza di altre specie di mammiferi marini nell'area toscana <i>F. Salvioli, S. Nuti, S. Tozzi</i>	139
17.	Contro il vortice dell'estinzione: il caso della traslocazione di <i>Sympyrum tanaicense</i> Steven (Boraginaceae) nel Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli <i>M. D'Antraccoli, F. Aiello, M. Mirabile, A. Perfetti, F. Logli, G. Bedini, L. Peruzzi</i>	145
18.	Olio di Oliva Extravergine Toscano: uno studio sul contenuto dei pigmenti e prospettive per un nuovo indice di qualità <i>C. Lazzerini, F. Buti, M. Cifelli, M. Zandomeneghi, V. Domenici</i>	155
19.	Pesca professionale artigianale e pesca ricreativa e sportiva nella costa toscana; possibile una coesistenza pacifica? <i>R. Silvestri, S. Colella, S. De Ranieri, P. Mannini</i>	166
20.	La pera Picciola una peculiarità del germoplasma dell'Amiata <i>G. Scalabrelli, A. Visconti</i>	172
21.	Elenco preliminare delle principali specie non indigene o rare del mare toscano con alcune considerazioni sulla loro origine <i>F. Serena, R. Baino, E. Cecchi, C. Mancusi, G. Marino, A. Neri, M. Ria, R. Silvestri, A. Voliani</i>	179
22.	Cetacei e Tartarughe marine: buone pratiche della rete toscana <i>S. Ventrella</i>	191
23.	Le specie ittiche aliene in Toscana e il caso del Siluro europeo <i>A. Nocita, A. Lenuzzo</i>	199
24.	Helena, la murena <i>G. Neto</i>	207

25.	Emissioni naturali di idrogeno solforato nell'area amiantina parte II: misure <i>A. Lenzi, A. Caprai</i>	210
26.	Il significato e l'importanza del titolo «De solidio intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus», opera di Niels Stensen (Stenone) dedicata alle Scienze della Terra - (Firenze, 1669) <i>G. Lari</i>	218
27.	Paolo Mascagni non solo “Principe degli anatomici” <i>P.D. Burgassi</i>	223
28.	<i>Lasallia pustulata</i> (L.) Mérat. Una specie di lichene appartenente alla famiglia delle <i>Umbilicariaceae</i> repertata per la prima volta nelle Colline Livornesi <i>P. Pasquinelli, F. Puccini</i>	230
29.	Differenziazione sessuale della spigola: gestione della “temperatura” per ottimizzare la produzione in allevamento <i>S. Sagona, A. Felicioli, C. Bibbiani, B. Fronte</i>	238
30.	Il polline può rappresentare per l'ape un vettore del DWV virus? <i>M. Mazzei, M.L. Carrozza, E. Luisi, M. Forzan, M. Giusti, S. Sagona, F. Tolari, A. Felicioli</i>	243
31.	Barriere storiche e alterazioni di habitat limitano le rotte di colonizzazione della vipera comune, <i>Vipera aspis</i> , in un'area costiera settentrionale della Toscana <i>M. A.L. Zuffi, M. Mangiacotti, S. Menchelli, E. Foschi, R. Sacchi, S. Scali</i>	248
32.	La “Buca delle Fate” di Ardenza (Livorno): descrizione storica ed aspetto attuale <i>A. Ciampalini, B. Bottacchiari, F. Sammartino</i>	254
33.	Cassiopea, la medusa <i>G. Neto</i>	263
34.	INVOLEN: un Progetto per l'Apprendimento Intergenerazionale dei Volontari nella Protezione della Natura <i>F. Ugolini, L. Massetti, G. Rossini, L. Pellegrino, A. Raschi</i>	265
35.	Biodiversità ed insetti <i>A. Loni, Gian L. Vannini</i>	266
36.	Sulle secche della Meloria <i>R. Mazzanti, R. Mazzei</i>	272
37.	Il re del trasformismo <i>G. Neto</i>	288
38.	L'evoluzione umana raccontata nei musei: un aggiornamento necessario <i>E. Carnieri</i>	290

Sessione dedicata al concorso per le scuole superiori di II grado	295
39. La forma delle dune non è casuale. Studio morfologico e topografico di una duna attraverso la realizzazione di un modello tridimensionale <i>F. Toncelli, A. Dinelli, P. Lazzeri, G. Bracaloni, L. Benanti, E. Marchi, J. Nallbati, G. Griciute, A. Trionfo, E. Andrisani, A. Bellan, F. Capitanio, D. Cinci, L. Gismondi</i>	296
40. Monitoraggio qualitativo e quantitativo dei rifiuti spiaggiati del litorale livornese <i>G. Pelosini, studenti della classe II B SPES dell'ITC Cattaneo di Cecina</i>	301
41. Erosione costiera a sud di Cecina: contributo alla valutazione della linea di costa <i>M. Mazzei, N. Protti, G. Rossetti</i>	305
Indice alfabetico delle parole chiave	309
Indice alfabetico degli Autori	313
Indice degli Enti rappresentati	317

pre messa

Sono trascorsi 10 anni dalla prima edizione di CODICE ARMONICO e come per tutte le tappe significative di ogni percorso, anche per il nostro convegno conviene ricordare, almeno, lo spirito con cui esso è stato ideato, il significato del nome e gli obiettivi che ci siamo da sempre posti. Per fare ciò mi aiuterò raccontando un aneddoto. Alcuni giorni or sono parlavo con un caro amico del CNR, Antonio, il quale raccontava che la prima volta che aveva visto il cielo aveva dovuto sdraiarsi in una poltrona per poter finalmente godere dello spettacolo dinnanzi a lui. Mi è subito venuto in mente ciò che era accaduto a me. Avevo circa 6 anni e mi cruciavo di non riuscire a stare a testa all'insù per guardare le stelle. Avevo visto qualcosa, qualche stella, la Luna, ma solo quel tanto che mi permetteva di alzare lo sguardo prima di avvertire uno strano disorientamento che mi costringeva ad abbassare gli occhi. A quell'età molti bambini soffrono di vertigini ed alzando la testa perdono l'equilibrio. Un giorno decisi che dovevo vincere queste vertigini. Mi sdraiai per terra su di un fianco e pian piano mi girai con il corpo e con la testa. Non c'era più nulla su cui cadere, la testa poteva girare quanto voleva, ero già 'caduto', avevo adattato me stesso per osservare. Vidi il cielo stellato sopra di me.

Per vedere il mondo dobbiamo prima modificare noi stessi, dobbiamo piegarci e trovare il modo di capire la Natura e con essa il suo linguaggio. Ecco che, se ci adattiamo, non solo possiamo apprezzare la sua bellezza e sentire l'emozione che ci dona, ma possiamo anche comprenderla, con gli strumenti che l'uomo si è costruito per osservarla. Questi sono l'osservazione critica, l'annotazione delle caratteristiche essenziali, la misura dei fenomeni osservati ed in fine, la descrizione con quel linguaggio inventato dall'uomo che è la Matematica; riconoscere, come ci ha insegnato Galileo quei *triangoli e cerchi senza i quali mezzi è impossibile intenderne parola*. Questo è ciò che colgono le esperienze raccontate in questi 10 anni di CODICE ARMONICO. La descrizione, con gli occhi ed il linguaggio della scienza, del mondo naturale, di quel mondo di cui sappiamo riconoscere quell'insieme ARMONICO di elementi che lo descrivono, quel CODICE con cui la natura si rivela.

Abbiamo dedicato questi dieci anni al racconto *naturale* della nostra Toscana chiedendo ai naturalisti, agli studiosi, agli scienziati, di descrivere con il linguaggio delle scienze la bellezza della nostra regione. Ci auguriamo di esserci riusciti e di trarre da questa sesta edizione ancor più forza per continuare a raccontarla.

Questo libro degli atti raccoglie tutti i lavori presentati al congresso CODICE ARMONICO 2016. Esso non esisterebbe senza il contributo degli autori dei lavori presentati che ringraziamo tutti. Un ringraziamento è doveroso ed essenziale a coloro che hanno permesso la realizzazione del libro insieme alla organizzazione del convegno. Ringraziamo in particolar modo il comitato organizzatore: Laura Leoni, Bruno Brizzi, Pierpaolo Piombanti, Carlo Baldacci, Marcello Santinelli, Valentina Domenici, Alessandro Riga, Carla De Santi, Patrizia Lucchesi, Simona Sagona, Sara Bernardini, Alessandro Nenci, Alessandro Lenzi e il comitato scientifico: Fabrizio Serena, Giacomo Lorenzini, Ferruccio Chiesa, Franco Giorgi, Pierdomenico Burgassi, Lorenzo Peruzzi, Cristina Nali, Emiliano Carnieri, Antonio Felicioli, Silvio Nuti, Letizia Marsili, Paolo Luschi, Daniela Gasperini, Francesca Ruggeri, Claudia Vannini, Alessandro Lenzi, Bruno Brizzi, Giorgio Culivicchi, Stefania Giannarelli, Valentina Domenici, Carlo Baldacci, Francesco Lenzi.

Rosignano, 2 ottobre 2106

Alessandro Lenzi
Associazione 'Amici della Natura Rosignano',
Museo di Storia Naturale di Rosignano



Le “scodelle del diavolo”. Enigmatiche strutture di calcite fibrosa nel Cretaceo dei Monti Livornesi

Franco Sammartino^{1*}

Parole chiave: Discoidi, calcite fibrosa, Cretaceo, Monti Livornesi

In questo lavoro vengono presentate particolari strutture coniche (discoidi) con cui si presenta la calcite in alcune formazioni argillitiche del Cretaceo dei Monti Livornesi. Si tratta di strutture discoidali concave di calcite fibrosa, di forma conica appiattita con rugosità concentriche sulla superficie, spesso con la base perfettamente circolare. Questi discoidi si trovano, nella maggior parte dei casi, isolati sul terreno e risultano essersi formati all'interno di strati di calcite che si trovano immersi nelle argilliti, in quanto hanno la stessa fibrosità e identica rugosità ondulata sulle superfici. Queste strutture sono segnalate anche in altre zone dell'Italia centrale ma fino ad oggi non sono mai state studiate. Vengono quindi riportate delle ipotesi sulla loro genesi. In altre parti del mondo se ne trovano di simili ma con sostanziali differenze morfologiche ed anche per queste, che sono state abbondantemente esaminate, non ne è stata ancora accertata l'origine.

Introduzione

In questi ultimi anni è stata avviata una ricerca mineralogica sistematica sui Monti Livornesi allo scopo di individuare nuove località ed eventuali nuove specie. In particolare la ricerca si è concentrata nelle formazioni da sempre considerate, salvo rare eccezioni, avare di mineralizzazioni interessanti quali le argilliti e gli scisti argillitici del Cretaceo. Nel corso dei numerosi sopralluoghi in zone interessate da queste formazioni, oltre a particolari mineralizzazioni, sono stati individuati oltre dieci siti nei quali sono state osservate strutture coniche discoidali di calcite che saranno oggetto di questa nota. In altre località non sono state trovate queste strutture ma sono state osservate vene di calcite con struttura fibrosa identica.

Questi particolari discoidi sono noti anche in altre aree del centro Italia, dove ancora oggi, dalla gente del posto, sono chiamate “scodelle del diavolo”. Nel Settecento G. B. Passeri le individuò nel territorio pesarese e le pubblicò come funghi fossili che denominò *Fungites isauricus* [1]. Esse sono conosciute dai collezionisti di minerali livornesi già dagli anni Sessanta del secolo scorso, quando alcuni esemplari furono raccolti in località Casa dei Corsi, presso Quercianella e

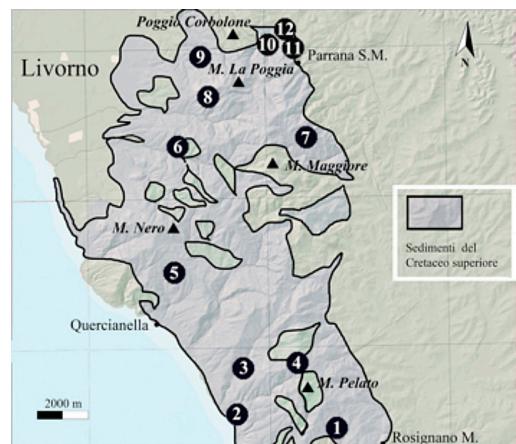


Figura 1: Distribuzione delle località dove sono stati individuati i discoidi di calcite fibrosa. I numeri corrispondono alle località indicate nel testo.

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale del Mediterraneo
Via Roma, 234, 57127 Livorno

* e-mail: fsammartino@alice.it

vennero chiamati “scodelle di aragonite”. Alcuni collezionisti che ne possedevano esemplari, ritenevano si trattasse di manufatti e li definivano “piattini di pietra etruschi”. In altre zone del centro Italia, sono considerate concrezioni [2]. Nel corso degli ultimi vent’anni, questi elementi sono stati sottoposti all’attenzione di vari Istituti Universitari, in Italia e all’estero, con il risultato di una evidente difficoltà di interpretazione sulla loro origine. In altre parti del mondo se ne trovano di simili ma con sostanziali differenze morfologiche ed anche per queste, che sono state abbondantemente esaminate, non è stata ancora accertata la loro origine [3].

La giacitura

Le zone di affioramento dei discoidi sono state individuate nelle seguenti località: Pel di Lupo -1, Botro dell’Arancio -2, Botro Fortulla -3 e Pian dei Lupi -4, nel Comune di Rosignano M.mo, Casa dei Corsi-5, Rio Ardenza -6, Rio Maggiore-Vallicele -7 e Rio Paganello -8, nel Comune di Livorno,

Torrente Ugione -9, Cordecimo -10, Poggio della Quercia -11, Cognole -12 nel Comune di Collasalvetti (Fig. 1).

Alcune di queste strutture provengono dagli strati di argilloscisti intercalati con strati di calcari silicei “Palombini” delle Formazioni del Cretaceo inferiore come Botro Fortulla e Pian dei Lupi. Ma la maggior parte degli esemplari proviene dalle argilliti, argilloscisti e siltiti del Cretaceo superiore come Botro dell’Arancio, Cognole, Casa dei Corsi, Rio Maggiore, Rio Ardenza, Torrente Ugione, Poggio della Quercia e Cordecimo. Di tutte le Formazioni del Cretaceo che emergono sui Monti Livornesi [4,5], solamente in quella a Calcari fini a *Calpionella* e in quella del Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo, non sono state trovate le “strutture discoidali”. Dubbi rimangono sulla provenienza dalle Formazioni degli Argilloscisti varicolori del Fortulla, in quanto queste strutture non sono state raccolte in posto ma sul greto di torrenti che intersecano oltre agli argilloscisti varicolori anche altre formazioni del Cretaceo.

Descrizione

Si tratta di forme discoidali coniche appiattite, spesso con la base perfettamente circolare e convessa (Figg. 2, 3-a). Questi discoidi sono composti da calcite fibrosa di colore grigiastro in varie tonalità, con lucentezza sericeo-cerosa alla frattura fresca. Le fibre sono disposte in senso verticale, parallele all’asse della struttura “conica”. (Fig. 4-a).

Nella maggior parte degli esemplari solo le superfici esterne del cono hanno aspetto embricato, con corrugamenti concentrici distanti fra loro da 1 a 6-7 mm sempre decrescenti fino a scomparire nella parte apicale del cono. Sono ondulati quasi sempre solo nella parte esterna e, in pochi casi, più lineari e spesso meno evidenti in quella interna. I discoidi più piccoli, mostrano la superficie interna completamente liscia.

Molti degli esemplari raccolti isolati conservano tracce di livelletti siltosi sulle superfici.

Alcuni dei pochi pezzi trovati alla fine degli anni ‘60 del Novecento erano esposti in alcune collezioni con la didascalia “Scodelle di aragonite”. Analisi di laboratorio svolte presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Pisa,

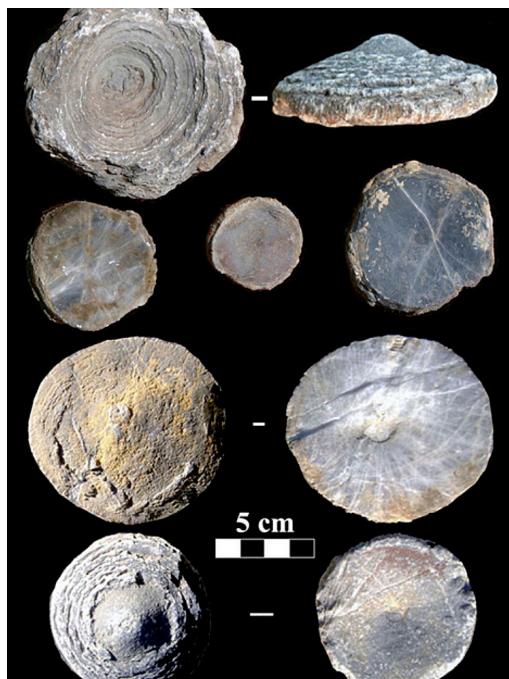


Figura 2: Strutture discoidali isolate.

hanno stabilito trattarsi di calcite e non aragonite come era stato supposto appunto fino alla fine del secolo scorso. Probabilmente l'attribuzione ad aragonite veniva data a causa della fibrosità di questi elementi. Inoltre in alcuni esemplari sezionati non sono state evidenziate particolari strutture interne.

Discussione e conclusioni

I "discoidi", nella maggioranza dei casi, sono stati trovati isolati in superficie, solo in tre località (Botro dell'Arancio, Pel di Lupo e Poggio della Quercia) [6] se ne sono potuti osservare alcuni in posto (Figg. 4 c,d) che non lasciano dubbi sulla la posizione originale sebbene gli strati che li contengono siano spesso molto inclinati e, in alcuni casi, non è chiaro se siano rovesciati. In effetti in queste ultime località ed in molte delle altre citate, spesso gli strati sono inclinati anche di 80/90° e non sempre è facile comprendere se si tratta di

strati rovesciati anche per la scarsa visibilità dovuta a frane o copertura vegetale e l'assenza di ichnofossili.

Dalle osservazioni sul campo risulta che la parte apicale della struttura conica sia orientata verso il basso, nello strato inglobante. I discoidi che oggi si trovano in corpi isolati, originariamente erano inclusi in un unico strato di calcite fibrosa (Fig. 3b) che solo successivamente si è fratturato originando frammenti quadrangolari informi, tipo "beef" ed elementi discoidali. In effetti anche prima del ritrovamento di esemplari in posto, alcuni grossi frammenti avevano fatto supporre un origine di queste strutture da strati di calcite dai quali, solo in seguito si sarebbero distaccati.

I "discoidi" di calcite risulterebbero quindi affiorati in superficie a causa dell'erosione e del disfacimento dei sedimenti in cui gli strati di calcite erano contenuti (Fig. 4b).

A conferma di ciò, oltre alla struttura fibrosa, è la particolarità delle superfici esterne dei discoidi conici, con i corrugamenti a scalino e a scaglie tipo festoni, che si ritrovano identici sulle superfici piane degli strati di calcite. Questi corrugamenti che, come detto, interessano principalmente la superficie esterna del cono, probabilmente sono stati prodotti dalla dissoluzione diacronica del minerale superficiale cementante, che avrebbe prodotto depressioni coniche in punti di minor concentrazione di minerale.

Alcuni elementi, in origine dovevano avere un diametro superiore ai 10-20 cm come testimonia il ritrovamento di grandi frammenti di segmenti circolari. Nei discoidi di calcite dei Monti Livornesi, non sono mai stati trovati altri minerali, come solfuri di ferro ad esempio.

I solfuri di ferro in particolare, in genere si depositano in aggregati globulari sui fondali oceاني, quindi si potrebbe supporre che i sedimenti contenenti gli strati di calcite fibrosa, dalla quale i discoidi si sono originati, possano essersi depositati in zone poco profonde, sormontati successivamente da potenti strati di sedimenti.

Inoltre negli strati argillitici dai quali provengono i discoidi, non sono mai stati osservati macrofossili, ichnofossili ne ripple marks, che sono assai comuni sui Monti Livornesi nelle stesse formazioni, ma in strati diversi [7]. Ad esempio, a Poggio della Quercia, presso Parrana San Martino ichnofossili e ripple marks sono presenti sia negli strati laminitici sovrastanti che in quelli sottostanti a

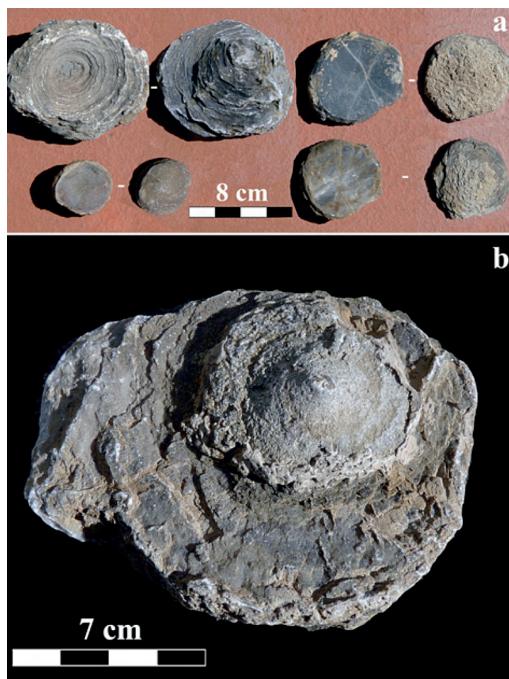


Figura 3-a: Strutture discoidali isolate, b) struttura discoidale ancora inglobata nello strato di calcite fibrosa.

quelli dove si trovano gli strati di calcite fibrosa. Questi ichnofossili sono caratteristici di ambiente batiale con buona ossigenazione e l'attività di organismi detritivori di norma si svolge in prossimità della superficie dei fondali o poco al di sotto di essa. Sempre in questi strati si trova anche la pirite in aggregati globulari.

L'assenza di queste tracce fossili negli strati che contengono quelli con calcite fibrosa può essere indicativo di ambiente scarsamente ossigenato, ipoteticamente favorevole al processo diagenetico che avrebbe permesso la trasformazione della calcite (o aragonite?) in calcite fibrosa dovuto anche alla forte pressione del seppellimento da parte di importanti strati di sedimenti [8,9].

La struttura fibrosa potrebbe essersi generata da un accrescimento espansivo dovuto alla forte pressione del sedimento ricoprente in condizioni in cui è prevalente il rilascio di compressione orizzontale e alla cristallizzazione preferenziale del CaCO₃ durante la diagenesi all'interno di fanghi ancora plasticci, con formazione di concre-

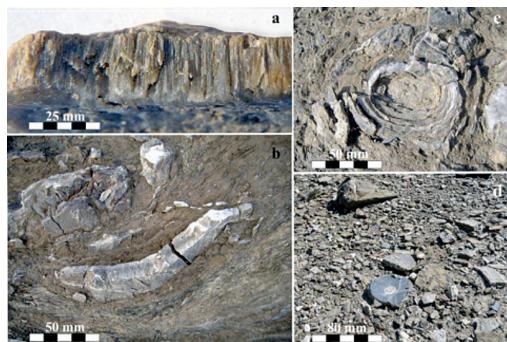


Figura 4-a: Particolare della struttura fibrosa, b) erosione dei sedimenti dai quali si distaccano gli strati di calcite fibrosa, c-d) elementi discoidali ancora inglobati nei sedimenti argillitici.

zioni discoidali per deformazione del sedimento incassante per contrazione o dilatazione, che avrebbe prodotto depressioni coniche in punti di diversa concentrazione di minerale. Mentre i corrugamenti potrebbero essere dovuti alla dissoluzione diacronica superficiale del materiale cementante.

Altra ipotesi è che queste strutture discoidali potrebbero essersi prodotte con un meccanismo simile al "Displacive Crystal Growth Mechanism" [10]. Un "meccanismo di spostamento

dell'accrescimento cristallino" che avverrebbe quando il sedimento inglobante non è ancora completamente consolidato, quindi la struttura cristallina occuperebbe sempre più spazio durante la crescita e la variazione di pressione incontrata causerebbe la formazione della struttura conica. Questo meccanismo è stato a suo tempo ipotizzato da Shaub [11] in particolare per altri tipi di strutture, le "cone-in-cone structures". Queste strutture, ben diverse da quelle osservate sui Monti Livornesi, sono generalmente di forma conica allungata e formano delle colonnine di coni impilati uno dentro l'altro. Anche Boggs [12] che è in accordo con i precedenti Autori sempre relativamente alle origini di queste strutture, nella descrizione, mette in evidenza alcuni particolari che si ritrovano perfettamente identici sui discoidi del livornese "...their edges are ridged and grooved. Their appearance is usually rough and hummocky and their formation is due to fibrous calcite crystals growing in the sediment..... The cones are usually at right angles to the sedimentary layering or bedding. The ridges on the side of the cone become less pronounced near the apex. Growth of fibrous crystals in layers results in vertical pressures in the rock causing small breakages..... The cement minerals dissolve leaving ridges along the cone surfaces".

Il fatto che gli elementi discoidali, in sezione, non mostrino alcuna struttura interna, fughebbe ogni dubbio su una delle diverse ipotesi prospettate in passato, come quella sulla possibilità che potesse trattarsi di strutture algali [13]. Anche se una forte azione diagenetica potrebbe aver cancellato ogni traccia di eventuali strutture organiche.

Recentemente è stato raccolto un campione molto interessante, si tratta di uno strato di calcite fibrosa sul quale si possono osservare due piccoli discoidi "in fase di distacco" (Fig. 5).

Questa situazione farebbe pensare si possa trattare di "corpi estranei" fortemente diagenizzati, che hanno reagito in modo diverso dal resto dello strato inglobante a seguito di sollecitazioni meccaniche e variazioni chimico-fisiche. Una situazione di "distacco" simile, dovuta a contrazione, si può verificare in natura su superfici fangose non sommerse, esposte all'aria e in fase di essiccazione che in genere provoca il distacco di scaglie poliedriche.



Figura 5: Elementi discoidali (1,2) parzialmente distaccati dallo strato di calcite fibrosa, b-c-d) discoide centrale (1) in varie viste.

Secondo Peter Cobbold (c.p.), riferendosi ai discoidi dei Monti Livornesi “...the objects started as fossils and then transformed into fibrous veins with conical fractures, as a result of overpressure”. Anche questa ipotesi sembrerebbe fugata dal fatto che nel frammento di strato di calcite di figura 5, la particolare superficie rugosa da cui “emergono” i due discoidi, si trova identica anche sul lato opposto, quindi non sembrerebbe trattarsi di un sedimento sulla cui superficie si possono essere formati o depositati organismi. Restano ancora molti dubbi sull’origine di questi discoidi che solo ulteriori acquisizioni di dati e analisi più approfondite, probabilmente potranno chiarire.

Ringraziamenti

L’Autore ringrazia il Dr. Cristian Biagioni del Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Pisa per le analisi effettuate su alcuni campioni, il Prof. Peter Robert Cobbold, Université de Rennes, per la fattiva discussione sulla possibile origine dei discoidi. Altri Istituti universitari, sia italiani che esteri, ai quali è stata inviata ampia documentazione, anche se non hanno risposto o non hanno mostrato particolare interesse al soggetto.

Bibliografia

- [1] G.B. Passeri. Dell’istoria de’ fossili del pescarese e d’altri luoghi vicini. Dissertazioni I-IV. Stamp. del Longhi, Bologna, 1775.

- [2] <http://www.parcosimone.it/?IDC=63&ID=161&page=5> (anno di consultazione: 2009)
- [3] Joeckel R.M. Enigmatic structures in an upper Pennsylvanian (Kasimovian) marine limestone. *PALAIOS*, v.23, 2008: 833-847.
- [4] E. Bartoletti, A. Bossio, M. Esteban, R. Mazzanti, R. Mazzei, G. Salvatorini, G. Sanesi, P. Squarci. Studio geologico del territorio comunale di Rosignano M.mo in relazione alla carta geologica alla scala 1:25.000. *Quad. Mus- St. Nat. Livorno* 6 (Suppl. 1) 1985 : 33-127.
- [5] A. Lazzarotto, R. Mazzanti, C. Nencini. *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalvetti*. *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno*, 11(Suppl. 2) 1990: 1-85.
- [6] F. Sammartino. I minerali di Poggio della Quercia (Collesalvetti - Livorno). Una nuova località mineralogica per i Monti Livornesi. *Codice Armonico*, 2012: 40-47.
- [7] F. Sammartino, Bisconti M., Borzatti De Loewenstein A., Carnieri E. Ripple marks e tracce fossili nelle formazioni del Cretaceo superiore del Rio Ardenza, Livorno. *Codice Armonico*, 2008: 30-34.
- [8] P.R. Cobbold, G. Ruffet, N. Rodrigues, H. Loset. Widespread bedding-parallel veins of fibrous calcite (“beef”) in a mature source rock (Vaca Muerta Fm, Neuquén Basin, Argentina): Evidence for overpressure and horizontal compression. *Journal of the Geological Society*, 06-166(4), 2009: 695-709.
- [9] A. Zanella, P.R. Cobbold, L. Rojas. Beef veins and thrust detachments in Early Cretaceous source rocks, foothills of Magallanes-Austral Basin, southern Chile and Argentina: Structural evidence for fluid overpressure during hydrocarbon maturation. *Marine and Petroleum Geology*, Elsevier, 55, 2014: 250-261.
- [10] R.W. Fairbridge, M. Rampino. “Diagenetic Structures”. In Middleton, G.V.. *Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks*. Kluwer Academic Publishers, 2003: 219–225.
- [11] B.M. Shaub. Origin of Cone-In-Cone and its Bearing on the Origin of Concretions and Septaria. *American Journal of Science* 34 (5), 1937: 331-344.
- [12] S. Boggs. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 1995
- [13] F. Sammartino. *Minerali, miniere e cave dei Monti Livornesi*. Comune di Livorno. 2009.

Interventi straordinari di ripristino dopo la tromba d'aria del 19 settembre 2014 a Massaciuccoli nell'ambito della gestione degli aggallati nella Riserva del Chiarone

Lucia Picchi*¹, Alice Avanzi, Gianluca Bedini¹, Andrea Fontanelli¹

Parole chiave: Oasi LIPU Massaciuccoli; Gestione ambientale; Zone umide

Il giorno 19 settembre 2014 la parte settentrionale della Toscana è stata colpita da intensi nubifragi. In particolar modo la sponda orientale del Lago di Massaciuccoli, compresa la Riserva naturale del Chiarone, gestita dalla LIPU, è stata interessata da una violenta tromba d'aria che ha causato gravi danni alle strutture dell'Oasi e ha cambiato la geografia stessa del luogo, arrivando anche a staccare dalla terraferma un appezzamento di circa 10.000 mq di palude galleggiante (localmente definita come "aggallato"), spostandolo verso Ovest di un centinaio di metri e portandolo a ostruire il canale del Porto. Tale aggallato, di importanza cruciale per la Riserva, ospita l'ultima sfagneta del Lago in buono stato di conservazione, che è l'unica visitabile grazie al sistema di camminamenti a palafitta del "percorso natura". Nei giorni immediatamente seguenti all'evento si è proceduto con una stima dei danni e con una pianificazione degli interventi urgenti. In seguito si è provveduto a riaprire l'accesso al canale del porto, per mezzo di un escavatore montato su una chiatte. Il materiale di risulta è stato utilizzato per costruire un argine artificiale, in grado di richiudere il nuovo accesso laterale al Chiarone formatosi con il distacco della sfagneta. Inoltre, si è provveduto a fissare la sfagneta e un altro aggallato di grosse dimensioni mediante l'impianto di vecchi pali telefonici di legno lunghi 8 metri sul fondo del lago.

1. Introduzione

Le zone umide, intendendo con questo termine tutti quei sistemi ambientali legati in un certo qual modo alla presenza dell'acqua (laghi, stagni, fiumi, torbiere ecc.), sono – per loro stessa natura – ambienti dinamici, di rapida evoluzione, di grande interesse naturalistico e conservazionistico, da mantenere e valorizzare, data la loro naturale ricchezza in termini di specie di flora e fauna.

Fino ad un passato abbastanza recente, le aree umide hanno rappresentato una risorsa fondamentale per le popolazioni che vi risiedevano. Di fatto gli abitanti del luogo mettevano in atto azioni consapevoli di conservazione dell'ambiente circostante mediante empirici, ma funzionali, modelli di gestione finalizzati si alla conservazione nel tempo delle produzioni desiderate, legate alla sussistenza, ma anche a quella degli ecosistemi naturali. I cambiamenti

socio-economici avvenuti nel secolo scorso hanno provocato un diffuso abbandono di queste antiche pratiche gestionali, fattore che ha avuto come conseguenza principale un'accelerazione dell'evoluzione naturale dei luoghi, accompagnata da fenomeni di degrado e di banalizzazione del paesaggio.

Oggi la gestione di questi ambienti è affidata a istituzioni come parchi e riserve naturali, che cercano (faticosamente) di rimettere in campo le medesime azioni gestionali, seppur in

gli autori

¹ Oasi LIPU Massaciuccoli – Riserva Naturale del Chiarone, Via del Porto 6, loc. Massaciuccoli, 55054 Lucca (LU) Italia
oasi.massaciuccoli@lipu.it

* autore per corrispondenza

risposta a esigenze diverse, al fine di garantirne la conservazione.

Un ottimo esempio di quanto appena esposto è rappresentato dalle azioni di ripristino dello stato dell'ambiente e dei luoghi nella Riserva Naturale del Chiarone (LU), in seguito all'evento meteorologico eccezionale che ha riguardato la Toscana settentrionale nel settembre 2014. La trattazione di queste attività gestionali rappresenta l'obiettivo del presente lavoro.

1.1 Area di Studio

La Riserva Naturale del Chiarone è un'area palustre e lacustre di 60 ha (Coordinate geografiche: 43°51'N, 10°20'E) situata sulla sponda orientale del Lago di Massaciuccoli, nel comune di Massarosa (LU). Essa è parte integrante del bacino del Lago di Massaciuccoli, la maggiore area umida della Toscana, di cui la Riserva rappresenta, peraltro, soltanto il 3% dell'estensione complessiva. Tutto il comprensorio è incluso all'interno del Parco Naturale Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli, istituito nel 1979; al suo interno si individuano più riserve naturali (17), tra cui quella del Chiarone, gestita dalla Lipu (Lega Italiana Protezione Uccelli) sin dal 1985. La sua posizione geografica, tra il bacino del corpo idrico principale e le retrostanti colline di Oltreserchio, le conferisce un importante ruolo di margine e di interfaccia nei flussi energetici tra i due distinti sistemi ambientali; essa funge, inoltre, da corridoio tra i due comparti (meridionale e settentrionale) del comprensorio palustre.

Nella Riserva troviamo ambienti diversi e rappresentativi delle zone umide dulciacquicole. La vegetazione dominante della palude è rappresentata da letti di falasco (*Cladium mariscus* (L.) Palla), mentre lungo il margine dei canali e le sponde del Lago è presente il canneto a *Phragmites australis* (Cav.) Trin. In alcune zone il fragmiteto si inserisce all'interno del falascheto, dando origine a un fragmiteto-falascheto misto (Tomei et al., 1997). L'uniformità della copertura vegetale è interrotta in alcune aree dai cosiddetti "chiari", zone di acque libere e mediamente basse, che ospitano trampolieri e anatre selvatiche. Di particolare interesse è la presenza degli "aggallati", isole galleggianti originatesi grazie alla morfologia specifica dei rizomi della cannuccia di palude:

questi apparati sono dotati di canali aeriferi che consentono il galleggiamento di tutto il corpo vegetale e il progressivo avanzamento a colonizzare lo specchio d'acqua. Lo spessore dello strato galleggiante viene poi a essere alimentato progressivamente dai residui delle parti vegetative e nel tempo può divenire molto consistente (anche sino a 50-60 cm). Gli aggallati rappresentano habitat di pregio soprattutto per le essenze vegetali che qui si rinvengono, dai boschi di frangola (*Fragola alnus* Miller) e ontano nero (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) con felce florida (*Osmunda regalis* L.) nello strato inferiore, alle torbiere a sfagno (*Sphagnum* sp. pl.), un muschio di origine nordica relitto dell'ultima glaciazione. Le torbiere a sfagno ospitano a loro volta numerose piante particolarmente rare, come la rosolida (*Drosera rotundifolia* L.) e il centonchio palustre (*Anagallis tenella* (L.) L.). Gli aggallati si rinvengono lungo tutto il margine della palude adiacente allo specchio lacustre; talvolta sotto l'azione degli agenti atmosferici possono distaccarsi dal margine e andare a costituire vere e proprie isole natanti, denominate localmente "cesti".

Molteplici sono le specie di uccelli che popolano stagionalmente questi ecosistemi. Il Lago di Massaciuccoli occupa una posizione geografica tale da farne un importante punto di transito e sosta per i migratori e la sua grande varietà di habitat rende possibile la presenza di un elevato numero di specie, tra cui ricordiamo il falco pescatore (*Pandion haliaetus*), le marzaiole (*Anas querquedula*) e i mignattini (*Chlidonias niger*) che in primavera sorvolano le acque libere del Lago. Questa vasta zona umida con i suoi estesi canneti riveste una grande importanza anche per gli uccelli nidificanti; così troviamo popolazioni importanti di airone rosso (*Ardea purpurea*), tarabusino (*Ixobrychus minutus*), falco di palude (*Circus aeruginosus*), cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), oltre a numerose specie di piccoli passeriformi di canneto, tra cui il forapaglie castagnolo (*Acrocephalus melanopogon*), il pendolino (*Remiz pendulinus*), fino ai più comuni cannaeccione (*Acrocephalus arundinaceus*) e cannaiola (*Acrocephalus scirpaceus*).

La Riserva è dotata di percorsi su palafitta che attraversano la palude e di osservatori in cui sono possibili attività di *birdwatching*.

1.2 La gestione del sito

All'interno della Riserva il personale e i volontari Lipu svolgono diverse attività di gestione, dagli sfalci periodici della vegetazione palustre dei "chiari" e del bosco umido al margine della Riserva, al fissaggio degli aggallati e delle isole palustri, dalla manutenzione delle strutture per la visita (percorso "natura" accessibile anche a disabili, Centro Visite e foresteria, bilance storiche per la pesca) al monitoraggio di flora e fauna. Un'attenzione particolare viene dedicata alla conservazione della morfologia della Riserva, attraverso il fissaggio degli aggallati e il recupero con successivo posizionamento delle isole palustri. Il paesaggio del Lago e della palude di Massaciuccoli è senza dubbio ricco di valenza culturale, essendo plasmato e modellato da una presenza umana secolare che *in* questo luogo non solo è vissuta, ma *di* questo luogo è vissuta,

traendovi tutte le risorse economiche e materiali necessarie con le storiche attività di caccia, di pesca, di raccolta e commercio del falasco e delle altre erbe palustri, di navigazione per il trasporto di materiali, ecc. Dalle osservazioni di fotografie storiche e di mappe tratte da foto aeree si può facilmente notare come questo paesaggio, in un passato abbastanza recente, fosse profondamente diverso e, in particolare, è evidente un sistema complesso e frastagliato di aggallati e isole palustri disposti lungo tutta la linea di costa. La presenza di questi ambienti era garantita dalla continua azione dell'uomo ed era rispondente alle sue esigenze, poiché essi conferivano una diversificazione di habitat e una complessità paesaggistica funzionali alla fruizione da parte della fauna, in particolar modo dell'avifauna di interesse venatorio.

Con i cambiamenti della società e il conseguente abbandono di queste attività tradizionali, in soli

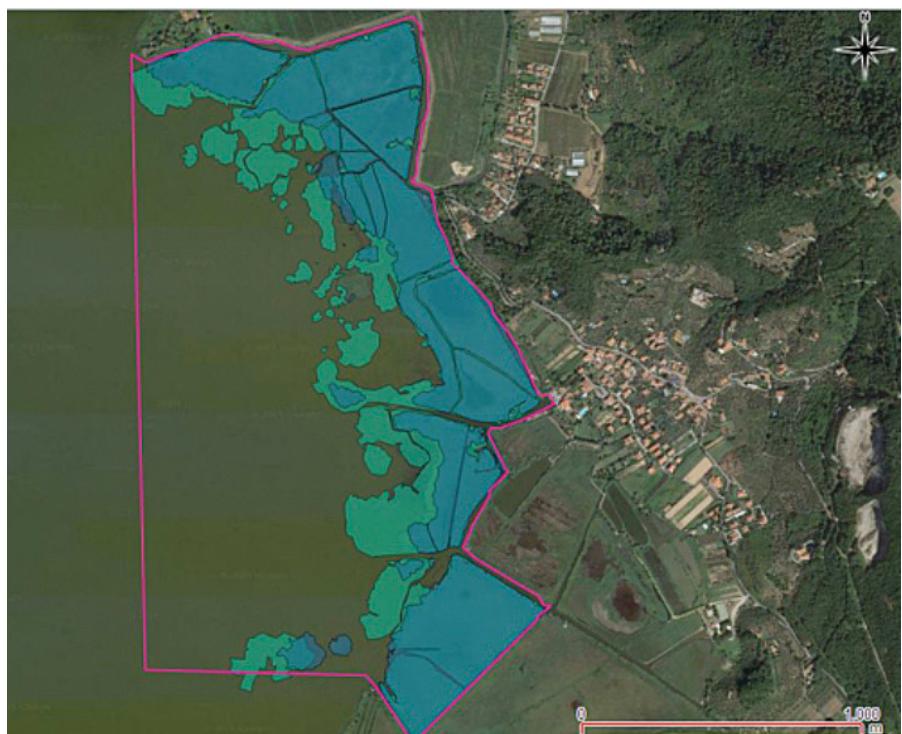


Figura 1: Foto aeree della Riserva Naturale del Chiarone nel 1954 (verde) e nel 2009 (blu). La sovrapposizione mostra le variazioni della linea di costa nell'intervallo temporale (Fonte: Google Map. Scala: 1:15.000).

sessant'anni la morfologia della Riserva e quella dell'assetto della linea di costa sono state segnate da profondi cambiamenti. Si assiste, di fatto, a una progressiva omogeneizzazione e "banalizzazione" del paesaggio, con la graduale perdita di questo sistema di isole e isolotti di vegetazione e con il distacco progressivo di nuove porzioni palustri dal margine (Fig. 1).

Il distaccamento di porzioni di palude e l'allontanamento degli aggallati sono influenzati soprattutto dal vento e dalle fluttuazioni del livello dell'acqua e ne sono una conseguenza naturale. Da chiarire, invece, come l'abbandono delle storiche attività gestionali della vegetazione palustre (taglio del falasco, raccolta di erbe palustri, ecc.) possa aver influito e continui a condizionare tuttora le dinamiche di indebolimento fisico dei margini.

1.3 L'evento eccezionale del 19 settembre 2014

Nelle ore mattutine del 19 settembre 2014 la Versilia e buona parte della provincia di Lucca sono state investite da un violento temporale, con intense raffiche di vento che hanno raggiunto punte di oltre 100 km/h (Dal bollettino meteo ANSA, stazione meteorologica collocata all'interno della Riserva, a cura del CNR Firenze).

Tali eventi meteorologici estremi possono modificare significativamente l'assetto del territorio in tempi brevissimi. La tromba d'aria, accompagnata da violenta pioggia e grandine, ha interessato la sponda orientale del Lago e quindi la Riserva, intorno alle 11.30, causando rilevanti danni alle strutture dell'Oasi, fino a modificare la geografia dell'ambiente palustre. Le principali conseguenze nella Riserva Naturale del Chiarone sono state le seguenti (Fig. 2):

1. un aggallato di 1 ha di superficie, denominato "Sfagneta", in quanto ospitante una delle ultime due sfagnete relitte del Lago in buono stato di conservazione (oltre ad essere l'unica visitabile poiché raggiungibile dal percorso dell'Oasi), si è staccato dalla costa, subendo una traslazione di circa 100 m verso ovest e una rotazione di circa 90° in senso antiorario. Muovendosi, esso è andato a ostruire parzialmente il canale del Porto, consentendo unicamente il passaggio delle piccole imbarcazioni tradizionali, denominate tipicamente "barchini", ma impedendo la

navigazione di natanti di media stazza (come i battelli turistici da 80 posti normalmente impiegati per il trasporto delle persone).

2. Il movimento della sfagneta ha creato una comunicazione diretta tra il canale del Porto e l'ansa del Chiarone, fino a quel momento aree contigue ma separate.
3. Due isole galleggianti, rispettivamente di 5.000 mq e 10.000 mq di estensione, precedentemente situate all'interno della Riserva, si sono svincolate, andando ad appoggiarsi alla sponda del Lago opposta alla Riserva, in zona Torre del Lago.
4. Altri spostamenti di porzioni di palude si sono registrati lungo tutta l'estensione della Riserva, in particolare nella parte meridionale, dove una porzione di sponda galleggiante di circa 5,5 ha ha subito una rotazione in senso orario di circa 15°, non distaccandosi completamente dalla palude ferma, ma aprendo comunque un canale a fondo cieco con ampiezza massima di 35 m.
5. Ingenti sono stati i danni provocati alle strutture dedicate alla visita della Riserva. Il distacco della sfagneta ha provocato la perdita di 40 m di camminamento in legno situati sulla stessa e un'inclinazione di circa 30° di 80 m di camminamento e di un osservatorio nella porzione di palude adiacente l'aggallato.
6. Altri problemi hanno interessato le vie di comunicazione d'acqua e di terra, a causa di caduta di alberi e dello spostamento su un argine di una piccola casa galleggiante, in uso all'Oasi Lipu.

2. Materiali e Metodi

Il giorno stesso dell'evento si è effettuato un sopralluogo a piedi per prendere visione dei danni alle strutture destinate alla visita. Ispezioni successive da punti panoramici sulle colline sovrastanti ed esplorazioni sul Lago a bordo di barchini hanno permesso di verificare le ripercussioni dell'evento sull'assetto morfologico della linea di costa.

Una volta chiariti quali fossero gli interventi più immediati da effettuare, si è provveduto a pianificare una strategia di ripristino in base alle urgenze e alle risorse disponibili.



Figura 2: Immagini aeree a confronto prima del passaggio del tornado (immagine A, anno 2013) e dopo (immagine B, 20 Settembre 2014). I numeri riportati corrispondono alle conseguenze descritte nel paragrafo 1.3. Le linee bianche rappresentano altri spostamenti di minore entità del margine palustre. (Fonte: Google Map. Scala chilometrica riportata in figura).

- Come prima misura è stato interdetto per motivi di sicurezza l'accesso del pubblico al tratto di camminamento inclinato e all'osservatorio.
- Successivamente una squadra di quattro persone provviste di funi e motosega ha liberato l'accesso ai canali navigabili dagli alberi.
- Per rimettere in posizione la casa galleggiante è stato utilizzato un tiretto trasportabile, ancorato a un albero, e un cavo d'acciaio, assicurato alla base della struttura.

Per questi interventi preliminari non è stata sostenuta alcuna spesa, poiché i lavori sono stati eseguiti dal personale Lipu con l'aiuto di volontari.

- La navigabilità del canale del Porto è stata ripristinata grazie ad un'operazione

d'escavazione della sponda meridionale del canale stesso condotta da un escavatore posizionato su una chiatte, visti i ripetuti tentativi falliti di spostare la sfagneta con rimorchiatore.

- Per chiudere il grosso varco creatosi dal distacco della sfagneta, sulla sponda settentrionale del canale del Porto è stato realizzato un argine di 70 m, utilizzando 80 pali in castagno lunghi 4 m, opportunamente piantati sul fondale del Lago a formare una striscia, successivamente colmata con la terra di scavo della sponda opposta (Fig. 3). I pali sono stati trasportati *in loco* su una chiatte galleggiante di 5x3 m, trainata da un barchino da palude a motore elettrico, e

piantati a mano sul fondale del Lago in due file parallele a distanza di circa 2 m l'una dall'altra. A protezione dell'argine dall'erosione, esternamente alle file di pali, è stata posizionata a breve distanza una rete metallica a maglia esagonale da 20 mm. La rete è stata immersa per 180 cm ed è stata fissata con pertiche di canna di bambù, piantate sul fondale e collegate ai pali. Lo spazio tra la rete e l'argine è stato poi utilizzato nei mesi successivi come luogo ove deporre il materiale proveniente dal taglio della vegetazione palustre, in modo da rinforzare il "corpo" dell'argine dall'erosione dovuta al moto ondoso, causato dal transito dei battelli. A ulteriore consolidamento, sono state piantate sulla sommità talee di salice a circa 3 m di distanza l'una dall'altra.

- Per assicurare la sfagneta nella sua nuova posizione, sono stati acquistati 12 pali in larice lunghi 9 m dismessi della SIP, che sono stati piantati nel reticolo di radici dell'aggallato fino al fondo del Lago, arrivando a sporgere circa 50 cm dalla superficie. Per tale operazione i pali sono stati sollevati e poi piantati dal braccio dell'escavatore montato su chiatta.
- Dopo alcuni giorni dall'evento, l'isola più grande (10.000 mq di estensione) che si era

spostata a Torre del Lago è stata riportata dal vento di mare nella Riserva del Chiarone, in prossimità della sponda della palude. Per mantenerla nella nuova posizione sono stati acquistati e posizionati altri 9 pali. Essi sono stati piantati manualmente dal personale Lipu, secondo un vecchio metodo tradizionale che si suddivide in due fasi: inizialmente il palo viene mantenuto in posizione verticale utilizzando delle funi bilanciate tra loro (Fig. 4); in seguito viene incernierato a un secondo palo disposto trasversalmente sul quale salgono gli operatori che con il loro peso ne favoriscono la penetrazione nel terreno palustre. La seconda fase viene ripetuta più volte, fino a portare la base del palo alla profondità desiderata.

3. Risultati

La navigabilità del canale del Porto per il passaggio di barche e battelli è stata completamente ripristinata, con un certo inevitabile mutamento nel suo profilo.

- L'intervento di palificazione ha definitivamente posizionato la "sfagneta" nel luogo in cui si era fermata al termine dell'evento, mantenendola all'interno della Riserva.



Figura 3: Lavori di costruzione dell'argine per separare il canale del Porto dall'area del "Chiarone": Fase di riempimento con terra di scavo a opera di un escavatore posizionato su chiatta galleggiante.

- La palificazione dell'isola di 10.000 mq dovrebbe escludere, anche in questo caso, la possibilità di un altro spostamento futuro, almeno in condizioni atmosferiche non di tipo eccezionale.
- Per quanto riguarda la stabilità strutturale dell'argine artificiale, al momento non vi sono stati cedimenti in nessun punto, ed esso svolge egregiamente la funzione di mantenere separati i due ambienti e impedire il flusso di barche e canoe direttamente nell'area del Chiarone. Le talee di salice hanno attecchito e la nuova struttura si è perfettamente integrata nell'ambiente circostante.
- Per quanto riguarda i cambiamenti avvenuti nella parte meridionale della Riserva, nel gennaio 2016 sono iniziati i primi interventi di messa in sicurezza delle sponde, con la piantumazione di 5 pali per impedire ulteriori spostamenti o distacchi di porzioni di palude.
- Con l'inizio del 2016, grazie a fondi ripetuti dall'Ente Parco, sono partiti, e sono al

momento attuale in fase di esecuzione, anche i lavori di ripristino del tratto di camminamento e dell'osservatorio interdetti al pubblico all'indomani dell'evento.

4. Considerazioni conclusive

I risultati conseguiti rispondono alle finalità di una corretta gestione di una zona umida, che sono principalmente quelle di conservare gli habitat e le specie e, contemporaneamente, di garantirne la fruibilità da parte del pubblico. Mantenere un buon equilibrio tra questi due obiettivi è fondamentale, poiché di fatto l'uno sostiene l'altro: la fruibilità è funzionale alla conservazione, in quanto consente di svolgere attività di educazione ambientale e di raccogliere fondi da reinvestire; al tempo stesso la conservazione è funzionale alla fruizione, poiché mantiene l'ecosistema ricco e in buona salute, e quindi attraente per i visitatori.

Un ulteriore spunto di riflessione riguarda la gestione in maniera conservativa di un contesto che, per sua stessa natura, è estremamente dinamico e in costante evoluzione. Le azioni di conservazione sono state portate avanti per secoli dalle popolazioni che di questo habitat vivevano: il taglio della vegetazione e la raccolta delle erbe palustri rallentavano il naturale processo d'interramento e contribuivano a mantenere l'ambiente giovane e diversificato; la gestione delle isole galleggianti provvedeva, a sua volta, a disegnare un paesaggio funzionale alla massima produzione di risorse faunistiche. Il confronto delle foto aeree della Riserva Naturale del Chiarone a partire dal 1954 a oggi fornisce un'idea dei cambiamenti avvenuti in seguito all'abbandono di un certo tipo razionale di gestione (Fig. 5). È solo, dunque, con una presenza e un'azione costanti da parte dell'uomo che certi tipi di paesaggi culturali, come l'area in questione, possono conservarsi e continuare a garantire i propri servizi ecosistemici di base e le pratiche descritte in questa breve trattazione vanno in questa direzione.



Figura 4: Fissaggio dell'isola palustre di 10.000 mq mediante l'infissione manuale di pali in legno.

Ringraziamenti

È desiderio degli Autori ringraziare i Volontari della Lipu di Massaciuccoli, i quali a seguito dell'evento si sono adoperati con fervore ed entusiasmo nelle operazioni di costruzione dell'argine e di cattura e riposizionamento delle piccole isole. Un ulteriore sentito ringraziamento agli affezionati amici e frequentatori dell'Oasi Lipu, che hanno contribuito alla campagna di raccolta fondi per le operazioni di ripristino della Riserva.

Bibliografia

P.E.Tomei, E. Guazzi, A. Barsanti: La carta della vegetazione delle paludi e del Lago di Massaciuccoli. Lago di Massaciuccoli - 13 Ricerche finalizzate al risanamento – Febbraio, 1997: 275-288
Editrice Universitaria Litografia Felici – Pisa.

La Pineta Marradi di Castiglioncello: verso una razionale riqualificazione

Francesca Di Dato^{1*}, Monica Ceccanti^{2**}, Andrea Immorali^{3**}, Giacomo Lorenzini^{14*}, Rosano Massai^{5*}, Cristina Nali^{6*}, Elisa Pellegrini^{7*}, Francesco Pitta^{8*}, Damiano Remorini^{9*}

Parole chiave: *Visual Tree Assessment, biomeccanica, fitodiagnostica per immagini*

La Pineta Marradi di Castiglioncello (Comune di Rosignano Marittimo, Provincia di Livorno) è un ampio spazio verde (7,5 ha), apprezzato da residenti e villeggianti per il suo valore paesaggistico-ornamentale, la fruibilità per gli utenti e la felice collocazione fronte-mare. Purtroppo, l'età vetusta e la non sempre ottimale gestione nel tempo del patrimonio arboreo hanno contribuito alla creazione di situazioni di potenziale pericolo per il cittadino (nel caso di schianti e crolli di branche o di interi alberi) e impongono profonde riflessioni circa gli interventi più urgenti da mettere in atto, pur tenendo presenti le ristrettezze economiche che affliggono da tempo gli enti locali. Con questa filosofia, l'Amministrazione Comunale ha ritenuto opportuno attivare una forma di collaborazione istituzionale con il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa, allo scopo di procedere a una ricognizione dettagliata degli alberi, con esami visivi e strumentali (dendropenetrometria e diagnostica per immagini), al fine di mettere in evidenza situazioni critiche (es. attacchi di parassiti xilofagi, presenza di carie del legno, inclinazione, difetti strutturali e meccanici) e, quindi, individuare percorsi di riqualificazione e ottimizzazione che dovranno necessariamente prevedere il reinserimento di nuovi alberi in sostituzione di quelli ormai vetusti e a rischio che saranno abbattuti. Il tutto in un contesto fortemente condiviso con i portatori di interesse, Amministrazione Comunale e cittadini in prima fila. Il lavoro svolto fornisce un accurato quadro generale di riferimento sul quale sarà basata la successiva fase di riprogettazione dell'intera area che l'Amministrazione Comunale affiderà ad affermati professionisti del settore, sulla base dell'esito di un concorso di idee che ha visto 21 partecipanti. Nel dettaglio, ciascun esemplare (in totale 1589 piante) è stato cartellinato e inserito in una scheda analitica che comprende l'attribuzione a una classe di propensione al cedimento, sulla base dei protocolli della Società Italiana di Arboricoltura; contestualmente sono specificate indicazioni arboricolturali e selvicolturali per eventuali interventi (potature, abbattimenti, etc.), in relazione anche alla tipologia del bersaglio e alla sua sensibilità.

Introduzione

Quella della Pineta Marradi di Castiglioncello è una storia decisamente interessante e ricca di testimoni: si tratta di un parco urbano (7,5 ha la superficie) delimitato a Nord dalla via Aurelia e a sud dal Mar Tirreno (scogliera e stabilimenti balneari), che da sempre svolge funzioni di attrazione per un'area a forte vocazione turistica. Come per la quasi totalità delle pinete litoranee italiane [1], si tratta di un impianto artificiale, creato inizialmente con funzione protettiva dall'aerosol marino per le colture retrostanti. Il primo insediamento risale alla seconda metà dell'Ottocento: Diego Martelli (1839-1896,

critico d'arte e mecenate dei 'Macchiaioli') realizzò il viale che dalla sua dimora (ove attualmente troviamo il Castello Pasquini, costruito alla fine del XIX secolo) portava al mare. Nel 1889, afflitto da difficoltà economiche, Martelli cede la proprietà al barone Lazzaro Patrone. I terreni agricoli adiacenti vengono riconvertiti a parco secondo i gusti romantici dell'epoca, incrementando la presenza di pini. L'impianto prende il nome da Giovanni Marradi, poeta risorgimentale livornese (1852-1922) che, in quel periodo, si trovava a Castiglioncello e che trasse ispirazione da questa terra per molte sue opere letterarie. Travagliato è stato il periodo successivo alla Prima Guerra Mondiale, quando l'area rischiò la privatizzazione

e conseguente cementificazione, sino a quando (1922) essa fu acquistata dal Comune e quindi resa fruibile al pubblico. Innumerevoli da allora le personalità dell'arte, della politica e della mondanità che hanno trascorso periodi della loro vita frequentando la Pineta e contribuendo a renderla famosa nel mondo.

Negli anni '60 del secolo scorso viene realizzato un primo parziale intervento di rinnovo della vegetazione nell'area adiacente l'attuale Caserma dei Carabinieri. Nel 1994 sono state effettuate alcune piantumazioni per colmare i vuoti vegetazionali. Non sono segnalate successive significative opere di impianto, manutenzione o diradamento degli alberi.

Se inizialmente la funzione primaria dell'impianto era quella di barriera frangivento, oltre a consentire uno sfruttamento economico (produzione di legname e pinoli), da tempo la Pineta Marradi è un parco urbano con funzione turistico/ricreativa fruibile durante tutto l'anno. All'interno sono presenti attrezzature ludico-sportive-ricreazionali (area giochi per bambini, minigolf, campi da tennis e di calcio, cinema estivo all'aperto), punti di sosta e ristoro, edifici veri e propri, come la Caserma dei Carabinieri e quella della Guardia Costiera, Villa Celestina, immobile imponente in attesa di destinazione dopo alterne vicissitudini; è sede del mercato settimanale e di innumerevoli attività all'aperto.

La vegetazione arborea è costituita prevalentemente da pini termofili, in particolare pino domestico (*Pinus pinea* L.) e pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.), e - in misura molto minore - pino marittimo (*Pinus pinaster* Aiton). Significativamente presente è anche il leccio (*Quercus ilex* L.), specie caratteristica della macchia mediterranea, che probabilmente si è insediata spontaneamente, favorita dagli scarsi interventi di manutenzione soprattutto sul fronte mare. Si tratta in gran parte di una pineta monopiana a densità colma, nella quale le chiome si intrecciano, costituendo una copertura andante e continua, la cui consistenza riduce in maniera notevole la permeazione dei raggi solari e impedisce lo sviluppo di un piano dominato.

Purtroppo, l'età vetusta e la non sempre ottimale gestione nel tempo del patrimonio arboreo (unitamente a difetti di progettazione) hanno contribuito alla creazione di situazioni di potenziale pericolo per il cittadino (rischio di schianti

e crolli di branche o di interi alberi) e impongono profonde riflessioni circa gli interventi più urgenti da mettere in atto, pur tenendo presenti le ristrettezze economiche che affliggono da tempo gli enti locali. Con questa filosofia, l'Amministrazione Comunale ha ritenuto opportuno attivare una forma di collaborazione istituzionale con il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa, allo scopo di procedere a una dettagliata ricognizione degli alberi, con esami visivi e strumentali (dendropenometria, diagnostica per immagini con tomografia sonica), al fine di mettere in evidenza situazioni critiche (es. attacchi di parassiti xilofagi, presenza di carie del tronco, inclinazione, difetti strutturali e meccanici del fusto) e, quindi, individuare percorsi di riqualificazione e ottimizzazione che dovranno necessariamente prevedere il reinserimento di nuovi alberi in sostituzione di quelli ormai vetusti e a rischio che saranno abbattuti. Il tutto in un contesto fortemente condiviso con i portatori di interesse, Amministrazione Comunale e cittadini in prima fila. Il lavoro svolto fornisce un accurato quadro generale di riferimento sul quale sarà basata la successiva fase di riprogettazione dell'intera area che l'Amministrazione Comunale affiderà ad affermati professionisti del settore, sulla base dell'esito di un concorso di idee che ha visto ben 21 partecipanti e che è stato inserito nel relativo regolamento urbanistico.

gli autori

* Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa, Via del Borghetto, 80 - 56124 Pisa

** Comune di Rosignano Marittimo, Settore Programmazione e Sviluppo del Territorio

1 f.didato@live.it

2 m.ceccanti@comune.rosignano.livorno.it

3 a.immoralì@comune.rosignano.livorno.it

4 giacomo.lorenzini@unipi.it

5 rossano.massai@unipi.it

6 cristina.nali@unipi.it

7 elisa.pellegrini@for.unipi.it

8 f.pitta@email.it

9 damiano.remorini@unipi.it; autore per corrispondenza



Tavola A: 1) gruppo di pini domestici in prossimità della scalinata a Nord dei campi da tennis; 2) dettaglio di fusti di pini domestici con evidente inclinazione; 3) cavità sul fusto; 4) ferite aperte e cicatrizzate al castello di un leccio e massiccia presenza di basidiomi di un agente cariogeno; 5) pini domestici con colletto fuso; 6) particolare della dimora di un pino domestico in conflitto con manufatto; 7) cavità al colletto e sul fusto di un leccio.

Lo scopo della presente indagine, realizzata nel periodo Febbraio-Dicembre 2015, è stato quello di stabilire il grado di pericolosità relativo alle condizioni degli alberi presenti nella Pineta, attribuendoli a classi di propensione al cedimento predefinite, e prevedere le operazioni e gli interventi per la loro messa in sicurezza.

Materiali e Metodi

Operativamente si è proceduto seguendo protocolli standardizzati [2, 3], secondo le seguenti fasi in successione:

1. individuazione dei singoli esemplari mediante numerazione progressiva, cartellinatura, georeferenziazione e mappatura;
2. indagini sullo stato sanitario e sulla stabilità degli alberi, attraverso la tecnica VTA (*Visual Tree Assessment*), in accordo con le

metodiche aggiornate condivise dalla comunità scientifica;

3. verifiche strumentali per quantificare i difetti strutturali individuati (ove necessario);
4. attribuzione di ogni soggetto a una classe di propensione al cedimento;
5. archiviazione informatica dei dati raccolti (*database*) e loro restituzione cartografica.

Le azioni di cui al punto (1) sono finalizzate alla ricerca di segni premonitori di difetti e di scarsa vitalità o, comunque, di non conformità sotto il profilo biomeccanico [4, 5]. In particolare (ma non solo), si valuta l'inclinazione e si ricercano sollevamenti della zolla radicale, presenza di radici strozzanti, di tronchi codominanti (con eventualmente corteccia inclusa), di basidiocarpi, di cavità, di fenomeni di seccume/microfillia/fillipotosi (è possibile elencare fino a 120 sintomi importanti, distribuiti tra colletto, fusto e chioma). Laddove si individuano situazioni critiche, si procede con la fase (2), vale a dire esame approfondito con mezzi strumentali. Nel caso in studio si è fatto ricorso ai seguenti apparecchi:

- dendropenetrometro (*Resistograph*) [6];
- tomografo sonico (diagnostica per immagini, *Arbotom*) [7].

Il passo successivo (punto 4) consiste nell'attribuzione di ogni albero a una predeterminata "classe di propensione al cedimento" [8]. In sintesi, si tratta di una classificazione in 4+1 fasce, così riassumibile:

Classe A (pericolosità trascurabile): comprende i soggetti che non presentano segni, sintomi o difetti significativi, riscontrabili con il controllo visivo, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero sia ridotto. Utilizzando lo schema e la nomenclatura del D.Lgs. 81/2008 (T.U. sulla tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, in G.U. n. 101 del 30.04. 2008 - S.O. n. 108), la probabilità di accadimento di un evento (crollo) per queste piante è improbabile, e "susciterebbe incredulità tra gli addetti".

Classe B (pericolosità bassa): si tratta degli alberi che manifestano segni, sintomi o difetti lievi riscontrabili con il controllo visivo e a giudizio del tecnico con indagini strumentali, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero non sia sensibilmente ridotto. La probabilità di accadimento di un evento per queste piante è poco probabile, e "susciterebbe molta sorpresa tra gli addetti".

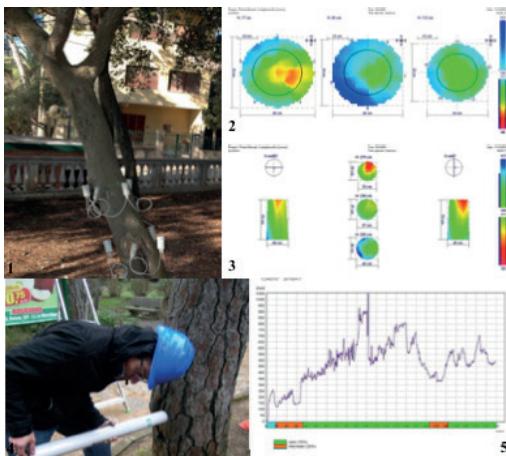


Tavola B: 1) Sensori del tomografo sonico applicati alla circonferenza di un leccio, su tre piani paralleli; 2) tomogramma sonico di tre sezioni trasversali del leccio n. 430, a 17, 60 e 113 cm dal suolo, rispettivamente: le tonalità cromatiche sono correlate alle velocità di trasmissione dell'onda sonica, sulla base della scala sulla destra (in $m s^{-1}$). Il cerchio interno individua la frazione residuale di legno inalterato minima ritenuta irrinunciabile per garantire la stabilità; 3) a destra e a sinistra: tomogrammi sonici di due sezioni longitudinali (rispettivamente in direzione E-O e N-S) e, al centro, di tre sezioni trasversali del leccio n. 434; 4) analisi dendropenetrometrica su pino domestico; il principio di funzionamento si basa sul fatto che la resistenza all'avanzamento di una punta metallica (registrata in continuo dallo strumento) è funzione delle condizioni del legno; 5) dendropenetrogramma ottenuto da Pinus pinea (n. 280); è stato identificato legno sano per circa il 76% del totale misurato (23 cm, in direzione N-E, a 30 cm dal suolo).

Classe C (pericolosità bassa): su queste piante vi sono segni, sintomi o difetti significativi riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. Tali anomalie fanno ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero sia sensibilmente ridotto. La probabilità di accadimento di un evento per queste piante è possibile, ma “susciterebbe sorpresa tra gli addetti”.

Classe C-D (pericolosità moderata): si tratta di una situazione transitoria: vi sono evidenti segni, sintomi o difetti gravi riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali, tali

da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale sia drasticamente ridotto. Per questi soggetti si deve indicare un insieme di interventi culturali, finalizzati alla riduzione del livello di pericolosità: qualora realizzati con successo, sarà possibile attribuire la pianta a una classe più favorevole, altrimenti sarà da collocare in D.

Classe D (pericolosità estrema): siamo in presenza di segni, sintomi o difetti gravi riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale sia esaurito. Le prospettive sono gravemente compromesse e ogni intervento di riduzione del livello di pericolosità risulterebbe insufficiente, o realizzabile solo con tecniche contrarie alla buona pratica dell'arboricoltura. Le piante appartenenti a questa classe devono, quindi, essere abbattute. La probabilità di accadimento di un evento per queste piante è molto probabile, e “non susciterebbe alcuna meraviglia”. Trattandosi di materia dinamica (il fattore di sicurezza si può modificare nel tempo, ovviamente in senso negativo), si rende indispensabile prevedere la ripetizione delle indagini, con una frequenza (in base al “periodo di ritorno”) correlata alla tipologia di fruizione dell'area e alla prevedibile evoluzione della situazione generale. Per completare il quadro, occorre aggiungere che il rischio è costituito dal prodotto tra la pericolosità insita nella pianta (la propensione al cedimento, appunto) e la vulnerabilità del luogo di potenziale caduta (importanza e valore del ‘bersaglio’) e, quindi, dalla relazione che lega la probabilità del verificarsi di un evento pericoloso ai danni che questo può provocare alle persone e ai manufatti. Nel caso in oggetto, poiché l'area è particolarmente vulnerabile – per frequentazione e presenza di manufatti, anche di pregio – si ha, di fatto, corrispondenza tra pericolo e rischio.

Il progetto si completa con l'archiviazione informatica dei dati raccolti (*database*) e la loro restituzione cartografica. A ogni pianta è stato assegnato un simbolo, in funzione della specie, e un colore, in base alla classe di propensione al cedimento.

Risultati del monitoraggio

In totale le piante censite e analizzate sono state 1589; si tratta prevalentemente di individui di

Pinus pinea (59% degli alberi totali), *Quercus ilex* (19%) e *P. halepensis* (17%). I restanti esemplari sono: 20 cedri (*Cedrus* sp. pl.), 18 pini marittimi (*P. pinaster*), 16 ginepri rossi (*Juniperus oxycedrus* L.), 7 palme delle Canarie (*Phoenix canariensis* Chabaud), 7 tamerici (*Tamarix gallica* L.), 5 cipressi (*Cupressus sempervirens* L.), 5 palme cinesi (*Trachycarpus fortunei* H.Wendl.), 3 olmi (*Ulmus minor* Mill.), 2 robinie (*Robinia pseudoacacia* L.), un alloro (*Laurus nobilis* L.), un ligusto (*Ligustrum lucidum* W.T.Aiton) e un pero (*Pyrus* sp.). Il quadro generale descrive una situazione non particolarmente soddisfacente. Anche se all'interno della pineta si trovano aree tra loro differenti per caratteristiche, uso e copertura vegetale, si assiste a una marcata prevalenza di difetti strutturali, imputabili a scorrette pratiche di gestione e manutenzione, nonché alla forte competizione tra piante dovuta a sesti di impianto troppo ravvicinati e alla mancata applicazione delle più elementari norme di gestione selvicolturale. In sintesi, ci troviamo in presenza di una situazione che merita attenzione e suscita preoccupazione, ma che altro non è che il risultato di una carenza di programmazione e di buon governo attribuibile a decenni di incuria o, comunque, di trascuratezza.

Analizzando le specie più rappresentate, ovvero i pini, si verifica come non siano in atto infezioni o infestazioni da organismi nocivi degne di nota, ma il difetto maggiore e significativamente più pericoloso sia legato all'inclinazione del fusto, che in molti casi è superiore a 15°, limite oltre il quale il fattore di sicurezza è sensibilmente ridotto ed è a fortissimo rischio la stabilità, sì da consigliare l'abbattimento o, comunque, l'eliminazione del bersaglio (cioè la messa in sicurezza dell'area, recintando il perimetro della zona di possibile caduta). Molti esemplari presentano chioma asimmetrica e/o fortemente sbilanciata, con significativa presenza di branche e rami secchi e, soprattutto nelle aree poste a Sud-Ovest; parecchi sono filati e soggetti alle forti oscillazioni causate dal vento, fattore che inevitabilmente condiziona l'intera vita delle piante in quell'area [9]. Sul fusto degli alberi più vetusti sono inoltre visibili traumi (ferite di medie e grandi dimensioni, notevole presenza di essudati resinosi, danni da agenti meccanici, sbrancamenti) e, talvolta, carpofori fungini. Non pochi i casi di apparati radicali costretti in buche di impianto troppo piccole e danneggiati dai rifacimenti del manto

stradale e del marciapiede. Molti esemplari sono in avanzata fase di senescenza. Raggruppando le specie di pino presenti (1213 piante in totale), 18 alberi (pari all'1,5%) sono stati assegnati alla classe di propensione al cedimento A, 468 alla B, 395 alla C, 76 alla C-D e ben 256 (21%) alla D.

Il problema più frequente su leccio, seconda specie più presente (291 individui), è la presenza di carie e carpofori su colletto, fusto e branche, anche di notevoli dimensioni. Diffusi i fenomeni di fuoriuscita di rosura, inequivocabile indizio dell'attività di insetti xilofagi. Molti alberi sono stati abbattuti negli anni precedenti e dalle loro ceppaie si sono sviluppati nuovi getti che appaiono deboli e poco vigorosi. Generalmente, le aree coperte da leccio sono quelle che presentano un aspetto generale peggiori ed antiestetico. Alla classe A sono stati assegnati soltanto 24 lecci (8%); 111 alla B, 82 alla C, 13 alla C-D e 61 alla D. Riassumendo, considerando tutte le specie arboree presenti in pineta, il risultato delle analisi ha permesso di assegnare le piante censite all'interno delle seguenti classi di propensione al cedimento: 44 in A (2,8%), 635 in B (40,2%), 484 in C (30,7%), 87 in C-D (5,5%) e 328 in D (20,8%).

Linee guida per la sostituzione delle piante

Il quadro generale che deriva dalle indagini in oggetto non è particolarmente incoraggian- te e delinea situazioni che impongono da parte dell'Amministrazione Comunale interventi tempestivi e certamente impegnativi. È ben noto come la cittadinanza e i frequentatori stagionali e occasionali siano affezionati alla Pineta, ma è il momento di prendere atto che nel passato sono venute a mancare "buone pratiche" selvicolturali, che, ad esempio, avrebbero suggerito diradamenti in successione, sì da portare, a maturità, a una densità massima di 100-200 piante/ha (attualmente essa supera, in alcune aree, valori di 500 individui/ha). Alla luce delle indagini qui descritte, molti alberi, soprattutto pini, dovrebbero essere sacrificati, perché la loro sicurezza è venuta meno, soprattutto a causa dell'età avanzata. È proprio la vetustà dell'impianto che suggerisce una logica di analisi su base collettiva, invece che basata su singole piante.

La salvaguardia del patrimonio rappresentato dalla Pineta Marradi dovrà, quindi,

necessariamente essere perseguita con la sostituzione, nei prossimi anni, di gran parte degli esemplari arborei attualmente presenti. Doveroso complemento delle attività sin qui descritte è la messa a punto di un insieme organico di raccomandazioni sviluppate sulla base delle più aggiornate conoscenze, allo scopo di fornire indicazioni per la riqualificazione, nell'ottica dell'irrinunciabile mantenimento del valore socio-culturale e paesaggistico dell'impianto. In generale, un elemento fondamentale per la pianificazione del rinnovo delle alberature è costituito dalla scelta delle specie che deve tener conto della loro diversificazione, con aumento della complessità, riducendo la vulnerabilità del patrimonio arboreo e assicurando la massima resistenza della popolazione ai cambiamenti climatici e all'arrivo di nuovi parassiti. Nel caso in oggetto, però, dovrebbe prevalere un'altra logica: il reinserimento potrebbe essere limitato alle due specie già maggiormente presenti (pino domestico e leccio), avendo cura di sostituire le piante dei viali storici, laddove necessario, soltanto con pino domestico. In realtà, la scelta di attuare il rinnovo per singoli alberi è un percorso semplice che minimizza i costi di breve periodo e non crea conflitti sociali, ma non è sempre tecnicamente corretto, poiché l'alberata e il viale devono essere considerati come un corpo unico, e come tali devono essere trattati. Intervenire in modo non unitario, facendosi guidare dal naturale decadimento di singoli individui produce nel tempo un risultato non esteticamente compatibile con il progetto originario, rendendo difficoltosa la gestione e incrementando i costi. In particolare, i soggetti di nuovo impianto, essendo sottoposti alle chiome di quelli più vecchi, difficilmente presenteranno accrescimenti significativi, tenderanno a filare e saranno inevitabilmente deboli. Ulteriore aspetto da considerare è quello relativo alla dimensione degli alberi da reimpiantare: in generale sarebbe preferibile, soprattutto per i pini domestici, mettere a dimora piante piccole e con il fitone ancore integro, perché avrebbero un miglior sviluppo dell'apparato radicale e un miglior ancoraggio, anche se crescerebbero più lentamente. Tuttavia, poiché l'utilizzo di piante di piccola taglia non si accorda facilmente con la necessità di mantenere costante il ruolo ornamentale e paesaggistico dei viali principali, potrà essere considerata la possibilità di utilizzare piante a "pronto effetto", con

la consapevolezza che l'ancoraggio radicale di quest'ultime è minore.

Alla luce delle considerazioni esposte si possono, quindi, indicare alcune linee guida da seguire per il rinnovo delle alberature della Pineta Marradi:

- cura nella progettazione del sito d'impianto, con attenzione alla selezione del materiale vegetale, alle pendenze del piano di campagna (regimazione idraulica, per evitare ristagni), alla composizione del substrato, alla necessità di realizzare buche di impianto idonee in termini di ampiezza e profondità, all'eliminazione degli eventuali ostacoli (manufatti) che possano limitare lo sviluppo laterale delle radici;
- utilizzo di buone pratiche agronomiche (fertilizzazione, pacciamatura, tutori, irrigazione), con particolare attenzione alle prime fasi dopo l'impianto;
- sostituzione dei pini domestici del viale storico con piante della stessa specie, di qualità e dimensione idonea, operando possibilmente non per singole piante ma a blocchi;
- generale diradamento delle aree della pineta caratterizzate da densità eccessiva;
- taglio raso e reimpianto delle zone particolarmente degradate ("ex area giochi", a Nord di Villa Celestina e "mini golf"), procedendo possibilmente per fasce/settori, in modo da evitare di esporre le piante all'azione dei venti dominanti; in queste parcelle è da valutare la possibilità di reimpianto di pini in purezza o consociati a lecci (la seconda opzione è fortemente consigliata); occorre, inoltre, ripristinare la fertilità chimica e biologica del suolo con applicazione di ammendanti e/o, compost, prima di effettuare il reimpianto che dovrebbe essere realizzato con una densità di impianto piuttosto elevata programmando, a intervalli di 10-15 anni, interventi successivi di diradamento;
- reimpianto dei lecci presenti nella porzione della pineta "fronte mare" con altri lecci così da rinforzare la loro funzione di frangivento.

Ringraziamenti

Le attività sono state condotte nell'ambito di una convenzione tra Università di Pisa e Amministrazione Comunale di Rosignano Marittimo.

Bibliografia

- [1] G. Lorenzini, C. Nali, Il pino domestico. Elementi storici e botanici di una preziosa realtà del paesaggio mediterraneo. Olschki. Firenze: 2013.
- [2] G. Lorenzini, C. Nali, E. Pellegrini, Salute degli alberi in ambiente urbano e sicurezza del cittadino: studio di alcuni casi in Toscana. In Codice armonico. Quarto congresso di scienze naturali (pp. 295-312). Edizioni ETS. Pisa: 2012.
- [3]. G. Lorenzini, C. Nali, Agrochimica, 2014, 58: 206.
- [4] C. Mattheck, H. Breloer, La stabilità degli alberi. Il verde editoriale. Milano: 1998.
- [5] D. Lonsdale, Principles of tree hazard assessment and management. Forestry Commission. London: 2001.
- [6] F. Isik, B. Li, Can. J. Forest Res., 2003, 33: 2426.
- [7] G. Nicolotti, L.V. Socco, R. Martinis. A. Godio, L. Sambuelli, J. Arboric., 2003, 29: 66: 2003.
- [8] <http://www.isaitalia.org/documentazione/comunicati-istituzionali/58-sezioni-tecniche-e-collegi/stabilita-degli-alberi/156-nuove-classi-di-propensione-al-cedimento.html>
- [9] E. de Langre, Annu. Rev. Fluid Mech., 1008, 40: 141.

Dai M.ti dell'Uccellina testimonianze sui rapporti del retroterra eo-alpino meridionale con quello appenninico tirrenico: parte I

Mauro Rossi^{1,*} e P.L. Vercesi²

Tramite nuove datazioni con macro e micro-foraminiferi presenti nelle successioni silicoclastiche e carbonatico-detritiche di alcune formazioni affioranti ai M.ti dell'Uccellina (MU), e nel loro immediato entroterra, si è potuta definire l'evoluzione geodinamica di quest'area.

Questa ricostruzione degli eventi consente di cogliere coerentemente i più recenti apporti tematici su questa stessa zona dovuti ai ricercatori delle Università di Siena e Pisa.

Va evidenziato come i riscontri ottenuti si integrino perfettamente con quelli già pubblicati (Rossi & Vercesi, 2012 e 2014) relativi alle situazioni geologiche presenti sul litorale toscano a sud di Livorno (Antignano) ed al Promontorio di Piombino.

Nel loro insieme, questi, ribadiscono una sostanziale unitarietà del quadro orogenetico che portò alla formazione della catena alpina sud (Corsica) e del suo congiunto retroterra insubrico ad opposta vergenza. Quest'ultimo troverà piena definizione strutturale nel corso delle più tarde fasi appenniniche traslative e disgiuntive succedutesi durante l'Oligomiocene.

Inoltre, ai MU possiamo vedere come le successioni depostesi nel corso della fase mesoautoctona tardiva dell'evoluzione geodinamica appenninica, vadano a sigillare strutture tettoniche del paleomargine della placca Adria già attive sin dai primi momenti costitutivi del dominio alpino meridionale.

Introduzione

L'indagine sui MU si è sviluppata lungo tre diverse, seppure strettamente intrecciate, linee tematiche: lo studio del grado metamorfico delle successioni affioranti, soprattutto di quelle appartenenti all'Unità dello "Pseudoverrucano", la ricostruzione stratigrafica dei terreni costitutivi delle diverse Sottounità di questo Dominio marginale (ultratoscano) della placca adriatica e la correlazione tra i molteplici, frammentari, affioramenti di queste singole Sottounità sparsi lungo la costa della Toscana meridionale ed il suo immediato entroterra.

Per molto tempo è stata affermata la distinzione tra le successioni "verrucane" e quelle dette "pseudoverrucane" sulla base della presenza di metamorfismo di basso grado (della tipologia di alta pressione e bassa temperatura) solo nelle prime e sulle diverse età e posizioni stratigrafiche rilevate in un caso e nell'altro, vedi Signorini

(1966), Rau & Tongiorgi (1974), Costantini et al. (1980 a, 1980 b e 1988), Decandia & Lazzarotto (1980), Aldinucci et al. (2008). Tali affermazioni hanno ormai perso molta della iniziale loro importanza in seguito alla ricerca della scuola pisana che ha riconosciuto una caratteristica zonazione metamorfica (di basso o bassissimo grado) anche nelle successioni "pseudoverrucane", comprese quelle dei MU, (così definite per la marcata somiglianza litologica con quelle della dorsale medio-toscana, Leoni et al. (1993), oggi dette anche "verrucane in senso stretto"), tanto che in alcuni ricercatori si riscontra l'uso di definizioni chiaramente "onnicompreensive" del tipo

gli autori

¹ Geologo, Viale Sicilia 115, Pavia

² Dip. Sc. della Terra, Università di Pavia

* rossi mauro@hotmail.com

“depositi clastici verrucani della Toscana meridionale”, Carosi et al. (1999).

Sulla base di questo nuova, omologante, modalità classificatoria, la ricostruzione delle complesse vicende evolutive che hanno condotto all'attuale assetto strutturale della zona costiera grossetana, che si estende da Bocca d'Ombrone al golfo di Talamone, è stata poi espressa secondo i successivi apporti di Campetti et al. (1999) e di Montomoli et al. (2009).

La scuola senese ha invece preferito mantenere esplicitamente la distinzione terminologica tra depositi “verrucani” e “pseudoverrucani”, pur riconoscendo per essi la medesima modalità costitutiva che si è mantenuta nel tempo almeno dal Trias superiore al Giurassico inferiore. Questo diacronismo deposizionale è stato definito nei lavori di Aldinucci et al. (2008) e di Gandin (2012) ai quali

devono essere affiancate le fondamentali pubblicazioni di Perrone et al. (2006) e di Critelli et al. (2008) che pongono l'accento sulla lunga fase di produzione delle cosiddette “red beds” mesomediterranee. Il deposito dei terreni “verrucani in senso lato” viene così ricondotto ad una situazione di protratto smantellamento di una parte della catena ercinica mentre, al contempo, si verificavano i primi falliti tentativi di rifting continentale che, rinnovandosi, portarono infine, nel Giurassico inferiore, ad una progressiva fase di oceanizzazione ed all'allontanamento delle placche continentali europea ed adriatica. Ancora una volta l'età e la diversità del grado metamorfico vengono qui messi alla base di una possibile distinzione tra i diversi affioramenti di “red beds” (“verrucano in senso lato”) ridefinendone in questo modo, e sulla base dei loro diversi, successivi, coinvolgimenti tettonici, alcuni

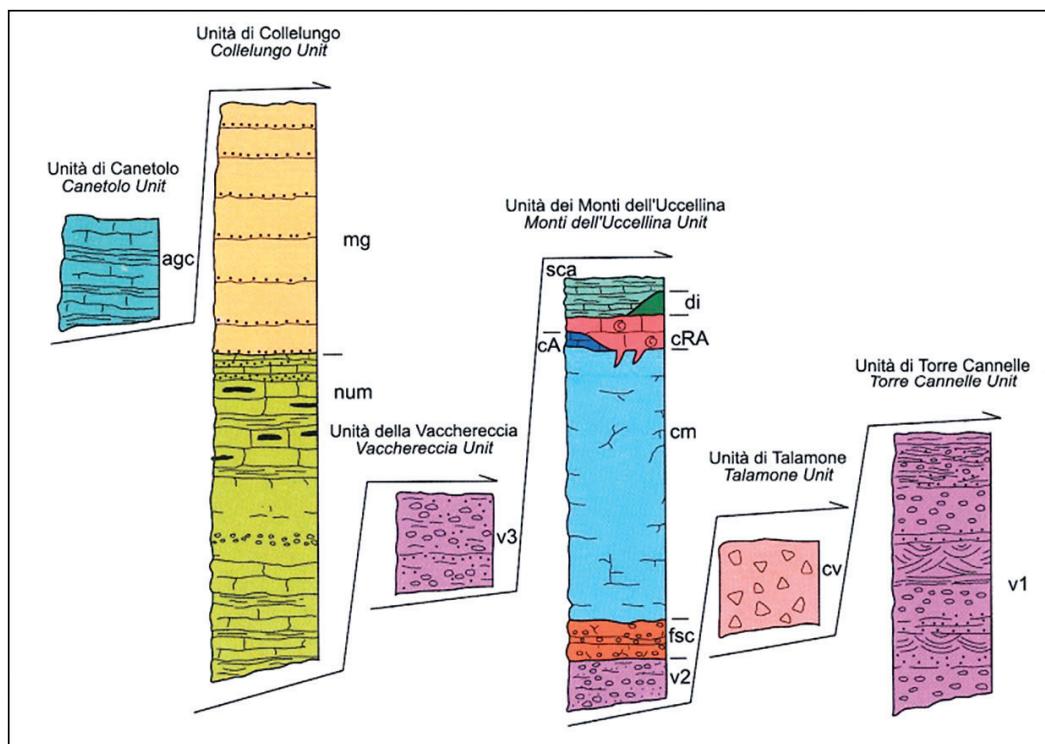


Figura 1a: Ai MU, secondo l'interpretazione data dalla scuola pisana, le successioni di Collelungo, Vacchereccia e Monti dell'Uccellina costituiscono tre Unità strutturali tectonicamente sovrapposte così rappresentabili. Queste ultime sovrascorrono poi le sottostanti Unità di Talamone e Torre Cannelle e sono a loro volta sovrascritte da quella di Canetolo. Tratta da Campetti et al. (2009).

come “pseudoverrucano” ed altri come “verrucano in senso stretto”.

In altri due lavori, Conti et al. (2010) e Baldetti et al. (2011), possiamo seguire la ricomposizione in dettagliate colonne stratigrafiche delle varie litofacies dell’Unità dello “Pseudoverrucano” affioranti frammentariamente nella Toscana meridionale, dalla zona di Montebrandoli ai MU.

Comunque, tutti i lavori citati sono ormai concordi (superando così le precedenti diatribe) nel definire la peculiare posizione strutturale dell’Unità dello “Pseudoverrucano” (ossia una unità tettonica formata da terreni “verrucani in senso lato” ma non affioranti lungo la dorsale medio-toscana che si estende dal M.te Pisano, a nord, fino ai corrugamenti della zona di Monticiano-Roccastrada-M.te Leoni, a sud) come interposta tra la Falda Toscana (od il substrato di questa in caso di “serie ridotta”), a letto, e l’Unità di Canetolo, a tetto. Si evidenziano, però, alcune perplessità derivanti dalla lettura dell’insieme dei lavori dei gruppi di ricerca sopra citati, incoerenze che concorrono ad impedirne il completo amalgama ed una

fruizione non reciprocamente antagonista. Nella ricostruzione, a scaglie sovrapposte od affiancate, del “verrucano” dei MU presentata dalla scuola pisana (vedi Figura 1a ed 1b) l’Unità più alta e priva di una propria base stratigrafica clastica triassica (Unità di Collelungo, costituita dal “Calcare Nummulitico” e dal “Macigno”) viene poi ad estendersi arealmente fino a confondersi con i terreni univocamente considerati appartenere alla Falda Toscana della dorsale di M.te Aquilone, vedi la allegata carta geologica al lavoro di Montomoli et al. (2009), (dettaglio riportato in Figura 2). Inoltre non si giunge a risolvere il fondamentale problema della provenienza della anzidetta Unità che, intuitivamente, risulterebbe essersi deposta ancora più ad ovest della più occidentale delle zone paleogeografiche della placca continentale italo-dinarica (zona di origine delle scaglie tettoniche “ultratoscane” dei MU sottostanti alla stessa Unità di Collelungo).

D’altro canto, anche seguendo il modo di vedere della scuola senese, ovvero “radicando” l’Unità di Vacchereccia-Montebrandoli-Collelungo

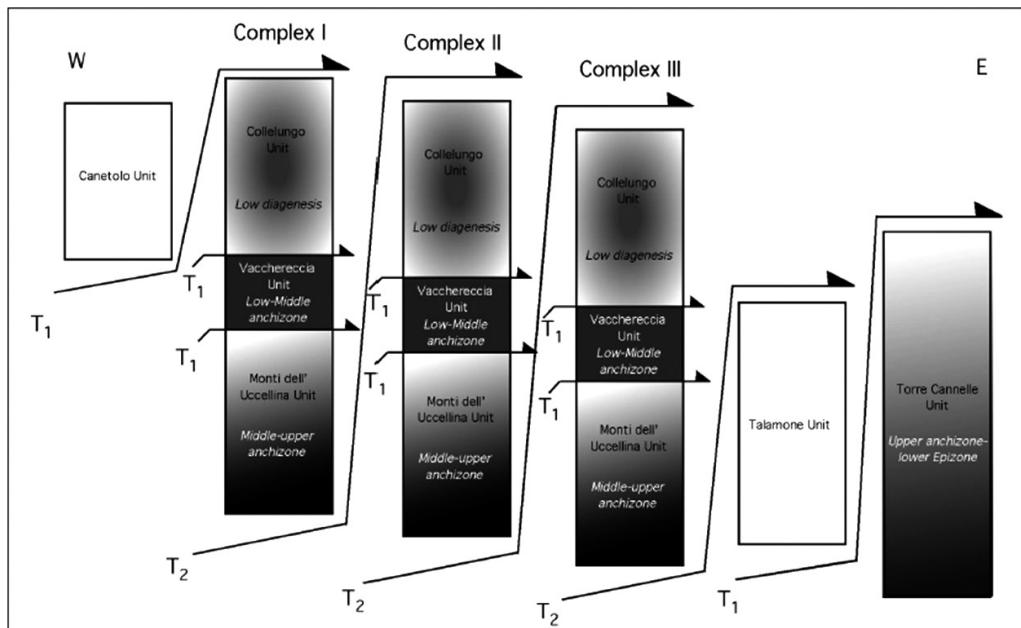
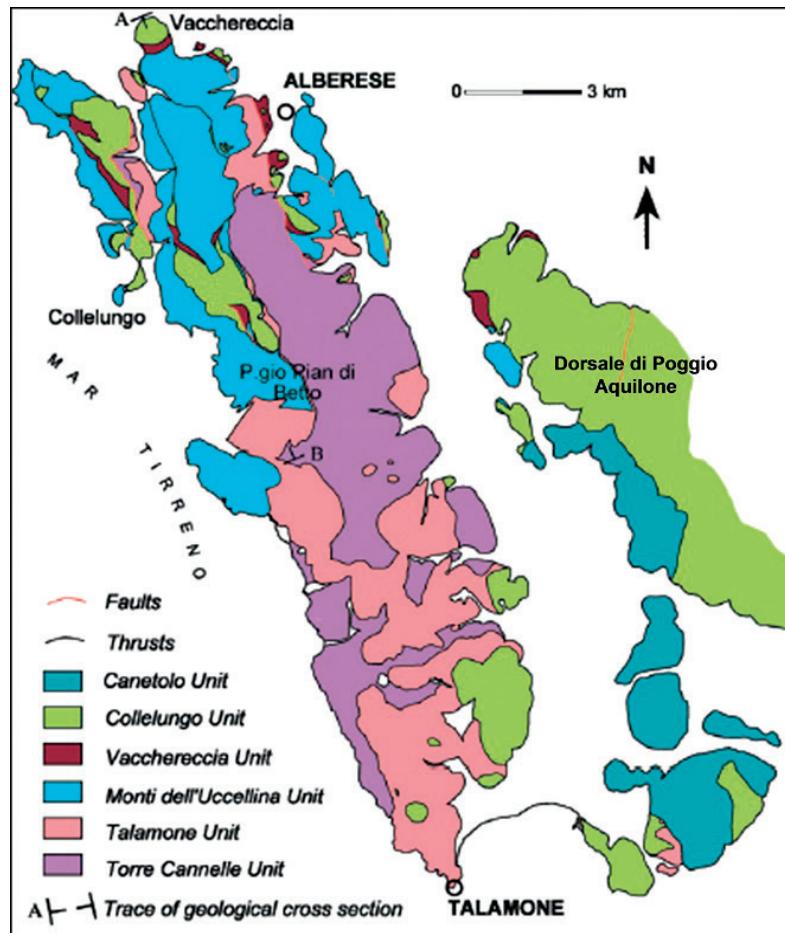


Figura 1b: L’insieme strutturale formato dalle tre Unità di Collelungo, Vacchereccia e Monti dell’Uccellina, risulta ulteriormente scagliato in tre complessi sovrapposti come espresso in figura. Tratta da Montomoli et al. (2009).



al substrato clastico triassico ultratoscano sottostante, non si viene ad offrire una spiegazione di come possano essersi costituite successioni in parte (nelle loro porzioni basali) formatesi grazie ad apporti estremamente lacunosi e condensati, perché depositisi in zona di margine di bacino, sottoposta quindi a continue sollecitazioni tettoniche, ed in parte (al loro apice, dunque successivamente, ossia in un momento di presumibile anche maggior coinvolgimento tettonico per il margine stesso) costituite da formazioni quali la Scaglia ed il "Macigno costiero", Mgc, ossia da depositi di tipo prettamente bacinale, di notevole potenza (presentanti talora, come nel caso della Scaglia, membri riconoscibili a scala regionale) e che quasi ovunque passano dall'una all'altro

senza un rilevabile hiatus temporale, anzi, il più delle volte per interdigitazione progressiva. Per la situazione stratigrafica ricostruita dai ricercatori senesi vedi la Figura 3 e la Figura 4. A proposito di tutto ciò crediamo sia possibile giungere, attraverso nuovi dati ed il recupero di precedenti testimonianze, come ben vedremo nella seconda parte, ad una interpretazione che riesca a coniugare l'aspetto prevalentemente tettonico, da molti Autori privilegiato, con quello più dettagliatamente stratigrafico, da altri preferito, ossia arrivare a proporre, anche per i MU, un modello evolutivo di tipo mesoautoctono, analogamente a quanto da noi suggerito per altre situazioni prese in esame.

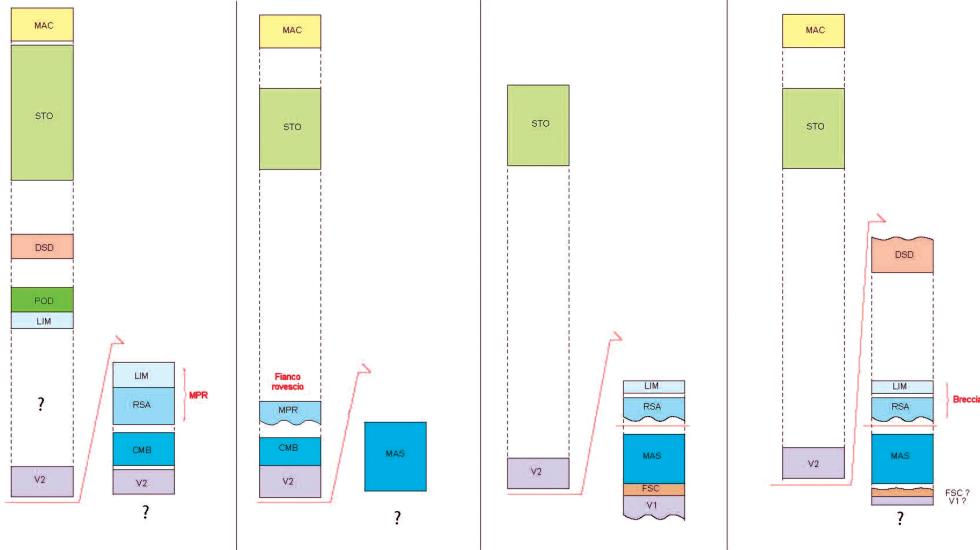


Figura 3: L'interpretazione della scuola senese: vengono qui raffigurate alcune colonne stratigrafiche dell'Unità di Vacchereccia-Montebrandoli-Collelungo, abbreviabile in VMC, (scagliata e con proprio substrato “pseudoverrucano” v2) e dell'Unità Monti dell'Uccellina ad essa tettonicamente sottostante, il cui substrato è dato dalle “red beds” “pseudoverrucane” siglate con v1. Ambedue sono poi considerate, da questa scuola, essere in sovrascorrimento sull'Unità di Talamone-Torre Cannelle, non rappresentata in figura, costituita da “red beds” e da “Cavernoso” che, talora, si appoggia direttamente sulla propria, originaria, copertura sedimentaria (Falda Toscana). In altre zone (Montebrandoli), vedi Figura 4, l'Unità VMC sovrascorre direttamente la Falda Toscana. Spiegazione delle sigle: FSC, Formazione di Salto del Cervo; CMB, Calcare di Montebrandoli; MAS, Calcare Massiccio; MPR, Marne di Punta delle Rocchette; RSA, Calcare rosso ammonitico; LIM, Calcare selcifero; POD, Marne a Posidonomya; DSD, Diaspri; STO, Scaglia Toscana; MAC, Macigno. Tratta da Conti et al. (2010).

Esposizione di nuovi dati

La continuità stratigrafica tra “Nummulitico” ed Mgc nella parte settentrionale dei MU

Il rinvenimento di macroforaminiferi nel “Nummulitico” dei MU risale alla metà del secolo scorso (Signorini, 1952). Successivamente, lo stesso (Signorini, 1967) preciserà che oltre alla presenza di nummuliti vi ha riconosciuto anche delle Lepidocicline (zone di Poggio dell'Uccellina e di Castel Marino). Le nostre ricerche hanno confermato queste presenze sia nel “Nummulitico” sia nel Mgc (“Macigno costiero”) affioranti nell'area

di Castel Marino (Unità di Collelungo degli Autori pisani). I macroforaminiferi del “Nummulitico” provengono dalla parte medio-alta di questa Formazione. Non sappiamo se quelli del “costiero” provengano dalla sua parte basale, anche se il fatto che sia stato quasi completamente eroso e che i fossili siano stati trovati in sedimenti molto grossolani nella selletta ad est della torre di Castel Marino (forse torbiditi iniziali canalizzate nel “Nummulitico”) potrebbe avallare questa ipotesi. Da segnalare, inoltre, la sporadica presenza di detrito andesitico, talora fortemente alterato, in molti campioni di questa arenaria grossolana. Questo particolare “lega” questo affioramento a

quello del “costiero” del Promontorio di Piombino assegnabile, nella sua parte apicale, al Chattiano inferiore (Montanari & Rossi, 1983). Qui, col ritrovamento di analoghi macroforaminiferi nelle due formazioni, resta dimostrato che durante l'Oligocene si è realizzato un passaggio in breve tempo tra “Nummulitico” ed Mgc, analogamente a quanto avvenuto in altre zone appenniniche, La Spezia ad esempio. Si sono poi riconosciuti, nella zona più settentrionale degli affioramenti “nummulitici” (zona della Vacchereccia), alcuni livelli pluridecimetrici di conglomerato quarzoso ad elementi di “pseudoverrucano” (“complesso clastico rosso” di Signorini, 1952) già segnalati anche da Fazzini & Parea (1966). Con ogni evidenza si tratta di un “rideposito” dovuto a movimenti tettonici portanti ad erosione il substrato “pseudoverrucano” sottostante al “Nummulitico” (della Unità di Collelungo Auct.), ipotesi proposta anche da chi li aveva già notati in precedenza.

Fazzini & Parea (1966), segnalano poi che intercalazioni analoghe sono presenti anche nella zona di Alberese-Collecchio, ossia ad est dei rilievi della zona della Vacchereccia, inserite però tra strati giurassici appartenenti sia al “Calcare massiccio” sia ai “Calcarri variegati di Poggio Marcone” (Signorini, 1967) poi ridefiniti, come Formazione delle Brecce di Poggio Marcone da Costantini et al. (1980 b).

Ci pare logico concluderne che brevi fasi di erosione e rideposizione di sedimenti “pseudoverrucani” si sono protratte dal Giurassico al Paleogene, verosimilmente collegate a rapide quanto violente scagliature del bordo della zona marginale (perinsubrica) della placca tosco-adriatica.

La questione della estensione della Unità di Collelungo ad est della Stazione di Alberese (zona di Poggio Macchiese e di Poggio Marcone) e dell'altitudine di Collecchio

Come anticipato da Costantini et al. (1980 b), siamo qui in presenza di una serie di scaglie tettoniche del Dominio dello “Pseudoverrucano” che comprendono sia successioni triassiche clastiche basali (“red beds”) sia altre costituite soltanto dalle formazioni, di tipo toscano, di copertura delle precedenti.

Nella carta geologica (Campetti et al., 2009), allegata a Montomoli et al. (2009), per queste

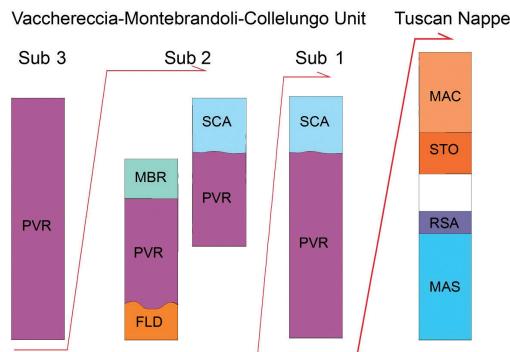


Figura 4: Nell'area di Montebrandoli l'Unità VMC appare costituita da diverse scaglie tettoniche definite qui come Sottounità specifiche. La più profonda di queste sovrascorre una lacunosa successione della Falda Toscana. Spiegazione delle sigle: PVR, “Pseudoverrucano”; FLD, Filladi paleozoiche; MBR, Calcare di Montebrandoli; SCA, Scaglia stratigraficamente sovrapposta a PVR; STO, Scaglia Toscana; MAC, Macigno; RSA, Calcare rosso ammonitico; MAS, Calcare Massiccio. Tratta da Baldetti et al. (2011).

zone viene riproposto lo stesso schema strutturale riconosciuto, più ad ovest, lungo la dorsale dell'Uccellina. In questo modo si vengono inevitabilmente ad associare i piccoli lembi di Macigno affioranti a Collecchio sopra il “Nummulitico” dell'Unità di Collelungo (a sua volta sovrastante quella dei M.ti dell'Uccellina, equivalente alla scaglia di Poggio Marcone degli Autori senesi) con le estese successioni di Macigno (Macigno in senso stretto) che formano tutta la dorsale di Poggio Aquilone e con quelle costituenti, ancora più ad est, tutte le altre alteure a “serie toscana” fino a quelle di Pereta e Scansano. Praticamente, la copertura silicoclastica della Falda Toscana ed il sottostante “Nummulitico” verrebbero così ad essere descrittivamente sostituiti da terreni già detti appartenere al Dominio dello “Pseudoverrucano”, di diversa, ed inevitabilmente più occidentale, origine paleogeografica.

In Costantini et al. (1980 b) si afferma (ne dividiamo il punto di vista) che l'Unità dello “Pseudoverrucano” (scaglie di Poggio Marcone in basso e di Poggio Macchiese, in alto) si trova qui interposta tra le due Sottounità (inferiore e superiore) della Serie Toscana. Le successioni

toscani inferiori appartengono certamente, per noi, alla Falda Toscana della dorsale di Monte Cornuto e Poggio Aquilone, mentre quelle superiori, in realtà, alla copertura delle “red beds” pseudoverrucane. La formazione clastica basale (“Pseudoverrucano”) cartografata come v3 dagli Autori pisani (Unità della Vacchereccia, equivalente per noi ad un elemento minore appartenente alla scaglia di Poggio Macchiese) dovrebbe invece essere vista come l’originaria base stratigrafica delle successioni dell’Unità di Collelungo Auct., in questo seguendo le indicazioni suggerite per tutti gli affioramenti “pseudoverrucani” della Toscana meridionale da Conti et al. (2010). Nella parte meridionale dell’altura di Collecchio, l’Unità di Collelungo, con alla base quella dell’Uccellina, comprendente lo “Pseudoverrucano” definito come v2, e l’Unità della Vacchereccia, costituita dal solo v3, è sovrascorsa dall’Unità di Canetolo (Campetti et al., 2009) che qui ha reso, nella nostra ricerca micropaleontologica, forme cretacee mal conservate, rimaneggiate, ed una scarsa, poco significativa, fauna di tipo genericamente paleogenico. Si ritiene possibile che l’accavallamento-contatto tettonico tra il Dominio dello “Pseudoverrucano” e la Falda Toscana corra a partire dal versante orientale di Poggio Marcone fino alla Valle del Conte che sbocca nella piana del Fosso Carpina antistante l’agglomerato di Cupi.

A sud e sud-est di questo allineamento tutto il “Macigno” affiorante (ed il sottostante “Nummulitico” ad esso legato stratigraficamente, come avviene nella zona di Monte Cornuto) va assegnato al Dominio Toscano in senso stretto, dominio bacinale posto ad est del margine “insubrico”, originario substrato delle “red beds” dello “pseudoverrucano”.

Questo modo di vedere viene validamente sostenuto dai nuovi dati paleontologici e stratigrafici esposti nella seconda parte di questo lavoro, poiché permettono di inserire il sopra descritto sovrascorrimento delle successioni ultratoscane su quelle della “serie toscana” in un “continuum” fenomenologico tettonosedimentario che si concluderà con la deposizione del cosiddetto “parautoctono” clastico miocenico della Toscana meridionale, paragonabile sia dal punto di vista strutturale che da quello deposizionale al ben più sviluppato, coevo, Dominio Epiligure dell’Appennino settentrionale a nord dell’Arno.

Bibliografia

- [1] Aldinucci M., Gandin A. & Sandrelli F., (2008). The Mesozoic continental rifting in the Mediterranean area: insights from the Verrucano tectofacies of southern Tuscany (Northern Apennines, Italy).
- [2] Baldetti A., Cornamusini G. & Conti P., (2011). Structural and stratigraphic setting of the “Pseudoverrucano” in the Montebrandoli area, southern Tuscany. *Rend. Onl. Soc. Geol. It.*, 15, 1-5.
- [3] Campetti A., Carosi R., Decandia F.A., Elter P., Lazzarotto A., Montomoli C., Pertusati P.C. & Polverosi B., (1999). Assetto ed evoluzione strutturale dei Monti dell’Uccellina (Toscana meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 118, 149-165.
- [4] Campetti A., Carosi R., Montomoli C. & Pertusati P.C., (2009). Carta geologico-strutturale dei Monti dell’Uccellina (Toscana meridionale, Appennino settentrionale). Univ. St. Pisa, Dip. Sc. della Terra. Computergrafica Campetti, Carraia, Lucca.
- [5] Carosi R., Leoni L., Montomoli C. & Pertusati P.C., (1999). Il metamorfismo dei depositi clastici triassici affioranti nei Monti dell’Uccellina (Toscana Meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 118, 407-424.
- [6] Conti P., Cornamusini G., Uccelletti F. & Baldetti A., (2010). Stratigraphic and structural setting of the “Pseudoverrucano” lithofacies in southern Tuscany. *Rend. Onl. Soc. Geol. It.*, 11, 322-323.
- [7] Costantini A., Decandia F.A., Gandin A., Giannini E., Lazzarotto A. & Sandrelli F., (1980 a). Lo Pseudoverrucano nella Toscana meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 21, 395-401.
- [8] Costantini A., Decandia F.A., Lazzarotto A. & Sandrelli F., (1988). L’Unità di Monticiano-Roccastrada fra la Montagnola Senese ed il Monte Leoni (Toscana meridionale). *Atti Tic. Sc. Terra*, 31, 382-420.
- [9] Costantini A., Gandin A. & Sandrelli F., (1980 b). L’Unità dello Pseudoverrucano nell’area di Collecchio (Toscana meridionale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 21, 413-425.
- [10] Critelli S., Mongelli G., Perri F., Martin-Algarra A., Martin-Martin M., Perrone V., Dominici R., Sonnino M. & Zaghloul M.N., (2008). Compositional and Geochemical Signatures for the Sedimentary Evolution of the Middle Triassic-Lower Jurassic Continental Redbeds from

- Western-Central Mediterranean Alpine Chains. *The J. of Geol.*, 116, 375-386.
- [11] Decandia F.A. & Lazzarotto A., (1980). L'Unità dello Pseudoverrucano negli affioramenti di Punta delle Rocchette, dei Monti dell'Uccellina e di Montebrandoli (Toscana meridionale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 21, 403-4412.
- [12] Fazzini P. & Parea G.C., (1966). Contributo alla conoscenza dello Pseudoverrucano. *Mem. Soc. Geol. It.*, 5, 189-224.
- [13] Gandin A., (2012). Tectonic control on the sedimentary architecture of Early Mesozoic siliciclastic-carbonate Pseudoverrucano successions (Southern Tuscany, Italy). *Ital. J. Geosc.*, 128, 1, 77-94.
- [14] Leoni L., Lezzerini M. & Sartori F., (1993). Il metamorfismo dello Pseudoverrucano (Toscana Meridionale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 49, 245-256.
- [15] Montanari L. & Rossi M., (1983). Evoluzione delle Unità Stratigrafico-Strutturali terzizie del Nordappennino. 2. Macigno e Pseudomacigno-Nuovi dati crono stratigrafici e loro implicazioni. *Mem. Soc. Geol. It.*, 25, 185-217.
- [16] Montomoli C., Carosi R. & Pertusati P.C., (2009). Tectonic history of the Monti dell'Uccellina range, Southern Tuscany, Italy. *Ital. J. Geosc.*, 128, 2, 515-526.
- [17] Perrone V., Martin-Algarra A., Critelli S., Decandia F.A., D'Errico M., Estevez A., Iannace A., Lazzarotto A., Martin-Martin M., Martin-Rojas I., Mazzoli S., Messina A., Mongelli G., Vitale S. & Zaghloul M.N., (2006). "Verrucano" and "Pseudoverrucano" in the Central-Western Mediterranean Alpine Chains: palaeogeographical evolution and geodynamic significance. *Tectonics of the western Mediterranean and North Africa. Geological Society, London, spec. pubbl.*, 262, 1-43. Moratti G. and Chalouan A. eds.
- [18] Rau A. & Tongiorgi M., (1964). Geologia dei Monti Pisani a sud-est della Valle del Guappero. *Mem. Soc. Geol. It.*, 13, 227-408.
- [19] Rossi M. & Vercesi P.L., (2012). Nuovi dati sul "Macigno costiero" di piombino (nota preliminare). *Atti del Quarto Congresso "Codice Armonico"*, Congr. Reg. Sc. Nat.-Amb. Tosc., 317-323.
- [20] Rossi M. & Vercesi P.L., (2014). Dal litorale di Antignano evidenze geologiche a sostegno delle più recenti ipotesi sulla formazione della catena nord appenninica. *Atti del Quinto Congresso "Codice Armonico"*; Congr. Reg. Sc. Nat.-Amb. Tosc., 138-147.
- [21] Signorini R., (1952). Descrizione geologica della parte settentrionale dei Monti dell'Uccellina presso Grosseto. *Boll. Soc. Geol. It.*, 71, 1, 94-115.
- [22] Signorini R., (1966). Il Verrucano della Toscana meridionale. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.; Symposium sul verrucano*, Pisa, Sett. 1965; 55-71.
- [23] Signorini R., (1967). Pseudoverrucano e anomalie della serie stratigrafica toscana nei dintorni di Grosseto. *Boll. Serv. Geol. D'It.*, 88, 97-134.

Dai M.ti dell'Uccellina testimonianze sui rapporti del retroterra eo-alpino meridionale con quello appenninico tirrenico: parte II

Mauro Rossi^{1*} e P.L. Vercesi²

Tramite nuove datazioni con macro e micro-foraminiferi presenti nelle successioni silicoclastiche e carbonatico-detritiche di alcune formazioni affioranti ai M.ti dell'Uccellina (MU), e nel loro immediato entroterra, si è potuta definire l'evoluzione geodinamica di quest'area.

Questa ricostruzione degli eventi consente di cogliere coerentemente i più recenti apporti tematici su questa stessa zona dovuti ai ricercatori delle Università di Siena e Pisa.

Va evidenziato come i riscontri ottenuti si integrino perfettamente con quelli già pubblicati (Rossi & Vercesi, 2012 e 2014) relativi alle situazioni geologiche presenti sul litorale toscano a sud di Livorno (Antignano) ed al Promontorio di Piombino.

Nell'insieme, questi, ribadiscono una sostanziale unitarietà del quadro orogenetico che portò alla formazione della catena alpina sud (Corsica) e del suo congiunto retroterra insubrico ad opposta vergenza. Quest'ultimo troverà piena definizione strutturale nel corso delle più tarde fasi appenniniche traslative e disgiuntive succedutesi durante l'Oligomiocene.

Inoltre, ai MU possiamo vedere come le successioni depostesi nel corso della fase mesoautoctona tardiva dell'evoluzione geodinamica appenninica, vadano a sigillare strutture tettoniche del paleomargine della placca Adria già attive sin dai primi momenti costitutivi del dominio alpino meridionale.

Esposizione di nuovi dati

La complessità dell'Unità di Canetolo

Lungo tutta la dorsale dell'Uccellina non vi sono affioramenti dell'Unità di Canetolo. Essa può invece essere osservata nel Promontorio orientale del Golfo di Talamone, dove sormonta le successioni ("Nummulitico" e Mgc) dell'Unità di Collelungo avanscorse sul calcare cavernoso ("serie ridotta") dell'Unità di Talamone, a sua volta tectonicamente appoggiata sulle "red beds" (substrato della Falda Toscana) dell'Unità di Torre Cannelle degli Autori pisani, da loro cartografata come v1, vedi Campanetti et. al., 2009. Una situazione analoga a quella già riportata per Collecchio, ossia con l'Unità di Canetolo sovrascorsa su quella di Collelungo, anch'essa avanscorsa, è osservabile nella zona di Poggio Talamonaccio-Bengodi. Nell'adiacente altura di Poggio Civitella, l'Unità di Canetolo

riposa (nel versante occidentale) sul "calcare cavernoso", che talora sopporta il "Nummulitico" dell'Unità di Collelungo, oppure sul Mgc (nel versante orientale). Riteniamo che quest'ultimo affioramento vada visto come la prosecuzione a sud del "Macigno" della dorsale di Poggio Aquilone. A nord di Poggio Civitella l'Unità di Canetolo affiora ancora in piccole placche (di Poggio Sugherino, Poggio S. Bastiano e di Casa Fontenova) che finiscono col raccordarsi con un più esteso affioramento che si adagia al Macigno di Poggio Aquilone, verso est, e sulle Unità di Collelungo e dell'Uccellina dell'altura di Collecchio, ad ovest. È verosimile che l'Unità di Canetolo sia

gli autori

¹ Geologo, Viale Sicilia 115, Pavia

² Dip. Sc. della Terra, Università di Pavia

* rossi mauro@hotmail.com

posta in posizione strutturale tale da risultare elemento suturante il già avvenuto accavallamento delle diverse scaglie del Dominio dello "Pseudoverrucano" sull'Unità della Falda Toscana o sul substrato della medesima ("calcare cavernoso" o "red beds"). La campionatura effettuata su tutti gli affioramenti dell'Unità di Canetolo sopra citati (sterile in quasi tutti i prelievi), ha talora reso associazioni riferibili al Paleogene (*Asterocyclus* sp. e *Globorotalia* cf. *aragonensis*, ad esempio) nelle vicinanze di Fonteblanda ed, infine, ha sorprendentemente messo in luce una fauna indicante il limite superiore dell'Oligocene (per la presenza di *Cycloclypeus* sp., *Amphistegina* sp., Globigerinidi ad affinità oligocenica, *Miogypsinoides* cfr. *complanatus* e *Miogypsinoides* cfr. *formosensis*) nella zona compresa tra Podere Laschi e Le Porrazzane, lungo il versante occidentale di Poggio Aquilone. In tutte le località citate questa Unità si presenta fortemente tettonizzata, talora sono riconoscibili pacchi di strati calcarei grigi silicei tipo "palombino", alternanze argillose e calcaree, argilosistici, calcari clastici anche grossolani e calcareniti. Nella zona risultata fossilifera, in cui l'Unità si appoggia al "Macigno" di Poggio Aquilone, possiamo spesso riconoscere alternanze di calcareniti e calcari, oppure strati argilosistici con frequenti livellati arenacei tMg ("tipo Macigno" Auct.) od anche una prevalenza di litotipi marnosi od argilosici di color giallo-crema alternati con arenarie, anche grossolane, grigie se fresche, o marroni se alterate, macroscopicamente analoghe al Mgc; vedi per questo la Figura 1a. Riteniamo che la componente marnoso-argillosa giallo-crema corrisponda alla sedimentazione autigena mesautoctona, prevalente in assenza di ogni altro tipo momentaneo di apporto detritico; vedi Figura 1b.

Nel Foglio 135 (Orbetello) della C.G.I. al 100000 (Signorini, 1967) questa stessa zona era stata cartografata come "Nummulitico" oligocenico per la somiglianza con quello di altre zone dove si erano rinvenute Lepidocicline. Altre consimili litofacies presenti nello stesso Foglio, corrispondenti ai già citati affioramenti sparsi della Unità di Canetolo posti a nord di Poggio Civitella, sono invece state distinte come una sorta di "insieme pluriformazionale" in cui, di volta in volta, potevano considerarsi prevalenti alcuni aspetti litologici rispetto ad altri, come nel caso della "Formazione dei Galestri e Palombini con rare arenarie",

della "Formazione delle Arenarie prevalenti sui Galestri", della "Formazione Calcareo-Marnosa", con microfaune cretacee rimaneggiate nel Neogene, e della "Formazione delle Calcareni paleogeniche".

Appena più a nordest, per lo stesso Autore, questo "insieme pluriformazionale", viene a costituire una estesa placca di "alloctono liguride", e ad occupare la posizione strutturale solitamente assegnata alla Unità di Canetolo, poiché si appoggia sul "Macigno" costituente i rilievi di Montiano, Magliano, Pereta e Scansano.

Più a sud, infine, il medesimo insieme è stato riconosciuto negli affioramenti che "circondano" l'arenaria quarzoso-micacea giallastra di Poggio Capalbiaccio, del tutto somigliante al "Macigno", che in lavori successivi verrà effettivamente cartografata come tale, essendo invece, per noi, più correttamente assegnabile alle arenarie tMg di cui si è trattato in un precedente lavoro riguardante l'evoluzione geodinamica della zona di Piombino (Rossi & Vercesi, 2012).

A questo punto, per ulteriori riscontri, si è deciso di campionare le successioni dell'Unità di Canetolo affioranti ad est del "Macigno" del versante occidentale della dorsale di Poggio Aquilone-Poggio Marta, cioè gli analoghi di quelli già visti in ricoprimento in parte sulla Falda Toscana ed in parte sulle scaglie "pseudoverrucane" alloctone appoggiate sulla precedente falda.

Sicuramente, questi più orientali affioramenti facevano parte del medesimo corpo di falda (delle "ac") già descritto e campionato, che successivamente è stato qui, talora, eroso preferenzialmente al di sopra delle culminazioni del substrato di appoggio, costituito dal "Macigno", e risulta, invece, ancora presente nelle sinclinali tra una dorsale e l'altra formate dalla stessa arenaria toscana.

Si riportano, in breve, i risultati, della ricerca:

- nelle zone di Poggio Verriolo, Steccaia e Casai Santini (versante orientale della dorsale di Poggio Aquilone), sono talora presenti veri e propri "melanges" sedimentari da cui emergono pacchi di strati di un flysch calcareo, intercalato da passate arenacee tMg, che hanno reso una età Cretaceo superiore-Paleocene; di calcareniti fini eoceniche ed altre, più grossolane, nella tipica litofacies delle Calcareni di Scansano;
- nella zona tra Montiano e Pereta si è rinvenuta quasi ovunque solo una scarsa fauna

del Cretaceo superiore, con *Globotruncana* sp. e *Rotalipora* cf. *cushmani* chiaramente rimaneggiate, mentre nella località Spinaia livelli di arenarie (tMg) quarzoso-arenaceo-feldspatiche fortemente micacee, grigie o grigio-verdastre se fresche, talora ricchamente calcaree, macroscopicamente rassomiglianti al “Macigno”, od alla Pietraforte, specialmente in superficie, hanno fornito una fauna costituita da *Cycloclypeus*, *Amphistegine*, *Operculina* sp., globigerine a guscio sottile, Lepidocline e Miogipsinidi (vedi Figura2) che, nell'insieme, rimandano almeno all'Oligocene superiore;

- infine, nella zona ad est della dorsale di Pereta-Scansano, nelle immediate vicinanze di Podere Valsanese, alcune calcareniti grossolane hanno reso una ricca fauna a Nummuliti, Amphistegine e Lepidocline, mentre nella stessa litofacies arenacea tMg sopra descritta sono state trovate le seguenti forme: *Nummulites vascus*, *Spiroclypeus* sp., *Cycloclypeus* sp., *Amphistegina* sp., *Discocyclina* sp., Miogipsinidi frammentati, *Miogypsinae* sp., *Miogypsina* sp., *Globigerinoides* cf. *spinosus*, *Globigerina ciperonensis* e *Globigerinoides trilobus*, vedi Figura 3, 4 e 5. Nell'insieme si assegna a questa fauna un'età di passaggio dall'Oligocene superiore al Miocene inferiore, con evidenti rimaneggiamenti di elementi oligocenici in senso lato

Si comprendono meglio questi risultati facendo riferimento, da una parte alle recenti ricerche sull'Unità di Canetolo affiorante tra l'Appennino ligure e quello piacentino-parmense (Rossi & Vercesi, 2011) e, dall'altra, al lavoro di Bonazzi et al., (1992), uno dei molti dovuti alla scuola modenese che, per lungo tempo, si è occupata dell'Unità di Canetolo affiorante nella Toscana meridionale (Bettelli et al., 1978, Bettelli, 1985), e nel Lazio settentrionale fino ai M.ti della Tolfa (Fazzini et al., 1972). Il punto di vista che complessivamente ne scaturisce è quello che prevede una costituzione eocenica (Eocene medio-superiore) della Falda delle Argille e Calcaro-siliciclastiche del bacino toscano.

In questo senso le arenarie tMg di età paleogenica, o più giovani ancora, vengono ad assumere lo

stesso significato delle Arenarie di Ponte Bratica (Arenarie di Scerpina di Bonazzi et al., 1992) e, tramite il riconoscimento del contenuto tuftico esistente nelle tMg apicali della successione tollefana viene posto una probabile “equivalenza” anche con le più settentrionali Arenarie di Petrignacola, della Val d'Aveto e di Monte Arzè. Naturalmente, per quanto concerne l'alimentazione di questo specifico apporto, deve esserne postulata, da nord a sud, parallelamente all'andamento del piano di subduzione appenninico, la provenienza da punti diversi, anche nel tempo, dal momento che se ne è trovata traccia dal Paleogene (Argille e Calcaro-siliciclastiche di Monte Bardellone, in Liguria) al Miocene inferiore dell'appennino parmense e piacentino. Per la provenienza delle arenarie tMg si rimanda, invece, a Rossi & Vercesi (2012), ed a quanto di seguito verrà evidenziato

Note riassuntive essenziali delle precedenti acquisizioni su due zone costiere poste a nord dell'Uccellina

Prima di concludere, è necessario ricordare i punti salienti di due lavori (Rossi & Vercesi, 2012 e 2014), perché costituenti un indispensabile elemento integrativo per la ricostruzione dell'evoluzione geodinamica di un settore marginale (Promontorio Etrusco Auct.) della placca adriatica. I dati ottenuti in precedenza, riuniti a quanto qui esposto, potranno permetterci di presentare in un'unica sequenza tettone-sedimentaria le diverse testimonianze geologiche disseminate lungo la costa toscana centro-meridionale, da Antignano, a sud di Livorno, fino ai MU, passando per il Promontorio di Piombino. Da quest'ultima località si è potuto acquisire che dallo Chattiano inferiore al Miocene basale venne a concludersi una complessa situazione sedimentaria (Rossi & Vercesi, 2012) costituita da tre diversi apporti principali: uno dovuto al Mgc, proveniente da una zona interna (Massiccio Sardo-Corso Auct., Arcipelago della Microplacca Mesomediterranea Auct.), apporto che andava a diluirsi, da ovest ad est, con le torbiditi del “Macigno appenninico” che si scaricavano, invece, da Nord-Nordovest verso i quadranti meridionali; un altro derivante dal progredire, ancora da ovest, della Falda delle “argille e calcaro-siliciclastiche” entro il bacino olocenico toscano; ed il terzo in via di deposito



Figura 1a: L'aspetto predominante, fortemente alterato, del tMg dell'Unità di Canetolo negli affioramenti di quest'ultima che sovrascorrono i termini della Falda toscana costituente la dorsale di Poggio Aquilone.

(sedimentazione autigena mesoautoctona) sul dorso della Falda stessa in movimento. Quest'ultima era a sua volta formata da litofacies diverse, tra cui quella di tipo quarzoso-felspatico e micaceo-carbonatico (il cosiddetto tMg, o "tipo Pietraforte e Cicerchina", o "Complesso arenaceo", o "Formazione delle arenarie micacee", Auct.) derivante dal margine della placca Adria. Tale petrofacies risulta ben presente anche nel Membro di Antignano della Formazione di Santa Fiora, ascrivibile al Cretaceo superiore, raggiunge il massimo di spessore nella parte medio-alta della successione paleogenica della locale Unità di Canetolo, e tende ad estinguersi a partire dall'Oligocene Superiore, appunto, a causa del seppellimento della zona alimentatrice da parte delle Liguridi alloctone. La sedimentazione mesoautoctona sul dorso di falda della Unità di Canetolo venne talora ad espandersi ed intercalarsi con quella apicale torbiditica del

solco toscano, entro cui si rinvengono anche sporedi, locali, apporti detritici vulcanici andesitici ben elaborati, assieme a spezzoni di elementi metamorfici di crosta continentale decisamente non elaborati. Del tutto evidente, quindi, come la commistione delle due facies arenacee similari (Mgc e tMg) e di quella mesoautoctona comprendente estesi olistostromi di materiale subligeride, anche più volte rielaborato, nonché la presenza di canali di erosione reincidenti tale eterogeneo deposito ed, infine, la fase miocenica di "serrage orogenetico", abbiano reso finora di difficile interpretazione l'assetto geologico della zona.

In Rossi & Vercesi (2014) si è invece posta l'attenzione sui momenti iniziali del processo geodinamico che si concluse con le fasi Oligomioceniche di cui si è appena detto.

Nel Mesozoico l'espansione della Tetide raggiunse il massimo nel pre-Cenomaniano, poi iniziò la



Figura 1b: La litofacies marnoso-argillosa color giallo-crema, fortemente tettonizzata assieme alle altre componenti sedimentarie più recenti dell'Unità di Canetolo, costituiva originariamente il deposito autigeno mesoautoctono in accumulo sul dorso della Falda delle “argille e calcari” in corso di avanzamento verso est. Tale litofacies, a seguito della progressiva tettogenesi risulta strettamente associata sia alle arenarie perinsubriche tMg sia a quelle del Mg_c, provenienti da ovest e quindi incidenti lo stesso dorso di falda. A questo proposito risultano paradigmatici gli affioramenti esposti al Promontorio di Piombino.

tettonizzazione della precedente zona oceanica. Evidenti riflessi della fase eo-alpina sono stati riconosciuti nel Complesso di Antignano I e II. Il primo si è formato per “spremitura” di un locale bacino secondario di “pull apart”, che condusse all’accumulo disordinato di successioni brecciate depostesi al suo interno a spese dei Calcaro a Calpionelle, dei Diaspri, delle Argille a Palombini e della Formazione di S. Fiora, con l’aggiunta di vulcaniti, idrotermaliti, oficalciti ed arenarie vulcaniche del Cretaceo inferiore. Il secondo si costituì per scivolamento gravitativo sul dorso di strutture ovest-vergenti contemporanee di quelle “alpine” della Corsica settentrionale. Ambedue,

diciemmo, possono testimoniare dell’esistenza del retroterra eo-alpino esteso, verso est, fino ai terreni oggi inglobati, per avvenuta retroflessione, in quello nord-appenninico. Persino lungo la dorsale medio-toscana possiamo osservare evidenze strutturali, a scala mesoscopica, che ci informano di un’avvenuta completa inversione di polarità orogenetica, addirittura in successioni originariamente depostesi anche più ad est di quelle del bacino ligure orientale, vedi Casini et al. (2006). Non vanno poi dimenticate le numerose rappresentazioni schematiche presenti in letteratura (impossibile riportarne qui tutti i relativi riferimenti bibliografici) che nel loro complesso

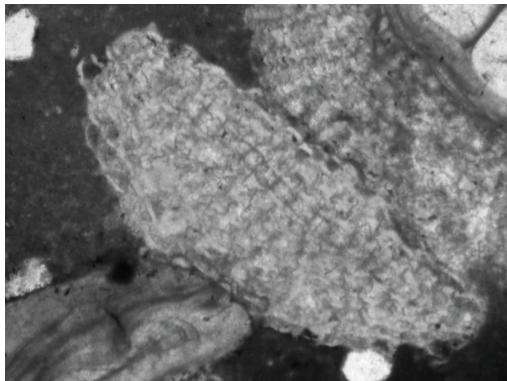


Figura 2: Miogypsinidi rinvenuti, in associazione a Lepidocycline ed Amphistegine, in livelli di arenarie tMg nella località Spinaia. L'associazione è indicativa della parte alta dell'Oligocene superiore.

ci indicano l'esistenza di "strutture alpine ereditate" dalla costa tirrenica almeno fino alla Val d'Orcia, dove le strutture cristali profonde iniziano ad indicare la sola "vergenza appenninica", od una commistione strutturale di questa e della precedente eo-alpina, con ogni probabilità rielaborata nella fase distensiva postorogenetica tardo-appenninica.

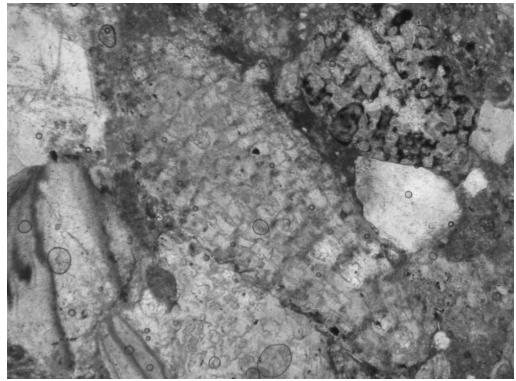


Figura 3: In una successione di arenarie tMg affiorante in prossimità di Podere Valsanese, ad est della dorsale di Pereta-Scansano, abbiamo rinvenuto forme ascrivibili alla specie Miogypsinoides (passaggio Oligocene superiore-Miocene basale).

Conclusioni

Lo "Pseudoverrucano" dei MU deriva, come tutte le altre diacronie successioni di "red beds" mediterranee, dallo smantellamento di una parte della catena ercinica meridionale. Durante questa fase di erosione cominciarono a verificarsi ripetuti tentativi di fessurazione crustale continentale

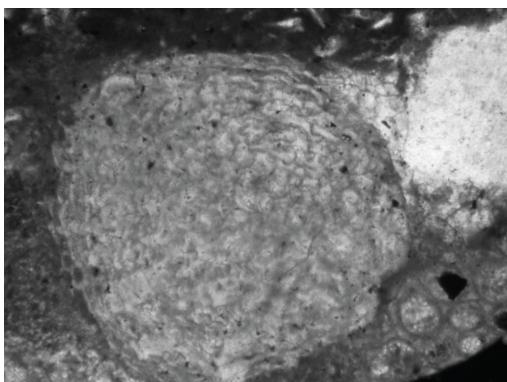


Figura 4: Dagli stessi livelli arenacei tMg forniti Miogypsinoides sp. (vedi Figura 3) provengono anche macroforaminiferi determinabili come Miogypsina sp. che, con la loro presenza, spostano ancora leggermente più in alto il riferimento cronologico dell'affioramento.

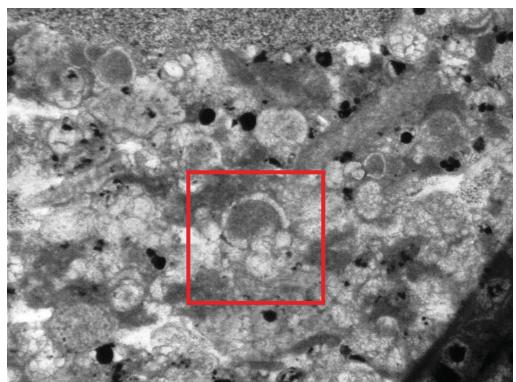


Figura 5: La presenza di Miogypsina sp. (vedi Figura 4) è stata avalorata dal ritrovamento, negli stessi livelli, di Globigerina ciperonensis, Globigerinoides cf. spinosus e Globigerinoides trilobus. Quest'ultimo è riportato in figura. Il riferimento cronologico diviene, quindi, Miocene basale.

(“rifting” abortiti) correddati da manifestazioni vulcaniche di cui si conserva traccia sia nella zona di La Spezia sia in Toscana meridionale. Le fratture originatesi in questi tentativi si riattiveranno ripetutamente in seguito a sollecitazioni diverse e faranno più volte sentire la loro influenza strutturalmente determinante.

Poco dopo, appena più ad ovest, riuscì ad instaurarsi nel Giurassico una definitiva oceanizzazione, che divise gli affioramenti “verrucani in senso lato” in successioni di pertinenza “europea” ed “africana”. A queste ultime appartengono anche quelle “pseudoverrucane” dei MU e quelle “verrucane in senso stretto” della dorsale medio-toscana, di basso grado metamorfico, tuttavia più elevato di quello delle “pseudoverrucane” costiere.

Da questo momento in poi le successioni “pseudoverrucane” fecero parte della zona marginale della placca africana, zona conspicuamente fratturata (per distacco) parallelamente al proprio limite occidentale ed in cui vennero certamente a riattivarsi le precedenti fessurazioni di inarcamento crostale delle fasi triassiche di “pre-rifting”. Si definirono pertanto, dopo il Trias medio-superiore e prima del Giurassico superiore, le condizioni di sedimentazione, in locali piccoli bacini connotati da grande variabilità morfologica ed accentuata mobilità strutturale, delle diverse formazioni brecciate successive alle “red beds”, eteropiche di quelle, quasi sempre calcaree, di mare più aperto, come il “Calcare a Rhaetavicula contorta”, il “Calcare di Montebrandoli” od il “Calcare massiccio” (“Calcaria ad Angulata”), e delle locali successioni equivalenti del “Calcare Rosso ammonitico”, delle “Marne a Posidonia (Posidonya)” e della “Formazione dei Diaspri”. Quest’area paleogeografica giurassica, un’area di “soglia” tra il Bacino Ligure oceanico in espansione e la zona di piattaforma Umbro-Toscana, costituiva pertanto la prosecuzione meridionale di quella a nord nota come “bordo insubrico”, “limite austroalpino”, od anche come “margine adriatico”. In essa si fecero dunque sentire solo gli “echi sedimentari” dei più conspicui depositi del bacino marino impostatosi sul Promontorio d’Africa. È questo il momento in cui si stava sviluppando, da est, la Neotetide, mentre la Paleotetide (paleozoica) era in fase di chiusura e la Tetide alpina era ancora, come appena detto, in corso di completa definizione.

La scuola senese ha ricostruito con sufficiente precisione la mutevole, lacunosa, stratigrafia di questo margine che veniva progressivamente a fratturarsi ulteriormente non solo longitudinalmente ma anche trasversalmente a causa della prosecuzione, nella crosta continentale, delle trascorrenti dovute alle diverse locali velocità di espansione oceanica. Il bordo continentale, comunque, nonostante lo “scarico” di forze connesso all’innesto di trascorrenti, divenne sempre più un forte “elemento oppositivo” dei processi espansivi oceanici, e per questo localmente connotato da marcata compressione crostale ancor prima che iniziasse la fase di chiusura post-cenomaniana. Vennero pertanto a riattivarsi ancora, stavolta acquisendo una precoce vergenza orientale (protoappenninica), alcune delle fratture dello “sciame di fragilità” prima responsabile della fase di “rifting” abortito e poi del successivo costituirsi, come detto, delle successioni lacunose depostesi appena sopra al “complesso clastico rosso”. Nella parte del quadro evolutivo che va dal Giurassico inferiore al Cretaceo inferiore viene a collocarsi anche il formarsi di bacini di tipo “pull apart”, che si possono semplicemente definire di “slabbratura crostale” tra zone a diverse velocità espansiva delimitate da trascorrenti. A sud di Antignano abbiamo già potuto ricostruire lo sviluppo di uno di questi bacini satelliti, la sua associazione ad una fase vulcanica di tipo alcalibasaltico con formazione di brecce idrotermali e la sua “spremitura” tettonica post-cenomaniana (Complesso di Antignano I). Nell’immediato proseguo della fase di chiusura eo-alpina del bacino ligure venne poi a formarsi, sul dorso delle già acquisite vergenze occidentali entro il Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora, il Complesso gravitativo di Antignano II. E contemporaneamente, più ad est, vennero ad accentuarsi, per i motivi geodinamici che oggi sappiamo sempre verificarsi nello sviluppo “bipolare” delle catene di “tipo alpino”, le appena ricordate precoci vergenze “protoappenniniche opposte” già presenti lungo il bordo “insubrico” meridionale. Tali vergenze poterono poi progressivamente evolversi fino ad iniziali sovrascorimenti entro il Dominio dello “Pseudoverrucano”, vedi Carminati, Doglioni & Scrocca (2004); Carminati & Doglioni (2012); Zanchetta et al. (2011 e 2012), e successivamente concorrere alla formazione,

in fase di “serrage” appenninico, del complesso sistema strutturale messo in evidenza dalla scuola pisana.

Le ripetute sollecitazioni tettoniche a cui venne sottoposta, a partire dal Cretaceo inferiore, la zona marginale insubrica e l'adiacente margine occidentale del bacino toscano, sono testimoniate dai livelli autoclastici presenti a diverse altezze nella Formazione della Maiolica, dalle successioni calcaree brecciate al tetto di quest'ultima ed entro la parte inferiore del Gruppo della Scaglia Toscana, e dagli apporti arenacei e conglomeratici depositisi lungo tutto il margine orientale del bacino ligure: cioè, a nord, dai “Conglomerati dei Salti del Diavolo” e dalle petrograficamente corrispondenti arenarie di Scabiazzza-Ostia, (elementi detritici caratteristici della successione del Flysch di Monte Cassio); più a sud dalla facies arenacea del Membro di Antignano della Formazione di S. Fiora, nonché dall'estesa presenza, nella zona perinsubrica più meridionale, delle arenarie grossolane del cosiddetto tMg, a loro volta riconducibili sia alla Formazione della Pietraforte sia alla componente detritica quarzoso-feldspatica e calcareo-micacea presente, con ampia diacronia sedimentaria, almeno fino all'Oligocene, nei terreni dell'Unità di Canetolo.

L'inversione paleogenica del Piano di Benioff, dalla vergenza alpina a quella appenninica, ha dunque ripreso e sviluppato già presenti strutture “protoappenniniche” e “vergenze satelliti eoalpine” orientali presenti sul margine continentale adriatico, ha determinato l'inizio della retroversione di quelle precedentemente vergenti ad ovest presenti nella parte più esterna del bacino ligure, ha favorito prima l'approfondirsi e poi la tetttonizzazione precoce della zona paleogeografica subligure e delle arenarie “insubriche” (le tMg) in essa depositesi dal Cretaceo all'Eocene.

Il sopravvenuto raccorciamento crostale, ed il locale approfondimento, hanno reso possibile la “contaminazione” della stessa zona “peri-insubrica” con parte della sedimentazione di tipo toscano, ed in particolare con quella della “Scaglia” e del “Nummulitico” che, ovviamente si sono così depositi anche nella intermedia zona del Dominio Insubrico dello “Pseudoverrucano”, in discordanza sulle precedenti successioni.

Con la sedimentazione torbiditica oligocenica

entrano in gioco altri importanti fattori, tra cui il più rilevante è quello dell'arrivo, da ovest, degli apporti clastici anche molto grossolani del Mgc che, dal punto di vista strettamente litologico risultano sempre difficilmente distinguibili dalle arenarie tMg di provenienza insubrica di questo stesso periodo ed, a maggior ragione, dai flussi tratti del Macigno appenninico con cui andavano a mischiarsi nella parte centrale del bacino toscano.

Il “costiero”, quindi, incideva il dorso delle falde liguri in avvicinamento all'avampaese e, nel suo espandersi poteva anche retrofluire nelle parti più depresse della zona insubrica-ultratoscana che stava per essere sovrascorsa dall'Unità di Canetolo. Quest'ultima costituiva, pertanto, il rilievo tettonico di contenimento, ad ovest, delle torbide in espansione in controtendenza al proprio senso di alimentazione. Dallo stesso “muro tettonico” si staccavano in continuazione gli olistostromi che oggi rinveniamo inseriti entro il “costiero” oligocenico della zona del Promontorio di Piombino.

Sono risultati ascrivibili alla stessa età anche la parte più alta del “Nummulitico” ed il Macigno (“costiero” anch'esso) della Unità di Collelungo Auct. che noi, per quanto appena detto, riteniamo si siano depositi al di sopra delle scaglie di “Pseudoverrucano” (le più alte) e della loro copertura sedimentaria lacunosa giurassica (almeno fino alla Formazione dei Diaspri).

Pertanto consideriamo l'Unità della Vacchereccia Auct. essere la l'originaria base stratigrafica (laminata per successivo sovrascorrimento) della suddetta Unità di Collelungo.

Quest'ultima deve dunque essere riconosciuta costituire il tetto della successione “pseudoverrucana”, depositasi con modalità di sedimentazione di “tipo mesautoctono”, dato il contemporaneo raccorciamento traslativo del substrato, ed eteropica di quella, mesautoctona in senso stretto, in deposito sopra il dorso della Falda delle “argille e calcarì” in avanzamento sulla zona insubrica (Rossi & Vercesi, 2012).

Negli affioramenti della Unità di Canetolo dell'entroterra dell'Uccellina abbiamo poi rintracciato, in sovrascorrimento sul “costiero”, le successioni paleogeniche, calcaree ed argillose, di tale Unità, quelle arenacee tMg della medesima età (poiché stratigraficamente inserite nelle precedenti), nonché le analoghe, ma più giovani,

mesoautoctone, sia di età tardo-oligocenica sia ascrivibili al Miocene inferiore basale. Il serrage orogenetico appenninico poteva certamente dare nuovo risalto, entro il fronte di avanzamento tettonico, a scaglie del substrato insubrico già sovrascorso, da cui finivano per trarre alimentazione le arenarie tMg di età più recente, eteropiche della sedimentazione torbiditica “costiera” e litologicamente equivalenti alla più settentrionale Formazione delle arenarie di Ponte Bratica (Oligocene superiore).

Il quadro evolutivo qui delineato termina con la considerazione degli apporti di detrito vulcanico andesitico sporadicamente rintracciabili, in questa zona della Toscana meridionale, entro alcuni affioramenti del “costiero” presenti sia nel Piombinese sia all’Uccellina, oppure (appena più a sud) nelle arenarie con cui termina la successione “para-subligure” dei M.ti della Tolfa ed, infine, negli sparsi affioramenti neoautoctoni, o parautoctoni, o semiautoctoni, della Formazione di Manciano, ideale continuazione, nel tempo, della sedimentazione mesautoctona oligomiocenica appena descritta.

Questo detritismo, come nel caso di quello più a nord massicciamente presente nella Formazione delle arenarie di Petrignacola, in proporzioni minori nella Formazione delle arenarie di Ponte Bratica ed in vari livelli della successione Epiligure, doveva provenire, analogamente agli apporti torbiditici “sardo-corsi”, o comunque “mesomediterranei”, del “costiero”, dall’entroterra dell’arco orogenetico appenninico, e più precisamente dallo smantellamento di diversi centri di emissione situati al di là di un piano di subduzione immergente ad ovest, ossia da una zona in precedenza interessata dai corrugamenti eo-alpini, prima, ed alpini successivamente, tutti questi dovuti ad una prima subduzione con immersione ad est. Con il riconoscimento di una avvenuta retroflessione della parte più orientale di tali corrugamenti (Rossi e Vercesi 2014), si è potuto rendere manifesto il pieno riflettersi, nei livelli crostali più alti, del totale rovesciamento di senso avvenuto, nel tempo, nelle strutture crostali profonde implicate nella doppia orogenesi mediterranea.

Bibliografia

- [1] Bettelli G., Bonazzi U. & Fazzini P., (1978). Il “complesso di Canetolo” nella Toscana meridionale. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, 109, 77-118.
- [2] Bettelli G., (1985). Geologia delle alte Valli dei Fiumi Albegna e Fiora (Toscana meridionale). Geologica Rom., 24, 147-188.
- Bonazzi U., Fazzini P. e Gasperi G., (1992). Note alla carta geologica del bacino del Fiume Albegna. Boll. Soc. Geol. It., 111, 341-354.
- [3] Bonazzi U., Fazzini P. & Gasperi G., (1992). Note alla carta geologica del bacino dell’Albegna. Boll. Soc. Geol. It., 111, 341-354.
- [4] Campetti A., Carosi R., Montomoli C. & Pertusati P.C., (2009). Carta geologico-strutturale dei Monti dell’Uccellina (Toscana meridionale, Appennino settentrionale). Univ. St. Pisa, Dip. Sc. della Terra. Computergrafica Campetti, Carraia, Lucca.
- [5] Carminati E. & Doglioni C., (2012). Alps vs Apennines: The paradigm of a tectonically asymmetric Earth. Earth-Sience Reviews, Elsevier, 112, 67-96.
- [6] Carminati E., Doglioni C. & Scrocca D., (2004). Alps vs Apennines. Spec. Vol. It. Geol. Soc. for IGC 32, Florence, 141-151.
- [7] Casini G., Decandia F.A. & Tavernelli E., (2006). “Evidenze di doppia vergenza nell’Appennino Settentrionale: osservazioni dalla Formazione della Arenarie di poggio al Carpino, Toscana meridionale, Italia”. Rend. Soc. Geol. It., 2, Nuova Serie, 114-117.
- Fazzini P., Gelmini R., Mantovani M.P. & Pellegrini M., (1972). Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; province di Viterbo e Roma). Mem. Soc. Geol. It., 11, 65-144.
- [8] Rossi M. & Vercesi P.L. (2011). La sedimentazione detritica dell’Unità di Canetolo nell’intervallo Oligocene-Miocene inferiore: nuovi dati dalle successioni della Val d’Aveto, M.te Arzè ed alta Val Nure (Appennino piacentino). Atti Tic. Sc. Terra, S.S. 11, 27-43.
- [9] Rossi M. & Vercesi P.L., (2012). Nuovi dati sul “Macigno costiero” di piombino (nota preliminare). Atti del Quarto Congresso “Codice Armonico”, Congr. Reg. Sc. Nat.-Amb. Tosc., 317-323.
- [10] Rossi M. & Vercesi P.L., (2014). Dal litorale di Antignano evidenze geologiche a sostegno delle più recenti ipotesi sulla formazione della catena nord appenninica. Atti del Quinto Congresso

“Codice Armonico”; Congr. Reg. Sc. Nat.-Amb. Tosc., 138-147.

[11] Signorini R., (1967). Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100000. Foglio 135, Orbetello, 1-28.

[12] Zanchetta S., D'Adda P., Zanchi A., Barberini V. & Villa I.M., (2011). Cretaceous-Eocene compression in the central Southern Alps (N Italy) inferred from $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ dating of pseudotachylites along regional thrust faults. *Journal of Geodynamics*, 51, 245-263.

[13] Zanchetta S., Garzanti E., Doglioni C. & Zanchi A., (2012). The Alps in the Cretaceous: a doubly vergent pre-collisional orogen. *Terra Nova*, 24, 351-356.

Odonati del Padule di Bientina

Carlo Galletti¹, Raffaello Corsi²

Parole chiave: Odonati, Bientina, Zone Umide, Convenzione di Ramsar, Bosco Tanali, Oasi del Bottaccio, Progetto «Lungo le Rotte Migratorie»

L'ex alveo del Lago di Bientina, territorio nel quale si estendeva il lago più grande della Toscana prosciugato con imponenti opere di bonifica alla metà del XIX secolo (1859), è stato dichiarato zona umida di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar dal MATTM (Decreto 21.10.2013, in GU n. 265 del 12.11.2013, per complessivi 1.785 ettari) poiché ospita ancora ambienti umidi importanti. La zona umida – comunemente indicata come «Padule di Bientina» o, semplicemente, «il Bientina» – era stata nel frattempo riconosciuta quale SIC (Sito di Interesse Comunitario) per complessivi 1.056 ettari, e le province di Pisa e Lucca vi hanno istituito due aree protette: la Riserva Naturale di Bosco Tanali e l'Area Naturale Protetta di Interesse Locale-Oasi WWF del Bottaccio. All'interno di tali aree protette sono stati poi realizzati, nell'ultimo decennio, interventi di restauro e ricostituzione di habitat acquatici.

Il presente articolo riporta il risultato di una ricerca sul campo, svolta dal 2013 al 2015, per compilare un primo elenco delle specie di Odonati presenti nell'area, dando nota anche della loro abbondanza e delle loro variazioni nel tempo. In effetti, mentre le principali aree umide della Toscana settentrionale sono state oggetto negli ultimi decenni di studi odonatologici, l'area del Bientina ne era rimasta fino ad oggi esclusa. La presente ricerca – in accordo anche con quanto proposto oggi da numerose guide e manuali di riconoscimento – è stata svolta con il solo ausilio dell'osservazione diretta in natura delle specie di Odonati e della raccolta di materiale fotografico, senza peraltro alcun sacrificio degli esemplari esaminati. Per questo motivo le specie qui segnalate sono solamente quelle la cui determinazione è stata accertata in modo inequivoco; ed è anche il motivo per cui questo lavoro deve essere considerato solo un primo screening delle popolazioni di libellule e damigelle dell'area del Bientina.

Nello studio sono state individuate 23 specie, cui se ne aggiungono 2 osservate negli anni precedenti ma non rinvenute nel corso della presente ricerca. La maggior parte di esse sono specie con una certa stenoecia: alcune sono legate ad habitat di acque stagnanti o debolmente correnti, propri delle paludi planiziali; altre specie sono invece tipiche di habitat con acque fresche e ossigenate, più frequenti in ambienti collinari o montani.

I risultati mostrano che l'abbondanza di specie e di individui appare collegata non solo alla piovosità e per contro alla durata dei periodi siccitosi, ma anche alla presenza di un mosaico diversificato di habitat umidi e ciò fornisce anche indicazioni utili per la loro conservazione.

Introduzione

La zona del Padule di Bientina è stata oggetto negli ultimi decenni di studi approfonditi riguardo alla presenza degli habitat palustri (anche di interesse comunitario) con i relativi popolamenti vegetali e animali. Tuttavia in questo territorio - al contrario di quanto accaduto nelle aree vicine umide della Toscana Settentrionale, in particolare nelle zone umide retrodunali del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore,

Massaciuccoli [1], nel Padule di Fucecchio [2], nel Lago di Sibolla [3] e nella Piana Fiorentina [4] - non sono mai state condotte specifiche indagini circa gli aspetti odonatologici.

La Regione Toscana, con il Progetto «Lungo le Rotte Migratorie» [5] - iniziato nel 1997 e conclusosi nel 2013 con il ripristino di una vasta area palustre proprio nel Bientina - ha voluto creare un collegamento tra le zone umide citate, in una rete di aree protette per favorire una sinergia gestionale e un adeguato approfondimento del quadro

conoscitivo. Questo lavoro intende idealmente collegarsi al progetto regionale, per fornire un primo contributo alla conoscenza di questo importante ordine di insetti nell'area bientinese.

Materiali e Metodi

L'indagine è stata condotta nella parte meridionale della zona Ramsar, in circa 1/3 della sua estensione, ove è più agevole l'accesso ai principali habitat acquatici, per la presenza delle aree protette: Riserva Naturale di Bosco Tanali in provincia di Pisa gestita dal comune di Bientina in collaborazione con Legambiente Valdera, e ANPIL del Bottaccio in provincia di Lucca gestita dal comune di Capannori in collaborazione con il WWF Alta Toscana, e delle relative strutture di visita.

Le 25 specie individuate appartengono a 7 famiglie e 15 generi e sono state determinate con il solo ausilio di osservazioni dirette e fotografiche, senza procedere a nessuna cattura e senza la necessità di uccidere alcun esemplare tra quelli osservati.

Questo metodo di indagine può comportare una stima per difetto del numero di specie presenti, in quanto può non consentire di individuare con esattezza la totalità degli individui osservati. In realtà è accaduto solo per una decina di casi in totale che l'osservazione fotografica non consentisse l'attribuzione certa della specie: è evidente che tali individui non sono stati conteggiati ai fini della ricerca.

Per contro, tale metodo di indagine ha il vantaggio di non essere invasivo e di esercitare un impatto molto contenuto su animali quali gli Odonati che già risultano minacciati in maniera significativa dalla presenza di specie alloctone e dai mutamenti climatici [6] e [7] e sui quali una diffusione della pratica delle catture potrebbe perciò avere effetti devastanti. Inoltre, mantenere in natura le specie esaminate, consente anche ad altri ricercatori di poter studiare eventualmente gli stessi individui.

Sono state realizzate 44 uscite, almeno una al mese in marzo-aprile e ottobre-novembre e almeno 2 al mese fra maggio e settembre. Sono state realizzate anche uscite nei mesi da dicembre a febbraio ma senza il reperimento di nessun individuo. In tutto sono stati osservati 365 individui, di cui 202 fotografati (in media 10 scatti per individuo,

con varie angolazioni per evidenziarne adeguatamente i caratteri distintivi) con macchina digitale Nikon D200 dotata di 2 zoom: 24-85 mm 1:2,8-4 D e 55-300 mm 1:4,5-5,6 stabilizzato.

Per la determinazione delle specie sono stati utilizzati 4 manuali ([8], [9], [10], [11]) di cui l'ultimo anche in formato e-book che consente adeguati ingrandimenti per il raffronto delle immagini.

Risultati

1. Elenco e abbondanza delle specie

Si riporta nella Tabella 1 l'elenco delle specie individuate, con il numero di individui osservati e il numero di ambienti in cui sono stati reperiti.

Il numero di specie riscontrate nel presente lavoro è analogo e paragonabile a quello delle aree umide limitrofe della Toscana Settentrionale, tenendo conto anche delle diverse metodologie adottate e della diversa consistenza, estensione e permanenza di superfici allagate: ad esempio il Lago di Sibolla e il Padule di Fucecchio presentano vari ettari di aree palustri permanentemente allagate, mentre per la parte del Bientina oggetto dello studio, tale condizione è limitata a poche decine di metri quadri. Nel Padule di Fucecchio sono state segnalate 30 specie; nel Parco Migliarino – San Rossore – Massaciuccoli, 29; per gli stagni della Piana Fiorentina, 24 e per il Lago di Sibolla, 16.

La maggior parte delle specie individuate nel Bientina è stata censita anche nelle aree limitrofe. Solo 3 specie non sono elencate negli studi citati: *Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo* e

gli autori

¹ Legambiente Valdera e membro della Società Italiana per lo Studio e la Conservazione delle Libellule; Via Fucini 11A 56021 Cascina (PI); carlogalletti1@virgilio.it.

² Biologo, Docente di Scienze Naturali, Direttivo Legambiente Valdera; Via Fiumalbi 9 56025 Pontedera (PI); legambientevaldera@tiscali.it

Tabella 1: Check list delle specie di Odonati del Bientina

Specie	Famiglia	Numero individui	Numero ambienti	Potenziale riproduzione
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	Calopterygidae	42	2	si
<i>Calopteryx splendens</i>	Calopterygidae	6	1	si
<i>Calopteryx virgo</i>	Calopterygidae	3	1	no
<i>Chalcolestes viridis</i>	Lestidae	4	2	no
<i>Lestes barbarus</i>	Lestidae	1	1	no
<i>Sympetrum fusca</i>	Lestidae	10	1	si
<i>Platycnemis pennipes</i>	Platycnemididae	19	2	si
<i>Ceriagrion tenellum</i>	Coenagrionidae	1	1	si
<i>Coenagrion puella</i>	Coenagrionidae	31	1	si
<i>Ischnura elegans</i>	Coenagrionidae	32	3	si
<i>Aeshna affinis</i>	Aeshnidae	6	1	si
<i>Aeshna cyanea</i>	Aeshnidae	1	1	no
<i>Aeshna mixta</i>	Aeshnidae	17	1	si
<i>Anax imperator</i>	Aeshnidae	26	3	si
<i>Anax parthenope</i>	Aeshnidae	2	1	no
<i>Cordulegaster boltonii</i>	Cordulegastridae	3	1	no
<i>Crocothemis erythraea</i>	Libellulidae	55	4	si
<i>Libellula depressa</i>	Libellulidae	8	2	si
<i>Libellula fulva</i>	Libellulidae	8	3	no
<i>Orthetrum brunneum</i>	Libellulidae	26	3	si
<i>Orthetrum coerulescens</i>	Libellulidae	37	3	si
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Libellulidae	2	2	no
<i>Sympetrum meridionale</i>	Libellulidae	3	2	no
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Libellulidae	5	2	si
<i>Sympetrum striolatum</i>	Libellulidae	17	2	si
Totale: 25 specie	7 famiglie	365 indd.		

Cordulegaster boltonii. Si tratta di specie tipiche dei corsi d'acqua freschi e ossigenati, presenti sul Monte Pisano, che trovano nel Bientina siti di alimentazione e forse alcuni habitat di riproduzione. Sulla base del numero di individui osservati e descritti, le specie risultate più frequenti sono: *Crocothemis erythraea* (in assoluto la più frequente)

(Figura 1), *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Orthetrum coerulescens*, *Ischnura elegans*, *Coenagrion puella*.

Il conteggio delle specie si è basato sulla sola osservazione degli individui adulti; le aree indagate non consentono un agevole reperimento delle larve e delle esuvie, per la presenza di folta



Figura 1: femmina di *Crocothemis erythraea*, la più comune fra le libellule del Bientina

vegetazione ripariale e la scarsità di punti di accesso, ma anche a causa dei regolamenti delle Aree Protette che non consentono di abbandonare i sentieri e addentrarsi nei vari ambienti, per il rischio di danni alle varie specie animali e vegetali presenti (disturbo, calpestio).

La valutazione del potenziale riproduttivo delle specie segnalate si fonda sull'osservazione diretta di accoppiamenti e/o deposizione delle uova (Figura 2), spesso unita alla permanenza per alcune settimane nello stesso sito riproduttivo. In un numero contenuto di individui appartenenti a specie quali, ad es. *Libellula depressa* e *Aeshna affinis*, è stata possibile anche l'osservazione di atteggiamenti di difesa del territorio, adottati tipicamente nel periodo riproduttivo.

Tuttavia, in 10 specie sulle 25 individuate, non sono mai stati evidenziati comportamenti riproduttivi; tale indizio, unitamente alla scarsa consistenza numerica degli individui rilevati, fa supporre che per queste specie l'area del Bientina sia una zona di possibile colonizzazione, ma che

non si siano ancora verificate le condizioni che ne consentono il popolamento stabile. Questa mancata riproduzione da parte di alcune specie, potrebbe essere correlata al fatto che nel Bientina le aree con acque permanenti sono ancora piuttosto scarse e spesso limitate a specifiche tipologie come canali o stagni di limitate dimensioni e/o con limitata varietà vegetazionale (mentre gli altri ambienti acquatici che vedono la presenza di canneti, prati umidi, boschi igrofili e altri habitat, spesso sono soggetti a forti siccità estive); ciò suggerisce una prima indicazione circa la necessità di aumentare nel territorio la presenza di acque permanenti, possibilmente di tipologie e dimensioni diversificate.

2. Distribuzione delle osservazioni nell'anno e variazioni fra i diversi anni

Se analizziamo la distribuzione di presenza delle specie di Odonati nei vari mesi dell'anno (numero di specie cumulativo dei 3 anni), vediamo che fino al mese di maggio abbiamo poche presenze, poi



Figura 2: accoppiamento di *Sympetrum striolatum* a Bosco Tanali

troviamo un picco nei mesi di giugno e luglio e un declino da agosto a novembre (Figura 3).

Per quanto riguarda la distribuzione delle specie nei 3 anni dello studio, è significativa la diminuzione di specie che si registra nei periodi più siccitosi: dalle 21 specie osservate nel 2014 (anno che ha visto una piovosità importante anche nel periodo estivo, con il costante allagamento degli stagni), si è passati alle 16 specie nel 2015, anno che ha visto invece una prolungata siccità estiva con il prosciugamento della maggior parte degli stagni. Solo la presenza, per quanto estremamente ridotta, di acqua in alcuni canali ha permesso la permanenza di un certo numero di individui nel periodo estivo, mentre gli stagni ormai dissecati apparivano completamente deserti.

Da notare comunque che solo nel 2015 è stata rilevata la presenza di *Aeshna affinis*, specie che depone le uova in stagni con acque ferme e prossime al disseccamento. Questo dato conferma ancora una volta la necessità di diversificare il più possibile gli habitat palustri, mantenendo perciò,

oltre agli stagni permanenti, anche la presenza di un certo numero di corpi d'acqua temporanei, importante per la conservazione di specie adattate ad ambienti con prosciugamento estivo.

3. Distribuzione delle osservazioni nei diversi habitat

I corpi idrici presenti nell'area di indagine sono stati suddivisi in 5 categorie, in base alle dimensioni, morfologia e differenziazione per le tipologie vegetazionali presenti:

FC: Fossi e canali: con acque permanenti e vegetazione ripariale (gli altri tipi di fossi e canali non sono di solito significativi per la presenza di Odonati);

FT: Fiumi e torrenti: si tratta dei corsi d'acqua che discendono dal Monte Pisano, in particolare da sud a nord: Rio Tanali, Rio della Valle degli Alberi, Visona di Castelvecchio. Sono corsi d'acqua in secca per vari mesi dell'anno;

SP: Stagni temporanei o permanenti di piccole dimensioni: inferiori ai 100 metri quadrati;

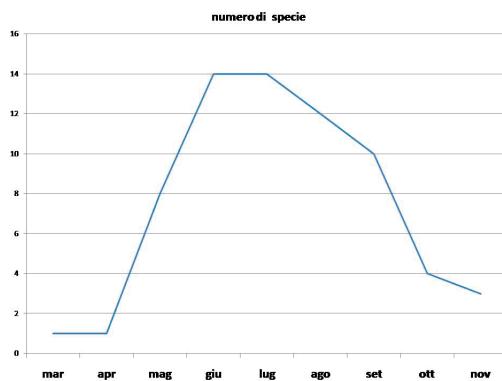


Figura 3: distribuzione delle specie nei mesi dell'anno (numero di specie cumulativo dei 3 anni)

SGN: Stagni temporanei o permanenti di grandi dimensioni, con poche tipologie vegetazionali. Si tratta in pratica di un unico ambiente, la cui realizzazione è stata completata nel 2013, e il cui progetto è stato presentato nel Primo congresso di Scienze Naturali della Regione Toscana Codice Armonico nel 2006 [12];

SGD: Stagni temporanei o permanenti di grandi dimensioni, superiori ai 100 metri quadrati, con varie tipologie vegetazionali: cariceto, canneto, bosco igrofilo, prati umidi.

Come è evidenziato nella Figura 4, il maggior numero di specie, 15 su 25 (i 3/5 del totale), sono state osservate in un unico ambiente, lo stagno di grandi dimensioni con presenza di elevata varietà vegetazionale (SGD), che offre rifugio e presumibilmente garantisce una adeguata presenza di prede sia per gli adulti che per le larve. Nel determinare la varietà di specie per habitat non sembrano avere particolare importanza le dimensioni del corpo idrico, quanto piuttosto la diversità di tipologie vegetazionali, tanto che il numero di specie è lo stesso sia per lo stagno di piccole dimensioni (SP, con 5 specie) che per quello di grandi dimensioni (SGN, sempre con 5 specie). Importante anche il ruolo dei canali con acque permanenti (FC), di solito acque di buona qualità, che ospitano ben 12 specie.

Importanti anche fiumi e torrenti che, nonostante la portata irregolare e i periodi di sicurezza anche prolungati, sono utilizzati come corridoio ecologico dalle già citate specie che discendono dal Monte Pisano, e contribuiscono

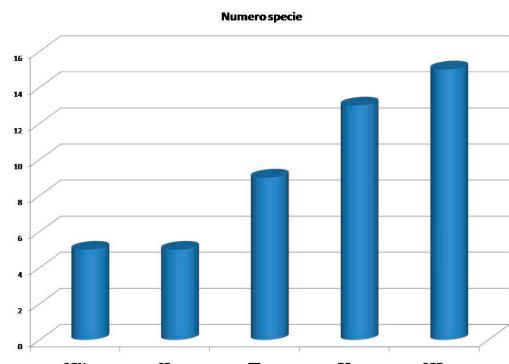


Figura 4: distribuzione delle specie per ambiente

quindi significativamente ad elevare la biodiversità dell'area (Figura 5).

Le informazioni che emergono dalla relazione fra habitat e numero di specie sembrano dare indicazioni sull'importanza di rinaturalizzare gli stagni, specialmente quelli realizzati con interventi di restauro ambientale, favorendo o impiantando le tipologie vegetazionali tipiche dell'habitat igrofilo: canneto, bosco igrofilo, cariceto, prati umidi. In particolare, il canneto allagato con vicinanza di bosco e acque libere, risulta essere l'habitat più ricco di specie di Odonati: quello in cui vivono, si muovono e, quando le condizioni idriche lo consentono, si riproducono buona parte delle specie di libellule del Padule di Bientina.

Conclusioni

La presente ricerca ha dimostrato che l'area del Padule di Bientina ospita una raggardevole varietà di specie di Odonati (e per alcune di esse si tratta anche di popolazioni consistenti), analogamente a quanto avviene per le aree limitrofe della Toscana Settentrionale, già censite nell'ambito del progetto regionale «Lungo le Rotte Migratorie».

La vicinanza con tali aree, che ospitano complessivamente un numero di specie superiore a quelle rinvenute nel territorio oggetto dello studio, potrebbe tradursi in futuro in un ulteriore intesame e incremento del numero di specie di libellule e damigelle nella zona umida dell'ex Lago



Figura 5: *Cordulegaster boltonii*, specie tipica del Monte Pisano

di Bientina. Inoltre, la prossimità con il Monte Pisano, ospitante popolamenti specifici di Odonati che in parte raggiungono anche le zone palustri limitrofe, rafforza le potenzialità del Padule di Bientina in termini di biodiversità anche rispetto a questo ordine di insetti, permettendo la presenza di specie esclusive che non sono state rinvenute nelle altre aree planiziali toscane.

Queste potenzialità potranno essere colte sia sviluppando e ampliando la superficie delle aree umide, tanto temporanee quanto permanenti, sia riqualificando quelle esistenti, al fine di favorire una diversità vegetazionale, con la presenza dei tipici habitat palustri come il canneto allagato, il bosco igrofilo, i cariceti e i prati umidi, che

costituiscono un mosaico in grado di ospitare specie con esigenze diverse. Questo è in linea con le indicazioni e gli studi sulla gestione delle zone umide ai fini del mantenimento e dell'incremento della biodiversità, anche per numerose altre specie sia di vertebrati sia di invertebrati [13].

Queste indicazioni sono confermate dal recente, complesso e articolato provvedimento della Regione Toscana di Approvazione delle misure di conservazione dei SIC (Siti di Importanza Comunitaria) ai fini della loro designazione quali ZSC (Zone Speciali di Conservazione), Deliberazione 15 dicembre 2015, n. 1223, in applicazione della Direttiva Habitat. Fra le misure specifiche previste per il SIC IT5120101 ex alveo del Lago di

Bientina troviamo infatti la promozione di azioni per la conservazione e il ripristino di piccoli stagni, pozze e piccoli ambienti umidi; la realizzazione di fasce di vegetazione intorno alle aree umide; il miglioramento della qualità delle acque; la tutela della vegetazione naturale lungo i corsi d'acqua e intorno agli ambienti umidi; interventi attivi di ripristino e contrasto dei fenomeni di inaridimento e/o interramento di ambienti umidi. Questi interventi, uniti alle azioni di manutenzione e ripristino di ambienti umidi già programmati all'interno delle Aree Protette esistenti, in particolare la Riserva Naturale di Bosco Tanali e l'ANPIL del Bottaccio, potranno determinare un consolidamento e un incremento della presenza di Odonati e in generale delle specie animali e vegetali delle zone umide dell'area, in linea con gli obiettivi nazionali e internazionali per arrestare l'estinzione delle specie e frenare la perdita di biodiversità.

Ringraziamenti

Un ringraziamento allo staff di Legambiente Valdera, e in particolare a Luciano Carlotti, instancabile coordinatore della gestione della Riserva Naturale di Bosco Tanali; a Valeria Neri, per la paziente assistenza nella ricerca delle libellule sul campo, a Lidia Galletti per i consigli fotografici, a Francesco Pagliai per le preziose indicazioni sul riconoscimento di alcune specie «difficili». Un ringraziamento a Alvaro Maffei, vicesindaco e assessore all'ambiente dell'amministrazione comunale di Bientina, e a tutta l'amministrazione per la costante collaborazione nella gestione della Riserva Naturale di Bosco Tanali e per l'incoraggiamento a studiarne tutte le componenti ambientali e alla Società Italiana per lo Studio e la Conservazione delle Libellule per la fiducia accordata. Un ringraziamento infine alla memoria di Maurizio Forti, amico e appassionato del Padule e delle sue specie, prematuramente scomparso, che ha incoraggiato l'avvio di questo studio.

Bibliografia

- [1] L. Giugliano, F. Terzani, Boll. Soc. Entomol. Ital. 2011, 143 (1): 3.
- [2] F. Terzani, S. Carfi, Opusc. zool. flumin 1999, 170: 9.
- [3] F. Terzani, Atti Mus. civ. Stor. nat. Grosseto 1986, 9/10: 57.
- [4] L. Bartolozzi, F. Cianferoni, F. Fabiano, G. Mazza, S. Rocchi, F. Terzani, F. Zinetti, Osservazioni sulla entomofauna della Piana Fiorentina. In Un Piano per la Piana: idee e progetti per un Parco. Atti del Convegno. Polo scientifico e tecnologico di Sesto Fiorentino. Università di Firenze. Firenze: 2008.
- [5] Lungo le Rotte Migratorie – Le aree umide della Toscana Settentrionale: <http://www.zoneumidetoscane.it>.
- [6] M. E. Siesa, Freshwater communities and biological invasions: Odonata, Amphibia and Procambarus clarkii. Università di Milano. Milano: 2010.
- [7] R. Groppali, Studi Trent. Sci. Nat. 2009, 86: 115.
- [8] J. D'Aguilar, J. Dommanget, R. Préchac, Guida delle Libellule d'Europa e del Nordafrica. Franco Muzzio Editore. Padova: 1990.
- [9] H. Bellmann, Guida alle Libellule. Ricca Editore. Roma: 2013.
- [10] E. Riservato, A. Festi, R. Fabbri, C. Grieco, S. Hardensen, G. La Porta, F. Landi, M. E. Siesa, C. Utzeri, Odonata – Atlante delle libellule italiane – preliminare. Società Italiana per lo Studio e la Conservazione delle Libellule – Edizioni Belvedere. Latina: 2014.
- [11] C. Galliani, R. Scherini, A. Piglia, Odonati d'Italia – Guida al riconoscimento e allo studio di libellule e damigelle. Libreria della Natura. Milano: 2015.
- [12] M. Ambrosio, L. Carlotti, M. T. Fagioli, G. Dellomonaco, Progettazione di un chiaro perenne per la sosta dell'avifauna migratoria mediante tecniche integrate di idrochimica e modellazione idrogeologica numerica nel Sir ex Lago di Bientina (PI). In Codice Armonico – Primo congresso di scienze naturali della Regione Toscana. Zadigroma editore. Roma: 2006.
- [13] AAVV., Contributi per a tutela della biodiversità delle zone umide. Indicazioni per la pianificazione, la gestione e il monitoraggio. Estratto dal Rapporto ISPRA n. 153/11. Ministero dell'Ambiente: 2011 (http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/biodiversita/allegato_rapporto_153_2011.pdf).

I minerali delle geodi della pegmatite della Punta dell'Arenella e della Cava del Piccione (Isola del Giglio - GR)

Alessandro Fei^{1*}

Parole chiave: Isola del Giglio, pegmatite, granito

Una delle aree mineralogiche più importanti al Giglio è la zona attorno alla Punta dell'Arenella. Negli ultimi tempi, anche grazie ad una cava di granito attiva fino a pochi anni or sono, ha offerto un gran numero di ritrovamenti interessanti.

E' un'area costiera di circa 1.5 km² in cui il granito presenta molti accumuli di pegmatite bianco latte ricchissima di geodi di dimensioni ridotte, in media 1-2 cm di diametro, in cui sono presenti molte specie mineralogiche in cristalli euedrali, anche se di dimensioni millimetriche. Il minerale più interessante è la tormalina, nei termini schörlite, presente sia nel normale abito prismatico che in cristalli schiacciati neri simili a dischi (da cui il nome di abito discoide o varietà arenellite), elbaite, in diverse colorazioni o policroma, e dravite, in piccoli prismi arancioni. Oltre alle tormaline si trovano comunemente ortoclasio, albite e quarzo. Tra le specie minori sono da ricordare il granato grossularia in masserelle rosate e la fluoroapatite, ipotizzata nel 1892 dal geologo Romolo Meli e descritta definitivamente da Valter Marinai un secolo dopo, che si presenta in aghetti trasparenti. Sono presenti minerali veramente rari quali zircone, xenotime, uraninite e una notevole varietà di specie di deposizione secondaria, in particolare solfuri: i più importanti sono pirite, pirrotina ed arsenopirite. Oltre a questi sono presenti cordierite, dolomite e siderite. Interessantissimi e molto rari i cristalli di muscovite. Gli ossidi di ferro sono molto abbondanti e ricoprono spesso altri minerali.

Introduzione

Nell'ambito delle indagini sulle mineralizzazioni dell'Isola del Giglio e nell'ottica di un riordino e di una revisione delle collezioni che il MMGG - Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, attualmente in ristrutturazione, ed in previsione dell'inaugurazione della sezione micromineralogica si è proceduto ad un riordino della ricca collezione sia macro che micromineralogica dei campioni raccolti da diversi ricercatori provenienti dalla Punta dell'Arenella, la località mineralogica più importante del Giglio dopo la Punta di Pietralta.

Le mineralizzazioni delle pegmatiti presenti nel granito della Punta dell'Arenella sono note da oltre cento anni. Giovanni d'Achiardi [4] descrive le tormaline dell'Isola del Giglio senza specificarne la località di estrazione, ma dalla descrizione dell'habitus si evince perfettamente che provengono dalla cava del Foriano (si veda la fig. 1). Come ricordano Carobbi e Rodolico [1],

ma solo negli ultimi trent'anni sono state analizzate e descritte con accuratezza di particolari da diversi cultori della mineralogia descrittiva, in particolare Fei [2], Marinai e Nannoni [3] oltre ad altri ricercatori, si veda ad esempio [5]., i quali pur avendo pubblicato sul web interessanti notizie non hanno ancora provveduto a pubblicare i loro risultati. Dato che, comunque, da circa vent'anni non sono più stati condotti studi approfonditi sulle specie effettivamente presenti in questa zona, si è provveduto ad una revisione. Nell'area a nord di Giglio Porto il granito presenta delle caratteristiche decisamente diverse da

gli autori

¹Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, Giglio Castello, Rocca Pisana

*email: feialessandro@gmail.com



Figura 1: Disposizione delle moderne cave di granito attorno a Giglio Porto.

- 1) Cava del Piccone presso la Punta dell'Arenella;
- 2) Cava del Foriano presso Giglio Porto;
- 3) Cava di Bonsera;
- 4) Gran Cava delle Cannelle.

quello reperibile in altre parti dell'Isola: si presenta compatto, bianco, molto duro, intersecato da accumuli di pegmatite bianco-latte. Non si tratta di filoni veri e propri, piuttosto di accumuli di pegmatite ricchissima di geodi: possiamo dire che ogni campione osservato presenta un numero molto elevato di cavità, delle dimensioni medie di 1-2 cm, ognuna delle quali si rivela un *pot-pourri* di specie mineralogiche in perfetti cristalli eudrali, spesso e volentieri millimetrici – da cui il nome di *Eden della micromineralogia gigliese* – disposte anche in associazioni desuete.

Metodi sperimentali

Sono stati analizzati più di ottocento tra macro e microcampioni, attraverso indagini microscopiche, diffrattometriche e microanalitiche. La maggior parte delle specie è stata descritta attraverso l'esame al microscopio binoculare, avvalendosi delle descrizioni reperibili in letteratura, attraverso indagini diffrattometriche a raggi X o indagini microanalitiche al SEM-EDAX. Le misure sono state effettuate attraverso l'uso di opportuni oculari micrometrici.

Risultati

Sebbene alcuni ricercatori di minerali tendano a spaziare con la fantasia segnalando spesso specie desuete se non improbabili, dall'esame dei campioni si può affermare la presenza delle seguenti specie:

Schörlite

E' sicuramente la specie più ricercata, e si presenta quasi sempre nel normale habitus prismatico, in individui lucenti di dimensioni millimetriche, anche se sono stati reperiti campioni anche di 45-50 mm. Spesso però è presente la varietà schiacciata, in cui i cristalli appaiono più simili a dischi o dalle forme complesse, senza che una delle facce prismatiche sia più sviluppata rispetto alle altre [2], il cosiddetto habitus ad arenellite. Le dimensioni di questi campioni – sebbene siano stati trovati campioni di diametro anche di 25 mm, non raggiungono mai più di 7-8 mm di diametro. Questi esemplari sono tipici e forse unici in Toscana se non in Italia e specifici di questa cava. Di certo in nessun'altra parte dell'Isola sono presenti tali cristalli.

Elbaite

A differenza della schörlite, si presenta esclusivamente in individui dal classico habitus prismatico, rigorosamente trasparenti, disposti su cristalli di ortoclasio o raggruppati a ciuffetti. Il colore prevalente è il verde, ma sono state rinvenute anche

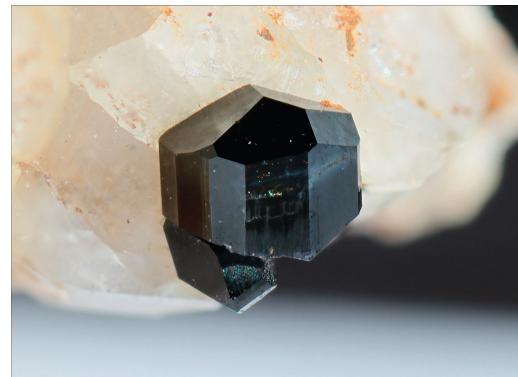


Figura 2: Schörlite con habitus arenellite (dimensioni reali 5 mm di diametro). Foto Lazzarotti.



Figura 3: Schörlite e fluorapatite (dimensioni dei cristalli 4 mm e 2 mm). Foto Lazzarotti.

di colore giallo e rosa, la cosiddetta rubellite. Ra-
rissimi individui policromi tra il rosso ed il verde,
e miscele isomorfe nero-verde ed elbaiti di colore
viola ed azzurro. Sulla presenza di quest'ultima
varietà, la cosiddetta indicolite, nutro ancora dei
dubbi: è stato segnalato solo un campione, in cui
un ciuffetto di cristalli presenta un colore blu notte,
ma dato che il colore azzurro dipende quasi
esclusivamente dal cesio presente nella pegmatite,
mi riservo di condurre successivamente studi
più approfonditi. Peraltro anche Carobbio e Rodolico [1]
ne evidenziano l'estrema rarità anche nelle
tormaline elbane.

Drawite

E' stata rinvenuta in prismi arancioni di dimen-
sioni millimetriche, molto trasparenti. Piuttosto che



Figura 5: Elbaite viola (dimensioni reali 3 mm). Foto Lazzarotti.

in cristalli euedrali, si presenta spesso in misce-
le isomorfe schörlite-dravite sotto forma di zone
aranciate, trasparenti, nei cristalli neri.

Ortoclasio e sanidino

Abbastanza comune nella varietà ortoclasio, de-
cisamente raro nella varietà sanidino, il feldspato
potassico si presenta principalmente in individui
bianco-latte ed in bei cristalli euedrali, di dimen-
sioni che superano anche i 10-15 mm, accompa-
gnati da quarzo – talora in epitassia – elbaite,
schörlite e fluorapatite. Fino ad ora non sono stati
trovati geminati.

Albite

Relativamente comune, l'albite si presenta in in-
dividui bianchi o trasparenti, di dimensioni milli-
metriche (7-8 mm), con *habitus* caratteristico per
la specie.

Quarzo

Molto comune, si trova in bei cristalli trasparenti
di dimensioni raggardevoli (10-15 mm) con il
caratteristico *habitus* prismatico, ma anche in in-
dividui con *habitus* tabulare o pseudo-ottaedrico.
Molto belli sono degli aggregati di cristalli tabula-
ri di quarzo in epitassia sull'ortoclasio.

Grossularia

Segnalati per la prima volta da Meli [6] tra i mi-
nerali accessori del granito gigliese (dalle de-
scrizioni del Meli del granito e della sua tessitura
[6] si evince che il campionamento che il grande



Figura 4: Tormalina policroma (“a testa di moro”)
con pirite (dimensioni reali 3 mm). Foto Lazzarotti.



Figura 6: Quarzo (dimensioni reali 5 mm). Foto Bonotti.

geologo romano ha condotto era limitato alle cave della costa est dell'Isola, nella zona tra la Punta dell'Arenella e la Cala delle Cannelle, da lui chiamata *Gran Cava delle Cannelle*) ma descritti con dovizia di particolari solo quasi cento anni dopo da Marinai e Nannoni [3], si presentano quasi esclusivamente sotto questa specie. Questi ultimi autori segnalano un bel cristallo rombododecaedrico di diametro 10 mm, ma personalmente ho reperito solo delle spalmature e individui massivi di colore rosato. Solo un campione presentava nettamente una faccia di rombododecaedro.

Fluorapatite

Ipotizzata dal Meli [6], riconosciuta e descritta con accuratezza di particolari da Marinai e Nannoni [3], si presenta in prismi allungati a simmetria esagonale, a volte trasparenti, ma perlopiù opachi. Le dimensioni dei singoli individui raggiungono i 7-8 mm, ma ne sono stati trovati anche più grandi (12 mm). Anche da un punto di vista estetico l'associazione fluorapatite-schörlite è veramente bella: sul nero della tormalina si staccano questi aghi bianchi, con un effetto visivo molto gradevole. Sulla fluorapatite poi vi possono essere deposizioni di altri minerali (ved. oltre), quali solfuri ed ossidi.

Berillo

Il berillo è fra le specie più rare rinvenute nelle geodi: si presenta in piccoli (2 mm) prismi esagonali trasparentissimi. Marinai e Nannoni [3] a questo proposito affermano che *tutti i berilli segnalati al*



Figura 7: Fluoroapatite (dimensioni reali 2 mm). Foto Lazzarotti.

Giglio sono in realtà fluorapatiti: personalmente non sarei così apodittico. A parte che diversi autori fin dagli anni Quaranta del secolo scorso lo hanno segnalato al Giglio (es. Pelloux [7]) ed il berillio è presente nelle pegmatiti gigliesi [1], le differenze fra le specie sono notevoli: mentre il berillo si presenta in tozzi prismi esagonali, la fluorapatite si presenta in prismi allungati e bianchicci

Muscovite

Estremamente rara, si presenta in bei cristalli trasparenti grigi o verdastri con una perfetta simmetria esagonale.

Pirite

Nota fin dalla fine dell'Ottocento come minerale accessorio del granito, la pirite si presenta in bei cristalli, molto piccoli (< 1 mm), con *habitus* decisamente curioso: nella maggior parte dei casi ottaedrico, o pentagonododecaedrico, a volte intensamente limonitizzata, ricopre spesso altri minerali quali ortoclasio, fluorapatite e schörlite. Curiosamente sono rari individui cubici o cubottaedrici.

Pirrotina

Nota fin dalla fine dell'Ottocento, è piuttosto rara: si presenta in individui romboedrici, intensamente limonitizzati. Meli [6] riporta di aver rinvenuto cristalli di 7-8 mm, ma i campioni esaminati non superano il millimetro.

Arsenopirite

Molto rara, si presenta in cristalli grigi di



Figura 8: Arsenopirite con quarzo e magnetite (dimensioni reali 7 mm). Foto Kutufà.

dimensioni millimetriche (5-6 mm) o in aggregati di cristalli romboedrici grigio-ferro.

Cordierite

Piuttosto rara, si presenta in individui verdastri allungati, di dimensioni che non di rado raggiungono i 3-4 mm.

Magnetite

Si presenta in perfetti ottaedri di dimensioni millimetriche. Anche se Marinai e Nannoni [3] ne escludono la presenza, ritenendola pirite intensamente limonitzata, Meli [6] afferma di averne rinvenuto cristalli perfetti.

Dolomite

Piuttosto rara, si presenta in cristalli romboedrici bianco latte di dimensioni che non superano i 2-3 mm.

Siderite

Molto rara, si presenta in cristalli romboedrici gialli che raggiungono a stento i 2 mm.

Calcite

Di evidente deposizione secondaria, si presenta in spalmature bianche che ricoprono a volte altri minerali, quali la schörlite.

Goethite

La goethite si presenta sotto forma di spalmature color mattone e ricopre spesso altri minerali

preesistenti. Quasi certamente potrebbe essere derivata dall'alterazione dei solfuri presenti nelle geodi.

Oltre a queste specie ne vanno sicuramente menzionate altre tre, che pur non essendo presenti nelle collezioni del Museo, sono sicuramente presenti nelle geodi della pegmatite della zona: Zircone

Segnalato da Carobbi e Rodolico [1], è stato descritto da Marinai e Nannoni [3] sotto forma di cristalli prismatici visibili esclusivamente al SEM.

Xenotime

Marinai e Nannoni [3] ne hanno descritto segnalano un solo cristallo di dimensioni submicroscopiche, visibile al SEM.

Uraninite

Segnalato da Marinai e Nannoni [3] sotto forma di aggregati cristallini di dimensioni submicroscopiche, visibili al SEM.

Al momento non è possibile confermare né escludere la presenza del rutilo, segnalato da Carobbi e Rodolico [1] ma non descritto nei dettagli, e dell'ilmenite.

A conclusione si riporta una tabella riassuntiva delle specie e della loro abbondanza relativa nelle geodi delle pegmatiti:

Conclusioni

Negli ultimi trent'anni di ricerche i minerali delle geodi del granito dell'Arenella e della Cava del Piccione hanno arricchito la mineralogia gigliese. E' curioso notare che, a differenza delle pegmatiti elbane, in quarant'anni di ricerche nessuno ha trovato mai zeoliti. In un campione della collezione Paolo Lazzarotti sono presenti, alla base di un cristallo di fluorapatite, cristalli prismatici che potrebbero ricordare la stilbite, ma al momento mi riservo di continuare gli studi. Le dimensioni dei cristalli sono talmente piccole da rendere molto difficile un'indagine diffrattometrica.

Per la perfezione dei cristalli, la bellezza delle associazioni e il fascino che da sempre le geodi esercitano sui collezionisti, i minerali dell'Arenella sono molto ricercati: per questo, dato che il piazzale di cava si affaccia direttamente sul mare, si sta lavorando ad una politica di salvaguardia del territorio

Tabella 1: quadro riassuntivo delle specie rinvenute presenti ed abbondanza relativa (CCC = comunissimo; CC = molto comune; C = comune; PC = poco comune; R = raro; RR = molto raro; RRR = rarissimo; ? = segnalazione ma presenza dubbia).

Specie	Formula	Abbondanza relativa(*)
<i>Solfuri</i>		
Pirite	FeS ₂	C
Pirrotina	Fe _{1-x} S	PC
Arsenopirite	FeAsS	R
<i>Ossidi e idrossidi</i>		
Magnetite	Fe ₃ O ₄	R
Rutilo	TiO ₂	?
Ilmenite	FeTiO ₃	?
Goethite	FeOOH	CCC
Uraninite	U ₃ O ₈	RRR
<i>Fosfati</i>		
Fluorapatite	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	C
Xenotime	YPO ₄	RRR
<i>Carbonati</i>		
Calcite	CaCO ₃	PC
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂	PC
Siderite	FeCO ₃	PC
<i>Silicati</i>		
Zircone	ZrSiO ₄	RRR
Grossularia	Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	PC
Schörlite	NaFe ₂₊₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ (OH)4Si ₆ O ₁₈	CC
Elbaite	Na(Li,Al)3Al ₆ (BO ₃) ₃ (OH)4Si ₆ O ₁₈	C
Dravite	NaMg ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ (OH)4Si ₆ O ₁₈	C
Berillo	Al ₂ Be ₃ Si ₆ O ₁₈	RRR
Muscovite	KAl ₂ (OH,F) ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀	RR
Quarzo	SiO ₂	CCC
Ortoclasio	KAlSi ₃ O ₈	CCC
Sanidino	(K,Na)(Si,Al)4O ₈	RR
Albite	NaAlSi ₃ O ₈	C

e di una ricerca mineralogica sostenibile.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'amico e collega Valter Marinai, Vice Direttore del Museo, al quale questo articolo è affettuosamente dedicato, per la collaborazione che mi ha sempre offerto, sia sul campo che in laboratorio, che nel Museo.

Si ringraziano anche gli amici Paolo Bonotti e Paolo Lazzarotti, veri "artisti" della microfotografia mineralogica, Claudio Kutufà, Domenico Preite e Marco Varvello per aver fornito campioni e microfotografie.

Bibliografia

- [1] Carobbi, G., Rodolico, F., I minerali della Toscana, Firenze, Olschki 1976.
- [2] Fei, A., Isola del Giglio: note di geologia e mineralogia, Not. G.M.F, IX/1-2.
- [3] Marinai, V., Nannoni, R., I minerali dell'Isola del Giglio, Pacini, Pisa 1985.
- [4] D'Achiardi, G., Osservazioni sulle tormaline del Giglio, in Carobbi e Rodolico, cit.
- [5] CNMI – Isola del Giglio – Toscana – Elenco dei minerali <http://forum.amiminerals.it/viewtopic.php?t=186&start=60> visto il 31 maggio 2016.
- [6] Meli, R., Pirite e pirrotina osservati come minerali accessori nel granito tormalinifero dell'Isola del Giglio, in Carobbi e Rodolico, cit.
- [7] Pelloux, A., Berillo del Giglio, in Carobbi e Rodolico, cit.

Mineralizzazioni nel legno fossile dei Monti Livornesi

Franco Sammartino^{1*}

Parole chiave: Legno fossile, mineralizzazioni, Monti Livornesi

Recentemente nella parte nord dei Monti Livornesi, sono stati scoperti i resti di una foresta pietrificata e sono state raccolte centinaia di frammenti di tronchi, rami e radici provenienti da sedimenti del Miocene superiore. I frammenti affiorano per circa un chilometro all'interno di un'area interessata da fitta macchia mediterranea e sono difficilmente distinguibili sul terreno a causa della copertura vegetale. Altri frammenti di legno fossile sono stati trasportati a valle a seguito di fenomeni erosivi e si trovano distribuiti su un territorio di diversi km². Al momento a seguito delle analisi finora eseguite su alcuni campioni, ne è stata ipotizzata l'attribuzione al morfogenere *Taxodioxylon* Hartig, corrispondenti alla specie *Taxodium gypsaceum*. Un altro campione è risultato appartenere ad una specie acquatica, una *Nymphaeacea* o monocotiledone. La fossilizzazione è avvenuta essenzialmente per silicizzazione, in misura ridotta per carbonificazione. Sulla superficie e all'interno di molti dei frammenti di maggiori dimensioni (tronchi), sono presenti cristallizzazioni di diversi minerali, idrocarburi e ambra che verranno descritti in questo lavoro. Ossidi e sulfuri nel legno silicizzato, sulfuri, solfati, idrocarburi e ambra, in quello carbonificato.

Introduzione

Alcuni anni fa nella parte nord dei Monti Livornesi sono stati scoperti i resti di una foresta pietrificata. I primi frammenti di legno fossile sono stati individuati nella parte inferiore della valle del Torrente Ugione. Ricerche accurate hanno permesso, in seguito, di individuare la provenienza dei frammenti. Si tratta di una fascia di sedimenti databili al Miocene superiore che si estende da nord a sud lungo il versante orientale dei Monti Livornesi (Fig. 1). Nel punto del ritrovamento dei resti della foresta fossile, questo strato è largo, apparentemente, poche decine di metri e lungo circa un chilometro ed è situato alle pendici di Poggio Corbolone. Questi sedimenti, che si adagiano direttamente sulle rocce verdi, lherzoliti tettoniche serpentinitizzate che formano il rilievo, sono attribuiti [1] alla formazione dei Conglomerati di Castello di Luppiano di origine lacustre [2], successivamente lagunari [3]. Questa fascia è la parte residua di un più ampio deposito ormai scomparso essenzialmente a causa dell'erosione dovuta principalmente a fenomeni eustatici che si sono verificati successivamente alla fossilizzazione dei resti vegetali. Molti

frammenti sono stati raccolti svariati chilometri a valle di Poggio Corbolone e a profondità diverse, a testimonianza di un ulteriore smantellamento del giacimento avvenuto (a seguito dell'abbassamento del livello del mare) anche in conseguenza di intense fasi di erosione fluviale dovuta l'aumento delle precipitazioni nei periodi anaglaciali. La quantità dei frammenti e la loro distribuzione fa pensare che in origine la foresta dovesse avere un'estensione di diversi ettari, situata in un'area lacustre (forse successivamente lagunare) e che quest'ultima fosse ancora più ampia. Questi resti consistono in frammenti di tronchi, rami e radici di dimensioni che vanno da pochi centimetri ad oltre mezzo metro di lunghezza (Fig. 2). L'analisi di alcuni reperti ha permesso di ipotizzare, al momento, l'attribuzione a due sole specie botaniche, una al morfogenere *Taxodioxylon*

gli autori

¹Museo di Storia Naturale del Mediterraneo
Via Roma, 234, 57127 Livorno
*e-mail: fsammartino@alice.it

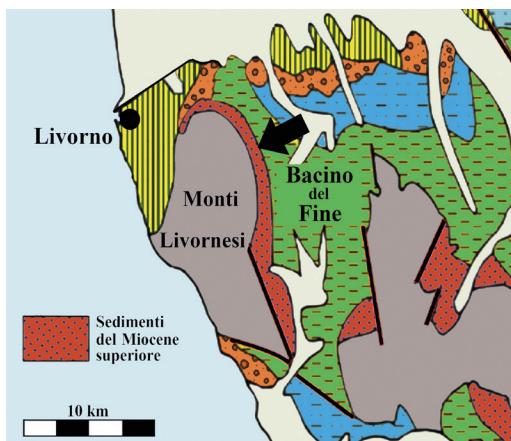


Figura 1: Carta geologica schematica dell'area dei Monti Livornesi e dintorni. La freccia indica la zona di affioramento del legno fossile nei sedimenti del Miocene superiore.

Hartig (*Taxodium gypsaceum*) e l'altra ad una specie acquatica, una Ninfea [1]. Ambedue specie tipiche di ambienti acquitrinosi.

La fossilizzazione è avvenuta principalmente per silicizzazione, in misura ridotta per carbonificazione. In rari casi i tronchi presentano la parte esterna costituita da lignite e quella interna silicizzata. Questo è significativo di un cambiamento

delle condizioni climatico ambientali durante la fase di fossilizzazione. I resti vegetali, depositatisi in principio in acque basse, dulcicole, sono stati successivamente coperti da fanghi, e hanno fatto da catalizzatori per gli elementi chimici presenti. Molti tronchi, rami e radici mostrano una sezione ellittica a testimonianza di uno schiacciamento subito prima della fossilizzazione a causa del peso dei sedimenti di copertura.

Sulla superficie e all'interno di molti dei frammenti di maggiori dimensioni (tronchi), sono presenti cristallizzazioni di diversi minerali, idrocarburi e ambra, che verranno descritti in questo lavoro.

I minerali

Legno silicizzato

Quarzo (SiO_2) – fig. 3, 1-4. Piccole cavità e fratture ortogonali alle fibre del legno, sono riempite da cristalli prismatici, con terminazione piramidale, di 1/3 mm. Questi cristalli sono in genere incolori, più raramente rosati, bruno rossicci o leggermente paglierini. In un solo frammento è stata osservata la colorazione "fumé", tendente al nero. Microcristalli incolori sono stati osservati anche nelle fratture parallele alle fibre. In diversi



Figura 2: Tronco di *Taxodium sp.* silicizzato

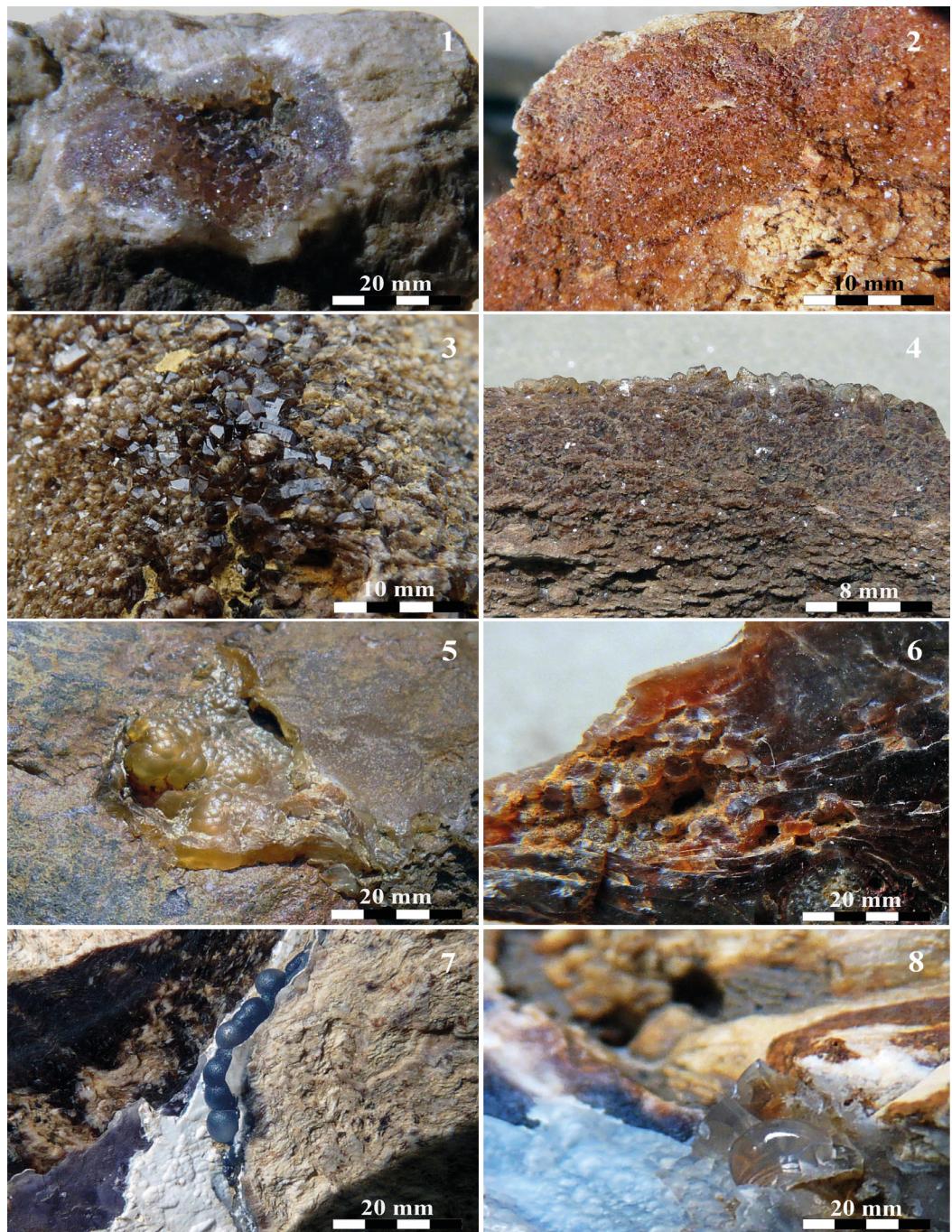


Figura 3: 1-4) quarzo; 5-6) calcedonio; 7-8) opale.

campioni, tutte le cavità sono completamente ricoperte da microcristalli di quarzo incolore distorti, molto appiattiti e in accrescimento parallelo. In alcuni reperti i cristalli assumono colorazioni rosate. In rari casi i frammenti di tronco sono completamente ricoperti da cristalli di quarzo incolori o leggermente giallini, sempre distorti e appiattiti.

Calcedonio (SiO_2) – fig. 3, 5-6. Il calcedonio si trova all'interno dei frammenti principalmente nelle fratture normali alla disposizione delle fibre, anche se non è rara la sua presenza in altre cavità. Più comunemente si presenta in strati e crosticine sottili incolori che spesso appaiono con varie tonalità di colori, a seconda della superficie su cui si sono formati, ma anche in strati spessi anche alcuni cm di colore bruno, rossiccio, ambrato e giallastro. Si trovano anche frammenti di piccoli tronchi e rami completamente sostituiti da calcedonio. Il calcedonio, a differenza degli altri affioramenti di serpentinite dei Monti Livornesi, riempie, insieme all'opale, molte delle fratture che attraversano quelli di Poggio Corbolone, in contatto con i sedimenti del Miocene [4].

Opale ($\text{SiO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$) – fig. 3, 7-8; fig. 4, 1-2. Anche l'opale si è formato nelle fessure e fratture posizionate all'interno dei rami e dei tronchi come quelle dove si è depositato il calcedonio. Abbastanza comuni sono le croste mammellonari, in alcuni casi, nelle croste appiattite si sono formati globuli rotondeggianti di vario diametro fino a 4 mm. In genere l'opale è incolore, bianco o bianco perlato ma non mancano colorazioni celesti, azzurrognole e grigastre.

Limonite ($\text{FeO(OH)} \cdot \text{nH}_2\text{O}$) – fig. 4, 3. La limonite si è depositata sul legno fossile sotto forma di masse terrose bruno giallastre compatte ma anche in concrezioni mammellonari, spesso con lucentezza metallica, di colore brunastro un varie tonalità. In alcune zone masse limonitiche inglobano piccoli rami di legno.

Marcasite (FeS_2) – fig. 4, 4. Piccolissimi cristalli tabulari, massimo 0,7 mm, di forma allungata con terminazione a scalpello color giallo ottone, sono stati individuati in alcune cavità.

Pirite (FeS_2). La pirite è stata osservata in microcristalli cubici giallo ottone, massimo 0,6 mm, in pochi frammenti e solo all'interno di piccole fessure.

Ambra – fig. 5, 5. Resina fossile ($\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}$, generica). Piccole quantità di ambra di colore rosso, rosso giallastro sono state individuate in alcuni frammenti di tronchi silicizzati, parzialmente carbonificati. Sono state trovate anche piccole gocce piriformi che si sono potute conservare perché depositate in linee di scorrimento negli interstizi sotto la corteccia, già presenti al momento della fossilizzazione. Nei punti di frattura mostra frattura concoide.

Legno carbonificato

Limonite ($\text{FeO(OH)} \cdot \text{nH}_2\text{O}$). Sostituisce spesso la pirite a seguito delle condizioni ossidanti che si sono verificate successivamente alla disseccazione del bacino lacustre.

Pirite (FeS_2) – fig. 4, 7-8; fig. 4, 1. Si tratta del minerale più comune che si rinvie nei frammenti di legno carbonificato. I cristalli, in abito cubotetraedrico, massimo 5 mm, di color giallo ottone, giallo oro, si sono depositati sotto forma di aggregati di diversi cm^2 , disposti quasi sempre parallelamente all'allungamento delle fibre. Sono presenti anche gruppi di cristalli ricoperti da patine di limonite. All'esposizione all'aria, la pirite che si trovava all'interno di frammenti giacenti in sedimenti umidi, si decompone trasformandosi in solfato e, aumentando di volume, determina la frammentazione del legno in piccole scaglie.

Gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – fig. 4, 5-6. Il gesso si presenta in piccoli cristalli tabulari, massimo 1,5 mm brillanti, limpidi, incolori, ben formati, spesso in aggregati disposti a ventaglio. In alcuni casi i cristalli, anche di 10 mm, sono aciculari o prismatici, allungati con il prisma striato, e assumono forme curve o distorte.

Epsomite ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) – fig. 5, 2. Masserelle dall'aspetto fibroso, formate da cristalli allungati ricurvi, massimo 1,5 mm, di colore biancastro sericeo, ricoprono molti frammenti di legno carbonificato. Questo sale si trova anche in efflorescenze lanose bianche traslucide.

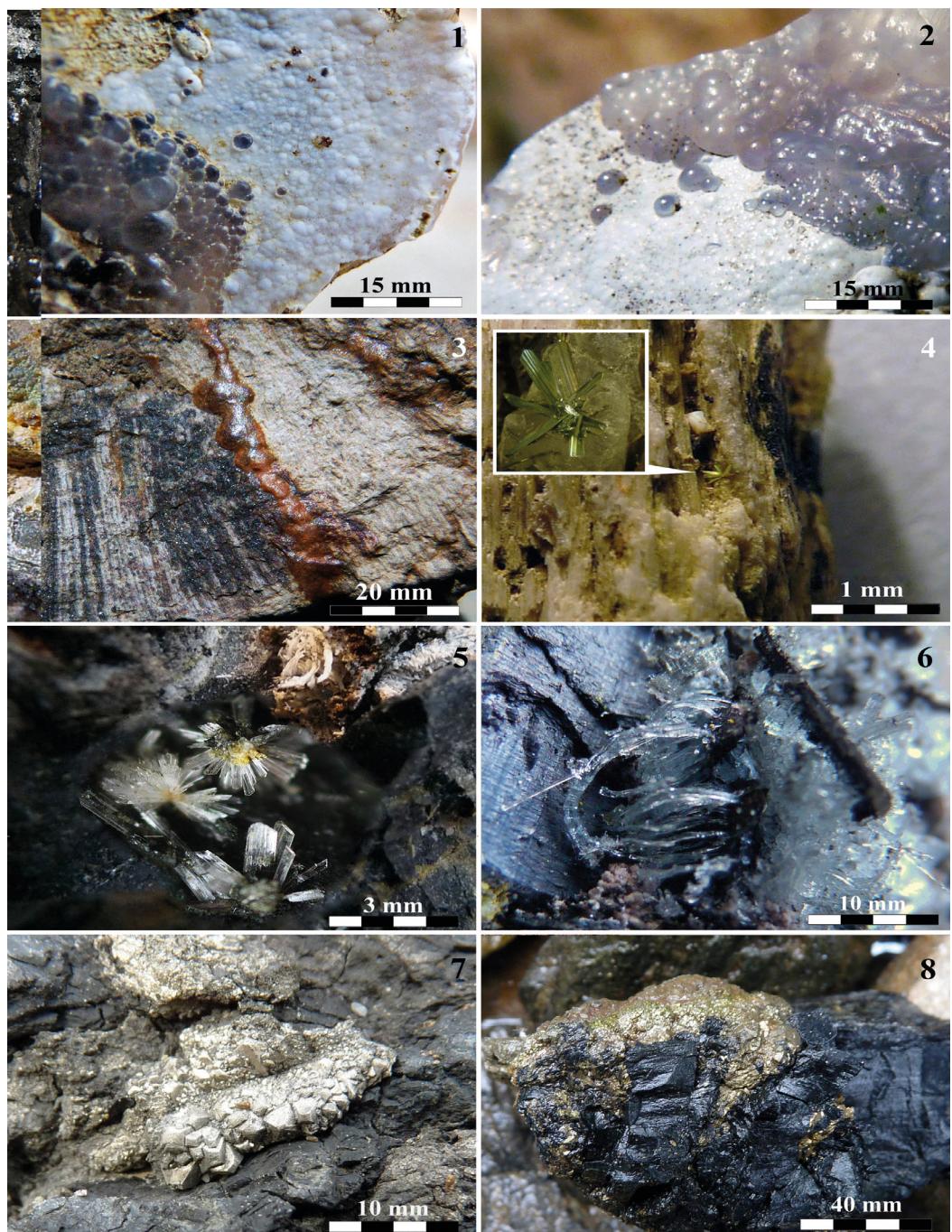


Figura 4: 1-2) opale, 3) limonite, 4) marcasite, 5-6) gesso, 7-8) pirite.

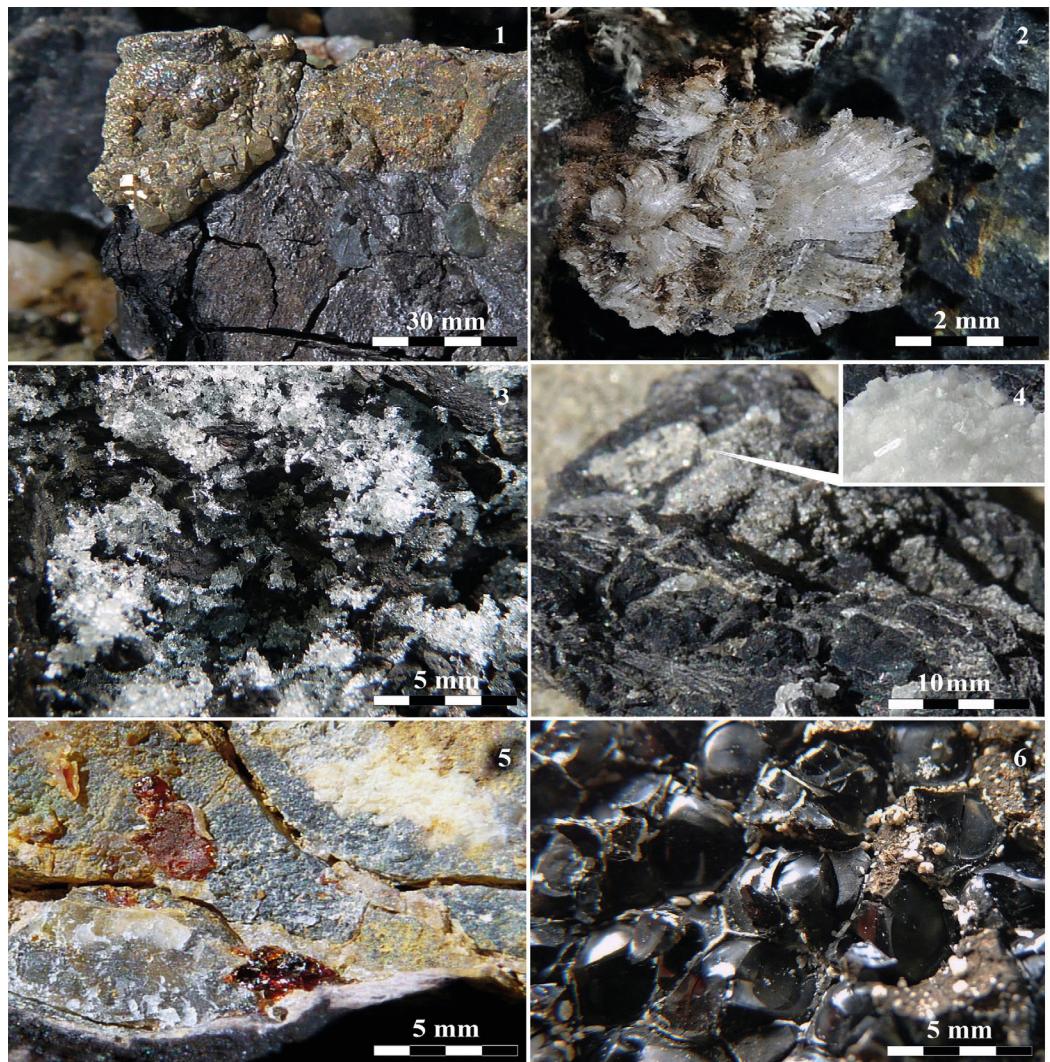


Figura 5: 1) pirite, 2) epsomite, 3-4 hartite, 5) ambra, 6) lignite con minerale non identificato.

Hartite ($C_{20}H_{34}$) – fig 5, 3-4. Idrocarburo. L'hartite è stata osservata in pochi frammenti di legno carbonificato. I cristalli, massimo 0,8 mm, laminari, molto sottili, assai brillanti incolori o leggermente biancastri, formano masserelle disposte caoticamente negli interstizi del legno.

Lignite con minerale non identificato – fig. 5, 6. Sono stati raccolti pochi frammenti di lignite piacea che mostra colore nero e frattura concoide

lucente. Nelle fratture di questa lignite è stato individuato un minerale che non è stato possibile analizzare. Si tratta di aggregati perfettamente globulari di colore bianco con diametro massimo di 0,4 mm.

Conclusioni

In altre località italiane che hanno restituito frammenti di legno fossile, pochi sono i minerali presenti segnalati. Fa eccezione la Liguria occidentale dove, anche se in situazione di giacitura completamente differente, sono stati individuati diversi minerali [5]. Interessante la presenza di hartite e ambra che vengono segnalate per la prima volta sui Monti Livornesi. L'hartite, in Toscana, era nota nella miniera di lignite di Chianni (Pisa) e in Valdarno [6]. L'ambra (resina fossile) risulterebbe essere segnalata per la prima volta anche per la Toscana (ambra rossa), anche se altre resine fossili biancastre sono state individuate in Valdarno [6]. In Italia non risulta mai essere stata trovata all'interno del legno fossilizzato, ma solamente dispersa in sedimenti, come sulle Dolomiti, in Romagna e in Sicilia [7, 8, 9, 10, 11]. Sull'ambra dei Monti Livornesi è tuttora in corso uno studio specifico.

Tutte le mineralizzazioni risulterebbero essersi prodotte a bassa temperatura, come confermerebbe la stragrande predominanza dell'opale, derivante da lenta deposizione di gel colloidale di silice. I minerali cristallizzati si presentano in aggregati di piccoli o piccolissimi individui di pochi millimetri spesso distorti come, in alcuni casi, il quarzo, a testimonianza, al contrario di quanto avvenuto per l'opale, di una cristallizzazione "veloce" avvenuta durante una fase climatico-ambientale, con temperatura e pressione variabili dell'ambiente deposizionale fluvio-lacustre. Il ritrovamento di pirite solamente sulla superficie di molti frammenti laminari, anche arcuati, di legno (parti della circonferenza del tronco), è indicativo di una deposizione successiva alla fossilizzazione. L'epsomite e il gesso risulterebbero di formazione, sempre successiva alla fossilizzazione, ma ancora più recente.

Bibliografia

- [1] F. Sammartino, A. Borzatti von Loewenstein, R. Grassi. Rinvenimento e studio di alcuni macrofossili vegetali del tardo Miocene sui Monti Livornesi. *Quaderni Mus. St. Nat. Livorno*, 24, 2011-12, 11-19.
- [2] A. Bossio, R. Cerri, R. Mazzei, G. Salvatorini, F. Sandrelli. La successione neogenica nell'area della Spicchiaiola-Pignano (Prov. Pisa e Siena). *Boll. Soc. Geol. It.*, 115, 1996, 393-422.
- [3] I. P. Martini, V. Pascucci, F. Sandrelli. Late Miocene Paleogeography of the Monte Soldano area, southeastern part of Volterra Basin, Tuscany, Italy. *Riv. It. Paleont. Strat.*, 101, 1995, 381-388.
- [4] F. Sammartino. Minerali, miniere e cave dei Monti Livornesi. Comune di Livorno, 2009.
- [5] L. Cortesogno, M. Galli. Tronchi fossili nei diaspri della Liguria Orientale. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, 80, 1974, 142-156.
- [6] G. Carrobbi, F. Rodolico. I minerali della Toscana. 1976.
- [7] A. R. Schmidt, S. Jancke, E. E. Lindquist, E. Ragazzi, G. Roghi, P. C. Nascimbene, K. Schmidt, T. Wappler, D. A. Grimaldi. Arthropods in Amber from the Triassic Period. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, August 27, 2012 DOI: 10.1073/pnas.1208464109.
- [8] E. Trevisani, E. Ragazzi. L'ambra nelle Alpi meridionali: stato delle conoscenze. *Quad. Mus. St. Nat. Ferrara*, 1, 2013, 25-32.
- [9] O. Helm, H. Conwentz. Sull'ambra di Sicilia. *Malpighia*, 1, 1866, 49-56.
- [10] C. Zilli. Tesi, Studio sull'ambra siciliana (simeite) del museo di mineralogia "L. Bombicci", Bologna. 1996-97, 61-67.
- [11] L. Bombicci. L'ambra e il petrolio di S. Clemente presso Monte Renzio. *Mem. Accad. Sc. Istit. Bologna*, Ser. 3, t.I, 1871.

Piloni in cemento armato usati come dissuasori per la pesca a strascico e isole ecologiche

Roberto Bedini^{1*}, Marco Bedini², Luigi Piazz², Elisa Salvadori²

Parole chiave: isole ecologiche, barriera antistrascico, biocenosi sessili

Il porticciolo del Cavo (Isola d'Elba) nel 2006 ha effettuato dei lavori di ampliamento del molo d'attracco che hanno portato alla distruzione di una parte del vecchio pontile. È stato effettuato uno studio che permettesse di individuare dei fondali marini idonei su cui depositare le parti asportate. Il progetto era inoltre quello di accatastare le macerie come barriera antistrascico. Tali indagini sono state svolte con le metodologie del visual census, documentazione fotografica e campionamento standard. Dai dati rilevabili dallo studio dei campionamenti effettuati sono stati individuati due siti idonei, in quanto non presentavano biocenosi sessili di particolare interesse naturalistico facenti parte di specie protette o, comunque, tali da far ritenere dannosa per l'habitat la posa in opera dei piloni. Nel 2011 e nel 2014 sono stati effettuati due monitoraggi delle isole ecologiche (create nel 2009) ed è stato osservato che l'accatastamento dei piloni, che è stato guidato nel posizionamento sul fondale da biologi in immersione, ha creato delle barriere che sono diventate protezione e rifugio e substrato di colonizzazione per molti organismi marini sia vegetali che animali. Le barriere stanno funzionando anche da nursery per molte specie animali sia pelagiche che bentoniche quali Pesci, Molluschi, Crostacei. L'insediamento poi sui piloni di biocenosi di substrato duro offre pascolo per molte specie ittiche.

Pertanto dai dati forniti dal presente studio si evince che l'area indagata è stata compatibile con la messa in opera di barriere artificiali come isole ecologiche e che queste hanno prodotto effetti benefici per gli ecosistemi locali impedendo di fatto la pesca a strascico e facendo aumentare la biodiversità e la ricchezza specifica del fondale marino.

Introduzione

La pesca a strascico crea un impatto notevole sull'ambiente marino. Le reti a strascico infatti distruggono ed asportano tutto ciò che incontrano sul fondale (pesci di piccola taglia, gorgonie, biocenosi sessili e, talvolta, Posidonia (figura 1).

La pesca a strascico non può essere svolta in zone di mare comprese entro le tre miglia dalla costa oppure su fondali la cui profondità è inferiore a 50 metri (art. 111 del D.P.R. n. 1639 del 02.10.1968). Più recentemente una direttiva emanata dall'Unione Europea e recepita dal Governo Italiano ha decretato anche la protezione delle praterie di fanerogame marine (Dir. U.E. n. 1626/94 All. 1). Negli ultimi anni è nata la necessità di utilizzare delle tecniche dissuasive per cercare di scoraggiare l'attività di pesca in aree dove questa è vietata (Bombace G. (1995)). Un importante

esempio di tecnica dissuasiva è il posizionamento sul fondo di barriere artificiali (Bombace G., 1989, Allemand et al., 2000) facendo affondare, in aree di particolare interesse biologico, per esempio grandi blocchi di cemento armato capaci di danneggiare seriamente le reti a strascico. Oltre a far impedire la pesca a strascico questi blocchi forniscono supporto alla colonizzazione di organismi bentonici incrementando nel tempo la

gli autori

¹Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino, Piazza Bovio 3/4

*email: bedini@biomare.it

²Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino, Piazza Bovio 3/4

email: museomare@biomare.it



Figura 1: esempi di animali che rimangono intrappolati nelle reti a strascico *Gonoplax rhomboides* (Linnaeus, 1758) e *Capros aper* (Linnaeus, 1758) entrambi posti su una moneta.

biodiversità dell'area (Boudouresque C.F., 2004). La zona portuale del Cavo (Isola d'Elba) negli ultimi anni ha subito grandi modifiche con l'allungamento del molo d'attracco delle navi. Si è quindi deciso di utilizzare le strutture delle demolizioni per la creazione di barriere artificiali sottomarine. Sono state individuate due aree possibili per il deposito di piloni in cemento armato come dissuasori per la pesca a strascico. Una volta identificata l'area più idonea sono stati depositati piloni e strutture in cemento e negli anni successivi sono stati effettuati dei controlli per valutare l'efficacia dell'intervento (secondo la direttiva DVA DEC-2012-0000478 del 18/09/2012 del Ministero dell'Ambiente e Tutela del territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientale).

Materiali e metodi

Lo studio ha previsto l'acquisizione sia della documentazione fotografica delle biocenosi dei fondali che tramite visual census e campionamento standard di due aree per valutare quella più idonea. I rilevamenti sono stati condotti con il supporto logistico di un battello con due subacquei biologi professionisti ed un biologo a bordo per 4 giornate di immersione con A.R.A. In ogni giornata sono stati effettuati 6 campionamenti per ogni singola area (figura 2). In ogni sito di studio (A e B) sono stata prese in considerazione quattro

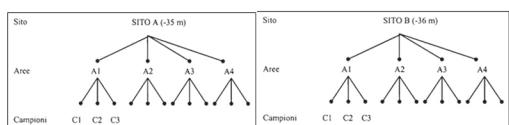


Figura 2: disegno di campionamento.

aree random e per ogni area sono stati prelevati tre campioni da analizzare.

Grazie alle tre metodologie utilizzate è stato possibile avere un quadro completo in quanto la documentazione fotografica, viene applicata a studi di natura bionomica, di dinamica delle comunità, di biologia delle specie, ecc. e diventa di fondamentale importanza quando si debbano compiere studi di carattere descrittivo, dove è necessaria una caratterizzazione generale dell'ambiente con descrizione su ampia scala delle forme di vita presenti (Abbiati, 1991). Durante i campionamenti svolti dai subacquei è stato acquisito materiale fotografico riguardante la tipologia dei fondali e le biocenosi sessili vegetali ed animali presenti. Le foto, effettuate con una macchina fotografica CANON POWER SHOT G1, hanno anche permesso, in alcuni casi, di identificare con maggiore sicurezza alcuni organismi osservati durante le immersioni.

La metodologia del visual census permette di acquisire dati di tipo qualitativo come ad esempio il tipo di specie presenti e la loro distribuzione spaziale (La Mesa et al., 2003). Mentre con il campionamento standard è possibile avere informazioni di tipo qualitativo dell'area studiata.

Nelle aree indagate sono stati prelevati campioni di sabbia, con metodologia random, per la successiva analisi in laboratorio delle specie presenti. La sabbia è stata prelevata con una paletta all'interno di un quadrato di area 20x20 cm e quindi chiusa in sacchetti di polietilene (Abbiati, 1991). In laboratorio gli animali presenti nei campioni sono stati separati dal sedimento attraverso la tecnica del sorting e quindi identificati con l'impiego di stereomicroscopio binoculare.

Nei monitoraggi fatti successivamente al deposito dei piloni sono stati effettuati dei rilevamenti bionomici in immersione autonoma con ARA mediante visual census, campionamento standard e riprese video-fotografiche. La superficie delle strutture sommerse è stata campionata mediante grattaggio, cioè completa asportazione con martello e scalpello di tutti gli organismi presenti all'interno di una superficie di 400 cm². Sono stati effettuati 3 campionamenti su superficie orizzontale più 2 aggiuntivi in aree poco esposte alla luce. Tutto il materiale campionato è stato trasportato in laboratorio per la successiva analisi e determinazione tassonomica.



Figura 3: il punto 1 e 2 indicano i siti studiati con le relative coordinate.

Risultati

Studio delle due aree e scelta di quella più idonea

Nella figura 3 sono presenti le aree studiate con le relative coordinate. Dall'osservazione visiva durante le immersioni, i due siti sembravano avere le stesse caratteristiche con fondali di tipo sabbioso e rocce di piccole e medie dimensioni.

Nella parte superficiale erano presenti accumuli di resti calcarei organogeni di vari organismi marini (gusci di conchiglie, alghe calcaree, Biziozi, Celenterati, Echinodermi, alghe rosse calcaree, ecc.). Il sottostante sedimento era costituito prevalentemente da sabbia con una importante frazione di sedimento fine (fango). I sedimenti sono stati indagati fino ad una profondità di circa 7/8 cm, in quanto la presenza dello zoobenthos è concentrata soprattutto nei livelli superficiali dei sedimenti. Sul fondo esistevano aree occupate da uno strato sottile (2-3 cm) di accumuli di resti organici di alghe e *Posidonia oceanica* (Linnaeus) (Delile, 1813), trasportati e depositati dalle correnti. Gli organismi che costituivano il macrozoobenthos più frequentemente rilevato nei due siti erano costituiti prevalentemente da olturie della specie *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788), da ricci marini delle specie *Stylocidaris affinis* (Philippi, 1845), *Spatangus purpureus* (O.F. Müller, 1776), *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816), alcuni asteroidei, ascidiae della specie *Phallusia*

Tabella 1: liste faunistiche delle specie animali individuate nei siti indagati (campionamento standard).

Campionamento su sabbia. Area A1. Profondità 36,5 m. 42°51.250N, 10°27.600E		
		NUMERO
ANELLIDI		
<i>Melinna palmata</i>	Grube, 1870	1
<i>Nothria conchylega</i>	(Sars, 1835)	1
<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	1
CROSTACEI		
<i>Ampelisca ledoyer</i>	Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	1
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	(Abildgaard, 1789)	1
ECHINODERMI		
<i>Brissus unicolor</i> (Diametro: 1 cm)	Leske, 1778	1

mamillata (Cuvier, 1815), da pochi crinoidi mobili. Nell'esplorazione subacquea non sono state riscontrate importanti formazioni rocciose, praterie di *Posidonia oceanica* e presenza di gorgonie entro i 100 metri di distanza da ciascuno dei due siti. Le aree indagate sono state inoltre scelte ad una profondità di oltre -35 metri in modo da non arrecare nessun disturbo alla navigazione con la posa in opera delle barriere.

Tutti i dati relativi ai campionamenti sono presenti nella Tabella 1.

Dallo studio effettuato si evince che i fondali delle due aree indagate non presentavano comunità animali o vegetali di particolare interesse naturalistico né specie sessili o sedentarie facenti parte di specie protette o, comunque, tali da far ritenere dannosa per l'habitat la posa in opera di barriere sottomarine.

Il punto 2 è stato scelto come sito per il deposito dei piloni.

Campionamento su sabbia. Area A2. Profondità 37 m. 42°51.220N, 10°27.595E

			NUMERO
<i>Amphictene auricoma</i>	(O.F. Müller, 1776)		1
<i>Scoletoma fragilis</i>	(O.F. Müller, 1776)		1
<i>Maldane glebifex</i>	Grube, 1860		1
<i>Onuphis conchylega</i>	(M. Sars, 1835)		2

Campionamento su sabbia. Area A3. Profondità 35,5 m. 42°51.275N, 10°27.630E

			NUMERO
<i>Paradalychone filicaudata</i>	(Southern, 1914)		1
<i>Hyalinoecia bilineata</i>	Baird, 1870		1
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	(O.F. Müller, 1776)		1
<i>Laonome kroyeri</i>	Malmgren, 1866		1
<i>Nephtys incisa</i>	Malmgren, 1865		1
<i>Odontosyllis dugesiana</i>	Claparède, 1864		1
<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841		3
<i>Syllis vittata</i>	Grube, 1840		1
CROSTACEI			
<i>Haploops dellavallei</i>	Chevreux, 1900		1

<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	Boeck, 1861	1
<i>Lysianassina longicornis</i>	(Lucas, 1846)	1
<i>Quadrimaera reishi</i>	(J.L. Barnard, 1979)	2
<i>Paguristes eremita</i>	(Linnaeus, 1767)	1
<i>Pontocrates arenarius</i>	(Bate, 1858)	1
ECHINODERMI		
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	1
(Diametro: 1 mm)		
<i>Ophiopsila aranea</i>	Forbes, 1845	2

Campionamento su sabbia. Area A4. Profondità 36 m. 42°51.280N, 10°27.580E		
		NUMERO
MOLLUSCHI		
<i>Mitrella scripta</i>	(Linnaeus, 1758)	1
ANELLIDI		
<i>Nephtys hombergii</i>	(Audouin et M. Edwards)	1
<i>Odontosyllis dugesiana</i>	Claparède, 1864	1
<i>Nothria conchylega</i>	(Sars, 1835)	2
<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	2
CROSTACEI		
<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853	2
<i>Ampelisca ledoyerii</i>	Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	2
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	(Abildgaard, 1789)	1
<i>Lysianassina longicornis</i>	(Lucas, 1846)	2
ECHINODERMI		

<i>Echinocyamus pusillus</i>	(O.F. Müller, 1776)	2
<i>Ophiopsila aranea</i> (Diametro: 4 mm)	Forbes, 1845	1

Campionamento su sabbia. Area B1. Profondità 37,5 m. 42°51.885N, 10°27.305E		
		NUMERO
<i>Centrocardita aculeata</i> (Diametro: 1,1 cm)	(Poli, 1795)	1
<i>Glycymeris glycymeris</i> (Diametro: 1 cm)	(Linnaeus, 1758)	1
ANELLIDI		
<i>Praxillella gracilis</i>	(M. Sars, 1861)	2
<i>Maldane glebifex</i>	Grube, 1860	1
<i>Sthenelais boa</i>	(Johnston, 1833)	1
CROSTACEI		
<i>Ampelisca multispinosa</i>	Bellan-Santini & Kaim Malka, 1977	1
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	Boeck, 1861	2

Campionamento su sabbia. Area B2. Profondità 36,5 m. 42°51.850N, 10°27.300E		
		NUMERO
<i>Actinauge richardi</i> (Dimensioni: 5 mm)	(Marion, 1882)	1
MOLLUSCHI		
<i>Gari costulata</i>	(Turton, 1822)	1

(Diametro: 7 mm)		
ANELLIDI		
<i>Ophelina acuminata</i>	Örsted, 1843	2
<i>Paradialychone filicau-data</i>	(Southern, 1914)	1
<i>Hyalinoecia brementi</i>	Fauvel, 1916	1
<i>Megalomma vesiculosum</i>	(Montagu, 1815)	3
<i>Nothria conchylega</i>	(Sars, 1835)	4
<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	1
PANTOPODI		
<i>Callipallene emaciata</i>	(Dohrn, 1881)	1
CROSTACEI		
<i>Ampelisca brevicornis</i>	(Costa, 1853)	2
<i>Ebalia deshayesi</i>	Lucas, 1845	1
(Diametro: 2 mm)		
<i>Leptocheirus mariae</i>	G. Karaman, 1973	1
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	Boeck, 1861	1
ECHINODERMI		
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	1
(Diametro: 2,5 mm)		
<i>Echinocyamus pusillus</i>	(O.F. Müller, 1776)	1
(Diametro: 2 mm)		
<i>Ophiopsila aranea</i>	Forbes, 1845	4

Campionamento su sabbia. Area B3. Profondità 35,5 m. 42°51.830N, 10°27.270E

CNIDARI	

		NUMERO
<i>Arachnanthus oligopodus</i>	(Cerfontaine, 1891)	1
MOLLUSCHI		
<i>Papillocardium papillosum</i> (Diametro: 9 mm)	(Poli, 1791)	1
ANELLIDI		
<i>Eunice vittata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	1
<i>Glycera rouxi</i>	Audouin & Milne Edwards, 1833	1
<i>Megalomma vesiculosum</i>	(Montagu, 1815)	1
<i>Nothria conchylega</i>	(Sars, 1835)	1
<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	1
<i>Pelogenia arenosa</i>	(Delle Chiaje, 1830)	1
<i>Stylarioides flabellata</i>	(Sars G.O., 1871)	1
<i>Terebellides stroemi</i>	(M. Sars, 1835)	1
CROSTACEI		
<i>Anapagurus petiti</i>	Dechancé & Forest, 1962	1
<i>Quadrimaera reishi</i>	(J.L. Barnard, 1979)	1
ECHINODERMI		
<i>Acrocnida brachiata</i> (Diametro: 6 mm)	(Montagu, 1804)	1
<i>Ophiura albida</i> (Diametro: 4,5 mm)	Forbes, 1839	1

Campionamento su sabbia. Area B4. Profondità 36 m. 42°51.840N, 10°27.340E

ANELLIDI		
		NUMERO

<i>Anobothrus gracilis</i>	(Malmgren, 1866)	1
<i>Arabella iricolor</i>	(Montagu, 1804)	1
<i>Dasybranchus caducus</i>	(Grube, 1846)	1
<i>Eusyllis blomstrandii</i>	(Malmgren, 1867)	1
<i>Lumbriconereis latreilli</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1834	1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	(Oersted, 1843)	1
<i>Pherusa monolifera</i>	(Delle Chiaje, 1841)	1
CROSTACEI		
<i>Quadrifera reishi</i>	(J.L. Barnard, 1979)	1
<i>Rhachotropis glabra</i>	Ledoyer, 1977	1

Monitoraggio dell'area

Qualche mese dopo il deposito dei piloni è stato effettuato un monitoraggio dell'area. La superficie delle strutture è risultata colonizzata (figura 4).

Sono stati identificati 84 taxa, di cui 16 vegetali (1 Chlorophyta, 1 Heterokontophyta, 14 Rhodophyta) e 68 animali (1 Porifera, 6 Cnidaria, 8 Mollusca, 20 Anellida, 17 Arthropoda, 11 Bryozoa, 1

Echinodermata, 2 Ascidiaceae), oltre a 8 specie di osteitti. Due principali popolamenti sono stati individuati. Le porzioni più esposte alla luce, erano colonizzate da popolamenti di idroidi e policheti sessili, mentre poche sono risultate le specie algali. Nelle porzioni più ombreggiate, il popolamento era caratterizzato dalle Rhodophyta *Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) (F.Schmitz, 1879) e *Osmundaria volubilis* (Linnaeus) (R.E.Norris, 1991), dal polichete tubicolare *Filograna implexa* (Berkeley, 1835) e da spugne incrostanti quali *Spirastrella cunctatrix* (Schmidt, 1868).

Erano presenti alcune specie di invertebrati vagili quali lo cnidario *Alicia mirabilis* (Johnson, 1861) e l'echinodermi *Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845). Per quanto riguarda la fauna ittica, sono state identificate 8 specie dominanti, alcune delle quali strettamente associate alle strutture sommerse, altre in prossimità di esse. *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) era la specie più abbondante.

Tutti i dati relativi ai campionamenti sono presenti nella Tabella 2.



Figura 4: confronto tra le immagini delle strutture da poco posizionate sul fondo (quelle in alto) e quelle attuali che mettono in risalto la colonizzazione massiccia, soprattutto, dell'anellide serpulide *Filograna implexa* (Berkeley, 1835).

Tabella 2: dati relativi ai campionamenti suddivisa in lista floristica dei taxa trovati sulle strutture sommerse, Lista faunistica dei taxa trovati sulle strutture sommerse, Lista faunistica delle specie ittiche associate alle strutture sommerse.

TAXA	Porzioni esposte alla luce	Porzioni ombreggiante
Chlorophyta		
<i>Valonia macrophysa</i> Kützing	-	X
Heterokontophyta		
<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) G. Furnari	X	-
Rhodophyta		
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	X	-
<i>Ceramium codii</i> (H. Richards) Feldmann-Mazoyer	X	X
<i>Contarinia squamariae</i> (Meneghini) Denizot	-	X
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey	X	-
<i>Eupogodon planus</i> (C. Agardh) Kützing	-	X
<i>Feldmannophycus rayssiae</i> (Feldmann et Feldmann-Mazoyer) Augier et Boudouresque	-	X
<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn	X	-
<i>Laurencia chondrioides</i> Børgesen	-	X
<i>Mesophyllum</i> cf. <i>alternans</i> (Foslie) Cabioch	-	X
<i>Osmundaria volubilis</i> (Linnaeus) R.E. Norris	-	X
<i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz	-	X
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	-	X
<i>Peyssonnelia stoechas</i> Boudouresque et Denizot	-	X
<i>Polysiphonia subulifera</i> (C. Agardh) Harvey	-	X

Lista faunistica dei taxa trovati sulle strutture sommerse

TAXA	Porzioni esposte alla luce	Porzioni om- breggiate
Porifera		
<i>Sycon raphanus</i> (Schmidt, 1862)	X	-
Cnidaria		
<i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus, 1767)	X	-
<i>Dynamena disticha</i> (Bosc, 1802)	X	-
<i>Eudendrium racemosum</i> (Cavolini, 1785)	X	X
<i>Sertularella fusiformis</i> (Honcks, 1861)	-	X
<i>Sertularella ellisii</i> (Deshayes & Milne Edwards, 1836)	X	-
<i>Alcyonium coralloides</i> (Pallas, 1766)	-	X
Mollusca		
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	X	X
<i>Coralliphaga lithophagella</i> (Lamarck, 1819)	X	
<i>Diaphorodoris papillata</i> Portmann & Sandmeier, 1960	-	X
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	X	-
<i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)	X	-
<i>Nucula sulcata</i> Brönn, 1831	-	X
<i>Sphenia binghami</i> Turton, 1822	X	X
<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	X	-
Annelida		
<i>Cirratulus cirratus</i> (O. F. Müller, 1776)	-	X
<i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)	-	X

<i>Leodice harassii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)	X	-
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	X	X
<i>Eupolymnia nebulosa</i> (Montagu, 1818)	-	X
<i>Glycera unicornis</i> (Lamarck, 1818)	X	-
<i>Spirorbis marioni</i> Caullery & Mesnil, 1897	X	-
<i>Lagisca hubrechti</i> (McIntosh, 1900)	-	X
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne Edwards, 1833	X	X
<i>Megalomma vesiculosum</i> (Montagu, 1815)	-	X
<i>Eumida punctifera</i> (Grube, 1860)	-	X
<i>Platynereis coccinea</i> (Delle Chiaje, 1822)	-	X
<i>Protolaeospira striata</i> (Quievreux, 1963)	X	-
<i>Semivermilia cibrata</i> (O. G. Costa, 1861)	X	X
<i>Serpula vermicularis</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
<i>Spirobranchus polytrema</i> (Philippi, 1844)	X	X
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
<i>Subadyte pellucida</i> (Ehlers, 1864)	-	X
<i>Syllis armillaris</i> (Müller, 1776)	X	-
<i>Syllis hyalina</i> (Grube, 1863)	X	X
Arthropoda		
<i>Achelia echinata</i> (Hodge, 1864)	X	-
<i>Achaeus cranchii</i> (Leach, 1817)	-	X
<i>Ampelisca ledoyerii</i> Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977	X	X
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)	-	X
<i>Callipallene emaciata</i> (Dohrn, 1881)	X	-

<i>Caprella acanthifera</i> (Leach, 1814)	X	-
<i>Cestopagurus timidus</i> (Roux, 1830)	-	X
<i>Dexamine spiniventris</i> (Costa, 1853)	X	-
<i>Eualus cranchii</i> (Leach, 1817)	X	X
<i>Gammarus aequicauda</i> (Martynov, 1931)	-	X
<i>Hippolyte varians</i> (Leach, 1814)	X	-
<i>Hyale schmidti</i> (Heller, 1866)	-	X
<i>Leucothoe spinicarpa</i> (Abildgaard, 1789)	-	X
<i>Phtisica marina</i> (Slabber, 1769)	X	-
<i>Pontocrates arenarius</i> (Bate, 1858)	-	X
<i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804)	X	-
<i>Urothoe pulchella</i> (Costa, 1853)	X	-
Bryozoa		
<i>Beania magellanica</i> (Busk, 1852)	X	-
<i>Cellepora pumicosa</i> (Pallas, 1766)	-	X
<i>Chorizopora brongniartii</i> (Audouin, 1826)	X	-
<i>Entalophoroecia robusta</i> (Harmeli, 1976)	X	-
<i>Myriapora truncata</i> (Pallas, 1776)	X	-
<i>Nodella dilatata</i> (Hincks, 1860)	X	-
<i>Reteporella beaniana</i> (King, 1846)	X	-
<i>Reteporella grimaldii</i> (Jullien, 1903)	-	X
<i>Schizobrachiella sanguinea</i> (Norman, 1868)	X	-
<i>Tubulipora hemiphragmata</i> (Harmelin, 1976)	X	-
<i>Walkeria tuberosa</i> (Heller, 1867)	-	X
Echinodermata		
<i>Amphiura chiajei</i> (Forbes, 1843)	-	X

Asciidiacea		
<i>Ascidia conchilega</i> (Moeller, 1842)	X	-
<i>Ascidia virginea</i> (Müller, 1776)	-	X

Lista faunistica delle specie ittiche associate alle strutture sommerse

TAXA	Strutture	Fondo circo-stante
<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	X	-
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	X	-
<i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	X	
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	X	X
<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)	-	X
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	X	-
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	-	X

Conclusioni

Dai dati rilevabili dallo studio dei campionamenti effettuati si evinceva che i fondali delle due aree indagate (figura 3) non presentavano comunità animali o vegetali di particolare interesse naturalistico né specie sessili o sedentarie facenti parte di specie protette o, comunque, tali da far ritenere dannosa per l'habitat la posa in opera di barriere sottomarine. La successiva modifica-zione del fondale con la posa in opera delle parti asportate dal pontile è collocabile nella classe dei disturbi ambientali lievi, incapaci di modificare negativamente la struttura delle biocenosi esistenti in queste aree (Sutherland, 1981, Gomez-Buckley et al., 1994). L'accatastamento dei piloni infatti, dato il tipo di fondale, ha creato presumibilmente un temporaneo intorbidimento dell'acqua tutto intorno le barriere ma questo non ha prodotto problemi particolari perché l'ispezione subacquea iniziale ha escluso, in un raggio molto ampio, qualsiasi presenza di fanerogame marine e specie animali sessili (come ad esempio gorgoniacei) che avrebbero potuto risentire del deposito sulle proprie strutture del limo e del

particolato sabbioso diffuso. Le strutture sul fondo marino hanno offerto il substrato per attività di biocostruzione (Ardizzone G. D., Gravina M. F., Belluscio A., 1989) da parte di Briozi (Cocito et al., 2000b), Anellidi, Bivalvi o di altre specie colonizzatrici che apportano comunque un aumento nella biodiversità locale (Bianchi, 2001). Il ricoprimento delle parti in ombra, dominato da alghe rosse e da colonie di policheti e briozi, è risultato particolarmente abbondante. La presenza delle strutture e in particolare delle cavità da esse create ha permesso anche un'importante colonizzazione da parte di specie ittiche, anche di valore commerciale mentre le biocenosi insediate sulla superficie hanno fornito un pascolo per specie vagili. Le barriere stanno funzionando da nursery per molte specie animali sia pelagiche che bentoniche e necto-bentoniche quali Pesci, Molluschi e Crostacei come è già stato ampiamente dimostrato in studi sulle barriere artificiali in Italia ed all'estero. È stato ad esempio dimostrato, già da molti anni, che poche ore dopo la messa in opera sul fondale marino di strutture artificiali (Carlisle, Turner & Ebert, 1964; Turner, Ebert & Given, 1969) le stesse cominciano ad essere colonizzate.

La presenza delle barriere sul fondale, quindi, oltre ad avere un ruolo deterrente ad operazioni di pesca illegale, ha creato un habitat favorevole per lo sviluppo di popolamenti ad elevata biodiversità. Sulla base di quanto osservato in questa indagine, è stato interessante valutare in tempi più lunghi, dal 2009 (anno in cui sono stati affondati i piloni) al 2015 (ultimo monitoraggio), (Nicoletti L. et al., 2007) l'evoluzione dei popolamenti sessili e vagili associati alle strutture sommerse confermando che lo scopo prefissato, ossia creare un'isola antistrascico, è stato raggiunto (Bombace G., 1995).

Ringraziamenti

Si ringrazia la Capitaneria di Porto di Portoferaio e l'Autorità Portuale di Piombino e dell'Elba.

Bibliografia

- [1] M. Abbiati, 1991. Metodi di campionamento biologico subacqueo. In: Lezioni del corso formativo per ricercatore scientifico subacqueo. I.S.S.D. Pisa.
- [2] D. Allemand , E. Debernardi , Jr W. Seaman Jr W. Artificial reefs in european sea 2000, 151-166.
- [3] G. D. Ardizzone, M. F. Gravina, A. Belluscio. *Bullettin of Marine Science*. 1989, 44(2): 592-608.
- [4] C. N. Bianchi. *Biol. Mar. Medit.* 2001, 8 (1): 112-130.
- [5] G. Bombace. *Bull. of Mar. Sci.* 1989, 44 (2): 1023-1032.
- [6] G. Bombace. *Biol. Mar. Medit.* 1995, 2 (1): 1-14.
- [7] C. F. Boudouresque . *Scientific Report of Port-Cros national Park*. 2004, 20: 97-146.
- [8] J.C. Carlisle, C.H. Turner & E. E. Ebert. *Calif. Dep. Fish Game Fish Bull.* 1964, 124: 1-90.
- [9] S. Cocito, F. Ferdeghini, C. Morri , C.N. Bianchi. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 2000b, 192: 153-161.
- [10] M.C. Gomez-Buckley, R.J. Haroun. *Bull. Mar. Sci.* 1994, 55 (2-5): 1021-1028.
- [11] M.C. La Mesa, Gambi, M. Dappiano. *Biol. Mar. Medit.* 2003, 10 (suppl.): 145-189.
- [12] L. Nicoletti , S. Marzialetti, D. Paganelli, G.D. Ardizzone. *Biodiversity in Enclosed Seas and Artificial Marine Habitats.* 2007, 193: 223-240
- [13] J.P. Sutherland. *Am. Nat.* 1981, 118: 499-519.
- [14] H.C. Turner, E.E. Ebert. & R.R. Given. *Calif. Dep. Fish Game Fish Bull.* 1969, 1-46: 1-120.

Imenotteri Aculeati della riserva naturale di Caselli (Pisa)

Franco Strumia¹, Luciano Filippi²

Parole chiave: Riserva di Caselli, imenotteri, zona umida, apoidei, *Coenonimpha elbana*

Le zone umide, come il piccolo lago sul poggio di Acquaferata nella riserva naturale di Caselli (PI) costituiscono un polo di attrazione e sopravvivenza per molte specie d'insetti. I risultati ottenuti da una trappola posizionata nel 2015 presso il lago confermano la presenza a Caselli di una ricca biodiversità, con alcune componenti faunistiche tipiche della fauna centroeuropea, e dimostrano il ruolo delle zone umide nella conservazione della biodiversità in regioni a clima mediterraneo.

Introduzione

Nella stagione 2015 abbiamo messo in funzione una trappola di tipo Malaise presso il piccolo lago sorgivo che si trova quasi al centro della riserva naturale di Caselli (PI) allo scopo di studiare la fauna degli Imenotteri di questa piccola zona umida, inserita in un tipico ambiente mediterraneo di uno dei siti meno antropizzati della Provincia di Pisa.

In particolare la riserva di Caselli si estende in una zona collinare parallela alla costa ed è coperta da boschi e macchia mediterranea. Quasi alla sommità del Poggio di Acquaferata si trova un piccolo lago sorgivo permanente, che garantisce

la necessaria umidità per tutta la stagione estiva (43°13'46"N-10°41'57"E, 250 m SLM), Fig. 1.

Allo scopo di studiare la fauna degli Imenotteri di questo sito poco antropizzato nella stagione 2015 vi abbiamo messo in funzione una trappola di tipo Malaise, che permette di catturare insetti in volo in modo non selettivo (in particolare Imenotteri). Questi sono i principali agenti impollinatori e quindi una componente biologica fondamentale per la conservazione degli ambienti naturali. La trappola è stata sistemata il 19 maggio 1915 ed è stata ritirata il 24 ottobre 2015. I dati che riportiamo sono ancora parziali in quanto i vari specialisti non hanno ancora completato lo studio del materiale raccolto.



Figura 1: Vista del piccolo lago permanente al "Poggio di Acquaferata": sito di posizionamento della trappola di tipo Malaise (macchia bianca sullo sfondo) nella stagione 2015.

Risultati

Abbiamo deciso di concentrare lo studio ai quei gruppi d'imenotteri per i quali sono disponibili gli esperti per il loro studio. In particolare:

gli autori

¹Dipartimento di Fisica, Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa
email: franco.strumia@unipi.it
²via Napoli, 30, 57 023 Cecina (LI)
email: luciano.filippi6@tin.it



Figura 2: Dettaglio della trappola di tipo Malaise installata a Caselli nella stagione 2015. Gli insetti si concentrano nella bottiglia con alcol in alto a sinistra.

1. Apoidei selvatici (a cura di Luciano Filippi, Cecina).
2. Imenotteri Aculeati delle famiglie Chrysidae (a cura di F. Strumia) e Mutilidae (a cura di Guido Pagliano, Torino).
3. Coleotteri Buprestidi (a cura di Domenico Gianasso, Asti).

Gli Imenotteri sono il gruppo d'insetti ecologicamente importante perché interagisce con molti altri gruppi di animali: come predatori, parassiti, parassitoidi, impollinatori e fonte di cibo per altri animali.

Apoidei

Sono state catturate dalla trappola ben 97 specie di Apoidei. Lo studio della struttura della popolazione (cioè da quanti individui è rappresentata ogni specie nel materiale catturato) è conforme al modello della distribuzione Lognormale, fig. 3. Questo risultato dimostra che a Caselli siamo in presenza di una comunità integra e non disturbata da interventi esterni. Il calcolo estrapolato prevede la presenza di almeno 117 specie.

Gli indici di Diversità di Simpson e Shannon per gli Apoidei valgono rispettivamente: Simpson = 0,973 (valore massimo teorico 1); Shannon= 3,964 (valore massimo teorico 4,574). Essi evidenziano la notevole biodiversità della riserva di Caselli.

Alcune delle specie catturate sono nuove per la Toscana, per l'Italia peninsulare o per l'Italia intera, come riportato nella tabella 1.

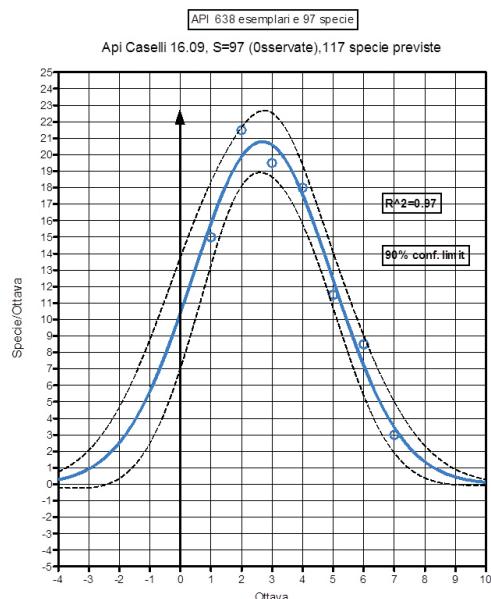


Figura 3: Distribuzione log-normale degli Apoidei catturati nel 2015 nella riserva di Caselli. Si prevede la presenza di almeno 117 specie.

Chrysidae

Sono già state raccolte nel 2015 18 specie di Imenotteri Crisidiidi: tra queste alcune sono interessanti perché elementi tipici della fauna centroeuropea: sono da considerarsi relitti postglaciali che, avendo trovato un ambiente favorevole, riescono a sopravvivere a Caselli. Per l'indice di Diversità di Simpson (che varia teoricamente tra 0 ed 1) si ottiene un valore elevato pari a 0,767. (questo valore è la probabilità che le prossime due catture appartengano entrambe a specie diverse).

Di particolare interesse per la loro rarità sono le sei seguenti specie:

1. *Chrysidea asensio* (Mingo 1985)
2. *Chrysis calimorpha* Mocsáry 1882
3. *Chrysis schencki* Linsenmaier 1968
4. *Chrysis immaculata* Du Buysson 1898
5. *Cleptes putoni* Du Buysson 1886
6. *Chrysellampus sculpticollis* Abeille 1878

Chrysidea asensioi (Mingo 1985): è una specie recentemente descritta della Spagna Nordoccidentale (Salamanca). Si tratta della prima segnalazione per la Provincia di Pisa.

Chrysis calimorpha Mocsáry 1882 è un elemento a corologia Centroeuropea. Conosciuta del Nord Italia è una nuova segnalazione per la Toscana e l'Italia peninsulare. E' un probabile relitto della fauna dell'ultima glaciazione.

Chrysis schencki Linsenmaier 1968: questa entità è stata recentemente elevata a rango di specie ed è la prima segnalazione per l'Italia peninsulare

Chrysis immaculata Du Buysson 1898: elemento Centroeuropeo. In Toscana era stata trovata nelle

zone umide della riserva di San Rossore: è un probabile relitto della fauna glaciale

Cleptes putoni Du Buysson 1886: specie non comune. E' considerata una specie che preferisce ambienti montani, ma in toscana è stata catturata anche a bassa quota.

Chrysellampus sculpticollis Abeille 1878: specie rara ma già conosciuta della Toscana (Fi, Suvereto, Fauglia -PI, San Rossore-PI).

Conclusioni

Il materiale raccolto è ora allo studio presso gli specialisti per una completa identificazione, sarà

Tabella 1: Specie di Apoidei nuove per l'Italia (4) o l'Italia peninsulare (10) catturate nella riserva di Caselli nel 2015. Lasioglossum planulum era già conosciuto della Sicilia ma non per l'Italia continentale.

	Specie nuove per l'Italia	Distribuzione secondo www.faunaeuropa.org e www.faunaitalia.it
1	<i>Lasioglossum obscuratum</i> (Morawitz, 1875)	Austria, Grecia, Macedonia, Slovacchia
2	<i>Lasioglossum patulum</i> (Vachal, 1905)	Austria, Ungheria, Macedonia vicino oriente
3	<i>Lasioglossum planulum</i> (Perez, 1903)	Baleari, Francia, Portogallo, Sicilia
4	<i>Lasioglossum bubulcus</i> (Warncke, 1983)	Austria, Germania,
Specie nuove per l'Italia peninsulare		secondo www.faunaitalia.it
1	<i>Nomada sheppardana</i> Kirby, 1802	
2	<i>Andrena argentata</i> Smith, 1844	
3	<i>Andrena fucata</i> Smith, 1847	
4	<i>Andrena nanula</i> Nylander, 1848	
5	<i>Andrena rogenhoferi</i> Morawitz, 1872	
6	<i>Anthocopa erythrogastera</i> Ferton, 1905	
7	<i>Hoplitis jheringii</i> (Ducke, 1898)	
8	<i>Hylaeus crassanus</i> Warncke, 1972	
9	<i>Lasioglossum duckei</i> (Alfken, 1909)	
10	<i>Lasioglossum peregrinum</i> (Bluethgen, 1923)	

poi in parte depositato presso il Museo di Storia naturale dell'Università di Pisa.

I risultati del 2015 evidenziano che la riserva di Caselli è un ambiente ancora integro e ricco in biodiversità. Sono infatti presenti alcune specie molto rare ed alcune nuove segnalazioni per le Province di Pisa e Livorno.

Interessante è la cattura di alcuni elementi della fauna centroeuropea: possono essere interpretati come residui della fauna, che in epoca glaciale (glaciazione Würmiana circa 12- 100 kY BP) era stata spinta a sud nei rifugi più miti del bacino mediterraneo e che si sono poi adattati ad un ambiente con un clima tipicamente mediterraneo. Questa specificità della riserva di Caselli è ulteriormente confermata dall'analisi dello spettro biologico e delle componenti corologiche della vegetazione della riserva di Caselli, come è stato evidenziato dallo studio di F. Selvi e D. Bettini, 2013 ("La flora di Monterufoli-Caselli in Val di Cecina (Toscana): un'area protetta di rilevante interesse botanico". *Webbia*, vol. 59, pag. 349-393). Questi autori concludono che: "L'analisi dello spettro biologico e delle componenti corologiche evidenzia che l'area della riserva occupa una posizione limite fra la regione mediterranea e quella europea." Questa conclusione è confortata dai risultati relativi agli Imenotteri.

Si segnala infine una cattura molto interessante ed imprevista: si tratta di esemplari della farfalla

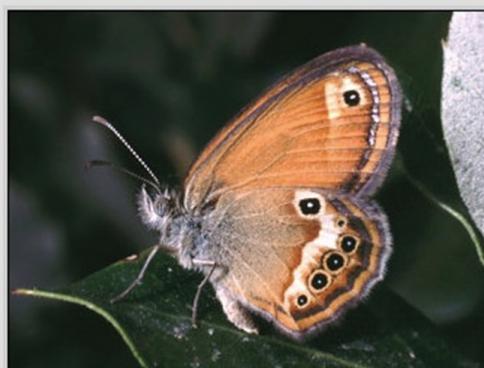
Coenonimpha elbana Staudinger, 1901 (fig.4). *Coenonimpha elbana* è un lepidottero della famiglia Satyridae che si riteneva endemico dell'Arcipelago Toscano e del Monte Argentario, e presente anche sul promontorio di Piombino (Capo Falcone). *C. elbana* è considerata una specie in pericolo di estinzione nell'arcipelago a causa dell'eccessivo impatto turistico.

Il ritrovamento a Caselli amplia ulteriormente il suo areale di distribuzione e dimostra l'esistenza di un'ulteriore popolazione in un'area protetta. Nell'estate 2016 altri individui di *C. elbana* sono stati osservati in volo presso il lago di Acquaferata.

Bibliografia

- [1] F. Selvi e D. Bettini, 2013. La flora di Monterufoli-Caselli in Val di Cecina (Toscana): un'area protetta di rilevante interesse botanico. *Webbia*, vol. 59, pag. 349-393.
- [2] Autori vari, 1994. Checklist delle specie della fauna italiana, fascicoli 1 – 110. A cura di A. Minelli, S. Ruffo, S. La Posta, Calderini, Bologna. Consultabile al sito: www.faunaitalia.it

Adult:



Adult, Monte Argentario (Grosseto), Italy, August 17, 1988
(Photo by Franco Fiaschi)

Figura 4: esemplare di della *Coenonimpha elbana* Staudinger, 1901 (Immagine dal sito internet: *Moths and Butterflies of Europe and North Africa*).

Una Nuova Specie di Imenottero della Provincia di Pisa (Hymenoptera Chrysidae)

Franco Strumia¹

*Gli Imenotteri italiani della famiglia Chrysidae sono ben conosciuti e la scoperta di una nuova specie è poco probabile. Tuttavia nel comune di Fauglia (PI) è stato catturato un esemplare del genere *Hedychridium* appartenente ad una specie non ancora descritta. L'esemplare fu catturato con una trappola ad acqua su un terreno nudo di un cantiere edile. In seguito questo terreno è stato urbanizzato rendendolo non più adatto alla nidificazione degli Imenotteri. Non è stato quindi più possibile catturare altri esemplari della nuova specie, che si spera possa però sopravvivere in altri biotopi più favorevoli del territorio circostante.*

Introduction

Hedychridium is the second largest genus in the Family Chrysidae, and contains a large number of small species (average length about 4-5 mm). Despite the richness of this genus, their biology is little known, being parasitoids of small Sphecoformes and Bees nesting in the ground or in the dead wood. The presence of *Hedychridium* in museum collections is usually scarce in proportion of species richness. Mostly because the adults fly close to the ground and are not easy to be seen and captured by netting. The Mediterranean Region has a rich and diversified fauna of *Hedychridium* and it is likely that several species are still undiscovered [4-9].

Only a single individual of *H. faugliense* sp.nov. was captured in 1996 by a water trap positioned on a bare ground cleared for buildings erection: the exposure of a naked ground, free from possible parasites, favored in the following season a blooming of ground nesting Hymenoptera. In fact several Chrysidae individuals belonging to uncommon species were captured together the new one in 1996. In the next year no additional individuals of the new species were captured, because the site was urbanized and resulted no more suited to host a population of ground nesting Hymenoptera. Most likely the new species can survive in suitable nearby sites.

Material and Methods

The descriptions of the new species follow the format, terminology and nomenclature of Kimsey & Bohart [3]. The following abbreviations in the text are used for: **L/w**, length/width ratio; **F**, flagellomere; **MOD**, midocellus diameter; **P**, pedicel; **PD**, puncture diameter; **PS**, punctures separation; **S**, metasomal sternum; **T**, metasomal tergum; **TFC**, trasverse frontal carina; roman numerals (I, II, III, etc.) are used for antennal and metasomal segments.

The specimens was photographed with a Nikon 990 camera mounted on the stereomicroscope Nikon SMZ-2T, quantitative measurements performed with an ocular micrometer with the resolution of 0.005 mm.

Taxonomy

Hedycridium faugliense Strumia, new species.

Type material: holotypus, male, Fauglia (Pisa),

gli autori

¹Dipartimento di Fisica, Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa

*franco.strumia@unipi.it

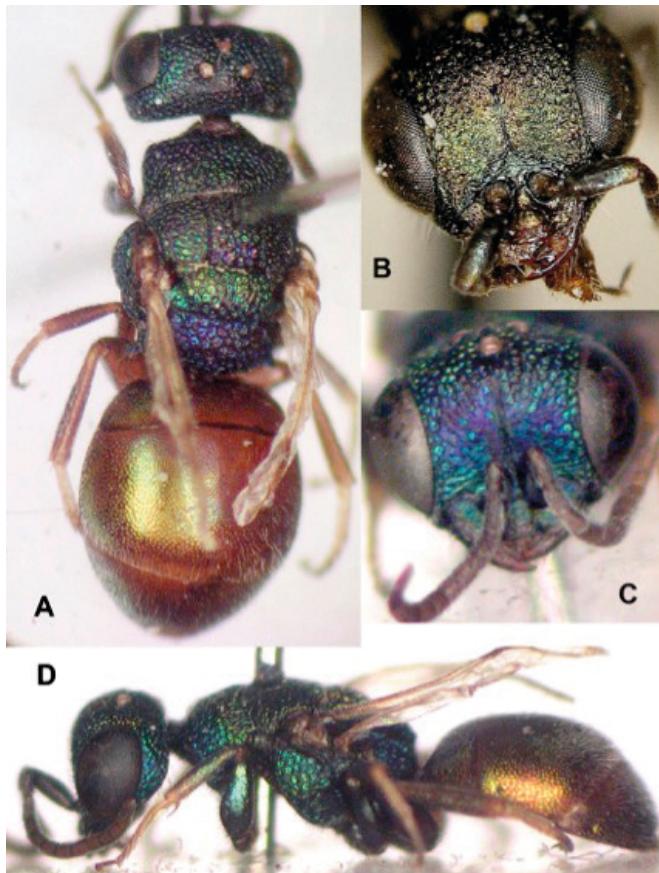


Figura 1: *Hedycridium faugliense* new species holotype: A, male, dorsal view; D, lateral view; C, face in frontal view; (photo by author). B, face of *Hedychridium parkanense* Balthasar, 1946 (photo by Mark Halada).

43. 34'N - 10. 31'E, water trap, 4.07.1996. F. Strumia legit. Body length 3.1 mm.

Etymology: the name refers to the type locality.

Diagnosis: the new species resemble *H. parkanense* Balthasar, 1946 [1], for the pale non-metallic legs, fig.1. *H. Parkanense* is an uncommon species up to now restricted to the Danubian Region [2, 10, 11]. However the new species differs from *H. parkanense*, by the pale brown, and not metallic abdomen (not black as in *parkanense*, fig. 2 F) and by the face with quite different punctures, (Fig .1B and C).

Description: the body color is dark blue with some green and violet shining's.

Head. Face, blue in color, oval in shape, larger than higher, almost flat, in middle fine horizontally striated and, laterally, with a few large and flat punctures ($PD \approx 0.5 MOD$); occipital ocelli form an angle of less than 90° ; mandibles non-metallic brown, simple, without additional teeth.

Antenna: scape dark blue, pedicel and flagellomeres non-metallic brown, FI and pedicel of equal length: $L/W \approx 2$, (Fig .1C).

Mesosoma. Pronotum rectangular in shape and about as long as mesonotum. Tegulae non-metallic transparent brown, propodeal teeth pointing outward. Punctures on scutellum separated by less than PD and their bottom metallic blue-green in colour, contrasting with the black interspaces. Mesopleuron simple with uniform,

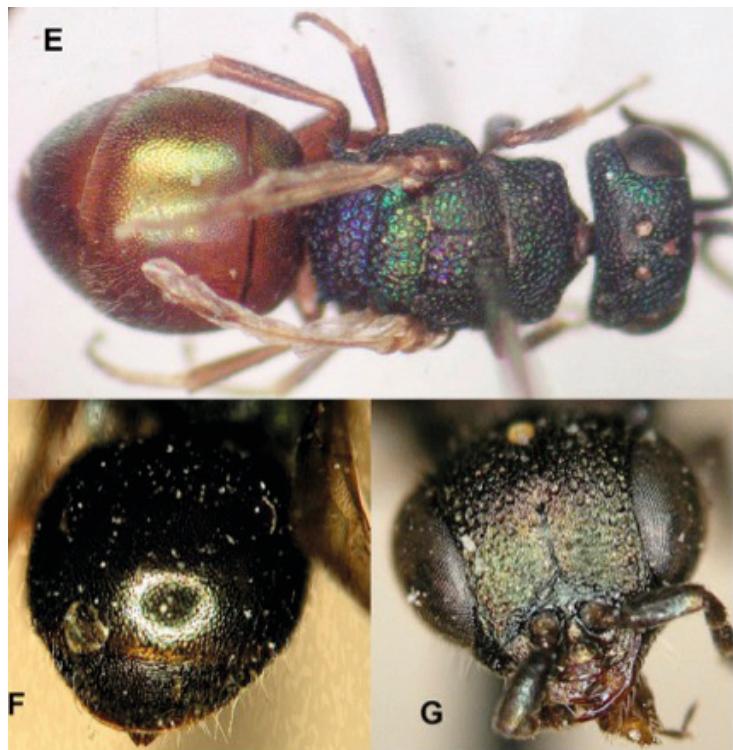


Figura 2: E: dorsum in top view of *Hedycridium faugliense* new species; F, metasoma dorsum of *H. parkanense* Balthasar, 1946; G, face in frontal view of *H. parkanense* (photo of *H. parkanense* by Mark Halada).

umbilicated punctures. Propodeum blue, with reticulated punctures about as large as MOD. Wing venation clear brown, RS a little longer than stigma. Femora blue, tibiae non metallic brown with a weak metallic blue shining on the external side, tarsi light brown with the second hind-tarsomer not shortened, but near long as followings. Foretibia of normal shape not expanded and without an inferior carina.

Metasoma. Abdomen dorsum non-metallic pale brown, with a weak yellow-green shining on S-I and S-II (fig.1 A and D). Punctures fine and separated more than PD. Tergites with fine uniform punctures, $PD \approx 0,1$ MOD, $PS \approx 1,0$ PD. T-I with a thin dark brown stripe at distal border. Sternites non metallic light brown with a weak yellow-green effulgence on S-II. Distal border of T-III regularly rounded with a very thin transparent rim.

AKNOWLEDGEMENTS

The author is indebted to dr. Mark Halada (National Museum Prague), for providing the pictures of *H. parkanense*.

REFERENCES

- [1] Balthasar V., 1946. Prodromus Chrysidiidrum Rei Publicae Cechoslovakiae. Prodromus Hymenopterorum Cechoslovakiae. Pars VIII. Acta Ent. Mus. Nat. Pragae 24: 223-260.
- [2] Franz H., 1982. Die Hymenopteren des Nordostalpengebietes und seines vorlandes. I teil. Denkschr. oesterreichische Akad. Wiss., 124: 346-367.
- [3] Kimsey L.S., Bohart R.M., 1990. The Chrysidiid wasps of the world. Oxford Science Publications: 1-652.
- [4] Linsenmaier W., 1959. Revision der Familie Chrysidiidae (Hymenoptera). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 32: 1-240.

- [5] Linsenmaier W., 1997. Altes und Neues von den Chrysididen (Hymenoptera Chrysididae), Entomofauna 18: 245-300.
- [6] Strumia F., 1994. *Hedychridium mochii* new species from Burma and *H. monochroum* Buysson ssp. *lampunense* Tsuneki new synonymy. Boll. Soc. Ent. Ital 126: 155-159.
- [7] Strumia F., 1999. Revision of the Oriental species of the genus *Hedychridium*: new species and new synonymies (Hymenoptera Chrysididae). Boll. Soc. Ent. Ital., Genova, 131: 47-76.
- [8] Strumia F., 2003. New and rare *Hedychridium* species from Italy and Mediterranean Islands (Hymenoptera Chrysididae). Ital. Jour. Zool. 70:191-198.
- [9] Strumia F., 2012. To the knowledge of *Hedychridium* Abeille de Perrin, 1879 (Hymenoptera: Chrysididae) of Mediterranean Region, with description of new species and new synonymy. Zootaxa 3548: 65-68.
- [10] Tyrner P., 1996 - Chrysidoidea: Chrysididae in: Aculeata checklist of the Czech Republic. Acta ent. Mus.nat. Pragae Suppl.11: 141-163.
- [11] Zimmermann S., 1960 - Neue Goldwespenfunde in Osterreich.II. Zeit. Arbeit. Osterr. Entomologen, 12: 115-116.

“SOS clima”: un progetto didattico sui cambiamenti climatici. Scuola-Regione-Associazioni-Università, come fare rete nell’educazione ambientale

Elena Degl’Innocenti¹, Elisa Pellegrini^{**2}, Federica Bove²

Parole chiave: insegnamento-apprendimento, didattica multidisciplinare, inquinamento, biomonitoraggio

L'inquinamento ambientale e il cambiamento climatico sono argomenti complessi e di grande attualità, che è opportuno affrontare fin dagli esordi scolastici, essendone l'uomo il principale responsabile. Con quest'idea la Scuola Primaria di La Rotta (comune di Pontedera - PI) ha aderito al progetto promosso dalla Regione Toscana dal titolo "SOS clima", conducendo i bambini di una classe quarta in un percorso alla scoperta delle cause e degli effetti dei fenomeni in oggetto. La scuola ha ottenuto la collaborazione di vari soggetti, quali associazioni culturali, educatori ambientali e personale universitario, che hanno trasferito nozioni ai ragazzi attraverso attività pratiche e ludiche. Gli alunni hanno imparato i concetti di base del clima e degli agenti atmosferici e conosciuto gli strumenti per descriverli e studiarli. Sono stati informati delle cause del cambiamento climatico e dei suoi effetti sulle specie animali e vegetali. Un capitolo di approfondimento è stato dedicato a moderne tecniche di monitoraggio, che impiegano esseri viventi per valutare "lo stato di salute" dell'ambiente, in particolare dell'aria. A tal proposito, i bambini hanno anche realizzato un piccolo orto nel cortile della scuola, con l'aiuto di alcuni nonni "esperti". In particolare, la classe ha preso coscienza di due metodiche: (a) biomonitoraggio dell'ozono troposferico tramite germinelli di Nicotiana tabacum, che sviluppano specifici sintomi fogliari in seguito all'esposizione all'inquinante; (b) bioindicazione tramite licheni, organismi che dipendono per la loro sussistenza dalle sostanze presenti nell'atmosfera e sono quindi particolarmente sensibili alle alterazioni della sua composizione. L'obiettivo è stato centrato: aver reso giovani abitanti di un mondo sempre più connected, ma anche distante dai fenomeni naturali, più consapevoli del legame con l'ambiente che li circonda.

Introduzione

La vita degli uomini è sempre stata influenzata dalle condizioni climatiche, che hanno consentito lo sviluppo o determinato la scomparsa di numerose civiltà. I loro cambiamenti sono parte della storia del nostro pianeta, ma negli ultimi 150 anni essi sono avvenuti in maniera sempre più rapida, fino a determinare conseguenze preoccupanti. E' diventato, quindi, importante affrontare il tema delle possibili cause e conseguenze di questi fenomeni con gli studenti in età scolare (fin dalla primaria), con la convinzione che solo la conoscenza induca a comportamenti più consapevoli e quindi più rispettosi per l'ambiente che ci circonda. Il percorso didattico affrontato dalla classe quarta

della Scuola Primaria di La Rotta (comune di Pontedera - PI) ha avuto origine dall'adesione al progetto "SOS clima" promosso dalla Regione Toscana. All'inizio i bambini hanno raccolto notizie inerenti disastri ecologici dovuti ai repentini cambiamenti climatici, attraverso i comuni mezzi d'informazione (in particolare giornali, riviste e internet). Questo ha dato lo spunto per discutere delle problematiche relative al mancato rispetto dell'ambiente naturale, tra cui deforestazione, forte urbanizzazione, continua immissione di inquinanti e spreco di risorse. Da qui, si è passati allo studio di agenti atmosferici, ciclo dell'acqua, inquinamento di acqua, aria e suolo, fino a toccare i temi della biodiversità e dell'agricoltura intensiva. In particolare, è stata evidenziata l'importanza di salvaguardare l'ambiente attraverso un uso

consapevole delle materie prime (che non sono inesauribili) e quella di ricorrere a energie rinnovabili. Al fine di potenziare le buone pratiche apprese durante le esperienze in classe e renderle più incisive, sono state spesso coinvolte anche le famiglie.

La cooperativa sociale “La tartaruga” ha presentato il materiale didattico esplicativo (anche con il ricorso a filmati d’animazione) sulle cause e sulle conseguenze dei cambiamenti climatici, da cui sono scaturite numerose riflessioni collettive. Sono, poi, state realizzate attività di tipo laboratoriale in cui gli alunni hanno riprodotto in piccolo alcuni semplici fenomeni (ad esempio gli effetti dello scioglimento di cubetti di ghiaccio, Figura 1).

Gli alunni sono stati guidati nella costruzione di rudimentali strumenti di misurazione dei parametri atmosferici, come anemometri e pluviometri, che sono stati successivamente utilizzati.

E’ venuto poi il momento della discussione in cui analizzare i comportamenti dei bambini, degli adulti e della società in genere, cercando di vedere come ognuno di noi possa contribuire con spirito critico e coerenza a migliorare la qualità del nostro ambiente con la collaborazione di nonni ‘esperti’, nel cortile della scuola è stato allestito un piccolo orto (che ha consentito di sperimentare e, quindi, meglio interiorizzare le conoscenze acquisite teoricamente negli anni precedenti).

Dal momento che la produzione vegetale è condizionata dalla situazione climatica, sono stati



Figura 1: Un dettaglio del laboratorio didattico, in cui i ragazzi valutavano gli effetti dello scioglimento di cubetti di ghiaccio.

ricercati detti popolari e proverbi che evidenziano il rapporto tra coltivazione e tempo atmosferico/stagionalità. L’orto ha rappresentato un valore aggiunto perché ha permesso agli allievi di progredire anche nelle acquisizioni logico-matematiche (misurazioni, calcolo di superfici, equivalenze) in un contesto di “problem solving” ricorrente (Figura 2). La possibilità per un bambino di seguire direttamente (anche con un certo livello di responsabilità) il ciclo di una pianta, dal seme al frutto, è una esperienza unica e gratificante. Un capitolo importante è stato quello dedicato



Figura 2: I bambini al lavoro nell’orto.

all’approccio con le tecniche di monitoraggio della qualità dell’aria che utilizzano organismi indicatori sensibili a determinate variazioni nella composizione atmosferica. La tematica è stata affrontata in aula (8 ore di lezione frontale) mediante l’ausilio di materiale iconografico e di campioni lichenici precedentemente raccolti dai

gli autori

¹Istituto Comprensivo Curtatone e Montanara, Pontedera. Scuola Primaria “Arcobaleno della Pace” Via Zara, La Rotta, Pontedera
email: primarialarotta@gmail.com

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali - Università di Pisa, via del Borghetto, 80, Pisa
email: federica@bove-italy.com

*email: elisa.pellegrini@for.unipi.it, autore per corrispondenza

ragazzi. In particolare, gli alunni hanno preso visione della tecnica di rilevazione dell'indice di biodiversità lichenica (che abbina il grado di 'naturalità' dell'aria alla variabilità di specie presenti sui tronchi degli alberi) [1] e di quella di stima dell'ozono troposferico mediante kit miniaturizzati contenenti germinelli di tabacco (*Nicotiana tabacum*) [2]. Questa parte del progetto è stata svolta in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa, che vanta una esperienza ventennale sul tema e ha fornito i materiali e il *know how* [3-6]. Tali argomenti hanno permesso di introdurre anche lo studio degli organismi impiegati, ovvero licheni e piante. Per quanto riguarda i primi, si tratta di consorzi simbiontici (fungo + alga) che assorbono le sostanze di cui hanno bisogno dall'aria e sono, quindi, molto vulnerabili a quelle presenti in atmosfera, ivi compresi gli inquinanti. Da qui è stato facile apprezzare la loro potenzialità come portatori di informazioni sullo stato di salute dell'aria: in un ambiente molto inquinato la vita di questi organismi non è possibile. Alla teoria è seguita la pratica: i bambini sono stati condotti in un parco, dove hanno trascorso l'intera mattinata (4 ore di attività pratica) cimentandosi, in forma di gioco, nella ricerca e nell'identificazione di licheni epifiti, distinguendoli in base alla forma e al colore. Con l'uso del reticolo di rilevamento dell'indice di biodiversità lichenica

(Figura 3), essi hanno imparato a identificare l'albero e la disposizione dei punti cardinali per mezzo di bussole.

Al termine dell'esperienza, sono state organizzate due squadre ("Le alghe" e "I funghi") allo scopo di condurre dei giochi a quiz volti a verificare l'effettivo apprendimento dell'argomento trattato. L'esperienza di biomonitoraggio dell'ozono troposferico ha permesso ai bambini di familiarizzare con la germinazione dei semi e l'osservazione di piccole piante. Si tratta di una metodologia basata sull'impiego di due cultivar di tabacco, una super-sensibile e una resistente all'inquinante, entrambe allevate in kit miniaturizzati brevettati. In seguito all'esposizione all'aria ambiente contenente livelli significativi di ozono, i germinelli sensibili sviluppano sui cotiledoni e sulle giovani foglie minuscole aree necrotiche di colore bianco-avorio di facile rilevazione e quantificazione, mentre quelli resistenti non mostrano sintomi. Ogni alunno ha ricevuto in custodia un kit da esporre per una settimana in prossimità della propria abitazione (consentendo il coinvolgimento diretto degli adulti) e ha successivamente valutato in aula insieme agli esperti e all'insegnante (2 ore di lezione frontale) il grado di danno fogliare con l'ausilio di una lente e di una scala patometrica illustrata (Figura 4). I pargoli hanno avuto modo, così, di rendersi conto direttamente che l'inquinamento è in grado di provocare danni importanti agli organismi viventi.

L'esperienza ha riscosso il totale gradimento di tutti i protagonisti del progetto, a cominciare dagli alunni e dalle loro famiglie. A fine percorso è emerso il desiderio di approfondire le tematiche in oggetto, anche con ricerche a livello personale. Inoltre, i bambini hanno maturato la consapevolezza che ogni individuo, con comportamenti virtuosi, può contribuire alla salvaguardia del nostro pianeta. In particolare, il problema dell'inquinamento da ozono che i ragazzi hanno affrontato in prima persona è direttamente legato alle emissioni veicolari e tutti gli interventi che consentono la riduzione dei volumi di traffico stradale vanno incoraggiati. E ben conosciamo il potere coinvolgente dei bambini nei confronti degli adulti.

Al termine dell'anno accademico, è stata organizzata una giornata volta a sensibilizzare la comunità scolastica e locale nei confronti delle problematiche relative ai cambiamenti climatici. In questo contesto, è stato possibile illustrare



Figura 3: Disegno realizzato da un'alunna che riproduce l'impiego del reticolo per la rilevazione dell'indice di biodiversità lichenica.



Figura 4: Dettaglio di un' alunna che misura l' indice di danno fogliare su germinelli di tabacco.

tutte le esperienze vissute dai bambini durante l'anno scolastico, e volte a sviluppare le conoscenze acquisite in contesti nuovi e promuovere un insegnamento-apprendimento sempre più reticolare e significativo.

[6] E. Pellegrini, A. Campanella, G. Lorenzini, C. Nali, Biomonitoring of ozone: a tool to initiate the young people into the scientific method and environmental issues. A case study in Central Italy. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2014, 13: 800.

Bibliografia

- [1] ANPA, I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica - Manuali e linee guida dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, ANPA, Roma, 2001.
- [2] G. Lorenzini, A miniaturized kit for ozone bio-monitoring. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 1994, 48: 1.
- [3] C. Nali, A. Francini, G., Lorenzini, Biological monitoring of ozone: the twenty-year Italian experience. *Journal of Environmental Monitoring*, 2006, 8: 25.
- [4] G. Lorenzini, C. Nali, Bio-monitoring of ozone by young students. *Journal of Biological Education*, 2004, 38: 158.
- [5] C. Nali, G., Lorenzini, Air quality survey carried out by schoolchildren: an innovative tool for urban planning. *Environmental Monitoring Assessment*, 2007, 131: 201.

Emissioni naturali di idrogeno solforato nell'area amiatina parte I: prospettive

Alessandro Lenzi^{1,2*} and Antonio Caprai^{1*}

Parole chiave: idrogeno solforato, Amiata, emissioni, emissioni diffuse, emissioni naturali, gas, miniere, emanazioni, manifestazioni, cinabro, sorgenti

Nel presente studio (parte 1 e 2) sono raccolti ed aggiornati i dati di portata in emissione di idrogeno solforato (H_2S) delle sorgenti naturali di gas dall'area amiatina. È inoltre incluso il contributo derivante dai manufatti, pozzetti e scarichi di vario tipo, residui di attività minerarie che interessano quest'area. A differenza di ciò che accade per l'area tradizionale di Larderello-Lago-Travale dove le emanazioni gassose, talvolta imponenti, sono note da tempo e, quindi, oggetto di numerosi studi, per l'area amiatina queste sono spesso confinate in aree meno vaste o risultano nascoste ai più. Insieme alle manifestazioni naturali, sono presenti manufatti legati al precedente sfruttamento minerario, per lo più adibiti allo spurgo in atmosfera dei gas intercettati durante le attività estrattive. In entrambi i casi il fenomeno è di tipo naturale e benché le informazioni disponibili siano scarse, la loro presenza risulta importante a causa dell'emissione in atmosfera di anidride carbonica e idrogeno solforato che rappresentano un contributo non trascurabile alla emissione in atmosfera di questi gas, insieme a quelli emessi dalle centrali geotermoelettriche presenti nell'area di studio.

La possibilità di catalogare, classificare e caratterizzare questi siti di emissione costituisce un elemento potenzialmente interessante e utile per una migliore comprensione delle ricadute in atmosfera dei gas prodotti dalle centrali geotermoelettriche e dalle varie fonti naturali. Nel presente studio si è cercato di fare una breve sintesi, non esaustiva, delle conoscenze acquisite sulle fonti di emissione naturali e minerali con particolare attenzione alla individuazione di siti naturali per i quali le informazioni di portata in emissione di H_2S sono carenti ed incomplete.

Introduzione

Il vulcano del Monte Amiata è il più vasto e recente edificio vulcanico presente in Toscana ed è caratterizzato da un campo geotermico sfruttato per la produzione di energia elettrica e, in misura minore, per lo sfruttamento del calore endogeno. Il calore è qui utilizzato per il riscaldamento delle abitazioni e in alcune applicazioni industriali. In passato l'area amiatina è stata oggetto di intense coltivazioni minerarie per l'estrazione del Mercurio e, per lungo tempo, anche uno dei maggiori centri produttivi di Mercurio al mondo, preceduta soltanto dal distretto minerario di Almaden in Spagna e dal giacimento di Idrija nella attuale Slovenia. Le attività minerarie dell'Amiata erano concentrate principalmente nel settore centro orientale del complesso vulcanico, nel comune di Abbadia San Salvatore con

la miniera di Abbadia San Salvatore e la Miniera di Pietrineri nota anche come Bagni San Filippo. Un secondo distretto produttivo era presente in una fascia che si estendeva a sud-sud/ovest del monte sin quasi alla pianura per una estensione di più di 20km. I maggiori siti di sfruttamento nel settore sud occidentale comprendevano la

gli autori

¹ CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Area della ricerca di Pisa - Via G. Moruzzi, 1 Località S. Cataldo - 56124 Pisa (Italia)

² Enel Green Power, Via Andrea Pisano 120 – 56124 Pisa (Italy)

* autore per corrispondenza: caprai@igg.cnr.it, lenziigg@igg.cnr.it

miniera di Monte Labbro, Anteie e Bagnore mentre più a sud erano le miniere nell'area di Poggio Nibbio, Miniera Abetina-Argus, Miniera Solforata Schwarzenberg e, ancor più a Sud le miniere dell'area di Selvena, Siele-Carpine, Cornacchino, Morone, Cortevecchia e di Reto Montebuono sino a Zolfiere e Cerreto Piano.

La presenza di fluidi endogeni nella'area amiatina è di più recente individuazione e, di conseguenza, anche lo sfruttamento è cominciato più tardi sia rispetto alle attività estrattive del mercurio sia rispetto a quanto accaduto nell'area tradizionale di Larderello-Travale-Lago per i fluidi endogeni, dove l'area conta una storia industriale di quasi 200 anni; qui, addirittura, le manifestazioni geotermiche erano note sin dall'antichità. Non è un caso, quindi, che proprio a Larderello si sia sviluppato il primo insediamento industriale per l'estrazione e la produzione di acido borico a cui seguirà già ad inizio del 20° secolo lo sfruttamento elettrico del vapore endogeno.

I fluidi endogeni presenti nell'area tradizionale di Larderello-Lago-Travale sono costituiti da vapo-

che di tipo bifase (acqua/vapore). Questi ultimi sono la componente principale dei fluidi utilizzati per la produzione geotermoelettrica. E' il caso di menzionare, insieme all'area amiatina e a quella tradizionale alcune zone dell'alto Lazio sede, per un periodo limitato, di produzione geotermoelettrica, rappresentate dalla centrale di Latera, attualmente dismessa.

Le aree geotermiche di Larderello-Lago-Travale, dell'Amiata e Latera si collocano all'interno di un vasto bacino caratterizzato da anomalie termiche e dalla presenza di emanazioni gassose. Esso costituisce uno dei siti di anomalia termica ed assottigliamento crostale tra i più vasti ed importanti al mondo.

Il bacino giace sulla fascia costiera dell'Italia centrale e si estende dall'area di Larderello a nord raggiungendo i campi flegrei in Campania e prosegue a sud sino alle aree vulcaniche siciliane. Questo stesso bacino è sede di numerose sorgenti di acque termali e di aree di emissione di gas. Gran parte delle sorgenti di emissione gassosa è stata oggetto di studi geochimici [2] e i dati disponibili sono raccolti nel database online GOOGAS [3] e MAGA [4]. Benchè dunque sia presente un'ampia letteratura in merito, in alcuni casi sono presenti emettitori, specialmente tra i manufatti residui di precedenti attività minarie, per i quali i dati disponibili sono incompleti ed in alcuni casi assenti. Per buona parte dei siti analizzati era inoltre assente il dato di portata di gas emesso, parametro di primario interesse per questo studio. L'integrazione dei dati esistenti e la misura delle portate, con particolare riferimento allo H_2S ha permesso di costruire un quadro emissivo sinora non documentato e di notevole importanza per la valutazione del contributo alle emissioni in atmosfera di idrogeno solforato. L'emissione naturale di H_2S si aggiunge a quello derivante dallo sfruttamento dei flui di endogeni in atto da parte di Enel.

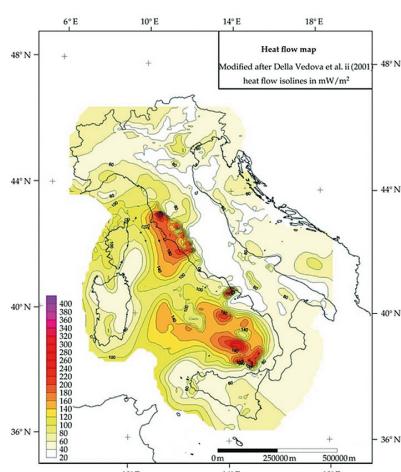


Figura 1: Contour map della anomalia termica che caratterizza la fascia tirrenica dell'Italia centro-meridionale [1].

re ad elevato contenuto entalpico che è prodotto come vapore surriscaldato e, in misura minore, saturo o con presenza di acqua. Nell'area amiatina sono presenti sia fluidi a vapore dominante

Materiali e metodi

L'approccio metodologico si è basato sul reperimento della documentazione tecnico scientifica disponibile, ricorrendo a campagne sperimentali specifiche laddove erano stati individuati siti non censiti e dove i dati sperimentali risultavano carenti. Alla raccolta dati di letteratura e

sperimentalì è seguita l'elaborazione e l'interpretazione di tutte le informazioni. Il piano di lavoro si è articolato quindi in due fasi distinte:

1. Raccolta bibliografica includendo in essa sia la documentazione relativa ad articoli scientifici che la documentazione tecnica disponibile. A tal proposito un utile strumento è stato il database online GOOGAS/MAGA
2. Integrazione dei dati raccolti con specifiche prospsezioni preliminari finalizzate ad individuare i siti non censiti o i siti per i quali non erano presenti dati sufficienti alla elaborazione delle emissioni di H_2S

La raccolta delle informazioni ottenute dalle documentazioni tecniche e scientifiche presenti e le successive prospsezioni hanno permesso l'individuazione di un certo numero (38) di siti di cui 19 già censiti su GOOGAS e 19 derivanti dal presente studio e dalle prospsezioni condotte dal nostro gruppo di ricerca. Per buona parte di essi esistevano informazioni parziali o del tutto assenti che, una volta integrate, ha permesso di aggiornare il quadro emissivo dell'area come riportato nella parte II del presente lavoro.

Geografia dell'area di studio

L'area di studio comprende il complesso amiatino che è sostanzialmente costituito dall'intera montagna dell'Amiata e si estende a sud sino all'area mineraria di Selvena. In prima approssimazione essa corrisponde al settore compreso tra i paesi di Campiglia D'Orcia, a nord e, Catabbio a sud, tra Roccalbegna ad ovest e Castell'Azzara ad est. L'area comprende, a Nord, il massiccio del Monte Amiata, l'imponente cono vulcanico risalente al Quaternario. Questo si presenta come un rilievo isolato nella Toscana centro-meridionale, con una quota massima di 1738 m s.l.m ed è costituito per gran parte della sua estensione dalle rocce vulcaniche prodotte dall'apparato stesso e che investono un'area di circa 81 km². L'altezza media dell'area di affioramento delle vulcaniti è di circa 1050 m s.l.m. Dalle sue pendici divergono le valli dell'Orcia, dell'Albegna, del Fiora e del Paglia. Interamente coperto da boschi secolari di castagni, faggi, abeti e pini, il Monte Amiata è il rilievo più elevato fra Firenze e Roma.

L'apparato vulcanico ha forma grossolanamente conica, a base molto allargata ed un profilo regolare ad Est, ondulato a SW dove forma il rilievo della Montagnola (m 1.584) ed altre alteure che degradano fino al Colle delle Aiole (m 835). Ad Ovest, Nord e Nord Est il Monte Amiata è completamente isolato dal semicerchio del fiume Orcia, affluente di sinistra dell'Ombrone e dal torrente Ente, affluente del torrente Zancona a sua volta affluente dell'Orcia.

Ad Est, Sud, Sud Ovest il Monte Amiata è collegato a tre catene di monti formanti l'ossatura della fascia mercurifera nel modo seguente: ad Est per il Colle delle Chiavi (654 m) e Monte Nebbiali (649m) sino ai monti di Radicofani (896m) e Cetona (1148m); a Sud Ovest, per il Colle delle Aiole si unisce al sistema di Monte Labbro (1193m), Monte Buceto (1152m), Monte Aquilaia (1104m); verso Sud con la linea di displuvio fra i fiumi Albegna e Fiora con il Poggio la Banditella (m 1064), Poggio le Forche (m 920) e Ripa di Cellena (m 881); a Sud per il Colle del Saragiolo (m 920) si stacca una lunga propaggine costituente lo spartiacque fra i fiumi Fiora e Paglia, culminando nel Colle Terni (m 810), i Monti Penna (m 1034) e Civitella (m 1107), Droscio (m 947) ed Elmo (m 829). La morfologia è di tipo collinare degradante.

Il Monte Amiata e le sue propaggini costituiscono un nodo idrografico molto importante dal quale hanno origine i fiumi Albegna e Fiora che sfociano nel Mare Tirreno, il Paglia affluente di destra del Tevere e tutti gli affluenti di sinistra dell'Orcia che nasce dal Monte Cetona.

I centri abitati si trovano a quote fra i 600 e gli 800m, disposti lungo la linea di contatto fra le vulcaniti ed i terreni sedimentari dove sgorgano numerose sorgenti [5].

A partire da Nord e procedendo in senso orario si incontrano i centri abitati di: Abbadia S. Salvatore, Piancastagnaio, Castell'Azzara, Santa Fiora, Arcidosso ed inoltre le frazioni di Saragiolo, Bagnolo, Bagnore e Selvena. . In particolare, i Comuni di Piancastagnaio e di Abbadia San Salvatore si trovano a quote attorno ai 700-800 m s.l.m. sul versante sud-orientale del Monte Amiata.

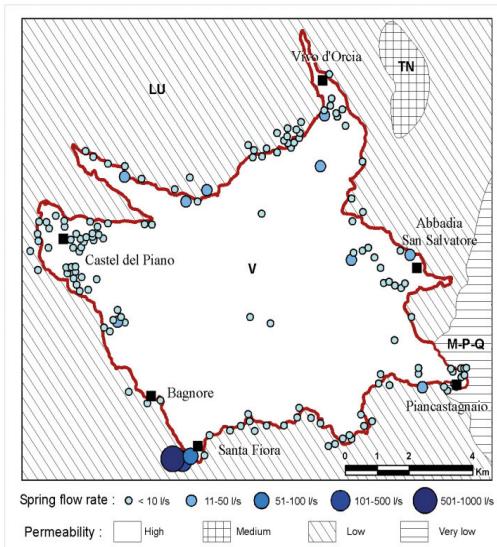


Figura 2: distribuzione e suddivisione in classi di portata delle sorgenti dell'area Amiata. Fonte rif. (4).

Geologia dell'area di studio

La geologia del Monte Amiata e di tutta la fascia mercurifera è stata oggetto di studio fin dalla seconda metà del secolo XVIII. Bernardino Lotti, primo autore della carta geologica della Toscana, vi si dedicò in maniera particolare ed i suoi studi,

nel secolo scorso, furono fondamentali. L'acquisizione di nuove informazioni geologiche, emerse nel processo di coltivazione mineraria, in più di 125 anni di estrazioni di mercurio e, più recentemente l'impianto di studi conseguente allo sfruttamento della risorsa endogena, unite allo studio sistematico delle rocce e alle nuove idee sulla geologia generale e regionale, hanno condotto ad un quadro estremamente dettagliato della geologia superficiale e profonda di quest'area.

L'area è parte integrante del complesso panorama geologico-strutturale che caratterizza l'Appennino Settentrionale ed in particolare la Toscana Meridionale. In questa regione, al centro di una delle principali strutture positive a direzione appenninica denominata Montalcino–Castellazzara, si colloca il recente vulcano del Monte Amiata.

L'assetto geologico della zona, oggetto di numerosi studi [6], è caratterizzato dalla sovrapposizione di unità tettoniche pre-Neogeniche, che affiorano lungo una struttura tettonica nord-sud, chiamata "Montalcino - Monte Amiata - Monte Razzano" (fig.3).

Questa struttura è circondata e chiusa, in non-conformità, dai depositi continentali e marini dei bacini di Cinigiano-Baccinello, Velona e Siena-Radicofani. L'area è anche caratterizzata da due edifici vulcanici relativamente piccoli e temporalmente separati: il vulcano Pleistocenico monogenetico di Radicofani [7, 8, 9], (1.3-1.1 Ma) e, appunto, il vulcano del Monte Amiata [10], del

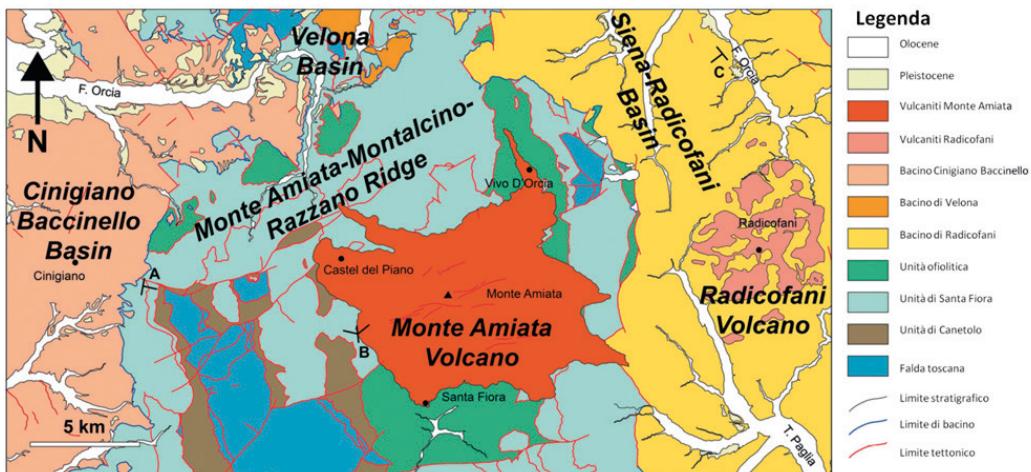


Figura 3: Carta geologica dell'area del Monte Amiata (modificata da Marroni et al., 2015).

Pleistocene Medio (304-263 ka).

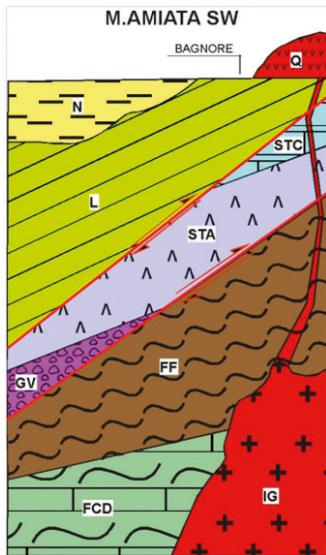
Le caratteristiche geologiche di superficie, relative all'area circostante il Monte Amiata, sono sintetizzate nella carta geologica [11] schematica in Figura 3. Sulla base dei rilievi geologici e di quelli derivanti dallo studio dei sondaggi (pozzi profondi) è possibile ricostruire la seguente successione stratigrafica:

- *Vulcaniti del Monte Amiata (Quaternario; 0,18-0,30 M.a.):* sono costituiti da ignimbriti e reoignimbriti quarzo-latitiche, duomi e colate quarzo-latitiche e trachitiche. Il volume complessivo di questi prodotti vulcanici è stato stimato in 26 Km³ e coprono un'area di circa 81 Km².
 - *Depositi neogenici di bacino (Miocene Sup. - Pliocene Inf./Medio (datazione incerta)):* presenti nella zona ad Est di Piancastagnaio - Abbadia S.S. fino a tutta la valle del torrente Paglia, sono costituiti prevalentemente da successioni, spesse da poche decine di metri fino ad oltre 1000 m, di argille plastiche grigio-azzurre con intercalazioni di sabbie, ghiaie e conglomerati; inoltre, specie nell'area di Piancastagnaio (che rappresenta il bordo occidentale del Bacino Neogenico di Siena Radicofani), possono essere presenti a più livelli, orizzonti discontinui di frane sinterdinarie costituite dai terreni dei flysch liguri.
 - *Terreni alloctoni in facies di flysch - "Liguridi" (Cretacico):* Si tratta di terreni litologicamente molto eterogenei, appartenenti ai flysch liguri ed austroalpini. Da un punto di vista litologico, a parte la successione arenacea della Pietraforte, le altre formazioni sono costituite in larga parte da sequenze per lo più tetricamente scompagnate/caoticizzate, argillitiche-marnose con intercalazioni di calcari, calcareniti ed arenarie.
 - *Serie anidritica (falda toscana) (Triassico sup.):* è costituita da brecce eterometriche ad elementi prevalentemente dolomitici in cemento anidritico, localmente gessificato, derivante dalla tettonizzazione della Formazione Triassica Sup. delle Anidriti di Burano (alternanze di Dolomie e Anidriti). Tale brecciatura è stata ottenuta, in gran parte, ad opera dell'accavallamento della Serie Toscana sui terreni del substrato metamorfico.
- Inoltre, laminazioni tettoniche anche all'interno della stessa Serie Toscana hanno portato al suo smembramento con la conseguente riduzione di gran parte dei suoi termini ("Serie Toscana ridotta"). Questo fenomeno è ben osservabile nel sottosuolo dell'area di Piancastagnaio, ove la Serie Toscana è rappresentata esclusivamente dalla Serie Anidritica.
- *Verrucano (Trias Medio - Sup.) - non affiorante:* È costituito prevalentemente da successioni, spesse fino a qualche centinaio di metri, di Anageniti, Quarziti e Scisti verdastri, biancastri e grigiastri.
 - *Basamento (pre-Carbonifero - Carbonifero sup.) - non affiorante:* Per uno spessore massimo di circa 2500 m esso è costituito in gran parte da una successione di Filladi e Metagrovacche grafitose scure (Formazione del Farma-Carpineta del Carbonifero Inf.-Medio) passante, in basso, ad una sequenza che risulta localmente dolomitica con intercalazioni dei litotipi precedenti. Inoltre, all'interno della successione carbonifera, è stato riconosciuto localmente un orizzonte, costituito in prevalenza da alternanze di Filladi cloritiche e/o ematitiche e di sottili livelli dolomitici, in probabili rapporti tettonici con i terreni paleozoici sotto e soprastanti.
- L'assetto stratigrafico, riassunto in Figura 4, è da mettere in relazione alla importante traslazione orizzontale, da Ovest verso Est, che questi terreni hanno subito durante l'orogenesi che ha dato luogo all'Appennino settentrionale.

I giacimenti mercuriferi dell'Amiata

I giacimenti mercuriferi dell'Amiata appartengono ad una fascia mineralizzata che si estende dal Monte Amiata al Mare Tirreno in direzione NNE-SSW per una lunghezza di circa 70 km ed una larghezza massima di 16 km compresa nelle province di Siena e Grosseto. Le miniere più importanti, sono localizzate alla base e ad una quindicina di km in linea d'aria dal Monte Amiata stesso.

Tra i numerosi documenti che raccontano la storia mineraria dell'Amiata sono degni di nota i lavori di De Ferrari [12] e De Castro [13] in cui



- Vulcaniti del Monte Amiata [Q]
- Complesso Neogenico [N]
- Complessi alloctoni in facies di flysch, comprendenti Unità Liguri e Sub Ligure [L]
- Unità della Falda Toscana, comprendente una sequenza prevalentemente carbonatica [STC], una sequenza prevalentemente dolomitico - anidritica [STA] ed un'altra prevalentemente quarzitica [GV].
- Basamento Metamorfico paleozoico (formazione del Farma [FF], Filladi cloritiche e dolomie" [FCD]
- Intrusioni granitiche [IG]

Figura 4: Rapporti stratigrafico tettonici nell'area del M. Amiata

viene fatta una rassegna particolareggiata ed esaustiva sulla storia mineraria dell'Amiata legata ai primi sfruttamenti sino alla fine '800 e primi '900. Tra gli studi più recenti risulta di particolare interessante il lavoro di Bacci [14] del 1995 per conto della Regione Toscana dove sono prese in considerazione anche le implicazioni ambientali legate alle attività di estrazione e lavorazione del minerale. Una descrizione delle attività minerarie e dei minerali presenti, oltre ai lineamenti geologici è presente nella pubblicazione commissionata dalla Regione Toscana dal titolo *La Toscana meridionale* [15], di autori vari, mentre lo studio di Strappa [16] può essere considerato fra i più completi ed esaustivi.

Sicuramente le attività estrattive dell'Amiata hanno origine antica, risalenti, con probabilità, al periodo etrusco o addirittura precedenti. Nel periodo Romano non sembra esservi stata una attività mineraria e la decadenza dell'impero che segue porta probabilmente all'abbandono dell'estrazione. In età medioevale era sicuramente attiva la miniera di Selvena ma è a partire dal 1846 con la nascita della società denominata Stabilimento Minerario Modigliani che prende avvio lo sfruttamento della miniera del Siele e, in tempi successivi, delle miniere del settore meridionale del giacimento sino all'avvio della miniera di Abbadia San Salvadore. Questa diverrà la più importante di tutto il comprensorio, rendendo l'Amiata uno dei siti più

produttivi al mondo. Sul versante orientale, in tempi più recenti si svilupperanno le miniere di Monte Labbro e Bagnore. Le attività estrattive dell'intera area, dopo un lungo periodo produttivo conosceranno un progressivo declino. Negli ultimi anni '70 rimangono attive solo poche miniere tra cui Abbadia San Salvadore, Monte Civitella (ex Solforate) e Morone. A fine decennio tutte le concessioni saranno infine dirottate sulla società statale EGAM per la chiusura definitiva delle attività minerarie (vedi tab.1).

Le sorgenti naturali di gas in Toscana

Il margine peri-tirrenico della penisola Italiana, dove si trovano le aree geotermiche della Toscana, è costellato da un elevato numero di zone caratterizzate dalla presenza di emanazioni naturali di gas endogeni.

La presenza di tali emanazioni naturali di gas in Toscana è attestata in alcuni documenti già nel diciottesimo secolo come nell'opera di Giovanni Targioni Tozzetti [17] anche se sono noti accenni alla presenza di gas in documenti ben più antichi sia di natura tecnica che di tipo letterario. Il Nasini [18] nel 1932 riporta nella sua opera *I soffioni e i Lagoni della Toscana e l'industria boracifera* quanto sostenuto dal *Direttore del Museo civico e della Biblioteca comunale di Volterra Ezio Solaini*

Tabella 1: Quadro di sintesi delle miniere principali dell'area amiatina e periodi di attività.

Miniera	Inizio attività	Fine attività	Proprietà e concessioni
Pietrineri o Bagni San Filippo	1902	1979	Proprietà: 1902-1906 Soc. An. Miniere Cinabrifere costituita da alcuni finanziari genovesi. 1906-1918: la Banca Commerciale ha la maggioranza azionaria. 1918-1919: Monte Amiata Soc. An. p.Az. ha la maggioranza delle azioni passatagli dalla Banca Commerciale. La società viene messa in liquidazione. 1922-1974: miniera acquistata dalla Monte Amiata Soc. An.p.Az. Lavori fermi dal 1933 al 1955. 1974-1979: subentra la S.M.M.A. del gruppo EGAM che rinuncia alla concessione e chiude la miniera.
Abbadia San Salvatore	1847	1982	Proprietà: 1847-1850 Ditta Modigliani- Livorno. 1873-1875: Ditta Fratelli Schwarzenberg. 1881-1882: V.E. Rimbotti. 1887-1892: eredi Schwarzenberg. 1897-1915: Soc. p. le miniere di mercurio del Monte Amiata con capitale in maggioranza tedesco. 1915-1916: le azioni tedesche passano ad un consorzio di Banche Svizzere. 1916-1933: la Banca Commerciale ottiene la maggioranza del capitale. La società diviene Monte Amiata S.A.p.AZ. 1933-1974: l'I.R.I subentra alla Banca Commerciale. 1974-1980: la Soc. Mercurifera Monte Amiata S.M.M.A. del gruppo EGAM acquista le attività minerarie. 1980-1982: la Samin del gruppo ENI subentra alla S.M.M.A. in liquidazione. Rinuncia alla concessione e chiude la miniera.
Miniera delle Bagnore	1920	1976	Proprietà: 1919 Soc. Mercurifera Italiana costituita dalla famiglia Bondi di Livorno, industriali siderurgici (ILVA). Vi partecipa anche l'Ing. Pietro Monaci che aveva eseguito le prime ricerche. 1934: fallimento della Società. 1955: costituita la nuova Società Mercurifera Italiana dal gruppo EDISON. 1973: passa alla SOLMINE 1976: subentra la S.M.M.A. del gruppo EGAM che rinuncia alla concessione per esaurimento del giacimento e chiude la miniera.
Monte Labbro	1922	1974	Proprietà: 1919-1933 Soc. Mercurifera Italiana con la maggioranza azionaria in mano alla famiglia Bondi di Livorno, industriali siderurgici, (Piombino). Con il fallimento della Società nel 1933, i lavori vengono abbandonati. 1955: La concessione passa: Montelabbro I° alla Società mercurifera Italiana, gruppo EDISON e Montelabbro II° rimane alla Monte Amiata S.p.A. 1973: la S.M.I. passa alle SOLMINE 1974: la Monte Amiata passa alla S.M.M.A. che rinuncia alla concessione di entrambi i cantieri.
Solforate Schwarzenberg	1852	1940	Proprietà: 1852-1854 Ditta Modigliani società di Livorno. 1860-1861: Conte Sforza-Cesarini 1873-1917: Filippo Schwarzenberg poi eredi. 1917-1940: Monte Amiata S.A.p.AZ. Stato attuale: Attualmente non rimane più nulla della miniera e dei fabbricati.

Abetina-Argus	1919	1981	<p>Proprietà: 1917-1925: Ditta Fratelli Feltrinelli-Milano. Si trova sull'Amiata per il taglio degli abeti del Pigelletto. Ottiene i diritti di sottosuolo dal Paradisi di Piancastagnaio ed inizia i lavori.</p> <p>1925-1928: Soc. An. Ricerche Minerarie Argus sempre dei Fratelli Feltrinelli</p> <p>1928-1949: Soc. An. Miniera Argus dei Fratelli Feltrinelli.</p> <p>1949-1981: acquistata dal gruppo Auletta-Armenise. I lavori sotterranei vengono messi in comunicazione con quelli delle Solforate. Seguirà le sorti della suddetta miniera.</p>
Miniera del Siele	1846	1981	<p>La miniera coltivava il giacimento cinabrigero più ricco del comprensorio amiatino. Si avevano tenori del minerale fino al 38% in mercurio. Le coltivazioni cessarono nel 1922 e la miniera venne lasciata allagare. Successivamente vennero eseguiti lavori di ricerca intorno al pozzo 1.</p> <p>Proprietà: 1846-1861: Ditta Stabilimento Mineralogico Modigliani</p> <p>1861-1865: Ditta Stabilimento Mineralogico Sadun-Rosselli</p> <p>1865-1905: Ditta Angelo Rosselli con la partecipazione di Sara Nathan</p> <p>1939-1974: Maggioranza in mano al gruppo Auletta-Armenise</p> <p>1974-1980: acquistata dalla S.M.M.A. del gruppo EGAM per 4 miliardi insieme alla miniera delle Solforate.</p> <p>1980-1981: Samim del gruppo ENI. Rinuncia alla concessione e chiusura della miniera e abbandono dei forni.</p> <p>Stato attuale: è stata completata la bonifica ambientale dello stabilimento metallurgico con il recupero di alcune strutture, destinate a fare parte del Parco minerario del Monte Amiata e quindi sarà possibile la visita.</p>
Miniera del Cornacchino	1872	1921	<p>Proprietà: 1872 Schwarzenberg</p> <p>1917-1921 Società Monte Amiata</p> <p>1974 SMMA</p>
Miniera di Cortevecchia	1898	1971	<p>Proprietà: 1895-1906 The Santa Fiora Mercury Mines società fondata a Londra dai Marchesi fiorentini Ginori-Lisci e Fossi. Acquistò dal conte Sforza-Cesarini tutti i suoli e soprassuoli, nonché i diritti del sottosuolo, di tutte le tenute facenti parte della Contea di Santa Fiora (Cellena, Cortevecchia, Selvena, Migliorino, Vallocchio e Riparelle) fatti salvi i diritti a suo tempo acquistati da Filippo Schwanzerberg.</p> <p>1907-1971: Monte Amiata S.A.p.Az.</p> <p>Dal 1911 al 1955 i lavori furono sospesi e successivamente, a parte la coltivazione di alcune protezioni lasciate ad un pozzo, si eseguirono solo ricerche.</p> <p>Nel 1971 la concessione venne unita a quella del Morone e ne seguì le sorti.</p>
Miniera del Morone	1850	1982	<p>Proprietà: 1850-1852 Ditta Modigliani società di Livorno.</p> <p>1873-1917: Ditta Fratelli Schwarzenberg poi eredi.</p> <p>1917-1974: Monte Amiata S.A.p.AZ.</p> <p>1974-1980: S.M.M.A. gruppo EGAM.</p> <p>1980-1982: SAMIN gruppo ENI, la quale rinuncia alla concessione e chiude la miniera.</p>

Miniera del Reto o Montebuono	1872	1921	Proprietà: 1886-1925 Ditta Menicanti e C. 1926-1929 S.A.M.I.R. Soc. An. Miniera il Reto. Nel 1953 la Soc. Monte Amiata esegue alcuni lavori di ricerca. Nel 1957 la Soc. Mercurifera Italiana effettua alcune ricerche geofisiche o sondaggi.
Miniera di Cerreto piano	1898	1971	Proprietà: 1898-1917 Ing. Enrico Jasinki e quindi gli eredi. 1917-1921: Banca Italiana di Sconto. Con il fallimento della banca i lavori vengono abbandonati. 1927-1939: Soc. Italiana Anonima Mercurio di proprietà di G. Ricciarelli di Castell'Azzara. 1939-1971: il gruppo Auletta Armenise acquista la società. Nel 1971 rinuncia alla concessione e abbandona la miniera.

secondo cui già Dante avesse visto i soffioni e che a tale spettacolo si ispirasse nella Canzone XIV delle raccolta delle Rime:

*Versan le Vene le fumifere acque
Per li vapor, che la terra ha nel ventre,
Che d'abisso le tira suso in alto.'*

Con tutta probabilità l'area descritta è quella classica di Larderello-Lago-Travale dove le emanazioni gassose, in alcuni casi sono estese ed imponenti. Per l'area amiatina è possibile che le emanazioni presenti, limitate in numero ed estensione, siano state di fatto trascurate e vi sia dunque poca documentazione storica al riguardo. La fascia tirrenica compresa tra l'alta Campania, il Lazio e la Toscana centro meridionale costituisce un'area di emissione di anidride carbonica di origine sia vulcanica che non vulcanica oggetto di numerosi studi geocheimici [19, 20] e geologici. La CO₂ è emessa in atmosfera essenzialmente attraverso due tipi di meccanismo:

1. Degassamento areale e/o focalizzato ossia in aree dove l'emissione avviene in modo diffuso dal terreno e/o tramite bocche di emissione.
2. Emissione da acque sorgive ad elevato contenuto di CO₂. In questo caso l'emissione totale di CO₂ è dovuta al contributo della CO₂ di origine profonda a cui si aggiunge il contributo superficiale dovuto alla decomposizione del materiale organico.

L'anidride carbonica di origine profonda è sua volta originata dal fenomeno del degassamento del mantello, per decarbonatazione metamorfica dovuta alla decomposizione termica di rocce carbonatiche o per degassamento di intrusioni

magmatiche e plutoni. Gli studi isotopici condotti sul rapporto ³He/⁴He, uniti ai dati di composizione isotopica della CO₂ emessa sono compatibili con entrambi i possibili meccanismi di degassamento [21]. I gas prodotti in profondità si accumulano in serbatoi permeabili costituiti dalla serie dei carbonati. Quando la pressione totale del serbatoio, dovuta prevalentemente alla Pressione parziale della CO₂, supera la pressione idrostatica, si origina una fase gasosa libera che si accumula nel serbatoio stesso da cui può migrare verso la superficie e manifestarsi nei tipi di sistemi di emissione alla superficie appena riportati ossia aree di emissione dal terreno o sorgenti ricche di anidride carbonica.

Con il termine "manifestazioni" vengono comprese tutte le emissioni dal sottosuolo di gas ed acqua termale, naturali ed artificiali (nello specifico pozzi e gallerie scavate per ricerca ed estrazione di cinabro), e le aree alterate legate ad emissioni fossili.

A parte la presenza del grande vulcano quaternario amiatino, i campi geotermici di Larderello e del Monte Amiata hanno notevoli analogie genetiche e strutturali. Sotto il profilo genetico, in ambedue i casi, le grandi anomalie di flusso di calore sono probabilmente legate a risalita ed intrusione recenti di masse magmatiche nella crosta superiore [22, 23]; l'ordine di grandezza di tali anomalie, per estensione ed intensità, è comparabile; il serbatoio geotermico, nel suo insieme, all'Amiata come a Larderello-Travale-Lago, è costituito dalle stesse sequenze stratigrafiche permeabili per fratturazione (le formazioni prevalentemente carbonatiche ed anidritiche, d'età triassico-giurassica dell'Unità Toscana e le sottostanti formazioni metamorfiche); le rocce di copertura sono



Figura 5: L'area amiatina e le miniere principali di mercurio.

rappresentate, in ambedue i casi, dalle formazioni prevalentemente argillitiche delle "Unità Liguri" oltre che, talvolta, dalle formazioni neogeniche in facies prevalentemente argillose [21, 24, 25, 26]. Ma i due campi presentano anche importanti differenze: Larderello-Lago e, parzialmente, Travale, costituiscono un campo a vapore dominante, mentre i campi dell'Amiata sono di tipo bifase (acqua/vapore). A Larderello erano originariamente presenti numerose, imponenti ed estese manifestazioni naturali di tipo idrotermale e ad alta temperatura, tanto che il primo ed importante sfruttamento di risorse geotermiche, di tipo chimico, è iniziato, come è noto a tutto il mondo, proprio dalle manifestazioni naturali [17]. All'Amiata tale tipo di manifestazioni è praticamente assente.

La presenza di vapore in "sottopressione" in serbatoio a Larderello potrebbe essere spiegata con il verificarsi, ad un certo punto dell'evoluzione strutturale dell'area, di una serie di "discontinuità" relativamente ampie nella copertura, discontinuità che potrebbero aver messo in comunicazione la superficie con il serbatoio, determinando, quindi, il formarsi di estese manifestazioni idrotermali e, attraverso queste, un drenaggio naturale di durata "geologica", dal quale potrebbe dipendere il passaggio graduale da serbatoio ad acqua a serbatoio a vapore. Al contrario, all'Amiata, la presenza di una copertura più continua ed efficace e la conseguente carenza di "zone" di comunicazione tra il serbatoio geotermico e la superficie, potrebbero aver consentito la conservazione di condizioni iniziali, caratterizzate da presenza di acqua ad

elevata temperatura e pressione. Su questa ipotesi si fondano anche i meccanismi supposti da alcuni autori per la formazione dei giacimenti cinabri-feri [27]. Sta di fatto che, all'Amiata, al contrario di Larderello, sono scarse le manifestazioni idrotermali quali emissioni di vapore e gas, e in misura minore le sorgenti termali, ecc.; sono invece frequenti le emissioni naturali fredde e "secche" di sola anidride carbonica (mofete) e di anidride carbonica ed acido solfidrico (putizze); altrettanto numerose sono quelle incontrate da pozzi e gallerie di ricerca ed estrazione di cinabro.

Le sorgenti di emissione naturali nell'area amiatina

L'area del Monte Amiata è costellata di sorgenti termali e termominerali usate a scopo curativo - ricreativo, in un ipotetico arco che si estende in direzione nord-sud ad alcuni chilometri dalla montagna. Fra le più importanti e conosciute ricordiamo le terme di Chianciano, le terme di San Casciano dei Bagni (rispettivamente a Est ed a Sud Est della montagna), le terme di Bagni San Filippo, le terme di Bagno Vignoni (a Nord), le terme di Saturnia (nella parte meridionale), nonché le sorgenti termali di Bagnore (ad Ovest). Inoltre sono presenti zone con emanazioni superficiali naturali di gas endogeno ricco in CO₂, ma con consistenti contenuti anche di H₂S. Le principali sono poste in loc. Bagni San Filippo, in loc. Chianciano e in loc. Argus.

Queste manifestazioni sono meno evidenti di quelle idrotermali, perché solitamente sono meno imponenti e lasciano sul terreno segni meno visibili, quali alterazioni, incrostazioni, ecc. Risultano quindi, forse, meno conosciute anche se sono state riportate segnalazioni di emanazioni di gas o di acque termali tratte da resoconti di ricerche minerarie [12, 15]. Tuttavia, proprio per queste caratteristiche, oltre che per il loro contenuto gasoso, sono probabilmente più insidiose dal punto di vista della sicurezza.

La massima concentrazione delle manifestazioni di gas ancora attive si trova nelle zone di Poggio Nibbio, di Abbadia San Salvatore (legate in quest'ultimo caso a pozzi eseguiti per il drenaggio di gallerie di miniera) e della Valle del Paglia (Pod. Voltole); una modestissima emissione di

gas è stata individuata nel letto, quasi a secco, della "Senna Morta". Per completezza, si segnala la presenza di una leggera emissione di gas (la cui composizione non è conosciuta) nell'acqua raccolta in una "cantina" di un vecchio pozzo AGIP perforato a Sud di Radicofani.

Le altre manifestazioni dell'area di Piancastagnaio sono sostanzialmente manifestazioni "secche", cioè di solo gas; anche quando questo gorgoglia in acqua. Il gas proviene dal profondo e cioè dal serbatoio geotermico, mentre l'acqua è di tipo superficiale, se non addirittura piovana. In alcuni casi sono associate a gallerie e pozzi, che, in generale, costituiscono vie preferenziali di risalita e fuoriuscita di fluidi gassosi.

Anche per le manifestazioni dell'area Bagnore sono state altresì riportate le segnalazioni di emanazioni di gas tratte da resoconti di ricerche minerarie [12, 15].

Accanto a queste manifestazioni naturali, sul territorio Amiatino si trovano molti impianti della minero-metallurgia del cinabro che risultano essere anch'essi fonti di emissione di gas, tra cui H₂S e mercurio.

Le sorgenti di emissione antropiche nell'area amiatina

A partire dalla metà degli anni 1960, nell'area Amiata è iniziata la coltivazione dei fluidi geotermici per la produzione di energia elettrica. La coltivazione dei fluidi geotermici a scopi energetici è incentrata nei Comuni di Piancastagnaio (SI) e Santa Fiora (GR) dove sono in esercizio rispettivamente 3 centrali geotermoelettriche (PC3, PC4 e PC5), con una potenza complessiva di 57,6 MW, tutte equipaggiate con AMIS (AMIS è il nome del processo di Abbattimento del Mercurio e dell'Idrogeno Solforato da cui l'acronimo). In località Bagnore sono in esercizio due centrali geotermoelettriche (quattro gruppi), con una potenza complessiva di 57,8 MW (BG3, BG3 binario, BG4 gruppo 1 e 2), equipaggiate con AMIS. Nella cosiddetta area tradizionale di Larderello (Pi)-Val di Cornia (Gr)-Travale/Chiusdino (Si), sono in esercizio 28 centrali (30 gruppi) per una potenza complessiva di 645,8 MW.

Nell'intera area, al 2016, sono in esercizio 33 centrali (37 gruppi), per una potenza di 768 MW, tutte dotate di AMIS. Queste attività connesse

alla coltivazione della risorsa geotermica costituiscono fonti di rilascio nell'ambiente di idrogeno solforato.

Rapporti tra l'attività di ricerca ed estrazione di cinabro e le manifestazioni dell'area amiatina: presenza di gas all'interno delle miniere

Nell'area del Monte Amiata i rapporti tra le attività di ricerca ed estrazione di minerali solidi, di cinabro in particolare, e le manifestazioni (putizze, ecc.), sono importanti per almeno due ragioni: prima di tutto perché le ricerche di cinabro sono spesso partite da siti dove esistevano indizi di manifestazioni; in secondo luogo perché i pozzi e le gallerie minerarie si sono spesso dimostrate, come già accennato, vie preferenziali importanti e talora pericolose di risalita e di emissione di convogli gassosi. Nei numerosi documenti che raccontano le attività estrattive dell'area amiatina viene spesso menzionata la presenza di venute di gas contenenti idrogeno solforato. In alcuni casi, le opere di convogliamento dei gas in atmosfera, risalenti al periodo minerario e/o derivanti da opere di bonifica mineraria, sono ancora presenti ed attive e costituiscono un contributo non trascurabile alle emissioni di gas geotermico nell'area. Le principali fonti bibliografiche sono costituite dallo studio di Osvaldo Strappa [15]. Altre indicazioni sulle difficoltà incontrate durante i lavori minerari o indicazioni sulla presenza di gas si hanno nel resoconto *Rimini Geology of the Monte Amiata Mercury District* [28]. Altri riferimenti ad emanazioni gassose si trovano in *Le miniere senesi dall'unità d'Italia alla Prima Guerra Mondiale* [29]. Alcuni dei manufatti utilizzati per convogliare le infiltrazioni di gas sono ancora presenti e le emanazioni gassose sono state caratterizzate in varie occasioni di cui esiste, in alcuni casi, una bibliografia tecnico-scientifica. In numerosi casi sono riportate le analisi compostionali e con minore frequenza le portate emesse. Nel presente studio si è cercato di integrare alcune delle misure esistenti per contribuire ad una migliore comprensione del loro contributo alle emissioni in atmosfera. Sulla carta (Tav. I) sono state rappresentate anche le manifestazioni riportate in letteratura ed attualmente scomparse. Per comodità e chiarezza di esposizione conviene suddividere tutta l'area d'interesse in zone.

Zona di abbadia san salvatore (1)

Sono state incontrate forti venute di gas nella galleria della Volpe, durante la prima fase di ricerche, in un pozzo fatto in località "Le Decine" persino nel cosiddetto "Peperino", roccia vulcanica; forti venute di anidride carbonica, nelle varie fasi di coltivazione di cinabro sono state incontrate nelle gallerie 7, 19, 20 e 21. Per questo motivo sono stati eseguiti pozzi di drenaggio; Per due di questi sussistono tuttora i grossi camini (alti 5-6 metri) che dalle gallerie convogliano verso l'alto notevoli quantità di gas (Elmeta 1 ed Acquapassante nella Tav. I).

Dalla fonte [15]:

Nella miniera di Abbadia San Salvatore: "...*Un'altra galleria, detta della Volpe, fu iniziata più in basso, dove la quarzo-latite presentava delle fioriture di cinabro, ma furono incontrate solo emanazioni gassose*".

Nelle ricerche minerarie in località Decine sempre ad Abbadia: "...*eseguiva ricerche nella località Decine (quota 1030 m) nella quarzo-Iaitite, ostacolate da venute d'acqua ed emanazioni gassose*".

Nella miniera di bagni San Filippo o Petrineri: "...*Nel 1902 la «Società Miniere Cinabrefere» con sede a Genova, poi a Milano, incominciò i lavori di ricerca che furono ostacolati da forti emanazioni gassose e venute d'acqua*".

Dalla fonte [28]:

Miniera di Abbadia San Salvatore: "...*Si eseguirono alcuni scavi nella zona dell'Ermeta e nella zona detta La Decine, quest'ultimi effettuati dal Maestripieri di Casteldelpiano. Ma, ostacolate da venute d'acqua e da emanazioni gassose, furono sospese*".

Miniera Bagni San Filippo o Pietrineri: "...*I lavori erano resi particolarmente difficili a causa delle forti emanazioni gassose e dalla natura stessa del terreno. Dopo aver superato le difficoltà relative alle emanazioni, mediante la chiusura dell'ultimo tratto della galleria di ricerca e l'incastramento dei gas, la società scavò un pozzo ed una discenderia...*".

Ancora, altri riferimenti derivano da report interni di Enel [30]: "Nel 1957-58 la So.Mi.Co. per conto

della Società Mercurifera Italiana ha perforato 3 pozzi denominati Bagnare 1,2,3 la cui ubicazione ricade nel foglio 129 IV SO Arcidosso nei pressi del centro abitato di Bagnore. (Figura 2) . I pozzi Bagnare 2 e 3 che avevano raggiunto una profondità di circa 170 metri sono stati bonificati, mentre il pozzo Bagnare 1 profondo 289,45 metri situato nei pressi della Centrale geotermica ENEL Bagnore 1, è attualmente recintato con valvola di testa aperta ed eroga gas”.

Zona di poggio nibbio-solforate-Selvena (2)

In quest'area si possono individuare, al di là di una qualche incertezza sui nomi (del resto cambiati anche nel tempo), tre principali miniere: Solforate-Rosselli, Abetina-Argus e Solforate Schwarzenberg, oltre che di attività di ricerca nelle vicine località di “Grande Putizza” e “Salto del Lupo-Renaiolo”.

Nella zona di Poggio Nibbio il gas proveniente dal profondo, trova facili vie di risalita e tende ad accumularsi ai livelli più alti della struttura permeabile, trovando al tetto di questa la copertura impermeabile rappresentata dalle “Liguridi”. Esso, in qualche caso, riesce a sfuggire al serbatoio, anche attraverso fratture di modesta entità o microfratture presenti nella copertura, fino alla superficie, dando origine a manifestazioni naturali, le putizze e le mofete esistenti. Le numerose escavazioni minerarie (gallerie, ecc.) hanno facilitato e, talvolta, tuttora facilitano ulteriormente la risalita di tali gas verso le zone subsuperficiali, come dimostrano alcuni pozzi che drenano ancora gas dalle miniere (prevalentemente CO_2 e H_2S). In situazione analoga possono essere considerate le miniere ormai chiuse del Siele, localizzate a Sud-Est di Poggio Nibbio, in una zona non molto distante. Le venute di gas, incontrate in alcune gallerie, sono anche in questo caso ricollegabili ad una forte permeabilità per fratturazione delle formazioni-serbatoio ed al loro assetto di alto strutturale. A Sud di Poggio Nibbio, nei dintorni di Poggio Fontenassa, sono localizzate alcune putizze, che non trovano più alimentazione, e quindi sono praticamente scomparse.

Dalla fonte [15]:

Nella miniera del Siele-Carpine si annotarono presenze di gas: “...Quando nel 1907 gli successe

l'ingegnere A. Magnani, il giacimento del Siele era considerato esaurito; la ricca argilla cinabrina aveva Ceduto il posto a della povera arenaria (allo 0,3% Hg) accompagnata da forti emanazioni di idrogeno solforato ed anidride carbonica”.

Nella miniera Solforate o Monte Civitella: “... Le forti emanazioni gassose di idrogeno solforato ed anidride carbonica impedirono lo sviluppo delle lavorazioni antiche in profondità”. Ed ancora nella stessa miniera: “...di una diecina di metri ed un minerale al tenore medio del 6% di mercurio. I lavori vennero intensificati nonostante le difficoltà provenienti dalle forti emanazioni gassose, nel 1900 fu installata...”. Ed ancora: “...Nel 1908 entrò in funzione la centrale idroelettrica del Caro in vicinanza di Santa Fiora, della potenza di 300 KW che fornì alla miniera l'energia di cui aveva estremo bisogno, soprattutto per i ventilatori indispensabili per superare le difficoltà dovute alle emanazioni gassose veramente eccezionali”.

Dalla fonte [28]:

Per la **miniera Solforate** sono menzionate emanazioni gassose: “4.4 The solforate mine ... Powerful gas vents seep near and within the mine (potenti venute di gas filtrano nei pressi ed all'interno delle gallerie)”, altre emanazioni nella miniera di Monte Labbro “4.10. The Monte Labbro Mine powerful gas vents seep nearby”, nella miniera di Zolfiere: “4.11.4. The Zolfiere mine Associated with cinnabar, sulphur and fluorite, and powerful gas vents”.

Dalla fonte [28]:

Miniera del Siele: “...Miniera del Siele. L'attività mineraria ebbe inizio nell'autunno del 1841 ... Furono impiantate due macchine a vapore per l'estrazione del minerale e per l'eduzione delle acque, che insieme alle emanazioni gassose, rappresentavano il maggiore ostacolo nelle ricerche ai livelli inferiori”.

Miniera Solforate Rosselli: “...sembra che il giacimento sia stato coltivato dagli antichi, probabilmente anche prima degli Etruschi. Si ritiene che le prime lavorazioni in profondità, fossero state sospese per le forti emanazioni gassose. Le difficoltà incontrate nei primi anni di attività, dovute alla presenza di forti emanazioni gassose, furono superate quando entrò in funzione la centrale

idroelettrica del Caro, presso Santa Fiora, che fornì alla miniera l'energia di cui aveva bisogno soprattutto per assicurare una energica ventilazione del sotterraneo”.

Area del Nibbio: “...Anche le altre ricerche vennero sospese a causa dell'acqua e per la presenza di emanazioni gassose, tra queste quella del Nibbio dove, già nel 1908, era stata eseguita una galleria”.

Zona valle della senna (3)

Anche la zona di Senna, intermedia tra Poggio Nibbio e Piancastagnaio, era caratterizzata dalla presenza di una grossa manifestazione naturale a gas; nelle ricerche minerarie che hanno interessato la zona di “Casa di Paolo”, sono state inoltre segnalate a suo tempo, in galleria, forti venute di gas.

Nei resoconti minerari disponibili, sono segnalate importanti emissioni di gas verificatesi in galleria. Queste segnalazioni riguardano proprio l'area suddetta ed un'altra situata a Sud-Ovest della stessa. Così come per Poggio Nibbio tutte queste manifestazioni sono la conseguenza di un alto strutturale a livello delle formazioni, prevalentemente carbonatiche dell'Unità Toscana, dell'elevata permeabilità di queste ultime oltre che della presenza di una probabile faglia, che attraversa anche la copertura. Attualmente la grossa manifestazione naturale è praticamente scomparsa; una microscopica venuta di gas è ancora riscontrabile nel torrente Senna a qualche decina di metri di distanza. Anche nella parte centrale del campo geotermico di Piancastagnaio, ad Est dell'attuale centrale di produzione, era segnalata la presenza di una piccola area di alterazione, legata alla presenza di una modesta emanazione di gas, attualmente scomparsa.

Dalla fonte [15]:

Nelle miniere della Senna: “...pare che i lavori fossero resi difficili da forti emanazioni gassose e da venute di acque termali, in conseguenza di ciò vennero abbandonati nel 1881”. Ed ancora “...che in prossimità della vecchia miniera di Casa di Paolo aprì la galleria Irene con la quale furono attraversate deboli mineralizzazioni cinabifere ed incontrate forti emanazioni gassose”.

Dalla fonte [28]:

Miniere della Senna: “...il Conte di Madrid vi lavorò sino al 1879, epoca in cui furono sospese le ricerche; si eseguirono alcuni lavori di manutenzione, fino al 1881, poi furono completamente abbandonati. Sembra che i lavori in profondità fossero resi difficili da emanazioni gassose e da venute di acqua termale”.

Zona Arcidosso Bagnore (4)

Nell'area di Bagnore le manifestazioni a gas sono per la maggior parte assolutamente naturali; due o tre sono legate alla presenza di lavori eseguiti nell'ambito di ricerche ed estrazione di cinabro. Le manifestazioni più importanti, presenti nell'area di Arcidosso-Bagnore, sono generalmente “secche”, caratterizzate cioè da presenza di solo gas; sono pochissime quelle di tipo idrotermale; anche quando il gas gorgoglia in piccole pozze, sono da considerare sostanzialmente “secche”, in quanto l'acqua è in larga misura di origine superficiale, tanto che essa tende a prosciugarsi durante il periodo di siccità.

Ad Est di Zancona, in località “Le Puzzole” sono molto numerosi i punti nei quali il gas (CO_2 soprattutto e poi CH_4 ed H_2S) gorgoglia in piccole pozze d'acqua che tendono a prosciugarsi in periodi di siccità, senza però essiccarsi completamente. Le venute di gas interessano una modesta depressione sul lato destro del torrente Zancona. Più a Sud, in località Anteie, sono presenti diverse emissioni di gas, che, tra l'altro, filtra anche attraverso la chiusura di una galleria mineraria; anche in questo caso il gas prevalente è la CO_2 , ma sono presenti pure CH_4 ed H_2S .

Più a Sud, a valle del Ponte delle Solforate, si trova un'altra zona caratterizzata da emanazioni di gas, che costituisce la propaggine più meridionale dell'allineamento di manifestazioni Zancona Roccalbegna.

A NNW di Bagnore e a Sud-Est di S.Fiora, due manifestazioni indicate come putizze non sono più attive, cancellate o dall'occlusione dei punti di emissione, o da esaurimento della fonte o da discariche. Quella a N-W di Bagnore, conosciuta con il nome di “Bagnaccio”, localizzata a valle della strada Bagnore-Arcidosso, sembra cancellata forse da una discarica di detriti; ne restano però tracce evidenti nell'alterazione dei blocchi di lava ivi

presenti. Sono invece attivi altri punti di emissione situati ai margini del paese di Bagnore: uno collegato ad un pozzo eseguito dalla SMI per ricerche minerarie, convenientemente sistemato con un cammino ed una recinzione; l'altro corrispondente ad una saltuaria filtrazione dalla chiusura dell'ingresso di una galleria della vecchia miniera di Bagnore, in riva sinistra del Fosso degli Ontani, a due passi dall'ingresso del Salumificio ivi esistente. Infine due punti di emissione di gas si trovano nell'area della sorgente della "Acquaforse" di Bagnore, vicino alla quale esiste anche un pozzo, profondo poche decine di metri e che, secondo informazioni della proprietà dell'area, porta a giorno del gas. Secondo Strappa [15], *"Fino dall'inizio la miniera di Bagnore, così come la Miniera di Monte Labbro, ebbe vita difficile e travagliata, sia per le difficoltà economiche derivanti dalla scarsità di mezzi finanziari, sia per il basso tenore del minerale e sia per le emanazioni gassose, le venute d'acqua ad alte temperature che nella miniera di Bagnore ostacolavano i lavori"*.

Per la coltivazione sono state scavate gallerie per alcune centinaia di metri fino ad una profondità dell'ordine di 650 metri s.l.m. Un ingresso di tali gallerie, attualmente chiuso, è situato in riva sinistra del Fosso degli Ontani, nei pressi del piazzale d'entrata nel Salumificio esistente al margine nord-occidentale del paese di Bagnore. L'ingresso della miniera, pur essendo sbarrato da un muro, è disseminato di numerose venute di gas che filtra dalle intercapedini in cemento fortemente alterato dal gas. Esiste anche una tubazione nel muro, munita di rubinetto, utilizzato per il prelievo di gas.

Zona di Monte Labbro (5)

In località Banditella, ad Est del Poggio Petriccio ne, a S-SE di Monte Labbro, ad una quota di circa 950 metri s.l.m., nei pressi dell'area interessata da emanazioni di gas, con lo scavo di due gallerie della lunghezza complessiva di 400 m. Allo scopo di esplorare orizzonti più profondi fu scavata una terza galleria alla quota di 831 m s.l.m. a partire dal Ponte delle Anteie, sulla strada Arcidosso-Roccalbegna. Tale galleria è stata ripresa più volte fino a raggiungere una lunghezza di oltre 700 metri ed attualmente è chiusa. Anche in questo caso l'ingresso della miniera, chiuso da un muro, è interessato da numerose venute di gas che filtra dalle

intercapedini in cemento fortemente alterato dal gas stesso. Presso la galleria Anteie, in direzione Nord si hanno emanazioni di gas sia all'immboccatura della galleria che nell'area soprastante. In località La Banditella, nelle varie descrizioni dei lavori minerari che hanno interessato le miniere Monte Labbro 1 e 2 non si fa esplicito riferimento a difficoltà dovute ad emanazioni di gas od a venute di acque calde mentre sono segnalate notevoli emanazioni di gas nei pressi della miniera. Resta comunque il fatto che le due miniere sono localizzate in vicinanza di un'area interessata da forti emanazioni di gas.

Tentativi di ricerca mineraria, con esito negativo, sono stati fatti anche a Sud del Ponte delle Solforate, nelle vicinanze di Roccalbegna, caratterizzata da emanazioni di gas. Le ricerche sono state limitate all'esecuzione di un pozzetto.

Dalla fonte [15]:

Nelle miniere Bagnore e Monte Labbro: *"Fino dall'inizio le due miniere ebbero vita difficile e travagliata, sia per le difficoltà economiche derivanti dalla scarsità di mezzi finanziari, sia per il basso tenore del minerale e sia per le emanazioni gassose, le venute d'acqua ad alte temperature che nella miniera di Bagnore ostacolavano i lavori"*.

Area meridionale del giacimento (6)

Anche se non sono stati presi in considerazione nel presente studio, meritano di essere rammentati anche i siti più meridionali del giacimento cinabifero.

Dalla fonte [15]:

Nella miniera di Capita: *"...Una forte venuta di gas nel 1930 fece sospendere i lavori fino al settembre del 1931"*.

Nella miniera di Zolfiere: *"...la SIAM iniziò dei lavori di ricerca mettendo in vista un certo quantitativo di cinabro e di stibina; ma le forti emanazioni di anidride carbonica ed idrogeno solforato ostacolarono talmente i lavori che vennero poco dopo abbandonati"*.

Risultati

Sulla base sia delle ricerche bibliografiche e di archivio, sia sulle prospsezioni condotte sono stati

individuati 38 siti di cui 19 già censiti su GOOGAS e 19 selezionati da altre fonti. Di questi ultimi, due siti (Elmeta1 e Acquapassante) sono da tempo monitorati dal dipartimento di Scienze della Terra per conto del Comune di Abbadia San Salvatore e i rimanenti 17 sono stati individuati in base alle ricerche bibliografiche o da archivi tecnici posseduti da Enel Green Power. L'individuazione di questi siti non censiti, di cui finora erano presenti indicazioni qualitative, incomplete o del tutto assenti e, per alcuni dei quali si ignorava addirittura l'esistenza, costituisce uno dei maggiori risultati del presente lavoro. Dei siti censiti su GOOGAS si è integrato le misure di portata o composizione con specifiche campagne condotte

da EGP/CNR-IGG nei casi in cui i dati forniti erano parziali. Per il resto dei siti sono stati utilizzati i dati di letteratura, i dati presenti in archivio e qualora l'emanazione di gas fosse stata di particolare rilevanza, sono state compiute specifiche campagne di misura.

Uno dei maggiori risultati della ricerca e prospettiva condotte in questo studio consiste nell'avere individuato alcuni emettitori che non risultavano ancora censiti e nell'aver aggiornato per buona parte dei siti analizzati i dati di portata in emissione disponibili. La caratterizzazione chimica e le caratteristiche di portata nonché i metodi di prospettiva, di misura ed analisi utilizzati sono riportati nella parte II del presente studio.

Name	Data base	Long	Lat	Type	FONTE
Le colline	GOOGAS	11,6848	42,9348	Diffuse & Vent	GOOGAS
Campo la Villa	GOOGAS	11,6886	42,9325	Diffuse & Vent	GOOGAS
Lo Spuntone 1	GOOGAS	11,6878	42,9319	Diffuse & Vent	GOOGAS
Palazzo	GOOGAS	11,6841	42,9289	Diffuse & Vent	GOOGAS
Bollore	GOOGAS	11,6946	42,9271	Spring and Diffuse	GOOGAS
Poggio all'olivo	GOOGAS	11,6823	42,9257	Bubbling Water	GOOGAS
Palazzo 2	GOOGAS	11,6818	42,9242	Diffuse	GOOGAS
Lavinate	GOOGAS	11,6860	42,9230	Diffuse & Vent in Pool	EGP/CNR
The Hole	GOOGAS	11,6866	42,9227	Diffuse & Vent	EGP/CNR
Argillone 3	GOOGAS	11,6878	42,9226	Bubbling Water & Diffuse	GOOGAS
Mammellone 1	GOOGAS	11,6892	42,9226	Diffuse & Vent	GOOGAS
Ingresso miniera	GOOGAS	11,6842	42,9215	Cold Vent	GOOGAS
Fosso Fontanicchi	GOOGAS	11,6863	42,9214	Cold Vent	GOOGAS
Fontanicchi Alto	GOOGAS	11,6809	42,9199	Cold Vent	GOOGAS
Zancona	GOOGAS	11,5363	42,8532	Bubbling Water	EGP/CNR
Anteie 1 (galleria Anteie)	GOOGAS	11,5472	42,8231	Diffuse & Vent	EGP/CNR
Anteie 2	GOOGAS	11,5454	42,8223	Vent	EGP/CNR
Banditella	GOOGAS	11,5350	42,8126	Diffuse	GOOGAS
Selvena	GOOGAS	11,6276	42,7747	Diffuse & Vent	EGP/CNR
Acquapassante 1 ex SMI	DST FI	11,6520	42,8942	well	DST/FI
Elmeta1 ex SMI	DST FI	11,6466	42,8843	well	DST/FI
Elmeta2/3	EGP	11,6526	42,8845	inattiva	EGP/CNR
Pozzo Bagnore1 ex SMI	EGP	11,5677	42,8507	well	EGP/CNR
Pozzo Ivan area Poggio Nibbio	EGP	11,6446	42,8030	well	EGP/CNR
SENNNA-M2	EGP	11,6698	42,8261	Vent	EGP/CNR
REANIELI 1	EGP	11,6410	42,8081	Vent	EGP/CNR
REANIELI 2	EGP	11,6497	42,8034	Vent	EGP/CNR
Pozzo C7	EGP	11,6404	42,8051	Vent	EGP/CNR
Galleria miniera 1	EGP	11,6433	42,8024	Vent	EGP/CNR
Galleria mineira 2	EGP	11,6458	42,8017	Vent	EGP/CNR
Pozzo Renaioli	EGP	11,6441	42,8065	Vent	EGP/CNR
Grande Putizza presso miniera ARGUS	EGP	11,6411	42,8011	Diffuse	EGP/CNR
Casa Voltole V3 V4	EGP	11,7358	42,8687	Vent	EGP/CNR
Radicofani 1 pozzi per idrocarburi	EGP	11,7879	42,8620	Vent	EGP/CNR
Manifestazioni acquaforte	EGP	11,5587	42,8498	Water spring & bubbling gas	EGP/CNR
acqua delle puzzle	EGP	11,5889	42,8491	Water spring & bubbling gas	EGP/CNR
Ingresso miniera di Bagnore	EGP	11,5607	42,8486	Cold Vent	EGP/CNR
Ponte delle Zolferate (1-2)	EGP	11,5289	42,7892	ATTIVA, NATURALE GAS	EGP/CNR

Bibliografia

- [1] Della Vedova B., Bellani S., Pellis G., Squarci P., "Deep temperatures and surface heat flow distribution", chapter 7, in 'Anatomy of an orogen', (2001) Kuvler Academic Publisher
- [2] Minissale et al., 1997. *Chem. Geol.* 142, 175-192.
- [3] "Googas: an on line database of Italian gas emissions", Chiodini G., Valenza M., Cardellini C., Frigeri A., *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008-A-06457, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-06457: <http://meetings.copernicus.org/www.cosis.net/abstracts/EGU2008/06457/EGU2008-A-06457.pdf>.
- [4] <http://www.magadb.net/>.
- [5] Dini I., Ceccarelli A., Brogi A., Giorgi N., Gallegni P. and Rossi L., Geological Evaluation of the Base of the Mt. Amiata Volcanic Complex (Tuscany, Italy), *Proceedings World Geothermal Congress 2010*.
- [6] Calamai A., Cataldi R., Squarci P. & Taffi L. (1970) – Geology, geophysics and hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields. *Geothermics*, 1, 1-95.
- Arisi Rota F., Brondi A., Dessau G., Franzini M., Stea B. & Vighi L. (1971) - I Giacimenti minerali della Toscana meridionale. *Rend. Soc. It. Miner. e Petr.*, 27, 357-544.
- Cameli G.M., Dini I. & Liotta D. (1993) - Upper crustal structure of the Larderello geothermal field as a feature of postcollisional extensional tectonics (Southern Tuscany, Italy). *Tectonophysics*, 224, 413-423.
- Decandia F.A., Lazzarotto A. & Liotta D. (1993) - La serie ridotta nel quadro della geologia della Toscana Meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 49, 181-191.
- Liotta D. & Salvatorini G.F. (1994) - Evoluzione sedimentaria e tettonica della parte centro-meridionale del Bacino pliocenico di Radicofani. *Studi Geol. Camerti*, Vol. Spec., 1, 65-77.
- Ferrari L., Conticelli S., Burlamacchi L. & Manetti P. (1996) - Volcanological Evolution of the Monte Amiata Volcanic Center, Southern Tuscany, Central Italy: New Geological and Petrochemical data. *Acta Vulcanol.*, 8, 41-56.
- Liotta D. (1996) - Analisi del settore centro-meridionale del bacino pliocenico di Radicofani (Toscana Meridionale). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 115, 115-143.
- Brogi A. & Fabbrini L. (2009) - Extensional and strike-slip tectonics across the Monte Amiata-Monte Cetona transect (Northern Apennines, Italy) and seismotectonic implications. *Tectonophysics*, 476, 195-209.
- Brogi A. (2004a) - Miocene low-angle detachments and upper crust megaboudinage in the Monte Amiata geothermal area (Northern Apennines, Italy). *Geod. Acta*, 17 (6), 375-387.
- Bonciani F., Callegari I., Conti P., Cornamusini G. & Carmignani L. (2005) - Neogene post-collisional evolution of the internal Northern Apennines: insights from the upper Fiora and Albegna valleys (Mt. Amiata geothermal area, southern Tuscany). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, vol. spec., 3, 103-118.
- Pandeli E., Bertini G., Castellucci P., Morelli M. & Monechi S. (2005) - The sub-ligurian and ligurian units of the Monte Amiata geothermal region (south-eastern Tuscany): new stratigraphic and tectonic data and insights into their relationships with the Tuscan Nappe. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, Special Issue, 3, 55-71.
- Brogi A. (2004b) - Miocene extension in the inner Northern Apennines: the Tuscan Nappe megaboudins in the Mt. Amiata geothermal area and their influence on Neogene sedimentation. *Boll. Soc. Geol. It.*, 123, 513-529.
- Bonini M., Sani F., Stucchi E.M., Moratti G., Benvenuti M., Menanno G. & Tanini C. (2014) - Late Miocene shortening of the Northern Apennines back-arc. *J. Geod.*, 74, 1-31.
- Studio geostrutturale, idrogeologico e geochimico ambientale dell'area amiatina, *Senarum Universitas*, (2008), per conto di Regione Toscana.
- [7] Pasquare G., Chiesa S., Vezzoli L. & Zanchi A. (1983) - Evoluzione Paleogeografica e strutturale di parte della Toscana meridionale a partire dal Miocene Superiore. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 25, 145-157.
- [8] D'Orazio M., Laurenzi M.A. & Villa I.M. (1991) - $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ dating of a shoshonitic lava flow of the Radicofani volcanic center (Southern Tuscany). *Acta Vulcanologica*, 1, 63-67.
- [9] Barberi F., Buonasorte G., Cioni R., Fiordelisi A., Foresi L., Iaccarino S., Laurenzi M.A., Sbrana A., Vernia L. & Villa I.M. (1994) - Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium. *Mem. Descrittive Carta Geol. Ital.*, 49, 77-134.
- [10] Bigazzi G., Bonadonna F.P., Ghezzo C., Giuliani O., Radicati Di Brozolo F. & Rita F. (1981)

- Geochronological study of the Monte Amiata lavas (Central Italy). *Bull. Volcanol.*, 44, 455-465.
- Laurenzi M.A. & Villa I.M. (1991) - The age of the early volcanic activity at Monte Amiata volcano, Tuscany: evidence for a paleomagnetic reversal at 300 Ka bp. *Plinius*, 6, 160-161.
- Ferrari L., Conticelli S., Burlamacchi L. & Manetti P. (1996) - Volcanological Evolution of the Monte Amiata Volcanic Center, Southern Tuscany, Central Italy: New Geological and Petrochemical data. *Acta Vulcanol.*, 8, 41-56.
- Cadoux A. & Pinti D.L. (2008) - Hybrid character and pre-eruptive events of Mt Amiata volcano (Italy) inferred from geochronological, petro-geochemical and isotopic data. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 179, 169-190.
- Laurenzi M.A., Braschi E., Casalini M. & Conticelli S. (2015) - New 40Ar-39Ar dating and revision of the geochronology of the Monte Amiata Volcano, Central Italy. *Ital. J. Geosci.*, 134, 255-267. doi. 10.3301/IJG.2015.11.
- [11] Marroni M., Moratti G., Costantini A., Conticelli S., Benvenuti M.G., Pandolfi L., Bonini M., Cornamusini G., Laurenzi (2015): GEology of Mount Amiata region, Southern Tuscany, Central Italy. *Ital. J. Geosci.*, 134, 171-199. doi. 10.3301/IJG.2015.13.
- [12] La Miniere di Mercurio del Monte Amiata: Monografia, Rivista Mineraria 1889, edito tipografia G. Barbera (1890).
- [13] "De Castro C. (1911) - "Le miniere di mercurio del Monte Amiata"-Studio pubblicato a cura del R. Ufficio Geologico".
- [14] Fortune e declino del mercurio nell'area amiatina: implicazioni ambientali, a cura di Eros Bacci; edito per il Dipartimento ambiente della Regione Toscana.
- [15] AA.VV - (1971) La Toscana meridionale- Fondamenti geologici e minerari per una prospettiva di valorizzazione delle risorse naturali- Rend. Soc. Ital. Mineralog. e Petrog., Vol. 27, fasc. spec.
- [16] Strappa O. (1977) - "Storia delle miniere di mercurio del Monte Amiata" Estratti da 'L'Industria Mineraria'.
- [17] "Viaggi fatti in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali e gli antichi monumenti di essa" (1751-1754 6 volumi).
- [18] Raffaello Nasini "I soffioni e i Lagoni della Toscana e l'industria boracifera" edito da Tipografia editrice Italiana, 1930, per conto della "ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CHIMICA".
- [19] Frondini et al. *Global and Planetary Change* 61 (2008) 89-102.
- [20] Gambardella et al. *Journal of Volcanology and Geotherma Research* 136 (2004) 31-52.
- [21] Frondini et al. *Chem. Geol.* 159 (1999) 205-222.
- [22] Baldi P., Bertini G., Ceccarelli A. (1993) - "Geothermal fields of Central Italy"-Resource, Geology Special Issue.
- [23] Gianelli G., Manzella A., Puxeddu M. "Crustal models of the geothermal areas of southern Tuscany (Italy)"- *Tectonophysics*, Volume 281, Issues 3-4, 30 November 1997, Pages 221-239.
- [24] ENEL DPT (1991) - *Prospezione idrogeologica e geochimica dell'area denominata Roccalbegna (Amiata SO)*- a cura di Ceccarelli A.- Perticone I.- Ridolfi A.- Scandiffio G.- Corazza E. Magro G., Pennini M.- Rapporto interno.
- [25] ENEL UNG - Geominerario (1987) - Relazione geologica e programma tecnico relativo all'istanza di rinnovo della concessione mineraria "Bagnore" - Rapporto interno.
- [26] Franceschelli M., Lovari F., Pandeli E. (1988) - "Area geotermica del Monte Amiata" Caratteristiche geofisiche e geologiche della montagna Amiata Storia e Territorio, Anno I, Luglio 1988, n°2.
- [27] Carrobbi G., Rodolico F., "I Minerali della Toscana" L. Olschki Editore, Firenze, 1976.
- La Miniere di Mercurio del Monte Amiata: Monografia, Rivista Mineraria 1889, edito tipografia G. Barbera (1890).
- [28] Geology of the Monte amiata Mercury District - Rapporto interno Rimin S.p.A. (1983) testo 908 di DBGM <http://www.neogeo.unisi.it/dbgmnew/>.
- [29] *Le miniere senesi dall'unità d'Italia alla Prima Guerra Mondiale* – tesi di laurea università di Siena (1989-1990) – testo 1485 DBGM: http://www.neogeo.unisi.it/dbgmnew/Archivio/T-1485/TESTO_1485.PDF.
- [30] "Pozzetti eseguiti dalla SMI nella zona del Monte Amiata, individuazione e classificazione delle strutture esistenti, report interno.

Tra valorizzazione del territorio e conservazione: l'esperienza della “Piastraia” (Marina di Campo, Isola d'Elba)

Leonardo Cocchi¹, Vincenzo Danesi²

Parole chiave: valorizzazione del territorio, conservazione e biodiversità, vocazione o *genius loci*, tradizione contadina, inanellamento scientifico e avifauna, progettualità e sviluppo armonico.

Viene descritta l'esperienza di valorizzazione di un'area rurale di piccola estensione (1,5 ha) in località “Piastraia” (Marina di Campo, Isola d'Elba), condotta armonizzando sviluppo e conservazione di habitat naturali ecologicamente rilevanti. Nella località è in funzione dal 2008 una stazione di inanellamento scientifico dell'avifauna, di cui vengono commentati i risultati più significativi. Tale attività rientra nel progetto “Ecosistemi in evoluzione in ambito insulare”, coordinato dal Centro Ornitologico Toscano in accordo con l'ISPRA.

Nell'ottica di valorizzazione del territorio, concetto dal quale dipendono bellezza, fortuna economica, qualità della vita ed anche sicurezza idrogeologica di aree territoriali con caratteristiche di omogeneità che ne distinguono la specificità e le differenze da altre zone, anche l'attenzione rivolta a micro-aree può assumere una valenza significativa.

Laddove la speculazione edilizia ed economica ha travolto e stravolto un'intera isola ed il suo ecosistema, ci sono tentativi, seppure promossi da singoli individui, volti invece a conservare l'unicità e la peculiarità originaria del luogo.

Dal 1989 alla “Piastraia” è in atto un processo di valorizzazione mirata ad interpretarne la “vocazione”, cercando di cogliere quel “genius loci” che è una sorta di “anima” del luogo, conservandone al tempo stesso il mosaico di tipologie ambientali che la caratterizzano: vigneti; coltivi alberati; macchia a Lentisco (Pistacia lentiscus) e Alaterno (Rhamnus alaternus); siepi con Prugnolo (Prunus spinosa), Biancospino (Crataegus monogyna), Pero mandorlino (Pyrus spinosa); inculti con Rovo comune (Rubus ulmifolius) e Rosa di San Giovanni (Rosa sempervirens).

L'attività di inanellamento scientifico ha permesso di censire 23 specie, 15 delle quali nidificanti nell'area di studio, afferenti a 11 famiglie.

Tra le specie nidificanti segnaliamo quelle con stato di conservazione sfavorevole in Europa (SPEC 3): Torcicollo (Jynx torquilla), Rondine (Hirundo rustica), Balestruccio (Delichon urbica), Pigliamosche (Muscicapa striata), Averla piccola (Lanius collurio), Passera d'Italia (Passer italiae), Passera mattugia (Passer montanus). Le ultime tre sono inserite nella Lista Rossa Italiana tra quelle “Vulnerabili”.

Viene fornita anche la lista delle 48 specie osservate nel periodo di studio (2008-2015).

Parte prima: la storia della Piastraia, a cura di Vincenzo Danesi

La nostra narrazione tratta di una esperienza di scoperta e di valorizzazione di un luogo chiamato “La Piastraia”, una piccola proprietà, in origine contadina, situata nell'immediata periferia ovest del paese di Marina di Campo,

all'Isola d'Elba. Il toponimo significa “luogo delle piastre”, cioè calcari marnosi e marne grigio scure, alternanti con argilloscisti siltosi grigi, appartenenti alla formazione geologica “Flysch calcareo-marnoso” risalente al Cretaceo superiore (90-70 milioni di anni fa), affiorante in prossimità del paese [1][2]. La natura di queste “piastre” di “sasso colombino” (così la gente del luogo



Figura 1: La Piastraia

chiamava queste pietre, per il loro colore grigio simile a quello dei colombi) fa sì che la pietra dia origine, per sfaldamento, a piastre di dimensioni più o meno grandi e costituisca un materiale molto utile per realizzare muri e anche piccole coperture. La componente calcarea, invece, ha consentito a questa pietra, cotta nelle vecchie fornaci, di trasformarsi in calce e quindi in malta, con cui i vecchi abitanti del luogo costruivano le loro abitazioni (Figura 1).

Oggi si possono osservare ancora, in questo luogo e nelle zone limitrofe, le evidenti tracce del monumentale lavoro fatto dagli uomini che lo hanno abitato in passato, adattandolo alle loro esigenze di vita e a quella economia contadina che è durata nei secoli, arrivando fino ai giorni nostri. Basta osservare i terrazzamenti delle zone collinari circostanti, realizzati con muri a secco fatti, con queste piastre, dalle mani sapienti dei vecchi contadini della zona.

Oggi l'economia contadina con i suoi secolari usi e saperi ha ceduto il passo ad una economia prevalentemente turistica che ha modificato radicalmente l'aspetto di questi luoghi, a volte distruggendo e cancellando per sempre antiche testimonianze della vita passata.

Ai giorni nostri esiste quindi uno scontro tra interessi contrapposti: quelli di tipo turistico si sono rivelati in contrasto con quelli di conservazione e di valorizzazione delle identità storico-culturali e ambientali-naturalistiche.

Proprio per cercare di sanare queste contraddizioni, ci auspiciamo che una attenta analisi delle caratteristiche dei luoghi stessi e delle tradizioni delle genti, possa consentire progettazioni

illuminate, laddove possibili, che sappiano coniugare lo sviluppo moderno con la valorizzazione del territorio, nel rispetto delle tradizioni e delle caratteristiche peculiari dei luoghi stessi. Per chi è in grado di conoscere e di intendere, i luoghi parlano, esprimono una loro particolare vocazione, sono testimonianza di storie umane, esprimono un *“genius loci”*, una caratteristica unica, il loro DNA. Tenerne conto vuol dire *“Valorizzare”*, senza stravolgere degli equilibri creatisi nel tempo e senza rompere delle armonie che si evidenziano nella bellezza dei paesaggi e nella qualità edilizia che in questa bellezza si può inserire con delicatezza e discrezione.

Proprio al confine sud della nostra proprietà, all'inizio della zona collinare della Piastraia, sono ancora visibili gli avvallamenti e le tracce di grosse buche create dall'estrazione del *“sasso colombino”*. Con questa pietra sono costruite le case e i manufatti più vecchi della zona. Intorno, soprattutto in zona collinare, si trovavano le vigne e, nella zona di pianura sottostante, i campi, un tempo coltivati principalmente a grano tenero e granaturo, indispensabili non solo per l'alimentazione contadina, ma anche per quella degli animali domestici. Ogni casa infatti era dotata di pollaio, di porcile, di stalla per il somaro e, quasi sempre, almeno di una capra o di una pecora. Il somaro era fondamentale nella vita dei nostri contadini come mezzo di trasporto e di lavoro. Tutti i vecchi sentieri dell'Elba erano a dimensione di somaro che permetteva di arrivare ovunque. Ogni casa aveva l'orto e ai bordi dei campi e vicino alle case venivano piantati alberi da frutto: susini, albicocchi, ciliegi, kaki, limoni, aranci e mandarini, nelle zone riparate dai venti freddi e dal gelo. I fichi soprattutto non dovevano mancare in ogni casa e nelle vigne, perché, freschi o seccati, erano una importantissima risorsa alimentare per fornire

gli autori

¹ CentroOrnitologicoToscano,
www.centrornitologicotoscano.org
email: leococchi@gmail.com

² Oasi Gemma, Via del Crino 30/C, 57034
Marina di Campo (Livorno)
email: viniciodanesi@gmail.com
* autore per corrispondenza

energia ai contadini che lavoravano la terra. Insieme alle castagne coltivate sulla montagna i fichi hanno anche consentito a molta gente di sfamarsi durante i periodi di crisi e della guerra. Un altro "integratore energetico" per le fatiche della zappa e del bidente era la semplice ma stuenda zuppa di pane raffermo con uova e cipolle. Tutte queste prelibatezze erano generosamente annaffiate con bicchieri di vino. In questa vecchia organizzazione contadina vigeva una sorta di autarchia familiare, per la quale ogni famiglia cercava di avere a casa propria quasi tutto il necessario al sostentamento. Denaro ne circolava poco e, se in casa mancava qualcosa di occorrente al proprio fabbisogno, ci si procurava utilizzando la forma del baratto. Tipico era lo scambio di prodotti tra contadini e pescatori. Non tutte le case erano dotate di forno a legna e per questa ragione le donne avevano l'abitudine di riunirsi a piccoli gruppi, circa una volta a settimana, per fare il pane a casa di chi aveva il forno; era un'occasione di festa soprattutto per i bimbi ai quali venivano sfornati dei gustosi "pinzini" (praticamente dei panini) con fichi secchi o uva secca. Grazie a questo sistema, gli abitanti hanno sbarcato il lunario ed hanno plasmato, con il duro lavoro, le caratteristiche di questi luoghi. Il tipico paesaggio rurale era fatto di campi coltivati, di vigne, di bosco di lecci e macchia mediterranea. Ai giorni nostri questo stile di vita e queste usanze si sono perse. La maggior parte dei terreni sono rimasti incolti e le vigne sono state abbandonate per far posto all'economia turistica. Ampie zone di macchia mediterranea non più curate si sono degradate a gariga, e i "buscioni" (rovini) hanno invaso molti campi e i bordi dei fossi, un tempo mirabilmente curati insieme ai canneti.

La storia degli uomini e dei luoghi è un "continuum" di vita e di esperienze, tenute insieme dal più importante degli ingredienti: la Memoria. Perderla vuol dire perdersi, essere senza un'identità. Ogni cosa, per esistere ed avere una ragione, deve avere delle radici, che affondano nel terreno della memoria. Senza radici e riferimenti fissi non ci sono nemmeno orizzonti. Nessuna operazione di "Valorizzazione" può avere significato senza la memoria storica dei luoghi. Nel nostro piccolo abbiamo cercato di scoprire proprio la memoria delle nostre genti e dei nostri luoghi che contiene in sé anche la traccia rilevante e l'impronta di quel "genius loci" di cui abbiamo parlato sopra. Gran

parte di questa narrazione non è frutto di libri o di pubblicazioni più o meno autorevoli, è semplicemente il racconto diretto dei nostri vecchi, è la loro "Memoria" che noi vogliamo conoscere e far conoscere. A noi serve anche come traccia indispensabile per sapere in quale direzione andare, per coniugare la modernità con ciò che abbiamo avuto in eredità dai nostri antenati. La piccola proprietà, in località Piastraia, che è al centro di questa esperienza di valorizzazione, appartiene alla nostra famiglia da 5 generazioni. Qui c'è un cuore invisibile che pulsava e che ha ispirato la nostra filosofia di vita e la nostra idea di valorizzazione. È una memoria familiare: quella di nonna Gemma che di questo posto è stata la proprietaria per tutta la sua lunga vita a cui questo posto è dedicato. Il nostro progetto e la nostra esperienza di valorizzazione di questa proprietà, rimasta a lungo abbandonata, inizia nei primi anni '80. Abbiamo iniziato togliendo i rovi dai campi, a pulirli e lavorarli, alcuni secondo l'agricoltura biodinamica, provando a coltivare anche *cultivar* ormai in disuso, come il fagiolo "piattello pisano". Abbiamo recuperato alcune vecchie piante di fico vicino casa e al bordo della vigna, riparato i vecchi muri e i terrazzamenti, piantato una piccola vigna ad aleatico e moscato (vini tipici del territorio). Abbiamo piantato un frutteto, recuperando qualche varietà tipicamente locale, come le ciliegie "agre" (amarene) o i ciliegi a susina. Negli spazi più vicini a casa sono state collocate piante decorative e pian piano ha preso corpo un giardino che si integra anche col frutteto e dove spiccano soprattutto i rosai. Per un periodo abbiamo allevato la



Figura 2: La Piastraia durante la seconda guerra mondiale.

splendida ape elbana, ben nota anche ai tempi di Napoleone Bonaparte che l'aveva scelta come simbolo della Bandiera dell' Elba. Per quanto riguarda le opere edilizie il lavoro più importante è stato quello di trasformare la vecchia cantina, già riconvertita ad abitazione di fortuna in tempo di guerra (Figura 2).

Nel restauro abbiamo cercato di conservare il più possibile le testimonianze dei vecchi usi. Per esempio, è stato evidenziato lo spazio occupato dai palmenti (vasche in muratura per la fermentazione dell'uva) ed è stata conservata la vecchia tina (punto di raccolta del mosto) che è diventata una originale vasca (interamente mantenuta) con le bocche in granito dalle quali usciva il mosto. Sono stati resi parzialmente visibili i vecchi muri di piastra di sasso colombino, sono stati conservati ed evidenziati i vecchi sfondi e gli archi originali e restaurate (o rifatte) tutte le parti in granito. All'esterno, è stato ripristinato il pozzo ed un muro, anche questi realizzati con sasso colombino. In questo ambiente, abbiamo cercato di riportare in vita un piccolo mondo antico che favorisca la quiete e la riflessione, ma anche l'incontro e la convivialità, lo scambio ed il confronto di idee, la nascita di nuovi progetti, come ad esempio quello sull'inanellamento degli uccelli (Figura 3).

Parte seconda: l'inanellamento degli uccelli, a cura di Leonardo Cocchi

La tecnica dell'inanellamento consiste nel catturare gli uccelli e nel marcarli con un leggero anello metallico che viene applicato alla zampa prima del rilascio in natura. Sull'anello sono incisi un numero e un indirizzo al quale è possibile segnalare l'eventuale ritrovamento di un uccello inanellato. Questa attività è coordinata in Italia dal Centro Nazionale di Inanellamento (ISPRA) [3] e in Europa dall'EURING (Unione Europea per l'inanellamento), che aggiorna la banca-dati in cui confluiscono le informazioni di cattura e ricattura provenienti dai vari Paesi [4].

La gestione dei dati di inanellamento permette di ottenere informazioni sia sugli spostamenti e sulla longevità degli uccelli, sia sulle connessioni tra le aree di nidificazione, di sosta e di svernamento, cruciali per le azioni di conservazione.

Inoltre, in studi a lungo termine, i dati raccolti permettono di analizzare le variazioni demografiche di popolazioni di migratori e di correlarle, ad esempio, con i mutamenti climatici. L'inanellamento, anche in studi locali, può fornire importanti informazioni di tipo conservazionistico. L'attività condotta alla Piastraia dal 2008 rientra



Figura 3: In alto: gli orti. In basso: il frutteto (a sinistra) e l'abitazione (a destra).

nel progetto "Ecosistemi in evoluzione in ambito insulare", coordinato dal Centro Ornitologico Toscano, ed ha principalmente l'obiettivo di monitorare la presenza di alcune specie, sia migratrici che residenti [5].

Area di studio e attività svolta

L'area di studio (1,5 ha) è caratterizzata da un mosaico di ambienti diversi: orti, vigneti e frutteti; macchia mediterranea con prevalenza di lentisco *Pistacia lentiscus* L., alaterno *Rhamnus alaternus* L. e fillirea a foglie larghe *Phillyrea latifolia* L.; siepi di arbusti spinosi con abbondante prugnolo *Prunus spinosa* L. e con elementi sparsi di biancospino *Crataegus monogyna* Jacq. e pero mandorlino *Pyrus spinosa* Forssk., talvolta dal portamento arboreo; inculti con formazioni impenetrabili a rovo comune *Rubus ulmifolius* Schott e rosa di San Giovanni *Rosa sempervirens* L. (Figura 1). L'attività di inanellamento si è svolta in 41 date negli anni 2008, 2009, 2010, 2013, 2014 e 2015, nei mesi di marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, dicembre.

Sono state utilizzate complessivamente 8 reti verticali per passeriformi (12 m di lunghezza per 2,40 m di altezza) con diametro della maglia di 16 mm, posizionate in postazioni standardizzate. Per ogni giornata sono state usate da 2 a 4 reti per circa 4 ore; il valore medio giornaliero delle catture è stato di 7,23; i valori massimi si sono avuti intorno alle ore 6-7 del mattino (ora solare).

Risultati dell'attività di inanellamento: catture e ricatture

Complessivamente sono state catturate 23 specie afferenti a 11 famiglie: Torcicollo (Picidi); Rondine, Balestruccio (Irundinidi); Passera scopaiola (Prunellidi); Pettirocco, Usignolo, Merlo (Turridi); Cannaiola comune, Canapino maggiore, Sterpazzolina di Moltoni, Occhiocotto, Sterpazzola, Capinera (Silvidi); Pigliamosche (Muscicapidi); Cincarella, Cinciallegra (Paridi); Averla piccola (Lanidi); Passera d'Italia, Passera mattugia (Passeridi); Verzellino, Verdone, Cardellino (Fringillidi), Zigolo nero (Emberizidi).

Nella Tabella 1 sono riportati i totali per ciascuna specie. Sono evidenziate le 15 specie di cui è stato

possibile accettare la nidificazione, grazie al rilevamento della presenza di placca incubatrice nelle femmine o di cloaca sviluppata nei maschi, oppure tramite la cattura di individui con piumaggio giovanile ancora incapaci di volare su lunghe distanze. Il totale di 303 uccelli è ripartito in 285 catture e 18 ricatture, queste conteggiate una sola volta.

Specie nidificanti di interesse conservazionistico in Europa

I migratori che nidificano nell'area di studio provenienti dall'Africa ad eccezione dell'Usignolo e della Capinera, sono specie di interesse conservazionistico in Europa (categoria SPEC 3: specie la cui popolazione globale non è concentrata in Europa, ma che in Europa presenta uno stato di conservazione sfavorevole) [6][7].

Inoltre, ad eccezione del Pigliamosche, hanno uno stato di conservazione sfavorevole in Italia, essendo "in Pericolo", Vulnerabili" o "Quasi Minacciate" nella Lista Rossa degli Uccelli Nidificanti [8]. Sono "Vulnerabili" anche due specie residenti in declino: la Passera d'Italia (il "passe-rotto", specie endemica italiana un tempo comune) e la Passera mattugia. Vengono commentate le osservazioni ritenute più significative relative ai casi di nidificazione.

Torcicollo *Jynx torquilla*

Il 10/07/2013 sono stati inanellati 3 individui (un adulto e 2 giovani con penne remiganti in crescita), catturati nella stessa rete. Il 22/03/2015 è stata udita la volacalizzazione di un maschio. Specie "in Pericolo", migratrice trans-sahariana, oltre che parzialmente svernante nell'area mediterranea; risente negativamente della trasformazione degli ambienti agricoli. È in declino in Italia e in Europa, quasi estinta in Gran Bretagna.

Rondine *Hirundo rustica*

Una coppia ha nidificato due volte nel 2015, in un nido costruito a ridosso di una trave di legno a circa 2,50 m di altezza: sono stati infatti ritrovati guisci di uova il 26 maggio e il 29 luglio (Figura 4). Il nido è stato occupato anche nel 2014. Censita una coppia anche nel 2013. Il giorno 8/08/2009 è stata osservata una coppia con 5 giovani involati da pochi giorni. Specie "Quasi Minacciata". Ha subito una forte contrazione in Europa a partire dagli

Tabella 1: Totali di catture e ricatture. C: individui catturati; R: individui ricatturati; N: specie nidificanti nell'area di studio.

	Specie	C	R	N
1	Passera d'Italia <i>Passer italiae</i>	84	1	SI
2	Merlo <i>Turdus merula</i>	46	6	SI
3	Capinera <i>Sylvia atricapilla</i>	34	1	SI
4	Cardellino <i>Carduelis carduelis</i>	19		SI
5	Occhiocotto <i>Sylvia melanocephala</i>	12	4	SI
6	Balestruccio <i>Delichon urbicum</i>	16		SI
7	Rondine <i>Hirundo rustica</i>	16		SI
8	Averla piccola <i>Lanius collurio</i>	6	2	SI
9	Pettirosso <i>Erithacus rubecula</i>	9		
10	Verzellino <i>Serinus serinus</i>	9		
11	Passera mattugia <i>Passer montanus</i>	7		SI
12	Pigliamosche <i>Muscicapa striata</i>	5	2	SI
13	Usignolo <i>Luscinia megarhynchos</i>	5	1	SI
14	Verdone <i>Carduelis chloris</i>	4	1	SI
15	Torcicollo <i>Jynx torquilla</i>	3		SI
16	Cinciallegre <i>Cyanistes caeruleus</i>	2		SI
17	Passera scopaiola <i>Prunella modularis</i>	2		
18	Canapino maggiore <i>Hippolais icterina</i>	1		
19	Cannaiola comune <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	1		
20	Cinciallegre <i>Parus major</i>	1		SI
21	Sterpazzola <i>Sylvia communis</i>	1		
22	Sterpazzolina di Moltoni <i>Sylvia subalpina</i>	1		
23	Zigolo nero <i>Emberiza cirlus</i>	1		
	Totali	285	18	

anni '70 del secolo scorso; le popolazioni italiane sono diminuite del 25% nel decennio 2000-2010. Migratore (diurno) trans-sahariano; le popolazioni europee svernano principalmente nell'Africa sub-equatoriale; uno studio recente sulla migrazione primaverile condotto sulla vicina isola di Capraia ha evidenziato che il passaggio delle Rondini è molto consistente su questa isola e raggiunge il massimo negli ultimi giorni del mese di aprile [9][10].

Balestruccio *Delichon urbicum*

Alla Piastraia i Balestrucci trovano un ambiente ideale e occupano regolarmente i nidi da un anno all'altro. La vicinanza a corsi d'acqua permette di reperire il fango per la costruzione dei nidi (Figura 4) e la presenza di spazi aperti favorisce la cattura in volo degli insetti. Sono state registrate diverse osservazioni di nidi occupati alla fine di luglio e in agosto inoltrato (31/07/2015;

07/08/2009), anche con ritrovamento di gusci di uova schiuse di recente (10/08/2012). Gruppi numerosi di Balestrucci sono stati osservati in varie occasioni: una quarantina di individui sorvolavano i campi per alimentarsi la sera del 10/08/2013 e circa 150 erano posati su fili la mattina del 9/08/2009. I giovani infatti, dopo l'involo, continuano a ricevere cibo dai genitori per alcuni giorni e di solito si aggregano in prossimità dei nidi fino alla partenza della colonia [11]. La presenza della specie è stata registrata anche nei mesi di marzo (22/03/2015) e settembre (06/09/2014). Specie trans-shariana "Quasi Minacciata", con evidente diminuzione in molti Paesi europei nel decennio 1990-2000.

Pigliamosche *Muscicapa striata*

Il Pigliamosche è stato osservato regolarmente, è ben conosciuto dalla gente del posto, da cui è chiamato spesso (erroneamente) "Beccafico".



Figura 4: In alto (da sinistra a destra): uova e nido di Rondine. In basso (da sinistra a destra): nidi di Baledrucci; Rondine.

Il 7/08/2009 è stato osservato un giovane ricevere l'imbeccata dal genitore; due giovani sono stati inanellati il 12/08/2009; altre segnalazioni di adulto che alimenta i piccoli risalgono al 14/08/2013 e al 31/07/2015. E' tuttora visibile un vecchio nido abbandonato, costruito sul bordo di un gazebo, a poco più di due metri da terra.

Specie estiva e migratrice, negli ultimi decenni del secolo scorso è andata incontro ad una significativa diminuzione in Europa, seppure in Italia si mantenga stabile e rientri tra quelle a "Minore Preoccupazione".

Averla piccola *Lanius collurio*

Monitorate una-due coppie per anno. Nel 2015 sono stati marcati tre maschi (18/05/2015; 20/05/2015, 28/06/2015). Nel 2014, il primo di giugno, è stato ripreso un maschio inanellato l'anno precedente (anello Z180004, Tabella 2) e il giorno successivo è stata inanellata una femmina con placca incubatrice. Nel 2013 sono stati catturati tre maschi: uno il 25 maggio (Z180004), uno il 26 maggio (successivamente ripreso in luglio; Tabella 2), e uno il 12 luglio. Inoltre sono stati catturati una femmina con placca incubatrice (8 luglio) e un giovane (12 luglio). Ancora nel 2013, in estate, è stato osservato un maschio spostarsi con un insetto nel becco da posatoio a posatoio, seguito da

un giovane per ricevere l'imbeccata. La presenza di giovani è stata segnalata anche in anni precedenti (19/08/2008). È nota inoltre l'osservazione in passato di piccoli animali ritrovati infilzati nelle spine di arbusti (Vinicio Danesi, commento personale). Specie migratrice sub-sahariana, in significativo calo demografico in Europa (SPEC3). In declino anche in Italia (riduzione del 45% nel decennio 2000-2010); la specie è pertanto considerata "Vulnerabile". Predilige gli ambienti aperti e soffre della trasformazione del paesaggio agrario; la scomparsa di siepi, cespugli e alberi sparsi influenza infatti negativamente il successo riproduttivo della specie che necessita di arbusti fitti e spinosi anche come posatoio di caccia e per allestire dispense alimentari (Figura 5) [12][13].

Passera d'Italia *Passer italiae*

Con 84 inanellamenti (29.5% del totale), la Passera d'Italia è la specie al primo posto nella lista delle catture (Tabella 1); nonostante ciò si è registrata una sola ricattura, di un giovane ripreso a breve distanza dall'inanellamento. Nel 2015 censiti 12 maschi nidificanti, nel periodo aprile-luglio. Specie endemica italiana "Vulnerabile", in quanto la popolazione nazionale si è fortemente contratta nel decennio 2000-2010 (47%).



Figura 5: In alto (da sinistra a destra): Averla piccola (M); l'ambiente di nidificazione. In basso (da sinistra a destra): Pero mandorlino; Biancospino.

Passera mattugia *Passer montanus*

Solo 7 catture nel periodo 2008-2010; accertata la presenza di giovani nati nel 2008 e nel 2010; probabilmente una coppia ha nidificato nel 2009. Specie "Vulnerabile"; principalmente sedentaria, è in forte declino, con un calo della popolazione italiana del 30% negli ultimi dieci anni.

Le ricatture

Le ricatture significative sono riportate nella Tabella 2. Sono rilevanti le ricatture di due migratori trans-sahariani che hanno dimostrato una spiccata fedeltà al sito riproduttivo: un maschio di Averla piccola (Z180004), inanellato nel 2013 e ripreso nel 2014 dopo 372 giorni (un anno e 7 giorni), e un Usignolo maschio (L421566), inanellato nel 2013 e ripreso nel 2015 dopo 722 giorni (un anno, 11 mesi, 27 giorni).

I dati di ricattura dimostrano varie casistiche:

1. conferma dell'avvenuta nidificazione, evidenziata dalla permanenza durante la stagione riproduttiva: Occhiocotto femmina (K905159, da marzo a maggio), Averla piccola maschio (Z180005, da maggio a luglio);
2. presenza dall'inverno precedente di uccelli nidificanti: Occhiocotto maschio (K905145, dal dicembre al giugno successivo);
3. fedeltà al sito riproduttivo di uccelli nidificanti: un Occhiocotto maschio (K905152), inanellato nel 2014 e ripreso nel 2015 dopo 323 giorni (dopo 10 mesi e 23 giorni), un maschio di merlo (S238930), inanellato nel 2013 e ripreso nel 2015 dopo 723 giorni (1 anno, 11 mesi, 28 giorni) e una femmina di merlo (S238929) inanellata nel 2013 e ripresa nel 2015 dopo 724 giorni (1 anno, 11 mesi, 29 giorni);

Tabella 2: Lista delle ricatture. M: maschio - F: femmina. Sono indicate le date di inanellamento e di ricattura, e i giorni trascorsi tra le due date.

Specie	Sex	Anello	Inanellato	Ripreso	Giorni
Usignolo <i>Luscinia megarhynchos</i>	M	L421566	26/05/13	18/05/15	722
Merlo <i>Turdus merula</i>	F	S238929	25/05/13	19/05/15	720
Merlo <i>Turdus merula</i>	M	S238930	26/05/13	19/05/15	723
Merlo <i>Turdus merula</i>	M	S238931	06/07/13	02/06/14	331
Merlo <i>Turdus merula</i>	M	S238944	11/07/13	30/12/13	172
Occhiocotto <i>Sylvia melanocephala</i>	M	K905145	30/12/13	01/06/14	152
Occhiocotto <i>Sylvia melanocephala</i>	M	K905152	02/06/14	21/04/15	323
Occhiocotto <i>Sylvia melanocephala</i>	F	K905159	14/03/15	18/05/15	64
Averla piccola <i>Lanius collurio</i>	M	Z180004	25/05/13	01/06/14	372
Averla piccola <i>Lanius collurio</i>	M	Z180005	26/05/13	11/07/13	46

4. permanenza di giovani dopo la nascita fino all'inverno o alla estate seguente: due Merli maschi, uno presente da luglio a dicembre (S238944), l'altro da luglio al giugno successivo (S238931).

Elenco delle specie osservate nel periodo di studio.

Complessivamente, nel periodo considerato sono state osservate nell'area di studio 48 specie, di cui si riporta l'elenco nella tabella 3.

Conclusioni

Ogni anno in primavera l'Arcipelago Toscano è sorvolato da migratori provenienti dall'Africa, diretti verso le aree di nidificazione europee; molti si fermano sulle isole per nidificare. La riuscita di questa operazione dipende anche da noi; anche a livello locale, infatti, la conservazione degli habitat naturali può influire in modo determinante sul successo riproduttivo. L'esperienza maturata alla Piastraia dimostra la stretta relazione che esiste tra la conservazione di ambienti indispensabili alla nidificazione e la presenza di determinate specie. Potrebbe essere inoltre dimostrabile la fedeltà ai luoghi di sosta durante la migrazione; l'Usignolo che torna a cantare nelle notti estive potrebbe essere negli anni il medesimo individuo che torna ad occupare "quella siepe". Questa esperienza può dimostrare che sarebbe possibile

operare in modo che sviluppo e conservazione siano integrati. Nell'ottica di insegnare alle nuove generazioni l'importanza del rispetto per l'ambiente e la conservazione, abbiamo portato avanti un progetto con la Scuola Media di Marina di Campo. Guidati dall'insegnante di Scienze Naturali, per due anni gli alunni sono venuti in visita alla Piastraia durante l'attività di inanellamento. La ricattura di uccelli inanellati in anni precedenti ha costituito un valido spunto per sensibilizzare gli alunni sull'importanza di conservare gli habitat naturali – paesaggio agricolo, siepi, coltivi alberati, macchia mediterranea – e di prevenire l'alterazione o la distruzione di equilibri delicati.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano: il Centro Nazionale di Inanellamento Italiano (ISPRA) nella persona del responsabile Fernando Spina; il Centro Ornitológico Toscano (COT) nella persona del Direttore Luca Puglisi; il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano nella persona del Direttore Franca Zanichelli; Petula Giusti (COT) per la rilettura del testo e per la collaborazione alla raccolta dei dati sul campo; Marta Cocchi per l'aiuto durante l'attività di inanellamento; Salvatore Aragona, docente di Matematica e Scienze presso la Scuola Secondaria di I Grado "G. Giusti" di Marina di Campo; Giorgio Paesani (COT); Tiziana Ciomei e Giovanni Musumeci (Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa) per le informazioni di carattere geologico.

Tabella 3: Lista delle specie osservate (n=48).

Specie osservate	
Cormorano <i>Phalacrocorax carbo</i> Airone cenerino <i>Ardea cinerea</i> Falco di palude <i>Circus aeruginosus</i> Poiana <i>Buteo buteo</i> Gheppio <i>Falco tinnunculus</i> Gabbiano reale <i>Larus michahellis</i> Tortora dal collare <i>Streptopelia decaocto</i> Tortora selvatica <i>Streptopelia tutur</i> Assiolo <i>Otus scops</i> Civetta <i>Athene noctua</i> Rondone comune <i>Apus apus</i> Rondone maggiore <i>Apus melba</i> Gruccione <i>Merops apiaster</i> Upupa <i>Upupa epops</i> Torcicollo <i>Jynx torquilla</i> Rondine <i>Hirundo rustica</i> Balestruccio <i>Delichon urbicum</i> Ballerina bianca <i>Motacilla alba</i> Passera scopaiola <i>Prunella modularis</i> Pettirosso <i>Erythacus rubecula</i> Usignolo <i>Luscinia megarhynchos</i> Codirosso spazzacamino <i>Phoenicurus ochruros</i> Stiaccino <i>Saxicola rubetra</i> Saltimpalo <i>Saxicola torquatus</i>	Merlo <i>Turdus merula</i> Tordo bottaccio <i>Turdus philomelos</i> Beccamoschino <i>Cisticola juncidis</i> Cannaiola comune <i>Acrocephalus scirpaceus</i> Canapino maggiore <i>Hippolais icterina</i> Sterpazzolina di Moltoni <i>Sylvia subalpina</i> Occhiocotto <i>Sylvia melanocephala</i> Sterpazzola <i>Sylvia communis</i> Capinera <i>Sylvia atricapilla</i> Lù piccolo <i>Phylloscopus collybita</i> Pigliamosche <i>Muscicapa striata</i> Codibugnolo <i>Aegithalos caudatus</i> Cinciallegra <i>Cyanistes caeruleus</i> Cinciallegra <i>Parus major</i> Averla piccola <i>Lanius collurio</i> Gazza <i>Pica pica</i> Storno <i>Sturnus vulgaris</i> Passera d'Italia <i>Passer italiae</i> Passera mattugia <i>Passer montanus</i> Fringuello <i>Fringilla coelebs</i> Verzellino <i>Serinus serinus</i> Verdone <i>Carduelis chloris</i> Cardellino <i>Carduelis carduelis</i> Zigolo nero <i>Emberiza cirlus</i>

Bibliografia

- [1] L. Trevisan, Boll. Soc. Geol. It. 1951, 70: 435.
[2] F. Barberi, G. Giglia, F. Innocenti, G. Mari-
nelli, G. Raggi, C.A. Ricci, P. Squarci, L. Taffi, L.
Trevisan, Carta geologica dell'isola d'Elba scala
1:25.000. C.N.R. Roma: 1967.
[3] F. Spina, S. Volponi, Introduzione. In Atlante
della Migrazione degli Uccelli in Italia. 1. non-
Passeriformi. Tipografia CSR. Roma: 2008.
[4] AA.VV., Bird Ringing for Science and Conser-
vation. www.euring.org.: 2007.
[5] L. Malfatti, Picus 2013. 76: 148.
[6] F. Spina, S. Volponi, Atlante della Migrazione
degli Uccelli in Italia. 2. Passeriformi. Tipografia
CSR. Roma: 2008.
[7] BirdLife International, European Red List of
Birds. Office for Official Publications of the Euro-
pean Communities. Luxembourg: 2015.
[8] V. Peronace, J.G. Cecere, M. Gustin, C.
Rondinini, Avocetta 2012, 36: 11.
[9] L. Cocchi, La migrazione primaverile dei Pas-
seriformi attraverso il Mediterraneo: dieci anni
di Progetto Piccole Isole a Capraia. Università di
Pisa: 2011.
[10] L. Cocchi, Avocetta 2001, 25: 192.
[11] S. Cramp, Handbook of the birds of Europe,
the Middle East, and North Africa: the birds of
the Western Palearctic. Vol. V. Oxford University
Press. Oxford: 1988.
[12] R. Nardelli, A. Andreotti, E. Bianchi, M.
Brambilla, B. Brecciaroli, C. Celada, E. Dupré,
M. Gustin, V. Longoni, S. Pirrello, F. Spina, S.
Volponi, L. Serra, Rapporto sull'applicazione del-
la Direttiva 147/2009/CE in Italia: dimensione,
distribuzione e trend delle popolazioni di uccelli
(2008-2012). Tiburtini s.r.l.. Roma: 2015.
[13] P. Brichetti, G. Fracasso, Averla piccola. In
Ornitologia italiana. Vol. 7 – Paridae-Corvidae.
Oasi Alberto Perdisa Editore. Bologna: 2011.

Bioindicatori: sentinelle della natura

Edvige Galluzzi¹, Michela Orsini¹, Bibiana Losapio, Monica Tognoni³, Elisa Pellegrini^{*2}

Parole chiave: educazione ambientale, insegnamento-apprendimento, didattica multidisciplinare

I percorsi didattici di educazione ambientale sono da considerarsi una risorsa fondamentale per selezionare tematiche necessarie a far acquisire ai ragazzi la consapevolezza che le loro scelte e le loro azioni hanno conseguenze evidenti sul presente e sul futuro. In quest'ottica si inserisce il progetto di “Esse o' esse clima” (finanziato dalla Regione Toscana) attivato nella Scuola d'Infanzia del Comprensivo Pacinotti di Pontedera in collaborazione con l'Associazione La Tartaruga ed il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa. La sezione, composta da 30 bambini (di 5 anni), si è trasformata in un vero e proprio laboratorio didattico in forma ludica in cui le insegnanti hanno adottato la metodica della “ricerca-azione”, consentendo così a ciascun alunno di (i) scoprire e descrivere l'ambiente circostante, (ii) intuire la fragilità degli ecosistemi e (iii) avvicinarsi alla ricerca, alla sperimentazione ed alla soluzione di problemi legati al cambiamento climatico in relazione all'inquinamento idrico, atmosferico e terrestre, valutandone gli effetti attraverso diversi canali sensoriali. Le attività si sono articolate assecondando e valorizzando i momenti tipici dell'apprendimento (es. alle visite guidate alla scoperta della falda acquifera di Caldaccoli, del depuratore di Pontedera e del fiume Era alla confluenza del fiume Arno), nonché la necessaria dimensione ludica (ad esempio, i bambini hanno realizzato un plastico con l'intento di ricreare il viaggio dell'acqua dalla falda freatica al suo ritorno in natura). Il progetto ha coinvolto e sensibilizzato anche le famiglie, la comunità scolastica e locale. Basti pensare all'esperienza di monitoraggio dell'ozono con germinelli di tabacco condotta non soltanto a scuola ma anche presso l'abitazione della nonna di uno dei bambini e al gioco-simulazione VADDI realizzato nei locali della Scuola d'Infanzia.

Per la costruzione di una cultura eco-sistematica è necessario ricorrere ad una didattica multidisciplinare rivolta all'utilizzo ed all'interazione di differenti discipline inerenti l'educazione ambientale (EA) che rappresenta, in tal senso, una valida risorsa per la selezione di (i) obiettivi formativi, (ii) concetti-chiave, (iii) tematiche e (iv) problematiche. Ad oggi, in Toscana i percorsi didattici di EA rivolti ai tre ordini scolastici, hanno la loro origine nella progettazione integrata che il territorio locale realizza traducendo e concretizzando le Linee Guida Regionali. I contenuti presi in esame e le metodologie applicate sono diversi e diversificati a seconda dell'utenza a cui si rivolgono i singoli progetti che a partire dal 2010 hanno affrontato 4 distinte tematiche: (1) aree protette, biodiversità ed ecologia, (2) acqua, (3) rifiuti e (4) energia. Ogni singolo progetto prevedeva il ricorso al territorio locale come labo-

ratorio didattico in cui trovare stimoli per la (i) ricerca, (ii) riflessione, (iii) sperimentazione e (iv) soluzione di problemi favorendo così, attività aventi come obiettivo il prendere posizione e l'agire nel e/o sull'ambiente, sviluppando le capacità di ogni singolo individuo (indipendentemente

gli autori

¹ Scuola d'Infanzia, Comprensivo Pacinotti, via Diaz, Pontedera

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa, via del Borghetto 80, Pisa

³ Associazione socio culturale ambientale “La Tartaruga”, Pisa

* autore per corrispondenza

dall'età) di comprendere la natura, di riconoscerne le diversità allo scopo di acquisire la consapevolezza che le proprie scelte ed azioni comportano conseguenze non solo sul presente ma anche sul futuro. Con lo scopo di rendere il "cittadino" in grado di gestire l'ambiente in cui vive, la Scuola d'Infanzia dell'Istituto Comprensivo Pacinotti di Pontedera ha aderito nell'anno scolastico 2014-2015 con i bambini di 5 anni (30 in totale), al progetto "Esse o Esse Clima" della Regione Toscana. Prendendo spunto da corsi di formazione relativi ai cambiamenti climatici, le insegnanti Edvige Galluzzi e Michela Orsini hanno voluto dare consequenzialità di acquisizione di competenze e continuità temporale a quanto fatto negli anni precedenti, in modo da fornire ai propri alunni le basi necessarie per (i) acquisire un metodo di lavoro scientifico e (ii) affrontare argomenti complessi relativi all'inquinamento (idrico, atmosferico e terrigeno). Attraverso i contenuti scelti e la metodologia della ricerca-azione, i bambini sono stati avviati all'acquisizione della ciclicità del tempo attraverso (i) collocazione della persona, dei fatti e degli eventi nel tempo (mediante studio, analisi e costruzione dei misuratori di tempo: orologio, calendario etc.); (ii) ricostruzione e/o elaborazione delle successioni, della contemporaneità, della regolarità e dei cicli temporali (attraverso conversazioni in cerchio relative alle differenze tra giorno e notte, giochi con il tempo etc.); (iii) osservazione e descrizione dell'ambiente circostante (con attività in palestra per la sperimentazione



Figura 1: Immagine di dettaglio della rappresentazione grafica della filastrocca sugli elementi del tempo metereologico inventata dai bambini per memorizzare i giorni della settimana.

con il corpo e le senso-percezione); (iv) percezione della fragilità degli ecosistemi legati all'azione dell'uomo e presa di coscienza dei cambiamenti climatici (nei differenti comparti: aria, acqua e terra); (v) agire in modo conseguente (eco-codice). Quotidianamente in aula, i bambini hanno osservato e registrato gli elementi meteorologici su apposite griglie cartesiane in modo da acquisire maggiore consapevolezza delle relazioni esistenti tra le condizioni meteo-climatiche e la vita degli esseri viventi (Figura 1).

La tabulazione mensile e la successiva analisi e/o discussione degli elementi che hanno determinato il tempo meteorologico di un dato periodo ha permesso ai bambini di formulare ipotesi e previsioni, mettendo in relazione i diversi elementi di uno stesso sistema così da scoprirlne le conseguenze.

Attenzione particolare è stata rivolta all'elemento acqua: in continuità con quanto fatto negli anni precedenti, i bambini sono stati sensibilizzati riguardo alla necessità di fare un uso consapevole di questa risorsa. In collaborazione con l'Associazione La Tartaruga (operatrice Monica Tognoni), i bambini hanno potuto (i) realizzare esperimenti in aula in relazione alle forme, agli stadi e al ciclo di questo elemento; (ii) visitare la sorgente di Caldaccoli per conoscere il significato di sorgente/falda acquifera e capire che l'acqua è un elemento della natura, mentre la visita al Depuratore di Pontedera ha fatto scoprire ai bambini le modalità attraverso le quali l'acqua usata viene depurata e rimessa in natura (niente si spreca, ma tutto si riutilizza, Figura 2); (iii) conoscere eventi meteorici eccezionali per scoprire come un elemento prezioso come l'acqua può essere motivo di distruzione se concentrato in un ridotto lasso di tempo e di spazio (quali l'alluvione, grazie al racconto di Michele Quirici sulle fonti storiche dell'alluvione di Pontedera del 1966) e disastri ambientali (quali la moria dei pesci nel tratto fluviale del fiume Era alla confluenza con il fiume Arno dovuta all'emissione in natura di sostanze inquinanti) e (iv) realizzare un plastico (0,70 x 2,70 m) interamente con materiale di riciclo, relativo al ritorno in natura dell'acqua.

L'osservazione quotidiana dei fenomeni meteorologici ha consentito ai bambini di avvicinarsi ad altri elementi del tempo come il vento, le nuvole, le eclissi di sole e scoprire che anche questi, se si esprimono in un ridotto lasso di tempo e spazio,



Figura 2: Immagine di dettaglio dei disegni dei bambini relativi alle forme e dei percorsi dell'acqua.

possono risultare catastrofici. Per quanto concerne il discorso dell'eclissi di sole (20 marzo 2015) è stato sorprendente come i bambini si interrogassero su questo fenomeno, riportando anche le spiegazioni dei genitori parlandone con le insegnanti e il gruppo dei pari. Attraverso la narrazione, i bambini si sono avvicinati al concetto dei bioindicatori (animali) e hanno potuto conoscere alcuni dei principali "Amici della Natura", in particolare del comparto aria e acqua. Anche in questo caso, le insegnanti hanno permesso ai bambini di osservare e scoprire il ruolo di questi animali e della loro funzione in natura, come nel caso della visita sul fiume La Sterza alla ricerca dei bioindicatori dell'acqua. I bambini, attraverso l'esperienza ludica del cercare e scoprire, si sono letteralmente tuffati nell'acqua alla ricerca dei piccoli organismi, macroinvertebrati che, se presenti, indicano la qualità dell'acqua. Altri bioindicatori, quali i chiroteri, scoperti attraverso un cartone animato, hanno letteralmente affascinato tutti i bambini, riportando le conoscenze apprese (caratteristiche e abitudini etc.) in classe in un contesto esterno decentrato. In collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Agro-ambientali dell'Università di Pisa, i bambini hanno potuto avvicinarsi ad una delle principali tecniche di monitoraggio della qualità dell'aria mediante germinelli di tabacco [1-4]. In aula, i bambini si sono occupati in prima persona delle varie fasi della semina, andando a (i) setacciare il terreno, (ii) riempire i vasetti di



Figura 3: Immagine di dettaglio dei disegni dei bambini relativi alle varie fasi di preparazione delle plantule di tabacco.

torba, (iii) distribuire i semi e (iv) annaffiare (Figura 3). Successivamente, i germinelli di tabacco sono stati trasferiti in piastre di poliestere (kit, che rappresentano uno strumento maneggevole e facile all'uso per il biomonitoraggio dell'ozono) e collocati nel giardino della scuola e nella proprietà a Montecastello di Nonna Rossana (così da monitorare anche un sito rurale). Al termine della settimana di esposizione, i bambini sono stati in grado di osservare, confrontare e rilevare i cambiamenti indotti dall'inquinamento da ozono [5] andando a misurare in termini quanti-qualitativi il danno stesso, ricorrendo alla cosiddetta "Battaglia del kit" (prendendo spunto dalla comune battaglia navale). La valutazione del lavoro svolto è avvenuta spontaneamente durante una uscita e nel doversi sedere su un prato per ascoltare una storia.

«Maestra non mi posso sedere!» «...li schiaccio tutti!!!» La maestra chiede «Che cosa schiacci?» risposta «ma i bioindicatori che sono nell'erba!». Con questa affermazione i bambini avevano dimostrato di aver percepito le dimensioni minuscole, ma soprattutto l'importanza di questi microorganismi. L'obiettivo del lavoro svolto in aula era anche quello di promuovere nelle famiglie dei bambini comportamenti eco-sostenibili nei confronti delle risorse prese in esame e dei cambiamenti climatici rendendoli consapevoli che ogni azione ha una propria conseguenza sull'ambiente. Per questo motivo, sono stati distribuiti ai genitori dei questionari relativi a: (i) cosa vuol dire per

te clima? (ii) Secondo te il clima è cambiato? (iii) Cosa pensi quando senti parlare di cambiamenti climatici? (iv) Quale pensi siano le cause? (v) Quali le conseguenze?

In collaborazione con la Dott.ssa Bibiana Lo Sapiò, nel mese di aprile è stato realizzato presso la sede scolastica il gioco-simulazione VADDI che ha permesso ai 54 genitori impegnati nel gioco di elaborare pianificazioni eco-sostenibili indirizzate alla costruzione di una regione a basso impatto ambientale (Figura 4). Così facendo, anche i genitori, la comunità scolastica e locale sono stati coinvolti e sensibilizzati nei confronti delle problematiche relative ai cambiamenti climatici.

Tutte le esperienze vissute dai bambini durante l'anno scolastico, sono state volutamente pensate e strettamente collegate tra loro così da (i) consentire loro di utilizzare le conoscenze acquisite in contesti nuovi e (ii) promuovere un insegnamento-apprendimento sempre più reticolare e significativo.

Il progetto di per sè ha permesso ai bambini di scoprire, conoscere e sperimentare una pluralità di linguaggi (corporeo, iconico, musicale e sensoriale) accompagnati da momenti di riflessione e acquisizione di un vocabolario specifico (Figura 5).

Bibliografia

- [1] G. Lorenzini, A miniaturized kit for ozone bio-monitoring. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 1994, 48: 1.
- [2] C. Nali, A. Francini, G., Lorenzini, Biological monitoring of ozone: the twenty-year Italian experience. *Journal of Environmental Monitoring*, 2006, 8: 25.
- [3] G. Lorenzini, C. Nali, Bio-monitoring of ozone by young students. *Journal of Biological Education*, 2004, 38: 158.
- [4] C. Nali, G., Lorenzini, Air quality survey carried out by schoolchildren: an innovative tool for urban planning. *Environmental Monitoring Assessment*, 2007, 131: 201.
- [5] E. Pellegrini, A. Campanella, G. Lorenzini, C. Nali, Biomonitoring of ozone: a tool to initiate the young people into the scientific method and environmental issues. A case study in Central Italy. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2014, 13: 800.



Figura 4: Immagine di dettaglio delle conclusioni del gioco-simulazione VADDI.



Figura 5: Immagine di dettaglio dei bambini.

Cartografia bionomica dell'area marina costiera attigua alle vasche di Colmata del Porto di Piombino

Roberto Bedini^{1*}, Marco Bedini², Luigi Piazz², Lisa Bonechi²

Parole chiave: cartografia bionomica, specie protette, *Posidonia oceanica*

*Il porto di Piombino negli ultimi anni sta svolgendo molti lavori di ampliamento. Lo studio propone una cartografia bionomica dell'area marina costiera attigua alle vasche di colmata, una stima della presenza e distribuzione di *Cymodocea nodosa* (*Ucria*) Ascherson, 1870, *Posidonia oceanica* (*Linnaeus*) Delile, 1813, *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 e di altre eventuali specie protette o di elevato valore naturalistico presenti nell'area suddetta. In base ai risultati è stata fatta una valutazione della superficie interessata dalla sbancamento. Questa valutazione è stata fondamentale al fine di quantificare lo sforzo relativo alle opere di mitigazione del danno ambientale mediante trasferimento delle specie di interesse conservazionistico. L'indagine è stata effettuata mediante utilizzo di Sonar a Scansione Laterale interfacciato a GPS differenziale, rilevamento bionomico lungo tranetti, campionamento fotografico e riprese video. I tranetti sono stati disposti parallelamente e perpendicolarmenete alla linea di riva in modo da coprire uniformemente la superficie fino a oltre 600 metri di distanza dalla costa. Per le riprese subacquee è stata impiegata una telecamera trainata da una imbarcazione.*

*Il rilevamento bionomico è stato effettuato in immersione autonoma con ARA. Gli operatori subacquei hanno rilevato le comunità bentoniche presenti stimandone l'abbondanza e hanno effettuato foto e riprese video. In totale sono stati percorsi 5700 metri di fondale marino. L'impiego contemporaneo di metodiche acustiche e di operatori subacquei ha consentito di ottenere una cartografia dettagliata dell'area da investigare e, al contempo, una descrizione accurata delle caratteristiche strutturali dei fondali e delle principali specie bentoniche presenti. Nella porzione sub-orientale dell'area sono stati individuati 6 esemplari di *Pinna nobilis* e ciuffi sparsi di *Posidonia oceanica* oltre una prateria di *Cymodocea nodosa* che colonizza un'ampia parte dell'area. Tale rilevamento ha permesso di ottenere una cartografia bionomica di 1:1000 di un'area di 1.5 km² e verificare la presenza di specie protette.*

Introduzione

Il porto di Piombino, negli ultimi anni, è interessato da interventi di ampliamento. I lavori prevedono delle modifiche importanti per cui è apparso necessario studiare le aree sottoposte ai lavori per capire l'impatto sui fondali e sulle comunità bentoniche presenti. Lo studio si proponeva, come prima parte, la realizzazione di una cartografia bionomica dell'area marina costiera attigua alle vasche di Colmata (figura 1) essenziale sia per la conoscenza degli ecosistemi in una data area che per gli aspetti finalizzati a necessità di interventi e gestione del territorio (Bartlett, 2000 e Villa et al., 2002). Lo scopo della

mappatura è stato quello di eseguire rilievi side scan sonar acquisendo un'immagine del fondale con una risoluzione atta ad evidenziare variazioni

gli autori

¹ Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino, Piazza Bovio 3/4

email: bedini@biomare.it

* autore per corrispondenza

² Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino, Piazza Bovio 3/4

email: museomare@biomare.it

sedimentologiche, una stima della presenza e distribuzione della *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Pinna nobilis* e di altre eventuali specie protette o di elevato valore naturalistico presenti nell'area suddetta. In base ai risultati è stata fatta una valutazione della superficie sottratta direttamente e/o alterata in modo significativo suddisa per tipologia biocenotica. Questa valutazione è stata fondamentale al fine di quantificare lo sforzo relativo all'opera di mitigazione con il trasferimento delle specie di interesse conservazionistico. La seconda parte del lavoro è stata effettuata mediante un'indagine accurata dell'area attigua alle vasche di colmata allo scopo di valutare un'eventuale futuro cambiamento delle biocenosi con la caratterizzazione dei popolamenti bentonici presenti (Simboula et al., 1995).

Materiali e metodi

In figura 1 è presente l'area di studio con i relativi transetti utilizzata per il rilevamento bionario e per le stazioni di campionamento per lo studio dei popolamenti bentonici presenti nell'area. La prima parte del lavoro è stata effettuata mediante l'utilizzo di Sonar a Scansione Laterale interfacciato a GPS differenziale, rilevamento bionario lungo i transetti, campionamento fotografico e riprese video. I transetti sono stati disposti parallelamente e perpendicolarmente alle linee di riva in modo da coprire uniformemente la superficie e completare l'investigazione dell'area compresa fino a oltre 600 metri di distanza dalla costa. Il rilevamento mediante sonar a scansione laterale è stato effettuato lungo i transetti paralleli alla costa ad una distanza tra loro di 150 metri. In totale sono stati mappati circa 1,5 km² di fondale. La mappatura è stata effettuata impiegando un sistema di posizionamento GPS Differenziale Seres e Sonar a Scansione Laterale Edgetech 272TD con frequenza 100 kHz. Il range utilizzato è stato di 150 metri per canale, consentendo la sovrapposizione del 100 % tra due linee adiacenti. È stata impiegata anche una telecamera trainata dall'imbarcazione. Il rilevamento bionario è stato effettuato in immersione ARA effettuando riprese video-fotografiche (Svoboda A., 1985). Percorrendo i transetti paralleli e perpendicolari alla costa, gli operatori subacquei hanno rilevato le comunità bentoniche presenti stimandone

l'abbondanza e hanno effettuato foto e riprese video. In totale sono stati percorsi 5700 metri di profilo del fondo. È stata controllata in particolar modo la presenza e la distribuzione di fanerogame marine quali *Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica* e del bivalve *Pinna nobilis*. La seconda parte del lavoro è stata effettuata mediante campionamento di sedimento in immersione autonoma con ARA mediante un box corer manovrato a mano (campionamenti di sedimento su superfici di cm 20 x 20 per una profondità di circa 10 cm. nel substrato chiudendo i campioni in sacchetti di polietilene). Il disegno di campionamento ha preso in considerazione 3 settori (nord, intermedio, sud), 3 distanze da riva (200m, 400m, 600m), 2 aree per ciascuna distanza e settore e 3 repliche per area (figura 2); inoltre 4 aree sono state campionate nella zona portuale, per un totale di 66 campioni (Sarà et al., 1978). Il materiale prelevato è stato sottoposto a sorting con setacci con maglia di 1 mm ed è stato successivamente analizzato in laboratorio. Sono state determinate le specie animali e per ciascuna specie è stata valutata l'abbondanza come numero di individui (Abbiati, 1991). I dati sono stati analizzati mediante analisi multivariata (PERMANOVA), utilizzando due modelli distinti per valutare la presenza di un eventuale gradiente tra la foce del Cornia e il porto e per caratterizzare le biocenosi rispetto alla distanza da riva. Un modello multifattoriale a 3 vie è stato utilizzato per caratterizzare l'area, con i fattori Settore (nord vs. Intermedio vs. Sud) e Distanza (200m vs. 400m vs. 600m) fissi ed ortogonali e il fattore Area (2 livelli) random e gerarchizzato nell'interazione Settore x Distanza. L'indice di dissimilarità di Bray Curtis è stato calcolato prima di ogni analisi. Il SIMPER test è stato utilizzato per valutare quali specie contribuivano maggiormente alle differenze tra fattori.

Risultati

Realizzazione di una cartografia bionomica

Il rilevamento ha permesso di ottenere una cartografia 1:5000 di un'area di 1,5 km². In figura 1 è raffigurata l'area indagata. Essa si presenta suddivisa in 3 aree: la zona più settentrionale comprende la maggior parte dell'area ed è caratterizzata da un fondo sabbioso



Figura 1: Disposizione dei tranetti per il rilevamento bionomico.

uniforme compresa tra le profondità di -4 e -8 metri. Tale area mostra nella sua parte centrale una popolazione di *Cymodocea nodosa*. La prateria si presenta molto rada, con una distribuzione a chiazze ed una densità media estremamente bassa. La porzione meridionale presenta un alternarsi di sabbia, massi e matte morta di *Posidonia oceanica*. La matte mostra una complessa strutturazione comprendente scalini alti fino a 2 metri, canali intermatte e radure. I massi e la matte sono colonizzati da fettore algale e dalle Chlorophyta erette *Flabellia petiolata* (Turra) (Nizamuddin, 1987) e *Caulerpa prolifera* (Forsskål) (J.V.Lamouroux, 1809). La *Posidonia oceanica* è riscontrata solo nella porzione sud-orientale e si presentava a chiazze rade. Ad eccezione di alcuni ciuffi isolati, le prime chiazze di *Posidonia oceanica* iniziano a circa 600 metri da riva con una profondità che varia da -7 a -13 metri. Una terza porzione comprendeva l'area più prossima al porto, caratterizzata da un fondale fangoso uniforme compreso tra -6 e -9 metri di profondità.

L'area compresa all'interno del progetto di ampliamento del porto è di circa 1 km², suddiviso nelle seguenti tipologia bionomiche:

- Fondo sabbioso o fangoso non vegetato: 0,65 km²;
- Fondo sabbioso colonizzato da una rada prateria di *Cymodocea nodosa*; 0,09 km²;
- Matte morta di *Posidonia oceanica* 0,25 km²;
- Fondo roccioso: presente in aree ristrette;
- Matte viva di *Posidonia oceanica*: solo rare chiazze a 600 m da riva;

All'interno dell'area è stato individuato un solo esemplare di *Pinna nobilis*.

Monitoraggio delle biocenosi bentoniche

In figura 2 è rappresentata l'area di campionamento suddivisa in tre settori: settore Nord (N), Intermedio (I), Sud (S) e Porto (P).

Grazie alla prima parte dello studio conosciamo il tipo di fondale: costituito da sabbia fine e ben calibrata nei settori N e I e da fango nei settori P1 e P2. Nel settore S oltre alla sabbia sono state individuate aree fangose e presenza di ciottoli e residui di matte morta. In totale sono state identificate 149 specie di macro-invertebrati, tra cui 86 Anellida, 25 Arthropoda, 24 Mollusca, 6 Echinodermata, 6 Sipuncula e 2 Nemertea. Inoltre sono state trovate 18 specie algali nel settore S, tra cui 3 Chlorophycophyta, 2 Heterokontophyta e 13 Rhodophycophyta. Policheti, crostacei e molluschi sono risultati i taxa più abbondanti sia come numero di specie che come abbondanze. Le specie più comuni sono risultate i policheti *Magelona papillicornis* (F. Müller, 1858), *Hilbigneris gracilis* (Ehlers, 1868), *Lumbrinereis latreilli* (Audouin & Milne Edwards, 1834) e *Paraonis fulgens* (Levinson, 1884), e i bivalvi molluschi *Abra alba* (W. Wood, 1802) e *Dosinia lupinus* (Linnaeus, 1758).

L'analisi multivariata (PERMANOVA) applicata all'area di studio nel suo insieme ha mostrato un'interazione significativa tra settori e distanza. Il pair-wise test ha messo in evidenza che il settore S si differenzia dagli altri alle distanze 1 e 3; inoltre le differenze tra distanze da riva sono risultate significative solo nel settore S (tabella 1a e 1b).

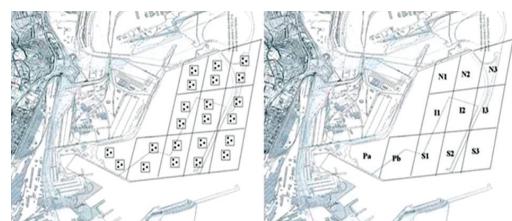


Figura 2: a sinistra schema della distribuzione delle stazioni di campionamento, a destra settori di studio. N=nord, I=intermedio, S=sud, P=porto, i numeri indicano le distanze da riva (1= 200m, 2= 400m e 3= 600m).

A)

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Settore = S	2	9071.7	2.398	0.001*
Distanza = D	2	6789.8	1.7949	0.011*
S x D	4	6343.7	1.6769	0.008*
Area(SxD)	9	3782.9	0.99455	0.515
Residuo	36	3803.7		
Totale	53			

Tabella 1: A) risultati della PERMANOVA analisi sulla composizione in specie e abbondanza del popolamento macrozoobentonico (* statisticamente significativo); B) pair-wise test sull'interazione Settore x Distanza

B)

Distanza 1	P(perm)		Settore N	P(perm)
N, I	0.677		1, 2	0.682
N, S	0.001		1, 3	0.358
I, S	0.001		2, 3	0.66
Distanza 2	P(perm)		Settore I	P(perm)
N, I	0.343		1, 2	0.332
N, S	0.322		1, 3	0.669
I, S	0.352		2, 3	0.329
Distanza 3	P(perm)		Settore S	P(perm)
N, I	0.35		1, 2	0.001
N, S	0.32		1, 3	0.001
I, S	0.001		2, 3	0.647

Il SIMPER test ha evidenziato che le specie che contribuivano maggiormente a differenziare il settore S dagli altri erano i policheti *Melinna palmata* (Grube, 1870), *Hilbigneris gracilis*, *Pista cristata* (Müller, 1776) e *Euclymene oerstedi* (Claparède, 1863) e il sipunculide *Thysanocardia*

procera (Möbius, 1875), più abbondanti in N e I e il bivalve *Dosinia lupinus* e i policheti *Sigalion mathildae* (Audouin & Milne Edwards in Cuvier, 1830), *Magelona papillicornis*, *Nephtys hombergii* (Savigny in Lamarck, 1818) più abbondanti in S (tabella 2).

Tabella 2: Risultati del SIMPER test che mostrano i taxa che contribuiscono maggiormente alle differenze tra i settori studiati.

TAXA	Numero medio di individui per campione	Numero medio di individui per campione	Contributo %
	Settore N	Settore I	Dissimilità = 91.5
<i>Dosinia lupinus</i>	0.5	0.39	5.37
<i>Magelona papillicornis</i>	0.39	0.28	4.71
<i>Sigalion mathildae</i>	0.44	0.28	4.56
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.39	0.22	3.88
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.28	0.39	3.71
<i>Nephtys hombergii</i>	0.33	0	2.99
<i>Tellina pulchella</i>	0.06	0.33	2.98
<i>Echinocardium cordatum</i>	0.33	0.06	2.79
<i>Bathyporeia leucophthalma</i>	0.17	0.17	2.56
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.22	0.11	2.45
<i>Paraonis fulgens</i>	0.11	0.28	2.27
<i>Pontocrates arenarius</i>	0.22	0.06	2.2
<i>Euclymene santandarensis</i>	0.11	0.17	1.87
	Settore N	Settore S	Dissimilità = 93.4
<i>Melinna palmata</i>	0.22	1.61	6.61
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.39	0.61	3.81
<i>Dosinia lupinus</i>	0.5	0.06	3.39
<i>Pista cristata</i>	0.17	0.56	3.35
<i>Sigalion mathildae</i>	0.44	0.17	3.08
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.22	0.33	2.76
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.28	0.33	2.62
<i>Magelona papillicornis</i>	0.39	0	2.56
<i>Nephtys hombergii</i>	0.33	0.06	2.31
<i>Thysanocardia procera</i>	0	0.78	2.28
<i>Echinocardium cordatum</i>	0.33	0	1.93
	Settore I	Settore S	Dissimilità = 94.8
<i>Melinna palmata</i>	0	1.61	6.89

<i>Pista cristata</i>	0.06	0.56	3.78
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.22	0.61	3.62
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.39	0.33	3.5
<i>Sigalion mathildae</i>	0.28	0.17	3.18
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.11	0.33	2.98
<i>Dosinia lupinus</i>	0.39	0.06	2.88
<i>Thysanocardia procera</i>	0.06	0.78	2.61
<i>Tellina pulchella</i>	0.33	0.06	2.59
<i>Golfingia vulgaris</i>	0.06	0.39	2.06
<i>Euclymene santandarensis</i>	0.17	0.22	2
<i>Magelona papillicornis</i>	0.28	0	1.98
<i>Euclymene collaris</i>	0.11	0.17	1.97

L'analisi multivariata (PERMANOVA) applicata ai settori di fondale attigui alle vasche di colmata ha mostrato differenze significative tra i settori mentre le aree all'interno dei settori sono risultate omogenee.

Il pair-wise test e l'nMDS hanno evidenziato la presenza di tre gruppi distinti: un gruppo costituito dai settori N e I, un gruppo costituito dai settori P1 e P2 e un terzo gruppo costituito dal settore S (tabella 2A, 2B e figura 3).

Tabella 3: A) Risultati della PERMANOVA analisi sulla composizione in specie e abbondanza del popolamento macrozoobentonico tra i 5 settori di fondale prospiciente le vasche di Colmata. B) Pair-wise test tra livelli del fattore Settore.

A)

Source	df	MS	Pseudo-F	P(perm)
Settore = S	4	7389.2	2.7198	0.004
Area(S)	5	2716.8	0.70731	0.993
Residuo	20	3841.1		
Totale	29			

B)

Settori	P(perm)
N, I	0.665
N, S	0.001
N, P1	0.341
N, P2	0.66
I, S	0.001
I, P1	0.686
I, P2	0.641
S, P1	0.001
S, P2	0.001
P1, P2	0.659

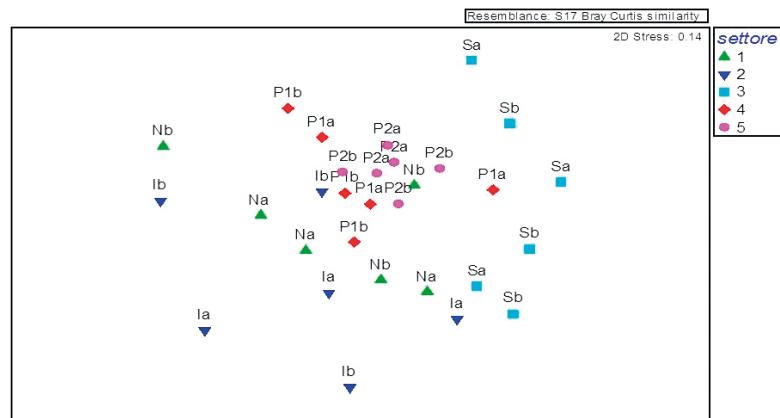


Figura 3: nMDS sulle composizioni in specie e abbondanza del popolamento macrozoobentonico tra i 5 settori di fondale prospiciente le vasche di Colmata

Il SIMPER test ha mostrato che il gruppo N-I era caratterizzato dai policheti *Magelona papillicornis*, *Hilbigneris gracilis*, *Lumbrineris latreilli* e dal bivalve *Abra alba*, S era caratterizzato principalmente dai policheti *Euclymene oerstedi* e *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), il gruppo P1-P2 dai policheti *Leiochone leiopygus* (Grube, 1860), *Notomastus latericeus* (Sars, 1851), *Lumbrineris latreilli*, *Hilbigneris gracilis*, *Paraonis fulgens* e *Heretomastus filiformis* (Claparède, 1864) (tabella 3).

Capitella capitata (Fabricius, 1780), il gruppo P1-P2 dai policheti *Leiochone leiopygus* (Grube, 1860), *Notomastus latericeus* (Sars, 1851), *Lumbrineris latreilli*, *Hilbigneris gracilis*, *Paraonis fulgens* e *Heretomastus filiformis* (Claparède, 1864) (tabella 3).

Tabella 3: Risultati del SIMPER test che mostrano i taxa che contribuiscono maggiormente alla differenza tra i 5 settori di fondale prospiciente le vasche di Colmata.

TAXA	Numero medio di individui per campione	Numero medio di individui per campione	Contributo %
	N	S	Diss = 93.86
<i>Magelona papillicornis</i>	0.67	0	7.18
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.83	0	6.68
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.83	0	6.16
<i>Orbinia sertulata</i>	0.33	0	3.24
<i>Pista cristata</i>	0.17	0.33	2.95
<i>Capitella capitata</i>	0	0.33	2.86
	I	S	Diss = 97.72
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.17	0.33	5.32
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.67	0	4.94
<i>Abra alba</i>	0.5	0	4.9
<i>Capitella capitata</i>	0	0.33	4.72
<i>Magelona papillicornis</i>	0.33	0	3.99
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.5	0	2.73

	N	P1	Diss = 88.24
<i>Leiochone leiopygos</i>	0	2	7.37
<i>Paraonis fulgens</i>	0.33	1.83	6.59
<i>Notomastus latericeus</i>	0	1.5	6.53
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.83	1.5	5.69
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.33	1.33	5.24
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.83	1.33	4.82
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	1.33	4.79
	I	P1	Diss = 91.60
<i>Leiochone leiopygos</i>	0.33	2	8.17
<i>Notomastus latericeus</i>	0	1.5	7.68
<i>Paraonis fulgens</i>	0.5	1.83	7.66
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.5	1.5	6.78
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.17	1.33	5.94
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.67	1.33	5.84
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	1.33	5.36
	S	P1	Diss = 96.45
<i>Leiochone leiopygos</i>	0	2	8.3
<i>Notomastus latericeus</i>	0	1.5	7.75
<i>Paraonis fulgens</i>	0	1.83	7.6
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	1.5	6.42
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.33	1.33	6.01
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0	1.33	5.77
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	1.33	5.37
	N	P2	Diss = 87.88
<i>Paraonis fulgens</i>	0.33	3	8.95
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.83	3.17	7.79
<i>Melinna palmata</i>	0.5	1.67	5.95
<i>Chaetozone setosa</i>	0	1.33	4.26
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.83	1.17	4.21
<i>Euclymene santandarensis</i>	0	1.17	4.02
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.33	0.83	3.22

	I	P2	Diss = 92.64
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0.5	3.17	10.36
<i>Paraonis fulgens</i>	0.5	3	9.66
<i>Melinna palmata</i>	0	1.67	6.42
<i>Chaetozone setosa</i>	0	1.33	4.61
<i>Euclymene santandarensis</i>	0.33	1.17	4.56
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0.67	1.17	4.51
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.17	0.83	3.36
	S	P2	Diss = 96.78
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	3.17	10.98
<i>Paraonis fulgens</i>	0	3	10.59
<i>Melinna palmata</i>	0	1.67	6.46
<i>Chaetozone setosa</i>	0	1.33	4.63
<i>Euclymene santandarensis</i>	0	1.17	4.43
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0	1.17	4.14
<i>Euclymene oerstedi</i>	0.33	0.83	3.55
<i>Marphysa belli</i>	0	0.83	3.22

Conclusioni

L'impiego contemporaneo di metodiche acustiche e di operatori subacquei ha consentito di ottenere una cartografia di dettaglio dell'area da investigare e, al contempo, una descrizione accurata delle caratteristiche strutturali delle principali entità bionomiche cartografate. A parte un esemplare di *Pinna nobilis* e di sporadici ciuffi di *Posidonia oceanica* nella porzione sud-orientale dell'area, il popolamento più importante da un punto di vista conservazionistico è rappresentato da una prateria di *Cymodocea nodosa* che colonizza un'ampia percentuale della porzione settentrionale dell'area. Sulla base di tali risultati può essere programmata una mitigazione del danno derivante dalle operazioni di ampliamento del porto. Si può prevedere il trasferimento completo dell'esemplari di *Pinna nobilis* e un trasferimento significativo del popolamento di *Cymodocea nodosa* in aree attigue non interessate dalle suddette opere di infrastrutturazione. La presenza di ampie aree

di matte morta nella zone adiacenti a quelle interessate dalle opere di infrastrutturazione può far sì che il trasferimento di *Cymodocea nodosa* possa avere un importante significato ecologico. La sua presenza può, in idonee condizioni ambientali, favorire l'insediamento di *Posidonia oceanica* incrementando un processo naturale di ricolonizzazione.

Il popolamento macro-zoobentonico studiato ha presentato una composizione in specie simile a quelle riportate in altri studi effettuati nella stessa area geografica (Bedini et al., 2010). L'area di studio è risultata suddivisa in tre zone con popolamenti differentemente strutturati. Una prima zona, corrispondente ai settori denominati Nord ed Intermendo nello studio, comprende la maggior parte dell'area investigata, è caratterizzata da sabbia fine e da un popolamento animale tipico di questi fondali. Questa zona può essere considerata omogenea, come evidenziato dalla mancanza di differenze significative sia tra settori a differente distanza da riva che tra le aree all'interno di ciascun settore.

La zona più vicina al porto, corrispondente al settore Sud, si presenta maggiormente eterogenea, probabilmente per la presenza di differenti tipologie di fondale; infatti, oltre alla sabbia, è stata rilevata la presenza di fango, ciottoli e matte morta. L'eterogeneità del fondale ha come conseguenza anche un'eterogenità dei popolamenti animali che si manifesta in differenze significative tra i settori a diversa distanza da riva (Cognetti, G., 1992).

Infine, l'area portuale è risultata caratterizzata da un popolamento animale legato maggiormente ai fondi fangosi ricchi di detrito. Rispetto alle altre zone si ha un cambiamento delle specie dominanti che sono la progenie di quelle che meglio si sono adattate alla scarsa qualità delle acque, come già risultato in studi precedenti (Bedini et al., 2003, Bilyard 1987 e Cognetti et al., 1969).

Il popolamento nell'insieme non ha mostrato specie di particolare interesse, sia in relazione alla rarità che al valore ecologico. Nei settori più meridionali sono risultati presenti anche organismi considerati opportunisti e tolleranti all'inquinamento (Cognetti et al., 1969, Samuelson, 2001). L'ampiamento della superficie di indagine ha permesso di valutare meglio la situazione dell'area di studio, evidenziando alcuni aspetti di variabilità non emersi nella precedente indagine. In particolare, sono emerse differenze sostanziali tra le zone interessate dalle tre principali entità bionomiche che caratterizzano i fondali dell'area, sabbia, fango e matte morta di *Posidonia oceanica*.

Nell'insieme si tratta di popolamenti comuni e spesso legati ad aree degradate. Sulla base di questi risultati può essere progettato un piano di monitoraggio idoneo per valutare un'eventuale dinamica temporale delle biocenosi bentoniche nelle aree attigue alle opere strutturali previste.

La creazione di questa carta bionomica renderà possibile rilevare i danni che i lavori potrebbero arrecare alle biocenosi e prodisporre opere di mitigazione del danno con programmi di monitoraggio periodici.

Ringraziamenti

Si ringrazia la Capitaneria di Porto di Piombino e l'Autorità Portuale di Piombino e dell'Elba.

Bibliografia

- [1] M. Abbiati. 1991. Metodi di campionamento biologico subacqueo. Lezioni del Corso Formativo per Ricercatore Scientifico Subacqueo. I.S.SD. Pisa: 1191
- [2] D.J. Bartlet. Marine and coastal geographical information systems. 2000, Taylor & Francis, Philadelphia, Pennsylvania: 11-24.
- [3] R. Bedini , M.G. Canali, M. Cappagli. 2003. Mediterranean Marine Science. 2003, 2: 83-97.
- [4] R. Bedini, G. Sartoni, F. Ferrario, P. Bralia. Codice Armonico 2010, Terzo Congresso di Scienze Naturali Ambiente Toscano, pp.147-162.
- [5] G.R. Bilyard. Mar. Poll. Bull. 1987, 18: 581-585
- [6] G. Cognetti, P. Taliercio. Policheti indicatori dell'inquinamento delle acque. Pubblicazioni Stazione Zoologica di Napoli. 1969, 149-154
- [7] G. Cognetti. Marine Pollution Bulletin. 1992, 24, (1): 12-14.
- [8] M. Sarà , A. Balduzzi, F. Boero, M. Pansini, D. Pessani, R. Pronzato. Analisi di un popolamento bentonico di falesia del Promontorio di Portofino: dati preliminari. Bollettino Museo Istituto Biologico Universitario. 1978, 46: 119-137
- [9] G.M. Samuelson. Marine Pollution Bulletin. 2001, 42, (9): 733-741 96
- [10] N. Simboura, A. Zenetos, P. Panayotidis & A. Makra. Marine Pollution Bulletin. 1995, 30, (7): 470-474
- [11] A. Svoboda. Diver-operated cameras and their marine biological uses. p.17-36. In: Underwater photography and television for scientists, edited by J.D. George, G.I. Lythgoe, London, Clarendon Press; 1985
- [12] F. Villa, L. Tunesi, T. Agardy. Cons. Biol. 2002, 16 (2).

Resoconto sul monitoraggio del tursiope di fronte alle coste della versilia e informazioni sulla presenza di altre specie di mammiferi marini nell'area toscana

Francesca Salvioli¹, Silvio Nuti¹, Saverio Tozzi¹

Parole chiave: Santuario Pelagos, monitoraggio, *Tursiops truncatus*, foto-identificazione

Il Santuario Pelagos ospita 8 specie di cetacei regolari: balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), capodoglio (*Physeter macrocephalus*), zifio (*Ziphius cavirostris*), globicefalo (*Globicephala melas*), grampo (*Grampus griseus*), tursiope (*Tursiops truncatus*), stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), delfino comune (*Delphinus delphis*).

Il Centro di ricerca sui cetacei CE.TU.S. dal 1997 svolge attività di studio e monitoraggio dei cetacei lungo il litorale toscano, con focus particolare sul gruppo di tursiopi che si trova di fronte a Viareggio e alle coste della Versilia. Le attività di ricerca sono svolte all'interno di un'area complessiva di 7000 km², core area (area in cui si concentrano maggiormente avvistamenti e sforzo di ricerca) di 800 km². Il catalogo fotografico creato utilizzando il metodo foto-identificativo Capture-Mark-Recapture conta ad oggi circa 270 individui.

Prendendo in esame i dati cartografici e fotografici dal 2003 al 2015 raccolti mediante piattaforme di opportunità, lo scopo del presente lavoro è di offrire una panoramica aggiornata sulla situazione del monitoraggio di mammiferi marini nell'area toscana, focalizzandosi su: areale di distribuzione, tasso di incontro, composizione di gruppo, presenza ed abbondanza di piccoli nel gruppo di tursiopi residenti davanti a Viareggio; percentuale di avvistamento di altre specie di cetacei e loro distribuzione spaziale, tasso di incontro e composizione dei gruppi.

L'analisi dati condotta sul gruppo di tursiopi ne ha evidenziato la stanzialità di fronte alle coste della Versilia, con 414 avvistamenti in 13 anni (E.R.2003-2015=0,009; media gruppo = 14,58).

Dal 2003 sono stati registrati 76 avvistamenti delle altre specie presenti, ad eccezione di zifio e globicefalo, all'interno dell'areale toscano (E.R.2003-2015=0,005).

I risultati aggiornati al 2015 confermano la già dimostrata presenza stanziale di tursiopi nelle acque di fronte a Viareggio, con una distribuzione spaziale delle altre specie di mammiferi marini quasi totalmente esterna alla batimetrica dei 100m. La probabilità di avvistamento delle altre specie è differente a seconda della specie e della zona di monitoraggio considerata.

Introduzione

Tra i mari che circondano l'Italia, il Mar Ligure e il Mar di Corsica sono quelli caratterizzati dalla maggiore biodiversità e dove si registra la più elevata concentrazione di cetacei (Notarbartolo di Sciara & Demma, 1994 [1]). L'abbondanza di questi organismi ha determinato l'istituzione di una delle più importanti riserve marine nazionali e internazionali: il Santuario Pelagos, la prima area marina di protezione e

conservazione dei mammiferi marini del Mar Mediterraneo (www.sanctuaire-pelagos.org [2]). Pelagos ospita otto specie residenti di cetacei: balenottera comune (*Balaenoptera physalus*), capodoglio (*Physeter macrocephalus*), zifio (*Ziphius cavirostris*), globicefalo (*Globicephala melas*), grampo (*Grampus griseus*), tursiope (*Tursiops truncatus*), delfino comune (*Delphinus delphis*), stenella striata (*Stenella coeruleoalba*). Ad oggi, all'interno del Santuario, sono stati svolti diversi lavori di monitoraggio sui mammiferi marini,

anche se per molte specie non è ancora possibile esprimersi sul loro stato di conservazione a causa della carenza dei dati (Notarbartolo di Sciara, 2010 [3]). Per quanto riguarda il tursiope, la prima stima effettuata nel 2006 riporta la presenza di 1023 esemplari di tursiope (Gnone *et al.*, 2011 [4]), mentre nel 2011 ammontano a 1223 (Lauriano e Panigada, 2011 [5]). Gli individui foto-identificati tra Genova e Livorno nel 2012 erano 272 (Rossi *et al.*, 2012 [6]).

Materiali e metodi

Raccolta dati

Nel corso dei 13 anni di studio (2003-2015) è stata monitorata un'area di circa 7.222 km² compresa nella batimetrica dei 650 m (fig. 1). Lo sforzo di ricerca maggiore si è concentrato nella core area delimitata in rosso nella fig. 1, entro la quale si concentrano maggiormente gli avvistamenti del tursiope, specie target della zona. Data la conformazione della costa toscana, con piattaforma continentale molto estesa, il fondale scende gradualmente quindi il tursiope, dalle abitudini costiere, risulta la specie più presente.

Il monitoraggio è stato effettuato mediante una piattaforma di opportunità (catamarano a vela Krill, 12 m, dotato di due motori da 30 cv). Le limitate dimensioni dell'imbarcazione permettono di avvicinarsi molto agli animali durante gli avvistamenti e rendendo possibile quindi la raccolta di dati soprattutto fotografici, alla base dell'attività di ricerca. Le uscite di ricerca giornaliere o settimanali sono state effettuate durante tutto l'arco dell'anno, concentrandosi in particolare tra aprile e settembre, con numero variabile di ore spese in mare a seconda della stagione e delle condizioni meteorologiche. La rotta seguita è normalmente random, associata al controllo di hot spot particolari della zona, in cui più frequentemente si incontrano gli animali. Le ricerche in mare si sono svolte in condizioni meteorologiche standard (Scala Beaufort compresa tra 0 e 3), ad una velocità costante (media 5 knt) e con la presenza di almeno tre persone dell'equipaggio addette alla sorveglianza e alla raccolta dati. La fase di ricerca, "on-effort", termina al momento in cui gli animali vengono avvistati. Il periodo di tempo durante il quale ci si avvicina agli animali per

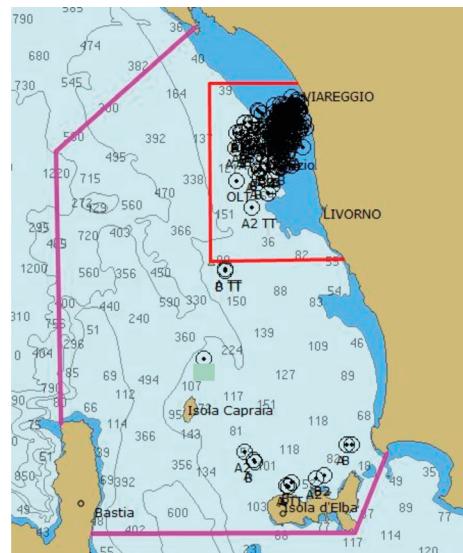


Figura 1: Area di studio, delimitata in rosso la core area.

la raccolta dati è definito "off-effort". Durante la registrazione dei dati di avvistamento, essendo indispensabile avvicinarsi agli animali il più possibile, vengono adottati alcuni accorgimenti per diminuire l'impatto di disturbo sugli stessi: la rotta dell'imbarcazione si adegua e rimane parallela a quella degli individui, così come la velocità che deve rimanere al di sotto dei 7-8 nodi (Notarbartolo di Sciara & Demma, 1994 [1]). L'interazione con gli animali deve essere mantenuta comunque solo lo stretto necessario ad acquisire dati qualitativamente buoni. A bordo è stata utilizzata la seguente attrezzatura: GPS Garmin E Trex cartografico per registrare i dati geografici (rotte, punti di avvistamento, effort in termini di spazio e tempo); plotter Seiwa cartografia C-map; macchine fotografiche digitali Nikon D7000 e Nikon D300 con obiettivi 28-300mm; binocoli Hoxin HB-7x50, Konus 7x50 e Steiner 7x50 multicoated;

gli autori

¹ CE.T.U.S. Cetacean Research Center, Via degli Ontani 60, Viareggio, 55049, LU
email: cetus@supereva.it

telecamera HD GoPro Black edition; schede cartacee. I dati raccolti sono di tre tipi: sforzo, avvistamento e fotografici.

Archiviazione dati

I dati cartografici vengono archiviati utilizzando i seguenti software: MapSource (Garmin), OpenCPN. I dati fotografici sul turisiope sono stati processati mediante foto-identificazione. Questo sistema permette di ottenere stime di diversi parametri di una popolazione, tra cui l'abbondanza (Seber, 1982 [7]; Hammond & Thompson, 1991 [8]), la distribuzione spaziale (Mead & Potter, 1990 [9]; Ballance, 1990 [10]), la fedeltà ad un sito, le associazioni tra individui (Slooten *et al.*, 1993 [11]), la struttura sociale dei gruppi (Shane *et al.*, 1986 [12]; Scott & Chivers 1990 [13]), i tassi

di riproduzione (Scott *et al.*, 1990 [14]), lo sfruttamento dell'habitat (Ballance, 1992 [15]), la distribuzione batimetrica (Gnone *et al.*, 2005 [16]). Questa metodologia si basa sull'analisi fotografica di mark naturali presenti sul corpo dell'animale che ne permettono il riconoscimento in modo non invasivo (Maldini Feinholz, 1994 [17]). Per quanto riguarda i cetacei, in particolare gli odontoceti e il turisiope, la porzione fotografata è la pinnna dorsale, che è anche la parte del corpo che più facilmente emerge dall'acqua.

Risultati

La specie più presente è il turisiope, soprattutto nella core area in cui si concentra la maggior parte delle uscite, poiché è l'unica dal comportamento tipicamente costiero, ed è avvistata spesso

Tabella 1: suddivisione degli avvistamenti per specie e percentuale di avvistamento negli anni di studio.

Specie	Numero avvistamenti	% avvistamenti
<i>Tursiops truncatus</i>	414	83,1%
<i>Stenella coeruleoalba</i>	51	11,5%
<i>Balaenoptera physalus</i>	12	2,6%
<i>Delphinus delphis</i>	6	1,6%
<i>Grampus griseus</i>	4	0,7%
<i>Physeter macrocephalus</i>	3	0,5%

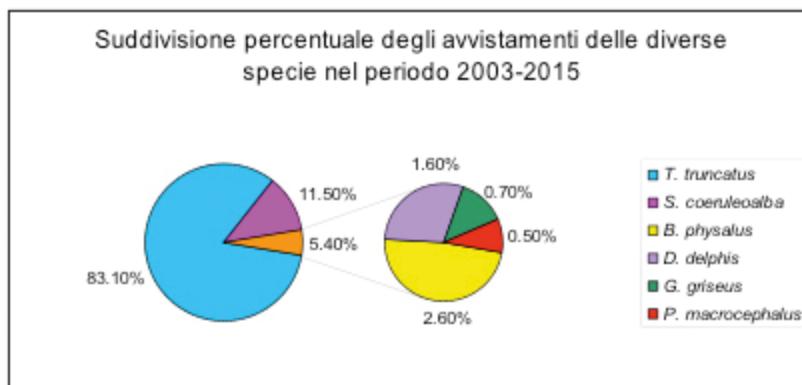


Figura 2: Suddivisione degli avvistamenti in base alle specie incontrate



Figura 3: Avvistamenti di tursiopi nell'area di studio.

entro la batimetria dei 100m (fig. 3 e 4). La composizione media di gruppo è pari a 14,58 individui (Errore Standard E.S. = 0,81), con una presenza di piccoli nel 43% degli avvistamenti (media piccoli = 3,12 ; E.S. = 0,18). Gli animali catalogati ad oggi ammontano a 336, di cui 273 foto-identificati nella core area e 63 foto-identificati nell'area dell'Arcipelago Toscano, tra l'Isola di Capraia e l'Isola d'Elba. Nel corso degli anni di studio i 273 tursiopi catalogati nell'area della Versilia sono stati avvistati tra 1 e 52 volte.

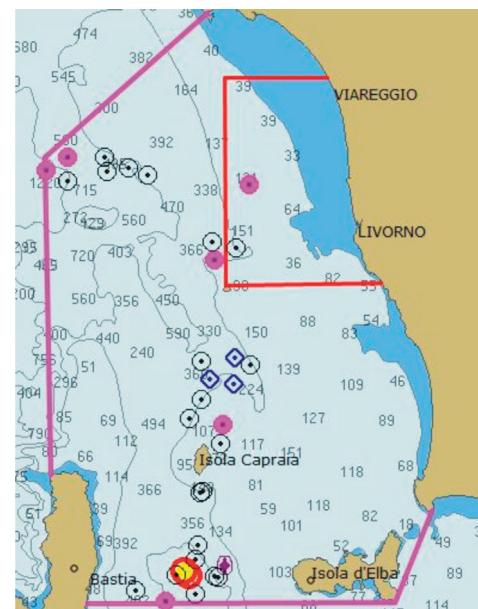


Figura 5: Disposizione spaziale degli avvistamenti di altre specie. Rosa = balenottera comune; giallo = capodoglio; viola = grampo; blu = delfino comune; cerchio nero = stenella striata.

La media di gruppo degli altri animali è differente a seconda della specie: *B. physalus* = 1,84 (Deviazione Standard D.S. = 1,14); *P. macrocephalus* = 3 (D.S. = 2); *G. griseus* = 19,75 (D.S. = 19,45); *D. delphis* = 4,12 (D.S. = 3,35); *S. coeruleoalba* = 35,87 (D.S. = 51,72). La deviazione standard permette di valutare quanto i dati dei singoli avvistamenti si discostino dalla media. Come si può notare dalla cartina degli avvistamenti, per queste specie meno frequenti questi sono dispersi per lo più al di fuori della core area (fig. 5).

E.R. 2003-2015

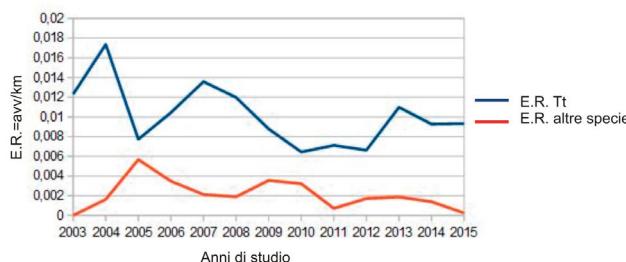


Figura 4: E.R. dei tursiopi e delle altre specie nel corso degli anni di studio.

Conclusione

Il lungo periodo di avvistamenti analizzati offre un interessante spaccato sulla presenza di cetacei nelle acque toscane. Il tursiope è un animale che in Mediterraneo ha un comportamento tipicamente costiero e il tasso di ricattura dei singoli individui foto-identificati nelle acque della costa versiliese conferma il carattere stanziale del gruppo in studio. Di notevole interesse la presenza, anche se sporadica, di grandi cetacei come balenottere e capodogli, nei loro spostamenti attraverso il Santuario Pelagos. I risultati di questi 13 anni di attività nella porzione toscana del Santuario Pelagos suggeriscono e confermano quanto già documentato in alcuni studi preliminari e in studi a carattere ecologico rivolti ad approfondire la conoscenza della distribuzione e abbondanza della cetofauna all'interno del bacino Mediterraneo e soprattutto lungo le coste italiane. L'encounter rate ottenuto e l'abbondanza relativa delle specie incontrate dimostrano quanto questi dati siano in linea con quelli elaborati per altre aree del Mediterraneo quali il Mar Ligure, Mar Tirreno Settentrionale e Centrale (Arcangeli et al., 2008 [18]). Le specie più facilmente avvistate sono state *Tursiops truncatus*, seguito da *Stenella coeruleoalba* (la specie pelagica più abbondante nel Mar Mediterraneo ed in Pelagos) e *Balaenoptera physalus*. Capodogli e grampi, soprattutto per la loro dieta caratterizzata da molluschi cefalopodi, prediligono zone di scarpata continentale e fondali più ripidi, quindi difficilmente sono reperibili a batimetrie poco elevate (Notarbartolo di Sciarra e Demma, 1994 [1]). Il delfino comune, avvistato prevalentemente in associazione a gruppi di stenelle, ha mostrato un considerevole calo nel Santuario Pelagos negli ultimi decenni, sulle cui cause non esiste ancora un'opinione univoca (Salvioli et al., 2015 [19]). La variazione della disponibilità di prede risulta probabilmente essere la chiave di lettura fondamentale nella scelta dell'habitat e nella distribuzione dei cetacei, oltre a fattori ambientali e antropogenici molto variabili e più difficilmente identificabili.

Bibliografia

- [1] Notarbartolo di Sciarra G., Demma M. (1994). In: Guida dei Mammiferi Marini del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore. Pp. 264.
- [2] Santuario Pelagos per la protezione dei mammiferi marini nel Mediterraneo: www.sanctuaire-pelagos.org
- [3] Notarbartolo di Sciarra, G. (2010). Conservazione dei Cetacei in Italia. 18pp.
- [4] Gnone, G., Bellingeri, M., Dhermain, F., Dupraz, F., Nuti, S., Bedocchi, D., Moulins, A., Rosso, M., Alessi, J., Mc'Crea, R.S., Azzellino, A., Airolidi, S., Portunato, N., Laran, S., David, L., Di Meglio, N., Bonelli, P., Montesi, G., Trucchi, R., Fossa, F., Wurtz, M. (2011). Distribution, abundance, and movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pelagos Sanctuary MPA (north-west Mediterranean Sea). *Aquatic Conservation: Marine and Fresh Water ecosystems* 21:372-388.
- [5] Lauriano, G., Panigada, S., Fortuna, C.M., Holcer, D., Filidei, E. jr, Pierantonio, N. and Donovan G. (2011). Monitoring density and abundance of cetaceans in the seas around Italy through aerial survey: a contribution to conservation and the future ACCOBAMS Survey. *International Whaling Commission SC/63/SM6*.
- [6] Rossi A., Bellingeri M., Fossa F., Nuti S., Gnone G. (2012). Distribution, movements and abundance of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Eastern Ligurian Sea. European Cetacean Society, 26th annual conference – Galway (Ireland).
- [7] Seber G.A.F. (1982) . The estimation of animal abundance and related parameters. MacMillan, New York, New York. II edition.
- [8] Hammond P.S. , Thompson P.M. (1991) . Minimum estimate of the number of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Moray Firth. *Biol. Cons.* 56(1): 79-88.
- [9] Mead J.G. , Potter C.W. (1990) . Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. In: *The Bottlenose Dolphin*. (S. Leatherwood and R.R. Reeves, eds). Academic Press, San Diego, CA. Pp. 165-195.
- [10] Ballance L.T. (1990) . Residence patterns, group organisation and surfacing associations of bottlenose dolphin in Kino Bay, Gulf of California, Mexico. In: *The Bottlenose Dolphin* (S. Leatherwood and R.R. Reeves, eds). Academic Press, San Diego, CA. Pp 227-283.
- [11] Slooten, E. , Dawson, S.m: and Whitehead, H. (1993). Associations among photographically identified Hector's dolphins. *Can. J. Zool.* 71.: 2311-2318

- [12] Shane S.H., Wells R.S., Würsig B. (1986). Ecology, behaviour and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*. 2(1): 34-63.
- [13] Scott, M.D. and Chivers, S.J. (1990). Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the eastern tropical pacific Ocean. In: *The Bottlenose Dolphin* (S. Leatherwood and R.R. Reeves, eds). Academic Press, San Diego, CA. Pp. 387-402.
- [14] Scott M.D., Wells R.S., Irvine A.B. (1990). A long term study of bottlenose dolphins on the west coast of Florida. In: *The Bottlenose Dolphin* (S. Leatherwood and R.R. Reeves, eds). Academic Press, San Diego, CA. Pp. 235-244.
- [15] Ballance L.T. (1992) . Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*. 8(3): 262-274.
- [16] Gnöcchi G., Calavuturo G., Tommasini A., Zavatta V., Nobili A. (2005). Analysis of the presence of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) along the Italian peninsula in relation to the bathymetry of the coastal band. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo di Storia Naturale di Milano*. 146(1): 39-48.
- [17] Maldini Feinholz D. (1994). Home range: is this concept applicable to cetaceans studies? In: *Proceedings of the workshop. Methods for the study of Bottlenose Dolphin in the wild. 8th Annual Meeting of the European Cetacean Society* Maison de l'Environnement. Montpellier. (G. Notarbartolo di Sciara, P. G. H. Evans and E. Politi, eds) . Academic Press, San Diego, CA. Pp. 3-5.
- [18] Arcangeli A., Crosti R., Marini L., Poggi A., Poldi A., Pulcini M., Ukmar E. (2008). Use of non-dedicated ferry as a platform to monitor cetacean populations over 15 years in Central Tyrrhenian Sea. *22° European Cetacean Society, 22nd annual conference – Egmond aan zee (Olanda)*.
- [19] Salvioli F., Nuti S., Tozzi S., Bellingeri M., Gnöcchi G., Airola S. (2015). A contribution to the conservation of the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the Pelagos Sanctuary. *European Cetacean Society, 29th annual conference – Malta*.

Contro il vortice dell'estinzione: il caso della traslocazione di *Symphytum tanaicense Steven* (Boraginaceae) nel Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli

Marco D'Antraccoli^{1*}, Francesco Aiello^{2*}, Massimo Mirabile^{3*}, Antonio Perfetti^{4**}, Francesca Logli^{5**}, Gianni Bedini^{6*}, Lorenzo Peruzzi^{7*}

Parole chiave: zone umide, *endangered species*, conservazione *in situ* - *ex situ*

Uno degli strumenti emergenti nelle ultime decadi della gestione biologica degli ecosistemi contro l'erosione di biodiversità in atto è la traslocazione di piante localmente scomparse o in pericolo critico di estinzione. La specie target delle attività di conservazione presentate è *Symphytum tanaicense Steven* (Boraginaceae), un'emicriptofita scaposa ponto-pannonica, la cui presenza in Italia si interpreta come relittuale quaternaria. La specie attualmente sopravvive in Italia solo per due stazioni: Coltano (Pisa) e Massaciuccoli (Lucca), entrambe ricadenti all'interno del Parco di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli. Le due popolazioni mostrano un numero esiguo di individui (nel 2015, $n < 50$ ramet) e un trend demografico in continuo declino. Dal punto di vista conservazionistico, la specie è inquadrata come CR (Critically Endangered) nei recenti assessment a livello nazionale, pur non comparendo in nessuna lista di attenzione con valenza normativa. In seguito all'attivazione di una convenzione tra il Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa e il Parco di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli, all'interno del progetto transfrontaliero Italia-Francia-Marittimo ZOUMATE, è stata pianificata un'azione di restauro ecologico di un sito designato ad hoc per l'impianto di una popolazione sperimentale della specie. Il materiale di propagazione utilizzato è stato ottenuto da un campione di diaspori e di frammenti di rizoma prelevati in natura. Questi sono stati destinati alle attività di propagazione e coltivazione *ex situ*, secondo due linee procedurali, di propagazione gamica (germinazione semi) e clonale (frazionamento di rizomi). Tale fase ha permesso la generazione di uno stock di piante adulte o sub-adulte, successivamente trasferite *in situ*, con la successiva attivazione di un monitoraggio finalizzato alla registrazione dei trend demografici del materiale traslocato. Sono pertanto riportate le premesse teoriche, l'intero approccio metodologico alla base di questa attività, nonché i risultati delle operazioni *ex situ* e i primi dati di sopravvivenza a breve termine derivanti dalle attività di monitoraggio *in situ* della popolazione generata.

1. Introduzione

La conservazione della biodiversità in generale, e delle specie rare e minacciate in particolare, è uno degli obiettivi prioritari della comunità scientifica internazionale, che ha recepito, tra le altre, le raccomandazioni della Convenzione sulla Biodiversità di Rio de Janeiro (CBD) e dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN). Nelle ultime decadi, le tecniche di restauro di popolazioni minacciate sono diventate un comune approccio per la conservazione delle specie, anche se solo

di recente stanno acquisendo approcci scientificamente rigorosi [1]. Attraverso il progetto IT-FR Marittimo ZOUMATE, in un territorio di circa 40 ha in passato sottoposto a pascolo, bonifica e coltivazione, e situato a confine con il sito Natura 2000 Selva Pisana, sono state avviate azioni atte a garantire la vitalità di nuove popolazioni di specie rare, favorendo la permanenza delle appropriate condizioni ecologiche e migliorando lo stato di conservazione degli habitat dulciacquicoli di interesse conservazionistico presenti. Per arrivare a questo risultato, tra il 2010 ed il 2011 sono state studiate la vegetazione e l'idrogeologia dell'area.



Figura 1: Foto della pianta. In particolare: (a) habitus, (b) infiorescenza e (c) habitat di crescita.

È stato stabilito il sostanziale isolamento della falda rispetto ai canali contermini con acque in cattivo stato di conservazione, la sufficiente disponibilità e la buona qualità delle acque del sito. Con ZOUMATE (2014-2015) sono stati realizzati vari interventi, come la recinzione delle zone di traslocazione delle specie oggetto di conservazione (circa 4500 m²), tra cui *Symphytum tanaicense* Steven, oggetto di questo articolo, per evitare la distruzione da calpestio dei giovani impianti ad opera di ungulati (e.g. cinghiali, daini).

Inoltre, si è effettuato il restauro delle condizioni di allagamento temporaneo prolungato, che favoriranno a medio termine il diradamento di foreste più monotone (di occupazione dei terreni ex-agricoli) a favore di zone umide aperte a *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. e/o *Carex* sp. pl. Ciò permetterà la formazione di *habitat* importanti per specie legate alle zone umide, come idrofite, insetti e uccelli acquatici in forte rarefazione. Infine, questo restauro permetterà di fatto l'ampliamento del sito di importanza comunitaria Selva Pisana, con la messa in sicurezza a medio/lungo termine di specie rare quali *S. tanaicense*, della

cui conservazione il Parco ha l'intera responsabilità a livello italiano. Questa specie, dal nome comune di "consolida del Don", è una pianta erbacea perenne, con grosso rizoma ipogeo, scapo fiorale eretto che arriva fino a 150 cm di altezza (Figura

gli autori

¹ email: marco.dantraccoli@biologia.unipi.it
autore per corrispondenza

² email: f.aiello1@studenti.unipi.it

³ email: massimo.mirabile@unipi.it

⁴ email: a.perfetti@sanrossore.toscana.it

⁵ email: f.logli@sanrossore.toscana.it

⁶ email: gianni.bedini@unipi.it

⁷ email: lorenzo.peruzzi@unipi.it

* Dipartimento di Biologia, Unità di Botanica,
via Derna 1, 56126 Pisa

** Parco Regionale di Migliarino-San
Rossore-Massaciuccoli, Palazzo degli Stalloni,
Cascine Vecchie di San Rossore, 56122 Pisa

1 a) e foglie semplici alterne pubescenti. L'infiorescenza è scorpoide bifida, costituita da fiori di forma campanulato-urceolata sempre di colore viola [2] (Figura 1 b); la fioritura e la fruttificazione si osservano da maggio a settembre. I caratteri diagnostici, che in particolare distinguono la specie dall'affine *S. officinale* L., sono principalmente riferibili alle strutture fiorali e all'unità di dispersione, una diaspora liscia di colore marrone scuro avente alla base denti riflessi nella cavità dell'eliosoma carnoso [3].

Dal punto di vista ecologico, la specie risulta legata ad ambienti planiziali palustri, come paludi, prati alluvionali, zone umide costiere, radure nelle foreste ripariali ed argini dei corsi d'acqua [4] (Figura 1 c). L'entità, che presenta distribuzione ponto-pannonica, originariamente fu descritta per la parte meridionale del fiume Don, nel Sud-est della Russia, distribuendosi dall'Ungheria e Romania attraverso l'Ucraina fino ai margini occidentali dell'area del Transvolga della Russia [3]. In Italia attualmente è presente soltanto in due stazioni (Figura 2), presso Coltano (Pisa) e il lago di Massaciuccoli (Lucca) [4], entrambe ricadenti nel Parco di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli e presumibilmente di significato relittuale glaciale quaternario [3]. Storicamente risultavano segnalate anche le stazioni di Roffia, presso San Miniato (Pisa), scomparsa nell'ultimo decennio [5] e di Castagnolo (Pisa), la cui ultima presenza documentata è datata al 1918, come

si evince da un campione di Savelli conservato nell'Erbario Centrale Italiano (FI) [3]. Secondo i dati più recenti, al 2016 il contingente italiano annovera complessivamente un centinaio di ramets (equamente ripartiti tra Coltano e Massaciuccoli); le due popolazioni sono considerabili reciprocamente isolate per quanto concerne il flusso genico [4].

La valutazione dello status di minaccia a livello nazionale [4], in accordo con la codifica IUCN, ha identificato l'entità come gravemente minacciata (CR, B1ab(i,ii,iii,iv,v)+2ab(i,ii,iii,iv,v); C2a(i); D). La principale tra le minacce identificate è costituita dalla trasformazione di *habitat* per cause antropiche, mentre secondariamente si cita il potenziale impatto negativo ad opera di specie alloctone di natura invasiva (e.g. *Arundo donax* L.). L'isolamento riproduttivo e il ridotto numero di *ramets* in acclarato *trend* demografico di decrescita [4], nonché la collocazione in fitocenosi instabili in quanto impattate da gestione agro-rurale intensiva, determinano uno stato di estrema precarietà delle popolazioni italiane e giustificano la necessità di azioni dirette di conservazione. Da indagine bibliografica, non risultano esperienze pregresse di attività di traslocazione della specie. In accordo con [6] si rileva come soltanto un approccio di tipo integrato, fondato sulla conoscenza delle caratteristiche bio-ecologiche della specie, contribuisca alla conservazione della diversità biologica e permetta l'acquisizione di

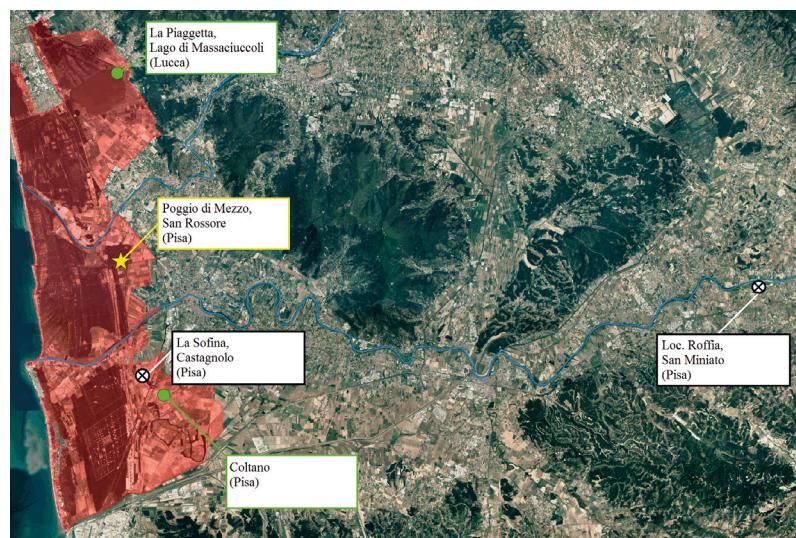


Figura 2: Distribuzione della specie. Legenda simboli: stazioni attuali (cerchi verdi), stazioni scomparse (cerchi bianchi barrati) e stazione d'impianto (stella gialla). L'area in rosso corrisponde alla superficie occupata dal Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli.

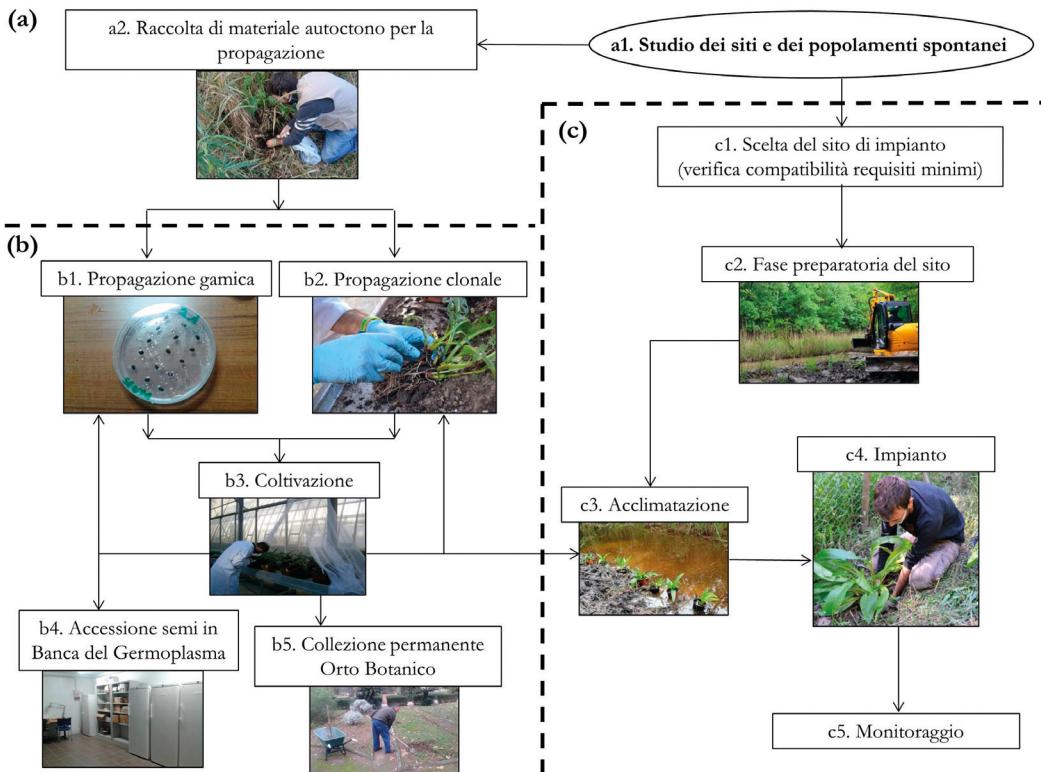


Figura 3: Diagramma di flusso delle attività realizzate. Queste sono distinte secondo la macrocategoria di pertinenza: (a) nei siti di crescita spontanea, (b) presso il Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa e (c) nel sito di traslocazione. Il codice in ogni riquadro trova corrispondenza nel testo.

protocolli, tecniche e politiche di conservazione efficienti da un punto di vista progettuale e scientifico (sia in termini logistico-finanziari che biologici). In Figura 3 è riportato il prospetto metodologico-operativo delle attività svolte nel corso del progetto.

2. Materiali e metodi

2.1 Fase preparatoria

2.1.1 Studio dei siti di crescita e campionamento del materiale

A livello sia auto- che sinecologico sono state effettuate indagini di campo per caratterizzare l'ambiente di vita della specie (Figura 3-a1), con

particolare riferimento ai parametri edafici, all'incadramento vegetazionale dei siti e alla fenologia delle popolazioni. In accordo con le modalità specificate in [7], si è deciso di effettuare prelievi di modeste quantità di materiale vegetale per evitare di arrecare danno a queste popolazioni già in stato precario. Le campagne di raccolta (Figura 3-a2) sono state effettuate in luglio 2014, dicembre 2014 e febbraio 2015. Sono stati campionati 16 rizomi (11 da Coltano, 5 da Massaciuccoli) e 30 diaspori (da Coltano). Durante l'estate 2015 sono state raccolte altre 30 diaspori dalla stazione di Coltano, destinate ai protocolli di conservazione a lungo termine nella Banca del Germoplasma (Figura 3-b4); la scelta di campionare diaspori solo presso la stazione di Coltano si è resa necessaria data la pressoché nulla produzione della popolazione di Massaciuccoli. Un ulteriore stock di 60

diaspore è stato collezionato dagli esemplari in coltivazione all'Orto Botanico di Pisa.

2.1.2 Scelta del sito di destinazione e creazione dell'habitat

La scelta del sito adatto dove traslocare le piante (Figura 3-c1) è una delle fasi preliminari più importanti, ma spesso sottovalutata, in un programma di traslocazione. Come sottolineato da [6], questo deve soddisfare almeno tre requisiti: (a) avere una coerenza bio-ecologica rispetto ai siti di crescita spontanea, ossia deve rappresentare un *habitat* adatto per fattori microclimatici, biotici, strutturali, (b) godere di supporto amministrativo, con la presenza di un'area protetta, o comunque soggetta a forme di tutela e/o gestione, nonché (c) ricadere all'interno dell'areale storicamente documentato (le eccezioni all'ultimo punto devono essere scientificamente giustificate). La zona di traslocazione prescelta, ubicata presso Poggio di Mezzo nella Tenuta di San Rossore (Figura 2), soddisfa tutti i sopracitati requisiti. Prima di procedere alle attività di traslocazione della specie si è provveduto, nel mese di aprile 2015, allo scavo di un canaletto di ca 15 m di lunghezza e 0,8 di profondità (Figura 3-c2) al fine di ricreare, nella stagione tardo-primaverile, un accumulo di acqua simulante l'ambiente di crescita strettamente ripariale riscontrato in Coltano e ritenuto, anche per comparazione con le stazioni eurasiatriche, corrispondente al suo *optimum* ecologico. L'area è stata recintata per impedire l'accesso a fauna (in particolare ungulati) con impatto potenzialmente negativo sulle piante neotrapiantate.

2.2. Fase realizzativa

Lo *stock* di diaspore raccolte è stato in parte utilizzato per le operazioni di germinazione e in parte depositato presso la Banca del Germoplasma per i protocolli di conservazione *ex situ* a lungo termine. Parallelamente alla linea generativa da seme, è stata predisposta la moltiplicazione per via vegetativa dei rizomi. Il contingente di propaguli generato è stato così destinato alle fasi di coltivazione (Figura 3-b3), che hanno preceduto la traslocazione *in situ*.

2.2.1 Propagazione gamica

Successivamente alla raccolta è stato applicato in Banca del Germoplasma un periodo di circa 30

giorni di post-maturazione (*after ripening*) a condizioni di temperatura e umidità relativa non superiori a 20 °C e 40% RH, come suggerito in [7]. Sulle diaspore si sono registrati alcuni dati morfometrici (lunghezza, larghezza, spessore), nonché il peso pre- e post-imbibizione, ottenuto mediante immersione per 24 h in acqua deionizzata. Non essendo in letteratura noti i protocolli ottimali di germinazione della specie, con metà dello *stock* campionato nel 2014 (n = 15), si è applicato quello disponibile sul Seed Information Database dei Kew Gardens di Londra [8] per la congenere ed affine *Sympyrum officinale* (Agar 1%, 12/12 h di alternanza 20/30 °C e ciclo luce/buio), mentre la restante metà delle diaspore (n = 15) sono state poste su terreno. Con lo *stock* dell'anno successivo (2015), ottenuto dalla produzione di diaspore delle piante in coltivazione (n = 60), sono state mantenute le stesse condizioni di germinazione (Figura 3-b1), con test aggiuntivi sull'influenza dell'elaisoma sulla germinazione. I dati raccolti hanno permesso di determinare il tasso finale e la velocità di germinazione (espressa come t50, il numero di giorni necessari per la germinazione del 50% dei semi), nonché di tracciare la curva di germinazione giornaliera.

2.2.2 Propagazione clonale

Le tecniche di propagazione clonale permettono l'instaurarsi di un cospicuo numero di propaguli entro un breve periodo a partire da un ridotto quantitativo di materiale vegetale originario, determinando quindi un minimo impatto sulle popolazioni native minacciate [9]. Per effettuare questa operazione (Figura 3-b2), ogni pianta è stata sezionata in modo da mantenere un rizoma principale dotato di getto epigeo, e un numero variabile (a seconda dell'assetto morfologico e morfometrico del materiale di partenza) di sezioni di rizoma. Nei casi di presenza di porzioni di rizoma prive o con minimo apparato radicale, prima del trapianto, si è proceduto all'applicazione tramite nebulizzatore di una soluzione di acido indol-acetico (IAA; 20 ml/l) per favorire la rizogenesi.

2.2.3 Coltivazione

Le pratiche di coltivazione, tradizionalmente destinate a piante di interesse alimentare e/o vivistico, spesso rappresentano un divario tra le fasi precoci di propagazione *ex situ* e quelle avanzate di traslocazione *in situ*, inficiando in ultima

istanza il buon esito delle stesse. Lo scopo delle attività di coltivazione, inoltre, non è soltanto quello di mantenimento *pro tempore* del materiale prodotto, ma anche di ottenere delle piante con caratteristiche ottimali in termini di vigoria. Le coltivazioni sperimentali delle plantule generate da seme sono state effettuate partendo da fitocelle in polistirolo espanso (\varnothing 2 cm); al raggiungimento di uno stadio dimensionale idoneo, le piante sono state trapiantate in vasi di dimensioni progressivamente crescenti. I rizomi sono stati trapiantati ad una profondità di 3-4 cm in fioriere a sezione rettangolare (37 x 14 x 14 cm). Queste sono state poste su un piano inclinato di circa 10° al fine di creare un flusso direzionale di scorrimento dell'irrigazione, avvenuta manualmente con una frequenza media di circa tre volte a settimana per mantenere sempre un buon tenore di umidità edafica. Tale accorgimento è stato finalizzato ad orientare e favorire l'accrescimento dell'apparato rizomatoso in direzione del lato lungo del vaso ed evitare fenomeni di spiralizzazione all'interno del contenitore dello stesso. Come substrato di coltura è stato preparato un terreno coerente con i dati raccolti nei siti di crescita; nello specifico, è stato impiegato terriccio a base ammendante vegetale e mix di torbe (pH = 7,0; conducibilità elettrica 0,80 dS/m, porosità 90% v/v), agriperlite e lapilli vulcanici. Essendo ignote le relazioni micoriziche della specie, è stato miscelato al preparato una porzione del 10-20% di terreno nativo prelevato dai siti di crescita della specie. Durante tutte le fasi di crescita, le piante sono state irrigate e sottoposte a trattamenti fertilizzanti mirati, il cui cronoprogramma è riportato in Tabella 1:

1. *Ormoni vegetali*: sono stati impiegati nella fase di coltivazione *ex situ* per accelerare la crescita della pianta ed avere nei tempi previsti per l'impianto degli esemplari adulti e ben sviluppati. Sono stati applicati composti esogeni ad attività auxinica, stimolanti di molti processi fisiologici, soprattutto quelli di crescita [10]. L'irrorazione fogliare di auxina in soluzione acquosa è stata applicata in dose di 20 ml/l, in corrispondenza coi valori di etichetta del formulato commerciale.
2. *Concimazione minerale*: prendendo come riferimento piante a medio-basso fabbisogno nutritivo, al fine di evitare stress salini, si è considerato un apporto pari a 0,8 kg/m³ di

concime ternario N:P:K con titolo 10:10:15 [11]. Da questi dati di partenza, la concimazione di copertura è stata quindi effettuata con dose di 6 g/vaso la prima decade di ogni mese, per tre mesi.

3. *Trattamenti fitosanitari*: applicazioni mirate al controllo delle avversità insorte durante le fasi di coltivazione (vedi paragrafo 3.4).

Ad ogni propagulo ottenuto è stato assegnato un codice alfanumerico (Figura 5), in modo da poter risalire nelle successive fasi dell'iter progettuale a dati quali provenienza geografica, pianta madre sorgente e storia colturale ricevuta (clonale/gamica). Durante questa fase *ex situ*, si è ottenuta sia la fioritura che la fruttificazione delle piante in coltivazione.

2.2.4. *Impianto*

Preliminarmente alle fasi di impianto, il materiale generato è stato sottoposto a circa due mesi di acclimatazione controllata, iniziata in aprile 2015 presso l'Orto Botanico di Pisa e proseguita nel mese successivo nel sito di destinazione (Figura 3-c3). Questo periodo ha incluso anche un moderato stress idrico, che attiva nella pianta modulazioni fisiologiche utili ad affrontare condizioni ambientali avverse [12]. Nel disegnare il *pattern* spaziale d'impianto, si è ricercata la massima diversificazione possibile delle condizioni microstazionali, al fine di assicurare maggiori possibilità di attecchimento alle unità d'impianto.

Usare più di una strategia di immissione del materiale vegetale in una reintroduzione costituisce inoltre un'opportunità di valutare requisiti ecologici, tecniche e approcci per eventuali lavori futuri [13]. Queste sono state disposte in tre zone, distinte in base al contesto vegetazionale (fragmiteto denso, lasso, assente). Le operazioni di impianto (Figura 3-c4), iniziate in giugno 2015, sono state effettuate in modo scalare e progressivo, per terminare in ottobre 2015.

3. Risultati

3.1 *Analisi pedologiche*

Il terreno di Coltano è risultato di colore chiaro, fibroso, di natura argilloso-limosa (sabbia: 0-20%; limo: 40-60%; argilla: 40-60%). Il pH ha registrato

Tabella 1: Cronoprogramma dei trattamenti. Sigle: Ormoni Vegetali (OV); Concimazione minerale (CM); Trattamenti Fitosanitari (TF).

OTTOBRE			NOVEMBRE			DICEMBRE			GENNAIO			FEBBRAIO			MARZO		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
		OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	OV	TF	TF	TF
		CM	TF	OV	CM	TF	OV	CM	TF	OV			TF	OV			

valori sub-alcalini (7,4), con una presenza di calcare totale in percentuale compresa tra il 5-10% e una conducibilità elettrica pari a 1496 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Il terreno di Massaciuccoli è risultato di colore scuro, più secco e a tessitura ghiaiosa con granulometria a scheletro prevalente, derivante dal terrapieno artificiale costruito sull'argine del lago. Il pH assume valori similari a quelli di Coltano (7,3), con un calcare totale nella percentuale totale compresa tra il 10 e il 25% e conducibilità di 2780 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

3.2 Propagazione gamica

Le misurazioni condotte su un campione di 60 diasporre hanno restituito un peso (media \pm DS) di $8,5 \pm 2,53$ mg e dimensioni di $4,5 \pm 0,41$ mm (lunghezza), $2,4 \pm 0,21$ (larghezza) e $2,7 \pm 0,21$ (spessore). Il peso medio dopo 24 h di imbibizione tende a raddoppiare; la presenza dell'eliosoma carnoso non induce dormienza e non determina tassi di germinazione differenti (χ^2 corr. Yates = 0,079, $p = 0,7782$). Il galleggiamento

delle diasporre presenta valori intorno al 100% pre-imbibizione e intorno al 70% post-imbibizione. A fronte di un tasso di germinazione relativamente basso (22%) ottenuto da semina su un terreno esposto alle condizioni ambientali esterne, si è registrato un valore medio-alto (70%) per quanto concerne la germinazione in incubatore. Il trend riscontrato (Figura 4) mostra come il maggior incremento di germinazione si manifesti entro una settimana dall'avvio dei protocolli di germinazione, cui segue un periodo di tempo nel quale il tasso di germinazione rimane più o meno stabilizzato, come si può evincere dall'andamento simil *plateau* del grafico. Il t_{50} , ossia il tempo necessario per raggiungere metà del tasso di germinazione massimo, è stato calcolato in accordo con la formula in [14] ed è risultato essere di $5,4 \pm 0,44$, indicante una germinazione piuttosto rapida.

3.3 Propagazione clonale

I rizomi hanno mostrato una capacità rigenerativa molto alta, con un tasso di sopravvivenza dei

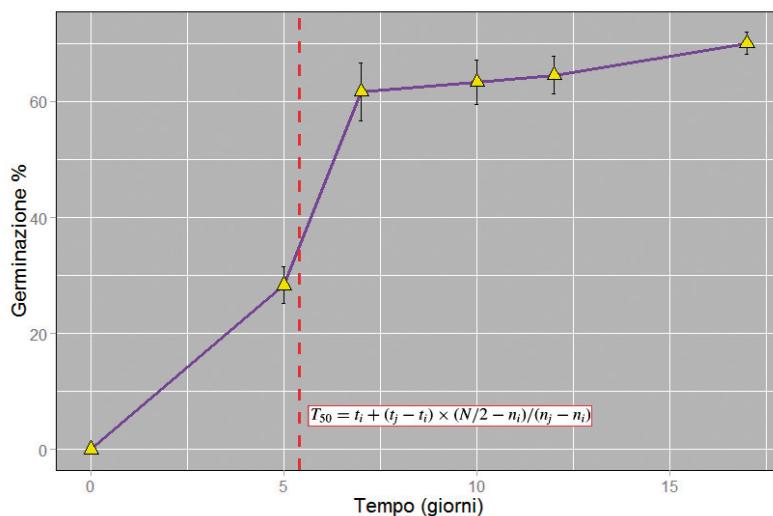


Figura 4: Grafico dell'andamento della germinazione ottenuta in laboratorio.

cloni prossimo al 100%. Il coefficiente medio di moltiplicazione ricavato dai rizomi campionati è stato di 4 nuovi propaguli per pianta madre, per un totale di 49 propaguli ottenuti.

3.4 Coltivazione

Il materiale vegetale è stato posto in coltivazione eliminando (o comunque attenuando) i fattori biotici e abiotici limitanti presenti in natura: con condizioni climatiche favorevoli all'interno della serra i rizomi sono risultati in grado di emettere germogli basali già circa 30 giorni dopo il trapianto. Le plantule ottenute da generazione sessuale hanno mostrato una mortalità molto alta nei primi stadi (fino all'80%), ma una volta raggiunto uno stadio sub-adulto questa si assesta su valori prossimi allo zero. Durante le fasi di coltivazione e mantenimento delle piante adulte si sono registrati problemi di ordine fitopatologico. Trattamenti insetticidi si sono resi necessari per la presenza del lepidottero *Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789) attivo defogliatore allo stadio di larva [15]. Il controllo dell'avversità è avvenuto con metodi chimici, consistiti nella somministrazione dell'agente neurotossico Imidaclorpid per via radicale, oltre che mediante l'asportazione manuale delle larve e l'apposizione di una barriera fisica protettiva costituita da una zanzariera (Figura

3-b3) per isolare le piante e impedire nuove ovo-deposizioni dall'esterno. Il trattamento chimico è stato somministrato in concomitanza con l'irrigazione, in dose di 1 ml/l la seconda decade di ogni mese da novembre a marzo (Tabella 1). Nel mese di marzo, sono stati riscontrati sintomi fogliari riconducibili alle infezioni di oidio [16]. Si è provveduto, quindi, a trattamenti con un prodotto di copertura ad azione protettiva, zolfo in polvere bagnabile (2 g/l), in combinazione con l'anticrittogamico sistemico Tiofanate Metile in dose 1 ml/l, con applicazioni ogni 10 giorni per tutto il mese di marzo. In seguito all'iter di propagazione si è arrivati a gestire in fase di coltivazione un totale di 101 individui, numero sensibilmente superiore rispetto a quanto campionato *in situ* e paragonabile alla consistenza numerica dell'intera popolazione italiana.

3.5 Impianto *in situ*

L'impianto del materiale è avvenuto in due sessioni, giugno e settembre 2015. Nella prima si è provveduto a traslocare 15 piante (Figura 5 a), secondo caratteristiche microstazionali diversificate, in modo da ricavare eventuali indicazioni in ottica della successiva sessione. In quest'ultima sono state quindi impiantate un totale di 30 piante, equiripartite spazialmente nelle tre

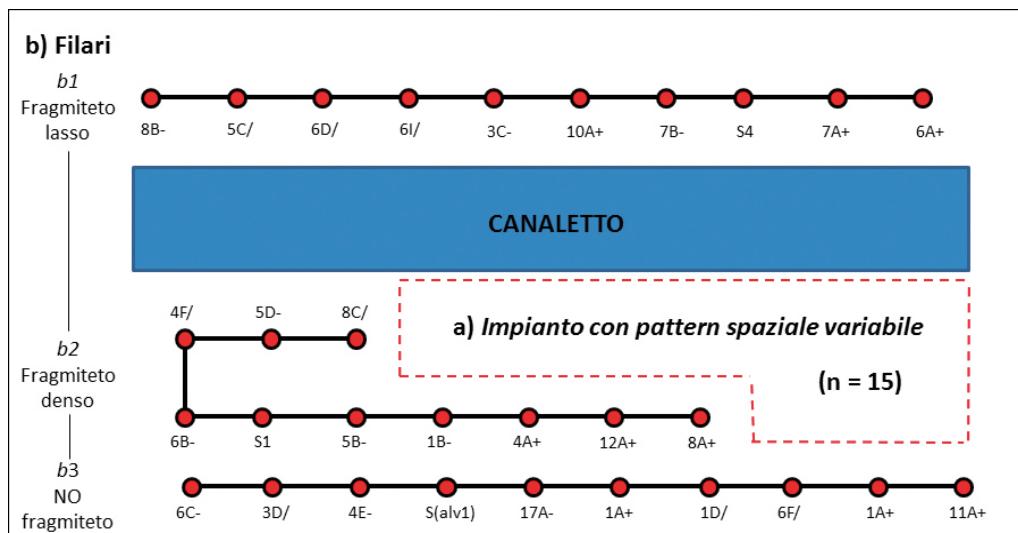


Figura 5: Design d'impianto nel sito di Poggio di Mezzo.

microzonazioni vegetazionali individuate (Figura 5 b). La metodica d'impianto è consistita in una preliminare rimozione del substrato vegetale, cui è seguito il trapianto dell'individuo con annesso il pane di terra, secondo un *pattern* spaziale costituito da tre filari, lungo i tre contesti vegetazionali sopra indicati. Per ognuno di questi, per massimizzare il grado di diversificazione e fornire la possibilità di codificare protocolli di monitoraggio, si è equiripartito il materiale in base ai seguenti fattori: individuo sorgente del propagulo, provenienza (Coltano/Massaciuccoli) e tipologia di propagazione *ex situ* (clonale/gamica).

L'irrigazione è stata effettuata manualmente nella stagione estiva con una frequenza di circa 2 volte a settimana. Durante la prima stagione d'impianto (2015) circa il 20% delle piante ha raggiunto uno stato di maturità riproduttiva, con la produzione di fiori prima e diaspose poi. Nei primi mesi di colonizzazione assistita e di relativo monitoraggio (Figura 3-c5) non si è registrata mortalità delle piante traslocate.

4. Conclusione

Il *trend* demografico di decrescita e una medio-bassa produttività di semi delle popolazioni spontanee [4], nonché l'alto tasso di mortalità delle plantule registrato *ex situ*, lascia ragionevolmente supporre che le due popolazioni italiane mostrino dinamiche afferibili al cosiddetto vortice di estinzione [17]. Complessivamente, nel sito di "Poggio di Mezzo" sono stati traslocati 45 ramets generati mediante propagazione *ex situ*. Attualmente, ulteriori 5 piante prodotte e 86 diaspose collezionate nell'ambito del progetto sono conservate rispettivamente presso l'Orto Botanico (Figura 3-b5) e la Banca del Germoplasma del Dipartimento di Biologia (Figura 3-b4). Il deposito e la conservazione presso queste strutture di un quantitativo sufficiente di diaspose e di piante in coltura sono una garanzia, in caso di eventuale estinzione in natura, e fungono da riserva per futuri interventi di rinforzo o ulteriori traslocazioni. I risultati dimostrano che i semi di *S. tanaicense* riescono a germinare in tempi relativamente brevi e con percentuali medio-alte in laboratorio, ma basse con semina direttamente su terreno; la vitalità

delle plantule si è mostrata marcatamente bassa, fatto presumibilmente da ricondurre ad una depressione da *inbreeding* di cui le piante sono verosimilmente affette. Si rendono necessari ulteriori studi per caratterizzare gli ottimali requisiti di germinazione e le modalità di gestione delle plantule in fase di coltivazione. L'intervento di traslocazione, al primo *step* di valutazione, si può ritenere di successo, in quanto ha centrato gli obiettivi minimi prefissati in fase di progettazione e consistenti nella sopravvivenza del materiale traslocato e nel raggiungimento di uno stato di maturità riproduttiva. Si rende tuttavia necessario, viste le complesse dinamiche popolazionistiche ed ecologiche che riguardano le popolazioni traslocate di specie minacciate, un monitoraggio a medio-lungo termine per verificare la vitalità e la capacità di autosostenersi della popolazione stessa.

Ringraziamenti

Le attività descritte nel presente contributo sono state finanziate con il programma dell'UE IT-FR Marittimo nell'ambito del progetto semplice ZOUMATE, che ha visto coinvolti a livello operativo il Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli, l'Università di Pisa, l'Università di Parma e AF Geoscience and Tecnology Consulting di Pisa. L'Ente Parco, in qualità di coordinatore del progetto, ringrazia la Provincia di Pisa per il contributo finanziario che ne ha reso possibile la realizzazione.

Bibliografia

- [1] S. Godefroid, C. Piazza, G. Rossi, S. Buord, A.D. Stevens, R. Aguraiua, C. Cowell, C.W. Weekley, G. Vogg, J.M. Iriondo, I. Johnson, B. Dixon, D. Gordon, S. Magnanon, B. Valentin, K. Bjureke, R. Koopman, M. Vicens, M. Virevaire, T. Vanderborght, Biol. Cons. 2011, 144(2): 672.
- [2] S. Bottega, F. Garbari, Webbia 2003, 58(2): 243.
- [3] L. Peruzzi, F. Garbari, S. Bottega, Willdenowia 2001, 31(1): 33.
- [4] M. D'Antraccoli, F. Aiello, L. Peruzzi, Inform. Bot. Ital. 2015, 47(2): 286.

- [5] L. Peruzzi, B. Pierini, M. Criscuoli, M. La Rosa, Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. ser. B 2012, 118 (2011): 41.
- [6] G. Rossi, C. Amosso, S. Orsenigo, T. Abeli. Linee Guida per la traslocazione di specie vegetali spontanee. Quad. Cons. Natura, 38. ISPRA. Roma: 2013.
- [7] G. Bacchetta, G. Fenu, E. Mattana, B. Piotto, M. Virevaire. Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione *ex situ* del germoplasma. APAT. Roma: 2006.
- [8] Royal Botanic Gardens Kew. Seed Information Database (SID). Version 7.1 (2016). Sito internet: <http://data.kew.org/sid/>.
- [9] M.F. Fay, In Vitro Cell Dev Biol-Pl 1992, 28(1): 1.
- [10] A. Schiaparelli, G. Schreiber, G. Bourlot, Fittoregolatori in agricoltura. Edagricole. Bologna: 1995.
- [11] A. Pardossi, P. Marzialetti, La concimazione delle piante in contenitore. In Uso razionale nelle risorse nel florovivismo: l'acqua. ARSIA. Firenze: 2004.
- [12] A. Fini, F. Ferrini, M. Di Ferdinando, C. Brunetti, C. Giordano, F. Gerinia, M. Tattini, Urban For. Urban Green. 2014, 13(1): 63.
- [13] D.A. Falk, C.I. Millar, M. Olwell, Guidelines for developing a rare plant reintroduction plan. In Restoring Diversity: Strategies for Reintroduction of Endangered Plants. Island Press. Washington D.C.: 1996.
- [14] M. Farooq , S.M.A. Basra, K. Hafeez, N. Ahmad, 2005. J. Integ. Plant Biol. 47: 187-193.
- [15] L. Sannino, S. Vicidomini, B. Espinosa. Informatore fitopatologico 2005, 9: 34-37
- [16] A. Matta, Fondamenti di Patologia Vegetale. Patron Editore, Bologna: 1996.
- [17] D. Matthies, I. Bräuer, W. Maibom, T. Tscharntke, Oikos 2004, 105(3): 481.

Olio di Oliva Extravergine Toscano: uno studio sul contenuto dei pigmenti e prospettive per un nuovo indice di qualità

Cristina Lazzerini¹, Francesco Buti^{1,2}, Mario Cifelli^{1,3}, Maurizio Zandomeneghi^{1,4}, Valentina Domenici^{*1,5}

Parole chiave: chimica, spettroscopia, olio di oliva extravergine, pigmenti, prodotti agroalimentari.

Nel 2014 il nostro gruppo di ricerca ha messo a punto un nuovo metodo di analisi degli spettri di assorbimento nella regione ultravioletto-visibile (UV-vis) dell'olio di oliva extravergine per ricavare, in modo rapido e semplice, la quantità di β -carotene, luteina, seofitina A e seofitina B, che rappresentano i pigmenti principali nell'olio di oliva e che, oltre a darne il colore gli conferiscono anche caratteristiche benefiche, frutto delle loro capacità antiossidanti. Il contenuto in pigmenti dell'olio di oliva extravergine è legato, tra l'altro, alla qualità, alla freschezza e allo stato di conservazione del prodotto. In questo articolo, descriveremo alcune recenti applicazioni di questo metodo ad un campione rappresentativo di oli di oliva extravergine prodotti in Toscana da olive toscane e, per confronto, di oli di diversa origine botanica e geografica. Verranno discussi alcuni parametri derivati dall'analisi degli spettri UV-vis che possono essere correlati alle diverse annate (dal 2011 al 2014), alle condizioni di conservazione e al "tempo di vita" dell'olio di oliva extravergine. Queste ricerche sono importanti non solo per caratterizzare uno dei prodotti agroalimentari più legati alla cultura e alla cucina mediterranea, ma anche per evidenziare eventuali frodi e adulterazioni che rischiano di minare l'autenticità dell'olio di oliva extravergine, in particolare quello prodotto nella nostra regione.

Introduzione

L'olio di oliva e in particolare l'olio extravergine di oliva (EVOO) è uno dei componenti principali della dieta Mediterranea e più in generale fa parte della cultura dei paesi del Mediterraneo. Prodotto già dai popoli antichi, è stato utilizzato sia per scopo alimentare che curativo e cosmetico. Oggi l'olio di oliva extravergine è ritenuto dalla scienza un alimento ad elevato valore nutrizionale, con effetti benefici sulla salute dell'uomo [1].

L'Unione Europea produce da sola più del 70% del quantitativo totale di oli di oliva, dei quali, stando al rapporto presentato dall'*International Olive Oil Council* per il biennio 2014/2015, la Spagna risulta essere di gran lunga la principale produttrice. L'Italia, assieme alla Grecia, è comunque tra i maggiori produttori: con un quantitativo di circa 220 mila tonnellate di olio di oliva prodotto, l'Italia occupa il terzo posto tra i produttori mondiali per

l'annata 2014/2015. Di queste, la maggior parte provengono dalla Puglia (37%) e in misura minore da tutte le altre regioni meridionali. La Toscana produce in media il 2% del totale prodotto in Italia, tuttavia l'olio di oliva extravergine prodotto in Toscana viene considerato un prodotto di elevata qualità ed è per questo molto richiesto. La classificazione degli oli di oliva, promossa

gli autori

¹ Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Moruzzi 13, 56124 PISA
email:lazzerinicristina@gmail.com

² email: francesco.buti@hotmail.it

³ email: mario.cifelli@unipi.it

⁴ email: maurizio.zandomeneghi@gmail.com

⁵ email: valentina.domenici@unipi.it

* autore per corrispondenza

dalla Comunità Europea, secondo definite caratteristiche chimico-fisiche ed organolettiche, è un aspetto molto importante per la salvaguardia di questo prodotto agroalimentare ed ha l'obiettivo principale di scoraggiare truffe e adulterazioni, che tuttavia sono ancora molto frequenti. Un olio di oliva è denominato "vergine" se non è stato sottoposto ad alcun trattamento estrattivo eccetto quello meccanico, né tantomeno miscelato con oli di altra natura. La dicitura "extravergine" è molto più stringente e comporta il superamento della prova di assaggio da parte di *panel test* accreditati, che valutano gli aspetti organolettici (sapore, odore, eventuali difetti, ecc...). Inoltre, l'olio di oliva extravergine deve rispettare alcuni parametri chimico-fisici, come l'acidità, la concentrazione di perossidi, la concentrazione di cere, l'assorbimento nell'ultravioletto, attraverso gli indici K272 e K236 e altri parametri legati soprattutto alla componente grassa [1]. L'olio di oliva, del resto, è un alimento complesso; esso è costituito da una frazione preponderante, detta saponificabile, costituita essenzialmente da trigliceridi di acidi grassi (95-98% della frazione), acidi grassi liberi (in quantità dipendente dalla qualità di olio) e fosfolipidi, che pesa sul contenuto totale dell'alimento per circa il 98-99%, e da una seconda frazione, detta insaponificabile, che include un numero molto esteso di componenti minoritari e contribuisce in modo significativo alle proprietà organolettiche e salutari dell'alimento. Tra i composti minoritari dell'olio di oliva extravergine basti ricordare lo squalene, alcuni idrocarburi alifatici di- e triterpenici, i tocoferoli (tra cui la vitamina E), gli steroli, vari polifenoli e loro derivati (come i caratteristici oleocantale e oleuropeina), vari tipi di alcol ed i pigmenti, suddivisi principalmente tra carotenoidi, clorofille e feofitine.

I pigmenti conferiscono all'olio di oliva extravergine il suo caratteristico colore che, come la concentrazione dei pigmenti, è influenzato da molti fattori, come le condizioni climatiche, il grado di maturazione dell'oliva al momento della spremitura, il cultivar e le caratteristiche del terreno. Inoltre, dal momento della produzione di un olio di oliva extravergine i pigmenti possono subire alterazioni e diminuire in concentrazione per effetto della cattiva conservazione. Sono quindi altrettanto importanti: la tipologia dei recipienti in cui è conservato l'olio, la temperatura, il grado di illuminazione e la presenza di ossigeno [2-4]. La

complessità e la variabilità di questi fattori ha fatto sì che la quantità e la tipologia dei pigmenti di un olio extravergine di oliva non siano stati ancora presi in seria considerazione da un punto di vista legislativo. Ad esempio, per quanto riguarda i parametri di qualità esistono differenze significative tra quanto indicato dal Codex Alimentarius, dalla Commissione Europea (EC) e dal Concilio Internazionale dell'Olio di Oliva (IOOC). Tuttavia negli ultimi anni molte ricerche scientifiche si stanno concentrando proprio sulla quantificazione dei vari pigmenti [5-13] negli oli di oliva extravergine, sia per certificarne la qualità sia per scongiurare alcune frodi [14,15].

Per questi motivi, il nostro gruppo di ricerca ha sviluppato una metodologia rapida e non distruttiva [5,16,17] basata sull'analisi matematica degli spettri di assorbimento UV-visibile degli oli per la quantificazione dei pigmenti principali, e sta lavorando per implementare [7] il metodo e renderlo più fruibile sia ai produttori che ai consumatori. In questo articolo, dopo aver descritto brevemente in cosa consiste il metodo di analisi spettroscopica messo a punto nel nostro gruppo di ricerca, riporteremo alcuni risultati su campioni di EVOO Toscani ottenuti dalla spremitura delle olive in varie annate [18]. Ci soffermeremo poi su campioni di olio di oliva extravergine dell'annata 2013-2014, per studiare il contenuto dei pigmenti in funzione di alcuni parametri, come il tempo di conservazione, il periodo della spremitura e la tipologia di contenitore usato per conservare i campioni di olio [19]. Sempre relativamente all'annata 2014, particolarmente anomala per l'olio di oliva extravergine italiano, discuteremo i risultati di un test effettuato su una serie di campioni di EVOO commerciali e su campioni di oli di varia natura e origine [20]. Questi ultimi due casi di studio ci serviranno a discutere le potenzialità del metodo di analisi da noi proposto, come *screening test* per valutare la qualità e l'autenticità di un olio di oliva extravergine.

Materiali e Metodi

Metodo spettroscopico per la determinazione dei pigmenti

Il metodo da noi sviluppato per la determinazione quantitativa dei principali pigmenti presenti

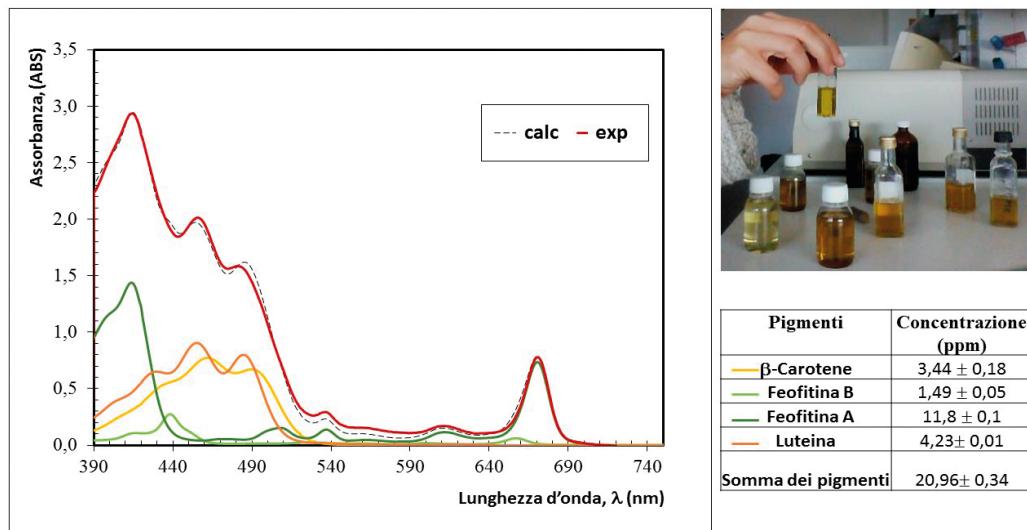


Figura 1: Esempio di spettro sperimentale UV-visibile di un olio di oliva extravergine (curva rossa) e spettro calcolato secondo la procedura di analisi descritta nel testo (curva nera tratteggiata). Sono inoltre riportati i contributi allo spettro dei quattro pigmenti principali (β -carotene, feofitina A, feofitina B e luteina). Lo spettro riporta il valore dell'assorbanza (ABS) versus la lunghezza d'onda (nm). A fianco, in tabella, sono riportati i valori delle concentrazioni dei pigmenti (e la loro somma) espresse in ppm (mg/Kg). Il valore della concentrazione è espresso come valore medio (\bar{x}) su un triplicato, \pm la deviazione standard (SD).

In un olio di oliva extravergine si basa sull'analisi matematica dello spettro di assorbimento UV-visibile dell'olio tal quale [5,6]. Un tipico spettro di un EVOO è riportato in Figura 1 (curva rossa, "exp"). La zona di interesse va dai 390 ai 750 nm, e corrisponde alla zona di assorbimento UV-visibile dei pigmenti che determinano il colore di un olio di oliva. In questa zona, i pigmenti principali presenti in un EVOO sono quattro: β -carotene e luteina, tra i carotenoidi, feofitina A e feofitina B, tra i derivati delle clorofille.

Il contributo allo spettro totale di questi quattro pigmenti può essere calcolato, grazie all'analisi matematica dello spettro, da noi messa a punto, ed è visualizzato dalle curve colorate in Figura 1. La somma di queste quattro curve contribuisce allo spettro calcolato, "calc", rappresentato dalla curva tratteggiata di Figura 1. Le differenze tra lo spettro sperimentale e lo spettro calcolato sono minime e valutate per ogni campione di EVOO attraverso il coefficiente R^2 . Nello spettro riportato in Figura 1, R^2 vale 0.987. A fianco dello spettro

sono inoltre riportati i valori delle concentrazioni dei quattro pigmenti, espresse in ppm (mg/Kg), così come vengono calcolate dalla procedura di analisi. Il vantaggio di questo metodo è che permette di ottenere le concentrazioni dei pigmenti in pochi minuti, compresa la registrazione dello spettro UV-visibile del campione EVOO, precedentemente inserito in una apposita cuvetta di quarzo, attraverso il fitting dello spettro e la restituzione, come dati di output, dei parametri significativi. Questo metodo di analisi spettroscopica è stato confrontato [18-20] con i metodi utilizzati normalmente per la quantificazione dei pigmenti, come la cromatografia HPLC con rivelatore UV-visibile (HPLC&DAD). I metodi standard, tuttavia, sono più costosi, richiedono un trattamento chimico del campione, come ad esempio una estrazione con solvente, e richiedono mediamente da 20 a 40 minuti di tempo. Il nostro metodo spettroscopico è stato recentemente validato da un punto di vista analitico [5,6,7,18,19,20] ed è risultato robusto, accurato e affidabile.

Nel presente lavoro i valori delle concentrazioni dei pigmenti calcolati attraverso il metodo spettroscopico sono espressi come valore medio (\bar{x}), su un triplicato, \pm la deviazione standard (SD). In un caso di studio, abbiamo riportato i valori della concentrazione della feofitina A, clorofilla A e pirofeofitina A, in ppm, determinati attraverso HPLC&DAD, secondo quanto riportato in [18-20].

Campioni di olio

I campioni di olio di oliva extravergine Toscani utilizzati in questo lavoro sono stati certificati dalle aziende produttrici e, là dove non esplicitamente indicato, sono oli con marchio “IGP” (“*identificazione di origine protetta*”). Tutti i campioni di EVOO e non EVOO, là dove non esplicitamente indicato, sono stati conservati in frigo (a temperatura di 5°C) in recipienti di vetro scuro (lontano da fonti di calore e fonti luminose). I campioni usati per lo studio sulla conservazione sono miscele di oli di oliva extravergine provenienti da Spagna, Tunisia, Italia e Grecia, forniti dall’azienda Salov Spa. Questi campioni sono stati certificati come oli di oliva extravergine e, per ogni lotto, sono noti il periodo di spremitura delle olive di origine, il giorno di confezionamento e i parametri chimico-fisici (acidità, K272, K236, contenuto in cere, etc...). Per lo studio sugli oli di oliva extravergine commerciali prodotti nel 2014, i campioni sono stati acquistati in un supermercato lo stesso giorno. I campioni scelti avevano indicato il giorno di confezionamento, la dicitura “olio di oliva extravergine” e l’origine geografica delle olive (“Italiane”). Su questi campioni commerciali non sono stati effettuati test per verificare la veridicità delle informazioni riportate in etichetta. I campioni sono stati catalogati in base al prezzo di vendita. Informazioni aggiuntive su questi campioni sono riportati in [20].

Risultati

Oli di oliva extravergine prodotti in Toscana in diverse annate.

Il 2014 è stata una annata particolarmente negativa per l’olio di oliva extravergine sia in Italia che in Europa, a causa di un calo di produzione che ha colpito principalmente la Spagna e l’Italia.

Le cattive condizioni climatiche, quali ondate di calore, alti tassi di umidità e piogge abbondanti, hanno contribuito ad una maggiore diffusione di attacchi parassitari, come la mosca olearia, responsabile di malattie delle olive [17,20]. Per capire se oltre ad una evidente variazione della quantità di olio di oliva prodotto fossero riscontrabili anche delle variazioni da un punto di vista chimico-fisico negli EVOO del 2014, ci siamo soffermati in particolare su oli prodotti in Toscana da olive toscane [18], con caratteristiche di autenticità come riportato nel precedente paragrafo. In particolare, utilizzando il metodo di analisi degli spettri di assorbimento UV-visibile abbiamo determinato la concentrazione in ppm (mg/Kg) dei quattro pigmenti principali in campioni di EVOO prodotti in annate diverse (2011, 2012 e 2014). Tutti i campioni di EVOO sono conservati in modo analogo, in recipienti di vetro scuro, e tenuti a temperatura di 5°C, in modo da non alterare il contenuto in pigmenti nel tempo. Gli spettri sono stati registrati in tutti i casi dopo circa tre mesi della spremitura delle olive. In questo modo l’eventuale presenza di clorofille è ridotta al minimo e gli spettri sono ben riproducibili utilizzando i quattro pigmenti principali (β -carotene, luteina, feofitina A e feofitina B). Questo è testimoniato dai valori di R^2 che variano tra 0.987 e 0.995. Riducendo al minimo l’effetto della diversa conservazione dei campioni, l’unico parametro importante ai nostri scopi risulta essere l’anno di spremitura, che quindi riflette le caratteristiche climatiche, diverse di anno in anno.

Una selezione dei risultati è mostrata in Figura 2, dove sono riportati i valori di β -carotene in funzione della somma totale dei pigmenti (Fig. 2A) e di feofitina A in funzione della somma totale dei pigmenti (Fig. 2B). Come si può notare, differenze significative si possono notare per quanto riguarda il contenuto in β -carotene, che risulta essere più alto negli EVOO del 2014, rispetto alle precedenti annate. Viceversa, per gli altri pigmenti, come per la feofitina A, non si notano differenze significative tra diverse annate.

La concentrazione tipicamente maggiore di β -carotene negli EVOO del 2014 rispetto alle altre annate, può essere spiegata con la presenza di anomalie nei processi biosintetici all’interno della drupa dell’oliva in relazione alle particolari condizioni climatiche e alla presenza della mosca olearia. Questo aspetto è interessante per poter

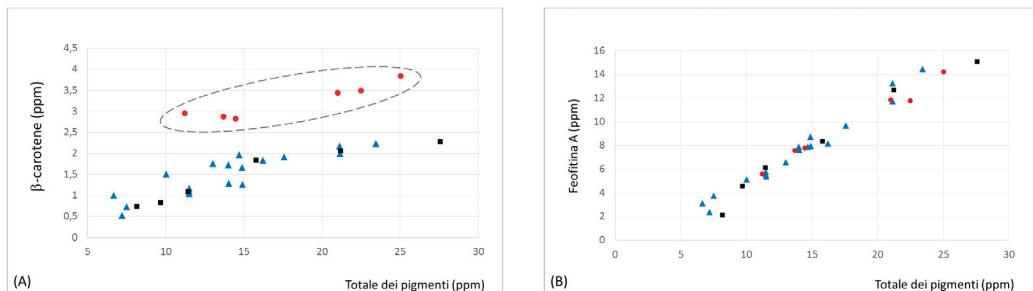


Figura 2: (A). Concentrazione di β -carotene (ppm) versus somma totale dei pigmenti (ppm) ottenuti dall'analisi degli spettri di assorbimento UV-visible in campioni di olio di oliva extravergine prodotti in Toscana in diverse annate (● 2014, ▲ 2012 e ■ 2011). **(B)** Concentrazione di feofitina A (ppm) versus somma totale dei pigmenti (ppm) ottenuti dall'analisi degli spettri di assorbimento UV-visible in campioni di olio di oliva extravergine prodotti in Toscana in diverse annate (● 2014, ▲ 2012 e ■ 2011).

discriminare EVOO prodotti in Toscana nel 2014 rispetto ad oli “più vecchi”, anche in considerazione del fatto che, proprio per il notevole calo di produzione di olio del 2014, sono stati registrati vari casi di “allungamento” dell’olio di oliva con oli prodotti nelle annate precedenti.

Effetto della tipologia di recipiente e del tempo sul contenuto dei pigmenti.

E’ noto che l’olio di oliva extravergine evolve nel tempo, dal momento della spremitura delle olive al momento del consumo a tavola [1]. Anche i pigmenti, come molti altri composti minoritari, possono facilmente decomporsi per effetto della cattiva conservazione, ad esempio per la presenza di fonti di calore e per irraggiamento luminoso. Un primo cambiamento dell’olio di oliva extravergine riguarda proprio il colore, che è verdognolo al momento della frangitura delle olive per diventare giallo-oro dopo circa tre mesi. Questa variazione di colore tipica dei primi mesi di “vita” dell’olio è dovuta alla degradazione delle clorofille che si trasformano in feofitine. Questo processo avviene naturalmente e difficilmente può essere arrestato, proprio perché le clorofille sono molto instabili. Dopo i tre mesi dalla spremitura, però, il contenuto in pigmenti dovrebbe mantenersi costante per i successivi 8-10 mesi, a meno che il campione non sia mal conservato [2,4,15]. Tra i fattori che possono influenzare una buona o cattiva conservazione ci sono la temperatura, la luce e la tipologia dei contenitori usati.

Per verificare l’effetto del tipo di recipiente usato

per conservare gli EVOO e valutare anche l’effetto del “tempo” di conservazione, abbiamo monitorato il contenuto in pigmenti su una serie di campioni ottenuti miscelando EVOO di diversa origine geografica, tenendo conto però del periodo di spremitura di ogni campione. Per evitare che altri effetti potessero intervenire, falsando lo studio, tutti i campioni sono stati stoccati a circa 18°C, in assenza di fonti luminose. In questo modo, si tiene conto solo dell’effetto del recipiente, che nel nostro caso era costituito da recipienti in vetro scuro, PET scuro e PET chiaro.

Nella Tabella 1 sono riportate le concentrazioni dei pigmenti ottenuti tramite il metodo UV-visible e la relativa deviazione standard calcolata sull’analisi di tre replicati di ogni campione in esame. I campioni sono stati ordinati in base al periodo di spremitura delle olive, dal novembre 2013 al novembre 2014, indicando, con un opportuno simbolo, la tipologia del recipiente (*: vetro scuro, #: PET scuro e §: PET chiaro). In tabella sono anche indicati i giorni di conservazione (giorni dal momento del confezionamento all’analisi dei pigmenti).

Per meglio valutare eventuali variazioni della concentrazione dei pigmenti, gli stessi campioni di olio di oliva extravergine sono stati analizzati mediante HPLC&DAD [20], per determinare la concentrazione di feofitina A, clorofilla A e pirofeofitina A. L’andamento di questi tre pigmenti in funzione del tempo di conservazione è riportato in Figura 3.

La clorofilla A, come detto in precedenza, si

Tabella 1: Concentrazione dei quattro pigmenti principali in campioni di olio di oliva extravergine ottenuti dalla spremitura delle olive in periodi compresi tra novembre 2013 e novembre 2014 e imbottigliati in recipienti di vetro scuro (*), PET scuro (#) e PET chiaro (§). E' indicato il tempo (in giorni) tra il confezionamento e l'analisi dell'olio. Il valore della concentrazione è espresso come valore medio (\bar{x}) su un triplicato \pm la deviazione standard (SD).

periodo di confezionamento	giorni di conservazione	β -carotene (ppm)	luteina (ppm)	feofitina a (ppm)	feofitina b (ppm)
Nov-2013 *	378	2,99 \pm 0,09	3,82 \pm 0,01	10,23 \pm 0,11	1,46 \pm 0,05
Dic-2013 *	343	2,60 \pm 0,09	3,53 \pm 0,01	10,04 \pm 0,11	1,22 \pm 0,05
Gen-2014 *	296	4,16 \pm 0,09	6,40 \pm 0,01	19,72 \pm 0,11	1,96 \pm 0,05
Feb-2014 *	263	3,87 \pm 0,09	4,88 \pm 0,01	15,14 \pm 0,11	1,74 \pm 0,05
Mar-2014 §	232	2,80 \pm 0,09	5,06 \pm 0,01	9,55 \pm 0,11	1,16 \pm 0,05
Apr-2014 *	214	2,84 \pm 0,09	5,01 \pm 0,01	9,25 \pm 0,11	1,17 \pm 0,05
Mag-2014 *	170	2,84 \pm 0,09	5,60 \pm 0,01	10,09 \pm 0,11	1,12 \pm 0,05
Giu-2014 #	137	3,32 \pm 0,09	5,08 \pm 0,01	10,25 \pm 0,11	1,47 \pm 0,05
Lug-2014 #	119	2,87 \pm 0,09	4,89 \pm 0,01	9,89 \pm 0,11	1,30 \pm 0,05
Ago-2014 *	98	3,35 \pm 0,09	5,66 \pm 0,01	10,90 \pm 0,11	1,42 \pm 0,05
Set-2014 #	56	3,49 \pm 0,09	5,80 \pm 0,01	11,77 \pm 0,11	1,44 \pm 0,05
Ott-2014 §	21	1,74 \pm 0,09	5,17 \pm 0,01	4,90 \pm 0,11	0,67 \pm 0,05
Nov-2014 *	7	2,35 \pm 0,09	4,25 \pm 0,01	5,16 \pm 0,11	0,74 \pm 0,05

trasforma quasi completamente in feofitina A dopo 60-90 giorni dalla spremitura delle olive. E' quindi ragionevole che la concentrazione della feofitina A sia piuttosto alta rispetto alla concentrazione della clorofilla A in tutti i campioni analizzati. Un dato anomalo riguarda i campioni ottenuti dalla spremitura delle olive nei periodi ottobre 2014 e novembre 2014, che hanno valori estremamente bassi delle clorofille e dei loro derivati (vedi frecce nere in Figura 3). Questo dato potrebbe essere legato alle cattive condizioni climatiche, quali piogge e temperature molto basse, che hanno portato ad una scarsa qualità delle olive proprio in quel periodo in tutta l'area del Mediterraneo interessata alla produzione di olio. Sia dalla Tabella 1 che dalla Figura 3, non

si nota un andamento regolare delle concentrazioni di feofitina A e clorofilla A in funzione del tempo di conservazione e, per questi due pigmenti, non si notano variazioni significative tra le diverse tipologie di recipiente. Questo fatto si può spiegare pensando che i campioni sono stati comunque ben conservati, ovvero tenuti al buio e a temperature fresche. I due fattori determinanti per la degradazione dell'olio di oliva extravergine durante la conservazione sono quindi la temperatura e la luce, mentre la tipologia del recipiente non sembra incidere in modo significativo. Un dato interessante riguarda la presenza di pirofeofitina A, che si ottiene dall'ulteriore degradazione della clorofilla A e della feofitina A. La presenza di pirofeofitine è considerata anche

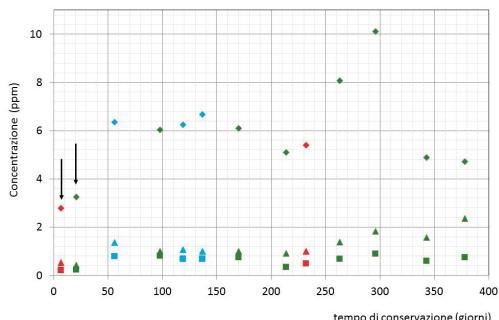


Figura 3: Concentrazione (ppm) di feofitina A (□), clorofilla A (■) e pirofeofitina A (▲) ottenuti mediante analisi HPLC&DAD sui campioni di oli di oliva extravergine della Tabella 1 in funzione dei giorni di conservazione, dal confezionamento all'analisi. I diversi colori si riferiscono al tipo di recipiente utilizzato per la conservazione degli oli: vetro scuro (verde), PET scuro (celeste) e PET chiaro (rosso). Con una freccia verticale sono indicati i campioni con un valore estremamente basso di pigmenti, che si riferiscono al periodo di spremitura delle olive di ottobre e novembre 2014.

un indice di invecchiamento dell'olio [1]. Come si può vedere dalla Figura 3, la pirofeofitina A aumenta in modo sensibile nei campioni, anche quelli conservati in vetro scuro, a partire dai 200 giorni successivi all'imbottigliamento. Il diverso andamento della pirofeofitina A in funzione dei recipienti di conservazione merita invece ulteriori approfondimenti.

Variabilità del contenuto di pigmenti in oli di oliva extravergine commerciali (annata 2014) e possibile relazione con la qualità.

In questa parte del lavoro, metteremo a confronto alcuni oli di oliva extravergine commerciali, ottenuti dalla spremitura di olive italiane nel periodo ottobre-novembre 2014. I campioni sono stati prodotti e certificati da diverse aziende in Italia e sono stati acquistati lo stesso giorno in un supermercato. Questo test è stato effettuato per riprodurre una possibile indagine sui prodotti presenti sul mercato, utilizzando il nostro metodo di analisi dei pigmenti, che garantisce una elevata velocità di esecuzione e allo stesso tempo risulta essere un metodo efficace e affidabile per la determinazione dei pigmenti in un olio di oliva extravergine.

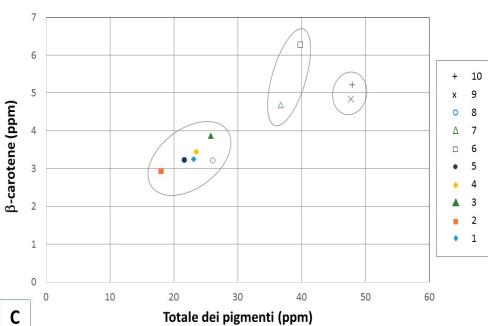
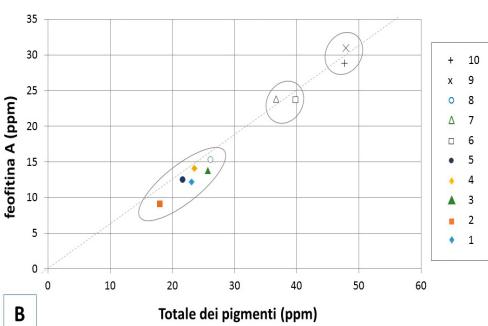
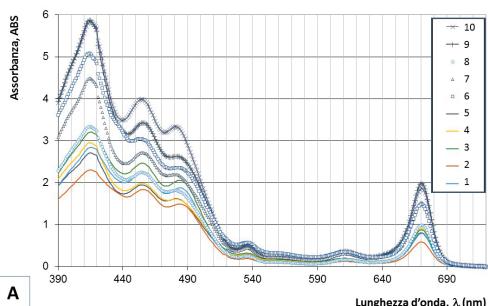


Figura 4: A. Serie di spettri di assorbimento UV-visibile dei dieci campioni di EVOO commerciali (da 1 a 10). B. Concentrazione (ppm) di feofitina A in funzione della somma dei pigmenti (ppm), nei dieci campioni analizzati. C. Concentrazione (ppm) di β -carotene in funzione della somma dei pigmenti (ppm), nei dieci campioni analizzati. Sono inoltre evidenziati con dei cerchi i tre gruppi di campioni aventi caratteristiche simili nel contenuto di pigmenti.

Tabella 2. Concentrazioni dei quattro pigmenti principali, somma totale dei pigmenti, somma delle concentrazioni dei carotenoidi e delle feofitine nei dieci campioni di EVOO commerciali, numerati da 1 a 10, ottenute dall'analisi degli spettri UV-visibile [20]. Il valore della concentrazione è espresso come valore medio (\bar{x}) su un triplicato \pm la deviazione standard (SD). I valori di R^2 dei fitting dei dieci campioni risultano superiore a 0,995.

EVOO	β -carotene (ppm)	luteina (ppm)	feofitina A (ppm)	feofitina B (ppm)	Somma dei pigmenti (ppm)	Somma delle feofitine (ppm)	Somma dei carotenoidi (ppm)
1	3,25 \pm 0,18	6,16 \pm 0,01	12,2 \pm 0,1	1,54 \pm 0,05	23,11 \pm 0,34	13,69 \pm 0,15	9,42 \pm 0,19
2	2,92 \pm 0,18	4,57 \pm 0,01	9,0 \pm 0,1	1,48 \pm 0,05	18,01 \pm 0,34	10,52 \pm 0,15	7,49 \pm 0,19
3	3,87 \pm 0,18	6,30 \pm 0,01	13,8 \pm 0,1	1,78 \pm 0,05	25,75 \pm 0,34	15,58 \pm 0,15	10,17 \pm 0,19
4	3,45 \pm 0,18	4,46 \pm 0,01	14,1 \pm 0,1	1,55 \pm 0,05	23,52 \pm 0,34	15,62 \pm 0,15	7,91 \pm 0,19
5	3,23 \pm 0,18	4,73 \pm 0,01	12,5 \pm 0,1	1,24 \pm 0,05	21,65 \pm 0,34	13,70 \pm 0,15	7,95 \pm 0,19
6	6,28 \pm 0,18	4,97 \pm 0,01	23,7 \pm 0,1	4,94 \pm 0,05	39,84 \pm 0,34	28,60 \pm 0,15	11,24 \pm 0,19
7	4,68 \pm 0,18	6,15 \pm 0,01	23,8 \pm 0,1	2,10 \pm 0,05	36,72 \pm 0,34	25,88 \pm 0,15	10,83 \pm 0,19
8	3,20 \pm 0,18	5,84 \pm 0,01	15,3 \pm 0,1	1,81 \pm 0,05	26,13 \pm 0,34	17,09 \pm 0,15	9,04 \pm 0,19
9	5,21 \pm 0,18	8,13 \pm 0,01	30,9 \pm 0,1	3,63 \pm 0,05	47,89 \pm 0,34	34,56 \pm 0,15	13,39 \pm 0,19
10	4,84 \pm 0,18	11,81 \pm 0,01	28,8 \pm 0,1	2,21 \pm 0,05	47,69 \pm 0,34	31,04 \pm 0,15	16,65 \pm 0,19

I campioni qui analizzati sono numerati da 1 a 10, e sono suddivisi in base al prezzo di vendita crescente: da 4€/L a 18€/L. In Figura 4A, sono riportati gli spettri di assorbimento UV-visibile dei dieci campioni, mentre i valori delle concentrazioni dei pigmenti ottenuti dall'analisi degli spettri UV-visibile sono riportati in Tabella 2.

Per meglio visualizzare i valori di Tabella 2, si riportano in Figura 4B e 4C i valori di feofitina A e β -carotene, rispettivamente, in funzione della somma dei pigmenti per i dieci campioni analizzati. In entrambi i grafici è possibile evidenziare tre gruppi di campioni: il primo comprende i campioni da 1 a 5 (prezzo sotto i 6 €/L), il secondo comprende i campioni 6 e 7 (prezzo tra 7 and 14 €/L) e un terzo gruppo comprende i campioni 9 e 10 (prezzo da 15 a 18 €/L). Il campione numero 8 ha caratteristiche tipiche del primo gruppo, anche se il prezzo di mercato è di 10€/L.

Abbastanza sorprendentemente, almeno per noi, esiste una elevata correlazione (R^2 maggiore di 0,95) tra contenuto di feofitina A, che è linearmente correlato alla somma totale dei pigmenti, come riscontrato già nei nostri precedenti studi [6,18-20], e prezzo dell'olio di oliva extravergine. Per quanto riguarda gli altri pigmenti, si riscontra una correlazione minore, ma l'andamento del

contenuto in pigmenti in funzione del prezzo di mercato è piuttosto evidente. Il fatto che campioni di olio di oliva extravergine della stessa annata possano avere prezzi così diversificati (da 3,99 a oltre 18,00 €/L) ha destato e destà un acceso dibattito, se non sulla autenticità dei prodotti, sulla quale il presente studio non intende addentrarsi, sulla loro qualità. La relazione che questo studio mostra tra la concentrazione in pigmenti e il prezzo degli oli di oliva extravergine analizzati ci pone chiaramente questa domanda: può essere considerato il contenuto dei pigmenti un indice di qualità del prodotto? Nonostante si tratti di un test effettuato su un numero ristretto di campioni, quello che abbiamo mostrato ci fa pensare che la risposta a questo quesito possa essere positiva. Dunque, la determinazione dei pigmenti nell'olio di oliva dovrebbe, a nostro parere, essere considerata più seriamente e inclusa tra le analisi che quantomeno "qualificano" il prodotto olio di oliva extravergine. Del resto, il Concilio Internazionale dell'Olio di Oliva (IOOC) già considera la concentrazione di vari composti minoritari, come i pigmenti, come un indice di qualità. La Comunità Europea tuttavia non ha recepito queste indicazioni.

Contenuto di pigmenti in oli di oliva extravergine e altri oli di origine vegetale.

In questa ultima parte del lavoro, sono stati analizzati con il metodo spettroscopico UV-visibile anche campioni non EVOO, ovvero campioni di olio di oliva non extravergine (come olio lampante, olio di ripasso e olio lampante ripassato) e oli di diversa origine botanica, ovvero ottenuti da semi o frutti diversi dall'oliva. In tutti i casi, il metodo ha permesso di quantificare la concentrazione dei quattro pigmenti principali, là dove presenti. Per meglio discutere questi dati, le concentrazioni dei pigmenti dei campioni non EVOO sono state confrontate con quelle ottenute su un set di EVOO con caratteristiche molto diverse. In Figura 5, a titolo di esempio, sono riportate le concentrazioni del β -carotene ottenute per i campioni di EVOO e non EVOO in funzione della concentrazione della feofitina A (Figura 5A) e della luteina (Figura 5B).

Come si può subito notare in entrambe le figure, i campioni EVOO hanno valori di concentrazione molto variabili tra loro (es. β -carotene: da 0,5 a 6 ppm; feofitina A: da 0,4 a 32 ppm; luteina: da 2 a 11 ppm). Questa variabilità è dovuta al fatto che gli EVOO che abbiamo scelto di riportare in figura hanno caratteristiche molto diverse tra loro. Ad esempio, sono riportati EVOO di recente spremitura e EVOO "vecchi" (oltre 12 mesi dal confezionamento), EVOO di diversa origine geografica e diverso cultivar, EVOO di alta e bassa qualità (vedi precedente paragrafo). Nonostante questa variabilità, dal punto di vista del contenuto in pigmenti, gli EVOO sono ben distinti rispetto

a quasi tutti gli altri oli di diversa tipologia. Come si può notare in figura, gli oli lampante ripassato e di ripasso hanno un contenuto molto maggiore sia in carotenoidi che in feofitine, mentre l'olio lampante ha un contenuto analogo di feofitine, ma decisamente maggiore di carotenoidi. L'olio di avocado si distingue dagli altri in quanto non contiene β -carotene. Mentre, gli oli di mais, girasole, lino, sesamo e soia non contengono feofitine (vedi Figura 5A). Gli oli di mais e di lino hanno un contenuto di carotenoidi che può essere paragonabile a quello di alcuni EVOO (Figura 5B), tuttavia l'assenza di feofitine è discriminante. Viceversa, l'olio di colza e l'olio di arachidi hanno valori di β -carotene e feofitina A che potrebbero assomigliarli ad alcuni EVOO (Figura 5A), tuttavia, nel loro caso, la concentrazione di luteina è un fattore discriminante.

La concentrazione in pigmenti, come noto [1], è una caratteristica degli EVOO e non esiste nessun altro olio che ha un contenuto in pigmenti analogo a quello degli EVOO. I dati riportati in Figura 5 confermano questo dato, e offrono la possibilità di discriminare molto velocemente gli oli in base al contenuto dei pigmenti. E' anche sulla base di questo risultato, oltre che dall'analisi dell'andamento della concentrazione di pigmenti in miscele di oli di diversa origine [5,6,20], che ritieniamo la determinazione veloce e non distruttiva dei pigmenti principali, mediante il metodo da noi messo a punto, utile per evidenziare eventuali frodi legate alla presenza di oli di diversa origine in oli dichiarati come EVOO. Su questo aspetto,

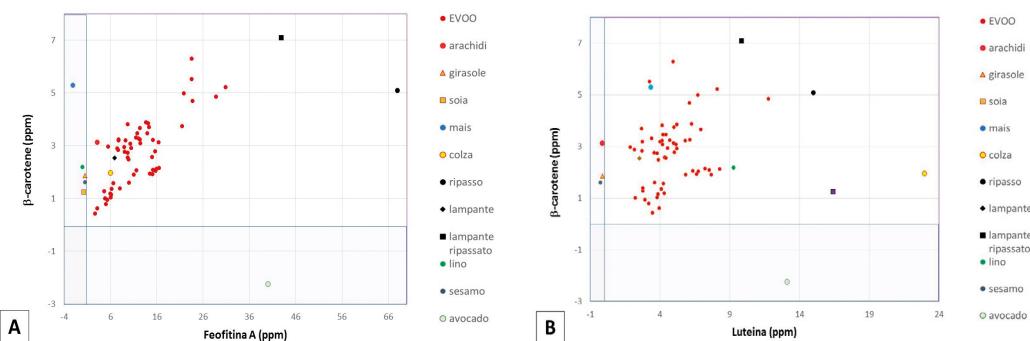


Figura 5: Concentrazione del β -carotene (ppm) in funzione della concentrazione della feofitina A (ppm) (A) e della luteina (ppm) (B) ottenute dal metodo UV-visibile, per una serie di campioni EVOO con caratteristiche molto variabili e campioni non EVOO, come indicato in legenda. I riquadri ombreggiati indicano le zone con valori negativi (ovvero non determinabili mediante il metodo di analisi).

molto importante dal punto di vista sia dei produttori che dei consumatori, stiamo lavorando per predisporre una metodica ad hoc.

Conclusioni

In questo articolo i principi su cui si basa la nuova metodologia di analisi dei pigmenti a partire dall'assorbimento UV-visibile degli oli di oliva extravergine sono descritti focalizzando l'attenzione sulle sue potenzialità applicative. Il metodo è stato precedentemente validato e rappresenta una valida alternativa ai metodi cromatografici in uso attualmente, con evidenti vantaggi in termini di tempo, costo e affidabilità per determinazioni quantitative della concentrazione dei pigmenti principali, che sono in particolare due carotenoidi, β -carotene e luteina, e due derivati delle clorofille, feofitina A e feofitina B. In questo lavoro sono riportati alcuni esempi di applicazione del metodo spettroscopico:

- Campioni EVOO Toscani di diverse annate hanno mostrato un contenuto anomalo in termini di β -carotene negli EVOO del 2014, rispetto ad altre annate. Questo ha permesso di discriminare gli EVOO prodotti in questa annata particolarmente negativa per l'Italia e la Toscana, rispetto alle altre annate e anche di evidenziare una frode, segnalata lo scorso anno, che consisteva nell'allungare oli del 2014 con oli "vecchi".
- Campioni ottenuti dalla miscelazione di EVOO di diversa origine geografica, ottenuti dalla spremitura delle olive in un periodo compreso tra novembre 2013 e novembre 2014, sono stati studiati per verificare l'effetto del diverso recipiente di confezionamento e l'effetto del tempo di conservazione, mantenendo gli oli in assenza di luce e a temperatura costante (circa 18°C). Quello che si è potuto notare dall'andamento del contenuto in pigmenti principali è che la tipologia di contenitore (vetro o PET) non ha effetti particolari, confermando che i principali fattori che determinano la cattiva conservazione di un EVOO sono la temperatura e la luce. Inoltre, anche nel recipiente di vetro scuro, considerato il migliore per la conservazione degli oli, dopo circa 200 giorni dall'imbottigliamento, la pirofeofitina, prodotta per degradazione di clorofille e feofitine,

aumenta sensibilmente, indicando la presenza di processi da considerarsi all'origine dell'invecchiamento dell'olio.

- Volendo simulare una indagine di mercato, alcuni campioni di EVOO prodotti nel periodo settembre-ottobre 2014 sono stati acquistati al supermercato e catalogati in base al prezzo di vendita. L'indagine sul contenuto dei pigmenti in questi EVOO ha messo in evidenza una correlazione molto forte tra quantità dei pigmenti, in particolare, feofitina A, e prezzo di mercato, dando una indicazione piuttosto evidente del fatto che i pigmenti possano essere ritenuti un parametro di qualità dei prodotti sul mercato.
- Il contenuto in pigmenti di campioni EVOO con una elevata variabilità di condizioni (origine geografica e cultivar, annata, qualità,...) è stato confrontato con oli non EVOO di varia origine. Da questo confronto è possibile discriminare in modo piuttosto evidente gli EVOO dai non EVOO, e questo semplice confronto è alla base della possibilità di individuare frodi nel campo dell'olio di oliva extravergine dovute alla miscelazione con oli non EVOO.

Questi esempi sono indicativi delle molteplici applicazioni della metodologia di analisi dei pigmenti negli oli di oliva extravergine a partire dall'analisi spettroscopica che abbiamo messo a punto. Pensiamo, anche sulla base di questi risultati, che questo nuovo metodo potrebbe rappresentare una indagine di routine, visto il suo carattere economico, non distruttivo e molto veloce.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il Dr. Andrea Serani per i suggerimenti e per la collaborazione nella selezione e certificazione dei campioni di oli utilizzati in questo lavoro.

Bibliografia

- [1] D. Boskou, Olive and Olive Oil Bioactive Constituents. AOCS Press. Urbana: 2014.
- [2] M. T. Bilancia, F. Caponio, E. Sikorska, A. Pascualone, T. Gomes, C. Summo, Italian J Food Sci, 2007, 19, 400.

- [3] S. Cevik, G. Ozkan, M. Kiralan, A. Bayrak, *Acta Alimentaria*, 2014, 43, 526.
- [4] G. Gambacorta, A. Baiano, M. A. Previtali, C. Terracone, E. La Notte, *Italian J. Food Sci*, 2009, 21, 208.
- [5] V. Domenici, D. Ancora, M. Cifelli, A. Serani, C. A. Veracini, M. Zandomeneghi, *J. Agric. Food Chem.* 2014, 62, 9317.
- [6] D. Ancora, UV-vis and ^1H -NMR spectroscopic methods applied to the study of extra-virgin olive oils produced in Tuscany and Apulia, *Tesi di Laurea Magistrale in Chimica presso l'Università di Pisa*, Pisa: 2014 (relatore di tesi: Valentina Domenici).
- [7] F. Buti, Implementazione di un nuovo metodo per la determinazione di pigmenti in oli di origine vegetale. *Tesi di laurea triennale in Chimica*. Università di Pisa, Pisa: 2016 (relatore di tesi: Valentina Domenici).
- [8] J. A. Cayuela, K. Yousfi, M.C. Martinez, J. M. Garcia, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2014, 91, 1677.
- [9] E. Fuentes, M.E. Báez, M. Bravo, C. Cid, F. Labra, *Food Anal. Methods*, 2012, 5, 1311.
- [10] J. S. Torrecilla, S. Vidal, R. Aroca-Santos, S. C. Wang, J. C. Cancilla, *Talanta*, 2015, 144, 363.
- [11] D. Giuffrida, F. Salvo, A. Salvo, L. Cossignani, G. Dugo, *Food Chem.* 2011, 124, 1119.
- [12] M. I. Minguez-Mosquera, B. Gandul-Rojas, M. L. Gallardo-Guerrero, *J. Agric. Food Chem.* 1992, 40, 60.
- [13] C. Cortes, M.J. Esteve, A. Frigola, F. Torregrosa, *J. Agri. Food Chem.* 2004, 52, 2203.
- [14] J. S. Torrecilla, E. Rojo, J. C. Dominguez, F. Rodriguez, *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58, 1679.
- [15] M. Roca, B. Gandul Rojas, A. Gallardo-Guerrero, M.I. Minguez-Mosquera, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2003, 80, 1237.
- [16] V. Domenici, Metodo per l'analisi dei pigmenti nell'olio extra-verGINE di oliva, *Imbottigliamento*, 2015, 12, 34.
- [17] V. Domenici, La scienza dell'olio. Articolo sul portale "La Scienza in Rete": <http://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/valentina-domenici/scienza-dellolio/gennaio-2015>
- [18] C. Lazzerini, M. Cifelli, V. Domenici, "Extra virgin olive oil pigments: authenticity and quality", in "Products from Olive Tree", (Boskou & Clodoveo, Editors), InTech Publisher, 2016 (ISBN 978-953-51-4806-7).
- [19] C. Lazzerini, M. Cifelli, V. Domenici, Comunicazione presso il congresso 106th AOCS Meeting, Orlando (USA), 3 maggio 2015.
- [20] C. Lazzerini, Applicazione di un metodo spettroscopico innovativo per la determinazione dei pigmenti in oli di oliva extravergine e confronto con un metodo cromatografico, *Tesi di Laurea Magistrale in Chimica presso l'Università di Pisa*, Pisa: 2016 (relatore di tesi: Valentina Domenici).

Pesca professionale artigianale e pesca ricreativa e sportiva nella costa toscana; possibile una coesistenza pacifica?

Roberto Silvestri^{*1}, Sabrina Colella³, Stefano De Ranieri^{1,2}, Piero Mannini⁴

Parole chiave: Pesca, Costa Toscana, Conflittualità

Lungo la costa toscana l'attività di pesca professionale più diffusa è quella artigianale, definita anche piccola pesca: circa 470 imbarcazioni con 800 addetti che catturano 1300 tonn annue per un ricavo di oltre 13 milioni di euro, esercitata da imbarcazioni di LFT <12m dotate di attrezzi passivi che non utilizzano il motore trainante nell'azione di cattura. Viene ritenuta un'attività all'avanguardia sia sul criterio della sostenibilità, che su quello sociale, ecologico ed economico, anche se non è infrequente il mancato rispetto della normativa che limita la consistenza degli attrezzi, nonché l'imbarco di personale non regolarmente iscritto. La pesca dilettantistica comprende tutti i tipi pesca non professionale o scientifica; si divide in pesca ricreativa, cioè l'attività esercitata a fini ricreativi, e pesca sportiva, cioè la pesca effettuata durante le gare agonistiche. La pesca ricreativa è un passatempo molto radicato in Toscana: coinvolge circa 67.000 pescatori amatoriali, di cui 29.600 agiscono da terra, 24.000 da barca e 13.400 subacquei. Viene stimata una spesa annua pro-capite media di 600 euro per oltre 40 milioni di euro.

Tra la pesca ricreativa e quella professionale si verificano spesso situazioni di conflittualità, dovute anche all'attività svolta nelle stesse aree marine costiere ed a carico delle stesse specie ittiche. In particolare alcuni dilettanti si comportano da pescatori professionisti "fantasma", che, camuffati da pescatori ricreativi, commercializzano il pescato, causando fenomeni di concorrenza sleale ai danni dei pescatori professionali. Questi pseudo-professionisti talvolta utilizzano attrezzi non consentiti ai dilettanti, pescano con barche da diporto senza limiti di cattura, vendono illegalmente il pescato, commettendo illeciti fiscali, sanitari e contributivi.

Questo svolgimento abusivo di attività di pesca pseudo-professionale risulta in Toscana spesso molto rilevante, sebbene sottovalutata e socialmente accettata, creando notevoli conflitti. Questo emerge chiaramente dalla libertà e dalla tranquillità con cui molti pescatori dilettanti, praticando formalmente attività di pesca ricreativa, vendono il pescato in accordo con ristoratori, negozianti compiacenti, clienti privati. In un paese come il nostro, probabilmente questo non è considerato un grande problema, ma ritenuto un reato minore e tollerabile. L'attuale severa crisi economica crea spesso situazioni di sofferenza sociale ed il mare è visto come una fonte di guadagno senza controlli, senza regole e senza limiti.

La problematica potrebbe essere affrontata inizialmente attraverso una sensibilizzazione delle categorie interessate (politici locali, ambientalisti, ricercatori, cooperative di pesca professionale ed associazioni di pesca sportivo/ricreativa, negozianti, clienti, ristoratori, organi di vigilanza) mediante una efficiente collaborazione con scambio di notizie ed indicazioni su esperienze, problematiche, criticità, vicende, episodi, percezioni acquisite. Successivamente con una campagna di informazione e di disincentivazione nei confronti della commercializzazione illegale dei prodotti ittici derivanti dalla pesca pseudo-professionale. Gli orientamenti comunitari sulla "Crescita Blu 2020" indicano che la pesca ricreativa deve proporsi nei suoi nuovi valori e nelle sue prospettive in Unione Europa, inserendosi a fianco della pesca professionale e dell'acquacoltura nella gestione integrata della fascia costiera. Tali strategie possono diventare un elemento di unione fra le Associazioni di pesca professionale e quelle di pesca ricreativa, con programmi comuni di gestioni compatibili delle risorse alieutiche, correlati ad attività di interesse dalla costa alle realtà produttive dell'entroterra creando turismo, promuovendo prodotti e servizi locali del territorio rurale e marino capaci di sviluppare lavoro e benessere.

Inizio del testo

Sul territorio nazionale e sulle sponde dell'intero Mediterraneo l'attività di prelievo professionale delle risorse ittiche più diffusa è quella della pesca artigianale definita anche piccola pesca, esercitata da imbarcazioni di lunghezza fuori tutto inferiori a 12 m, dotate di attrezzi passivi che non utilizzano il motore trainante nell'azione di cattura. La pesca artigianale è certamente l'attività di prelievo ittico che più si conforma alle raccomandazioni del "Codice di Condotta per una Pesca Responsabile" edito dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura. La FAO conferma la grande importanza di questo settore per l'occupazione, per lo sfruttamento sostenibile delle risorse e per la cultura delle comunità litoranee [1] [2]. Può essere infatti ritenuta un'attività razionale sia sul criterio della sostenibilità, che su quello sociale, ecologico ed economico. La pesca artigianale ha un ruolo determinante presso molte comunità locali, per le sue implicazioni di carattere sociale, economico ed ambientale. È costituita da una pluralità di sistemi di prelievo, le cui caratteristiche sono sovente correlate strettamente agli aspetti morfologici ed ecologici delle aree in cui si svolgono queste attività. Nelle Aree Marine Protette e nelle Zone di Tutela Biologica la piccola pesca risulta frequentemente l'unica attività di prelievo ittico professionale consentito, per il suo basso impatto sulle risorse; non è infrequente però il mancato rispetto della normativa che limita la lunghezza delle reti calate, la quantità di nasse usate e di ami di palangari, nonché l'imbarco di personale non regolarmente iscritto. Queste infrazioni alle norme comunitarie sono strettamente connesse sia alla carenza di organi preposti alla vigilanza dell'attività di pesca che dall'oggettiva complessità della fase di controllo (misurazioni delle lunghezze di migliaia di metri di reti da posta, verifica del numero di ami dei parangali e del numero di nasse, ecc.). Lungo la costa toscana la piccola pesca è esercitata da circa 470 imbarcazioni con 800 addetti che catturano 1300 tonnellate per un ricavo di oltre 13 milioni di euro [3]. La pesca dilettantistica comprende tutti i tipi di pesca non professionale o scientifica; si divide in pesca ricreativa, cioè l'attività esercitata a fini ricreativi, e pesca sportiva, cioè la pesca effettuata durante le gare agonistiche. È un hobby che vanta



Figura 1: imbarcazione di pesca artigianale (foto R. Silvestri)

molti milioni di appassionati in tutto il mondo ed in continua espansione. Valutazioni sperimentali indicano che circa il 10 per cento della popolazione nei paesi sviluppati pratichi la pesca sportiva/ricreativa. Inoltre, benché le stime siano difficoltose, il totale annuo delle catture da pescatori ricreativi è stato quantificato, nel 2004, in circa il 12 per cento del totale mondiale del catturato. Sempre più spesso i pescatori dilettanti sono in grado, grazie ad imbarcazioni più efficienti, di raggiungere zone di pesca in mare aperto e utilizzare le moderne tecnologie (GPS, ecoscandagli, sonar, fishfinders) che può renderli equivalenti ai pescatori commerciali in termini di capacità di pesca. Inoltre la pesca ricreativa tende ad essere selettiva ed ad orientarsi verso le catture degli individui più grandi nella popolazione ittica; una

gli autori

¹ Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed ecologia applicata (CIBM), Viale N. Sauro 4 Livorno

email: r.silvestri@cibm.it

² email: deranieri@cibm.it

³ CNR-ISMAR, UOS of Ancona, Largo Fiera della Pesca, 2 - 60125, Ancona

email: s.coella@an.ismar.cnr.it

⁴ FAO, Viale delle Terme di Caracalla, Roma

email: piero.mannini@fao.org

* autore per corrispondenza

elevata rimozione di grandi individui di specie di lunga durata può avere effetti importanti sul potenziale riproduttivo della popolazione, arrivando a modificare la struttura degli ecosistemi e della produttività [2].

La pesca ricreativa, esercitata dalla barca o dalla costa con tecniche molto diverse (pesca con la canna e con la lenza, drifting, traina, bolentino, pesca subacquea), è un'attività esclusivamente ricreativa, che coinvolge persone di ogni età e ceto sociale, spesso pensionati e giovani, talvolta affiliati ad associazioni sportive che organizzano gare a cui partecipano i pescatori. È un passatempo che permette di stare a contatto con la natura, di socializzare, di vivere l'emozione della cattura di una bella preda, di gustare del buon pesce fresco in caso di esito fortunato della pesca, ma resta un'attività ricreativa che niente ha da condividere con un'attività commerciale. La pesca ricreativa è un hobby molto radicato in Toscana: coinvolge circa 67.000 pescatori amatoriali, di cui 29.600 agiscono da terra, 24.000 da barca e 13.400 subacquei [4]. Viene stimata una spesa annua pro-capite media di 600 euro per oltre 40 milioni di euro [5].

Tra la pesca ricreativa e quella professionale artigianale talvolta si verificano, anche lungo le coste toscane, situazioni di conflittualità, dovute anche ad un'attività svolta nelle stesse aree marine costiere spesso a carico delle identiche specie ittiche. Frequentemente le identiche zone lungo la costa e le stesse secche del largo sono meta sia dei pescatori professionisti che dei ricreativi, talvolta con attrezzi che interferiscono e si ostacolano a vicenda (pesca a drifting, palangari e reti da posta); pescatori dilettanti che operano dalla costa sono in conflitto perenne con la pesca artigianale che spesso cala le reti da posta vicinissimo a riva, impedendo la pesca con lenze e canne. Inoltre in Toscana risulta molto radicato il problema dei pescatori professionisti artigianali "fantasma", camuffati da pescatori ricreativi ma che niente hanno a che fare con essi, che, pur utilizzando sistemi di pesca e canali di commercializzazione del pescato tradizionali, non regolarizzano la propria attività professionale, quindi sono considerati pescatori dilettanti, causando fenomeni di concorrenza sleale con i veri e legali professionisti. Muniti generalmente di imbarcazioni da diporto ed utilizzando talvolta anche attrezzi non consentiti ai dilettanti, questi pseudo-professionisti



Figura 2: pesca ricreativa dalla barca (foto R. Silvestri)

pescano senza limiti di cattura, vendono illegalmente il pescato, commettendo illeciti fiscali, sanitari e contributivi; inoltre non debbono fare i conti con quantità di risorse disponibili sempre più esigue, con la sostenibilità economica ed il bilancio della loro attività, per coprire una serie di spese spesso in crescita (oneri fiscali, oneri contributivi, salario di eventuali dipendenti, manutenzione degli attrezzi, ecc).

In Toscana lo svolgimento abusivo di attività di pesca pseudo-professionale, che vede fenomeni simili verificarsi anche nell'esercizio venatorio (cacciatori che effettuano attività di bracconaggio e vendono illegalmente la selvaggina), risulta spesso molto rilevante, sebbene sottovalutata e socialmente accettata, creando notevoli conflitti tra le due categorie di pescatori. Questo emerge chiaramente dalla libertà e dalla tranquillità con cui molti pescatori dilettanti, praticando formalmente attività di pesca ricreativa, vendono il pescato in accordo con ristoratori, negozianti compiacenti, clienti privati. In un paese come il nostro, caratterizzato da una rilevante evasione fiscale, probabilmente questo non è considerato un grande problema, ma ritenuto un reato minore e tollerabile. L'attuale severa crisi economica crea spesso situazioni anche drammatiche di sofferenza sociale ed il mare è visto come una fonte di guadagno senza controlli, senza regole e senza limiti.

Le forze dell'ordine addette alla vigilanza purtroppo non dispongono di risorse sufficienti per compiere controlli adeguati sulla pesca pseudo-professionale; le difficoltà negli accertamenti si incontrano a causa della capillarizzazione dei punti di sbarco, della frammentazione dei canali

di vendita spesso di modeste quantità di pescato, dello svolgimento spesso irregolare e stagionale delle attività, delle modalità di commercializzazione illegale del prodotto, spesso orientate verso la cessione diretta al consumatore finale. Altre problematica che complica e riduce l'efficacia dell'attività di sorveglianza delle forze dell'ordine è certamente la quasi totale mancanza, da parte dei pescatori professionisti, di formali e circostanziate denunce delle attività illecite dei pescatori pseudo-ricreativi, limitandosi a rimostrazioni e proteste escusivamente verbali, per timore di ricatti o/e di ritorsioni.

I quattro Compartimenti Marittimi del Corpo delle Capitanerie di Porto che compongono la Direzione Marittima della Toscana (Marina di Carrara, Viareggio, Livorno, Portoferraio), affrontano frequentemente, nell'area di loro competenza, le problematiche e le conseguenti criticità dell'interazione, spesso conflittuale, tra pesca professionale artigianale e pesca ricreativo/sportiva. Vicende, esperienze, episodi, difficoltà e situazioni complesse sono all'ordine del giorno in tutti i comandi territoriali.

La Commissione Consultiva Regionale Toscana Pesca ed Acquacoltura dovette intervenire, su richiesta della Capitaneria di Porto di Marina di Carrara, per esaminare il problema, diventato ingestibile, dell'esercizio della pesca ricreativa con le nasse da seppie. Questi attrezzi erano divenuti troppo numerosi nell'area di competenza, creando importanti conflitti tra le categorie professionali e dilettantistiche, nonché pericolo per la navigazione commerciale e da diporto. La problematica fu parzialmente risolta



Figura 3: nassa per la cattura delle seppie (foto R. Silvestri)

con un'Ordinanza del Capo del Compartimento Marittimo che imponeva la necessità di permessi specifici per la pesca ricreativa con le nasse, ne conteneva il numero annuale in 80, limitando le zone in cui questi attrezzi potevano essere calati e obbligandone la segnalazione con gavitelli omologati.

L'area di competenza della Capitaneria di Porto di Viareggio, litorale completamente sabbioso, vede conflittualità e criticità tra dilettanti e professionisti principalmente per la pesca delle telline (*Donax trunculus*), ma anche per le nasse a seppie, che spesso non vengono regolarmente segnalate. La tellina è un mollusco tradizionalmente molto richiesto dal mercato viareggino; viene comunemente pescato in aree estremamente costiere con rastrelli metallici trainati da imbarcazioni di pesca artigianale, ma anche i dilettanti la possono raccogliere mediante rastrelli trainati a mano, solo sino a 5 kg giornalieri, con divieto di pesca nei giorni festivi e nel mese di aprile. Le cooperative di pesca professionale lamentano lo sfruttamento eccessivo di questa risorsa da parte dei pescatori ricreativi, che spesso superano, anche di gran lunga, i quantitativi concessi, vendendo illecitamente il prodotto a ristoratori, negozi e clienti privati; fenomeno amplificato dall'attuale severa crisi occupazionale.

Nel Compartimento Marittimo della Capitaneria di Porto di Livorno si assiste alla storica conflittualità tra piccola pesca professionale con reti da posta e coffe ed una folta ed agguerrita marineria di pescatori dilettanti con il palangaro, attrezzo storicamente molto radicato nel livornese. L'attuale normativa consente di calare palangari da ciascuna imbarcazione da diporto in numero massimo di 200 ami; questo numero viene spesso di gran lunga abusivamente superato, consentendo la cattura di notevoli quantità di specie ittiche, spesso sparidi pregiati, che vengono poi regolarmente ed illecitamente immessi in commercio. Anche la pesca del riccio di mare, effettuata lungo le coste rocciose e sulle Secche della Meloria, crea notevoli conflitti tra professionisti e dilettanti; gli uni abilitati da una licenza di pesca che consente la raccolta e la trasformazione del prodotto per la vendita, gli altri, ai quali la legge consente un prelievo limitato a 50 esemplari/giorno, in realtà ne raccolgono quantità notevoli che ovviamente finiscono, trasformati in preparati alimentari, per essere irregolarmente commercializzati.



Figura 4: ricci di mare (foto R. Silvestri)

Da qualche anno si assiste inoltre, lungo la costa sabbiosa livornese, al fenomeno della pesca pseudo-ricreativa ed alla successiva vendita illegale del lumachino o bombolino (*Nassarius mutabilis*), mollusco gasteropode molto apprezzato dal mercato, catturato prevalentemente con numerose nasse innescate con parti di pesce. I professionisti che si dedicano alla pesca di questo mollusco denunciano come questo abusivismo sia molto diffuso.

Anche nella costa meridionale della Toscana, di pertinenza del Compartimento Marittimo della Capitaneria di Porto di Portoferaio, si verificano fenomeni di conflittualità tra pesca professionale e pesca ricreativa. Lungo questi litorali e tra le isole dell'arcipelago toscano, alcune imbarcazioni di pesca artigianale usano, in determinati periodi dell'anno, palangari professionali mirati alla cattura dei grandi pelagici (tonno e pesce spada). La cattura di queste specie ittiche è consentita anche ai pescatori ricreativi e sportivi, dietro la presentazione di una domanda e l'ottenimento di una specifica autorizzazione dalla Capitaneria, limitata ad un esemplare al giorno, denunciandone immediatamente la cattura all'autorità territoriale competente, solamente con canna e lenze (tecnica del *drifting*), solo in alcuni periodi dell'anno e sino al raggiungimento di una quota (TAC). Anche in questo caso le cooperative della marinieria denunziano la concorrenza sleale da parte di ricreativi/sportivi, che non si attengono alla normativa suddetta, con frequenti vendite illegali di tonni e pesci spada presso ristoranti e negozianti compiacenti. Nelle acque del Compartimento Marittimo più meridionale della Toscana



Figura 5: lumachini o bombolini (foto R. Silvestri)

esistono ZTB (Zona di tutela Biologica di Portoferaio), AMP (Area marina Protetta dell'Isola di Pianosa e dell'Isola di Giannutri), Riserva Naturale dell'Isola di Montecristo, aree molto pescose in cui il prelievo ittico ricreativo non è generalmente consentito; tuttavia frequenti sono le infrazioni della flotta dei diportisti che, con la tecnica del bo-lentino o del palangaro, catturano in queste aree specie pregiate oltre i limiti di legge (5 kg persona/giorno) che finiscono nei circuiti commerciali. Lungo le coste rocciose di questo Compartimento, spesso pescatori ricreativi, in particolare persone anziane, pensionati con molto tempo libero da dedicare a questa attività di prelievo, si dedicano quotidianamente alla pesca dei molluschi cephalopodi (calamari e polpi), catturandone notevoli quantità, che poi vengono inevitabilmente commercializzate. Anche questa attività illecita viene ritenuta un reato minore, tollerata e socialmente accettata, perché effettuata sovente da pensionati in difficoltà economiche. La particolare conformazione della costa meridionale della Toscana, dell'Isola d'Elba in particolare, che presenta una frammentazione ed una capillarizzazione estrema dei numerosi punti di sbarco della flotta da diporto, rende particolarmente complicata, dispersiva e di ridotta efficacia l'attività di vigilanza e di controllo da parte degli organi competenti. La problematica, molto radicata in Toscana, dei pescatori professionisti artigianali "fantasma", in realtà pescatori pseudo-professionisti camuffati da ricreativi, potrebbe essere affrontata inizialmente attraverso una sensibilizzazione delle categorie interessate (politici locali, ambientalisti, ricercatori, cooperative di pesca professionale

ed associazioni di pesca sportivo/ricreativa, ne-gozianti, clienti, ristoratori, organi di vigilanza) mediante una efficiente collaborazione con scambio di notizie ed indicazioni su esperienze, problematiche, criticità, vicende, episodi, percezioni acquisite. Successivamente con una campagna di informazione e di disincentivazione nei confronti della commercializzazione illegale dei prodotti ittici derivanti dalla pesca pseudo-professionale. Inoltre l'attuale legislazione inerente le modalità di iscrizione alla "gente di mare" per il conseguimento della licenza di pesca professionale artigianale dovrebbe essere più vincolata ed interpretare più attentamente le concrete esigenze di chi vuol fare di questo antichissimo e caratteristico mestiere la propria reale attività.

Gli orientamenti comunitari sulla "Crescita Blu 2020" indicano che la pesca ricreativa deve proporsi inserendosi a fianco della pesca professionale e dell'acquacoltura nella gestione integrata della fascia costiera, anche mediante attività reciproche come il pescaturismo e l'ittiturismo. Tali strategie possono diventare un elemento di unione fra le Associazioni di pesca professionale e quelle di pesca ricreativa, con programmi comuni di gestioni compatibili delle risorse alienute, correlati ad attività di interesse dalla costa alle realtà produttive dell'entroterra creando turismo, promuovendo prodotti e servizi locali del territorio rurale e marino capaci di sviluppare lavoro e benessere. In questa ottica si colloca una indagine socio economica da intraprendere, finalizzata a conoscere le potenzialità del turismo pescasportivo come vettore di arricchimento dell'economia ittica, obiettivo mai valutato in Italia nelle sue potenzialità di stimolo delle attività di pesca professionale, delle attività di pesca ricreativa e di imprenditorialità verso nuovi settori di investimento e possibili nuove opportunità occupazionali.

Bibliografia

- [1] FAO - Recreational fisheries. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*, 13: 176 pp. (2012).
- [2] FAO. 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rome. 209 pp.
- [3] IREPA, Fondo Europeo per la Pesca (F.E.P.) Contratto Repertorio 05.03.2010, Rapporto

Annuale 2012 Strutture Produttive Andamento della Pesca. (2012).

[4] MIPAAF. Riepilogo generale Comunicazioni acquisite. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Direzione Generale per la pesca marittima e l'acquacoltura, elaborazione del 20/02/2012.(2012). (www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPage/190)

[5] ICES - Recreational Sea Fishing; an European Perspective supplementary information. Kieran Hyder et alii, *in press*.

La pera Picciola una peculiarità del germoplasma dell'Amiata

Giancarlo Scalabrelli^{1,*}, Aurelio Visconti²

Parole chiave: pera picciola, Monte amiata

La Pera Picciola appartiene alla famiglia delle pomacee genere Pyrus, specie communis var. Achras (G-ertner). La rarità di questo frutto e l'areale ristretto, sono forse la spiegazione del fatto che questo frutto non sia mai stato preso in considerazione dalle trattazioni e dalle monografie sul pero. Si tratta certamente di un albero la cui presenza è segnalata solo in zone ristrette del Monte Amiata, dove sono presenti alberi sparsi, di grandi dimensioni, alcuni quasi monumentali di cui non è possibile accettare se si tratti di piante derivate da seme o se siano state innestate. Il sua presenza è situata soltanto al disopra di una determinata altitudine - circa 800 s.l.m., con un areale circoscritto alla fascia pre-boschiva che va da Abbadia San Salvatore fino a al di Vivo d'Orcia.

Gli alberi da cui si ottengo i frutti sono normalmente isolati e non potati, raggiungono elevate dimensioni (fino a 6 m di altezza), producono soprattutto da corti rametti (lamburde) che vengono mantenuti senza potatura. La varietà ha mostrato di possedere elevate doti di rusticità e una naturale tolleranza agli attacchi parassitari.

Le foglie sono piccole con una lamina fogliare di mm 39/49 x 62 max, la forma è obovata-ellittica, l'aspetto è dritto, il margine è seghettato, mentre la curvatura trasversale è leggermente concava. Il frutto è caratterizzato dal lungo peduncolo che misura fino a circa 53 mm, è di tipo trottoliforme, con un diametro fino a circa 43 mm e un peso non superiore a circa 60-65 g.

Alla raccolta il frutto presenta una buccia verde, la polpa è di colore bianco chiaro di elevata consistenza, ricca di sclereidi, il sapore è aspro e allappante, il gusto diventa gradevole dopo la cottura. I frutti sono caratterizzati da un'ottima conservabilità e recentemente riscoperti grazie all'interessamento dell'imprenditoria amiataina che ne ripropone l'utilizzo in chiave moderna.

Introduzione

La Regione Toscana negli ultimi anni ha lavorato per la costruzione di un sistema di preservazione dei prodotti che si distinguono per il requisito della tradizionalità. Con la pubblicazione di un libro sul frutto avvenuta nel 2011, abbiamo anche constatato che occorre passare a una fase di maggiore diffusione delle conoscenze sulle produzioni tradizionali, con l'obiettivo di favorire il coinvolgimento dei produttori ed innescare un processo finalizzato alla piena utilizzazione di questo ulteriore strumento utile per creare una opportunità di sfruttamento di questo frutto particolare.

Il lavoro sui prodotti agroalimentari tradizionali evidenzia possibilità di valorizzare le radici e le tradizioni del territorio per creare nuove

opportunità di sviluppo per giovani imprenditori. I prodotti agroalimentari tradizionali sono produzioni limitate riscoperte e definite dalle Regioni ed iscritte nell'elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali (PAT), sono caratteristici

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro- Ambientali (DiSAAA-A)

Università Di Pisa, Via del Borghetto, 80
56124 Pisa

e-mail: giancarlo.scalabrelli@unipi.it

² Lombardi & Visconti s.a.s. Via Martiri di Nicciolela, 12 - Abbadia San Salvatore - 53021, Siena

di un ambiente locale nel quale l'uomo agricoltore ed artigiano ha elaborato alimenti eccellenti, utilizzando tecniche molto semplici, spesso familiari, evolute in armonia con la natura dei luoghi e consolidate nel tempo.

Questa categoria di prodotti - o meglio - questa qualificazione di alcune produzioni, nasce dalle disposizioni contenute nell'art. 8 del D.Lgs. n. 173/98 "Disposizioni in materia di costi di produzione per il rafforzamento strutturale delle imprese agricole" e dai successivi decreti di attuazione del Ministero delle politiche agricole e forestali n. 350 dell'8 settembre 1999 e D.M. 18 luglio 2000 e succ. mod.: "prodotti le cui metodiche di lavorazione, conservazione e stagionatura risultano consolidate nel tempo, praticate sul territorio in maniera omogenea e secondo regole tradizionali, comunque per un periodo non inferiore ai 25 anni".

Il prodotto tipico è caratterizzato da un forte legame con il territorio, che si concretizza attraverso l'uso di produzioni locali o risorse specifiche locali. Tuttavia, l'altro elemento che deve essere considerato in aggiunta al rapporto con il territorio, è il legame con la storia e la cultura dello stesso, tanto da diventare l'elemento centrale identificativo di un prodotto, in particolare nell'area mediterranea.

È soprattutto la storia del prodotto, elemento essenziale della sua "tradizionalità", che con il suo potere evocativo rappresenta l'elemento da riscoprire, non solo per una valorizzazione delle produzioni stesse, ma anche per rafforzare e consolidare gli elementi identitari delle comunità rurali.

Nell'ambito di un progetto, l'ARSIA Toscana ha contribuito alla individuazione e alla registrazione di una serie di prodotti tradizionali tra cui la Pera Picciola, che è stata censita nel territorio del Comune di Abbadia San Salvatore – provincia di Siena). Su questo frutto è stato ritenuto utile proseguire il lavoro, sia perché è stata condivisa l'opinione che tali prodotti possano incontrare un certo interesse dei consumatori, sia per la ragione che, durante le attività svolte, intorno a queste produzioni si è immediatamente riscontrato un grande interesse di alcuni produttori e degli abitanti delle aree territoriali coinvolte.

In particolare, ad Abbadia San Salvatore si è costituita si è costituita l'associazione denominata "Pera Picciola", che ha organizzato un apposito Convegno e posto le basi per la rivalutazione e la valorizzazione di questo frutto.

Aspetti botanici

La Pera Picciola appartiene alla famiglia delle Rosacee *Pyrus communis* L. var. *achras* (Gaertn.) Wallr. Secondo Be Bellis (2008) avrebbe una stretta parentela con un'altra specie spontanea che è *Pyrus nivalis* Jacq., che ha un areale di distribuzione limitato, in Italia, all'arco alpino. Con quest'ultima specie condivide molti aspetti morfologici, come la lunghezza del peduncolo, la dimensione del frutto e l'altimetria. L'autore ipotizza che il pero Picciolo sia una specie pura di cui è stato ricostruito un taxon abbandonato da anni dagli agronomi attuali, forse perché questa pianta si è estinta sul resto del territorio italiano o comunque non più rinvenuta.

L'argomento, comunque, è stato affrontato e circostanziato in modo più approfondito nel "Compendium della Flora Spontanea", opera di prossima pubblicazione (De Bellis, et al., in litteris).

Non si hanno notizie storiche certe circa la presenza della Pera picciola, in Toscana o in altre zone. Si può ipotizzare che il suo nome sia derivato dal fatto che è una pera "piccola", infatti in passato il termine "picciola" era utilizzato per il significato di piccola. Tuttavia, secondo quanto appreso dagli abitanti del luogo, verosimilmente il termine è riferito piuttosto al peduncolo così lungo che caratterizza il frutto e che in queste zone della Toscana viene chiamato picciolo. L'unico riferimento attendibile è quello di Pier Antonio Micheli che nella sua opera *Enumeratio rariorum plantarum* annovera 220 specie di pere coltivate e fra queste la pera *picciolona* descritta minuziosamente e che verosimilmente è molto simile alla pera presente sull'Amiata.

La rarità di questo frutto e l'areale limitato sono forse la spiegazione del fatto che questo frutto non sia mai stato preso in considerazione nelle trattazioni che hanno riguardato il pero, come ad esempio fra le 115 pere immortalate da Bartolomeo Bimbi nei dipinti conservati a Poggio a Caiano o nei disegni di botanici del passato che hanno operato a Siena e dintorni, tra cui il Gallesio (Mattioli, G. Gallesio, A. Dei, A. Tassi, 2008) non c'è nessuna pera trottoliforme con lungo peduncolo. Anche nella monografia delle varietà di pero che si riferiva soprattutto a quelle coltivate (Scaramuzzi et al. 1967), tale frutto non viene menzionato.



Figura 1: Pietro di Francesco Orioli - Madonna con Santi.

Il fatto che la sua coltivazione sia limitata ad una ristretta area senese fa sorgere l'ipotesi che la pera riportata nel quadro conservato alla Pinacoteca Nazionale di Siena (Pietro di Francesco Orioli - *Madonna con Santi*) fosse proprio la pera picciola (figura 1).

La somiglianza è davvero sorprendente anche se nel vassoio ci sono diverse varietà di frutta che hanno una maturazione non contemporanea, tra cui ciliegie.

Quello che è certo è che si tratta di un albero la cui presenza è segnalata solo in zone ristrette del Monte Amiata, dove sono presenti alberi sparsi di grandi dimensioni, alcuni quasi monumentali (figura 2) di cui è incerta anche l'origine, ovvero non è possibile accettare se si tratti di piante derivate da seme o se siano state innestate.

Inoltre, la sua presenza viene segnalata soltanto al di sopra di una determinata altitudine con un areale strettissimo, circoscritto alla fascia preboschiva che va da Abbadia San Salvatore fino a toccare parte del territorio di Vivo d'Orcia, a circa 800 s.l.m.

La varietà potrebbe avere una antica origine, a giudicare dalla presenza di piante secolari, che sopravvivono in un habitat assai ristretto, la cui conservazione è avvenuta grazie all'innesto sui perni selvatici da parte della popolazione del Monte Amiata, dove un tempo il suo frutto rappresentava una importante risorsa alimentare oltre alle castagne.

Gli alberi da cui si ottengono i frutti sono normalmente isolati e non potati, raggiungono elevate dimensioni (fino a 6 metri di altezza), producono soprattutto da corti rami (lamburde) che vengono mantenuti senza potatura. Ovviamente in queste condizioni le piante vanno soggette ad alternanza produttiva, con annate di carica e di scarica. Studi sono in corso per determinare il livello di auto compatibilità. In ogni caso il territorio è ricchissimo di perastri e di perni franchi, nati da seme (figura 3), che probabilmente sono sufficienti a garantire un adeguato livello di impollinazione e quindi la normale fruttificazione.

Altro aspetto importante è che sulle piante



Figura 2: Albero monumentale.

sparse non vengono effettuati trattamenti anti-parassitari anche in considerazione del fatto che la varietà ha mostrato di possedere elevate doti di rusticità e una naturale tolleranza agli attacchi parassitari, in particolare è raro osservare, la presenza del baco della pera (*Carpocapsa pomonella*), forse a causa dell'ambiente inospitale per il patogeno. Il fatto che i frutti siano indenni da questo parassita rende particolarmente conservabile e idoneo a essere utilizzato sciropato e in cucina senza il rischio di cattive sorprese. Tenuto conto delle esigenze del consumatore che predilige cibi dotati di maggiore salubrità, fa ritenere la pera Picciola un frutto di particolare interesse alimentare.

Di seguito sono riportati i caratteri pomologici redatti secondo il metodo adottato nella Monografia delle principali cultivar di Pero (Scaramuzzi et al., 1967).

Rami con internodi corti di medio spessore, ricchi di brevi rami lamburde, corteccia di colore marrone chiaro, ricca di piccole lenticelle, di forma rotonda. Le gemme risultano "libere" ovvero

presentano un ampio grado di divergenza rispetto al ramo (figura 4).

Le foglie sono piccole con una lamina fogliare di mm 39/49 x 62 max, la forma è obovata-ellittica, l'aspetto è dritto, il margine è seghettato, mentre la curvatura trasversale è leggermente concava. Il picciolo è lungo 30-35 mm (figura 5).

I fiori (figura 6) sono riuniti in corimbi e sono caratterizzati da petali grandi di forma arrotondata con unghia lunga, presentano 18 stami aventi la stessa lunghezza degli stili.

Il frutto (figura 7) è caratterizzato dal lungo peduncolo che misura fino a circa 53 mm, è di tipo trottoliforme, con un diametro fino a 43 mm circa e un peso non superiore a circa 60-65 g.

Al momento della raccolta il frutto presenta una buccia verde, la polpa è di colore bianco chiaro di elevata consistenza e ricca di sclereidi, il sapore è aspro e allappante. Da cruda è praticamente immangiabile, pertanto, per essere consumata e per poterne apprezzare il particolare gusto, è necessario che venga sottoposta a cottura oppure sciropata. È opportuno notare che i frutti sono



Figura 3: Pero perastro.

caratterizzati da un'ottima conservabilità, infatti, se mantenuti in ambiente idoneo, dopo quattro mesi mantengono ancora buona freschezza e sapidità.

La Pera Picciola ha avuto una notevole importanza nell'economia familiare della zona Amiatina dei primi del novecento, data la sua tardiva epoca di maturazione il suo consumo era strettamente associato a quello della castagna, altra importante risorsa alimentare disponibile nel territorio, assieme alla quale veniva bollita, divenendo mangiabile e gradevole. A partire dagli anni '50, si sono diffusi altri metodi di trasformazione e

conservazione della Pera Picciola destinati all'uso domestico, come il Liquore di Pera Picciola (Ratafià d'autunno) e le Pere Picciole Sciropate alla vaniglia. La riscoperta culturale della Pera Picciola, proprio quando il progresso, il miglioramento socio-economico e la grande disponibilità di nuovi alimenti stava portando all'abbandono definitivo della sua coltivazione, è stata possibile proprio perché il suo utilizzo non è scomparso almeno nel ricordo delle persone più anziane e grazie all'interessamento dell'imprenditoria amiatina che ne ripropone l'utilizzo in chiave moderna.



Figura 4: Gemme.



Figura 7: Frutto.



Figura 5: Foglie.



Figura 6: Fiori.

Il territorio interessato alla produzione: è quello del Comune di Abbadia San Salvatore e del Vivo d'Orcia, con una produzione stimata di circa 5 quintali, che viene utilizzata in via preferenziale nella zona di produzione.

I Prodotti Lavorati

Pere picciola sciropate alla vaniglia e in agrodolce
I frutti vengono liberati dal torsolo e cotti in acqua bollente. Successivamente si prepara uno sciropo con zucchero. Lo sciropo ottenuto viene versato in vasetti nei quali si immagazzinano i frutti cotti. Il vaso così confezionato verrà sterilizzato a circa 80° per 30 minuti. (figura 8)

La pera picciola in agrodolce segue il solito procedimento di lavorazione ma lo sciropo viene preparato oltre che con lo zucchero, anche con spremuta di limone e aceto di vino. La pera non viene confezionata intera come si fa per la pera sciropata, ma viene tagliata a fette.

Liquore di Perra Picciola (Ratafià di pera picciola)
Per ottenere il liquore dalle Pere Picciola si provvede alla cottura delle pere in acqua bollente e alla loro omogeneizzazione. Una volta unito ad altri ingredienti quali zucchero erbe aromatiche e alcool, il composto ottenuto viene lasciato in macerazione per circa 7 giorni. Il filtraggio si effettua mediante filtri a tela per far sì che il prodotto mantenga la sua succosità.

Si tratta di un liquore a leggero contenuto di alcool (22% vol.), di gusto gradevole. (figura 9)

Bibliografia

- [1] Bazzanti C., Lazzarotto C., Guida per la valorizzazione dei prodotti agro-alimentari tipici. Concetti, strumenti. ARSIA Firenze 2006.
- [2] Giuseppe Capano. La cucina con la frutta.
- [3] Scalacci R., Vergari D., Vannelli V., Prodotti alimentari tradizionali un'opportunità da valorizzare . AGIA Toscana – ARSIA (2008).
- [4] Micheli P.A - *Lista Enumeratio quadrangulorum Plantarum sibi pqr Italiam, et Germaniam observatorum in acta Tournefortii methodum dispositarum* MS., s.d.(b), presso Bibl.Dip.Bot.Univ. Firenze.
- [5] Molon G. – Polmologia – Hoepli, Milano 1901
- [6] Morettini A. Bellini E. Scaramuzzi E, Mittenpergher L. – monografia delle principali cultivar di pero – C.N.R. Firenze 1967.
- [7] Scalabrelli G. – non solo vino nel vigneto: agresto e altro. Vitenda 2011 Ed.Viten Asti: 136-137, 2010.

Giudizio sensoriale pera Picciola sciropata

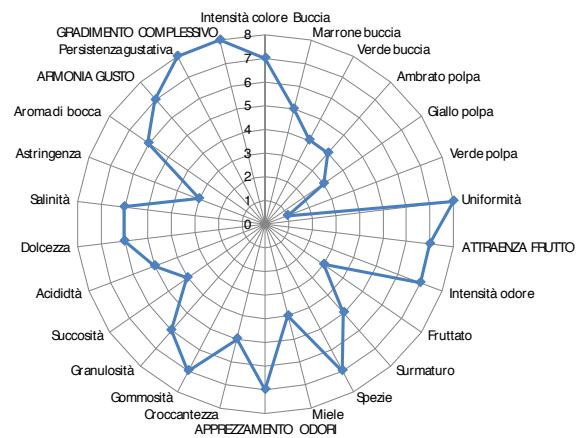


Figura 8: Giudizio sensoriale pera Picciola sciropata.

Giudizio sensoriale Ratafià

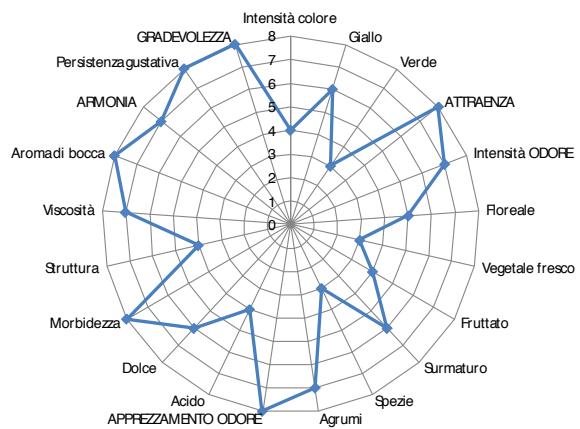


Figura 9: Giudizio sensoriale Ratafià.

Elenco preliminare delle principali specie non indigene o rare del mare toscano con alcune considerazioni sulla loro origine

Fabrizio Serena^{*1,2}, Romano Baino¹, Enrico Cecchi¹, Cecilia Mancusi¹, Giacomo Marino¹, Alessandra Neri¹, Michela Ria¹, Roberto Silvestri¹, Alessandro Voliani¹

Parole chiave: specie non indigene (NIS), biodiversità, Mediterraneo

Il progetto della Regione Toscana BIOMART, avviato nel 2004, ha permesso per la prima volta di censire con un buon dettaglio i diversi ambienti marini toscani e registrare sistematicamente, fino ad oggi, le diverse specie, anche protette o rare, e molte biocenosi vulnerabili, consentendo di fornire alcune informazioni importanti ai fini gestionali. Questo contributo, in via preliminare, elenca le principali specie che storicamente non sono da considerarsi autoctone del mare toscano, ma che nel tempo sono state osservate sempre più frequentemente. In tal senso, particolare attenzione è stata data sia alle specie non indigene, che testimoniano i fenomeni della tropicalizzazione, sia a quelle specie che hanno allargato la loro area di distribuzione da sud verso nord, evidenziando l'altro fenomeno della meridionalizzazione; sono state infine considerate anche le specie che non hanno particolari preferenze ambientali, ma riescono a vivere in un ampio intervallo geografico.

Introduzione

La Regione Toscana nel 2004 ha attivato un programma che mira al monitoraggio della biodiversità marina del mare toscano [1]. ARPAT coordina a vari livelli diversi soggetti istituzionali, afferenti anche alla ricerca, e produce annualmente un rapporto specifico sugli organismi marini presenti sul territorio, compreso quelli che possiamo definire non indigeni in senso lato. Questo rapporto si interfaccia, in ultima analisi, con le richieste della Direttiva comunitaria 2008/56/CE sulle strategie del mare, nello specifico, facendo riferimento al Descrittore Qualitativo n. 2 relativo proprio alle specie non indigene (NIS) e che vuole concorrere alla definizione del buono stato ecologico del mare. Queste specie caratterizzano la fauna e la flora dell'intero bacino mediterraneo da molto tempo e in vario modo, ed è per tale motivo che abbiamo ritenuto interessante inquadrare il loro status soprattutto dal punto di vista temporale e spaziale, seguendo anche il programma di censimento delle specie aliene coordinato da ISPRA [84] (Figura 1). La crisi Messiniana, terminata circa 5Ma, determinò il prosciugamento di gran parte del bacino mediterraneo, con la conseguente quasi completa estinzione della sua flora e della sua fauna. Rimasero solo alcune specie definite da alcuni autori "relitte". Col tempo, l'apertura naturale di Gibilterra consentì alle vicine acque atlantiche di allagare nuovamente il bacino; con esse tornò anche la vita e le varie specie marine di origine atlantica sia boreale, sia subtropicale, ricolonizzarono l'intera area. Il fenomeno, che continua ancora oggi con le ingerzioni atlantiche, avviene in concomitanza con un evento inverso, anche se di minore entità, e cioè il passaggio di alcune specie tipiche del Mediterraneo verso l'Atlantico. L'apertura del Canale di Suez nel 1869 determinò

determinò il prosciugamento di gran parte del bacino mediterraneo, con la conseguente quasi completa estinzione della sua flora e della sua fauna. Rimasero solo alcune specie definite da alcuni autori "relitte". Col tempo, l'apertura naturale di Gibilterra consentì alle vicine acque atlantiche di allagare nuovamente il bacino; con esse tornò anche la vita e le varie specie marine di origine atlantica sia boreale, sia subtropicale, ricolonizzarono l'intera area. Il fenomeno, che continua ancora oggi con le ingerzioni atlantiche, avviene in concomitanza con un evento inverso, anche se di minore entità, e cioè il passaggio di alcune specie tipiche del Mediterraneo verso l'Atlantico. L'apertura del Canale di Suez nel 1869 determinò

gli autori

¹ Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana
Via Marradi, 114 – 57128 Livorno, Italia

² CNR – IAMC, Mazara del Vallo (TP)

* email: fabrizio.serena@arpat.toscana.it

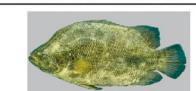
		
<i>Kyphosus sectator</i>	<i>Fistularia commersonii</i>	<i>Sphoeroides pachygaster</i>
		
<i>Pontimus khulii</i>	<i>Lobotes surinamensis</i>	<i>Pomadasys incisus</i>
		
<i>Synagrops japonicus</i>	<i>Pisonodophis semicinctus</i>	<i>Taeniurops megalopterus</i>
		
<i>Panulirus regius</i>	<i>Boloceroides mecmurrichi</i>	<i>Galiteuthis armata</i>

Figura 1. Alcune specie non indigene del mare toscano dell'archivio BIOMART.

poi l'ingresso in Mediterraneo di organismi della regione indopacifica, il cui flusso unidirezionale è stato denominato migrazione lessepsiana [2]. Il bacino mediterraneo è compreso tra due grandi regioni biogeografiche, quella Eritrea a est, corrispondente al Mar Rosso e in collegamento diretto con l'area indopacifica, e l'altra a ovest identificabile nella vasta Regione Atlantica. Una terza Regione è quella Sarmatica, più isolata e con un ridottissimo contatto con il Mediterraneo rappresentato dallo Stretto del Bosforo che accede al Mar Nero. Lo Stretto naturale di Gibilterra mette in contatto il Mediterraneo con l'Atlantico, in particolare con le due regioni Lusitanica a nord e Mauritanica a sud, con le quali avvengono gli scambi reciproci di organismi marini, ma con maggior rilevanza dall'Atlantico verso il Mediterraneo. Gli scambi più significativi si compiono però attraverso il Canale di Suez che in un tempo relativamente breve ha consentito il transito e in alcuni casi vere e proprie invasioni biologiche di molte specie immigranti dal Mar Rosso con effetti ecologici radicali, anche se certe volte positivi per la pesca; il suo recente allargamento comporterà probabilmente altre sorprese (Figura 2). Tali specie potranno trovare situazioni ottimali per la loro sopravvivenza e il loro adattamento, favorite anche dai cambiamenti climatici che stanno influenzando i confini biogeografici dell'intero pianeta, compreso quelli che possiamo osservare al livello del bacino mediterraneo. Infatti, l'isoterma superficiale dei 14-15 °C, che virtualmente

delimita la parte settentrionale da quella meridionale del bacino, un tempo non molto lontano (circa 22.000 mila anni fa) era relegata nella porzione intermedia del bacino orientale (circa 33°N), mentre oggi "taglia" il Mediterraneo al livello del parallelo di Gibilterra (36°N). Negli ultimi 10-20 anni questa linea si è spostata sempre più verso nord; a questo fenomeno è stata data la definizione di "meridionalizzazione" [3] che va a sommarsi a quello già esistente della "tropicalizzazione", con direzione da ovest verso est [4,5]. Queste definizioni aiutano a capire il comportamento delle varie specie termofile, in particolare i pesci che attualmente vivono in Mediterraneo. In tal senso si possono distinguere due grandi gruppi cui determinate specie di pesci afferiscono:

1. Pesci nativi, con affinità e origine tropicale o subtropicale, entrati nel bacino mediterraneo durante le precedenti fasi interglaciali del Quaternario. Queste specie insediate si in genere nella parte sud del Mediterraneo, negli ultimi anni tendono a spostarsi verso latitudini maggiori (meridionalizzazione) [7].
2. Pesci esotici, entrati recentemente nel Mediterraneo, soprattutto dal Mar Rosso o dall'Oceano Atlantico. Queste specie hanno approfittato di percorsi adatti per la dispersione, vale a dire lo Stretto di Gibilterra e il Canale di Suez e si trovano principalmente in prossimità del loro punto di ingresso, soprattutto nel settore orientale del Mediterraneo (tropicalizzazione) [8].



Figura 2. Regione atlanto-mediterranea (sensu Ekman [35]).

Di fatto assistiamo a un allargamento dell'area di distribuzione delle varie specie, non solo pesci, che, facilitate nella colonizzazione, le ritroviamo in zone dove prima erano assenti. E' il caso di specie che hanno affinità temperato-calde, come ad esempio *Pomatomus saltatrix*, *Thalassoma pavo*, *Balistes capriscus*, *Xyrichtys novacula*, *Sparisoma cretense*, ecc., specie che vivevano esclusivamente nell'area meridionale del Mediterraneo, ma che adesso sono regolarmente segnalate molto più a nord. Altre specie, non indigene del nostro bacino, originarie dell'area indopacifica (subtropicale o tropicale) o atlantica (*Chondria pygmaea*, *Portunus (Portunus) segnis*, *Albunea carabus*, *Panulirus regius*, *Stoloteuthis leucoptera*, *Pisodonophis semicinctus*, *Fistularia commersonii*), si osservano sporadicamente nel Mediterraneo [9]. Il loro ingresso in questo mare semichiuso è stato determinato da due ragioni principali:

1. Ingresso diretto, attraverso le due aperture di Gibilterra e Suez
2. Ingresso indiretto dovuto al trasporto nelle acque di zavorra e/o le incrostazioni degli scafi delle navi in transito, le attività dell'acquacoltura, gli acquari, gli ancoraggi, ecc.

In alcune parti del bacino mediterraneo la temperatura dell'acqua in superficie in estate raggiunge valori simili o uguali a quelli della zona tropicale, ciò favorisce l'insediamento e la colonizzazione da parte di specie con affinità tropicali. La presenza di corridoi preferenziali, determinati da specifiche condizioni fisiche e supportati dai

movimenti delle grandi masse d'acqua, favorisce poi il trasporto e la successiva dispersione delle specie esotiche in porzioni di mare che in precedenza non frequentavano. Il risultato di questo nuovo scenario è, al momento, molto complesso e difficilmente valutabile pensando ai suddetti fenomeni di tropicalizzazione e meridionalizzazione del bacino. Possiamo affermare però che una specie può essere considerata introdotta quando risponde ai seguenti sintetici requisiti: a) se colonizza un'area dove prima non era presente; b) se ha capacità di allargare il suo range distributivo, legato direttamente o indirettamente alle attività umane; c) quando, in relazione alla presenza sul territorio, mostra discontinuità geografica tra la zona di origine e quella in cui si è insediata [10].

Materiali e metodi

Questa analisi sulle caratteristiche geografiche e fisiche del Mediterraneo ci permette di capire meglio per quale motivo certe specie riescono ad adattarsi a determinati ambienti, come ad esempio il Mediterraneo, ambiente ristretto e in continua evoluzione. Tenendo quindi in considerazione ciò che è stato detto, occorre puntualizzare e discernere tra i movimenti attivi che portano le specie a distribuirsi nelle varie aree e le cause antropiche che ne determinano gli spostamenti. Secondo l'analisi condotta dal Consiglio Internazionale per l'Esplorazione del mar Mediterraneo

(CIESM) [11, 12], solo le specie esotiche di origine indopacifica che sono state registrate dopo il 1920 e quelle di origine atlantica che sono state registrate dopo il 1960 possono essere considerate aliene [13]. Tenendo conto di ciò distinguiamo tra specie aliene, se segnalate non più di due volte fin a quel momento, e specie stabili quando la loro presenza è riportata perlomeno 3 volte in pubblicazioni scientifiche distinte nel tempo e nello spazio. Le specie esotiche sono in ogni caso quelle segnalate in Mediterraneo dopo l'apertura del Canale di Suez (1896), senza dimenticare altre fonti di ingresso come le *acque di zavorra*, ecc.

Oltre ad analizzare la capacità di adattamento delle specie introdotte accidentalmente ed elencare la loro presenza nel mare toscano, può essere anche interessante valutare la distribuzione di quelle specie che attivamente hanno raggiunto latitudini più settentrionali, nello specifico corrispondenti al mare che bagna la nostra regione. Ciò che osserviamo non è altro che la dimostrazione concreta che il fenomeno della meridionalizzazione del Mediterraneo è in atto.

Al fine di rendere conto di tutti questi fenomeni è stata stilata una lista tassonomica che elenca gli organismi considerati in questa nota e che sono stati registrati nel mare toscano, indicando per ogni specie il riferimento bibliografico della prima segnalazione, l'origine della specie e soprattutto l'affinità verso un determinato habitat (Tabella 1). La nomenclatura riportata in questa tabella ha adottato riferimenti precisi, individuabili nel *Catalog of Fish* [14], nel WoRMS Editorial Board [15] e in AlgaeBase [16].

Risultati

La tabella 1 elenca le principali specie che non sono da considerarsi autoctone per il mare toscano, ma che nel tempo sono state osservate, registrate e quando possibile pubblicate su riviste scientifiche. La tabella comprende diversi organismi, sia vegetali, sia animali: alghe, anellidi, cnidari, antozoi, crostacei, molluschi, pesci, tartarughe e mammiferi marini. Le specie non indigene (NIS) o rare trattate in questo contributo sono 73, mentre quelle che testimoniano il fenomeno della meridionalizzazione sono circa 13. Tra queste, almeno quattro (*P. saltatrix*, *T. pavo*, *X. novacula* e *B. capriscus*) sono sicuramente da considerarsi

specie che hanno allargato la loro area di distribuzione da sud verso nord. Gli organismi che più facilmente si spostano riuscendo a compiere grandi distanze in tempi relativamente brevi, sono perlomeno 17. Le successive segnalazioni della loro presenza in diverse aree hanno permesso, in alcuni casi, di registrare la rapida capacità che hanno queste specie di colonizzare nuove aree. È l'esempio di *Fistularia commersonii*, censita in Mediterraneo per la prima volta appena 16 anni fa nelle acque israeliane e oggi presente anche lungo le coste toscane e liguri [17, 18].

Il fenomeno di migrazione, in senso lato, non riguarda solo specie facenti parte del plancton, o comunque di dimensioni ridotte facilmente trasportate e/o trasportabili, ma anche specie di grossa taglia come la grande razza nera (*Taeniuira grabata*) catturata con reti da posta a Quercianella (LI) [19]. Altre specie ittiche hanno nel tempo guadagnato queste latitudini, alcune acquisendo valore commerciale, come il pesce grugnitore (*Pomadasys incisus*) [20], altre rappresentando soltanto la segnalazione più settentrionale; è il caso del piccolo scorfano, lungo appena 10 cm, di provenienza atlantica *Pontinus khulii* (Voliani, oss. pers.) e l'anguilliforme *Pisonodophis semicinctus* [21]. Molto rara è la presenza della tartaruga verde (*Chelonia mydas*): dalla fine degli anni novanta a oggi, sono stati segnalati solo 5 casi [22]. Tra le specie occasionali, segnalate solo una volta nel mare Toscano, si annoverano anche alcuni cetacei come *Kogia sima*, spaggiatosi alla foce del Fosso Chiarone (GR) nel 1988 [23], il Mesoplodonte (*Mesoplodon europaeus*) ritrovato agonizzante e poi morto sul litorale di Rosignano (LI) nel 2001 [24] e la megattera (*Megaptera novaeangliae*) avvistata e fotografata recentemente dall'associazione CETUS, a largo di Viareggio [25]. Infine le specie trasportate in vario modo che si sono insediate nel nostro mare sono risultate circa 28, la metà delle quali sono rappresentate da specie algali.

Molta importanza, nel fenomeno di invasione del Mediterraneo da parte di organismi con affinità tropicali va data, infatti, alla componente vegetale che spesso assume situazioni preoccupanti per l'integrità dell'ecosistema costiero. È il caso ad esempio della macroalga *Caulerpa cylindracea* [26], che in brevissimo tempo ha colonizzato gran parte dei fondali prospicienti le coste toscane del continente e delle isole [27].

Tabella 1. Lista delle specie non comuni per il mare toscano basata sulle referenze bibliografiche che per la prima volta hanno citato la specie. Quando disponibile è stato indicato l'anno di prima segnalazione, l'origine della specie (IP=Indo Pacifico, A=Atlantica, N=Nativa, T=Trasportati), l'habitat e l'affinità climatica, (Trp= Tropicale, Sbt=Sub-tropicale, Temp=Temperato, Deep=acque profonde, Cold=acque fredde) in accordo con Golani et al [11] e Froese e Pauly [34].

PHYLUM	CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	ORIGINE	AFFINITÀ	COD
Myzozoa	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ostreopsidaceae	Ostreopsis ovata Fukuyo, 1981	T	Sbt	73
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa cylindracea Sonder, 1845	T	Temp	69
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Caulerpaceae	Caulerpa taxifolia (M. Vahl) C. Agardh, 1817	T	Trp-Temp	47
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	Codium fragile subsp. fragile (Suringar) Hariot, 1889	T	Temp-Cold	70
Rhodophyta	Florideophyceae	Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	Asparagopsis armata Harvey, 1855	A	Temp-Cold	48
Rhodophyta	Florideophyceae	Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845	T	Trp-Temp	70
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Callithamniaceae	Aglaothamnion feldmanniae Halos, 1965	T	?	75
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Ceramiaceae	Acrothamnion preissii (Sonder) E.M. Wollaston, 1968	T	Temp	49,82
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Ceramiaceae	Antithamnion amphigeneum A.J.K. Millar, 1990	T	Sbt-Temp	71
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Delesseriaceae	Apoglossum gregarium (E.Y. Dawson) M.J. Wynne, 1985	T	Sbt-Temp	74
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Chondria pygmaea Garbary et Vandermeulen, 1990	IP	Temp	70
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Laurencia chondrioides Børgesen, 1918	A	Temp	44
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Lophocladia lallemandii (Montagne) F.Schmitz, 1893	T	Sbt-Temp	39
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Neosiphonia sphaerocarpa (Børgesen) M.-S.Kim & I.K.Lee, 1999	T	Cold	68
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Sympyocladia marchantiooides (Harvey) Falkenberg, 1897	T	Temp	70
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Rhodomelaceae	Womersleyella setacea (Hollenberg) R.E. Norris, 1992	T	Trp	41
Rhodophyta	Florideophyceae	Gigartinales	Cystocloniaceae	Hypnea spinella (C. Agardh) Kützing, 1847	IP	Sbt-Temp	50
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	Amphicorina pectinata (Banse, 1957)	T	Temp	36
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	Branchiomma luctuosum (Grube, 1870)	T	?	57
Anellida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	Desdemona ornata Banse, 1957	T	Temp	59
Anellida	Polychaeta	Phyllodocida	Syllidae	Streptosyllis arenae Webster & Benedict, 1884	A	Temp	46

Arthropoda	Malacostraca	Aoroidea	Aoridae	Grandidierella japonica Stephensen, 1938	IP	Cold	66
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Albuneidae	Albunea carabus (Linnaeus, 1758)	IP	Trp	76
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Carcinidae	Carcinus maenas (Linnaeus, 1758)	A	Temp	40
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Majidae	Menaethius monoceros (Latreille, 1825)	T	Trp	54
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palinuridae	Panulirus regius De Brito Capello, 1864	A	Sbt-Temp	55
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Panopeidae	Rhithropanopeus harrisii (Gould, 1841)	A	Cold	58
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	Penaeus aztecus Ives, 1891	T	Sbt-Temp	53
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Pilumnidae	Actumnus globulus Heller, 1861	IP	Trp	56
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	Callinectes sapidus Rathbun, 1896	T	Sbt	33
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	Charybdis (Charybdis) feriata (Linnaeus, 1758)	IP	Trp	77
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	Portunus (Portunus) segnis Forskål, 1775)	IP	Trp	52
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Boloceroididae	Boloceroides mcmurrichi (Kwietniewski, 1898)	T	Trp	Serena o.p.
Ctenophora	Tentaculata	Lobata	Bolinopsidae	Mnemiopsis leidyi A. Agassiz, 1865	T	Temp-Cold	Serena o.p.
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Cardiidae	Fulvia fragilis (Forskål in Niebur, 1775)	T	Temp	51
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Semelidae	Theora lubrica Gould, 1861	IP	Temp	37,45
Mollusca	Bivalvia	Limida	Limidae	Acesta excavata (Fabricius, 1779)	N	Cold	85
Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Dacrydium angulare Ockelmann, 1983	A	?	43
Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Musculista senhousia (Benson in Cantor, 1842)	N	Temp	45
Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Xenostrobus securis (Lamarck, 1819)	T	Temp	38,81
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve, 1850)	T	Sbt	Capua o.p.
Mollusca	Cephalopoda	Oegopsida	Cranchiidae	Galiteuthis armata Joubin, 1898	N	Deep	Capua o.p.
Mollusca	Cephalopoda	Sepiida	Sepiolidae	Stoloteuthis leucoptera (Verrill, 1878)	A	Deep	80
Mollusca	Gastropoda	Anaspidea	Aplysiidae	Bursatella leachii Blainville, 1817	IP	Sbt	Capua o.p.
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Eulimidae	Ophieulima minima (Dall, 1927)	A	Cold	72
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Rissoinidae	Rissoina spirata (Sowerby I, 1833)	T	Sbt	42
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	Rapana venosa (Valenciennes, 1846)	T	Temp	67
Chordata	Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Carcharhinus brachyurus (Günther, 1870)	A	Sbt	79
Chordata	Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Sphyrnidae	Sphyrna tudes (Valenciennes, 1822)	A	Temp	78
Chordata	Elasmobranchii	Myliobatiformes	Dasyatidae	Taeniura grabata (Geoffroy St-Hilaire, 1817)	N	Sbt	19
Chordata	Actinopteri	Anguilliformes	Ophichthidae	Pisodonophis semicinctus (Richardson, 1848)	A	Sbt	21
Chordata	Actinopteri	Beloniformes	Belonidae	Tylosurus acus imperialis (Lacepède 1803)	N	Sbt	Voliani o.p.

Chordata	Actinopteri	Beryciformes	Berycidae	<i>Beryx splendens</i> Lowe, 1934	N	Deep	62
Chordata	Actinopteri	Lampriformes	Lampridae	<i>Lampris guttatus</i> (Brünnich, 1788)	N	Temp	61
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Acropomatidae	<i>Synagrops japonicus</i> (Döderlein, 1884)	T	Deep	65
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Haemulidae	<i>Pomadasys incisus</i> (Bowdich, 1825)	N	Sbt	20
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Kyphosidae	<i>Kyphosus sectator</i> (Linnaeus, 1758)	N	Sbt	63
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Labridae	<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758)	N	Sbt	Serena o.p.
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Labridae	<i>Xyrichtys novacula</i> (Linnaeus, 1758)	N	Sbt	Voliani o.p.
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	N	Sbt	Silvestri o.p.
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus 1766)	N	Sbt	Voliani o.p.
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Scaridae	<i>Sparusoma cretense</i> (Linnaeus, 1758)	T	Sbt	Serena o.p.
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Serranidae	<i>Mycteroperca rubra</i> (Bloch 1793)	N	Sbt	Silvestri o.p.
Chordata	Actinopteri	Perciformes	Sparidae	<i>Dentex gibbosus</i> (Rafinesque 1810)	A	Sbt-Temp	Serena o.p.
Chordata	Actinopteri	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Pontinus kuhlii</i> (Bodwich, 1825)	N	Deep	Voliani o.p.
Chordata	Actinopteri	Syngnathiformes	Fistulariidae	<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	IP	Trp	64
Chordata	Actinopteri	Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789	N	Sbt	Serena o.p.
Chordata	Actinopteri	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller e Troschel, 1848)	A	Sbt	60,83
Chordata	Actinopteri	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus lagocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	N	Sbt	Serena o.p.
Chordata	Reptilia	Testudines	Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	A	Sbt-Temp	24
Chordata	Mammalia	Cetartiodactyla	Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i> (Borowski, 1781)	A	Trp-Cold	25
Chordata	Mammalia	Cetartiodactyla	Kogiidae	<i>Kogia sima</i> (Owen, 1866)	A	Sbt-Temp	23
Chordata	Mammalia	Cetartiodactyla	Ziphiidae	<i>Mesoplodon europaeus</i> (Gervais, 1855)	A	Sbt-Temp	24



Figura 3. Il crostaceo decapode *Callinectes sapidus* (♀ ovigera) catturato a 12 metri di profondità nei fondali del Calambrone (LI).

Discussione e Conclusioni

Alcune segnalazioni testimoniano in maniera inequivocabile che probabilmente siamo di fronte ad un vero cambiamento climatico che potrà modificare i rapporti tra le specie, nonché gli equilibri che regolano l'ecosistema. L'esempio dell'immigrante lessepsiano (entrato da Suez) *F. commersoni* costituisce chiara evidenza delle potenzialità che il Mar Mediterraneo ha al fine di consentire la diffusione, anche in tempi molto stretti, di specie non indigene; ancor prima il pesce palla (*Sphoeroides pachygaster*), immigrante atlantico, considerato non specie esotica ma "natural range expansion" [8], è diventato sempre più frequente nelle nostre acque, e ancora, aumentano in maniera sempre più decisa le osservazioni del pesce pappagallo (*Spalisoma cretense*) nelle acque dell'Argentario. Il suo ingresso in Mediterraneo non può essere comunque considerato attivo. Questo pesce, infatti, fu importato in ingenti quantitativi durante il regno di Tiberio (14-37 d.C.) per fini alimentari [28]. Attualmente, grazie alle condizioni favorevoli del Mediterraneo si sta spingendo sempre più verso latitudini maggiori fino a lambire la costa sud dell'Isola d'Elba (Serena, oss. pers.). Questo esempio sta ricalcando ciò che abbiamo documentato in tempi recenti per *T. pavo*, la cui presenza si è ormai consolidata anche a nord dell'Isola d'Elba, fino in Liguria.

Se i pesci sono avvantaggiati nello spostamento, poiché riescono a compiere grandi distanze in breve tempo, altri organismi non sono da meno, magari trasportati da vettori ancora più veloci come le navi e i motoscafi di altura. È il caso della cloroficea *C. cylindracea* che grazie alla sua alta capacità di colonizzazione, esaltata dagli ancoreggi selvaggi nelle varie zone dell'Arcipelago Toscano, ha trovato facile modo di insediarsi e poi di svilupparsi in maniera eclatante, mostrando in alcuni casi fenomeni di vera e propria invasione. Tali fenomeni spesso hanno arrecato difficoltà e anche seri danni alle attività produttive come ad esempio la pesca [29].

Sono proprio i pescatori ricreativi, ma soprattutto i professionisti, che spesso contribuiscono in maniera importante ad aumentare le conoscenze sulla presenza di queste specie alloctone nel nostro mare recapitandoci i cosiddetti organismi "strani". Sempre più frequentemente, infatti,

registriamo esemplari nuovi per la fauna che caratterizza il mare toscano e i mari italiani in genere. Solo due anni fa un pescatore ci consegnò una specie di aragosta (*Panulirus regius*) mai vista prima nell'area, ed è di questi ultimi giorni il ritrovamento di più esemplari, anche femmine ovigere, del crostaceo decapode *Callinectes sapidus*, specie atlantica e distribuita in un ampio range geografico, dalla Nuova Scozia fino alle coste uruguiane. Questo crostaceo, arrivato nel Mar di Levante [30] e nell'Adriatico settentrionale [31] subito dopo l'ultimo periodo bellico (1949) con il traffico navale proveniente dalle coste atlantiche dell'America, ha impiegato circa 20 anni a raggiungere le coste liguri [32], mentre il primo ritrovamento per le coste toscane è molto più recente [33] (Figura 3).

Ringraziamenti

Un sincero ringraziamento a Carlo Froglio (CNR-ISMAR, Ancona) ed Ernesto Azzurro (ISPRA, Livorno) per la lettura critica del testo e per i preziosi suggerimenti; a Luigi Piazzesi (Università di Sassari) e Domenico Capua per la collaborazione nella stesura della tabella sinottica delle specie trattate.

Bibliografia

- [1] C. Mancusi, R. Baino, F. Serena. BIOMART: componenti biotiche e ambientali determinati per la biodiversità. Giunta Regione Toscana. 2008.
- [2] F.D. Por. Lessepsian migration. The influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez Canal. Ecol. Stud. Springer Verlag, Berlin. 1978, (23): 228 pp.
- [3] C. N. Bianchi, C. Morri. Range extension of warm water species in the northern Mediterranean: evidence for climatic fluctuations? Porcup. Newsletter. 1993, 5(7), 156:159.
- [4] F. Andaloro, A. Rinaldi. Fish biodiversity change in Mediterranean Sea as tropicalisation phenomenon indicator. In Indicator for assessing desertification in the Mediterranean, E.G. D'Angelo & C. Zanolla editori. Roma: A.N.P.A., 1998, 201:206.
- [5] C. N. Bianchi, C. Morri. Climate change and

- biological response in Mediterranean Sea ecosystems – a need for broad-scale and long-term research. *Oc. Challenges*. 2004, 13(2), 32:36.
- [6] C. N. Bianchi. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiol*. 2007, 580(1), 7:21.
- [7] F. Riera, A. M. Grau, E. Pastor, S. Pou. Faunistic and demographical observations in Balea- ric ichthyofauna. In: *La Méditerranée: variabilité climatique, environment et biodiversité*. Actes Colloque Scientifique OKEANOS, Montpellier: 1995, 213: 220.
- [8] E. Azzurro. The advance of thermophilic fishes in the Mediterranean Sea: overview and methodological questions. In: *Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota*, F. Briand ed. Monaco, 2008 CIESM Workshop Monographs 35, 39:46.
- [9] E. Azzurro, P. Moschella, F. Maynou. Tracking Signals of Change in Mediterranean Fish Diver- sity Based on Local Ecological Knowledge 2011.
- [10] F. Boero. Ship-driven biological invasions in the Mediterranean Sea. In: *Alien marine organi- sms introduced by ships – Istanbul*, 6-9 November 2002 CIESM Workshop Monographs. 2002, 20, 87:91.
- [11] D. Golani, L. Orsi-Relini, E. Massuti, J. P. Quignard. CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol.1. Fishes. (F. Briand, ed.), Monaco: CIESM Publications. 2002.
- [12] D. Golani, L. Orsi-Relini, E. Massuti, J. P. Quignard, J. Dulčić, E. Azzurro. CIESM Atlas of Exotic fishes in the Mediterranean. 2012. Online: <http://www.ciesm.org/atlas/appendix1>.
- [13] S. Olenin, F. Alemany, A. C. Cardoso, S. Gol- lasch, P. Goulletquer, M. Lehtiniemi, T. McCollin, D. Minchin, L. Miossec, A. Occhipinti Ambrogi, H. Ojaveer, K. Rose Jensen, M. Stankiewicz, I. Wallentinus, B. Aleksandrov. MARINE STRA- TEGY FRAMEWORK DIRECTIVE Task Group 2 Report Non-indigenous species. JRC Scientific and Technical Reports. 2010, 1:52.
- [14] W. N. Eschmeyer, R. Fricke, R. van der Laan (eds). CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version ac- cessed 02 August 2016.
- [15] WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. Available from <http://www.ma- rinespecies.org>. 2016.
- [16] M. D. Guiry, G. M. Guiry. AlgaeBase. World- wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2016. <http://www.algaebase.org>
- [17] G. Bulgheri, M. Barone, A. Voliani. Segna- lazione di *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838 (Fistulariidae, Pisces) nel Mar Tirreno Settentrionale. Codice Armonico. 2010, 79:82.
- [18] E. Azzurro, S. Soto, G. Garofalo, F. Maynou. *Fistularia commersonii* in the Mediterranean Sea: invasion history and distribution modelling based on presence-only records. *Biol. Invasions*. 2013, 15 (5), 977:990.
- [19] F. Serena, R. Silvestri, A. Voliani. Su una cat- tura accidentale di *Taeniura grabata* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Chondrichthyes, Dasyatidae). *Biol. Mar. Medit.* 1999, 6 (1), 617:618.
- [20] F. Serena, R. Silvestri. First finding of *Po- madasy incisus* (Haemulidae) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Cybium*. 1996, 20(4), 409:411.
- [21] F. Serena. Ritrovamento di *Pisodonophis semi- cinctus* (Anguilliformes, Ophichthidae) nell'Alto tirreno. *Biol. Mar. Medit.* 2001, 8(1), 784:786.
- [22] ARPAT. L'attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei e delle tartarughe in Toscana. Report annuale, 2014, 130 pp.
- [23] N. Baccetti, F. Cancelli, T. Renieri. First re- cord of *Kogia simus* (Cetacea, Physeteridae) from the Mediterranean Sea. *Mammalia*. 1991 55(1), 152:154.
- [24] Centro Studi Cetacei. Cetacei spiaggiati lun- go le coste italiane. XVI. Rendiconto 2001. Atti Soc. Ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano. 2003, 144/2003(I), 151:166.
- [25] ARPAT. L'attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei e delle tartarughe in Toscana. Perio- do 2009-2011. Report Progetto GIONHA. 2011, 249 pp.
- [26] M. Verlaque, Ch.F. Boudouresque, A. Me- nesz, V. Gravez. The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina*, 2000, 43:48-68
- [27] L. Piazzi, E. Balestri, M. Magri, F. Cinelli. Expansion de l'algue tropicale *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Bryopsidophyceae, Chloro- phyta) le long de la côte Toscane (Italie). *Crypt. Algal.* 1997, 18, 343:350.
- [28] G. Bernardi, D. R. Robertson, K. E. Clifton, E. Azzurro, 2000. Molecular systematics, zooge- ography, and evolutionary ecology of the Atlantic parrotfish genus *Sparisoma*. *Mol. Phyl. and Evol.* 2000, 15(2), 292:300.

- [29] M. Magri, L. Piazzi, F. Serena. La présence de *Caulerpa racemosa* le long des côtes septentrielles de la Toscane et les conséquences possibles sur l'activité de pêche. Fourth International Workshop on *Caulerpa taxifolia* In: Gravez V., Ruitton S., Bouderesque C.F., Le Direac'h L., Meinesz A., Scabbia G. & Verlaque M. eds. GIS Posidonié publ. 2001, 338:344.
- [30] L.B. Holthuis, E. Gottlieb E. The occurrence of the american Blue Crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in Israel waters. Bull. Res. Counc. Of Israel. 1955, 5B: 154-156.
- [31] A. Giordani Soika. Il *Neptunus pelagicus* (L.) nell'alto Adriatico. Natura, 1951, 42: 18-20.
- [32] E. Tortonese. La comparsa di *Callinectes sapidus* Rathb. (Decapoda Brachyura) nel Mar Ligure. Doriane. 1965, 4(163), 1:3.
- [33] M. Bisconti, E. Silvi. Prima segnalazione di *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea, Decapoda, Brachyura) nella provincia di Livorno. Quad del Mus St. Nat del Med. 2005 Vol 18, 1:7.
- [34] R. Froese, D. Pauly. Fishbase. World Wide Web electronic publication. 2008. <http://www.fishbase.org>.
- [35] S. Ekman. Zoogeography of the Sea. Sidgwick and Jackson eds. Londra. 1953, 417 pp.
- [36] M. Abbiati, C. N. Bianchi, A. Castelli, A. Giangrande, C. Lardicci. Distribution of Polychaetes on hard substrates of the Midlittoral-Infralittoral Transition Zone, Western mediterranean. Opheelia. 1991, Suppl. 5, 421:432.
- [37] G. Balena, E. Campani, M. Coppini, A. Margelli. Segnalazione dell'immigrante *Theora (Endopleura) lubrica* Gould, 1861 (Semelidae Stoliczka, 1870), con osservazioni sui rappresentanti Mediterranei della famiglia. La Conchiglia. 2002, 302, 11:20.
- [38] M. Barbieri, F. Maltagliati, G. Di Giuseppe, P. Cossu, C. Lardicci, A. Castelli. New records of the pygmy mussel *Xenostrobus securis* (Bivalvia: Mytilidae) in brackish-water biotopes of the western Mediterranean provide evidence of its invasive potential. Mar. Biodiv. Rec. 2011, 4, 1:4.
- [39] R. Bedini, L. Bonechi, L. Piazzi. Spread of the introduced red alga *Lophocladia lallemandii* in the Tuscan Archipelago (NW Mediterranean Sea). Cryptogamie algologie. 2012, 32: 383-391.
- [40] R. Bedini. Colour Change and Mimicry from Juvenile to Adult: *Xantho poressa* (Olivii, 1792) (Brachyura, Xanthidae) and *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758) (Brachyura, Portunidae) Crustaceana. 2002, Vol. 75, No. 5, 703:710.
- [41] L. Benedetti-Cecchi, F. Cinelli. Note on a *Polysiphonia* sp. (Rhodophyta, Ceramiales) collected at Rosignano Solvay (Western Mediterranean). Giorn. Bot. Ital., 1989, 123: 49-54.
- [42] C. Bogi, M. Coppini, A. Margelli. Ritrovamento nel Mediterraneo di *Rissoina* cfr. *spirata* (Sowerby, 1820). Boll. Malac. 1984, 20 (1-4), 101:104.
- [43] C. Bogi. *Dacrydium angulare* Ockelmann, 1983 (Bivalvia, Mytilidae): first record from the Mediterranean. Boll. Malac. 2015, 51, 1:2.
- [44] F. Boisset, G. Furnari, M. Cormaci, D. Serio. First record of *Laurencia chondrioides* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Mediterranean Sea. Bot. Mar. 1998, 41, 279:284.
- [45] E. Campani, M. Coppini, F. Cuneo, A. Margelli. Bivalvi alieni nelle acque del Porto di Livorno: *Theora (Endopleura) lubrica* Gould, 1861 e *Musculista senhousia* (Benson in Cantor, 1842). Atti Soc. tosc. Sci. Nat., Mem. 2004, Ser. B, 111, 1:5.
- [46] A. Castelli, C. Lardicci. *Streptosyllis arenae* Webster & Benedict, 1884 (Polychaeta, Syllidae): prima segnalazione nel Mediterraneo. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. 1986, Ser. B, 93, 145-148.
- [47] G. Ceccherelli, L. Benedetti-Cecchi. Effetto dello strato fogliare di *Posidonia oceanica* sulla taglia delle fronde di *Caulerpa taxifolia*. Biol. Mar. Medit. 1997 4, 122:126.
- [48] F. Cinelli. Primo contributo alla conoscenza della vegetazione algale bentonica del litorale di Livorno. Pubbl. Staz. Zool. Napoli. 1969, 37, 545:566.
- [49] F. Cinelli, G. Sartoni. *Acrothamnion* J.Ag. (Rhodophyta, Ceramiaceae): genere algale nuovo per il mare Mediterraneo. Pubbl. Staz. Zool. Napoli. 1969, 37, 567:574.
- [50] M. Cormaci, G. Furnari. Sulla presenza nell'Italia meridionale di alcune alghe bentoniche rare per il Mediterraneo. Giorn. Bot. Ital. 1989, 122, 215:226.
- [51] F. Crocetta, W. Renda, G. Colamonaco. New distributional and ecological data of some marine alien molluscs along the southern Italian coasts. JMB2 - Biodiv. Rec. 2008, 1:7.
- [52] F. Crocetta. First record of *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the northern Tyrrhenian Sea. Crustaceana. 2006, 79(9), 1145:1148.
- [53] M. Cruscanti, G. Innocenti, J. R. Alvarado Bremer, B. S. Galil. First report of the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Crustacea,

- Decapoda, Penaeidae) in the Tyrrhenian Sea. Mar. Biodiv. Rec. 2015, 8 (e81), 1:4.
- [54] L. Falciai. First record of *Menaethius monoceros* (Latreille, 1825) (Decapoda, Majidae) in the central Tyrrhenian Sea, Crustaceana. 2003, 75(10), 1279:1283.
- [55] C. Froglia, R. Silvestri, F. Serena. First record of *Panulirus regius* (Decapoda: Palinuridae) in the Italian seas, with remarks on the earlier Mediterranean records. Mar. Biodiv. Rec. 2012, Vol. 5; e 31.
- [56] B. S. Galil, P. F. Clark, P. K. L. Ng, L. Falciai. *Actumnus globulus* (Crustacea: Decapoda: Pilumnidae) – another Erythrean pilumnid in the Mediterranean. JMB2 – Biodiv. Records 2006, 5307, 4.
- [57] A. Giangrande. Censimento dei policheti dei mari Italiani: Sabellidae Malmgren, 1867. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. 1989, Ser. B 96, 153:189.
- [58] J. Langeneck, M. Barbieri, F. Maltagliati, A. Castelli. The low basin of the Arno River (Tuscany, Italy) as alien species hotspot: first data about *Rhithropanopeus harrisii* (Crustacea, Panopeidae). Trans. Waters Bull. 2015, 9(1), 1:10.
- [59] C. Lardicci, A. Castelli. *Desdemona ornata* Banse, 1957 (Polychaeta, Sabellidae, Fabricinae) new record in the Mediterranean Sea. Oebalia. 1986, vol. XIII, N.S., 195:201.
- [60] A. Ligas, R. Sirna, P. Sartor. Nuova segnalazione di *Sphoeroides pachygaster* (Muller & Troschel, 1848) (Pisces, Tetraodontidae) nel Mar Tirreno settentrionale. Biol. Mar. Medit. 2006, 13(2), 274: 275.
- [61] A. Ligas, A. Voliani, G. Bulgheri, R. Fico, L. Papetti, R. Sirna. Ritrovamenti di pesce re, *Lampris guttatus* (Brünnich, 1788) (Osteichthyes, Lampridae), lungo le coste toscane. Biol. Mar. Medit. 2009, 16 (1), 342:343.
- [62] A. Ligas, R. Sirna, O. Ferroni. New record of *Beryx splendens* Lowe, 1834 in the Mediterranean sea. J. Appl. Ichthyol. 2010, 26, 935:936.
- [63] A. Ligas, P. Sartor, M. Sbrana, S. De Ranieri. A new record of *Kyphosus saltatrix* (Pisces: Kyphosidae) along the Italian coasts (north-western Mediterranean). Mar. Biodiv. Rec. 2011, Vol. 4; e6.
- [64] A. Ligas, P. Sartor, M. Sbrana, R. Sirna, S. De Ranieri. New findings of *Fistularia commersonii* Ruppell, 1835 and *Sphoeroides pachygaster* (Muller & Troschel, 1848) in the northern Tyrrhenian Sea. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem. 2010, Serie B, 114, 131:133.
- [65] C. Mancusi, A. Voliani, F. Serena. Second finding after twenty eight years of *Synagrops japonicus* (Döderlein, 1883) (Perciformes, Acropomatidae) in the Mediterranean Sea. 2016, In press.
- [66] A. Marchini, J. Ferrario, E. Nasi. Arrival of the invasive amphipod *Grandidierella japonica* to the Mediterranean Sea. Mar. Biodiv. Rec. 2016, 9 (e38), 1:7.
- [67] P. Paolini. Nuova segnalazione di *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) (Gastropoda, Muricidae) nell'Alto Tirreno. Quad del Mus St. Nat del Med. 1987, 8, 111:112.
- [68] G. Pardi, I. Papi, S. Lenzini, F. Cinelli. First contribution to the knowledge of algal superficial populations in some islands of Tuscan archipelago. Oebalia. 1991, 17 (2), 571:585.
- [69] L. Piazzi, E. Balestri, F. Cinelli. Presence of *Caulerpa racemosa* in the North-Western Mediterranean. Crypt. Algol. 1994, 15, 183:189.
- [70] F. Rindi, G. Sartoni, F. Cinelli. A floristic account of the benthic marine algae of Tuscany (Western Mediterranean Sea). Nova Hedwigia. 2002, 74, 201:250.
- [71] F. Rindi, I. Papi, F. Cinelli. New records of Ceramiales (Rhodophyta) for the northwestern Mediterranean. Crypt. Algol. 1996, 17, 223:238.
- [72] L. Romani, S. Bartolini, F. Giusti, C. Sbrana. *Ophieulima* (Gastropoda: Caenogastropoda, Eulimidae): a new genus for the Mediterranean Sea. Mar. Biodiv. Rec. Marine Biological Association of the United Kingdom. 2014, 7, 1:3.
- [73] G. Sansoni, B. Borghini, G. Camici, M. Cassotti, P. Righini, C. Rustighi. Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* (Gonyaulacales: Dinophyceae): un problema emergente. Biol. Amb. 2003, 17 (1), 17:23.
- [74] G. Sartoni, S. Boddi. *Apoglossum gregarium* (Delesseriaceae, Rhodophyta), a new record for Mediterranean algal flora. Bot. Mar. 1993, 36, 297:302.
- [75] G. Sartoni, M. Sarti. Sulla presenza a Livorno di *Aglaothamnion feldmanniae* L'Hardy-Halos. Inform. Bot. Ital. 1976, 8: 185:185.
- [76] R. Silvestri, P. Righini, A. Voliani. Su una cattura accidentale di *Albunea carabus* (L., 1758) (Decapoda, Anomura) nel Mar Tirreno Settentrionale. Biol. Mar. Medit. 2001, 8 (1), 630:632.
- [77] F. Tiralongo. First Italian record of *Charybdis (Charybdis) feriata* (Linnaeus, 1758). In: New Mediterranean Biodiversity Records (March 2016).

- Autori vari. 2016, DOI: 10.12681/mms.1684.
- [78] E. Tortonese. Studio sui Plagiostomi V – Ulteriori considerazioni sulle specie mediterranee dei generi *Sphyraena* e *Carcharhinus*. Ann. Mus. St. Nat. 1951, 20 (1), 1:8.
- [79] M. Vacchi, F. Serena, V. Biagi. Cattura di *Carcharhinus brachyurus* (Guenther, 1870) (Pisces, Selachii, Carcharhinidae) nel Mar Tirreno Settentrionale. Biol. Mar. Medit. 1996, 3 (1), 389:390.
- [80] C. Volpi, M. Borri, A. Zucchi. Notes on the family Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda) off the Northern Tuscany coast. Bull. Inst. Océanogr. Monaco. 1995, n. spécial 16, 27:34.
- [81] F. Giusti, B. Dell'Angelo, M. Sosso, S. Schiapparelli. First record of the invasive species *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Mytilidae) from Central Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). Boll. Malacol. 2008, 44 (1-4), 11:14.
- [82] F. Cinelli, U. Salghetti-Drioli, F. Serena. Nota sull'areale di *Acrothamnion preissii* (Sonder) Wollaston nell'alto tirreno. Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno. 1984, 5, 57:60.
- [83] R. Bedini. First record of *Sphaeroides pachygastrer* (Tetraodontidae) from the northern Tyrrhenian Sea. Cybium. 1998, 22(1), 94:96.
- [84] AA.VV. Atlante delle specie non indigene nei mari italiani e nel Mediterraneo. Progetto in convenzione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. www.medalien.isprambiente.it. 2011.
- [85] G. Terreni, A. Voliani. Nuovo ritrovamento di Acesta excavata (Fabricius, 1779) nel Mar Tirreno Settentrionale. La Conchiglia. 1985, 276: 13-14.

Cetacei e Tartarughe marine: buone pratiche della rete toscana

Sergio Ventrella

Parole chiave: rete toscana, cetacei, tartarughe marine, impatti, divulgazione

A partire dal 2007, Regione toscana, ha attivato una specifica unità funzionale dedicata al monitoraggio delle principali specie marine presenti nel Santuario Pelagos. Da questa nuova attività istituzionale, si è sviluppata una storia fatta di persone che hanno dedicato il loro tempo a costruire una vera e propria rete nazionale e regionale, integrata tra soggetti pubblici e privati.

Per consentire il funzionamento della rete, in maniera permanente, sono state realizzate le seguenti azioni di programmazione e divulgazione tecnico-scientifica:

- *Atti regionali periodici, protocolli d'intesa e Atti ministeriali consequenti*
- *Attivazione di risorse regionali ed europee, attraverso bandi periodici di sostegno ai soggetti operanti nella rete a vario titolo*
- *Campagne di comunicazione e informazione, per cittadini e studenti di varie fasce d'età*
- *Corsi di formazione per operatori, laureandi/ti, associazioni ambientaliste e della pesca professionale, Istituti di ricerca*
- *Attivazioni di 7 Punti Informativi territoriali lungo le coste toscane*

Con la realizzazione di queste diverse azioni, si è potuto costruire un quadro conoscitivo sistematico delle problematiche emerse dall'Osservazione di queste specie, con una raccolta dati, puntuale e analitica, su spiaggiamenti, avvistamenti e recuperi in mare. I dati raccolti, condivisi attraverso il sito web, e la presentazione di report periodici, in forma sia scientifica che divulgativa, hanno ampliato il sistema delle conoscenze sui comportamenti delle specie in esame, ma soprattutto, hanno evidenziato la loro natura di "indicatori" dello stato di salute del mare.

Le necroscopie effettuate e i recuperi di esemplari vivi o appena spiaggiati, hanno fornito indicazioni sulle principali cause di morte, gli impatti da inquinamento, da collisioni, da emissioni acustiche, da cattura accidentale, infezioni da virus e agenti patogeni. La raccolta sistematica di queste informazioni, condivise con la comunità scientifica interessata, ha moltiplicato la capacità di intervento dei soggetti della rete, migliorando la qualità di intervento e di approccio ad ogni caso preso in esame. La continuità di queste azioni, è stata confermata da Regione Toscana con l'introduzione di queste attività nella nuova Legge regionale 30/2015, che affida all'Osservatorio Toscano per la biodiversità, il compito di gestire e consolidare la rete toscana.

Introduzione

La Toscana si trova nel cuore del Santuario Pelagos con 633 chilometri di costa monitorati ogni anno per garantire l'idoneità delle acque di balneazione, attraverso un sistema di controllo e valutazione della qualità che non è più solo sanitaria, ma ambientale. Sono attivi 375 punti di prelievo dell'acqua di mare, oltre il monitoraggio di tutti i corsi di acqua che sversano in mare. I dati sono consultabili sul nostro sito regionale

e su quello dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale. Per garantire la qualità delle

gli autori

Settore Tutela della Natura e del Mare
Regione Toscana
Via di Novoli 26 Firenze
e-mail: sergio.ventrella@regione.toscana.it

acque in cui facciamo il bagno, eccellente per il 97% dei punti di monitoraggio effettuati, i nostri uffici, si impegnano tutti i giorni, affinché i divieti permanenti siano affrontati e risolti, inclusi anche i casi di inquinamento temporaneo, che comunque sono rimasti limitati nel tempo (meno di 72 ore) per emergenze impreviste, a causa di piogge intense o altri casi di emergenza ambientale. A questo si aggiunge l'attività di monitoraggio sulle risorse e sulla biodiversità marina, verso le quali la Regione, utilizzando sempre il suo organo strumentale, ARPAT, investe in maniera concreta e programmata. Per completare il quadro, la regione toscana ha approvato la Legge regionale 19 marzo 2015, n. 30 *“Norme per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale. Modifiche alla l.r. 24/1994, alla l.r. 65/1997, alla l.r. 24/2000 ed alla l.r. 10/2010”* che prevede al Capo III, la nuova *“Disciplina del sistema regionale della biodiversità. Riconoscimento e valorizzazione della geodiversità.”*

Il Santuario Pelagos

La Legge 11 ottobre 2001, n. 391 che disciplina per l'Italia il Santuario Pelagos (superficie 87500 kmq) ratifica l'Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un Santuario per i mammiferi marini (Roma 25/11/1999) tra Repubblica Italiana, Francese e Principato di Monaco.

In particolare le parole chiave dell'accordo, si trovano nei seguenti articoli:

“Art. 4 Le parti si impegnano per garantire uno stato di conservazione favorevole dei mammiferi marini proteggendoli, insieme al loro habitat dagli impatti negativi diretti o indiretti delle attività umane”.

“Art. 6.2 Le parti adottano strategie nazionali miranti alla soppressione progressiva degli scarichi di sostanze tossiche... (omissis) e alla protezione contro l'inquinamento da fonti e attività situate a terra”.

Su questi articoli fondativi sono state elaborate parti delle strategie nazionali e regionali sulla biodiversità marina, con una priorità sul versante tirrenico del nostro paese. Negli ultimi anni, il versante dell'Adriatico, pur non essendo espresamente interessato dall'Area specialmente protetta del Santuario ha avviato forme di coordinamento tra regioni e enti, al fine di costruire una rete di intervento transfrontaliera, con gli

stati che si affacciano sul mar Adriatico. (Progetto NETCET¹)

Ma nonostante il progressivo ampliarsi della rete che il Santuario Pelagos ha avviato negli stati membri, si è dovuto verificare un evento di portata internazionale, come quello della Costa Concordia, perché il legislatore nazionale tornasse a parlare di queste problematiche:

D.M.T. 2 /3/2012 - (Decreto Clini- Passera – antinolini) *“Disposizioni generali per limitare o vietare il transito delle navi mercantili per la protezione di aree sensibili nel mare territoriale”, lo specifico articolo così recita: Art.1.1. Nella fascia di mare che si estende per due miglia marine dai perimetri esterni dei parchi e delle Aree Protette nazionali, marine e costieri, istituiti ai sensi delle leggi n.979/82 e n. 394/91, e all'interno dei medesimi perimetri sono VIETATI la navigazione, l'ancoraggio e la sosta delle navi mercantili adibite al trasporto di merci e passeggeri superiori alle 500 tonnellate di stazza lorda”.*

E ancora nell' *“Art. 2.1 a ...nell'area marina protetta del Santuario dei Cetacei, di cui alla L. n. 391/ 2001 per l'ingresso e la navigazione nell'intera area marina, le navi che trasportano su ponti scoperti e in colli sostanze rientranti nelle tipologie di cui all'All. III della convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento da navi Marpol 73/78 e al Codice marittimo internazionale per il trasporto delle merci pericolose (IMDG Code), anche in rimorchi, semirimorchi, container, camion e vagoni, devono adottare sistemi di ritenuta del carico che ne garantiscono la massima tenuta e stabilità in ogni condizione meteo-marina, al fine di prevenire e impedire perdite accidentali dei carichi”.*

Si tratta di un'ulteriore prescrizione dovuta al pesante incidente della Grimaldi Lines del 17 dicembre 2011 dove un carico di 198 fusti fortemente inquinanti è finito sul fondo del mare prospiciente la Toscana, a sud dell'isola di Gorgona, ad oggi solo in parte recuperati.

¹ Il progetto NETCET è finanziato dal programma IPA Adriatico di Cooperazione Transfrontaliera, L'obiettivo principale del progetto consiste nello sviluppo di strategie comuni per la tutela dei cetacei e delle tartarughe marine grazie ad una Cooperazione pan-Adriatica.

Osservatorio Toscano dei Cetacei OTC (2007-2015)

Con questo quadro normativo la Toscana attiva nel 2007 uno specifico progetto, Denominato Osservatorio Toscano dei Cetacei, che costituisce per gli otto anni successivi, il punto di riferimento della rete di spiaggiamenti, avvistamenti, monitoraggi, condivisa con partner fondamentali come la Direzione Marittima e le capitanerie di Porto, l'ARPAT, le Università toscane, (in primis Siena, poi Pisa e Firenze) l'Istituto zooprofilattico della Toscana e Lazio (Sez. di Pisa), e tutti gli Istituti di ricerca e associazioni, locali e nazionali. Una rete poi completata dall'Acquario di Genova e di Livorno, dal DISTAV dell'Università di Genova, dall'Istituto Tethis di Milano.

Una delle novità della rete toscana è costituita dalla costruzione di Punti Informativi nei Comuni costieri, per costruire esempi di Presidio territoriale di supporto alla rete, e in particolare nei Comuni che hanno aderito ai principi della Carta di Partenariato del Santuario Pelagos, firmando uno specifico accordo con il Ministero dell'Ambiente e ottenendo per un periodo pari a due anni l'uso della bandiera Pelagos lungo il proprio litorale, nel rispetto di uno specifico disciplinare di attività e comportamenti. I punti informativi, dispongono di strutture e locali messi a disposizione del Comune, e hanno usufruito di un contributo regionale finalizzato all'acquisto di attrezzature, arredi e una Mostra permanente per far conoscere al grande pubblico, soprattutto nel periodo estivo, le risorse della biodiversità, presenti nel nostro mare. Nei punti informativi attivati in Toscana, si sono svolte attività didattiche e formative specifiche, eventi, con una periodicità programmata anche con le scuole locali, proprio per diffondere buone pratiche nella conoscenza e nella gestione delle azioni di Osservazione e di Whale-Watching. Nelle specifiche attività di rete, per quanto riguarda i cetacei, sono state monitorate le 8 specie di mammiferi marini, visibili in Toscana (stenella, delfino comune, tursiope, grampo, zifio, globicefalo, capodoglio, balenottera comune). Ma in particolare è stato individuato ed esaminato il Tursiope, (*Tursiops truncatus*) quale indicatore dei possibili livelli di inquinamento del nostro mare, in quanto specie diffusa e abbondante che frequenta costantemente la fascia marino-costiera. Si è attivato un vero e proprio catalogo

di rilevamento di esemplari vivi, attraverso un matching fotografico (riconoscimento della pinnula dorsale), che ha confermato la presenza stanziale di diverse famiglie e gruppi di questa specie. Le popolazioni costiere di tursiopi si trovano generalmente in acque poco profonde spesso a ridosso di aree portuali, nelle baie, nelle lagune, e in prossimità di foci ed estuari di fiumi in zone delimitate, con brevi migrazioni regolari. Questa specie interagisce con le attività di pesca e di diporto in quanto amano giocare sulle prue delle barche e compiono salti acrobatici.

Sui mammiferi marini, sono stati attivati un progetto transfrontaliero 2009-2012, denominato GIONHA, sia progetti periodici GO GREEN_Mare, promossi dall'Osservatorio Toscano dei Cetacei (OTC), con specifiche azioni di monitoraggio in mare, coordinate da ARPAT e dall'Università degli Studi di Siena che, sia con metodiche di fotoidentificazione, che tramite prelievi non distruttivi per mezzo della tecnica della biopsia cutanea di piccole quantità di materiale biologico (integumento e grasso sottocutanee), hanno fornito informazioni puntuale sullo stato delle popolazioni e sulla salute ecotossicologica dei singoli esemplari. Questo monitoraggio puntuale degli esemplari spiaggiati ha permesso in questi anni di avere importanti informazioni sulle principali cause di morte dei mammiferi marini.

Le tartarughe marine (2013)

All'interno di uno specifico Comitato scientifico di OTC, presieduto dall'Assessore regionale competente in materie di ambiente, viene affidata all'Osservatorio la gestione della rete di monitoraggio e recupero delle Tartarughe marine, in sinergia con il Ministero dell'Ambiente, che rilascia a soggetti idonei, specifica Autorizzazione al fine di poter procedere al recupero di tali esemplari, siano essi deceduti o spiaggiati, oppure recuperati in mare e in difficoltà, per poterli destinare a competenti Centri di Riabilitazione e cura, presenti in Toscana, o all'occorrenza anche in altre Regioni. Conseguente la rete di OTC, fino al 2013, dedicata solo ai mammiferi marini, si amplia a questi rettili, costituenti categoria di specie protette presenti nel nostro Mar Mediterraneo. Tale attività permanente, offre ai partner e ai

Centri autorizzati Ministeriali, la possibilità di approfondire ricerca e assistenza su questi esemplari, che a differenza dei cetacei, possono essere accolti in specifiche strutture idonee al loro recupero e alla loro liberazione in mare. L'attività sulle tartarughe, diventa subito estremamente importante per la rete, sia per la media di esemplari che si spiaggiano (circa 35/anno) sia per le possibilità di recupero che necessitano di attrezzature diverse a seconda della natura del danno sull'esemplare: (circa 12/anno) recupero ami, otturazioni da plastica, perforazioni, danni da impatto da navigazione sul carapace o altre parti, danni sui polmoni derivanti da asfissia per essere finiti nelle reti di pescatori. Una attività giornaliera, finalizzata a monitorare tutti gli esemplari che vengono recuperati, deceduti o vivi, cercando di capire le cause, e classificandoli con una specifica schedatura, definita dalle Linee Guida Ministeriali n. 89/2013. Per questa attività, Regione Toscana ha finanziato uno specifico progetto CARESAT, al Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa per studiare i movimenti compiuti dalle tartarughe comuni (*Caretta caretta*) utilizzando tecniche di rilevamento satellitare (sistema ARGOS), con il contributo anche di ARPAT, che con la dotazione di specifici GPS, ha potuto integrare tali tecniche consentendo di monitorare gli spostamenti effettuati dalle tartarughe per diversi mesi.

Osservatorio Toscano della Biodiversità art. 11 L.R.30/2015

Con la approvazione della nuova legge regionale citata, si trasforma l'Osservatorio dei Cetacei, in Osservatorio Toscano della Biodiversità, conformemente a quanto indicato nella Strategia nazionale della Biodiversità, e completando in toscana le attività sulla biodiversità marina con quelle della biodiversità terrestre. La legge riconosce, (unica in Italia), il supporto al Santuario Pelagos, per le attività di competenza, definendo quindi una strutturazione programmata delle attività svolte, rendendole permanenti, anche con il contributo di una specifica Consulta tecnico-scientifica che avrà il compito di definire e valutare tutte le attività inserite in legge. I primi effetti di tale innovazione, sono stati l'introduzione nella rete di monitoraggio di OTB, dei pesci cartilaginosi (elasmobranchi) come squali, razze e mante,

ampiamente presenti nel mar Ligure. Nel 2015 in toscana sono stati segnalati 29 esemplari, 18 diavoli di mare (*Mobula mobular*), 8 verdesche, 2 squali Mako, di cui uno morto pescato tra Gorgona e Capraia, e una verdesca morta, catturata con rete a strascico tra Viareggio e Pisa.

I Risultati per i Cetacei

Nel 2015 in Italia si sono spiaggiati 156 cetacei, di cui nella sola Toscana 21 esemplari, con una maggioranza di stenelle e tursiopi. Su 10 esemplari la sezione di Pisa dell'IZSLT ha eseguito l'autopsia. Cinque esemplari, sono risultati positivi al Morbillivirus, in tre casi Herpesvirus, con sinergia tra i due patogeni per il progressivo decadimento delle condizioni di salute degli animali.

Isolato anche il Poxvirus in una Stenella, causa di lesioni cutanee con presenza di contaminanti, PCB e derivati. Vari agenti batterici rilevati (quali *Photobacterium damselae*, 5 su 10 esemplari). Presenti anche diversi parassiti tra cui il *Toxoplasma* spp in un tursiope.

Le infezioni patologiche rappresentano la causa più evidente di morte: in moltissimi esemplari negli ultimi 5 anni è stato rilevato il *Toxoplasma gondii* e diversi esemplari sono risultati positivi al Morbillivirus. E' forse questo l'allarme maggiore per i cetacei dei nostri mari: basti ricordare che tra gli anni '80 e 90' centinaia di stenelle striate sono decedute a causa di polmonite causata da questo agente virale e che dal 2007 specie diverse, in particolare esemplari di globicefali (*Globicephala melas*), sono tornati a spiaggiarsi in Mediterraneo per questa causa.

Le nostre indagini non si fermano però soltanto alla constatazione della presenza dell'agente patogeno, ma cercano di esplorare perché alcuni esemplari risultano maggiormente esposti e sensibili di altri. A tal proposito di notevole ausilio risultano gli studi che vengono condotti sulle biopsie cutanee sia di esemplari free-ranging che di esemplari spiaggiati, ma morti da un massimo di 24 ore.

Infatti sia la determinazione qualitativa e quantitativa dei contaminanti, in particolare dei Persistent Organic Pollutants (POPs), che le risposte dei biomarkers, sia i test in vitro su colture cellulari di fibroblasti e su slices di integumento, hanno

evidenziato che gli animali maggiormente stressati a livello tossicologico, hanno una maggiore predisposizione verso gli agenti patogeni. Questo è facilmente spiegabile con il fatto che la maggior parte dei contaminanti rilevati, risultano essere immunodepressori e quindi capaci di inficiare le difese immunitarie degli animali che non riescono a rispondere adeguatamente alle diverse malattie. Recenti studi condotti nei mari della Toscana stanno cercando di valutare gli effetti delle microplastiche e dei loro componenti (ftalati, bisfenoli, ecc) sullo stato di salute delle diverse specie, non fermandosi ai cetacei ma estendendo la ricerca anche ad un rettile marino con grossi problemi di conservazione, la *Caretta caretta*, di cui nel 2010-2011 sono stati rinvenuti molti esemplari spiaggiati.

I Risultati per le tartarughe

Nel 2015 in Italia si sono spiaggiate oltre 2000 esemplari di tartarughe, di cui nella sola Toscana sono stati recuperati 44 esemplari, con 43 *Caretta caretta*, e 1 tartaruga liuto. Su 8 esemplari la sezione di Pisa dell'IZSLT ha effettuato la necropsia. Inoltre, evento eccezionale, sono state analizzate delle uova di *Caretta caretta* non schiuse, a seguito del ritrovamento di un nido in località Giannella (GR). Sui pochi casi esaminati, prevale la collisione con natante, e l'annegamento da bycatch. Tale casistica trova ulteriore conferma nei casi di spiaggiamento non oggetto di necropsia, ma che da esame visivo rilevano danni sul carapace da collisione, tanto da poter stabilire che il 60% di cause di morte è dovuta a lesioni riferibili ad interazioni antropiche.

Tre note interessanti scaturite dal monitoraggio:

- un esemplare di *Caretta caretta*, recuperato vivo il 28 gennaio del 2015, era dotato di una targhetta F2600 del Museo di Storia naturale di Parigi, che l'aveva classificata e liberata in mare.
- la tartaruga *Caretta caretta*, ritrovata nei pressi dell'Isola di Montecristo, chiamata Go Go Luce, dotata di un GPS satellitare dall'Università di Pisa, in due mesi, ha percorso quasi 30 km al giorno per un totale di circa 1500 km ad una velocità media di oltre 1 km/h".
- nel nido di tartarughe *Caretta caretta* all'alba del 6 settembre 2015, lungo la spiaggia della Giannella, nel comune di Orbetello, sono

state trovate 72 uova, di cui 9 non schiuse. Dalle testimonianze dei bagnanti che hanno filmato l'evento, si presume quindi che almeno 63 piccoli sono nati vivi, di cui oltre trenta filmati mentre entrano in mare.

In conclusione, la Toscana, sta facendo la sua parte, garantendo alti livelli di qualità della gestione delle acque marine e dolci, attraverso un meticoloso lavoro quotidiano, che fornisce dati concreti e informazioni propedeutiche al miglioramento di tutti gli effetti sulla salute e sull'ambiente. Un percorso non facile, e che richiede risorse scientifiche ed economiche importanti, attualmente non disponibili, ma che costituisce una sfida aperta e quotidiana di fronte alla quale ci si è impegnati a garantire i livelli di eccellenza descritti anche nei prossimi anni. La rete costruita con i vari partner, ha permesso di formare oltre 600 persone, a vario titolo, interessate ai temi di biodiversità marina, sia per motivi scientifici e di ricerca, sia per informazione di natura didattica, sicuro investimento per le generazioni future per la salvaguardia e la tutela del nostro mare.







Bibliografia

- [1] Report annuali edizioni 2010-2015 “Attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei, tartarughe e grandi pesci cartilaginei”.
- [2] Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana, sezione di Pisa. “Relazione sugli spiaggiamenti di cetacei avvenuti lungo le coste della regione toscana, edizioni 2013-2014-2015”.
- [3] ARPAT, 2009. BIOMART. Definizione e composizione del Repertorio Naturalistico complessivo degli organismi marini e dell'archivio delle componenti biotiche e ambientali determinanti per la Biodiversità. Volume 1-Componenti biotiche e ambientali determinanti per la biodiversità. 96 pp.
- [4] ARPAT, 2010. Progetto BIOMART. CD
- [5] MARSILI L. (2000) - Lipophilic contaminants in marine mammals: review of the results of ten years work at the Department of Environmental Biology, Siena University (Italy). *Int. J. Environ. Pollut.*, 13: 416-452.
- [6] MARSILI L., D'AGOSTINO A., BUCALOSSI D., MALATESTA T., FOSSI M.C. (2004) - Theoretical models to evaluate hazard due to organochlorine compounds (OCs) in Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Chemosphere*, 56: 791-801.
- [7] MARSILI L., FOCARDI S. (1996) - Organochlorine levels in subcutaneous blubber biopsies of fin whales (*Balaenoptera physalus*) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from the Mediterranean Sea. *Environ. Pollut.*, 91 (1): 1-9.
- [8] MARSILI L., MALTESE S., COPPOLA D., CALIANI I., CARLETTI L., GIANNETTI M., CAMPANI T., BAINI M., PANTI C., CASINI S., FOSSI M.C. (2012) - “Test Tube Cetaceans”: from the evaluation of susceptibility to the study of genotoxic effects of different environmental contaminants using cetacean fibroblast cell cultures in new approaches to the study of marine mammals. In: Romero A., Keith E.O. (eds), *New Approaches to the Study of Marine Mammals*. InTech: 49-76.
- [9] REGOLAMENTO (UE) N. 142/2011 DELLA COMMISSIONE del 25 febbraio 2011 recante disposizioni di applicazione del regolamento (CE) n. 1069/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano, e della direttiva 97/78/CE del Consiglio per quanto riguarda taluni campioni e articoli non sottoposti a controlli veterinari alla frontiera; sta in Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 54/1 del 26.2.2011.
- [10] ISPRA, Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, “Linee Giuda per il recupero, soccorso, affidamento e gestione delle tartarughe marine ai fini della riabilitazione e per la manipolazione a scopi scientifici n. 89/2013, pagine 72, edizioni ISPRA luglio 2013.

Le specie ittiche aliene in Toscana e il caso del Siluro europeo

Annamaria Nocita¹, Andrea Lenuzza²

Parole chiave: alloctoni, Toscana, Siluro

In Toscana sono presenti nelle acque interne un numero davvero impressionante di specie aliene esotiche provenienti da tutto il mondo, alle quali si aggiungono le specie transfaunate ovvero quelle che pur provenendo dal territorio italiano, sono appartenenti a un altro distretto ittiogeografico.

Le modalità con le quali queste entità sono entrate nel nostro territorio sono diverse e l'analisi di esse permette di elaborare forme di prevenzione e di attuare piani di controllo e contenimento di talune specie particolarmente invasive e di grande impatto sulle comunità ittiche locali.

In particolare, i risultati dell'ingresso del Siluro europeo nelle acque della Toscana sono stati evidenti fin dall'inizio con un calo della pescosità da parte dei pescasportivi nel corso delle competizioni sportive che si è fatto preoccupante, tanto da mettere in atto specifici programmi di cattura nelle aree più colpite come quelle del Fiume Arno a Firenze per prima, e poi a monte e a valle di essa e nei principali affluenti.

Introduzione e Metodi

L’attributo “alloctono”, “alieno” o “non-indigeno” fa riferimento a un taxon (specie, sottospecie, razza o varietà, inclusi gameti, propaguli o parti di un organismo che potrebbe sopravvivere e successivamente riprodursi; [14]), introdotto dopo il Neolitico [7] o dopo la scoperta dell’America (Ministero dell’Ambiente 2006), in un’area al di fuori del suo areale originario, dalle attività umane per via diretta o indiretta, in modo intenzionale e non. Le specie alloctone invasive sono “specie non indigene che si diffondono dal punto di introduzione e diventano abbondanti” [5]. La IUCN le definisce come specie che “si stabilizzano in ecosistemi o habitat naturali o semi-naturali, sono agenti di cambiamento e minacciano la diversità biologica”. Come in Europa e nel resto d’Italia, anche in Toscana il taxon più affetto da allodiversità è quello dei pesci dulcaquicoli (58% delle specie presenti sono infatti alloctone, Progetto ALT [17]), la cui comparsa in natura, dovuta al rilascio, sembra essere associata alle attività di pesca e di ripopolamento. L’immissione di specie ittiche alloctone è un fenomeno assai diffuso in Europa [3] e ampiamente praticato in Toscana, dove i controlli sono stati a lungo assenti o inefficaci.

L’ambiente dulcaquicolo della Toscana appare particolarmente colpito dall’invadenza di specie ittiche alloctone e alcune, come il Siluro europeo, risultano essere tra le più invasive. Il progetto ALT (Atlante delle specie alloctone in Toscana), finanziato alcuni anni fa dalla Regione Toscana ha permesso di delineare un quadro piuttosto nitido dell’attuale situazione, fornendo la localizzazione di tutte le specie alloctone, e contiene un contributo dedicato ai pesci con particolare riguardo alle specie esotiche. Sono state poi elaborate le strategie di risposta alle invasioni di nuove specie o di nuove popolazioni di specie già introdotte, elaborando protocolli di risposta rapida e rivolgendo una particolare attenzione ai Siti della Rete Natura 2000. La prevenzione è comunque stata individuata come la migliore tra le forme di lotta, considerando anche le specie potenzialmente a rischio.

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale, Università di Firenze, nocita@unifi.it;

² Regione Toscana, Firenze
email: andrea.lenuzza@regione.toscana.it;
* autore per corrispondenza.

Risultati

Di seguito la Tabella 1 che contiene la lista delle specie esotiche con i dati relativi all'anno di introduzione in Italia e in Toscana, le modalità di introduzione.

Anche dopo la chiusura del Progetto ALT il livello di attenzione nei confronti delle specie alloctone è rimasto alto e sono stati raccolti dati relativi alle specie ittiche presenti sul territorio ma non vi sono state segnalazioni o ritrovamenti che facciano pensare a nuove introduzioni tranne, come

Tabella 1. Elenco delle specie esotiche presenti in Toscana (ALT 2012)

*il Persico reale viene da taluni autori considerato un esotico per il territori italiano, da altri un transfaunato autoctono di parte del Nord Italia

Specie	Descrittore	Nome comune	Area nativa	Anno prima introduzione in Italia	Anno prima introduzione in Toscana	Modalità di introduzione
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	Trota iridea	Nord America, versante pacifico	1895	1914	intenzionale
<i>Pachylichon pictum</i>	(Heckel & Kner, 1858)	Leucisco d'Albania	Europa, distretto albanese	1989	1989	accidentale
<i>Pseudorasbora parva</i>	(Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora	Asia, Cina e Giappone	1988	1994	accidentale
<i>Barbus barbus</i>	(Linnaeus, 1758)	Barbo europeo	Europa centrale e occidentale	1994	1994	intenzionale
<i>Silurus glanis</i>	Linnaeus, 1758	Siluro	Europa orientale	1957	1998	intenzionale
<i>Ictalurus punctatus</i>	(Rafinesque, 1818)	Pesce gatto punteggiato, Channel	Nord America, bacini centrali	1986	1998	intenzionale
<i>Blicca bjoerkna</i>	(Linnaeus, 1758)	Blicca	Europa, fino ai Monti Urali	1993	2004	intenzionale
<i>Rhodeus sericeus</i>	(Pallas, 1776)	Rodeo	Europa orientale e nord dell'Asia minore	1980-1989	2004	accidentale
<i>Oreochromis niloticus</i>	(Linnaeus 1758)	Tilapia del Nilo	Africa	2000	2007	intenzionale
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	(Castelnau, 1855)		America meridionale: Rio delle Amazzoni	2007	2007	intenzionale
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	(Günther 1867)		America centrale	2007	2007	intenzionale
<i>Hemichromis sp.</i>			Africa	2007	2007	intenzionale
<i>Barbus graellsii</i>	Steindachner 1866	Barbo spagnolo	Europa: Spagna	1994-1995	1994-1995	intenzionale
<i>Micropterus salmoides</i>	Lacépède, 1802	Persico trota	Nord America,	1897	prob. metà del XX secolo	intenzionale

<i>Lepomis gibbosus</i>	(Linnaeus, 1758)	Persico sole	Nord America	1900	prob. metà del XX secolo	intenzionale
<i>Abramis brama</i>	(Linnaeus, 1758)	Abramide, Brema	Europa sett. centrale	1985	sconosciuto	intenzionale
<i>Carassius carassius</i>	(Linnaeus, 1758)	Carassio comune	Europa centrale e orientale	XIX secolo	sconosciuto	intenzionale e accidentale
<i>Carassius auratus</i>	(Linnaeus, 1758)	Carassio dorato	Europa Centrale, Asia Centrale e Cina	XVIII secolo	sconosciuto	intenzionale e accidentale
<i>Ameiurus melas</i>	(Rafinesque, 1820)	Pesce gatto comune	Nord America, dai Grandi laghi al nord del Messico	primi del 1900	seconda metà del XX secolo	intenzionale
<i>Cyprinus carpio</i>	Linnaeus, 1758	Carpa	Cina e Giappone e Asia Centrale	prec. al 1500	XIX secolo	intenzionale e accidentale
<i>Gambusia holbrooki</i>	Girard, 1859	Gambusia	Nord America: USA, versante Atlantico dal New Jersey fino all'Alabama	1919-1921	XX secolo	intenzionale
<i>Perca fluviatilis*</i>	Linnaeus, 1758	Persico reale	Europa e Siberia fino al Fiume Kolyma	1860	sconosciuto	intenzionale
<i>Sander lucioperca</i>	(Linnaeus, 1758)	Sandra, Lucioperca	Europa centrale e orientale, Asia occidentale	1900	sconosciuto	intenzionale
<i>Rutilus rutilus</i>	(Linnaeus, 1758)	Rutilo	Europa settentrionale e centrale	1989	sconosciuto	accidentale
<i>Poecilia sphenops</i>	Valenciennes 1846	Pecilia	America Centrale: dal Messico alla Colombia	2007	2007	intenzionale

esposto di seguito a proposito del Siluro, una estensione dell'areale da parte di nuove popolazioni di specie alloctone già presenti nella Regione. Recentemente è stata pubblicata la notizia della cattura di un'altra specie, *Channa micropeltes* [12] appartenente a un gruppo di pesci chiamato "Teste di serpente" originaria dell'Asia, ma al momento si tratterebbe di individui isolati che non formano popolazioni che si autosostengono per questo al momento non costituiscono motivo di minaccia.

Tra le specie alloctone esotiche vi sono entità provenienti da tutto il mondo: America, Europa settentrionale e centrale, Asia, Africa. Quest'ultima, per questioni climatiche, è la meno rappresentata,

con il solo rappresentante *Orechromis niloticus* che riesce a sopravvivere in ambienti ricchi di acque termali con temperature compatibili con le esigenze vitali della specie. È interessante notare che le specie di più vecchia introduzione provengono dall'America settentrionale e dall'Europa, mentre le entità recentemente introdotte sono in gran parte originarie dell'Asia o dell'Europa orientale. Ciò è da ricondurre alla mutata situazione politica degli ultimi anni che ha permesso la ripresa degli scambi commerciali tra l'Europa e i Paesi dell'Est, portando anche a un ingresso di specie da questa area del mondo.

Per quanto riguarda le motivazioni che hanno portato all'introduzione delle specie ittiche

alloctone in Toscana, queste sono in gran parte da considerarsi intenzionali e la causa è da ricordarsi in 19 casi ad attività di ripopolamento finalizzate al miglioramento delle attività alieute in genere, in 5 casi di acquariofilia, e in 1 caso di controllo biologico. Quest'ultimo riguarda la Gambusia, piccolo pesce oovoviparo, che fu introdotto a scopo di controllo della zanzara *Anopheles*, portatrice del *Plasmodium*, l'agente eziologico della malaria.

Tra le introduzioni intenzionali di pesci, nel tempo vediamo lo scopo del ripopolamento spostarsi dal consumo alimentare allo sportivo e decorativo. Le prime due specie introdotte sono molto probabilmente la Carpa e la Trota (almeno il ceppo atlantico di questa, dato che un'entità così identificata esisteva già sul territorio indagato), entrambe considerate specie destinate al consumo da parte dell'uomo e oggetto di intensi ripopolamenti in tutta la Regione. L'epoca di introduzione della Carpa in Italia risulta ad oggi molto dibattuta ma in Toscana sembra apparsa per la prima volta nell'Ottocento, a Bientina [13].

Il periodo che va dal XIX secolo alla metà del secolo scorso vede diversi ingressi di specie aliene, sia provenienti dal territorio nazionale sia dall'estero, e si tratta quasi sempre di animali che hanno come scopo di introduzione quello alimentare oppure decorativo, ma comunque un evento non fortuito che ha una sua precisa motivazione.

Tipico invece di questi ultimi anni è l'aumento davvero vertiginoso del tasso di ingresso di

specie aliene, fenomeno peraltro non esclusivo della fauna ittica d'acqua dolce, ma che in quest'ultimo vede un particolare incremento. Il quadro che ne emerge è che oggi l'introduzione è spesso intenzionale, benché non necessaria per la sopravvivenza dell'uomo, ed è frutto della volontà di modificare l'ambiente. Anche quando essa è accidentale è spesso dovuta alla presenza di specie indesiderate tra le specie target di uno stock ittico immesso per un ripopolamento. È il caso della *Pseudorasbora parva*, un piccolo ciprinide immesso fortuitamente all'inizio degli anni Ottanta [15] le cui potenzialità in termini di impatto sulle popolazioni di altre specie ittiche sono state a lungo sottovalutate. Importante poi è il ruolo della *Pseudorasbora* come portatore dell'*Anguillula crassus*, un piccolo nematode in grado di invadere la vescica natatoria dell'Anguilla e limitarne fortemente le proprie capacità natatorie, con conseguenze disastrose per il ciclo vitale di questa specie migratrice.

Tra le specie estranee all'originario patrimonio ittiofaunistico della Toscana, oltre a quelle esotiche, vi sono anche quelle transfaunate ovvero specie ittiche che pur facendo parte del patrimonio italiano appartengono al distretto ittiogeografico tipico del Nord Italia, al di là dell'Appennino Tosco-Emiliano. Le specie transfaunate da codesto distretto in quello tipico del versante tirrenico sono almeno 10. Considerando che le specie di pesci autoctone nella nostra Regione sono poco più di una decina, quelli alloctoni sono oltre 3 volte le prime.

Tabella 2 Elenco delle specie transfaunate presenti in Toscana

Specie	Nome comune
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Alborella
<i>Barbus caninus</i> Bonaparte, 1839	Barbo canino
<i>Barbus plebejus</i> Bonaparte, 1839	Barbo padano
<i>Chondrostoma genei</i> (Bonaparte, 1839)	Lasca
<i>Chondrostoma soetta</i> Bonaparte, 1840	Savetta
<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)	Gobione
<i>Rutilus erythrophthalmus</i> Zerunian, 1982	Triotto
<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758	Cobite
<i>Padogobius bonelli</i> (Bonaparte, 1846)	Ghiozzo padano
<i>Knipowitschia panizzae</i> (Verga, 1841)	Ghiozzetto di laguna

Le attività sorgenti di introduzione

La maggior parte delle specie introdotte in Toscana è in qualche modo legata alla pesca sportiva. Essa è considerata una delle principali cause di perdita di biodiversità nelle acque interne [2]. In Italia, è stata una delle cause principali di introduzione di specie alloctone dulcacquicole e in particolare i laghetti di pesca, seppure in diminuzione a causa della crisi economica degli ultimi anni, continuano a rappresentare una cospicua fonte di reddito all'interno del mondo della pesca. Un importante fattore che gioca a favore di questa realtà è quello sociale: la pesca sportiva riesce a riunire persone di ogni età e a fornire anche un motivo di svago per intere famiglie. Non ultimo anche il consumo alimentare gioca un proprio ruolo, dato che a volte il pesce catturato viene consumato. I laghetti di pesca sono generalmente privati, e secondo la Legge Regionale sulla pesca (7/2005, articolo 12, comma 2, "Le province dispongono, quando l'impianto sia in collegamento con acque pubbliche, l'adozione di misure idonee ad evitare diffusione incontrollate di fauna ittica"). All'interno di essi la licenza di pesca dilettantistica non è richiesta per questi impianti ed, essendo spesso realtà private, i laghetti sono soggetti a controlli meno rigidi sul materiale immesso e sui fruitori. Infatti la presenza del Siluro, una delle specie più

invasive per la Toscana, sul territorio della provincia di Firenze era già documentata alla fine degli anni '80 nei laghetti privati di pesca. Nel decennio successivo la specie venne segnalata per la prima volta nelle acque dell'Arno dalla Carta Ittica regionale [1], probabilmente in seguito ad immissioni di esemplari provenienti da invasi privati o in seguito ad introduzioni accidentali nel corso di materiale ittico non adeguatamente selezionato. Il commercio di specie ornamentali rappresenta una delle industrie più fruttuose tra quelle conosciute e coinvolge centinaia di specie alloctone e che ha registrato un continuo incremento. Tuttavia, solo recentemente è stata riconosciuta come una delle maggiori cause di introduzione di specie alloctone, in particolare per le specie acquatiche vegetali e animali ([5]; [6]). In Italia, uno dei vettori privilegiati di introduzione di specie alloctone, soprattutto nel caso di invertebrati e piante acquatiche e uccelli, è il commercio per ornamento [16]. Le specie possono poi essere rilasciate illegalmente in natura dai proprietari. Un esempio eclatante, ma non l'unico, sono le acque termali della Fossa Calda (Livorno), dove sono state ritrovate numerose specie di pesci tropicali, utilizzate solitamente dagli acquariofili, probabilmente rilasciate dai proprietari in natura [11].



Figura 1: Un esemplare di Siluro adulto appena catturato, in fase di misurazione.

Il caso Siluro

La presenza del Siluro in Toscana è stata segnalata alla fine degli anni '80 sul territorio della Provincia di Firenze nei laghetti privati di pesca sportiva. Nel decennio successivo la specie venne inserita tra le specie potenzialmente presenti nel Fiume Arno dalla Carta Ittica regionale [1], probabilmente a causa di introduzioni intenzionali e/o accidentali. In seguito a specifiche campagne di monitoraggio della fauna ittica d'acqua dolce, ne è stata accertata la presenza nel tratto fiorentino del Fiume Arno [8].

Attualmente, si trova lungo tutto il corso del Fiume Arno. La presenza di altre popolazioni è stata accertata sul Serchio, in località Ripafratta (Pisa) [9] e sullo Scolmatore dell'Arno. Ultimamente ne è stata anche accertata la presenza nel sottobacino della Sieve, compreso l'invaso artificiale di Bilancino, e in quello della Greve. Altre ricerche promosse dall'Università di Firenze e dall'Associazione di pesca sportiva ARCI di Firenze hanno ormai evidenziato la naturalizzazione del Siluro nell'Arno fiorentino, ove le condizioni climatiche consentono un periodo di alimentazione più lungo e curve di accrescimento superiori rispetto alle aree d'origine della specie (Nocita, non pubblicato). È stato possibile anche constatare che nella nostra area la specie si riproduce sia prima dell'estate sia subito dopo, aumentando in questo modo vertiginosamente l'incremento annuo della popolazione.

Il siluro possiede una scarsa tendenza a spostarsi su lunghi tratti fluviali [4], dimostrando la generale sedentarietà della specie. Ciò porta a ipotizzare che, in considerazione delle segnalazioni della specie in corpi idrici non direttamente connessi all'Arno, la diffusione della specie sia in gran parte opera di immissioni, siano esse accidentali o deliberate, da parte dell'uomo. Infine, si tratta di una specie che si alimenta prevalentemente di notte quando i pesci autoctoni sono meno attivi e quindi poco in grado di difendersi da eventuali attacchi da parte di predatori.

Basandosi sulle stime di consistenza della popolazione di Siluro del tratto fiorentino del Fiume Arno emerse dagli studi fatti, si possono fare valutazioni riguardo all'impatto predatorio della specie sull'intera comunità ittica: nello specifico si stima che il fabbisogno alimentare giornaliero del siluro si aggiri intorno al 2-3% del peso corporeo per gli adulti e 10% per i giovani.

Applicando i suddetti parametri alla popolazione ittica presente tra la pescaia di S. Niccolò ed il ponte alle Grazie (650 m), su cui si dispone di dati quantitativi ben più precisi (Nocita, dati non pubblicati, 2009), si ottengono stime sulla preda-zione che per analogia possono essere estrapolate all'intero tratto cittadino. Nel campionamento effettuati nel 2008, in un'unica giornata di lavoro, interpolando i dati delle catture con i rilievi effettuati con ecoscandaglio ha portato a stimare in 1.145 t la consistenza complessiva della biomassa ittica nel tratto fluviale e stimando prudenzialmente nel 2% del peso corporeo il fabbisogno alimentare giornaliero, i siluri campionati, che naturalmente rappresentano una sottostima di quelli effettivamente presenti, consumerebbero giornalmente 5.54 kg di pesce. Considerando che i siluri costituiscono l'86% della biomassa ittica catturata, si può stimare il popolamento complessivo di siluro in 985 kg, per un fabbisogno alimentare di 19.7 kg/giorno.

Partendo da questi risultati, oltre che da un accertato ed allarmante calo di pescosità nel tratto fiorentino del Fiume Arno, che tra il 2000 e il 2008 ha fatto registrare oltre il 50% di pescato in meno nel corso delle competizioni, è stato messo a punto uno specifico programma di contenimento del Siluro, oltre che del Pesce gatto punteggiato anch'esso presente nella medesima area. I dati sono davvero impressionanti: nel 2013-2014 sono stati catturati oltre 1,4 t di pesci, in gran parte Siluri, in otto stazioni totali localizzate in Arno e Greve a Firenze, e in Arno e Serchio a Pisa [10]. Per dare continuità al progetto, nell'ottica di consolidamento dei risultati ottenuti e di miglioramento della situazione generale, è stato messo in essere un altro progetto di cattura e stoccaggio [Progetto di recupero delle popolazioni ittiche del Fiume Arno (Provincia di Arezzo) e Sieve (Provincia di Firenze) tramite cattura e trasferimento di esemplari di Siluro europeo (*Silurus glanis*) e Pesce gatto punteggiato (*Ictalurus punctatus*) in aree di stoccaggio], attualmente in corso.

Discussione e Conclusione

Ad oggi l'unica forma di lotta davvero efficace al problema dell'ingresso delle specie alloctone è la prevenzione e sostanzialmente la disciplina restrittiva sulle introduzioni è stata avviata solo

con il DPR 120 del 12/03/2003 che ha aggiornato il DPR 357/1997. Il ritardo normativo nell'affrontare il problema delle specie alloctone ha quindi creato l'enorme squilibrio tra specie autoctono e alloctone, siano esse esotiche o transfaunate. La lista delle specie alloctone della Toscana mette in evidenza come al momento dell'introduzione del sopra menzionato DPR molte di esse fossero ormai già sul territorio. Efficaci disposizioni sono presenti spesso solo in atti di pianificazione: per la prima volta in Toscana si prevedono interventi sul Siluro europeo e sul Gambero della Louisiana nel Piano Ittico Regionale 2007-2012. Tutto ciò ha comportato dei ritardi nell'azione degli enti preposti, che sono costretti ogni volta a dover raccogliere dati a supporto delle strategie d'intervento sugli alloctoni anziché intervenire tempestivamente alle prime segnalazioni e a tutt'oggi la LR 7/2005 prevede la possibilità di derogare al divieto di immissione di specie ittiche alloctone. L'affermazione che la maggior causa delle introduzioni di specie ittiche alloctone, accidentali e non, siano riconducibili ai ripopolamenti ittici è confermata dal caso della Provincia di Firenze: in seguito all'interruzione dei ripopolamenti in acque a Ciprinidi avvenuta a partire dal 2000, in seguito agli indirizzi gestionali recepiti dalla Carta Ittica provinciale, sostanzialmente non si sono avute nuove introduzioni.

Come già evidenziato, gli interessi economici spesso contrastano con una disciplina restrittiva sulle specie alloctone: il Regolamento CE 708/2007 aveva imposto limitazioni all'utilizzo in acquacoltura di specie alloctone, consentendo l'impiego di poche specie ritenute innocue. Successivamente, nel 2008, il regolamento è stato modificato ampliando l'elenco delle specie alloctone che possono essere impiegate in acquacoltura, seppur in ambienti "chiusi", introducendo anche il Siluro.

Ancora oggi la fauna ittica, non essendo considerata patrimonio indisponibile dello stato, di per sé non è soggetta a controlli da parte degli organi pubblici finché rimane confinata in aree o strutture private, se non per quanto attiene attività di sorveglianza veterinaria, limitatamente ad impianti di acquacoltura e più recentemente agli impianti di pesca sportiva. L'attuale assenza di vincoli normativi al commercio ed al trasporto di pesci alloctoni vivi consente ancora oggi il libero ingresso e la movimentazione sul territorio

nazionale di specie notoriamente invasive una volta rilasciate nell'ambiente naturale. Un passo importante verso una politica incisiva nella prevenzione e nella lotta alla diffusione delle specie alloctone si avrà con il recepimento e l'attuazione in Italia del Regolamento UE n. 1143/2014, il primo provvedimento normativo che introduce in ambito comunitario una disciplina organica sulla gestione delle specie esotiche invasive.

Le esperienze gestionali e le conoscenze fino ad oggi maturate in Toscana offriranno alle istituzioni l'opportunità di adottare i prossimi strumenti normativi in modo mirato ed incisivo.

Ringraziamenti

I dati e le informazioni qui esposti sono in gran parte frutto di progetti cofinanziati dalla Regione Toscana, in particolare ALT (2012) e il "Progetto di recupero delle popolazioni ittiche del Fiume Arno e Serchio tramite cattura e trasferimento di esemplari di Siluro europeo (*Silurus glanis*) in aree di stocaggio", insieme a contributi dell'Università degli Studi di Firenze e delle Province di Pisa e Firenze. Gli autori intendono ricordare Francesca Gherardi, Docente presso l'Università degli Studi di Firenze scomparsa nel 2013, studiosa conosciuta a livello internazionale e ideatrice di molti progetti di ricerca sulle specie aliene.

Bibliografia

- [1] Auteri R., Abella A., Baino R., Righini P., Serena F., Silvestri R., Voliani A., Zucchi A., 1995. Gestione della fauna ittica. Carta ittica regionale. I.S.T.I.P., Prov. Livorno e Regione Toscana, vol. VII, 147 pp, 2 cartine fuori testo.
- [2] Cambray J.A., 2003. Impact on indigenous species biodiversity caused by the globalisation of alien recreational freshwater fisheries. Hydrobiologia 500, 217-230.
- [3] Copp G.H., Bianco P.G., Bogutskaya N.G., Erjos T., Falka I., Ferreira M.T., 2005. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? Journal of Applied Ichthyology 21, 242-262.
- [4] Copp, G. H., Britton J. R., Cucherousset J., Garcia-Berthou E., Kirk R., Peeler E., Stakenas S., 2009. Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European

- catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish and Fisheries* 10: 252-282.
- [5] Copp G.H., Vilizzi L., Gozlan R.E., 2010. The demography of introduction pathways, propagule pressure and occurrences of nonnative freshwater fish in England. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20, 595-601.
- [6] Kolar CS, Lodge DM, 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution* 16:199-204.
- [7] Manchester SJ, Bullock J., 2000. The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of Applied Ecology* 37:845-864.
- [8] Nocita A., 2001. I Pesci dell'Arno fiorentino. Provincia di Firenze, 42 pp, 1 cartina fuori testo.
- [9] Nocita A., Busatto T., Maio G., Bonaretti R., 2010. Carta ittica Provincia di Pisa. Provincia di Pisa. Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze - Sezione di Zoologia "La Specola", Provincia di Pisa. 240 pp, 1 cartina fuori testo.
- [10] Nocita A., Lenuzza A., Mazzarone V, 2014. Progetto di recupero delle popolazioni ittiche del Fiume Arno e Serchio tramite cattura e trasferimento di esemplari di Siluro europeo (*Silurus glanis*) in aree di stoccaggio. Regione Toscana, Provincia di Firenze, Provincia di Pisa, MSN Università di Firenze.
- [11] Piazzini S., Lori E., Favilli L., Cianfanelli S., Vanni S., Manganelli G., 2010. A tropical fish community in thermal waters of southern Tuscany. *Biological Invasions* 12(9): 2959-2965.
- [12] Piazzini S., Segos I., Favilli L., Manganelli G., 2014. The first european record of the Indonesian Snakehead, *Channa micropeltes* (Actinopterygii: Perciformes: Channidae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 44 (2): 153-155.
- [13] Repetti E., 1833. *Dizionario Geografico Fisico Storico della Toscana*, Firenze, coi tipi di A. Tofani, 1833.
- [14] Scalera R, Zaghi D., 2004. Alien species and nature conservation in the EU. The role of the LIFE program. LIFE Focus, European Commission, Brussels, 59 pp.
- [15] Vanni S., Nocita A., Fortini N., 1997. Sulla presenza di *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842) in Toscana (Actinopterygii, Cypriniformes, Cyprinidae). *Atti Mus. Stor. nat. Maremma*, 16, pp. 73-74.
- [16] Strecker A.L., Campbell P.M., Olden J.D., 2011. The aquarium trade as an invasion pathway in the Pacific Northwest. *Fisheries* 36, 74-85.
- [17] Tricarico E., Cervo R., Cianfanelli S., Dell'Olmo L., Ferretti G., Finotello P., Foggi B.; Giuliani C., Inghilesi A.F., Lori E., Mazza G., Nocita A., Signorini M.A., Sposimo P., Vanni S., Gherardi F., 2012. ALT: Atlante delle Specie Alloctone in Toscana. Regione Toscana, Università degli Studi di Firenze, 437 pp.

Helena, la murena

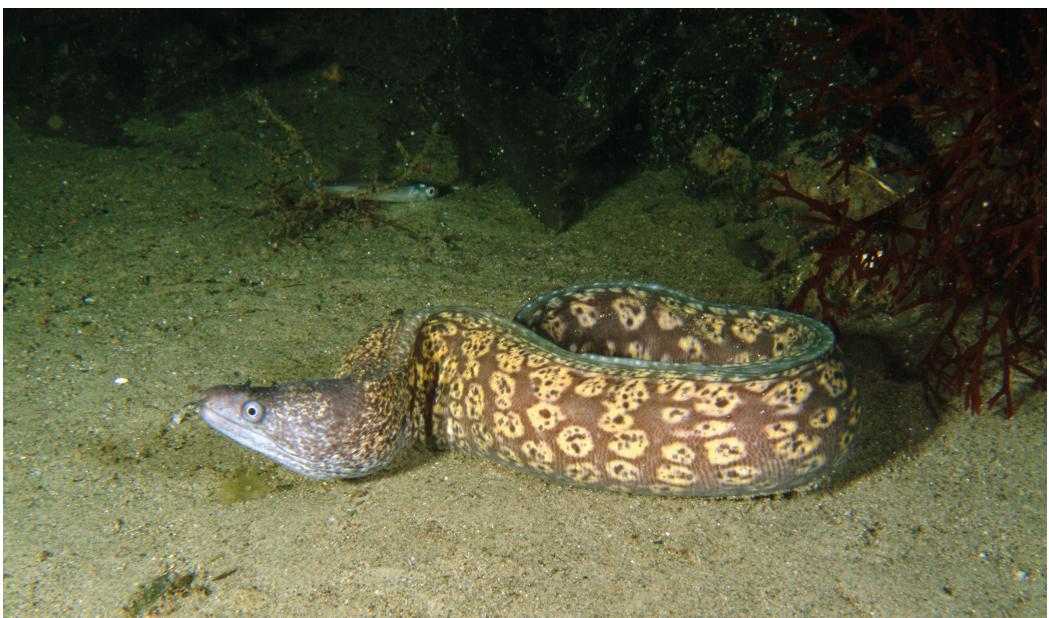
Gianni Neto¹

La murena è un pesce che ha sempre suscitato un certo timore a causa delle leggende che si perpetuano da tempi lontanissimi, dove si raccontava di questi animali dall'inaudita ferocia e aggressività. I romani, che le allevavano in vasche appositamente costruite nelle rocce vicino al mare, credevano che riuscisse a vivere anche senza la testa, oppure che si accoppiasse con i serpenti, insomma, una serie di fantasie che, seppur molto ridimensionate, si sono tramandate sino ai nostri giorni. Molti credono che il suo morso sia velenoso, ma le cose non stanno proprio così. La saliva della murena, secondo gli ittiologi, contiene una leggera tossina termolabile (si annulla con il calore), secreta da particolari ghiandole situate sulla mucosa palatina. Nella bocca, inoltre, rimangono numerosi residui di origine animale che costituiscono un terreno di coltura per microrganismi che possono causare infezioni in caso di morsicature. Il morso della murena può essere estremamente doloroso a causa dei denti molto acuminati e ricurvi all'indietro, in grado di produrre lacerazioni dei tessuti. Va comunque detto che per farsi mordere da una murena occorre essere piuttosto invadenti, nel senso che se non disturbata e messa alle strette, nessuna murena si sognerà mai di attaccare un essere umano. Generalmente, quando si parla della murena, ci si riferisce, nel Mediterraneo, alla *Muraena helena*, ovvero alla più comune delle due specie presenti, l'altra, la murena nera (*Lycodontis unicolor*), oggi è diventata estremamente rara e difficilmente si ha la fortuna di incontrarla. La murena è descritta come un pesce dalle abitudini notturne che vive in prevalenza negli ambienti rocciosi, ha un corpo allungato, serpentiforme, quasi cilindrico nella prima metà e compresso lateralmente nella parte codale. La pelle è nuda, spessa e resistente, ricoperta di muco viscido, caratteristica di tutti gli anguilliformi. Le mascelle sono sottili ma potenti e si estendono oltre l'occhio, che è piccolo e circolare. I denti sono lunghi e acuminati, alcuni più grossi a forma di pugnale. Raggiunge la

lunghezza di 1,5 metri e può arrivare a pesare una quindicina di chili, anche se esemplari di tale taglia sono sempre più rari. La colorazione è bruno castano, con macchie giallo-biancastre che possono variare di tonalità in relazione all'ambiente in cui vive. Durante il giorno sta quasi sempre nascosta nei buchi o nelle fessure delle rocce, con la testa appena sporgente e la bocca costantemente aperta, particolare che induce molti ad associare questo comportamento all'aggressività, al contrario si tratta solo di esigenze respiratorie. Le fauci spalancate rivelano la necessità di pompare continuamente dell'acqua attraverso la bocca per apportare ossigeno alle branchie. Durante la notte esce a caccia di pesci e molluschi, in particolare seppie e polpi, che localizza grazie ad uno sviluppato apparato sensore localizzato nelle capsule nasali che comunicano con l'esterno tramite dei tubuli disposti sul muso e sopra la bocca. La grande rapidità d'azione e i denti lunghi e acuminati ne fanno un predatore temibile, capace di attaccare animali di notevoli dimensioni che cattura con una tecnica tutta particolare, che sfrutta la flessibilità e la forza del suo corpo. Veloce negli spostamenti, grazie ai rapidi movimenti serpegianti del corpo, non è raro incontrare la murena in ambienti definiti poco usuali alla specie, come ad esempio le ampie distese sabbiose, anche molto lontane da pareti rocciose, il che dimostra che la murena vive benissimo anche in questo tipo di ambiente. L'unico requisito è il reperimento di un idoneo rifugio diurno.

gli autori

¹ www.gianninetto.it



Helena, la murena



Emissioni naturali di idrogeno solforato nell'area amiantina parte II: misure

Alessandro Lenzi^{1,2*} and Antonio Caprai^{1*}

Parole chiave: idrogeno solforato, Amiata, emissioni, emissioni diffuse, emissioni naturali

Nel presente studio sono raccolti ed aggiornati i dati di portata in emissione di idrogeno solforato delle sorgenti naturali di gas dall'area amiantina. E' inoltre incluso il contributo derivante dai manufatti, quali pozzetti e scarichi di vario tipo, residui di attività minerarie che interessano quest'area.

La possibilità di catalogare, classificare e caratterizzare questi siti di emissione costituisce un elemento potenzialmente interessante utile ad una migliore comprensione delle ricadute in atmosfera dei gas prodotti dalle centrali geotermoelettriche e dalle varie fonti naturali. Nella parte I dello studio si è cercato di fare una breve sintesi, non esaustiva, delle conoscenze acquisite sulle fonti di emissione naturali e minerarie con particolare attenzione alla individuazione di siti naturali per i quali le informazioni di portata in emissione di H₂S sono carenti ed incomplete. Nella parte II sono descritti i metodi utilizzati per le misure delle emissioni ed i risultati ottenuti relativamente alle emissioni di idrogeno solforato.

Introduzione

Il vulcano del Monte Amiata è il più vasto e recente edificio vulcanico presente in Toscana ed è caratterizzato da un campo geotermico sfruttato per la produzione di energia elettrica e, in misura minore, per lo sfruttamento del calore endogeno. Il calore è qui utilizzato per il riscaldamento delle abitazioni e in alcune applicazioni industriali.

Le aree geotermiche di Larderello-Lago-Travale e dell'Amiata, copresa Latera si collocano all'interno di un vasto bacino caratterizzato da anomalie termiche e dalla presenza di emanazioni gassose. Esso costituisce uno dei siti di anomalia termica ed assottigliamento crostale tra i più vasti ed importanti al mondo.

Il bacino giace sulla fascia costiera dell'Italia centrale e si estende dall'area di Larderello a nord sino ai campi flegrei in Campania e prosegue a sud sino alle aree vulcaniche siciliane. Questo stesso bacino è sede di numerose sorgenti di acque termali e di aree di emissione di gas. Gran parte delle sorgenti di emissione gassosa è stato oggetto di studi geochimici [1] e i dati disponibili sono raccolti nel database online GOOGAS [2] e MAGA [3]. Benché dunque sia presente un'ampia letteratura in merito, in alcuni casi sono presenti emettitori, specialmente tra i manufatti residui di precedenti attività

minerarie, per i quali i dati disponibili sono incompleti ed in alcuni casi assenti. Per buona parte dei siti analizzati era inoltre assente il dato di portata di gas emesso, parametro di primario interesse per questo studio. L'integrazione dei dati esistenti e la misura delle portate, con particolare riferimento allo H₂S ha permesso di costruire un quadro emissivo dei siti naturali e residuali minerari, sinora non presente e di notevole importanza per la valutazione del contributo alle emissioni in atmosfera di idrogeno solforato che si aggiunge a quello derivante dallo sfruttamento dei flui di endogeni in atto da parte di Enel.

gli autori

¹ CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Area della ricerca di Pisa - Via G. Moruzzi, 1 Località S. Cataldo - 56124 Pisa (Italia)

² Enel Green Power, Via Andrea Pisano 120 – 56124 Pisa (Italy)

* autore per corrispondenza: caprai@igg.cnr.it, lenziigg@igg.cnr.it

Materiali e metodi

Per conseguire l'obiettivo di fornire un quadro sufficiente ed esauriente delle fonti di emissione naturale dell'area si è seguito un approccio metodologico basato sul reperimento della documentazione tecnico scientifica disponibile, ricorrendo a campagne sperimentali specifiche laddove erano stati individuati siti non censiti e dove i dati sperimentali risultavano carenti. Alla raccolta dei dati di letteratura e sperimentali è seguita l'elaborazione e l'interpretazione di tutte le informazioni. Il piano di lavoro si è articolato quindi in tre fasi distinte:

1. Raccolta bibliografica includendo in essa sia la documentazione relativa ad articoli scientifici che la documentazione tecnica interna o reperibile da altre fonti quali libri, report vari etc. A tal proposito un utile strumento è stato il database online GOOGAS/MAGA (PARTE I del presente studio).
2. Integrazione dei dati raccolti con specifiche campagne di prelievo ed analisi dei siti non censiti o dei siti per i quali non erano presenti dati sufficienti alla elaborazione delle emissioni di H_2S (siti caratterizzati nella PARTE I del presente studio).
3. Elaborazione dei dati raccolti e produzione di un quadro emissivo delle emissioni naturali e dei manufatti minerari residui.

La raccolta delle informazioni ottenute dalle documentazioni tecniche e scientifiche presenti e le successive prospettive hanno permesso l'individuazione di un certo numero (38) di siti di cui 19 già censiti su GOOGAS e 19 derivanti dal presente studio e dalle prospettive condotte dal nostro gruppo di ricerca. Per buona parte di essi esistevano informazioni parziali o del tutto assenti che, una volta integrate, ha permesso di aggiornare il quadro emissivo dell'area come riportato nel presente lavoro.

Le misure di composizione chimica sono state condotte prelevando campioni di gas in ampolle di vetro del volume di 300ml munite di doppio rubinetto ROTAFL. Il gas è stato flussato all'interno della fiala per un tempo sufficiente ad assicurare il completo ricambio di gas all'interno. Per assicurare che il flusso non fosse contaminato da aria la linea di prelievo era munita di una guardia idraulica in coda alla linea. Nei casi in cui i flussi di gas

non ne consentivano il campionamento di quantità significative o il prelievo era ostacolato o reso pericoloso, le analisi si sono limitate alla sola misura di H_2S con strumento Industrial Scientific mod. IBRID MX 6. Le misure di portata sono state eseguite in due configurazioni diverse a seconda che l'emissione avvenisse da condotte e orifici di geometria facilmente misurabile presenti nel terreno o, come secondo caso, essa fosse di tipo areale. Nel primo caso si è proceduto alla misura del diametro della tubazione o alla misura della superficie di sbocco del gas (in quest'ultimo caso approssimando geometrie circolari o rettangolari come nel caso riscontrato con una certa frequenza di bocche di emissione delimitate da due strati di calcaro marnoso). Nel caso di emissioni areali del tipo incontrate nel presente studio sono stati individuati i punti di emissione come polle, fessure nel terreno, orifici a geometria non regolare e su questi è stato posto un imbuto per intercettare il flusso gassoso. All'uscita di questo è stata misurata la portata di gas con contatore volumetrico SAMGAS mod. RS 2001 LA. In tutti i casi sono state misurate le temperature del gas con strumento Delta OHM 2107.1 e pressioni di gas all'emissione con strumento Druck mod. DPI 740 per le necessarie normalizzazioni dei volumi prelevati (espressione del volume e delle portate alle condizioni normali di $P= 101325 \text{ Pa}$ e $T= 273,15 \text{ K}$). I metodi di campionamento ed analisi adottati sono derivati dalle linee guida ONU UNITAIR [4].

Le analisi del gas contenuto nelle fiale è stata condotta con tecnica gascromatografica [5] presso l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR di Pisa. Il dettaglio delle misure di portata e analisi del gas sono conservate agli atti dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR di Pisa. L'elaborazione dei dati al punto 3 permette il raffronto con il quadro emissivo attuale delle c.l.i geotermoelettriche. I risultati ottenuti costituiscono un set di dati utili per l'applicazione di una modellazione numerica maggiormente rappresentativa del quadro emissivo attuale.

Quadro geologico di sintesi sulle manifestazioni a gas

Il quadro geologico ed idrogeologico che lega tutte le manifestazioni a gas, aventi radici profonde, sembra indicare che tutta la fascia di territorio

che va da Abbadia S. S. a Nord e l'area di Poggio Nibbio a Sud, e che attraversa l'area di Piancastagnaio che ne costituisce un po' il baricentro, non solo presenta dal punto di vista strutturale ed "idraulico" soluzione di continuità, ma anzi costituisce praticamente un'unica struttura omogenea.

Esterna e nettamente diversa da tale struttura appare invece quella interessata dall'ultimo gruppo di manifestazioni dell'area studiata, cui occorre dare una spiegazione geologico-idrogeologica, e cioè quello situato nella Valle del Paglia, nei pressi di Case Voltole, nel cuore del graben neogenico di Radicofani. In effetti, attualmente sono attive due manifestazioni; le altre presenti sono ormai fossili e segnalate solo da plaghe di terreno alterato. Quella più importante ed evidente consiste in un vivace gorgoglio di gas in acqua; quest'ultima è raccolta in una "pozza" ed è di chiara origine superficiale, come dimostra il fatto che scompare in periodo di prolungata siccità. Il gas, invece, proviene dal profondo. Poiché le manifestazioni di Casa Voltole sono localizzate in corrispondenza del grande affioramento di argille plioceniche del suddetto graben e la risalita avviene quindi attraverso una potente sequenza di formazioni impermeabili (Liguridi in basso e Argille del Pliocene in alto), l'unica spiegazione geologica possibile è che tale risalita avvenga lungo una faglia, parallela o sub parallela al bordo del graben. Ciò sembrerebbe dimostrato anche dall'allineamento dei principali punti di risalita fossili o attivi. In ogni caso si tratta di manifestazioni situate in un contesto nettamente separato e diverso dalle precedenti, che, invece, come si è visto, sono collegate tra loro da una evidente continuità geostrutturale ed idrogeologica.

Nota sulle emissioni di H_2S e CO_2 degli impianti geotermoelettrici

I gas incondensabili, costituiti principalmente da anidride carbonica (CO_2) e idrogeno solforato (H_2S), emessi dalle centrali geotermoelettriche sono di origine naturale, in quanto si formano a seguito di reazioni che avvengono nel sottosuolo e, anche in assenza di un utilizzo industriale dei fluidi, danno luogo a emanazioni spontanee (talora concentrate, più spesso diffuse e, quindi, poco percepibili) dal terreno, come dimostrato da

numerosi studi in materia.

Ne è una conferma la presenza di numerose manifestazioni naturali nelle aree caratterizzate da anomalia geotermica, come avveniva a Larderello e a Radicandoli in epoca pre-industriale, e come tuttora si può osservare in numerose altre aree (i campi Flegrei in Campania e Yellowstone negli Stati Uniti sono forse gli esempi più noti).

La tesi dell'origine naturale dei gas emessi dalle centrali geotermoelettriche è stata avvalorata anche dall'**International Geothermal Association**, la quale sostiene che le emissioni provenienti dagli impianti geotermoelettrici rappresentano il convogliamento, sotto forma concentrata, delle manifestazioni spontanee comunque presenti in forma diffusa nelle aree geotermiche, con una conseguente corrispondente riduzione delle seconde.

Un'ancor più autorevole conferma è data dalle Linee Guida dell'**IPCC** (International Panel on Climate Change), l'Organo tecnico sotto l'egida delle Nazioni Unite che predispone gli indirizzi in tema di politica ambientale a seguito degli accordi di Kyoto) che, per gli inventari nazionali dei gas serra, non annoverano le emissioni di CO_2 della produzione geotermoelettrica tra quelle da sottoporre a ricognizione; ovvero, le emissioni di CO_2 degli impianti geotermici non vengono censite e non vanno ad aumentare le emissioni complessive del settore industriale, in accordo alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) che ha ratificato il protocollo di Kyoto.

In conseguenza di quanto sopra, gli impianti geotermoelettrici non sono inclusi nell'Allegato 1 della **Direttiva 2003/87/CE** ("Istituzione di un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra", cd. "emission trading"), recepita dal Ministero dell'Ambiente italiano con il decreto DEC/RAS/074/2006 del 23/2/2006; tutto ciò comporta che le emissioni di CO_2 degli impianti geotermoelettrici non contribuiscano a erodere le quote di emissione di CO_2 assegnate all'Italia e all'Enel nell'ambito della succitata direttiva UE.

Coerentemente, come riporta il Rapporto Ambientale Enel, le emissioni evitate di CO_2 sono valutate moltiplicando la produzione di energia elettrica netta ottenuta con la fonte geotermica per l'emissione specifica media di CO_2 della produzione termoelettrica fossile di Enel in Italia.

Pertanto, a fronte di una produzione netta 2006 di 5,2 miliardi di kWh da fonte geotermica, cui ha corrisposto un'emissione naturale effettiva di 1,946 milioni di tonnellate di CO₂, l'emissione evitata di CO₂ viene quantizzata in ben **3,643 milioni di tonnellate**. A livello di indicatori, la produzione geotermica ha un'emissione specifica di 374 g di CO₂ per kWh netto, a fronte dei 699 g della produzione termoelettrica Enel.

Simulazioni della dispersione degli inquinanti emessi dalle centrali geotermoelettriche ed integrazione con i dati delle emissioni areali naturali

Nell'ambito delle autorizzazioni per le nuove C.li geotermoelettriche è previsto, oltre al controllo delle emissioni, l'utilizzo di un sistema di modellistica numerica per la valutazione della dispersione in aria ambiente degli inquinanti. Fra questi l'idrogeno solforato costituisce uno dei parametri principali. L'attuazione di un modello di dispersione consente di integrare i sistemi di monitoraggio della qualità dell'aria installati dal gestore sia come sistema volontario che come conseguenza della autorizzazioni ambientali secondo le prescrizioni di VIA.

Nel caso dell'idrogeno solforato l'utilizzo dello strumento modellistico è previsto in linea generale nelle indicazioni contenute nella DGR Toscana n. 344/2010 [6] e, come prescrizioni particolari per l'area amiatina, nella prescrizione n. 19 della DGRT 810/2012 "Pronuncia di compatibilità ambientale Bagnore 4".

La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria per le sostanze inquinanti emesse dalle centrali geotermoelettriche. In mancanza di riferimenti normativi è una prassi consolidata, a livello nazionale ed internazionale, riferirsi ai valori guida indicati dalla OMS-WHO. Per approfondire il tema dei valori di riferimento tecnico e normativo per la qualità dell'aria, in ambito di procedure di VIA la Regione Toscana, in accordo con ARPAT, ha indicato nel D.G.R. n. 344/2008 i valori di riferimento" ai fini della tutela della salute umana. Per l'idrogeno solforato sono:

- 150 µg/m³ come media 24 ore, WHO Guidelines ed. 2000 [7].
- 100 µg/m³ >1 - 14 giorni (valore medio sul periodo) WHO-IPCS [8].

- 20 µg/m³ fino a 90 giorni (valore medio sul periodo) WHO-IPCS.

L'idrogeno solforato è una sostanza dotata di odore. Relativamente alla soglia di percezione umana pur essendo presenti in letteratura numerosi valori soglia, tra i riferimenti più diffusi (considerato anche la DGR 344/2010) vi è la concentrazione di 7 µg/m³ come media da non superare in un periodo di 30 minuti indicata dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, 2000). L'adozione di un approccio modellistico permette di estendere ad una superficie molto ampia il calcolo delle concentrazioni attese al suolo e quindi di verificare l'eventuale presenza di concentrazioni anomale in riferimento ai valori guida di tutela della salute umana e di soglia olfattiva appena accennati. La selezione dello strumento modellistico adeguato è condotta coerentemente ai criteri generali indicati nella Appendice III "Criteri per l'utilizzo dei metodi di valutazione diversi dalle misurazioni in siti fissi" al D.lgs. 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/Ce relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" [9] che, al paragrafo 1.3 indica che essa debba essere effettuata in funzione di:

1. Risoluzione spaziale e temporale della valutazione;
2. Caratteristiche delle sorgenti di emissione;
3. Caratteristiche degli inquinanti da considerare.

La Tabella 1 riportata nell'Appendice del citato decreto indica la tipologia di modelli meteorologici, di dispersione e delle caratteristiche del modulo chimico da utilizzare in funzione della scala spaziale della valutazione e del tipo di inquinante. La Tabella 2 indica la scala spaziale e temporale della valutazione da effettuare con il modello in funzione del tipo di inquinante e del periodo di mediazione del valore limite o obiettivo ed in funzione di una serie esemplificativa di tipologie di stazioni e siti fissi (traffico, fondo urbano, fondo rurale...). Si tenga presente che quest'ultima indicazione mira soprattutto al corretto confronto tra risultati modellistici e i dati registrati da postazioni di misura della qualità dell'aria. Tale confronto, finalizzato alla valutazione delle performance del modello, assume caratteristiche ottimali qualora le stazioni di misurazione siano rappresentative di una porzione di territorio all'incirca pari alla

risoluzione del modello. Per tale ragione risulta chiara l'importanza che può assumere una corretta valutazione delle sorgenti di emissione che nel caso dell'area amiatina non può prescindere dalla integrazione dei dati di input con i valori di emissione diffusa dal terreno e da altri manufatti come quelli residui delle attività minerarie.

Ulteriori indicazioni per un utilizzo appropriato delle modellazioni numeriche, di natura più generale, possono essere reperite nelle "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria" (ANPA CTN-ACE, 2001). Secondo la classificazione proposta dalla pubblicazione, la modellazione dell'area amiatina rientra nella casistica di "dispersione di inquinanti rilasciati da sorgenti puntiformi anche isolate, areali, lineari in relazione al traffico extraurbano". Infine, il DM 1 ottobre 2002, n. 261 "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" all'allegato 1, "Direttive tecniche concernenti la valutazione preliminare", fornisce importanti elementi che, sebbene esso sia stato abrogato dal citato D.lgs. 155/2010, restano tuttavia di immutata validità: "la valutazione della complessità dell'area su cui si effettua la valutazione deve tenere conto delle caratteristiche orografiche del territorio, di disomogeneità superficiali (discontinuità terra-mare, città-campagna, acque interne) e condizioni meteo-diffusive non omogenee (calma di vento negli strati bassi della troposfera, inversioni termiche eventualmente associate a regimi di brezza); l'uso di modelli analitici (gaussiani e non) si considera generalmente appropriato nel caso di siti non complessi, mentre qualora le disomogeneità spaziali e temporali siano rilevanti per la dispersione, è opportuno ricorrere all'uso di modelli numerici tridimensionali, articolati in un preprocessore meteorologico (dedicato principalmente alla ricostruzione del campo di vento) e in un modello di diffusione."

Appare chiaro quindi come ulteriori affinamenti dell'approccio modellistico, utili ad incrementare l'aderenza delle stime computazionali con le effettive misure di qualità dell'aria (dove presenti) e quindi più in generale con il reale stato di concentrazione dell'acido solfidrico nell'intera area di

interesse, potrebbero comprendere, innanzi tutto l'inserimento delle sorgenti naturali di cui è stata data una descrizione nella parte I dello studio. Da non trascurare inoltre la presenza di altre sorgenti antropiche quali il teleriscaldamento nelle zone abitate ed eventuali altre attività minerarie svolte nel periodo. Tali emissioni interferenti, in generale possono contribuire ad una concentrazione di fondo (o background) e talora, in determinate condizioni di vento e stabilità atmosferica, ad eventi di una certa significatività nelle aree limitrofe.

Documenti di riferimento

La letteratura presente riguardante i punti di emissione di gas di natura geotermica, in particolare di anidride carbonica è molto articolata ed è stata schematizzata recentemente nel progetto GOOGAS. Esso costituisce un data base in forma visuale tipo Google Earth al quale si accede dalla piattaforma web <http://googas.ov.ingv.it/> e che permette di visualizzare buona parte delle informazioni riguardanti i siti di emissione di gas sia naturali che in forma di pozzi estrattivi. Ogni collegamento ipertestuale è accompagnato da una scheda informativa ed eventualmente da informazioni sulla composizione e portata del gas emesso. Il database GOOGAS non è esaustivo esistendo in bibliografia altra documentazione concernente siti di emissione. Recentemente i dati GOOGAS sono confluiti in un secondo database denominato MAGA (<http://www.magadb.net/>). MAGA costituisce un ambiente digitale per favorire la collaborazione tra ricercatori impegnato nella misura dei flussi e delle composizioni dei gas emessi da sistemi geologici ed è stato finanziato nell'ambito di un progetto di ricerca PRIN 2008/S89Y8R 'Observations and Modelling of Gas Emissions from the source to the Atmosphere' finanziato dal MIUR. Nel 2008 il progetto MAGA è stato ulteriormente implementato includendo le emissioni di natura vulcanica al fine di migliorare la conoscenza sui processi di emissione di gas dell'area mediterranea con il supporto della iniziativa DECADE-DCO (database per le emissioni vulcaniche e non vulcaniche nell'area mediterranea coordinato dai ricercatori Chiodini G., Aiuppa A., Cardellini C.). Maga ha ereditato tutti i dati già inclusi nell'archivio digitale GOOGAS sviluppato da INGV con il coordinamento di Chiodini e Valenza.

Integrazione dei dati

Prendendo come riferimento il database GOOGAS e i dati integrativi ottenuti nella ricerca bibliografica e le indicazioni raccolte da persone informate sui luoghi sono stati selezionati 38 siti di cui 19 già censiti su GOOGAS e 19 selezionati da altre fonti. Di questi ultimi due siti (Elmeta 1 e Acquapassante) sono da tempo monitorati dal dipartimento di Scienze della Terra per conto del Comune di Abbadia Sana Salvatore e i rimanenti 17 sono stati individuati in base alle ricerche bibliografiche o da archivi tecnici posseduti da Enel Green Power (EGP). Dei siti censiti su GOOGAS si è integrato le misure di portata o composizione con specifiche campagne condotte da EGP/CNR nei casi in cui i dati forniti erano parziali. Per il resto dei siti sono stati utilizzati i dati di letteratura, i dati presenti in archivio e qualora l'emissione di gas fosse stata di particolare rilevanza, sono state compiute specifiche campagne di misura. Nel database GOOGAS le portate di gas emesso sono fornite associandole a tre intervalli specifici ($< 1\text{t/die}$, $1\text{-}10\text{ t/die}$, $> 10\text{ t/die}$). A scopo del tutto conservativo, ove non è stato possibile ricorrere a specifiche misure, si sono utilizzate le portate relative al limite inferiore dell'intervallo indicato da GOOGAS. Nel caso del termine $< 1\text{ t/s}$ si è posto come stima di portata un valore pari a $0,1\text{ t/die}$. I dati ottenuti sono sintetizzati nella tabella 1.

Discussione dei risultati ottenuti

Come si può osservare in tabella 1 il numero di siti di emissione puntuale o diffusa o da manufatti minerali che sono presenti nell'area amiantina risulta abbastanza numeroso comprendendo 7 grandi emettitori dove la fuoriuscita di H_2S è dell'ordine di grandezza del kg/h o maggiore. Tra questi sono sicuramente importanti nell'area nord il sito Bollore, nelle vicinanze di Bagni San Filippo, dove l'integrazione dei dati GOOGAS e le analisi condotte da EGP nel 2006 indicano una emissione di circa $0,69\text{ kg/h}$ di H_2S . Poco lontano il sito Lavinate risulta essere il maggiore emettitore presente, raggiungendo un'emissione misurata di poco superiore ai 5 kg/h di H_2S . Scendendo più a sud i camini Elmata 1 e Acquapassante confermano di essere dei grandi emettitori. Qui i vari monitoraggi in corso da parte del

Dipartimento di Scienze della Terra dell'università di Firenze, per conto del Comune di Abbadia San Salvatore, hanno permesso di osservare portate di gas e concentrazioni tali da raggiungere talvolta rispettivamente $0,2\text{ kg/h}$ per Acquapassante e valori di poco superiori al kg/h per il cammino Elmata. Infine l'area Sud è interessata da tre emettitori. Tra questi Zancona in località Le Puzzole si conferma uno sito caratterizzato da una vasta area emissiva diffusa dal terreno dove si hanno anche alcuni punti di emissione localizzati. Sulla base delle varie indagini compiute con CNR si stimano portate intorno al kg/h di H_2S rendendo questo sito particolarmente importante data la vicinanza all'abitato di Arcidosso e alla possibilità, a seconda del regime di venti, di contribuire alle concentrazioni in aria in corrispondenza delle centrali Bagnore 3 e 4 in vicinanza delle quali è posta la cabina di monitoraggio Qualità Aria di Merigar. In posizione Sud Est rispetto all'abitato di Santa Fiora vi è l'area di emissione diffusa Solfarate di Selvena in cui le recenti misure condotte da EGP/CNR permettono di calcolare emissioni del tutto raggardevoli, poco inferiori ai 3 kg/h . Per ultimo deve essere senz'altro segnalato, in quanto non molto bene evidenziato in letteratura e completamente assente nel database GOOGAS, il grande emettitore costituito dal pozzo Ivan in località Poggio Nibbio. Qui, una tubazione da 8 cm di diametro interno, connessa al '4 vie' di testa pozzo, convoglia i gas in un'area boschiva dove l'emissione di H_2S raggiunge ben $3,6\text{ kg/h}$ contribuendo per più del 25% alla emissione totale dei siti naturali amiantini.

L'emissione totale risulta poco superiore ai 15 kg/h che in totale risulta del tutto comparabile alla emissione delle C.li geotermoelettriche amiantine (anno di riferimento 2014) risultando poco meno del 50% della emissione totale. Tale valore diviene comparabile con le emissioni delle C.li GEO in conseguenza dell'adozione della tecnologia di abbattimento AMIS che permette rendimenti che si attestano intorno all'90% del totale dello H_2S potenzialmente emettabile. In questo modo non risulta trascurabile il contributo alle emissioni dei siti naturali. Infatti, il loro contributo può divenire significativo non solo per la portata emissiva osservata, ma anche e soprattutto per il fatto di emettere a quote basse (di fatto solamente i camini Elmata 1 e Acquapassante possono essere definiti tali e comunque hanno altezze di 5-6

Tabella 1: quadro delle emissioni di H_2S dai siti naturale dell'area amiatina.

Name	Long	Lat	Type	GAS FLOW RATE (t/h)	H_2S ($\mu\text{mol/mol}$)	CO_2 ($\mu\text{mol/mol}$)	PM approx.	H_2S emission (kg/h)	CO_2 emission (kg/h)
Le colline	11,6848	42,9348	Diffuse & Vent	0,417	309	977628	44,0	0,095	407,4
Campo la Villa	11,6886	42,9325	Diffuse & Vent	0,042	1250	955651	43,1	0,0411	40,7
Lo Spuntone 1	11,6878	42,9319	Diffuse & Vent	0,042	722	996070	44,0	0,0233	41,5
Palazzo	11,6841	42,9289	Diffuse & Vent	0,042	605	951296	44,0	0,0195	39,6
Bollore	11,6946	42,9271	Spring and Diffuse	0,417	2118,0	984732	43,7	0,6874	413,6
Poggio all'olivo	11,6823	42,9257	Bubbling Water	0,0104	948	983262	44,0	0,0076	10,2
Palazzo 2	11,6818	42,9242	Diffuse	0,4167	0	1000000	44,0	0,0000	416,7
Lavinate	11,6860	42,9230	Diffuse & Vent in Pool	2,9279	2231	947000	42,8	5,1851	2848,3
The Hole	11,6866	42,9227	Diffuse & Vent	0,0471	2231	982329	42,7	0,0837	47,7
Argillone 3	11,6878	42,9226	Bubbling Water & Diffuse	0,0417	239	975974	44,0	0,0077	40,7
Mammellone 1	11,6892	42,9226	Diffuse & Vent	0,0417	815	977985	44,0	0,0262	40,8
Ingresso miniera	11,6842	42,9215	Cold Vent	0,0417	278	976692	44,0	0,0090	40,7
Fosso Fontanicchi	11,6863	42,9214	Cold Vent	0,0417	312	982184	44,0	0,0100	40,9
Fontanicchi Alto	11,6809	42,9199	Cold Vent	0,0417	<0,001	974874	44,0	0,0000	40,6
Zanca	11,5363	42,8532	Bubbling Water	0,9175	1320	859000	40,3	1,0226	861,2
Anteie 1 (galleria Anteie)	11,5472	42,8231	Diffuse & Vent	0,0010	243	347100	33,9	0,0002	0,5
Anteie 2	11,5454	42,8223	Vent	0,0010	243	347100	33,9	0,0002	0,5
Banditella	11,5350	42,8126	Diffuse	0,0417	0	1000000	44,0	0,0000	41,7
Selvena	11,6276	42,7747	Diffuse & Vent	0,5267	6651	887000	41,1	2,9009	500,7
Acquapassante 1 ex SMI	11,6520	42,8942	well					0,2028	
Elmeta1 ex SMI	11,6466	42,8843	well					1,0991	
Elmeta2/3	11,6526	42,8845	inattiva	0,0000	0	0			
Pozzo Bagnore1 ex SMI	11,5677	42,8507	well	0,0209	471	811000	36,8	0,0091	20,3
Pozzo Ivan area Poggio Nibbio	11,6446	42,8030	well	1,0044	4510	930000	42,3	3,6436	972,3
SENNA-M2	11,6698	42,8261	Vent						
REANIOLI 1	11,6410	42,8081	Vent						
REANIOLI 2	11,6497	42,8034	Vent						
Pozzo C7	11,6404	42,8051	Vent						
Galleria miniera 1	11,6433	42,8024	Vent						
Galleria mineira 2	11,6458	42,8017	Vent						
Pozzo Renaioli	11,6441	42,8065	Vent						
Grande Putizza presso miniera ARGUS	11,6411	42,8011	Diffuse			410	933679		
Casa Votole V3 V4	11,7358	42,8687	Vent						
Radicofani 1 pozzi per idrocarburi	11,7879	42,8620	Vent						
Manifestazioni acquaforte	11,5587	42,8498	Water spring & bubbling gas		0	945000			
acqua delle puzzle	11,5889	42,8491	Water spring & bubbling gas		0	861000			
Ingresso miniera di Bagnore	11,5607	42,8486	Cold Vent	0,0095	7		44,0	0,000051	0,0
Ponte delle Zolferate (1-2)	11,5289	42,7892	ATTIVA, NATURALE GAS			75000			
TOTALE								15,1	6866,3

metri dal suolo). In quest'ultimo caso l'emissione a bassa quota può ostacolare la diffusione del gas in aria e produrre quindi concentrazioni al suolo che si aggiungono alle ricadute delle centrali geotermoelettriche. Tutte questo può condurre a fenomeni in cui le concentrazioni rilevate al suolo risultano più elevate di quelle stimabili con gli strumenti delle modellistica digitale che adottino come dati di input le sole emissione degli impianti di produzione geotermoelettrica. Pertanto questa prima stima delle emissioni da fondo naturali può essere utilizzata per integrare i modelli emissivi attualmente utilizzati.

Bibliografia

- [1] Minissale et al., 1997. *Chem. Geol.* 142, 175-192.
- [2] "Googas: an on line database of Italian gas emissions", Chioldini G., Valenza M., Cardellini C., Frigeri A., Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-06457, 2008 SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU2008-A-06457: <http://meetings.copernicus.org/www.cosis.net/abstracts/EGU2008/06457/EGU2008-A-06457.pdf>.
- [3] <http://www.magadb.net/>.
- [4] Fluid sampling for geothermal prospecting' Series of Technical Guides on the Use of Geothermal Energy, UNITAIR, UNDP CENTRE ON SMALL ENERGY RESOURCES ROME- ITALY 1991.
- [5] Journal of Applied Sciences 5 (1): 85-92, 2005

ISSN 1607-8926 © 2005 Asian Network for Scientific Information, Corresponding Author: Antonio Caprai.

[6] D.G.R. 344, 2010. "DELIBERAZIONE 22 marzo 2010, n. 344 D.C.R. n. 44/2008 - PRRM 2008-2010: approvazione criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche". Supplemento al Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 13 del 31.3.2010.

[7] Air Quality Guidelines for Europe (ed. 2000) guidelines, World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen - http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf

[8] Concise International Chemical Assessment Document 53 (CICAD 53) "HYDROGEN SULFIDE: HUMAN HEALTH ASPECTS", WHO IPCS (International Programme on Chemical Safety): <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf>

[9] D.lgs. 13 agosto 2010, n. 155. "Attuazione della direttiva 2008/50/Ce relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il significato e l'importanza del titolo «**De solidio intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus**», opera di Niels Stensen (Stenone) dedicata alle Scienze della Terra - (Firenze, 1669)

Giancarlo Lari^{1*}

Parole chiave: **Prodromus, lusus naturae, fossile, cristallo, geode**

Il Prodromo, memoria di Stenone dedicata alle Scienze della Terra, è spesso ritenuto di non facile comprensione e il titolo stesso è appellato come oscuro. Una attenta lettura di questa breve ma fondamentale opera dello scienziato danese ne rivela la modernità dei contenuti, a partire dal titolo in cui l'autore anticipa il soggetto delle osservazioni che sovvertirono la radicata comune convinzione della generazione spontanea dei fossili contenuti nelle rocce (lusus naturae).

Le numerose escursioni fatte da Stenone in diversi luoghi dell'Europa e in luoghi chiave delle Toscana (Alpi Apuane, Isola d'Elba e territorio Volterrano) furono decisive per l'enunciazione dei principi basilari contenuti nel Prodromus.

1. Stenone anatomista e geologo

Niels Stensen (Stenone) è considerato universalmente il fondatore delle Scienze geologiche, ossia delle tre discipline, Geologia, Paleontologia e Mineralogia, storicamente afferenti a questa branca delle Scienze. Tuttavia, anche se il primo saggio scientifico di Niels Stensen fu di tema geologico, una dissertazione sulle sorgenti minerali e sui minerali contenuti nelle loro acque, in seguito egli si concentrò per diversi anni sugli studi di anatomia e solo successivamente tornò alle Scienze della Terra. Dunque, prima che Geologo, Stenone fu abilissimo e stimato medico anatomista. La pratica di questa Scienza gli consentì di diventare uno specialista dell'anatomia umana alla quale dette grandi e originali contributi, specializzandosi nello studio dei muscoli, tanto da essere considerato il fondatore della miologia.

L'avvicinamento di Stenone alle Scienze geologiche, come la sua conversione dal protestantesimo al cattolicesimo, è legato a due episodi avvenuti a Livorno. La scintilla che accese in Stenone l'attrazione verso i riti e la fede cattolica scoccò nel giugno 1667 durante la processione del Corpus Domini, osservata da Stenone nella città labronica, con l'infiorata e la maestosità dell'evento,

rimasto tale, almeno in Toscana, fino a pochi decenni fa. L'occasione per avvicinarsi alle Scienze geologiche, nella fattispecie alla paleontologia, si verificò in coincidenza di un episodio avvenuto al largo delle coste livornesi, allorché da una tartana francese, intenta alla pesca nelle acque fra l'isola di Gorgona e la Meloria, davanti al porto di Livorno, fu avvistato un grosso *pesce cane* del quale non era chiaro la specie di appartenenza. Lo squalo, non senza difficoltà, fu trascinato a bordo, dopo averlo agganciato con un cappio. La testa del pesce cane fu portata a Firenze e finì sul tavolo anatomico di Stenone che ne effettuò la dissezione in presenza di vari accademici, fra cui il Magalotti. Visti i denti del pesce cane (fig. 1) Niels Stensen ne osservò la somiglianza con le *glossopetrae* o lingue di pietra, fossili che lo scienziato aveva osservato al museo di Copenaghen, dove Thomas

gli autori

¹Geologo libero professionista, Piazza Martiri della Libertà, n. 7, 56048 Volterra (PI)

e-mail: stenone1668@gmail.com

* autore per corrispondenza



Figura 1 – I denti dello squalo.

Bartolin le aveva portate dall'isola di Malta. Le glossopetrae (fig. 2) erano a quell'epoca ritenute giochi o capricci della natura (*lusus naturae*), generate nella roccia ad opera di una inspiegabile “vis formativa” forza formativa.

In breve tempo Stenone illustrò concisamente la sua intuizione nel saggio *Canis carchariae dissecatum caput*, pubblicato agli inizi del 1667 in appendice al *Myologiae specimen*, uno dei primi trattati sui muscoli (fig. 3).

Notevole è l'importanza di questo scritto di Stenone dove per la prima volta l'autore sostiene l'origine organica dei fossili, segnando così la nascita della paleontologia.

Nel *Canis carchariae dissecatum caput* Stenone enunciò due principi fondamentali della paleontologia:

1. L'origine organica dei fossili contenuti nelle rocce ovvero, dove ora si trovano le glossopetrae vivevano gli esseri viventi a cui esse appartengono, ossia i *pescecani*;



Figura 2 – Glossopetrae di Malta.

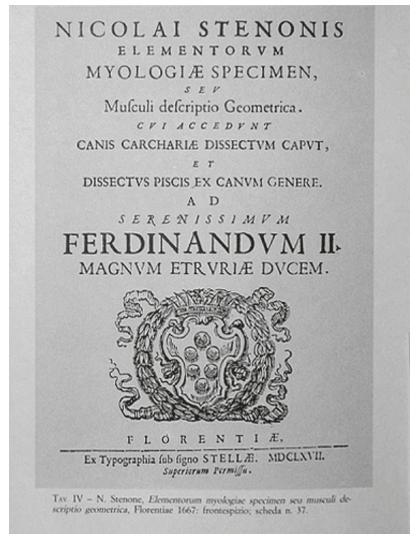


Figura 3 - Copertina del *Myologiae specimen con l'appendice Canis carchariae dissecatum caput*.

2. Il ritrovamento di fossili di conchiglie o di pesci indicano che in quel luogo doveva esserci il mare.

L'attività scientifica di Stenone nel campo delle Scienze geologiche continuò con la visita e le escursioni in luoghi chiave della Toscana, su indicazioni dello stesso Granduca e degli scienziati che gravitavano intorno alla corte. Tappe fondamentali dell'itinerario di Stenone furono l'Isola d'Elba, le Alpi Apuane e una parte del territorio volterrano.

2. Il Prodromo

L'opera massima di Stenone nel campo delle Scienze della terra è – com'è noto – il *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus* pubblicato a Firenze nel 1669 (fig. 4).

Il Prodromo è diviso in quattro parti, come l'Autore stesso anticipa alle pagine 5 e 6 dell'opera. Nella prima parte, dopo un proemio indirizzato al Granduca Ferdinando II in cui l'autore illustra scopi e contenuti del Prodromo, vengono descritte in sintesi le quattro parti in cui è diviso il trattato.

Sebbene nel Prodromo Stenone affronti gran

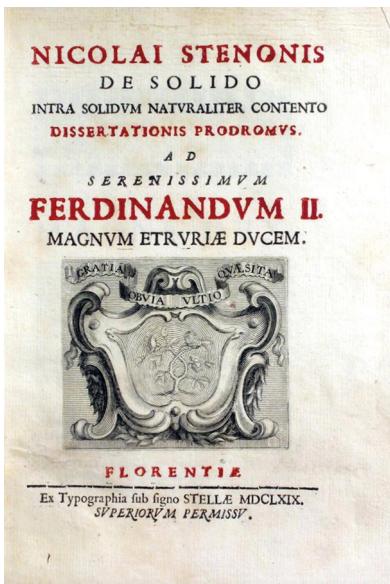


Figura 3 - Copertina del *Prodromo*.

parte dei temi afferenti le Scienze della Terra, dai principi fondamentali della Fisica, ai processi di erosione e sedimentazione fino alle deformazioni della crosta terrestre, dedicando un paragrafo alla formazione delle montagne, il titolo dell'opera si riferisce a un argomento apparentemente secondario trattato nella seconda parte del *Prodromo*, ossia i rapporti fra due corpi, di cui uno contenuto naturalmente dentro l'altro.

Per quale motivo l'Autore da grande importanza a questo tema?

Una delle intuizioni di Stenone – come abbiamo visto sopra - fu quella secondo cui i fossili contenuti nelle rocce altro non sono che i resti di organismi vissuti in passato e che - anche in seguito al diluvio universale – tali resti vennero sparsi nei terreni dove li ritroviamo allo stato fossile.

La convinzione medievale sull'origine dei fossili era che questi fossero nati dentro i terreni, dentro le rocce, da un seme primordiale che avrebbe loro consentito lo sviluppo e l'accrescimento (*vis formativa*). Perché allora le forme dei fossili erano simili ad animali tuttora viventi nei mari (molluschi ed altri invertebrati dotati di conchiglia, pesci) e sulla terraferma (specialmente vertebrati)?

Prima di Stenone altri avevano ipotizzato l'origine organica dei fossili (es. Boccaccio e Leonardo

da Vinci) ma fu Stenone che enunciò per primo il principio dell'origine dei fossili.

Pur spaziando in vari campi delle scienze geologiche, perché il titolo del *Prodromo* si concentra sull'importanza dei rapporti di un solido contenuto dentro un altro corpo solido?

La risposta la troviamo a pagina 15 punto 1 del “De solido intra solidum” allorché Stenone enuncia un principio da Lui ritenuto (a ragione possiamo dire oggi) di basilare importanza per le scienze della Terra, ossia che fra due corpi contenuti uno dentro l'altro si è formato prima quello che ha lasciato la sua impronta nell'altro. E' chiaro il riferimento ai fossili contenuti dentro le rocce, sia incoerenti che coerenti, ma il concetto è estensibile ad esempio alle vene di calcite o di silice contenute dentro una roccia.

Trascrivo perciò il passo fondamentale del *Prodromo* che ha dato il titolo al libro stesso.

I.

Si corpus solidum alio corpore solido undique ambitur, illud ex ijs primo induruit, quod in mutuo contactu sua superficie alterius superficie proprietatis exprimit. Hinc sequitur;

1. In illis, sive terries, sive faxis, quae indique circumdat, & continent crystallos, (*omissis*) ossa, & testas animalium (*omissis*), iam cum induruisse eadem illa corpora, quo tempore terrarium faxorumque illa continentium materia etiam num fluida erat; adeque tantum abesse ut illa terrae vel saxa produixerint contenta in illis corpora, ut ne quidem extirent ibi, quo tempore eadem corpora ibi producta fuerunt.
2. *Omissis.*
3. *Omissis.*

I.

Se un corpo solido è circondato da ogni parte da un altro corpo solido, di essi si è indurito per primo quello che nel mutuo contatto imprime con la sua superficie la propria impronta sulla superficie dell'altro. Di conseguenza:

1. In quelle terre o rocce che circondano da ogni lato e racchiudono cristalli, (*omissis*), ossa e gusci di animali (*omissis*), quegli stessi corpi

si erano già induriti nel momento in cui la materia della terra e delle rocce che li contengono era ancora fluida; perciò è del tutto assurdo il fatto che quelle terre e quelle rocce abbiano prodotto i corpi contenuti in esse, dato che essi non esistevano neppure allora, nel momento in cui quegli stessi corpi vi furono prodotti.

2. *Omissis.*
3. *Omissis.*

Perché questo passo del Prodromo è decisivo e importante? Perché Stenone ne fa un assioma delle sue osservazioni, tanto da sintetizzare questa semplice ma straordinaria scoperta nel titolo stesso del Prodromo?

La risposta è che con questa nuova teoria Stenone sovverte la convinzione radicata da secoli secondo cui i fossili si sarebbero originati spontaneamente nelle rocce, accrescendosi nel tempo, tanto da assomigliare ad esseri viventi, con i quali però niente avevano a che fare se non il comune aspetto morfologico. Ed è questa secondo Stenone la scoperta più importante che egli stesso aveva fatto, scoperta maturata in virtù delle sue numerose escursioni fatte anche a Volterra dove osservò i tanti fossili di molluschi marini contenuti nelle bozze di panchina dei palazzi medievali e nei lastricati della Piazza dei Priori e delle vie del centro storico (fig. 5).

Dunque diverse furono le scoperte di Stenone



Figura 5 – Impronte di molluschi della famiglia dei Pettinidi visibili nelle bozze del lastricato di panchina della Piazza dei Priori a Volterra.



Figura 6 – Fossile di Ammonite e sua impronta nella roccia (foto di Simone Casati).

enunciate nel Prodromo ma il principio più importante formulato da Niels Stensen fu quello che stabilì quale fra due corpi solidi, di cui uno contenuto entro l'altro, si è formato per primo. Ed è questa intuizione e scoperta che – come detto sopra – consentì a Stenone di sovvertire la radicata convinzione secondo cui i fossili sarebbero nati e cresciuti dentro le rocce posteriormente alla formazione delle stesse.

Sulla base di queste osservazioni Stenone enunciò il principio della cronologia geologica relativa, asserendo che gli strati vengono depositi orizzontalmente uno sull'altro in modo che il più basso è il più antico e i soprastanti progressivamente i più recenti. La formulazione di questo principio basilare della stratigrafia avvenne molto probabilmente anche in seguito all'osservazione dello



Figura 7 – Fossile di Ammonite e sua impronta nella roccia (foto gentilmente inviatami da Riccardo Lai).

spettacolare fenomeno delle balze di Volterra e dei fenomeni erosivi in esse attivi. Si comprende perciò il motivo per cui Stenone volle sintetizzare nel titolo del Prodromo la più importante delle sue scoperte (fig. 6 – 7).

Ringraziamenti

Desidero esprimere la mia gratitudine a Simone Casati e a Riccardo Lai per avermi fornito le belle foto sulle impronte dei fossili di ammonite.

Bibliografia

- [1] AA.VV., Atti del Convegno “Il Tempo profondo – da Stenone a Darwin” – Firenze, 6 feb. 2009.
- [2] A. Azzaroli, L’opera di N. Stenone nel campo della geologia e della paleontologia – Atti Convegno “Niccolò Stenone 1638-1686” - Firenze 17-18 novembre 1986 - Bibl. di Storia della Scienza, vol. 27 – L. S. Olschki Editore - FI, 1988.
- [3] B. Accordi, Storia della geologia – Zanichelli Editore - Bologna, 1984.
- [4] S. Bertini, Una visita dello scienziato danese Niccolò Stenone a Volterra – Rivista “Volterra” – Grafiche U.T.A. Volterra, novembre 1966.
- [5] S. Bertini, La visita del danese Stenone a Volterra – Rivista “Volterra” – Grafiche U.T.A. Volterra, gennaio 1967.
- [6] R. Cioni, Niccolò Stenone Scienziato e Vescovo – Le Monnier Editore - Firenze, 1953.
- [7] C. Cipriani, Stenone e la mineralogia – Atti Convegno “Niccolò Stenone 1638-1686” - Firenze 17-18 novembre 1986 - Bibl. di Storia della Scienza, vol. 27 – L. S. Olschki Editore - FI, 1988.
- [8] S. De Rosa, Niccolò Stenone a Volterra 1668 – LoGisma Editore - Firenze, 1996.
- [9] S. De Rosa e Angelo Marrucci - Niccolò Stenone a Volterra – Percorso iconografico alle origini della Geologia – Volterra, giugno 1997.
- [10] V. D’Oriano – Beato Niccolò Stenone, il Vescovo Padre della Geologia – Rivista Il Geologo n. 91 - Ediz. Ordine Geologi della Toscana, aprile 2013.
- [11] M.F. Gallifante – Le ossa di Stenone e quelle di Cartesio – Toscana Oggi n. 43, 1 dic. 2013.
- [12] G. Lari - Le escursioni di Niels Steensen nel territorio volterrano (primavera A.D. 1668) – Atti 4° Congresso di scienze naturali - Ambiente toscano – Codice Armonico 2012. Ed. ETS Pisa, 2012.
- [13] R. Mazzanti, Evoluzione del pensiero geologico in Europa e in Toscana dalle origini a tutto il XIX secolo – Relazione inedita.
- [14] S. Miniati, Nicholas Steno’s – Challenge for truth – Reconciling science and faith – Franco Angeli Editore - Milano, 2009.
- [15] G. Scherz, Niccolò Stenone – La Civiltà Cattolica - Roma, 1965.
- [16] N. Stenonis – Elementorum myologiae – ex Tipografia sub signo Stellae, Firenze 1667.
- [17] N. Stenonis - Canis Carcharie dissectum caput – (*appendice a Elementorum Miologiae specimen*) ex Tipografia sub signo Stellae, Firenze 1667.
- [18] N. Stenonis - De solido intra solidum natura-liter contento dissertationis prodromus” - ex Tipografia sub signo Stellae, Firenze 1669.

Paolo Mascagni non solo “Principe degli anatomici”

Pier Domenico Burgassi

Parole chiave: anatomia, manifestazioni naturali, geotermia, acido borico

Paolo Mascagni si laureò in filosofia e medicina a Siena nel 1778. Nello stesso anno fu nominato lettore supplente e poi aiuto del maestro Pietro Tabarrani, alla morte del quale, divenne professore di anatomia. Nel 1779 pubblicò il suo primo lavoro: “Commentario dei laghi del senese e del volterrano”, Fin da bambino conosceva questi “elaboratori della natura” che più volte aveva visitato per studiarne i vari aspetti e campionare acque e terreni da sottoporre ad analisi; accertò che il sale sedativo di Homberg, che Hoefer, per primo, aveva comunicato nel 1778 esser presente nell’acqua del lagone Cerchiaio di Monterotondo, era in realtà un componente comune ad acque e terreni di tutti i laghi dell’area. Il ritrovamento del mercurio ai laghi di Travale lo spinse ad iniettarlo nel sistema linfatico dei cadaveri per evidenziarlo: questo gli consentì di pubblicare nel 1787 il “Vasorum linphaticorum corporis humani historia et iconographia” opera che lo fece conoscere in tutto il mondo fino a farlo definire “Principe degli anatomici”.

Continuò anche gli studi naturalistici “per diletto e ristoro dai severi studi dell’anatomia” che lo portarono nel 1799 al secondo volume: “Commentario sopra il sale sedativo di Hombergio o sia acido boracico che si trova ai laghi del volterrano e del senese”

Paolo Mascagni è il primo che approfondì lo studio della geotermia nei suoi vari aspetti: prodotti e loro estrazione utilizzando il calore naturale; studiò anche le miniere di solfuri misti della “Provincia Senese” e nell’azienda agricola di famiglia di Castelletto sperimentò varie coltivazioni.

Fu il primo in Toscana a coltivare la patata per l’alimentazione umana e a diffonderne l’uso superando la credenza che fosse velenosa; sperimentò per primo la coltivazione di quelle che definiva praterie artificiali utili per il fieno e per arricchire i terreni di azoto prevedendo la turnazione delle semine. Coltivò lupinella, erba medica, trifoglio d’Olanda, melilotto di Siberia cicoria e pimpinella acquistando le sementi in Olanda ed Inghilterra.

Fu veramente uno scienziato moderno che merita l’attenzione del mondo scientifico di oggi per il recupero di un atteggiamento sperimentale nei confronti della natura, nella sua dimensione teorica ed operativa.

Nel 2015 è stato celebrato per iniziativa dell’Accademia dei Fisiocritici, in collaborazione con le Università Toscane ed i comuni di Siena, Pomarance, Chiusdino e Radicondoli, il bicentenario della Morte di Paolo Mascagni ed è stato pubblicato, a cura di Francesca Vannozzi, “L’Eredità intellettuale di Paolo Mascagni”.

Nel volume c’è il mio lavoro: “Paolo Mascagni e la Geotermia: ricreamento e necessario riposo dai severi studi dell’anatomia” che è alla base di questa memoria.

Paolo Mascagni nacque a Pomarance il 25 gennaio 1755, il padre Aurelio aveva sposato, come dice P. Bertini [4], “in seconde nozze ... Elisa-betta Burroni, di Pomarance, di comoda e civile

famiglia che aveva per costume l’andare a partorire presso sua madre.”

Nei dieci anni successivi alla nascita di Paolo, Elisa-betta dette alla luce altri otto figli, e da qui è facile pensare che egli abbia passato gran parte della sua fanciullezza a Pomarance.

Come riportano i suoi biografi, aveva il desiderio “di tutto indagare e sapere”, e una delle cose che lo sollecitavano erano certamente le imponenti masse di fumo che si levavano dalle manifestazioni

gli autori

Museo “Le energie del territorio” Radicondoli
email: pd.burgassi@gmail.com

geotermiche della valle del torrente Possera, ben visibili dalle mura meridionali del Castello di Pomarance, in fondo alla strada dove abitava sua nonna. Il padre era proprietario, in comune di Chiusdino, della fattoria di Castelletto che confinava con il torrente Saio nel quale i Lagoni di Travale, ben visibili dalla proprietà, scaricavano le acque boriche inoltre nei suoi campi e boschi erano alcune sorgenti solfuree e emissioni gassose fredde, ancor oggi attive, con composizione simile a quella dei gas dei laghi. Durante i periodi nei quali viveva alla fattoria si interessava di agricoltura e di allevamento degli animali.

Credo opportuno ricordare alcuni dati biografici di Mascagni: appena diciassettenne fu mandato a studiare a Siena (è registrato nelle "rassegne degli scolari" dell'Università nell'anno accademico 1772 - 73) dove, oltre ai corsi necessari per conseguire la laurea in medicina il 9 maggio del 1778, seguì i corsi di Dialettica, Geometria, Fisica, Storia Naturale e Chimica che saranno alla base della sua cultura biologica e naturalistica, come lui stesso dirà nella sua autobiografia: "l'Anatomia, la Mineralogia, la Chimica e l'Agricoltura furono i rami delle scienze fisiche che più degli altri lo colpirono e furono con più fervore coltivati".

Nel maggio del 1777 il suo maestro di Anatomia Pietro Tabarrani, vecchio e quasi cieco, chiese alle autorità accademiche ed al Granduca, l'aiuto di un assistente e fece il nome di Paolo Mascagni, non ancora laureato, ma "...di capacità maggiore degli altri...". La nomina giunse solo il 9 luglio 1778, dopo la laurea, a causa delle proteste di studenti e medici senesi che si ritenevano più meritevoli. Alla morte del Tabarrani avvenuta il 5 aprile 1779, in previsione della nomina di Mascagni a professore, si ripeterono le proteste, ma con "motu proprio" del Granduca Pietro Leopoldo del 4 aprile 1780 venne nominato lettore ordinario di Anatomia nell'Università di Siena.

Accettando l'incarico Paolo Mascagni dichiarò che non avrebbe esercitato la professione medica, ma si sarebbe dedicato esclusivamente alla ricerca ed all'insegnamento e questo fece, esercitando la professione di medico solo gratuitamente con i suoi contadini.

Intanto come scrisse nella sua prima pubblicazione "Commentario dei Laghi del Senese e del Volterrano" del 1779:

"fino dai primi anni che io incominciai ad applicarmi allo studio dell'Istoria naturale ed a quello

della chimica compresi che la sola osservazione unita all'esperienze chimiche era il mezzo più sicuro e certo, che con meno inganni potesse condurci alla cognizione dei composti che ci presenta il nostro globo... io aveva più volte sentito dire dall'insigne Professore di queste due scienze sig. Dott. Giuseppe Baldassarri...che quei luoghi, nei quali scaturiscono e si trovano acque minerali, sono molto atti ed opportuni per la osservazione, potendosi considerare come tanti diversi Elaboratorj della Natura, mediante le continue composizioni e scomposizioni, che ivi patentemente si fanno; perciò quando (corrono ora già cinque anni) per mio ricreamento e necessario riposo e ristoro dai severi studj dell'Anatomia, io nell'annuali Vacazioni Accademiche mi diedi anche a quest'altro genere di Fisiche cognizioni, subito mi voltai a frequentare, e a visitare con applicazione, in diversi tempi dell'anno, i Laghi che sono nel Territorio Sanese e Volterrano, cioè i Laghi di Travale, di Monte Rotondo, del Sasso, di Sarazzano, di Castelnuovo e Montecerboli. Poiché in tali simili luoghi mi è sembrato, che la natura con meno segreto operi, e che colui che qui la sapesse da sagace interrogare, notando e rinotando minutamente tutto ciò, che occorre di vedere, o si presenta agli altri nostri sensi, e tutto ciò che giornalmente qui pure si genera, si potrebbe con maggiore facilità comprendere la difficile formazione di qualcuno almeno dei tanti composti minerali, investigarne le leggi, e rendersi massime istruito nell'istoria degli andamenti dei naturali e spontanei effetti della materia diversamente combinata mi accorsi che questi luoghi per anco non erano stati da alcuno quanto bastasse esaminati e che assai erano le cose ai medesimi sfuggite".

Mascagni nell'autunno del 1778 lesse la "Memoria sul sale sedativo della Toscana..." appena pubblicata da Uberto Francesco Hoefer, nella quale l'autore presentava la sua scoperta del sale sedativo di Homberg, (acido Borico) nel lagone Cerchiaio di Monterotondo ed in un lagone di Castelnuovo. In pratica si trattava del riconoscimento di un prodotto che sotto il nome di Nitrum Volaterranum, già in epoca etrusca e romana, veniva raccolto sui bordi dei laghi ed utilizzato come medicinale, insetticida, nelle lavorazioni di ceramica e vetro, nella saldatura, ecc. Addirittura, secondo Fiumi [7] nel periodo medievale esisteva sicuramente una produzione artigianale del

Nitrum che già utilizzava per l'evaporazione delle acque dei lagoni il calore naturale.

Nell'introduzione Hoefer afferma che Sua Maestà il Granduca "dette ... anni sono i più positivi ordini a tutti i Medici e Chirurghi condotti della campagna perché analizzassero le acque minerali della sua Monarchia, anch'io mi sono messo nell'impegno di applicare il debole mio talento nell'analisi delle acque minerali di Toscana ed in esse ho avuto la sorte...di giungere allo scoprimento del Sale Sedativo Naturale.... Io mi propongo di render conto al Pubblico della mia scoperta sopra il Sale Sedativo della Toscana e del Borace che ne ho composto, al che soltanto casualmente son pervenuto, e serpeggiando per così dire."

Successivamente dopo una lunga dissertazione su borace ed acido boracico prosegue:

"Torno alla mia scoperta, della quale non farò alcun mistero, come si vedrà appresso ne' miei saggi sopra il lagone di Monterotondo detto di Cerchiaio nella provincia inferiore di Siena.... Nell'ottobre del 1777" durante una visita a Siena "pregai l'illustri SS. Sig Tenente Baldasserini di Monterotondo, ... di farmi pervenire... alcune bottiglie di quell'acqua e qualche relazione dei laghi di quel luogo".

Hoefer trattò l'acqua con diversi reattivi senza che vi fossero reazioni evidenti e concluse le analisi dicendo: "il sale residuo: conservò sempre la medesima figura senza volersi smascherare... sei mesi dopo mi venne di nuovo il genio di esaminare questo sale ...vi versai sopra dello spirto di vino rettificatissimo; dopo alcune ore vidi il mio sale essere sciolto... ne messi la metà in una scodelletta, e l'accesi, lo vidi bruciare con fiamma verde..., ripetuta l'istessa esperienza in una chicchera di porcellana, fui convinto di nuovo della fiamma verde: ... il mio sale era un vero Sale Sedativo naturale, o Tinckal Etrusco che coll'aggiunta del Sale alcalino minerale convertii in vero Borace".

Volendo ripetere le esperienze e mancandogli l'acqua, decise finalmente di andare a vedere di persona i laghi e si recò il 7 giugno del 1778 a Castelnuovo e da lì a Monterotondo. Successivamente analizzò le acque del lagone Cerchiaio e "di un lagone di Castelnuovo che non ha nome differente dagli altri" e scrisse "Ora congetturo e mi pare più che probabile, che i laghi del Sasso, quelli di Montecerboli, ed altri descritti nei viaggi del chiarissimo Sig. Dott. Giovanni Targioni

Tozzetti, se non tutti, almeno alcuni, daranno l'istesso sale". Da quanto precede si rileva, come già evidenziato da Marcello Mellini [16], la profonda differenza tra il modo di procedere del Mascagni e quello di Hoefer: l'uno, visti di persona i laghi, legge quanto prima di lui hanno scritto, Targioni Tozzetti, Baldassarri, Bartalini ed altri, visita più volte e, per anni, studia sul posto questi "elaboratori della natura," preleva campioni di rocce ed acqua cercando di capirne la composizione e sottoponendoli in laboratorio ad analisi. L'altro, all'improvviso, si interessa alla materia, si fa mandare l'acqua di un lagone di cui chiede una descrizione, la analizza e non rilevando nessun componente particolare, mette da parte il sale residuo; dopo sei mesi, riprende il sale, lo scioglie nello "spirto di vino" lo accende, lo vede bruciare con fiamma verde, allora fa altre esperienze che gli confermano esser quello vero Sale Sedativo. A parte la casualità del ritrovamento ammessa dallo stesso Hoefer, viene da domandarsi per quale motivo questi abbia deciso di analizzare l'acqua dei laghi senza nemmeno sapere che cosa fossero, infatti, insieme all'acqua, chiese una relazione esplicativa; inoltre, perché chiese proprio l'acqua del lagone Cerchiaio? Un'ipotesi è che avesse letto le relazioni di Giovanni Targioni Tozzetti e questo lagone "pur non essendo grande e bello come quello di Montecerboli" è l'unico che è riportato col nome. Altra ipotesi, a mio avviso la più fondata, è che Hoefer fosse venuto a conoscenza, magari nell'ambiente dell'Accademia dei Fisiocritici, di cui era Accademico di Scrutinio dal 1770, che Mascagni, che già da alcuni anni studiava le varie aree interessate dai laghi analizzandone rocce, acque e incrostazioni, aveva rinvenuto nell'acqua del lagone Cerchiaio, tra le sostanze saline contenute nelle acque, qualche "prodotto interessante" e non avendo ancora completato i suoi studi rivolti a tutto il sistema dei laghi, perché occupato a laurearsi e a fare l'assistente di Tabarrani, non aveva ancora provveduto a renderlo noto ufficialmente in pubblicazioni o in comunicazioni all'Accademia. Hoefer però non riuscì ad identificare il prodotto nelle prime analisi, ma lo individuò nelle successive, dopo una sosta di sei mesi; questa seconda fase di analisi, avvenuta al ritorno da un'altra visita a Siena, sembra "stranamente" mirata in una precisa direzione, quasi che qualcuno l'avesse suggerita.

Per spiegare la mancata rivendicazione, da parte

di Mascagni, della priorità della scoperta del sale sedativo, dopo la pubblicazione a fine 1778 della memoria di Hoefer, bisogna capire la sua posizione; sapeva di non aver carte da giocare oltre alla sua parola, era soltanto un giovane assistente molto stimato dal Tabarrani, di buone speranze, ma non ben visto nell'ambiente scientifico senese, come testimoniano le varie opposizioni alla sua nomina ad assistente, che si ripeteranno anche per la nomina a professore, mentre l'altro era il "Provisioniere delle Reali Farmacie" una vera "potenza": rappresentava il potere politico fiorentino, era vicino al primo ministro del Granduca conte di Thurn era accademico, pubblicava le sue "Memorie" alla Tipografia Granducale. Mascagni si affrettò allora a comunicare all'Accademia il ritrovamento del sale sedativo non solo in quasi tutte le acque dei laghi, ma anche nei "concreti" presenti in prossimità dei laghi stessi. Tale comunicazione avvenne nell'adunanza del 6 marzo 1779, anticipando di alcuni mesi la pubblicazione, a sue spese, del "Commentario dei laghi del senese e del volterrano" che ufficializzava la paternità di questa scoperta.

Nell'Appendice del Commentario scrive: "Nel mese di giugno di quest'anno (1779) essendo andato nuovamente ai Laghi di Travale... vidi aderenti alla sponda di un piccolo fossetto alcune concrezioni saline ed in vicinanza loro una crosta di colore nerastro... Notai inoltre che con questa terra era mescolato dello zolfo, una materia nera con dei puntini lucidi ed un'altra sostanza di un color rosso vivissimo che a forma di lamine incrostava quella terra nera... Quel color tanto vivo mi fece sospettare che fosse Cinabro; presala in mano il peso confermò la mia ipotesi, ed il nero poi stimai che fosse Etiope minerale e quei punti lucidi Mercurio. Portata meco a Siena questa materia, la mescolai con la limatura di ferro, e postala in una storta a fuoco di riverbero, ottenni del mercurio e fui convinto che quella sostanza era un vero cinabro.

Di bel nuovo nell'Agosto mi trasferii a questi stessi laghi, feci portare una zappa, ed avendo fatto scavare lì d'intorno superficialmente in diversi luoghi trovai che vi era gran quantità di Cinabro e di Mercurio... con mio piacere vidi in quella terra alcune goccioline di Mercurio piuttosto grandi e di uno splendore vivissimo... premuto con le mani questa terra, saltavano fuori molte goccioline di Mercurio. Ora dunque sarebbe da esaminarsi, se si potesse cavar con profitto questo Mercurio....

ed io son persuaso che se continuasse nell'interno come si trova esternamente, che in questo luogo si potrebbe cavare il Mercurio con gran profitto". Nel 1996 Carlo Ricci, Alessandro Leoncini e Francesca Vannozzi ne "La Scienza Illuminata" [18]: scrivono: "...Per evidenziare i vasi (Mascagni) usa tecniche di iniezione di sostanze rivelatrici che vanno dal vischio alla cera, al gesso. Ma il ritrovato nel quale eccelle per maestria e risultati è l'iniezione di mercurio attraverso un lungo tubo di vetro con una branca verticale più grande e una orizzontale più piccola con l'estremità molto fine; il mercurio, per il suo alto peso specifico, scivola lentamente nei vasi e li mette in evidenza senza alcuna modificazione fisiologica..."

Probabilmente fu proprio il ritrovamento ai Laghi di Travale con le "goccioline di Mercurio" che "saltavano fuori" dalla terra premuta con le mani a suggerirgli di utilizzarlo per iniettarlo nei vasi in luogo di altri miscugli riuscendo così ad evidenziare l'intero sistema linfatico. Mascagni inviò i risultati dei suoi studi a Parigi ad un concorso bandito da quell'Accademia delle Scienze ma, visti i ritardi nella valutazione dell'opera, la ritirò con una lettera al Condercer, segretario del premio e, per assicurarsi, questa volta, la priorità delle sue scoperte, pubblicò nel 1784 a Siena il "Prodrome d'un ouvrage sur le système des vaisseaux lymphatiques". Una volta completati gli studi dette alle stampe nel 1787 l'opera completa: "Vasorum lymphaticorum historia et ichnographia" corredata di 27 tavole e 14 controtavole, che lo fece conoscere nel mondo e definire "Principe degli anatomici".

Mascagni fin dal primo commentario parla di possibili interventi per aumentare la produzione di acido borico ampliando la superficie del terreno esposto alla circolazione del vapore e per accrescere il tenore di acido borico nelle acque facendovi sciogliere i "concreti" presenti nel terreno. Queste idee furono messe in pratica dal De Larderel, che certamente aveva letto i "Commentari" presenti nella sua Biblioteca di Larderello, prima con i "laghi in cascata" studiati con la collaborazione di Anselme Payen, professore alla Sorbona, e più tardi con i pressatori e pompatori (pozzetti a piccola profondità perforati all'interno delle manifestazioni naturali per pomparvi acqua per sciogliere l'acido borico presente nel sottosuolo e portarlo in superficie).

Nel Commentario del 1779 Mascagni dice, a

proposito dell'allume, "... sarebbe ancora da esaminarsi se si potesse ottenere l'evaporazione della liscia alluminosa col calor naturale del terreno dei laghi interrando delle caldaie come si fa alla zolfatara di Pozzuolo", nel Commentario del 1799 "...il calore del luogo dunque sarebbe sufficiente per ottenere la svaporazione dell'acqua che contiene il sal sedativo" Problema brillantemente risolto, sempre a Larderello, pochi anni dopo con i "laghi coperti".

Successivamente, sempre nel commentario del 1799, scrive: "avendo osservato che il piombo resiste alle esalazioni dei laghi ne presi un vaso, lo riempie di una soluzione di acido boracico lo interrai nel suolo dei laghi e in cinqu'ore si svaporò a siccità il fluido e abbandonò il sale che conteneva nella soluzione." In piombo erano le caldaie Adriane messe in opera a Larderello nel 1840. ... Occorre anche rilevare come nel Commentario del 1799 Mascagni applichi alle scienze naturali la sua formazione di medico quando scrive: "Questi vapori colle altre sostanze, che contengono nell'appressarvisi fan sentire un odore di zolfo, e a luoghi di petrolio. La superficie del corpo e le villozze che la ricoprono si carico d'un immenso numero di minute goccioline, come se ne carico le vesti che hanno una peluria. Le carni sembra che prendano un colore più fosco e tanto esse che i vestiti per del tempo fanno sentire a delle persone assuefatte all'odor dei laghi un odore di zolfo. La respirazione non rimane offesa anzi vi si effettua con maggior facilità e sembra vi si respiri molto meglio. In molte malattie polmonari potrebbe essere efficace".

E riferendosi all'acqua dei laghi "...deposita alle sponde a ondate di questa terra, che prosciugata arde in parte tramandando un forte odore di zolfo e per il resto contiene dei zolfuri terrosi, delle sostanze saline, e dell'allume, e questa sostanza è efficacissima, stemprata nell'olio e applicata alla parte affetta a fugare i mali cutanei come le diverse specie di erpeti, la rogna ecc..."

Mascagni sin dall'inizio delle sue osservazioni avrebbe voluto costituire una società per l'estrazione dell'acido borico e la sua lavorazione anche per sviluppare, come scrive il Guerrazzi [8] "una manifattura valevole non solo ad introdurre in Toscana un traffico affatto nuovo, ma a sollevare dall'indigenza quelle popolazioni che sono più a portata di dedicarvisi".

Nel commentario del 1799 accenna alla possibilità

di produrre l'acido borico con tecniche innovative e propone di trasportarlo a Portoferaio, dove esisteva una salina, per la fabbricazione del borace, non pensando che, forse, sarebbe stato più comodo ed economico appoggiarsi alle saline di Volterra.

Risulta che nel 1810 ai tempi del governo francese abbia preso un «Brevetto di Privativa di Invenzione» per la preparazione del borace, ma purtroppo coloro che hanno esaminato e studiato le sue opere non ne hanno trovato traccia, in questo suo brevetto poteva esser prevista una utilizzazione completa delle manifestazioni naturali usando il calore naturale per estrarre l'acido borico dalle acque, magari trasportando vapore ed acqua calda attraverso condotti in cotto utilizzati già in epoca romana alla Solfatara di Pozzuoli, come riportato da Scipione Breislak [5], e nella stessa regione boracifera dove sono stati impiegati fin dopo la metà del secolo scorso.

Le idee di Mascagni sull'utilizzazione industriale dei laghi cominciarono ad esser messe in pratica nel 1812 quando, come dice sempre Guerrazzi "Concepito un modo per ottenere economicamente l'acido borico, Mascagni non tardò a comunicarlo col maggior disinteresse ad alcuni intraprendenti (Società: Testoni, Fossi, Franchini e Grieumard ai Laghi di Monterotondo e Montecerboli), che dettero principio alle operazioni un poco in grande, ma che non trovandosi pienamente corrisposti dalla buona riuscita, abbandonarono il campo con qualche non piccola perdita".

Fu nel 1815 che intervenne lo stesso Guerrazzi, con il socio Brouzet, i quali nel periodo 1817 - 1818 riuscirono a commercializzare 3555 chilogrammi di acido Borico.

Ma solo nel 1818, con l'intervento di Francesco de Larderel, iniziò realmente la messa in pratica delle idee di Mascagni che dovevano portare alla completa utilizzazione della risorsa geotermica. Mascagni, come detto, non limitò il suo interesse per le scienze naturali alla sola geotermia, ma si occupò anche di ricerca mineraria studiando, come scrive nella autobiografia, "molte miniere metalliche Toscane di Prata, di Massa, di Monterotondo, di Gerfalco, di Montieri e di altri luoghi." Studio anche la composizione dei terreni del senese non solo per amore della conoscenza, ma anche allo scopo di aumentare la produttività dell'agricoltura; scrive infatti nell'autobiografia: "Ha fatto molte osservazioni ed esperienze sulle

diverse terre che entrano nella composizione del suolo senese, vi ha trovato molte marne calcarie anche vicine a terreni argillosi che trasportandole in questi, sarebbero in grado di diminuirne la tenacità e renderli più atti ad esser penetrati dalli strumenti rurali e dalle radiche delle piante e così corretti sarebbero in grado di ridursi fertili e dare un prodotto molto superiore a quello che danno”.

Aveva capito che in Toscana si stava verificando una perdita di fertilità dei suoli e nelle due memorie presentate all'Accademia dei Georgofili nel 1804 e nel 1814 parla di un'errata gestione delle acque superficiali, della necessità di utilizzare le marne per mescolarle alle argille e suggerisce l'introduzione della turnazione triennale tra colture di cereali e di piante foraggere per assicurare sia alimenti per l'uomo che una maggior disponibilità di fieno per gli animali, in particolare bovini, che erano alla base della produzione di letame per dare sostanza organica ai suoli. Insieme proponeva di utilizzare nuove sementi quali lupinella, erba medica, trifoglio d'Olanda, melilloto di Siberia, cicoria e pimpinella che lui stesso aveva fatto venire da Olanda ed Inghilterra ed aveva sperimentato nella fattoria di famiglia del Castelletto.

Chiedeva anche che l'Accademia dei Georgofili pubblicasse istruzioni "chiare e precise" per invitare i proprietari terrieri a fare sistemazioni idrauliche dei terreni per evitarne il dilavamento e coltivare "i poggi a gradinate o ripiani sostenuti da ciglioni o muretti" per rallentare il corso delle acque, farle assorbire e mantenere il fiore della terra e dei sughi". Lo stesso doveva secondo lui esser fatto per applicare la turnazione triennale con almeno un terzo delle proprietà dedicato alla produzione di fieno per l'alimentazione del bestiame ed il rimanente a cereali con fave, vecce e patate.

Addirittura arrivava a suggerire un intervento dello stato per far applicare queste tecniche.

Occorre ricordare l'azione di Mascagni per sviluppare in Toscana la coltura ed il consumo della patata, di cui aveva intuito la qualità e l'importanza, nonostante l'avversione da parte dei possibili consumatori a cibarsi di una pianta che oltre a svilupparsi sotto terra aveva la parte esterna, foglie e fiori, tossica per la presenza di solanina, presente anche nei pomi, se esposti al sole.

Sulla patata, chiamata anche cibo delle streghe, erano vive numerose leggende sul suo essere vele-
nosa, portatrice di lebbra e addirittura nel 1765 era

stata definita dall'Encyclopedie "cibo flatulento". Nonostante tutto Mascagni continuò a farla coltivare, per primo in Toscana, nella sua fattoria del Castelletto regalando i tuberi a contadini e compaesani per convincerli a consumarli.

Bibliografia

- [1] G. Agricola, *De re metallica*. H. Frobenius. Basel: 1561.
- [2] G Baldassarri, *Saggio di osservazioni intorno ad alcuni prodotti naturali fatte a Prata ed in alcuni altri luoghi della maremma di Siena*. Atti dell'Accademia dei Fisiocritici, II. Siena: 1764.
- [3] P.Bartalini, *Osservazioni di storia naturale fatte in alcuni luoghi dello Stato di Siena ed attorno ai Laghi di Castelnuovo Valdicecina presso Volterra*. Atti dell'accademia dei Fisiocritici, VI. Siena: 1781.
- [4] P. Bertini, Paolo Mascagni, *discorso letto alla festa letteraria del R Liceo di Siena il 16 Marzo 1874*. Tip. Sordomuti di L. Lazzeri. Siena: 1874.
- [5] Scipione Breislak, *Essais Mineralogiques sur la solfatare de Pouzzole*, traduit du manuscript italien par Francois de Pommereul Janvier. Giaccio Editore. Napoli: 1792.
- [6] PD.Burgassi, Paolo Mascagni e la geotermia "ricreamento e necessario riposo e ristoro dai severi studi dell'anatomia". L'eredità intellettuale di Paolo Mascagni, a cura di Francesca Vannozzi. Accademia dei Fisiocritici. Siena: 2015.
- [7] E. Fiumi, *L'utilizzazione dei laghi boraciferi della Toscana nell'industria medioevale*. Casa Editrice Dott. Carlo Cya. Firenze: 1943.
- [8] G. Guerrazzi, *Sull'acido borico di Toscana e sulla riduzione in borace mercantile*. Continuazione Atti Imperiali e Regia Accademia dei Georgofili, II. Firenze: 1819.
- [9] U.H. Hoefer: *Memoria sopra il sale sedativo della Toscana e del borace che con quello si compone*. Gaetano Cambiagi stampatore Granducale. Firenze: 1778.
- [10] Regolo Lippi, *Elogio di Paolo Mascagni*. Editore Vincenzo Batelli. Firenze: 1823.
- [11] P. Mascagni, *Dei laghi del senese e del volterrano*. Commentario di Paolo Mascagni al sig. Francesco Caluri professore nella Regia Università di Siena. Vincenzo Pazzini Carli e Figli. Siena: 1779.

[12] P.Mascagni, *Prodrome d'un ouvraage sur le systeme des vaisseaux lymphatique*.Vincenzo Pazzini Carli e figli. Siena: 1787.

[13] P. Mascagni. Sopra il sale sedativo D'Hombergio o sia Acido Boracico, che si trova ai lagoni del volterrano e del Senese, e sopra diversi bora- ti che pur ivi si trovano. *Memorie di matematica e fisica della Società Italiana delle Scienze*, VIII, parte II, pp. 487-515. Modena: 1799.

[14] P. Mascagni, Sulla cattiva direzione delle Acque Piovane quasi generalmente praticata a danno dell'Agricoltura in Toscana. *Riflessioni generali conducenti all'esame delle migliori e peggiori terre coltivate in Toscana, e sopra alcune Marne nostrali utilissime per correggere la sterilità delle ultime*. *Memoria letta il di 7 di marzo 1804, Atti della Società Economica di Firenze ossia de'Georgofili VII*, pp.232-248. Firenze: 1812.

[15] P.Mascagni, Sopra le praterie artificiali di Onabrychis italicica, nominata in alcuni luoghi della Toscana Lupinella ed in altri Fien maremmano; di Trifoglio piccolo ramoso, a fior violetto denominato in alcuni luoghi Trifoglio bolognese; di Medicago sativa, o Erba Medica; e di Avena elatior, pianta del genere delle graminacee. *Presentata nel 1814. Continuazione degli atti dell'Imp. E R Accademia dei Georgofili Tomo 1.* pp.122-156. Firenze: 1818.

[16] Marcello Mellini, Paolo Mascagni Minore: il naturalista. *La Scienza Illuminata*. Paolo Mascagni nel suo tempo. La nuova immagine editrice. Siena: 1996.

[17] Anselme Payen, Acid Borique des soffioni de la Toscana. *Annales de Chimiq. Physiq.* Paris: 1847.

[18]Carlo Ricci, Alessandro Leoncini, Francesca Vannozzi: *La scienza illuminata*, Paolo Mascagni nel suo tempo. La nuova immagine editrice. Siena: 1996.

[19] Giovanni Targioni Tozzetti, *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*. Stamperia Granducale per Gaetano Cambiagi. Firenze: 1768 – 1779.

[20] Daniele Vergari, Il contributo di Paolo Msca- gni alle scienze agronomiche in Toscana agli inizi del XIX secolo fra fertilità dei suoli e sviluppo dell'agricoltura. L'eredità intellettuale di Paolo Mascagni. A cura di Francesca Vannozzi. Acca- demia dei Fisiocritici. Siena: 2015.

***Lasallia pustulata* (L.) Mérat. Una specie di lichene appartenente alla famiglia delle *Umbilicariaceae* repertata per la prima volta nelle Colline Livornesi**

Paolo Pasquinelli¹, Fabrizio Puccini²

Parole chiave: *Lasallia pustulata*, *Umbilicariaceae*, *Licheni*, *Colline Livornesi (LI)*

*L'identificazione dei licheni presenti sulle Colline Livornesi (Toscana) è uno degli aspetti compresi nello studio delle Biodiversità a cui gli autori dettero inizio sin dal 2011. In questo lavoro l'areale preso in esame (Le Ferriere-Botro del diavolo) presenta la crescita di alcune specie licheniche da considerarsi rare in virtù del loro accrescimento su un particolare substrato roccioso in un luogo quasi inaccessibile. La composizione litologica della zona, la cui componente principale è costituita da Diaspri (Radiolarian cherts), favorisce la selezione e lo sviluppo di alcuni licheni adattatisi a tale ambiente. Tra questi è stato individuato *Lasallia pustulata* (L.) Mérat considerato dagli autori, stante l'assenza di precedenti determinazioni, quale primo ritrovamento sulle Colline Livornesi suscettibile di segnalazione.*

Introduzione

Il presente lavoro tiene conto che in letteratura non si trovano segnalazioni di *Lasallia pustulata* (L.) Mérat in accrescimento sulle Colline Livornesi. Peraltro poche presenze di questa specie sono state riportate in diverse zone della Toscana tra cui una fu indicata da A. Mori nel lontano 1883 [1] al Masso del diavolo di Vallombrosa (*nomen similis...*). Altre due segnalazioni di E. Albertshofer [2] nel 1965 e Pisut 1997 [3] riguardano l'Isola d'Elba sul Monte Capanne (reidentificazione nel 2010 di V. Mazzoncini nella stessa zona). Ulteriori presenze sono state descritte in Capraia nel 1988 e sul Monte Amiata da P.L. Nimis e M. Tretiach nel 1991-92 e 2001 [4]. Attuali riconoscimenti effettuati sulle Colline Livornesi nel dicembre 2015 dagli autori del lavoro (P. Pasquinelli e F. Puccini) hanno permesso di localizzare due stazioni di *Lasallia pustulata* (L.) Mérat in accrescimento tra le rocce di Diaspro in località "Botro del Diavolo" presso "Le Ferriere" (LI), (figura 1). Le colonie sono state trovate in ottima condizione vitale di accrescimento in associazione ad altri licheni crostosi. Poiché il raggiungimento delle due stazioni di *L. pustulata* presenta notevoli difficoltà a causa della ripida pendenza, è auspicabile che ciò possa consentire

all'ecosistema di rimanere inalterato per molti anni e permettere la conservazione delle biodiversità nelle Colline Livornesi [5] come avviene nelle aree naturali protette.

Luogo del ritrovamento

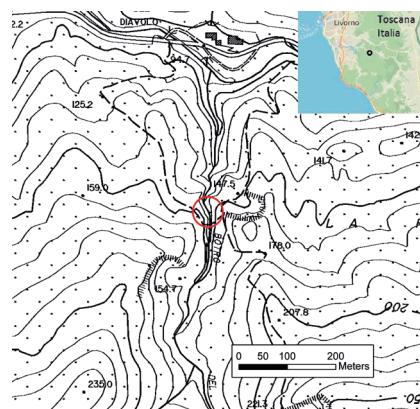




Figura 2: Ecosistema roccioso di riferimento. Emersione radiolaritica Diaspro. Visibile in basso a destra lo scorrimento d'acqua nel talweg del botro. Dic. 2015.

Dati sperimentali

Lasallia pustulata (L.) Mérat fa parte di un genere monofiletico di fungo lichenizzato appartenente alla famiglia *Umbilicariaceae* [6,7,8]. Si accresce, come nel caso riportato, su rocce silicee (figura 2) formando colonie composte da larghi individui singoli e ravvicinati, senza sovrapposizioni (figure 3,4). Lo sviluppo avviene prevalentemente per via vegetativa mediante la diffusione di isidi che si distaccano dal tallo. Scarsa o nulla è la riproduzione gamica. Le caratteristiche morfologiche sono rappresentate da un ampio tallo contenente, nella pagina superiore, pustule, isidi e un umbellico che costituisce l'unica parte adesa alla roccia. La parte inferiore del tallo presenta cavità o fori in corrispondenza delle pustule. Le colonie si espandono con ampiezze comprese tra 1 e 1.70 metri su due livelli verticali (146 e 148 m s.l.m.) esposti a Nord-Est su un costone roccioso di Diaspro ad una distanza di 8 e 10 metri dal talweg del botro. L'accrescimento avviene in ripida pendenza, fattore strategico questo che favorisce lo scorrimento dell'acqua piovana impedendo il ristagno e le possibili marcescenze (figure 3,4,5,6).

Ecosistema di riferimento

L'ecosistema vegetativo che contorna il lichene sulle rocce è costituito da modeste quantità di muschio, da poche altre specie di licheni in associazione tra cui *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC, *Xanthoparmelia* sp., *Ramalina* sp., *Lecidella* sp. e da alcuni esemplari della pianta crassulacea *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy e da modeste crescite della piccola felce *Polypodium vulgare* L.

gli autori

¹ Gruppo Botanico Livornese e Gruppo Micologico Livornese c/o Museo di Storia Naturale del Mediterraneo (LI)

* email: paolopasquinelli@alice.it

² Gruppo Micologico Livornese c/o Museo di Storia Naturale del Mediterraneo (LI)
email: fabriziopucc@alice.it



Figura 3: *Lasallia pustulata* (L.) Mérat. Colonia di esemplari singoli ravvicinati. Crescita in forte pendenza su Diaspro rosso. In alto si nota la presenza di una fogliolina verde di *Umbilicus rupestris*. A sinistra in basso sono evidenti due formazioni di *Xanthoparmelia* sp. Dic. 2015.

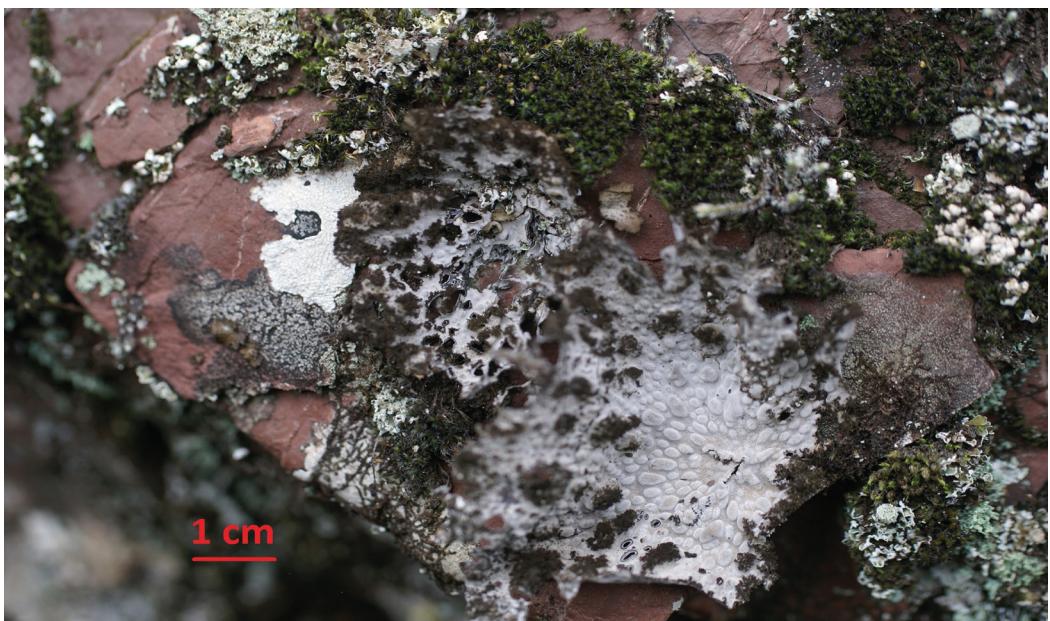


Figura 4: Largo esemplare (8x10 cm) di *Lasallia pustulata* in crescita su Diaspro rosso in presenza di muschio. Evidenti le pustule bianche distribuite nel tallo e gli isidi nerastri contenuti all'interno e ai bordi del tallo. Dic. 2015.



Figura 5: *Lasallia pustulata*. Esemplare in crescita su Diaspro rosso. Visibile a sinistra una colonia di *Rhizocarpon geographicum*. Dic. 2015.

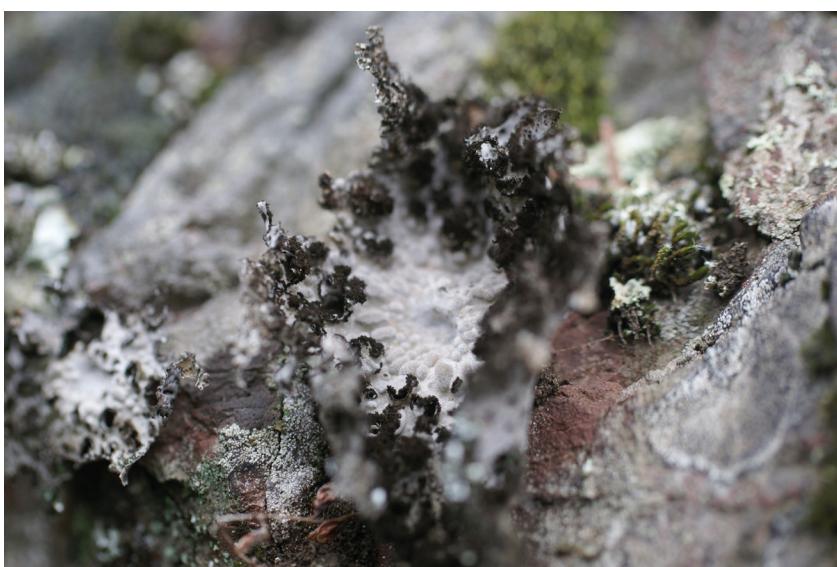


Figura 6: *Lasallia pustulata*. Crescita in pendenza su Diaspro rosso. Tallo con isidi (neri) a forma coral-
loide, Pustule (bianche) e, al centro immagine, Umbelico di adesione. Dic. 2015.

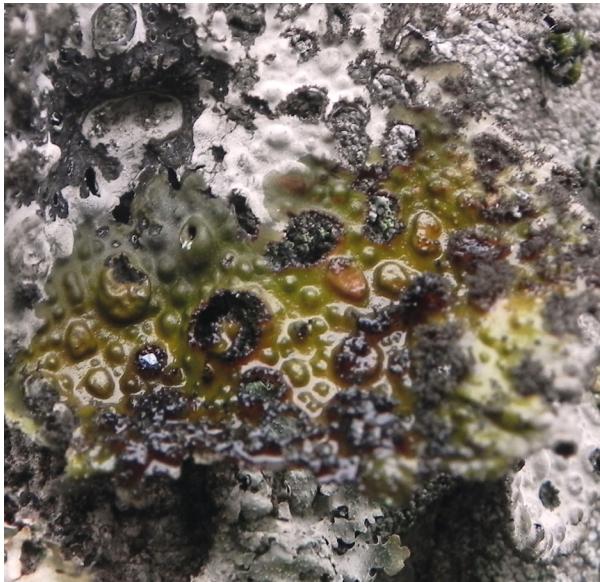


Figura 7: *Lasallia pustulata*. Spot test chimici in loco. Evidente la colorazione positiva rossastra per C+ e KC+. Dic. 2015.

Microscopia

Modeste quantità di *L. pustulata* sono state esaminate in loco per spot test chimici (figura7). Altri reperti per microscopia sono stati analizzati nel Laboratorio di Botanica del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo (LI) allo scopo di verificare le caratteristiche morfologiche più rappresentative. Dopo spremitura a fresco e separazione in soluzione fisiologica si sono evidenziate le strutture fondamentali per la determinazione quali:

puscole, isidi coralloidi, umbelico, alga simbionte e ife (figura 8).

Gli spot test chimici K-, C+rosso, KC+ rosso e le comparazioni con immagini pubblicate su website da altri autori [7] hanno confermato l'esattezza della determinazione. A tal proposito si è espresso positivamente (gennaio 2016) anche G.B. Perlmutter, lichenologo del "Herbarium of North Carolina University in Chapel Hill, USA". Le strutture identificative di *L. pustulata* (figura 8):

- **isidi coralloidi** addensati sui margini del tallo e sparsi nella superficie. Sono importanti per la riproduzione vegetativa allorché si staccano dal tallo spargendosi nel substrato vicinio. La presenza di isidi scuri e la loro disposizione sono condizioni essenziali per distinguere *L. pustulata* dall'altra specie

simile, *Umbilicaria polyphylla* in cui gli isidi sono assenti. La loro forma ramificata li ha fatti paragonare a coralli, da cui deriva "isida coralloides".

- **puscole pruinose** sparse nella superficie superiore del tallo, di color bianco grigiastro quando secche e giallo-verdastro quando umide. A queste corrispondono concavità sulla faccia inferiore del tallo o fori quando svuotate. Al loro interno raramente si trovano apoteci contenenti spore muricate.
- **fotobionte *Trebouxia* sp.** Successive spremiture di parti di tallo fresco seguite da separazioni in soluzione fisiologica dello strato algale, mirate all'identificazione del fotosimbionte, hanno consentito di determinare l'alga Cloroficea unicellulare *Trebouxia* sp. sia in cellule singole che aggregate con ife.

Nelle figure 9 e 10 si apprezza la vitalità fotosintetica del reperto (colorazione verde delle cellule) alla ripresa con acqua e illuminazione artificiale. Nella figura 10 è inoltre evidente l'intrappolamento tra le ife fungine "prigione" e le cellule algali "prigionieri" [9] a dimostrazione di quanto siano stretti i rapporti di simbiosi in un lichene (A. Bartoli, 1996), ovvero la parte fungina che forma il tallo non può sopravvivere senza la presenza dell'alga; perciò si può asserire che si tratti anche di "fungo lichenizzato" (figura 11).

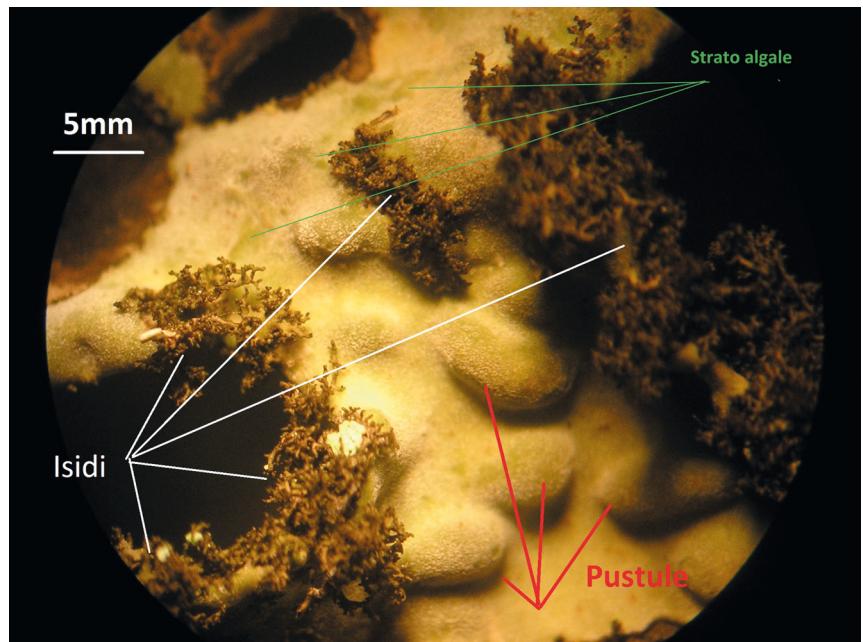


Figura 8: *Lasallia pustulata*. Vista stereo microscopio. Magn. 20x e zoom digitale. Dic. 2015.



Figura 9: *Lasallia pustulata*. Singole cellule del fotobionte *Trebouxia* sp. viste al M.O. con scala micrometrica. Magn. 200x e zoom digitale. Dimensioni Ø rispettivamente 12 e 10 μm . Si notano la membrana cellulare e il nucleo delle due cellule in piena attività fotosintetica. Dic. 2015.



Figura 10: *Lasallia pustulata*. Cellule del fotobionte *Trebouxia* sp. intrappolate da ife fungine. Microscopio ottico. Magn. 400x. Genn. 2016.

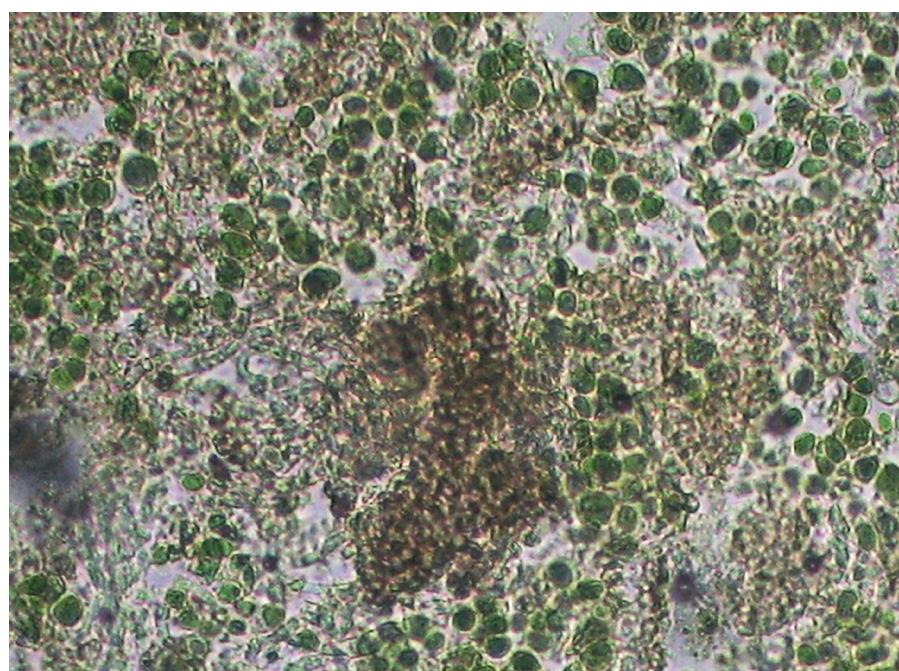


Figura 11: *Lasallia pustulata*. Sezione di medulla del fungo lichenizzato. Evidente lo strato del fotobionte *Trebouxia* sp. Magn. 200x. Colorazione di Melzer e successivo lavaggio. Dic. 2015.

Conclusioni

Stante l'assenza di report precedenti nell'areale di studio, la determinazione di *Lasallia pustulata* (L.) Mérat repertato in un luogo impervio e roccioso del Botro del diavolo (LI) permette di considerarlo come primo ritrovamento nelle Colline Livornesi. Il suo sviluppo potrà essere seguito negli anni futuri comparandolo con le condizioni illustrate nel presente lavoro allo scopo di favorirne la conservazione e il mantenimento.

[9] Rambelli A., Pasqualetti M. *Nuovi fondamenti di Micologia – Appendice, I Licheni*, a cura di Antonella Bartoli. Libro. Ed. Jaca Book. 1996.

Bibliografia essenziale

- [1] A. Mori. Atti della Soc.Toscana di Sci.Nat. Vol.6. Fasc. 1°, pag. 136 nota 39. 1883.
<https://ia800500.us.archive.org/9/items/attidelasociett61883soci/attidellasociett61883soci.pdf>
- [2] E. Albertshofer. Italy, Isle Elba, Mountains Cabane. May 1965.
<http://lichenportal.org/portal//collections/list.php?db%5B%5D=8&reset=1&state=ISLE%20EL-BA>
- [3] Ivan Pisùt. A small addition to the lichen flora of the Island of Elba (C. Italy). -Flora Mediterra-nea 7 – 1997, 145.
- [4] Nimis et al. List of samples for LASALLIA PU- STULATA, siliceous rock, 800, EUR, ITALY, TSB Herbarium query interface .
<http://db10dbs.univ.trieste.it/italic/italic27?us=admin&nome=LASALLIA%20PUSTULATA&cont=&natio=&prov=®io=&alt1=0&alt2=5000&subst=&localit=&tipo=&col=&ex=&y1=0&y2=3000&nu=0&no=999999>
- [5] Pasquinelli P., Carlesi V., Tabone M., Puccini F. *Colline Livornesi. Alcune Biodiversità Specifiche*. Libro. Ed. Provincia di Livorno, Nov. 2012.
- [6] Michel David, Alain Gerault, Jaques Haine. *Lasallia pustulata* (L.) Mérat description
<http://www.lichensmaritimes.org/index.php?task=fiche&lichen=126&lang=en>
- [7] Consortium of North American Lichen Herbarium. *Lasallia pustulata* (L.) Mérat
<http://lichenportal.org/portal/taxa/index.php?taxon=55653&taxauthid=1>
- [8] Lastdragon.org. Images of British Lichens. *Lasallia pustulata* (L.) Mérat 'Rock-tripe'
http://www.lichens.lastdragon.org/Lasallia_pustulata.html

Differenziazione sessuale della spigola: gestione della “temperatura” per ottimizzare la produzione in allevamento

Simona Sagona¹, Antonio Felicioli¹, Carlo Bibbiani¹, Baldassare Fronte^{1,*}

Parole chiave: spigola, acquacoltura, performance di accrescimento, epigenetica

Come in ogni settore zootecnico, anche in quello ittico l'ottimizzazione delle produzioni rappresenta un aspetto di rilevante importanza ai fini del successo dell'attività produttiva. In quest'ottica, molti sono i fattori di cui tenere conto ma, nel caso dell'allevamento della spigola (*Dicentrarchus labrax*), la “gestione” della temperatura dell'acqua in specifici stadi produttivi può fornire benefici significativi ed immediati. Infatti, la determinazione sessuale della spigola è “gestita” da un complesso poli-genico e ciascun individuo è di per se in grado di differenziare in maschio o femmina; ciò avviene in funzione di alcune condizioni ambientali ma, in primis, della temperatura dell'acqua durante i primi stadi di vita delle larve. In particolare, alte temperature dell'acqua dalla schiusa delle uova a circa 120 giorni di età comportano la “produzione” di un numero maggiore di maschi, mentre basse temperature una maggiore produzione di femmine. L'allevamento ittico italiano (ma non solo) è spesso legato allo sfruttamento di cascami idrici provenienti, ad esempio, da centrali elettriche e/o impianti siderurgici; ciò avviene perché, a parità di sesso e altri fattori di allevamento, acque di allevamento caratterizzate da temperature più elevate permettono di ottenere accrescimenti maggiori. Per contro, la conseguenza diretta dell'uso di queste acque “calde” durante le prime fasi di sviluppo larvale è la produzione di una quantità di soggetti di sesso maschile nettamente superiore a quelle di sesso femminile (in alcuni casi anche di 90% maschi e 10% femmine).

C'è da dire, infine, che sebbene un evidente dimorfismo sessuale non esista, a parità di trattamento ed età le femmine di spigola hanno una capacità di accrescimento di circa il 30% superiore ai maschi.

Per approfondire l'incidenza della temperatura su questi meccanismi, presso il DSV dell'Università di Pisa, sono stati condotti degli studi basati sia sull'effetto della temperatura che della durata del trattamento. I risultati ottenuti hanno confermato come la temperatura dell'acqua durante i primi stadi di sviluppo larvale, insieme alla durata del trattamento con acque “non riscaldate”, siano in grado di ribaltare il rapporto tra i sessi passando dal 68% maschi e 32% femmine al 29% maschi e 71% femmine.

In conclusione, alla luce delle migliori performance di accrescimento delle femmine (+30%) rispetto ai maschi, queste conoscenze rappresentano un importante contributo al miglioramento della produttività e della competitività degli allevamenti di spigola.

Introduzione

La spigola, *Dicentrarchus labrax*, è una specie ittica molto interessante dal punto di vista commerciale. Essa, pur non presentando un evidente dimorfismo sessuale, è caratterizzata da una capacità di accrescimento maggiore dei soggetti di sesso femminile rispetto ai soggetti di sesso maschile; tra l'altro, tale differenza è stimata essere, a parità di età, di circa il 30% del peso vivo [1,2].

Il rapporto maschi/femmine che si osserva in molti allevamenti italiani è di solito spostato a

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa, viale delle Piagge 2, 56124, Pisa

* autore per corrispondenza
e-mail: baldassare.fronte@unipi.it

vantaggio dei soggetti di sesso maschile, e in alcuni casi questo può essere di 90% maschi e 10% femmine. Questo fenomeno è la conseguenza di due aspetti: da una parte, l'interesse dell'allevatore a mettere i soggetti allevati nelle migliori condizioni di allevamento, condizioni che, in linea generale, permettono migliori accrescimenti degli individui allevati; dall'altra, specifiche condizioni di allevamento, molto diffuse negli allevamenti mediterranei, che “orientano” la differenziazione sessuale della spigola. Infatti, in questa specie, i geni responsabili della determinazione del “sesso”, sono dispersi in un numero impreciso di cromosomi; di conseguenza, questi non vengono trasmessi alla progenie attraverso un solo cromosoma ma attraverso la ricombinazione di molti cromosomi, ricombinazione a cui contribuiscono contemporaneamente entrambi i genitori [3]. Per questi motivi ne consegue che ciascun soggetto può contenere nel proprio patrimonio genetico sia geni legati all'espressione del carattere “sesso femminile”, sia geni legati all'espressione del carattere “sesso maschile”. Inoltre, in questo contesto, è da evidenziare che non tutti i geni legati al sesso, e sparsi su molti cromosomi, possono essere contemporaneamente “attivati” ma la loro attivazione è condizionata alla presenza o meno di specifiche condizione “ambientali”. Molti studiosi hanno già individuato alcuni dei fattori ambientali che sembrano rivestire un ruolo nella differenziazione sessuale della spigola e i più

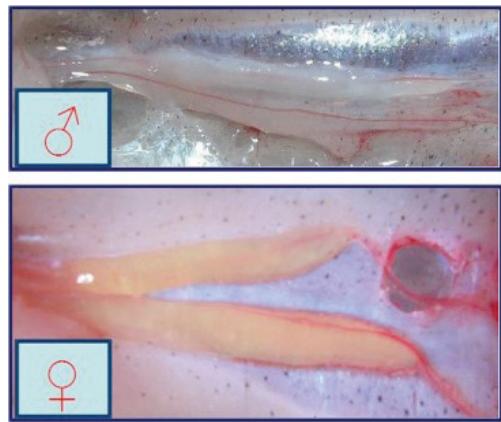


Figura 1: Gonadi differenziate di spigola, maschili e femminili.

importanti tra questi sembrano essere la temperatura, la salinità e la densità di allevamento. Per quanto riguarda la temperatura normalmente utilizzata negli allevamenti di spigola, sia durante la fase di riproduzione che durante l'incubazione delle uova, questa si aggira intorno ai 14-14,5 °C; dopo la schiusa delle uova, invece, questa viene rapidamente alzata fino a raggiungere i 18 °C ed oltre (in alcuni casi anche 21 °C) in poche settimane; in tal modo, si tende a promuovere un più rapido accrescimento larvale e a ridurre la mortalità. Studi mirati, hanno dimostrato come fino a un'età di 128 giorni post-fertilizzazione (gpf), in nessun

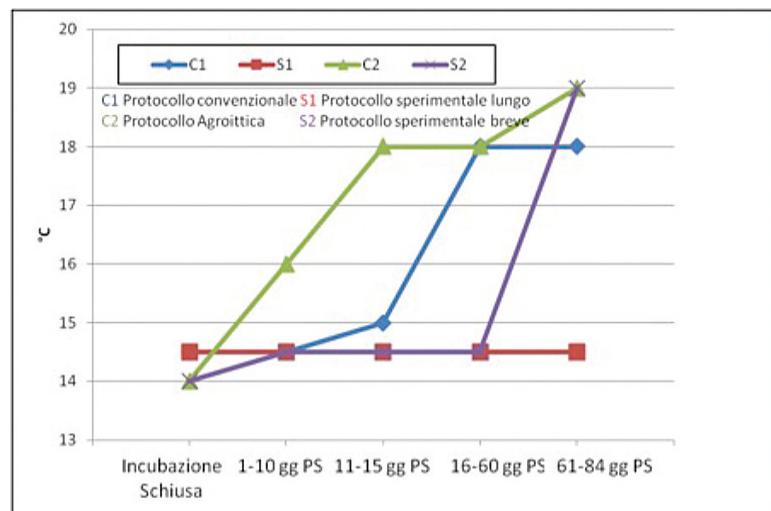


Grafico 1: temperatura e durata dei trattamenti, in funzione delle fasi di sviluppo delle larve.

Tabella 1: rapporto sessi in funzione del trattamento.

Gruppi	♂	♀
	%	%
S1	29	71
S2	50	50
C1	68	32
C2	77	23

soggetto sono stati riscontrati segni di differenziazione sessuale in atto; infatti, è solo a circa 168 gpf che invece possono essere riscontrati i primi ovuli già differenziati con attività mitotica e meiotica in corso. A 250 gpf tutti i soggetti possono essere considerati sessualmente differenziati. Infine, a 419 gpf nei soggetti differenziati è possibile riscontrare oociti in fase pre-vitellogenica. In tutti questi processi, la temperatura di allevamento svolge un ruolo molto importante, influenzando sensibilmente la velocità di sviluppo ma, ai fini della differenziazione sessuale, la temperatura produce i suoi effetti durante un periodo di tempo limitato di circa 120 giorni, periodo che pertanto è definito "labile". Diversi Autori hanno dimostrato che alte temperature dell'acqua di allevamento impiegata durante il periodo "labile", sembrano favorire il differenziamento di un maggior numero di maschi mentre temperature più basse determinano la differenziazione di un maggior numero di femmine [4].

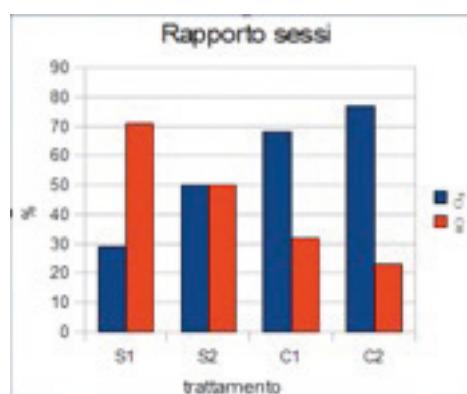


Grafico 2: rapporto sessi in funzione del trattamento.

Allo scopo di trasferire queste conoscenze al mondo della produzione, il Dipartimento di Scienze Veterinarie dell'Università di Pisa e Agroittica Toscana srl (Piombino, Toscana), hanno condotto una serie di prove sperimentali con l'obiettivo di modificare il rapporto sessi degli stock prodotti, aumentandone la percentuale di femmine e, allo stesso tempo, di valutarne l'impatto dal punto di vista pratico ed economico.

Materiali e metodi

Sono stati predisposti 4 diversi trattamenti, denominati C1, S1, C2 e S2, che differivano per la temperatura dell'acqua di allevamento larvale, durante alcuni stadi di sviluppo (1-10, 11-15, 16-60 e 61-84 giorni dalla schiusa). Le differenze di temperatura e durata del trattamento nelle diverse fasi di sviluppo sono riportate nel grafico 1. L'osservazione del sesso degli individui sottoposti ai quattro trattamenti è stata effettuata ad una età di 250 giorni; a questa età, infatti, la determinazione del sesso può essere fatta tramite osservazione diretta degli organi genitali o tramite l'ausilio di preparati istologici "a fresco". Contemporaneamente, sugli stessi soggetti sono stati effettuati anche dei controlli ponderali [5] al fine di verificare l'entità delle differenze di peso tra maschi e femmine.

Risultati

I risultati dell'esperimento hanno fatto osservare come quando venivano utilizzati trattamenti "convenzionali", cioè di larga diffusione negli allevamenti ittici mediterranei, il rapporto maschi/femmine ottenuto era di 68 % maschi e 32 % femmine (C1) e 77 % maschi e 23 % femmine (C2). Per contro, i trattamenti sperimentali, che prevedevano l'uso di temperatura per l'allevamento larvale più bassa e prolungata durata del trattamento, il rapporto maschi/femmine era di 29 % maschi e 71 % femmine (S1) e 50 % maschi e 50 % femmine (S2). In tabella 2 sono mostrati i risultati di controlli ponderali, differenziati tra maschi e femmine, effettuati in allevamento; tali rilievi, sono stati condotti allo scopo di valutare l'incidenza del diverso tasso di crescita sulle performance produttive aziendali. Nonostante si sia rilevata una certa variabilità dei

Tabella 2: Rilievo del peso vivo (g), in diverse popolazioni di spigola, in funzione del sesso.

	Età (gpf)	♂	♀	%
Prima prova*	300	60	80	+33
Seconda prova	250	78	95	+22
Terza prova	600	267	378	+41

**Accrescimenti non standard per la spigola, conseguenti a condizioni di allevamento non ottimali*

risultati si ritiene verosimile poter stimare in circa il 30 % in più una maggiore crescita delle femmine rispetto ai soggetti di sesso maschile.

Discussione e conclusioni

I risultati (Tabella 1 e Grafico 2) relativi al rapporto sessi ottenuti nell’ambito della sperimentazione

Figura 2. Calcolo economico in due diverse situazioni produttive quella del sistema tradizionale e quella del sistema sperimentale.

Sistema tradizionale	Sistema sperimentale
1.000.000 di pesci	1.000.000 di pesci
♂/♀ 80/20	♂/♀ 30/70
♂ 800.000 - ♀ 200.000	♂ 300.000 - ♀ 700.000
PVm (g) ♂ 400 - ♀ 520	PVm (g) ♂ 400 - ♀ 520
Peso totale (kg) ♂ 320.000 - ♀ 104.000	Peso totale (kg) ♂ 120.000 - ♀ 364.000
Valore totale (/kg 7.50 x 424.000) €3.180.000	Valore totale (/kg 7.50 x 484.000) €3.630.000

meccanismi già descritti in precedenza [4, 6]. Saillant et al. [1] effettuando trattamenti ormonali su *D. labrax*, hanno confermato che il dimorfismo sessuale è espresso in stadi molto precoci dello sviluppo e che le femmine, sebbene presentino già precocemente tassi di crescita notevolmente superiori ai soggetti di sesso maschile, e nella seconda stagione di crescita tali tassi si riducono portando la differenza di peso a circa il 20-30% in più rispetto ai maschi.

A conclusione di quanto detto, ci sembra utile evidenziare alcuni aspetti di ordine pratico e in particolare dei risvolti economici che queste conoscenze possono comportare. Infatti, basta fare alcuni semplici calcoli, descritti schematicamente in figura 2, per comprendere come l'adozione di un sistema di produzione piuttosto che di un altro, possa comportare una differenza produttiva quantificabile in circa 450.000 € per ciclo produttivo e per una produzione di soli 1 milione di soggetti. Infine, la collaborazione condotta tra mondo della ricerca e aziende produttrici, ha evidenziato come sia possibile trasferire le conoscenze scientifiche in ambito produttivo, e come l'innovazione possa rappresentare un indiscusso vantaggio in termini di competitività e risultati economici.

Bibliografia

- [1] E. Saillant, A. Fostier, B. Menu, P. Haffray, B. Chatain. Sexual growth dimorphism in sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 2001, 232:371-387.
- [2] B. Fronte B. Management of the Seabass sex differentiation. Proceedings of PisAqua 2010, Pisa (Italy), 41-47. ISBN 978-88-8492-746-0.
- [3] R.H. Devlin, Y. Nagahama. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 2002, 208:191-364.
- [4] G. Koumoundouros, M. Pavlidis, L. Anezaki, C. Kokkari, A. Sterioti, P. Divanach, M. Kentouri. Temperature Sex Determination In The European Sea Bass, *Dicentrarchus Labrax* (L., 1758) (Teleostei, Perciformes, Moronidae): Critical Sensitive Ontogenetic Phase. *Journal Of Experimental Zoology*, 2002, 292:573-579.
- [5] B. Menu, S. Peruzzi, A. Vergnet, M.O. Vidal, B. Chatain. A shortcut method for sexing juvenile European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L.

Aquaculture Research, 2005, 36(1):41-44.
[6] C. C. Mylonas, L. Anezaki, P. Divanach, S. Zanuy, F. Piferrer, B. Ron, A. Peduel, I. Ben Atia, S. Gorshkov, A. Tandler. Influence of rearing temperature during the larval and nursery periods on growth and sex differentiation in two Mediterranean strains of *Dicentrarchus labrax*. *Journal of Fish Biology*, 2005, 67:652-668.

Il polline può rappresentare per l'ape un vettore del DWV virus?

Maurizio Mazzei¹, Maria Luisa Carrozza², Elena Luisi¹, Mario Forzan¹, Matteo Giusti¹, Simona Sagona¹, Francesco Tolari¹, Antonio Felicioli^{1*}

Parole chiave: *Apis mellifera*, DWV, polline

Il virus delle ali deformate (Deformed Wings Virus, DWV) è un virus patogeno dell'Apis mellifera L. ed è generalmente associato all'infestazione dell'acaro Varroa destructor. La Varroa è un parassita e funge da vettore biologico nella trasmissione del DWV. La Varroa infesta gli stadi pre-imaginali dell'ape e in questa fase trasmette il virus. Al momento dello sfarfallamento, si manifestano i sintomi tipici del DWV quali ali deformate, addome accorciato e drastica riduzione dell'aspettativa di vita. Alcuni Autori hanno evidenziato la presenza del DWV in tutti i componenti della colonia dallo stadio larvale all'età adulta. Studi effettuati nel nostro laboratorio hanno rilevato la presenza di DWV in vari prodotti apistici (polline, propoli, pappa reale e miele) eccetto che nella cera. Con l'obiettivo di indagare il polline come possibile vettore del DWV virus sono stati campionati diverse specie di pollini. Sono stati investigati tre diverse condizioni del polline: polline di piante non visitate da api, polline di piante visitate da api e pollini ottenuti direttamente dalle zampe delle api sottoforma di "corbiculette". Le analisi virologiche effettuate tramite metodiche biomolecolari (RT-qPCR) hanno dimostrato la presenza del virus sul polline di piante visitate da api e delle corbiculette, mentre è risultato assente in quello proveniente da piante a cui era stata impedita la visita delle api. Il DWV è stato raccolto dal polline contaminato e da api infette, e iniettato in api prive di virus che sono state allevate in laboratorio. Il riscontro di virus in fase replicativa nelle api infestate ha dimostrato che il virus proveniente dal polline dei fiori contaminati aveva la capacità di infettare e replicare nell'ape. Da questo lavoro si è dimostrato che il polline può essere considerato come fonte di DWV per api sia fuori che all'interno della colonia.

Introduzione

Apis mellifera rappresenta una risorsa commerciale in tutto il mondo ed un importante insetto pronubo. Purtroppo negli ultimi anni è stata danneggiata dall'avvento di insetticidi di nuova generazione (neonicotinoidi), non a lei indirizzati, e da numerosi patogeni che hanno causato il fenomeno del collasso delle colonie. Tra questi patogeni un ruolo di rilievo è senz'altro attribuito ai virus. In particolare uno dei virus spesso presente a livello delle colonie è quello delle ali deformate (Deformed Wings Virus, DWV). Il DWV viene trasmesso alla covata tramite l'acaro *Varroa destructor*, il quale ne rappresenta oltre che un vettore anche un serbatoio in cui il virus è in grado di replicare [1]. La varroa utilizza il ciclo riproduttivo dell'ape per potersi riprodurre. Le varroae femmine adulte, infatti,

riescono ad entrare nella cella in cui l'ape è presente in tardo stadio larvale, prossima all'opercolatura, deponendo le proprie uova. Durante la metamorfosi dell'ape ad adulta, la varroa si riproduce e suggerendo l'emolinfa dell'ape le inietta virus, tra cui il virus della paralisi (APV) e il DWV [2,3]. L'infezione da DWV è facilmente diagnostica in api con caratteristiche deformità delle ali

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa, viale delle Piagge 2, 56124, Pisa

² Scuola Normale Superiore, Pisa

* autore per corrispondenza
email: antonio.felicioli@unipi.it



Figura 1: A sinistra ape adulta con la sintomatologia propria del DWV virus; al centro in alto esemplare di *Varroa destructor*; a destra ape adulta sana.

(figura 1), addome raccorciato, paralisi e bassa aspettativa di vita [4].

Yue et al. [5] hanno dimostrato che il DWV può essere trasmesso verticalmente all'interno della colonia. Alcuni prodotti apistici tra cui polline, pappa reale e miele stoccati a livello dell'alveare hanno rivelato la presenza di DWV suggerendo una possibile trasmissione orizzontale tramite nutrizione e trofallassi [6]. Il DWV è stato rilevato in "corbiculette" raccolte da bottinatrici non infette suggerendo che il virus potesse essere lasciato nel fiore da insetti infetti [7]. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di investigare il polline come possibile vettore del DWV.

Materiali e metodi

E' stato utilizzato come sito di campionamento l'apiario sperimentale del Dipartimento di Scienze Veterinarie dell'Università di Pisa sito in San Piero a Grado (43°40'17"N-10°19'29"E). Sono state campionate api con evidente sintomatologia di DWV. Inoltre sono state individuate 3 tipi di piante: *Magnolia grandiflora* L. (magnolia), *Helianthus annuus* L. (girasole) e *Hedera elix* L. (edera), che per la struttura dei loro fiori risultavano più idonee per la ricerca. Mentre alcuni fiori sono stati lasciati liberi alla visita delle api, altri sono stati coperti con una rete a maglie fine prima dello sboccio del fiore, in modo da evitare qualsiasi visita (figura 2). Sono stati raccolti quindi campioni di polline e miscelati ottenendo un unico pool per tre diversi tipi: polline visitato da api, polline non visitato e "corbiculette" di polline prelevate direttamente dalle api bottinatrici. Per quanto riguarda le corbiculette, sono stati raccolti anche campioni che rappresentavano una miscela di pollini di piante denominati nelle analisi "mix". Una aliquota corrispondente a 20mg di ciascun campione è stata conservata a -80°C in attesa di analisi. Per quanto riguarda la palinologia, il polline è stato separato in base al colore e ciascuna aliquota è stata preparata e identificata a livello botanico secondo il metodo descritto per la palinologia da Ricciardelli D'albore e Persano Oddo (1978). Una frazione di ogni aliquota è stata sciolta in acqua e trasferita in un vetrino per microscopia. Il vetrino è stato asciugato in stufa a 40°C e montato con gelatina glicerinata con vetrino copri oggetti. Ogni vetrino è stato osservato al microscopio ottico ad un ingrandimento 400X e identificato utilizzando la palinoteca di riferimento.



Figura 2. Fiori di girasole. Agli insetti impollinatori è stato impedito l'accesso tramite la copertura con una rete a maglie fini.



Figura 3. Sistema utilizzato per l'allevamento delle api.

Per rilevare la presenza del DWV è stata messa a punto una tecnica di ricerca e quantificazione del virus mediante TaqMan RT-qPCR [9].

Per verificare se il virus proveniente dal polline riusciva a moltiplicarsi all'interno dell'ape sono state prodotte delle sospensioni in soluzione tampone fosfato salino (PBS) di 150 µg di polline collezionato da fiori visitati, da Corbiculette e da api infette. Api provenienti da un apiaro privo di Varroa e DWV (Gorgona) sono state iniettate (nell'emocele) con 2 µl di una delle sospensioni prodotte, allevate in barattoli di vetro (figura 3) e nutriti con una soluzione zuccherina per 7 giorni.

La presenza e la quantificazione del virus nelle api allevate è stata rilevata su addomi e teste di ciascun individuo appartenente al singolo gruppo. I tessuti sono stati omogeneizzati con l'uso di TissueLyser II (Qiagen, Hilden, Germany) e l'RNA totale è stato estratto con RNeasy Mini Kit (Qiagen). I campioni di RNA sono stati testati tramite il protocollo TaqMan RT-qPCR per la rilevazione del DWV [9].

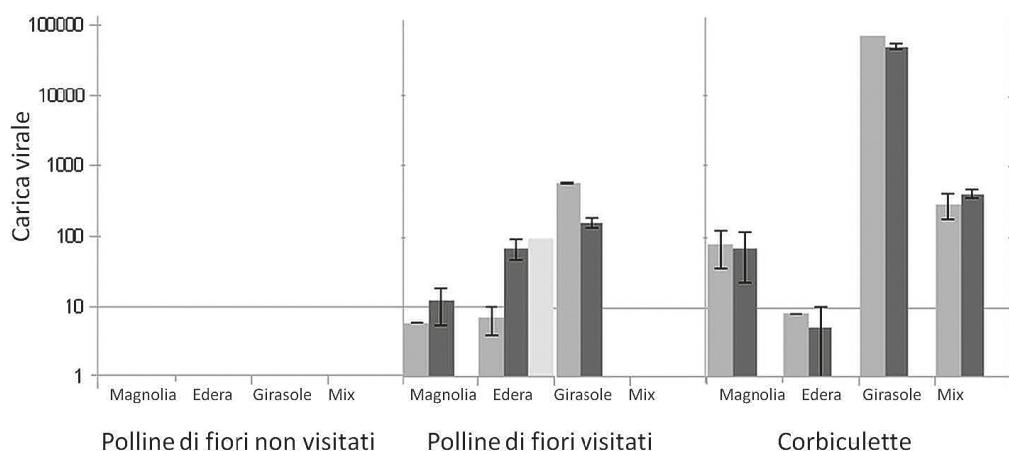


Figura 4. Carica virale in campioni di polline di fiori raggruppati in visitati da api, non visitati e in corbiculette, rispettivamente, delle medesime piante (Magnolia, Edera, Girasole). Le corbiculette presentano un quarto campione eterospecifico (mix). I valori sono espressi come media del numero di copie di DWV per 20mg di campione.

Tabella 1 Numero di api iniettate, numero di api positive a RT-qPCR e numero di api con virus in fase replicativa per ciascun gruppo sperimentale

Gruppo	Api iniettate	Api positive a RT-qPCR	Api positive a RT-qPCR e con virus in fase replicativa
Api iniettate con soluzione proveniente da fiori visitati	35	14	6
Api iniettate con soluzione proveniente da corbiculette	30	15	10
Api iniettate con soluzione proveniente da api malate	29	10	3

Risultati

Le analisi palinologiche hanno confermato che tutti i campioni raccolti corrispondevano alle specie botaniche prese in esame. Le analisi virologiche hanno rilevato la completa assenza del virus nei fiori non visitati dalle api, mentre particelle di DWV erano presenti in tutti i campioni di fiori visitati (figura 4).

Per quanto riguarda le corbiculette il virus era presente con carica di circa 100 particelle nel polline di magnolia, di circa 10 particelle nell'edera e di oltre 10.000 particelle nel polline di girasole.

In tabella 1 sono mostrati il numero di api iniettate, il numero di api positive a RT-qPCR e il numero di api con virus in fase replicativa per ciascun gruppo sperimentale (api iniettate con soluzione proveniente da fiori visitati, proveniente da corbiculette e proveniente da api malate). In tutti i gruppi una parte delle api risultavano infette dopo l'allevamento, nonostante la fonte diversa del DWV per ciascun gruppo.

Discussione e conclusioni

Questa indagine suggerisce che sia l'ape a contaminare i fiori e a diffondere il virus nell'ambiente. Infatti il virus è risultato più alto nelle corbiculette e nel polline presente sul corpo delle

api piuttosto che sul fiore, con l'unica eccezione dell'edera. La variabilità che traspare tra i vari fiori potrebbe essere dovuta dal numero delle visite realizzate dalle api e dalla carica virale delle api che li hanno visitati.

Per quanto riguarda la possibile replicazione all'interno dell'ape del virus presente sul polline dagli esperimenti di iniezione risultava che la presenza di virus era significativamente maggiore nelle api inoculate con gli estratti del polline dei fiori visitati, delle corbiculette e delle api infette rispetto al controllo negativo dell'estratto di polline dei fiori non visitati.

Alla domanda "Il polline può rappresentare per l'ape un vettore del DWV virus?" possiamo rispondere positivamente.

Il DWV virus può essere trasportato dall'ape e andare a contaminare i fiori. Il polline contaminato può quindi rappresentare una via di trasmissione per nuove colonie.

Bibliografia

- [1] R.M. Francis, S.L. Nielsen, P. Kryger. *Varroa-virus interaction in collapsing honey bee colonies*. PLOS One, 2013, 8(3):e57540.
- [2] B.V. Ball, M.F. Allen. The prevalence of pathogens in honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni*. Ann Appl Biol, 1988, 113:237-244.

- [3] S.J. Martin. The role of *Varroa* and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modelling approach. *J Appl Ecol*, 2001, 38:1082-1093.
- [4] J.R. de Miranda, E. Genersch. Deformed wing virus. *J Invertebr Pathol Suppl*, 2010, 1:48-61.
- [5] C. Yue, M. Schröder, S. Gisder, E. Genersch. Vertical transmission routes for deformed wing virus of honeybees (*Apis mellifera*). *J Gen Virol*, 2007, 88:2329-2336.
- [6] C. Yue, E. Genersch. RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (Varroa destructor). *J Gen Virol*, 2005, 86:3419-3424.
- [7] R. Singh, A.L. Levitt, E.G. Rajotte, E.C. Holmes, N. Ostiguy, D. vanEngelsdorp, W.I. Lipkin, C.W. dePamphilis, A.L. Toth, D.L. Cox-Foster. RNA Viruses in Hymenopteran Pollinators: Evidence of Inter-Taxa Virus Transmission via Pollen and Potential Impact on Non-*Apis* Hymenopteran Species. *PLOS ONE*, 2010, 5(12):e14357.
- [8] M. Giusti, R. Papucci, M. Mazzei, R. Cirone, M. Pinzauti, A. Felicioli. Scientific note: varroa mite eradication, the strange case of Gorgona Island. *Apidologie*: 1-3. doi:10.1007/s13592-015-0417-3.
- [9] M. Mazzei, M.L. Carrozza, E Luisi, M. Forzan, M. Giusti, S. Sagona, F. Tolari, A. Felicioli. Infectivity of DWV associated to flower pollen: experimental evidence of a horizontal transmission route. *PLOS ONE*, 2014, 9(11): e113448.

Barriere storiche e alterazioni di habitat limitano le rotte di colonizzazione della vipera comune, *Vipera aspis*, in un'area costiera settentrionale della Toscana

Marco A.L. Zuffi^{1*}, Marco Mangiacotti², Simonetta Menchelli³, Elena Foschi¹, Roberto Sacchi², Stefano Scali⁴

Parole chiave: vipera, Parco Regionale di Migliarino San Rossore, *Vipera aspis*, colonizzazione

La distribuzione della vipera comune nella zona costiera del Parco Regionale di Migliarino, San Rossore Massaciuccoli (provincia di Pisa e Lucca) è ristretta a nord del Serchio e a sud del fiume Arno, ma manca tra i due fiumi. Nel contesto di questa assenza, abbiamo analizzato la potenzialità degli habitat per Vipera aspis e per le specie normalmente associate a questo taxon. Le analisi riflettono una forte corrispondenza tra tutti i settori (settentrionali, centrali e meridionali) e le specie associate (Lacerta viridis, Podarcis muralis, Podarcis siculus e Chalcides chalcides), presenti in tutte e tre le aree, sottolineando la potenzialità e la disponibilità di habitat anche nell'area centrale dove la vipera comune è assente.

Da un punto di vista della situazione passata, studi archeologici e storici hanno evidenziato che proprio l'area posta tra i due fiumi è rimasta sommersa da circa 1000 anni prima di Cristo sino a circa 200 anni fa. Inoltre, a partire dal XVI e dal XVII secolo, furono scavati due canali artificiali orientati Ovest-Est che favorirono il drenaggio e il prosciugamento di gran parte dell'area pisana e crearono ulteriori barriere a specie animali non volatili o con bassa capacità di dispersione. Facciamo l'ipotesi che le popolazioni di vipera comune a Nord del Serchio (area settentrionale) e a sud dell'Arno (area meridionale) non siano mai state in contatto, né mai riprodotte, creando un vacuum distributivo non imputabile a estinzione naturale o a caccia indiscriminata.

The asp viper distribution in northern coastal Mediterranean Tuscany is restricted to North of the Serchio river and South of the Arno river, not inbetween. Habitat suitability analysis revealed a strong correspondence in all the areas (northern, central and southern) for all the associated species, Lacerta viridis, Podarcis muralis, P. siculus and Chalcides chalcides that are present in all the three areas, confirm actual habitat suitability, also in the central area characterized by Vipera aspis absence.

Archeological and historical research highlighted that particularly the central area was submerged since 1000 yr B.C. to almost 200 yrs before present. In addition, since the XVI and XVII century, two main artificial canals, digging by humans to favour water drainage of all the Pisan area, run from West to East crossing the central area, thus making additional strong barriers to dispersion and movement for most of the not flying animals.

We show a low to null connectivity of the territory north and south of the two rivers, supporting the hypothesis that the asp vipers North to the Serchio river (northern area) and those South of the Arno river (southern area) have never been able to enter and permanently colonize the central area, and likely have never been in contact.

Introduzione

La distribuzione geografica degli organismi sul nostro pianeta è stato oggetto di grande interesse sin dall'antichità (attraverso la classificazione degli animali come da Aristotele, IV secolo avanti Cristo, *Historia animalium*, *De partibus animalium*, *De generatione animalium*, e da Plinio il Vecchio, I secolo dopo Cristo, *Natura-lis historia*, libri VIII-XI). È un dato di fatto che piante e animali hanno diversi modelli di distribuzione (Linnaeus, 1762-1763, *Species Plantarum*), sia in termini di aree preferenziali, clima, altitudine e anche micro habitat. Tali modelli di distribuzione degli organismi in una data area geografica ha condotto alla definizione di biogeografia e di zoogeografia (es.: Wallace, 1876; La Greca, 1964). Gli atlanti distributivi sono tra gli strumenti più comuni per rappresentare i modelli di distribuzione, sia a livello continentale sia nazionale (Ernst et al., 1994; Sillero et al., 2014) o locale (Vanni e Nistri, 2006). La presenza/assenza di una specie in una data area dipende da tantissimi fattori, come l'occorrenza di habitat elettivi, dello sforzo e del periodo di campionamento, della rarità o dell'abbondanza della specie. I risultati cartografati sono in genere rappresentati da griglie con quadrati di 50×50 Km o di 10×10 km, anche se la presenza in una data cella non è informativa della distribuzione fine di una specie.

Stimare la presenza di una specie quando i dati sono assenti è diventato possibile solo di recente, mediante l'utilizzo di modelli matematici (es.: MaxEnt, <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>) che si applicano a sistemi cartografici (Geographic Information Systems, GIS). I modelli matematici non hanno, però, la capacità di prevedere scenari possibili oltre alcune decine di anni. Analisi relative al passato (anche di centinaia o migliaia di anni) sono possibili solo da ricostruzioni paleoclimatiche, stratigrafiche e archeologiche. Ricostruzioni e stime robuste di quando e come un habitat si è evoluto e/o modificato nel tempo sono possibili solo mediante approcci inter- e multi-disciplinari (Pasquinucci et al., 2001; Carboni et al., 2010; Pasquinucci e Menchelli, 2012).

La vipera comune, *Vipera aspis* (L., 1758), è un serpente distribuito in Europa occidentale, dalla Spagna nord orientale, Francia centrale e

meridionale, Svizzera, Italia e l'estrema Slovenia occidentale. La sua distribuzione è ben nota sia a livello europeo sia nazionale (Saint Girons, 1997; Zuffi et al., 2011). La diffusione della specie in Italia centrale è discontinua (Vanni e Nistri, 2006: pagina 308; disponibile su <http://www-3.unipv.it/webshi/pubb/altrepubb.htm>; **Figura 1**). Studi recenti sull'erpetofauna del "Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli" (Zuffi e Foschi, 2015, relazione tecnica) hanno ulteriormente confermato la distribuzione discontinua di *Vipera aspis* (Zuffi e Foschi, 2014): la specie è presente a nord del Serchio e a sud dell'Arno, ma non tra i due fiumi (**Figura 2**).

Abbiamo pertanto voluto verificare quali possibili modelli ecologici, biologici e zoogeografici potrebbero avere influito sull'attuale situazione distributiva della specie in questa parte della regione. Specificamente (Zuffi et al., ms sottomesso), ci siamo chiesti se a) l'assenza di *Vipera aspis* fosse dovuta a forte pressione predatoria (naturale e/o antropica), se b) l'assenza di *V. aspis* fosse il risultato di competizione esclusiva con altre specie di serpenti, e se c) l'assenza di *V. aspis* fosse il risultato di una bassa potenzialità degli habitat. In ultimo, argomento del presente contributo, abbiamo voluto ricostruire la struttura paleoambientale dell'area costiera pisana in relazione alla distribuzione attuale della vipera comune.

Dati sperimentali

Area di studio. Come area di studio abbiamo considerato l'intero Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli, la cui estensione da nord a sud copre l'intera area costiera della provincia di Pisa e la parte meridionale di quella di Lucca. Il parco è caratterizzato da diversi habitat naturali, da quelli dunali e retrodunali, pinete litoranee,

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale, Università di Pisa

² Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

³ Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa

⁴ Museo Civico di Storia Naturale, Milano

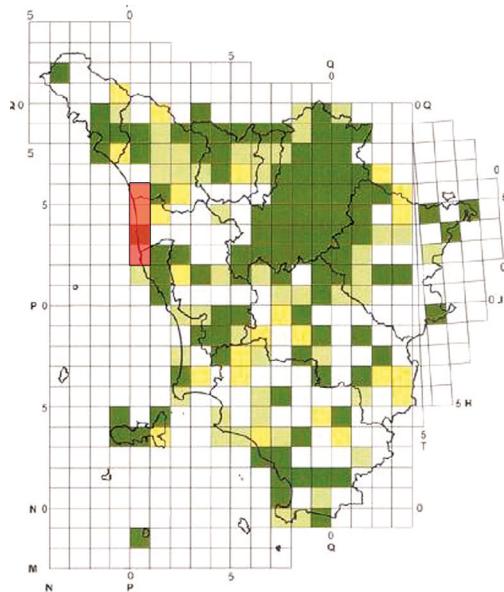


Figura 1: Distribuzione di *Vipera aspis* (da Vanni e Nistri, 2006 modificato) con le griglie di 10x10 km utilizzate (in rosso).

boschi e foreste miste decidue, canali, fiumi e aree umide (stagni, pozze, prati allagati eccetera). Sono inoltre presenti ambienti antropizzati e artificiali, come coltivi, inculti, parchi urbani e alcuni centri abitati.

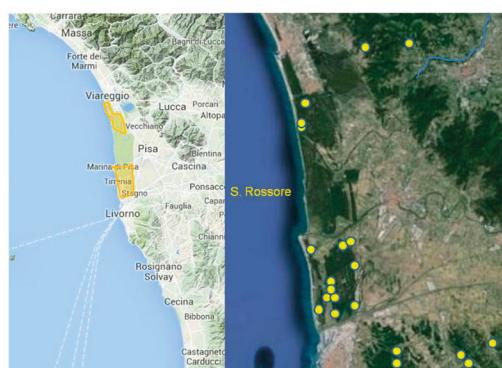


Figura 2: Limiti geografici dell'area di studio con la presenza (bordi gialli; a sinistra) e con i dati puntuali di osservazione di *Vipera aspis* (punti gialli; a destra).

Dati distributivi. I dati sulla distribuzione della vipera comune sono stati raccolti durante escursioni di campo svolte nei periodi 1992-1996, 2000-2006 e 2012-2014, usando tranetti standardizzati e visitando ogni tranetto almeno cinque volte all'anno (in alcuni anni anche fino a 10 volte), specialmente durante il periodo post-ibernazione e riproduttivo (febbraio-maggio), il momento di maggiore attività all'aperto della vipera comune in questa area (Zuffi, 1999). A ogni cattura o osservazione è stato associato il punto con coordinate geografiche e una breve descrizione dell'habitat entro i 10 m di raggio. Sono stati anche considerati tutti i reperti conservati presso le principali collezioni scientifiche della regione (Museo di Storia Naturale, sez. Zoologia “La Specola”, Università degli Studi di Firenze; Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa).

Atlanti distributivi. Abbiamo utilizzato la distribuzione nota di *Vipera aspis* riportata nell'Atlante regionale (Vanni e Nistri, 2006), nello specifico i quadranti di 10x10 Km UTM che interessano, nella quasi totalità, il territorio del Parco regionale, come indicato in Figura 1.

Scenario storico. Si sono utilizzati e rielaborati i dati pubblicati dei lavori archeologico-topografici di Pasquinucci et al. (2001) e di Pasquinucci e Menchelli (2012) e dalle ampie documentazioni archeologiche medievali e di modellizzazione del progetto Mappa della Regione Toscana e dell'Università di Pisa (Gattiglia, 2013). Questi autori hanno descritto con precisione la sequenza temporale di avanzamento del profilo di costa tra la Versilia e il porto di Livorno, in relazione all'andamento di regressione marina. Hanno inoltre ricostruito la presenza, distribuzione ed estensione delle principali aree umide che hanno interessato il sistema di pianura alluvionale che dalla costa si spinge a est verso i Monti Pisani e a sud e sud-est verso i Monti Livornesi e le colline pisane. Hanno anche evidenziato i rilievi e le porzioni del territorio che non sono mai state interessate, nel corso degli ultimi 3000 anni, da fenomeni di ingressione marina. Ulteriori dati a integrazione sono stati derivati dalla ricostruzione paleoambientale con riferimenti geocronologici del carotaggio fatto a pochi chilometri a sud del lago di Massaciuccoli (Carboni et al., 2010: pagina 10, Figura 5).

Risultati

Scenario del 3000 a.C. A partire da circa 3000 anni fa, la piana di Pisa si doveva presentare come un'area vasta, in gran parte sostanzialmente acquitrinosa. Rilevate rispetto al piano basale sappiamo essere state le dune costiere, dinamiche e mobili, relativamente al profilo di costa durante le fasi di regressioni marine. Erano emerse anche l'Isola di Migliarino (24 m), nella tenuta di Migliarino, la bassa collina dell'attuale riserva naturale del Palazzetto (26 m; poco distante dalla Sterpaia), all'interno della tenuta di San Rossore, la collina del Castagnolo (27 m) e le alture della tenuta di Coltano (12-15m) (**Figura 3**). Oltre alla linea di costa, molto arretrata rispetto all'attuale, sono evidenziate le principali aree umide note, il lago

di Massaciuccoli (Pasquinucci et al., 2001) e disegnate le possibili rotte di migrazione di *V. aspis* (frecce rosse) dalle colline circostanti verso la piana.

Scenario del II e I secolo a.C. La linea di costa è avanzata relativamente poco rispetto allo scenario precedente, le aree umide principali hanno avuto una diversa espansione tra Serchio e Arno e una sensibile contrazione nel territorio a nord del Serchio e a sud dell'Arno, favorendo la colonizzazione delle vipere nelle aree esterne ai due fiumi, come ipotizzato dalle frecce rosse di possibile espansione (**Figura 4**).

Scenario recente, metà del XVIII secolo. La riva di costa è di fatto comparabile alla situazione

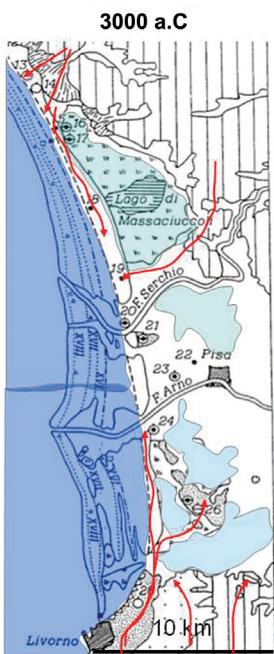


Figura 3: Scenario storico del 3000 a.C. con limite di costa e ingressione marina (azzurro), aree umide interne (celeste) e ipotetiche vie di colonizzazione (rosso) di Vipera aspis.

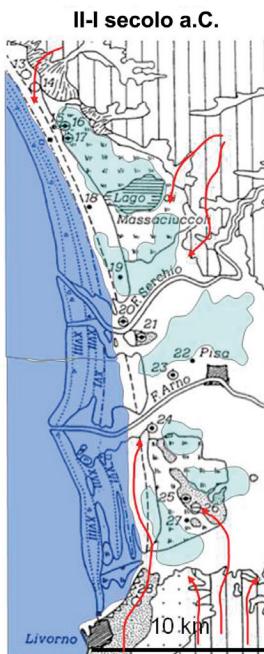


Figura 4: Scenario storico del II e I secolo a.C. con limite di costa e ingressione marina (azzurro), aree umide interne (celeste), ipotetiche vie di colonizzazione (rosso) di Vipera aspis.



Figura 5: Scenario storico del 1750 con limite di costa e ingressione marina (azzurro), aree umide interne (celeste), ipotetiche vie di colonizzazione (rosso) di Vipera aspis e tracciato dei canali artificiali.

moderna, mentre le aree umide sono ulteriormente e fortemente ridotte a nord del Serchio e tra i due fiumi, a seguito delle bonifiche iniziate nel secolo precedente. L'area a sud dell'Arno presenta invece un aumento delle aree umide nell'attuale tenuta di Coltano. Il fiume Morto nuovo tra Serchio e Arno e il canale dei Navicelli, a sud dell'Arno (**Figura 5**), scavati nell'ambito delle attività di bonifica e prosciugamento delle aree umide a nord e nordest di Pisa caratterizzate dalle esondazioni del Serchio e di alcuni suoi rami laterali (il primo) hanno contribuito fortemente a queste opere di bonifica.

Discussione

La piana di Pisa, fortemente caratterizzata da una preponderanza di depositi alluvionali (Carboni et al., 2010; Gattiglia, 2013) è stata interessata dalle continue esondazioni oltre che da Arno e Serchio, anche dai rami ausiliari del Serchio (Auserclus e Tubra), ora scomparsi, ma di cui restano informazioni desumibili dal registro dei toponimi storici e attuali (es. Riparia, Isola, Pescaiola, ecc.; Gattiglia, 2013). Se ammettiamo la possibilità di colonizzazione della vipera comune soltanto lungo le porzioni di territorio libere dall'acqua e in habitat potenziali, è lecito pensare che i primi passaggi verso le zone della distribuzione recente (Zuffi e Foschi, 2014 e **Figura 2**) siano stati possibili solo lungo la linea dunale costiera e nelle aree emerse tra le zone umide principali e i due fiumi dell'area (si vedano le **Figure 3 e 4**). Si tratta nello specifico, a nord del Serchio (**Figura 3**), delle aree a nordovest e a sudovest del Lago di Massaciuccoli e, a sud dell'Arno, delle aree a nord e a nordest dei Monti Livornesi. Nelle ricostruzioni successive è possibile notare una possibilità di passaggio attorno all'area umida di Migliarino, ora scomparsa, a sud del lago di Massaciuccoli e a nord del Serchio, mentre la situazione per la zona tra i due fiumi principali e per quella meridionale all'Arno non si è modificata in modo sensibile. L'area tra i due fiumi, ove non esistono a tutt'oggi dati certi della presenza di *Vipera aspis*, è peraltro caratterizzata da una marcata potenzialità ambientale, supportata dalla presenza di specie di rettili normalmente associate alla vipera, come il ramarro (*Lacerta bilineata*), la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), la lucertola campestre

(*Podarcis siculus*) e la luscengola (*Chalcides chalcides*) (Zuffi e Foschi, 2015, relazione tecnica). Grazie alla notevole messe di dati disponibile (Pasquinucci et al., 2001; Carboni et al., 2011; Pasquinucci e Menchelli, 2012) e dalle ricostruzioni fatte, riteniamo che l'assenza della vipera comune nell'area costiera pisana tra i due fiumi Serchio e Arno sia principalmente, forse esclusivamente, dovuta all'impossibilità o alla marcata difficoltà di colonizzazione attiva da parte di questa specie, molto probabilmente già in tempi storici e sicuramente di recente (presenza di un marcato tessuto urbano, industriale e di infrastrutture, come la città di Pisa e l'aeroporto, presenza di grandi barriere artificiali, come i canali scavati nel passato, la ferrovia e più di recente l'autostrada), mentre eventuali effetti competitivi, esclusivi, e la preda-zione non sono probabilmente più ipotizzabili e sostenibili.

Bibliografia

- [1] M.G. Carboni, L. Bergamin, L. Di Bella, D. Esu, E. Pisegna Cerone, F. Antonioli, V. Verrubbi 2010. Quaternary Res. 2010, 74: 265.
- [2] C.H., Ernst, R.W. Barbour, J.E. Lovich. Turtles of the United States and Canada. Smithsonian Institution Press. Washington DC: 1994.
- [3] G. Gattiglia. Mappa. Pisa medievale: archeologia, analisi spaziali e modelli predittivi. Edizioni Nuova Cultura. Roma: 2013.
- [4] M. La Greca. Mem. della Soc. entomologica italiana 1964, 43: 147.
- [5] M. Pasquinucci, S. Menchelli. Landscape transformation in North Coastal Etruria. In: Landscape Archaeology between Art and Science. Amsterdam University Press. Amsterdam: 2012.
- [6] M. Pasquinucci, S. Menchelli, R. Mazzanti, M. Marchisio, L. D'Onofrio. Rev. Archeom. 2001, 25: 187.
- [7] H. Saint Girons. *Vipera aspis* (Linnaeus, 1758). In: Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Societas Europaea Herpetologica and Muséum National d'Histoire Naturelle (IEGP/SPN). Paris: 1997.
- [8] N. Sillero, J. Campos, A. Bonardi, C. Corti, R. Creemers, P.-A. Crochet, J. Crnobrnja Isailović, M. Denoël, G.F. Ficetola, J. Gonçalves, S. Kuzmin, P. Lymberakis, P. de Pous, A. Rodríguez, R. Sinda-co, J. Speybroeck, B. Toxopeus, D.R. Vieites, M.

- Vences. *Amphibia-Reptilia* 2014, 35: 1.
- [9] S. Vanni, A. Nistri. *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Toscana*. Università di Firenze; Museo di Storia Naturale, Sezione di Zoologia La Specola e Regione Toscana (<http://www-3.unipv.it/webshi/pubb/altrepubb.htm>). Firenze: 2006.
- [10] A.R. Wallace. *The geographical distribution of animals*. Macmillan. London: 1876
- [11] M.A.L. Zuffi. *Amphibia-Reptilia* 1999, 20: 313.
- [12] M.A.L. Zuffi, E. Foschi. Paleoecological and historical environmental features shaped present distribution of *Vipera aspis* in northern coastal Tuscany (Central Italy). The Biology of the vipers conference. Athens Greece, 10-13 October 2014 (<http://www.elerpe.org/pdf/Conference-Program-and-Abstracts.pdf>): 2014.
- [13] M.A.L. Zuffi, A. Gentilli, L. Luiselli. *Vipera aspis* (Linnaeus, 1758). In *Fauna d'Italia*. 47. *Reptilia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Calderini. Bologna: 2011.
- [14] M.A.L. Zuffi, M. Mangiacotti, S. Menchelli, E. Foschi, R. Sacchi, S. Scali. *J. Biogeogr.* submitted.

La “Buca delle Fate” di Ardenza (Livorno): descrizione storica ed aspetto attuale

Alessandro Ciampalini^{1*}, Barbara Bottacchiari², Franco Sammartino¹

Parole chiave: Fossili, “Buca delle Fate”, Monte Tignoso, Livorno

Nell’occasione di un riesame complessivo delle conoscenze sulla “Buca delle Fate”, situata presso la località di Ardenza (Livorno), viene proposta una prima descrizione con rilievo della fessura di dissoluzione facente parte di un sistema di fratture presenti all’interno di un affioramento calcareo miocenico, Membro dei Calcari dell’Acquabona, Formazione del calcare di Rosignano.

Alla metà dell’800 all’interno di alcune di queste fessure, oltre ad un’interessante fauna tirreniana a molluschi, è stata rinvenuta un’importante fauna a mammiferi. Nella “Buca delle Fate” furono ritrovati manufatti e resti umani attribuibili a culture eneolitiche associate a mammiferi fossili di animali domestici e molluschi continentali. I resti archeologici saranno presentati in altro lavoro.

Introduzione

Sulla destra orografica del Rio Ardenza è presente un affioramento calcareo di ridotte dimensioni che costituisce il residuo di una piccola collina, denominata Monte Tignoso, usata fin dall’Ottocento come cava per materiale da costruzione e per la fabbricazione della calce. Questo affioramento è compreso tra il terrazzo tirreniano, a circa 10 m s.l.m., e le alluvioni oloceniche del Rio Ardenza. La collina è stata quasi completamente demolita per la costruzione della diga curvilinea del porto di Livorno negli anni compresi fra il 1853 ed il 1859.

La località era conosciuta inoltre per una breccia ossifera con una ricca fauna a vertebrati terrestri; nella fenditura denominata “Buca delle Fate” erano presenti anche resti umani con materiali dell’eneolitico, studiati da vari Autori [1,2,3,4].

Questo lavoro si propone di analizzare in modo interdisciplinare la stretta fenditura denominata “Buca delle Fate”, riprendendo gli studi iniziati sin dalla metà dell’Ottocento da vari studiosi, allargando lo studio alle altre fratture presenti nell’area della cava di calcare miocenico, proponendone inoltre un primo rilievo.

Schema geologico

Il complesso neoautoctono (Tab. 1a) consiste in formazioni sedimentarie depositate successivamente

alle fasi tettoniche di messa in posto della Falda Toscana e dei Complessi Liguri *sensu latu*, con l’inizio della tettonica di stile distensivo a partire dal Miocene superiore, e gli ampi sprofondamenti e sollevamenti in ambito regionale.

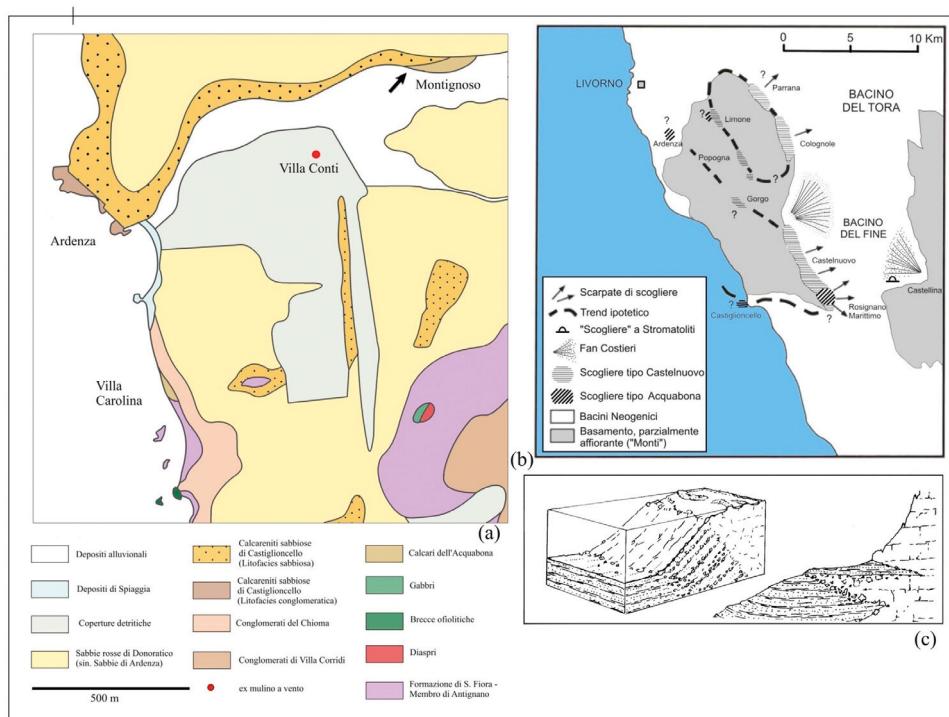
Questi sono formati alla base da un ciclo fluvio-lacustre (Conglomerati del Podere Luppiano) e dalla Formazione marina del Calcare di Rosignano [5]. Quest’ultimo comprende un importante complesso di scogliera con una facies conglomeratica basale (Membro dei Conglomerati delle Cantine) e con facies bioermale di scogliera e detritica di scarpa (Membro dei Calcari dell’Acquabona (Tab.1b). Al di sopra di questi sono presenti scogliere di dimensioni minori del tipo “a macchia” (Membro dei Calcari di Castelnuovo) disposte sia sopra conglomerati marini a cemento calcareo (Membro dei Conglomerati di Villa Mirabella) sia direttamente sopra la grande scogliera del Membro dei Calcari dell’Acquabona [6].

gli autori

¹Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese

²Società Speleologica Italiana - Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese

* email: ale.ciampalini@gmail.com



Tab. 1: (a) Pianta geologica schematica con ubicazione di Buca delle Fate (freccia); (b) Barriere coralline nei Monti Livornesi appartenenti alla Formazione del Calcare di Rosignano - modificata da Bossio et al. 1996; (c) facies di scarpata di scogliera - Trevisan e Giglia, 1976.

L'affioramento di "Buca delle Fate" è costituito da una bioerma con calcareniti bioclastiche e di impalcature di coralli. L'assetto è caratteristico delle facies di scarpata di scogliera (Tab.1c).

In prevalenza si tratta di brecce di un calcare di colore da bianco sporco a giallo paglia formato da colonie di coralli, alghe, molluschi (in genere modelli interni), briozoi ecc. [6,7]. Gli strati di calcare dell'Acquabona possiedono un'immersione a E-NE ed un'inclinazione di 35° dovuta probabilmente a cinostratificazione, anche se non può essere esclusa una componente di origine tettonica [8]; il substrato non è visibile.

Sulle pareti residue della cava, dove si trova ciò che resta della "Buca delle Fate", sono presenti numerose piccole cavità tappezzate da cristalli prismatici, con dimensioni max. di 2-3 mm; sono formati da calcite di colore biancastro o giallo chiaro, spesso anche torbidi per impurità, e con gli spigoli smussati dall'azione delle acque

percolanti. Poiché non sono risultati elementi sicuri per una datazione meno generica del calcare miocenico, la sua età viene dedotta dal sovrastante Membro dei Calcarri di Castelnuovo, che è risultato ricco di microfossili significativi e a cui è attribuita un'età messiniana inferiore (parte sommitale del cenozoico) [6,9]. I sedimenti quaternari comprendono strati laminati di sabbie da medie a grossolane ben cementate, di colore ocra (Calcareni di Castiglioncello), conosciute come "panchina" la cui origine è marina; ad essa sono associati conglomerati clastosostenuti in matrice sabbiosa grossolana [6,8,10,11].

Sopra la panchina sono presenti sabbie da medie a fini talora limose, di colore variabile dal rosso bruno all'arancio, che presentano al loro interno noduli ferro-manganesiferi e talvolta industrie musteriane (Paleolitico medio); sono massive, talora contenenti lenti di sabbia più grossolana con clasti ruditi fini [6]. Le alluvioni del Rio



Figura 1: Particolare della grande carta rilevata dal corpo dei bersaglieri nel 1869, riguardante l'area delle cave di Monte Tignoso. La freccia indica la posizione della Buca delle Fate.

Ardenza formate da limi sabbiosi contenenti ciottoli di dimensioni ruditiche provenienti dai litotipi appartenenti alle formazioni cretaceo-eoceniche e ai depositi quaternari rappresentano l'ultimo ciclo sedimentario (Olocene) dell'area in esame.

La fauna fossile di Monte Tignoso

All'interno del calcare miocenico è visibile un sistema di fratture molto strette ad andamento E-O, al cui interno erano presenti resti umani e di animali domestici (buo, pecora, capra), ceramiche, industria litica, accette in pietra levigata e oggetti in osso e corno di cervo riferibili all'eneolitico [1,12] oltre a resti di età storica; nei dintorni si trovano anche i resti di un insediamento romano con necropoli, e tracce di frequentazione nel periodo neo-eneolitico [13,14,15].

Un altro gruppo di fessure ad andamento S-N o SW-NE ha fornito una ricca collezione di ossa fossili del Pleistocene medio-superiore tra cui *Paleoloxodon antiquus*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus ferus*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*, con i loro predatori *Canis lupus*, *Crocuta crocuta*, ecc. [3,4] (Fig.2).

*“Le pareti interne erano perforate da numerose cavità con individui del comune d'attro di mare (*Lithophaga lithophaga*) mentre il fondo delle fessure era riempito da un conglomerato di origine marina riferibile alla “panchina”. Al di sopra era presente una breccia ossifera ricca in resti mammaliani cui si associano molluschi terrestri di specie tuttora esistenti”* [1].

Il Cocco fornisce una precisa descrizione delle cave di Monte Tignoso, dove attualmente, al di sopra del calcare miocenico, è visibile la spianata del Terrazzo di Livorno costituito dalla panchina tirreniana. Le strette fenditure tappizzate dal bivalve *Lithofaga lithofaga* erano riempite da un conglomerato marino e da una breccia ossifera a vertebrati terrestri cui si associano molluschi terrestri di specie tuttora esistenti.

La “Buca delle Fate”: cenni storici

La collina di Monte Tignoso presentava nel lato più occidentale numerose cavità e vene tappizzate da cristalli di zolfo (esemplari conservati al museo di Calci, Pisa), aragonite, calcite e solfuri di ferro [1]. Frequenti le fratture o cavità che si

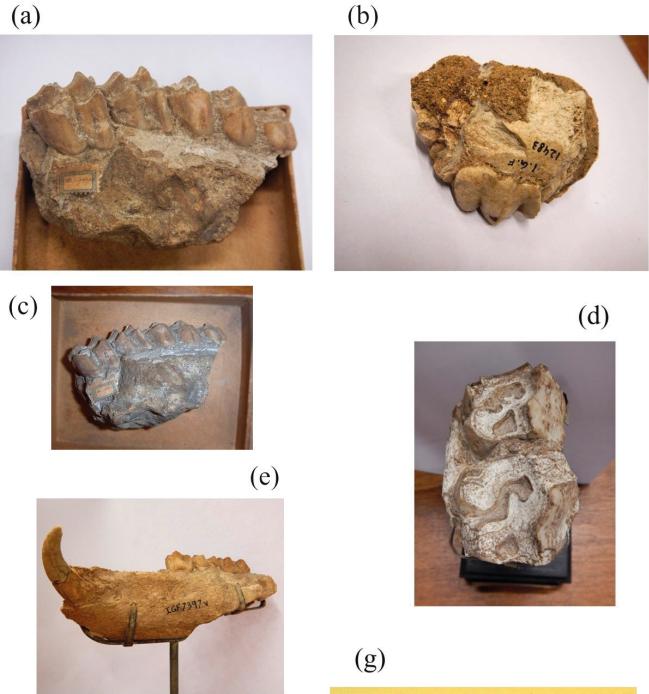


Figura 2: Fossili Tirreniani di Monte Tignoso:
 a) *Cervus elaphus*;
 b) *Crocuta crocuta*;
 c) *Capreolus capreolus*;
 d) *Stephanorhinus hemitoechus*;
 f) *Hystrix vinogradovi*;
 g) *Marmota marmota*.

estendevano per molti metri riempite da un’argilla rossa con frammenti calcarei provenienti dalle pareti delle stesse.

La più antica indicazione della presenza di resti di grandi vertebrati si ha in una lettera di G.B. Caterini [16] nella quale l’autore spiega come, venuto a sapere dal proprietario di una cava di Monte Tignoso che erano state rinvenute ossa fossili, si fosse recato nel 1852 presso tale cava e ne fa una descrizione sommaria, aggiungendo di essere riuscito a recuperare soltanto una mascella di cervo prima che la cava stessa venisse ceduta al governo e quindi ne venisse chiuso l’accesso al pubblico. La descrizione che segue si basa quasi interamente sul lavoro che Igino Cocchi pubblicò nel 1865 in una memoria più ampia dedicata ai ritrovamenti

umani nell’Italia centrale. Secondo questo Autore il Rio Ardenza, scendendo dalla Valle Benedetta, giungeva al mare attraversando Monte Tignoso in un profondo solco (Fig 1). Sulla destra dell’Ardenza il calcare miocenico continuava per un breve tratto fino ad essere nascosto al di sotto di formazioni recenti (panchina tirreniana e sabbie di Ardenza).

Sul lato che guarda il mare si aprivano diverse fessure più o meno parallele tra loro, la più importante delle quali era conosciuta con il nome di “Buca delle Fate”. Questa era inizialmente rivelata solo da una stretta apertura ad alcuni metri dal suolo, messa in evidenza proprio da quei lavori di cava che in seguito ne hanno causato la distruzione. Questa stretta fenditura, simile alle altre,

procedeva in direzione NE per poi piegare a SE con una forte inclinazione [1].

Tali discontinuità erano conosciute localmente come *disciolte*, termine che indica l'avvenuta dissoluzione di porzioni di roccia da parte delle acque meteoriche. La maggior parte della "Buca della Fate" è andata distrutta a seguito dei lavori di cava eccettuata la parte più profonda probabilmente tuttora presente al di sotto del livello del suolo, e nel 1865 nascosta in parte sotto coltivazioni ed in parte sotto le abbondanti discariche della cava. La sua altezza non era accertabile poiché non era visibile il substrato profondo. La larghezza variava dallo spazio appena necessario al passaggio di un uomo, fino anche a circa 2/3 della lunghezza, si allargava abbastanza da permettere un agevole percorso. In questo punto, dove era presente una piccola cavità piena d'acqua, la fenditura piegava ad oriente e vi si congiungeva un ramo secondario più occidentale [1].

Nella fig. 3a si può osservare l'aspetto nel maggio 1865 della parete calcarea dove si apriva la "Buca delle Fate". L'andamento di questa vi è tracciato in modo approssimato. È possibile notare la presenza di due tipi di fenditure: "fenditure a volta" in a e di "fenditure a borsa" in b. I due rami della Buca delle Fate non corrispondono a nessuna delle maggiori fenditure (a "volta" e a "borsa") che si osservano al centro della figura. Al contrario questi proseguono con una forte inclinazione (40°-50°) al di sotto del piano di cava fino a trovarsi il ramo principale c fra la grande disciolta a volta e la disciolta a borsa, il ramo occidentale d a sinistra della seconda. La fessura conteneva un'argilla rossastra, specialmente verso il basso, e concrezioni calcaree che avvolgevano i fossili presenti. In maggioranza si trattava di ossa di vertebrati appartenenti a specie attuali prevalentemente domestiche come: *Ovis aries* (pecora), *Sus scrofa* (cinghiale), *Capra hircus* (capra), *Bos taurus* (bue) *Cervus elaphus* (cervo) e *Vulpes vulpes*. [2]. Alcune di esse mostravano tracce di lavorazione come l'osso di bue, costituito da una porzione di tibia tagliata e aperta longitudinalmente, mentre l'osso di cervo da una base di corno accuratamente lavorato con 4 facce presso il taglio, forate da parte a parte.

Il giacimento della "Buca delle Fate" verso l'alto presentava dei depositi di carbonato di calcio con gasteropodi continentali che, a volte, incrostavano persino i frammenti ossei riferibili alla frequentazione eneolitica. Apparentemente gli

unici esemplari di molluschi recuperati dagli strati olocenici (conservati attualmente nel Museo di Storia Naturale di Firenze, Sez. Geologia e Paleontologia,) appartengono alla specie *Eobania vermiculata*, caratteristica di un ambiente di prateria [17], in buono stato di conservazione.

La "Buca delle Fate": rilievo

Attualmente la "Buca delle Fate" consiste nella parte residua in una fessura di dissoluzione aperta nella formazione del Calcare di Rosignano formatasi in seguito all'allargamento di fratture preesistenti all'interno della massa del calcare. La "grotta" si trova in località Ardenza (N 43°30'56", E 10°19'48"), frazione di Livorno, ed ormai è quasi del tutto nascosta da costruzioni ed edifici. L'ingresso attuale è su un fronte di cava a 8 m s.l.m. (Fig.3, b).

Per accedere si supera un primo tratto di circa due/tre metri di sviluppo (fig 4a, punti 1-2), in direzione NE-SO. Una frana, ormai saldata, riduce lo spazio in altezza a meno di un metro quindi per procedere, vista anche l'esigua larghezza del condotto e l'andamento curvilineo, è necessario disporsi di fianco e sdraiarsi completamente, guadagnando l'accesso alla parte più interna del condotto "abbracciando" la parete. Superata la strettoia finale, con *luce* nel condotto di circa 40 cm (fig. 4a, punto 3) si guadagna l'ingresso alla parte superstite della Buca delle Fate, una spaccatura che si sviluppa in senso verticale per circa 3 m e orizzontale per circa 5 m. (Fig. 3, c). Essa risulta allagata in tutto lo sviluppo per un'altezza di circa un metro, che non è stato possibile misurare con precisione durante l'esplorazione. Degna di nota è la presenza sulla superficie dell'acqua, di microcristalli romboedrici di calcite, spesso riuniti in particolari concentrazioni subcircolari. È comunque necessario eseguire ulteriori indagini per accettare la profondità dell'allagamento, completare l'esplorazione del fondo della cavità ed effettuare l'analisi dell'acqua e della composizione del fondo.

E' difficile stabilire se la presenza di acqua in grotta sia di origine vadosa o freatica; in quest'ultimo caso, si può supporre il collegamento ad un microsistema carsico che interessa tutta la zona della Buca delle Fate.

Il velo di microcristalli di calcite "galleggianti" sulla superficie dell'acqua testimonia come per lungo tempo non si sono verificati movimenti

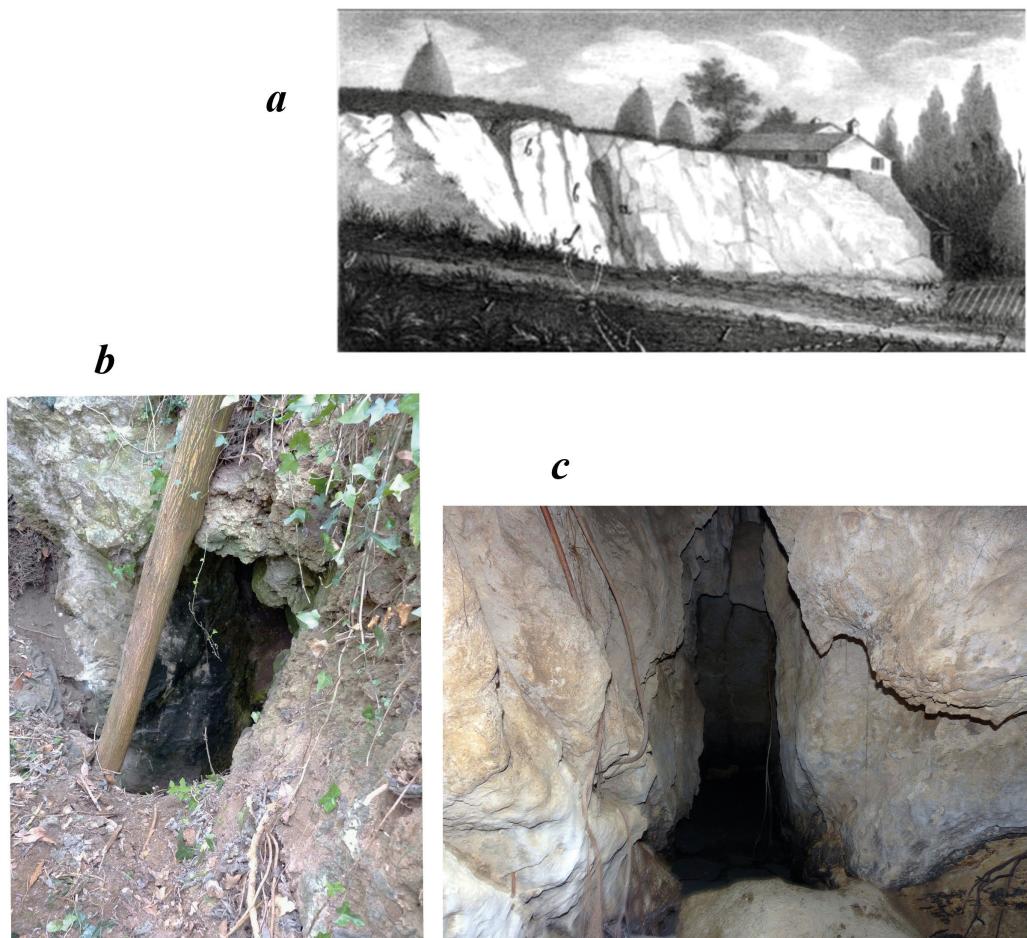


Figura 3: Buca delle Fate. a) Rilievo eseguito da Igino Cocchi dell'aspetto delle cave di Monte Tignoso nel 1865; b) Ingresso attuale; c) Zona centrale della cavità.

(flussi, correnti) sulla superficie dell'allagamento ma questo non esclude che ci sia stato un abbassamento/innalzamento del livello anche perché sulle pareti si notano tracce a quote diverse.

Paragonando il tracciato superstite con la descrizione riportata dal prof. Igino Cocchi, vi sono evidenti somiglianze che fanno presumere che la cavità analizzata dal Cocchi sia sostanzialmente la stessa esplorata oggi, eccetto forse la frana che ha reso notevolmente impegnativo l'accesso odierno: *“La porzione maggiore può dirsi interamente distrutta, non rimanendo di essa che la parte*

più profonda sottostante al livello del suolo (confronta rilievo fig. 4a)”... “La larghezza era varia, offrendo talora lo spazio appena necessario per il passaggio di un uomo per fianco e restringendosi al punto da consentire l'adito appena ad un fanciullo, e in un certo punto, verso i due terzi della sua lunghezza, allargandosi abbastanza da permettere ad un uomo di circolarvi liberamente. In questo punto, ove poc'acqua era raccolta a formare un piccolo pozetto, la fenditura piegava ad oriente e vi si congiungeva un ramo secondario più occidentale..”

Discussione e conclusioni

La “panchina” al di sopra del calcare miocenico è costituita da un conglomerato minuto formato generalmente da clasti con un diametro medio di 1-2 cm, max 5 cm., in maggioranza formati da calcari con diaspri rossi. Il conglomerato giace con contatto suborizzontale sul sottostante calcare miocenico e passa verso l'alto ad una calcarenite grossolana. Il conglomerato stesso si insinua all'interno di una modesta frattura all'interno del calcare larga da 5 a 10 cm per una lunghezza massima riscontrata di 20-25 cm ed il cui andamento è subverticale ($70-80^\circ$). Data la vicinanza e l'andamento congruente con la frattura costituita dalla “Buca delle Fate” è molto probabile che l'una sia la continuazione dell'altra costituendo un unico sistema di frattura saldato successivamente dalla panchina pleistocenica.

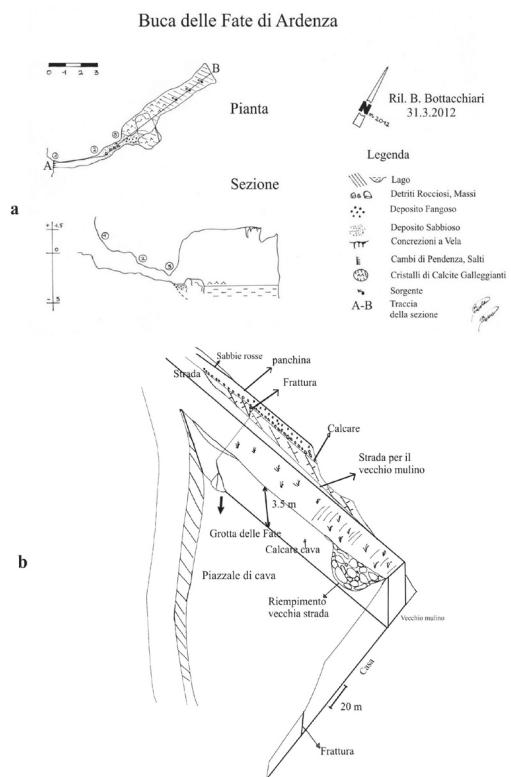


Figura 4: a) Sezione e Pianta della “Buca delle Fate”; b) Schema della cava di Montetignoso.

Spondylus gaederopus, *Panoaea glycimeris* e *Persististrombus latus* sono alcuni rappresentanti dei cosiddetti “ospiti caldi”, ritrovati insieme ad altri molluschi nella panchina presente a Monte Tignoso da Caterini [16] e visti anche da Blanc nei musei di Pisa e Firenze [10]. La panchina presente nei dintorni della “Buca delle Fate” avrebbe quindi un’età tirreniana (Mis 5e).

Nelle vicinanze della “Buca delle Fate” a breve distanza dall'ex mulino di Villa Conti di Ardenza (+ 8 m. s.l.m.), uno scavo recente ha attraversato per circa 3,5 m la “panchina” tirreniana mettendo in evidenza una bella sezione con due livelli di “panchina”. Il primo presentava alla base un livello conglomeratico clastosostenuto a tratti ben cementato, con clasti di diametro max di 10 cm, costituito prevalentemente da calcare con numerosi elementi di diaspro rosso; verso l'alto passa ad un ghiaietto sempre più fine fino a che, a circa 2 m dal fondo, viene sostituito da sabbie cementate fossilifere (sono presenti pettinidi, ostree ed altri fossili); attraverso un contatto erosivo queste erano troncate da un sottile livello conglomeratico e da sabbie cementate di pochi dm di spessore (secondo livello di “panchina”) sormontate da un livello di sabbie arrossate continentali.

Lo scavo ha messo allo scoperto una linea di frattura, apparentemente senza spostamento, le cui pareti erano parzialmente rivestite da un velo di calcite. A circa un metro dal fondo dello scavo si apre una cavità con dimensioni di pochi dm nella quale erano presenti stalattiti e stalagmiti con una lunghezza massima di 10 cm. La frattura ha una direzione approssimativa SW-NE.

Questo esempio evidenzia la possibilità che fratture e cavità di dissoluzione, con eventuale deposizione di calcite (carbonato di calcio), possano originarsi piuttosto frequentemente nelle formazioni neogeniche dell'area di Livorno, anche in età piuttosto recenti.

La parete calcarea verticale nella quale si apre la fessura della “Buca delle Fate” può essere suddivisa in due banchi dei quali il più basso, affiorante per circa un metro di spessore, appare massivo, interrotto solamente da piccole fessure e cavità. Il secondo sembra essere costituito in parte da una breccia a blocchi cementati tra loro, per un'altezza di circa 2 m (Fig. 4). Sul lato meridionale della ex cava è presente una frattura, apparentemente senza spostamento, molto inclinata ($40-50^\circ$) rispetto alla verticale, il che conferma la

presenza di nutrito numero di fratture nel "calcare di Rosignano" [9] da cui si sono sviluppate le numerose fessure presenti a Monte Tignoso prima della sua demolizione.

Recentemente nel corso di uno studio sulla Formazione dei "calcari dell'Acquabona" sono stati prelevati numerosi campioni sui quali sono state effettuate analisi tese a determinarne la biofacies, la composizione e le caratteristiche meccaniche [7]. Tra questi alcuni sono stati prelevati dai due affioramenti di calcari dell'Acquabona di Villa Carolina e "Buca delle Fate". Le analisi hanno evidenziato come, nonostante i campioni esaminati siano un numero esiguo, la cava di calcare in cui si apre la "Buca delle Fate" sia per lo più costituita da dolomite, i campioni di Villa Carolina presentino una composizione mista calcite-dolomite mentre gli affioramenti della cava dell'Acquabona siano per lo più di calcite. Il substrato è formato molto probabilmente da argilliti e calcari del membro di Antignano della formazione di Santa Fiora come è possibile vedere proprio nei pressi del piccolo affioramento di Villa Carolina [6].

Fra le ossa fossili raccolte all'interno della "Buca delle Fate", costituite prevalentemente da resti di animali domestici, quasi esclusivamente *Ovis aries*, è presente una porzione di mascella inferiore di *Capra ibex* (indicata nel cartellino originario come *Ovis aries*) con una colorazione verde azzurra che permea l'intero fossile e specialmente i denti (Fig. 5). Un'analisi della composizione dell'osso fossile effettuata dall'Università di Firenze ha evidenziato la presenza di rame che attraverso una reazione tra il fosfato di calcio e oggetti in rame presenti all'interno della "Buca delle Fate" ha trasformato, almeno parzialmente, il fossile in Odon tolite (si tratta di un minerale di origine organica che per il suo aspetto assomiglia alla turchese).

Tenendo conto che in Italia peninsulare, già dall'inizio dell'Olocene, la *Capra ibex* non era più presente in pianura, risulta poco probabile che il reperto in oggetto provenga da livelli eneolitici. O si tratta di un errore di etichettatura oppure, che il frammento sia venuto in contatto con materiali di rame "eneolitici", a seguito di sconvolgimenti del deposito dovuto all'attività di animali scavatori.

Fra i materiali di Buca delle Fate, presenti al Museo Pigorini di Roma, si trova uno strumento a dorso che, tipologicamente, ben si inquadra nelle industrie del Paleolitico superiore finale, periodo



Figura 5: *Mascella inferiore di Capra ibex dai livelli eneolitici della buca delle Fate (per gentile concessione del Museo della facoltà di scienze geologiche dell'università di Firenze).*

in cui lo stambecco era ancora presente in questo territorio[18].

Considerando tutte le descrizioni di Monte Tignoso fatte dagli autori dell'Ottocento, è possibile ipotizzare con ragionevole certezza che Monte Tignoso si estendesse per la maggior parte sulla riva sinistra del rio Ardenza mentre la "Buca delle Fate" si aprisse in una propaggine di questo sulla destra dell'Ardenza. In effetti Piombanti [19], parlando del Monte, afferma come questi si trovasse appena passato il ponte sull'Ardenza, sulla sinistra, mentre la "Buca delle Fate" si trovasse nelle sue vicinanze. Lo stesso Cocchi afferma che nella "Buca delle Fate" non aveva riscontrato traccia di mammiferi estinti mentre nelle altre fessure che si aprivano nel Monte Tignoso, nella sua parte meridionale, non aveva mai riscontrato presenza di manufatti o presenza umana.

Monte Tignoso fu demolito per la costruzione della diga curvilinea del nuovo porto, ma la propaggine in destra del rio Ardenza fu essenzialmente utilizzata per la produzione di calce. In effetti intorno al 1850, alla destra dell'Ardenza, era presente una cava che forniva materiale in blocchi da costruzione e principalmente materiale per alimentare una fornace per la produzione di calce.

Ringraziamenti

Si ringrazia la dottoressa Elisabetta Cioppi del Museo di Storia Naturale di Firenze, Sez. Geologia e

Paleontologia, per aver permesso la riproduzione delle foto dei fossili trovati a Monte Tignoso e conservati nel museo.

Bibliografia

- [1] I. Cocchi. *Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 1.1865.
- [2] I. Cocchi . *Studi paleoetnologici. L'uomo fossile nell'Italia centrale*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 2 (7), 1871.
- [3] D. Del Campana. *I vertebrati fossili di Monte Tignoso*. Livorno. Boll. Soc. geol. it., 28. 1909.
- [4] M. Rustioni, P. Mazza , M. Balestri. *The Middle-Late Pleistocene mammal fauna from Montignoso (Leghorn, Central Italy)*. Il Quaternario, 12 (1). 105-111. 1999.
- [5] R. Mazzanti. *Spunti di geomorfologia e di idrologia delle falde*. p. 19-48. In: *Gli antichi acquedotti e le acque minerali di Livorno e dintorni*. A cura di Mazzanti R., Taddei M., Cauli L. Pacini Editore. 2006.
- [6] A. Lazzarotto, R. Mazzanti C. Nencini. *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalvetti*. Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 11: 1-85. 1990
- [7] A. Baldanza, A. Giocanda, M. Lazzarini. *Historical building stones of the western Tuscany Italy): the Acquabona Limestones from Mts. Livornesi*. Per. Min. 81, 1, 1-17. 2012
- [8] G. Barsotti,, P.R. Federici, L.Giannelli, R. Mazzanti, G. Salvatorini. *Studio del Quaternario Livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del Bacino di carenaggio della Torre del fanale*. Mem. Soc. Geol. It., 13: 425-475.1974.
- [9] E.Bartoletti, A. Bossio, M. Esteban, R. Mazzanti, R. Mazzei. G. Salvatorini, G. Sanesi, P. Squarci. *Studio geologico del territorio comunale di Rosignano M. in relazione alla carta geologica alla scala 1:25.000*. In: *La Scienza della Terra nuovo strumento per lettura e pianificazione del territorio di Rosignano marittimo*. Suppl. n° 1 ai Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 6, 1985.
- [10] A. Malatesta. *Le formazioni pleistoceniche del livornese*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 51: 145-206.1942.
- [11] A. Ciampalini, L. Ciulli, G. Sarti, G. Zanchetta. *Nuovi dati geologici del sottosuolo del "Terrazzo di Livorno"*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Serie A, 111: 75-82.2006.
- [12] R. Grifoni Cremonesi. *Revisione e studio dei materiali preistorici della Toscana*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 78. 1971.
- [13] F. Sammartino. *Strumenti d'uso agricolo rinvenuti nelle stazioni preistoriche del livornese. (Un tentativo di individuazione delle aree agricole nell'ambito dei Monti livornesi, dal Neolitico all'Età dei metalli)*. Quaderni Mus. St. Nat. Livorno. 11, pp. 87-99. 1990.
- [14] F. Sammartino. *Manufatti in pietra levigata dal territorio dei Monti Livornesi*. Quaderni Mus. St. Nat. Livorno. 12, pp. 67-84. 1991-92.
- [15] A. Sarti, G. Della Vella. *Ulteriori ritrovamenti di materiali post-paleolitici nel livornese in località "Scopara"*. Quaderni Mus. St. Nat. Livorno.12, pp: 91-96.1991-92.
- [16] F.L. Appelius. *Catalogo delle conchiglie fossili del livornese desunto dalle collezioni e manoscritti del defunto G.B. Caterini*. Bollettino malacologico Italiano. Vol III. 1871.
- [17] M.P. Kerney, R.A.D. Cameron. *A Field guide to the Land Snails of Britain and North-West Europe*. 288 pp., Collins, London.1987.
- [18] F.Sammartino. C.Tozzi. *Le industrie dell'Epi-gravettiano finale del Podere Greppi Cupi di Donoratico (Livorno)*. In: *Miscellanea archeologica in onore di Antonio Mario Radmilli*. Edizioni ETS, Pisa. pp.236-271.
- [19] G. Piombanti. *Guida storica ed artistica della città e dei contorni di Livorno*. p.565. Marini Ed. 1873.

Cassiopea, la medusa

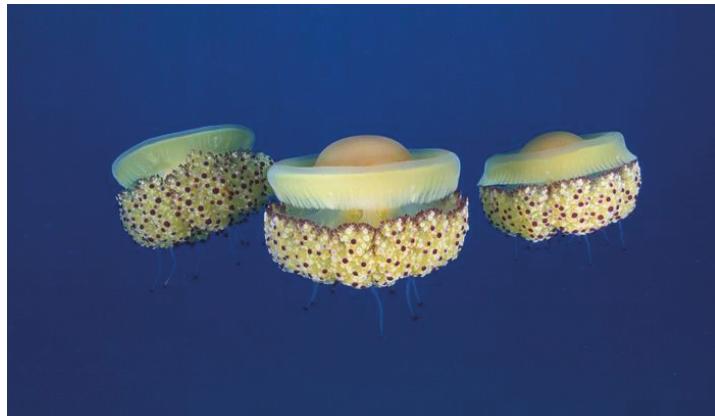
Gianni Neto¹

Cassiopea era, secondo la mitologia greca, la regina Etiope della città di Joppa in Fenicia, moglie del re Cefeo. La loro figlia, Andromeda era di una bellezza straordinaria, così come sua madre, la quale, un giorno, cedendo alla sua vanità, disse che le loro bellezze superavano quelle delle Nereidi, le affascinanti creature del mare figlie del dio Nereo. Queste, adirate per l'irriverente ed umano confronto, si rivolgono al loro protettore, il dio del mare Poseidone per chiedere di punire la presunzione di Cassiopea. La punizione di Poseidone sarà l'invio, lungo le coste del regno d'Etiopia, del mostro Ceto, con il compito di sollevare un'onda altissima e sommergere il regno. Ma un oracolo avvisa Cefeo e gli consiglia di sacrificare al mostro, in cambio della salvezza del regno, la figlia Andromeda, cosa che, seppur a malincuore, il re accetta. Incatena la figlia agli scogli in attesa di Ceto, ma prima che questi riesca a carpirla, Perseo, in sella al suo cavallo alato Pegaso, la salva. Come ulteriore punizione, Cassiopea fu condannata a girare eternamente intorno al polo celeste, a volte in una posizione poco dignitosa, cioè sottosopra. Ed è così che ancora oggi possiamo osservare la costellazione di Cassiopea, oppure, immergendoci nei nostri mari, incontrarla per ammirarne la straordinaria bellezza. Parliamo, ovviamente, della medusa nota con il nome di Cassiopea, probabilmente dovuto proprio alla posizione rovesciata che spesso assume, oltre ad essere la più bella delle meduse mediterranee. *Cotylorhiza tuberculata* è il suo nome scientifico, molto meno poetico ma più descrittivo della specie, infatti, i tubercoli a cui fa riferimento la scienza, sono ben visibili all'apice delle otto braccia orali, fortemente ramificate con corti tentacoli terminanti, appunto, con tanti dischetti di un intenso colore blu violaceo. La Cassiopea mediterranea, che può raggiungere i trenta centimetri di diametro, appartiene alla classe Scyphozoa (dal greco *skypos* "tazza" e *zoinon* "animale"), come l'innocuo Polmone di mare (*Rhizostoma pulmo*) e la temibile *Pelagia noctiluca*. In questa

classe la fase di polipo è molto ridotta o addirittura assente, la forma più rappresentativa è data dalle meduse. Sono quelle più note, una, la *Pelagia*, terribile per le dolorose "bruciature" che provoca ai bagnanti, le altre due, completamente inoffensive. Per provare dolore occorre toccare i tentacoli e poi portare le mani in un punto molto sensibile, quali gli occhi o le labbra, diversamente non si avverte alcun fastidio. Le meduse come queste fanno parte del cosi detto macroplancton, ossia organismi incapaci di vincere la forza delle correnti con il nuoto (plancton) e di una dimensione considerevole (macro). Ma torniamo alla nostra Cassiopea. La parte superiore, detta ombrello, è di un bel colore bruno-dorato, colorazione data dalla presenza di alghe unicellulari, le zooxantelle, che vivono in simbiosi fra i tessuti dell'animale. La parte inferiore è costituita da tentacoli e appendici con funzioni di procacciamento del cibo, costituito da plancton, e convogliamento dello stesso verso la bocca situata sotto l'ombrello. Sono animali a sessi separati, uova e sperma vengono liberati nell'acqua, dall'unione dei due si genera una larva che si fissa al fondo, la quale si trasforma dapprima in un polipo, in seguito produrrà, per gemmazione, piccole meduse dette Efire. Questa medusa è stata riprodotta con successo nel 2006 da un biologo dell'Acquario di Cattolica, che è riuscito a portare allo stadio di medusa ben tre esemplari di Cassiopea. Abbastanza comune in tutto il Mediterraneo, è più facile incontrarla durante i mesi estivi, quando viene sospinta sottocosta dalle correnti. Spesso si formano grandi aggregazioni con migliaia di individui, ognuno di loro è spesso accompagnato da forme giovanili di pesci del genere *Trachurus*, *Seriola* o *Boops*, che trovano rifugio da potenziali aggressori sotto il suo ombrello.

gli autori

¹ www.gianninetto.it/



INVOLEN: un Progetto per l'Apprendimento Intergenerazionale dei Volontari nella Protezione della Natura

F. Ugolini¹, L. Massetti¹, G. Rossini¹, L. Pellegrino¹, A. Raschi¹

L'Educazione Ambientale è uno strumento fondamentale per la sensibilizzazione dei cittadini, delle comunità e soprattutto dei giovani ad una maggiore consapevolezza per la protezione e conservazione della natura. Per raggiungere tale obiettivo ci sono varie forme, strumenti e metodologie. Il progetto europeo INVOLEN "Intergenerational Learning for Nature Conservation Volunteers" ha sviluppato una metodologia di apprendimento e nuovi strumenti per promuovere l'apprendimento intergenerazionale, il volontariato per la protezione della natura e l'uso delle tecnologie attraverso il "Game Based Learning" (GBL). Il progetto INVOLEN rivolto ai volontari ambientali in 5 paesi Europei (Italia, Grecia, Francia, Ungheria e Slovenia) è stato sviluppato in Toscana, dove l'Istituto di Biometeorologia del CNR ha partecipato in collaborazione con le scuole secondarie dell'I.C. "Micali di Livorno-Montenero-Capraia Isola, dell'I.C. Sacchetti di San Miniato (Pisa), e l'Associazione Attivarti. org di Grosseto. Lo scopo di INVOLEN è combinare l'esperienza e la conoscenza delle persone anziane con il dinamismo e l'entusiasmo dei giovani per portare beneficio alle aree naturali protette come le Aree Natura 2000. La metodologia si basa sulla facilitazione dell'interazione tra le generazioni e l'implementazione di sei unità di lavoro che includono interviste, visite in aree protette, attività di volontariato, creazione di una storia e sviluppo di un gioco LBG (Location Based Game) per dispositivi mobili come tablet e smartphone. I giochi prodotti nell'anno 2014-2015 hanno partecipato ad una Competizione Europea e sono stati premiati alla Conferenza Internazionale conclusiva del Progetto che si è svolta a Firenze il 24 settembre 2015.

gli autori

¹ Istituto di Biometeorologia CNR, v. G. Caproni 8, 50145 Firenze

Biodiversità ed insetti

Augusto Loni¹, Gian Luca Vannini¹

Parole chiave: Insetti, biodiversità, bioindicatori

La natura si basa su una rete estremamente complessa di interazioni fra organismi differenti che si esprime attraverso la sua biodiversità. Quanto più questa rete di interazioni è complessa e ricca di scambi, quanto più sono veloci ed efficaci ad attivarsi e ad agire tutti quei meccanismi ecologici devoluti a mantenere in equilibrio l'ecosistema naturale. Conoscere gli insetti, le loro biologie e le loro interazioni, è lo strumento ecologico più importante per apprezzare, conoscere la biodiversità e applicare le opportune strategie di gestione ambientale a tutti i livelli.

Se, da un lato, la biodiversità rappresenta un concetto abbastanza intuitivo e semplice da apprezzare anche nella sua valenza positiva, l'approccio si complica passando dal livello della definizione a quello della misurazione. Gli studi di biodiversità si basano sul presupposto ecologico secondo cui le strutture di determinate comunità di organismi bioindicatori possono fornire informazioni utili sull'ambiente da esse frequentato. Sono quattro gli step sperimentali su cui si basano gli studi di biodiversità: Il primo livello, relativo alla scelta del gruppo bioindicatore ed al metodo di raccolta in grado di descrivere al meglio la distribuzione della popolazione, il livello della rappresentazione della comunità, di norma attraverso delle rappresentazioni grafiche delle relazioni tra le composizioni dei biota nei diversi campioni raccolti, il livello della discriminazione dei siti o delle diverse condizioni sperimentali studiate, effettuando dei test statistici per valutare le differenze individuate tra i gruppi dei campioni raccolti e, il quarto livello, che prevede l'abbinamento delle differenze trovate nelle comunità ad alcune variabili ambientali che potrebbero spiegare il nesso di causalità delle differenze individuate.

Quest'ultimo livello rappresenta l'obiettivo finale di tutto questo piano di ricerca estremamente complesso, in quanto consente di ottenere informazioni utili per accrescere la nostra capacità di intervenire sull'ambiente e effettuare scelte gestionali più mirate. Qualsiasi conclusione risulterebbe inutile se non poggiasse su osservazioni valide ed affidabili, ricavate con una corretta esecuzione ed interpretazione dei primi tre livelli di studio. Sono descritti i risultati di due anni di osservazioni relative al confronto tra tre diversi vigneti della Provincia di Pisa, utilizzando gli Imenotteri Braconidae come gruppo bioindicatore, in grado di discriminare le tre aree oggetto di studio.

E è un neologismo di recente introduzione, per lo meno nella frequenza del suo utilizzo. Biodiversità viene usato in modo omnicomprensivo per indicare i diversi gradi di variabilità della natura, dal livello cellulare, a quello di organismi, fino a quello di ambiente. Mi piace citare una poesia di Kahlil Gibran “Irripetibili” tratta dalla raccolta “Le parole non dette”: *Alcuni di noi sono come l'inchiostro, altri come la carta. E se non fosse per il nero di quelli, qualcuno tra noi sarebbe muto e se non fosse per il bianco di questi, qualcuno tra noi sarebbe cieco. Se ci fossero due uomini uguali, il mondo non sarebbe grande abbastanza da contenerli.*

Kahlil Gibran è di origine libanese ed esprime in questi versi tutta la sofferenza di un territorio dove la biodiversità, in particolare quella fra gli uomini è poco apprezzata, ma al di là delle sue intenzioni, credo che in questi versi sia espressa

gli autori

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Agroalimentari ed Ambientali, Università di Pisa, via del Borghetto, 80 – 56124 Pisa

* e-mail: augusto.loni@unipi.it
autore per corrispondenza

una profonda e forte verità ecologica: la vita non è fatta per esseri tutti uguali. Sono circa 4,5 miliardi di anni che la vita è comparsa sul pianeta terra, e da allora l'evoluzione ha prodotto una estrema varietà di forme di viventi. Una biodiversità che oggi è allo stesso tempo il risultato di un processo evolutivo, ma che è anche l'elemento cardine grazie a al quale la vita può mantenersi e propagarsi nel tempo sul pianeta terra. Se dovessimo scendere sotto un certo livello di biodiversità, la vita stessa incontrerebbe enormi difficoltà a esistere. Ognuno di noi interagisce continuamente con la biodiversità che potremmo semplicemente considerare come la presenza di diverse forme di vita in un particolare ambiente. La nostra interazione si fonda sulla conoscenza di essa e con la gestione e lo scambio di materiale con essa a tutti i livelli, cellulare, di organismi e di ambiente. Conoscenza e gestione ambientale. In fondo si tratta di conciliare ecologia ed economia. Ecologia, dal greco "Oikos", casa, più "Logos", conoscenza; economia da "Oikos" e "Nomos", gestione, rispettivamente studio della casa e quindi dell'ambiente in senso più generale e gestione della casa e quindi dell'ambiente.

L'ecologia progredisce continuamente con i tempi della ricerca, l'economia corre. Quasi sempre le esigenze economiche, la nostra capacità di gestire e modificare l'ambiente si sono sviluppate e si sviluppano molto più velocemente della nostra capacità di comprendere i meccanismi ecologici che regolano gli equilibri in natura. Dal punto di vista della biodiversità della vita siamo fondamentalmente dei semplificatori.

La natura si basa su una rete estremamente complessa di interazioni fra organismi differenti. C'è un'analogia con le reti informatiche che forse oggi ci sono più evidenti. Quanto più è complessa e ricca di scambi la rete informatica, tanto più le informazioni raggiungono i loro target senza risentire di rotture della rete, e i nodi della rete più importanti sono gli Hubs verso e da cui passano più informazioni, più relazioni. Basta sostituire gli organismi ai computer presenti negli Hubs e si vede l'importanza della ricchezza di specie diverse, di biodiversità. Quanto più questa rete di interazioni è complessa e ricca di scambi, tanto più sono veloci ed efficaci ad attivarsi e ad agire tutti quei meccanismi ecologici devoluti a mantenere in equilibrio l'ecosistema naturale. Noi operiamo una riduzione sempre più spinta di questa rete,

perdiamo biodiversità perdendo in resilienza del nostro sistema ecologico a livello planetario. A livello mondiale, sono stati individuati una serie di fenomeni da collegare direttamente alla perdita di biodiversità: la riduzione di spazi naturali, l'inquinamento, l'emissione di CO₂, i cambiamenti climatici, lo spostamento di organismi esotici. Ognuno di questi fenomeni è correlato alla perdita di biodiversità, ma deve poter essere apprezzato e misurato per definire strategie e azioni di contrasto. È fondamentale individuare dei bioindicatori, organismi che in virtù della loro presenza in un determinato contesto ambientale, possono fornire informazioni utili allo stesso. C'è un filo conduttore che collega i fenomeni legati alla perdita della biodiversità e la percezione e valutazione della stessa. Sono gli insetti. Perché sono gli organismi più numerosi della vita terrestre, tra i più adatti a vivere e a colonizzare, tra i più difficili da eliminare, quindi fra i più indicati per evidenziare che qualcosa non va. Non è un caso che lo stesso Einstein, in una frase a lui attribuita, si sia espresso in questi termini circa la perdita di biodiversità: *"Quando l'ultima ape sarà scomparsa dalla faccia della terra, all'uomo resteranno solo 4 anni di sopravvivenza"*. Ha utilizzato l'ape, e quindi un insetto per stimare un tempo massimo di sopravvivenza dell'uomo, in caso di scomparsa delle altre specie e sappiamo che Einstein di tempo e spazio se ne intendeva. In fondo è anche nell'esperienza quotidiana di ciascuno di noi, la possibilità di riscontrare come gli insetti rappresentino un filo conduttore a cui fare riferimento per tutti quei fenomeni collegati alla perdita di biodiversità. Dove c'è una perdita di spazi naturali, o in ambienti artificiali, spesso sono gli insetti a creare problemi, in grado di colonizzare prontamente qualsiasi nuova opportunità ambientale. Negli agroecosistemi, di fatto degli ecosistemi semplificati, sono gli insetti che producono i danni maggiori. In ambienti contaminati da sostanze inquinanti o da fitofarmaci, sono spesso gli insetti a evidenziare un effetto negativo. Pensiamo all'effetto insetticida che una sostanza come l'imidaclorpid, utilizzato per la concia delle sementi di mais, ha provocato sulle popolazioni di api che si andavano ad abbeverare sulle goccioline di acqua prodotte dalla guttazione delle plantuline. Se pensiamo ai cambiamenti climatici ed all'invasione delle specie esotiche, ancora troviamo insetti come la zanzara tigre, il cinipide delle castagne, il punteruolo delle

palme, il cimicione dei pinoli e molti altri insetti, come primi ed eclatanti testimoni di tale fenomeno. Sono tutte specie introdotte accidentalmente in Italia, ma che anche in virtù di una situazione climatica che sta evidenziando variazioni, in termini di condizioni estreme e di imprevedibilità, riescono a trovare le condizioni ideali per un loro insediamento e una loro affermazione come specie nel nuovo areale. Conoscere gli insetti, la loro biologia e le loro interazioni è lo strumento importante per apprezzare, conoscere la biodiversità e applicare le opportune strategie di gestione ambientale a tutti i livelli. *“Se ci fossero due uomini uguali, il mondo non sarebbe grande abbastanza da contenerli”* esprime il poeta Kahlil Gibran. Aggiungo io: *“Figuriamoci due insetti”*. Se da un lato il concetto di biodiversità è intuitivo e semplice da apprezzare, l'argomento diventa molto più complesso e difficile da gestire nel momento in cui si passa dal livello della definizione a quello della misurazione. Non è possibile monitorare tutte le specie che sono presenti in un determinato ambiente. Esse vanno considerate come popolazioni e poi comunità che interagiscono fra loro e con l'ambiente, che fluttuano nel tempo e nello spazio in conseguenza di dinamiche ecologiche naturali. Serve, come anticipato, individuare dei bioindicatori su cui focalizzare l'attenzione e le misurazioni. Tale scelta, ha un alto significato ecologico in quanto la presenza del gruppo bioindicatore è correlata ad un specifico habitat, alle risorse che lo stesso mette a disposizione e, nel caso, alla presenza di altri gruppi di organismi. Gli insetti sono fra i gruppi zoologici che meglio possono esprimere la biodiversità di un dato ambiente. Nel loro ambito è necessario effettuare ulteriori selezioni, in quanto ancora troppo numerosi da monitorare nel loro insieme. L'ulteriore selezione va realizzata nell'ambito della piramide ecologica, scegliendo gruppi che occupino i livelli più alti della catena trofica. Sono gruppi le cui specie sono prevalentemente predatrici, almeno allo stadio larvale, o parassitoidi di altri gruppi di artropodi. In tal caso loro presenza in un dato ambiente è anche espressione della presenza di una comunità più vasta delle specie dei loro ospiti. Un altro approccio può essere quello di individuare una o poche specie dette con terminologia anglosassone “keystone species”, la cui specializzazione le rende fortemente indicatrici di situazioni ambientali estremamente particolari. Le

esigenze ecologiche di queste specie sono così peculiari, per cui la loro presenza è la prova che l'ambiente è molto ricco di risorse, in grado di soddisfare quelle di una vasta rappresentanza di biodiversità, come pure delle specie più rare.

Gli studi di biodiversità si basano su un presupposto ecologico per cui le strutture di determinate comunità di organismi possono fornire informazioni utili sull'ambiente da esse frequentato. Questo tipo di studi si sviluppano sulla base di quattro principali livelli di azione.

Il primo livello relativo alla scelta del gruppo bioindicatore ed al metodo di raccolta in grado di descrivere al meglio la distribuzione della popolazione.

Il livello della rappresentazione della comunità, il livello della discriminazione dei siti o delle diverse condizioni sperimentali studiate, sulla base della composizione delle loro comunità ed il quarto livello che prevede l'abbinamento delle differenze trovate nelle comunità ad alcune varie ambientali che potrebbero spiegare il nesso di causalità delle differenze individuate.

Quest'ultimo livello rappresenta l'obiettivo finale di tutto questo piano di ricerca estremamente complesso, in quanto consente di ottenere informazioni utili per accrescere la nostra capacità di intervenire sull'ambiente e effettuare scelte gestionali più mirate, ma qualsiasi conclusione risulterebbe inutile se non poggiasse su osservazioni valide ed affidabili, ricavate con una corretta esecuzione ed interpretazione dei primi tre livelli di studio.

Di seguito si riportano a titolo esemplificativo i risultati di una ricerca svoltasi in Toscana in Provincia di Pisa nel comune di Crespina, volta a valutare le potenzialità degli imenotteri della famiglia dei Braconidi, come gruppo bioindicatore in grado di discriminare tra diverse realtà di agroecosistemi vigneti. I Braconidi sono una delle famiglie più numerose tra gli Imenotteri parassitoidi,

Per le nostre ricerche sono state individuate tre diverse aziende viticole situate ad una distanza di circa 1,5 km l'una dall'altra, in linea d'aria. Questo ha consentito di ridurre fortemente la variabilità ambientale legata ai fenomeni di natura climatica e al contesto paesaggistico delle aree circostanti. I tre vigneti studiati si trovano a Crespina, in provincia di Pisa (Foto 1). Le osservazioni si sono realizzate negli anni 2012 e 2013.

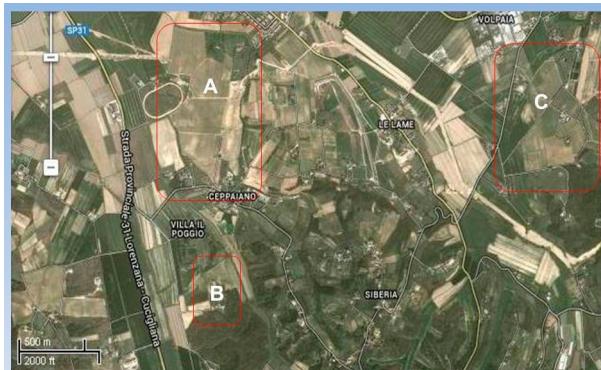


Figura 1 - Visione satellitare delle tre aree di studio (B biologico; C convenzionale; Md confusione sessuale).

Le catture sono state realizzate con trappole Malaise. Questo tipo di trappole agisce per intercettazione degli insetti e non dispone di elementi attrattivi come feromoni o colorazioni cromotropiche. Per questo motivo risultano le più adatte a caratterizzare le popolazioni di insetti volatori di una data zona, in quanto catturano indistintamente i diversi esemplari che frequentano tale ambiente, non privilegiando alcun tipo specifico di popolazione. In questo modo forniscono un dato generale sufficientemente rappresentativo della biodiversità compositiva delle comunità di insetti in un determinato ecosistema (Fig. 2). In ogni azienda, si è disposta una trappola nella zona centrale dei vigneti, ed una posizionata in una posizione più periferica, che consentisse la cattura

degli insetti presenti ai margini del vigneto e nei dintorni. La fase di cattura degli insetti è durata da fine maggio fino alla prima decade di ottobre nel 2012 e dall'inizio di maggio fino alla prima decade di ottobre nel 2013, in modo tale da coprire la maggior parte del periodo di volo degli insetti. I barattoli delle trappole Malaise sono stati sostituiti ogni 2 settimane. I Braconidi estratti sono stati raggruppati suddividendoli per sottofamiglie (Fig 3). Per visualizzare le differenze o le similarità tra le popolazioni delle sottofamiglie dei Braconidi, si è adottata una tecnica ordinativa, chiamata NMDS, acronimo di Non-Metric Multidimensional Scaling, che produce una rappresentazione grafica in due dimensioni dei campioni delle sottofamiglie in cui la distanza relativa tra ciascuna coppia di



Figura 2 – Trappola Malaise.



Figura 3 – Step successivi di diluizione del contenuto trapole Malaise per l'estrazione de esemplari scelti.

campioni è espressione del livello di similarità tra la composizione dei campioni stessi (Fig. 4).

A titolo esemplificativo il grafico della figura 4 del 2012 suggerisce che le comunità dei tre vigneti nel corso del primo periodo di campionamento, (date da 1 a 3) sono simili tra loro, nella seconda parte (date da 4 a 9) tendono a differenziarsi e a caratterizzare in modo specifico i diversi vigneti. Ciò conferma che gli Imenotteri Braconidi a

livello di sottofamiglie mostrano delle strutture di comunità che ben si legano alle strutture ambientali con cui interagiscono. Può sembrare un risultato apparentemente di ridotto valore ecologico, è invece l'elemento fondamentale che esprime il valore di un gruppo bioindicatore, come espressione dell'ambiente con cui interagisce. Scendendo più nel dettaglio, la maggiore somiglianza delle popolazioni dei Braconidi durante la prima fase della ricerca rispetto con il secondo periodo dipende, sia da fattori legati alla biologa generale dei gruppi parassitoidi, sia dalle condizioni strutturali del territorio. È noto che dopo lo sfarfallamento un adulto di una specie parassitoide spende i primi giorni di attività nella ricerca di siti che ospitino potenziali ospiti (la cosiddetta fase di "hostlocation"). Dopodiché, nel corso della stagione, i parassitoidi tendono progressivamente a ridurre il range spaziale della loro attività, concentrando gli spostamenti a quegli habitat che offrono le condizioni più favorevoli al loro sviluppo. Tale comportamento è coerente con quanto evidenziato dai dati ottenuti.

Da evidenziare anche un altro elemento emerso dall'analisi degli esemplari catturati. Nel corso dei due anni è stata rinvenuta la specie *Ecclitura primoris* Kokujev, Imenottero Braconidae, sottotassone Euphorinae. Questa specie è stata descritta

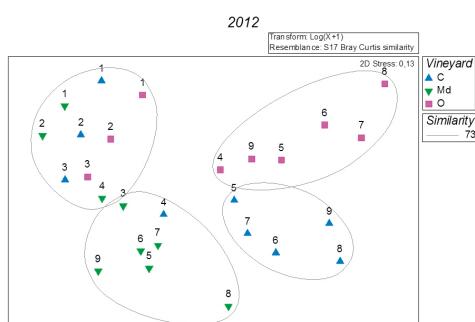


Figura 4 – Rappresentazione grafica analisi MDS sulla base de fattore vigneto. I circoli sovrapposti rappresentano i gruppi individuati a livello di similarità del 73 %. I numeri rappresentano le date dei campionamenti in ordine progressivo, i simboli il sito di provenienza.



Figura 5 – *Ecclitura primoris* Kokujev, Imenottero Braconidae Euphorinae.

nel 1902 da esemplari catturati in Turkmenistan e, fino alla nostra segnalazione, non era stata più ritrovata su territorio europeo (Fig. 5).

È sicuramente una specie rara, e ciò che si conosce della sua biologia, dà ragione di una nicchia ecologica estremamente peculiare a spiegazione della sua rarità. È infatti una specie parassitoidide di forme adulte di Coleotteri, Crisomelidi. Ciò significa che i suoi ospiti adulti rappresentano la forma meno diffusa di una specie (gli adulti di qualsiasi insetto, sono meno abbondanti delle sue forme giovanili, quali uova larve o pupe), sono presenti in un arco di tempo più limitato e rappresentano quindi una risorsa meno disponibile. Solo parassitoidi molto specializzati li adottano come ospiti. Tali specie parassitoidi conseguentemente sono meno diffusi su territorio. Il territorio che li ospita è sicuramente ricco di biodiversità, dal momento che anche le specie più rare e con esigenze biologiche molto specifiche, vi possono trovare le condizioni adatte alla loro biologia.

Ancora alcune considerazioni sulla struttura del territorio viticolo della Provincia di Pisa. Esso è caratterizzato da una frammentazione elevata del paesaggio, con appezzamenti relativamente modesti come superficie. Questo determina la presenza di numerosi corridoi ambientali, ricchi di fasce boschive, arbustive o incolte, che producono una soluzione di continuità tra i vari appezzamenti coltivati. Queste aree possono essere sfruttate in modo estremamente efficace da insetti, per spostarsi velocemente tra i vari appezzamenti, rendendo di fatto più omogenee le loro popolazioni. Se da un lato questo può apparire come un elemento che disturba la capacità

di discriminare gli ambienti utilizzando gruppi bioindicatori, dall'altro è elemento che favorisce la biodiversità ambientale, mantenendo collegate le aree coltivate con habitat ricchi di vegetazione spontanea. Tali habitat sono in grado di offrire zone rifugio da cui le popolazioni dei vari gruppi di parassitoidi e predatori, possono colonizzare o ricolonizzare aree momentaneamente abbandonante a seguito di trattamenti o disturbi dell'ambiente.

Bibliografia

- [1] S. A., Belokobylskij, A. Loni, A. Lucchi, U. Bernardo, 2013: First record of the Genera *Histeromerus* Wesmael (Hymenoptera, Braconidae, Histeromerinae) and *Ecclitura* Kokujev (Hymenoptera, Braconidae, Euphorinae) in Italy. Zookeys 310: 29-40.
- [2] A. Loni, A. Lucchi, 2014: Hymenoptera Parasitoid, a Suitable Biodiversity Resource for Vineyard Environmental Discrimination. Journal of Agricultural Science, 6, 36 -106. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v6n12p36>.
- [3] A. Loni, R.S. Hart, A. Lucchi 2012; First record of *Zombrus bicolor* (Enderlein) (Hymenoptera, Braconidae, Doryctinae) in Western Europe. ZooKeys 219: 87–91. doi: 10.3897/zookeys.219.

Sulle secche della Meloria

Renzo Mazzanti¹, Roberto Mazzei²

Parole chiave: geologia, morfologia, biologia, Meloria

Il tratto del Mar Ligure compreso tra la costa livornese e l'Isola di Gorgona è caratterizzato da un'area ampia tra 35 e 40 km² (compresa tra i 43°39'58" ed i 43°21'00" di latitudine nord e tra i 9° 49'02" ed i 10°22'06" di longitudine est) il cui fondo si innalza verso la superficie dell'acqua fin quasi a toccarla. Tale area, chiamata Secche della Meloria (Fig. 1), ai fini della navigazione è oggi segnalata da due fari alti 18 m: uno ubicato (43°32'47" N 10°13'08" E) in prossimità della omonima Torre storica¹ (Foto 1), l'altro al limite settentrionale (43°35'24" N, 10°12'42" E).

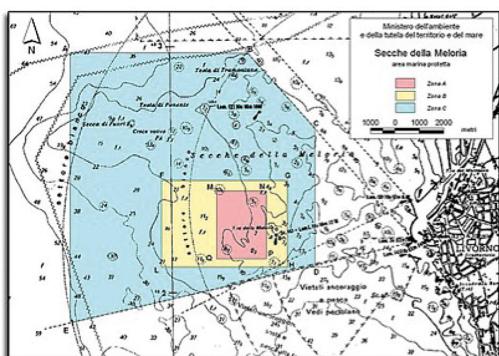


Figura 1 - Ubicazione delle Secche della Meloria rispetto alla città di Livorno. La figura mostra anche la suddivisione dell'area in zone di riserva integrale (A), generale (B) e parziale (C), avvenuta a seguito dell'istituzione dell'Area Marina Protetta (AMP) da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.



Foto 1 - La Torre della Meloria è stata costruita su uno strato calcarenitico ("panchina") posto poco al di sotto della superficie del mare, circa 7 km ad ovest del porto di Livorno. Nella sua forma a parallelepipedo con base quadrata e altezza di 15 m, presenta la metà inferiore costituita da quattro pilastri uniti da archi ogivali. Sulla facciata esposta a sud è ancora osservabile una lapide, posta durante la riedificazione del 1712, su cui si legge Pro navigantium securitate ad latentes scopulos evitando.

¹ La Torre della Meloria fu eretta per la prima volta dalla Repubblica di Pisa, intorno alla metà del XII secolo, per segnalare la presenza delle pericolose secche e gli eventuali attacchi saraceni. Dopo la distruzione, effettuata dai genovesi a seguito della famosa battaglia del 1284 contro i pisani, essa fu ricostruita per volontà del Granduca Ferdinando I dei Medici nel 1598; la successiva sua distruzione, ad opera dell'azione marina, portò ad una nuova riedificazione nel 1712 voluta dal Granduca di Toscana Cosimo III. Abbandonata infine per secoli al logorio delle intemperie e delle tempeste, nel 1986 è stata adeguatamente ristrutturata dalla Provincia di Livorno e riportata all'antico splendore.

gli autori

¹ Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay

² Accademia dei Fisiocritici Siena, Accademia delle Scienze di Siena detta De' fisiocritici

* autore per corrispondenza

Le secche presentano batimetrie differenziate in funzione dell’andamento del fondo; nel tratto compreso tra i due fari, ad esempio, esse sono di debole entità (da circa 2 m ad alcuni metri) mentre in altri punti possono raggiungere anche i 40-50 m. Questo mondo sottomarino, impostato su substrati rocciosi e detritici, mostra una grande varietà di gruppi tassonomici che si sviluppano principalmente nell’ambito della prateria di Posidonia oceanica e del Coralligeno. Con lo scopo di tutelare e valorizzare le peculiarità naturalistiche e storiche del sito, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare vi ha istituito (Decreto Ministeriale del 28 luglio 2009) un’Area Marina Protetta (AMP, gestita dall’Ente Parco Regionale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli), mentre la Regione Toscana (Delibera n. 35 dell’8 giugno 2011) vi ha riconosciuto un Sito di Importanza Comunitaria (SIC).

Il perché di questo articolo

Com'è noto, l'esistenza delle secche è da collegarsi alla natura e all'evoluzione geologica del substrato, alla morfologia dei fondali e alla variazione nel tempo del livello marino. Il presente articolo è nato proprio per fornire un contributo alla conoscenza di questi aspetti o quantomeno alla loro puntualizzazione. Il mettere insieme dati geologici, geomorfologici e biologici per quest'area marina ci sembrava, inoltre, molto importante ai fini di una sua corretta gestione da parte delle Istituzioni.

Caratteristiche morfologiche e biologiche dei fondali antistanti la costa livornese

Nel libretto guida alla II edizione del F° 111 della Carta Geologica d'Italia Segre (1955) riporta una

cartina (Fig. 2) con tracciate sia le isobate di 20 e 50 m utili per identificare le Secche della Meloria, sia quelle di 100, 150, 200, 300, 400 e 500 m idonee per esprimere la ripidità della scarpata continentale a nord dell'Isola di Gorgona. In tale cartina l'autore segnala anche la presenza di antichi alvei (tra cui quello dell'Arno) sommersi dalla trasgressione versiliana (conseguente all'ultimo significativo innalzamento del mare), quella di accumuli detritici legati al trasporto fluviale sull'antico litorale glaciale e quella di genericci corpi rocciosi in coincidenza delle superfici superiori semipiatte delle secche (particolarmente diffusi tra la Torre storica a sud e la Testa di Tramontana a nord) e lungo i fianchi delle depressioni sottomarine (soprattutto lungo la scarpata continentale dei Valloni della Gorgona dove con più probabilità avvengono frane). Tra i risultati del suo lavoro è ancora da ricordare il riconoscimento di rocce sicuramente pleistoceniche, avvenuto

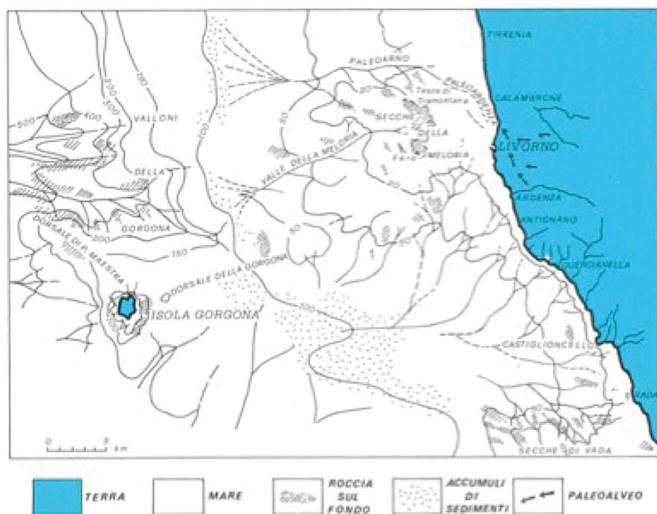


Figura 2 – Schema morfologico dei fondali antistanti Livorno (da Segre, 1955).

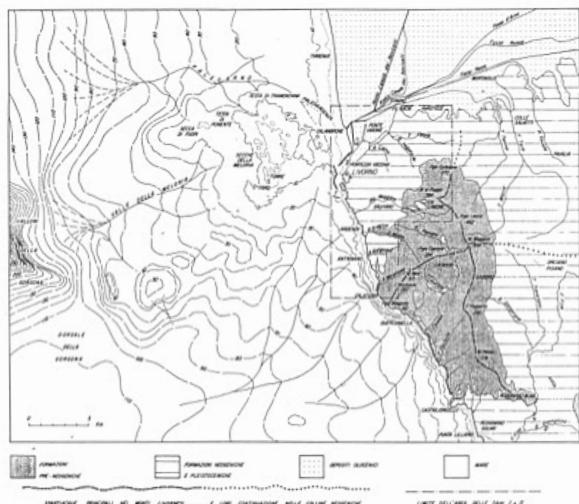


Figura 3 – Morfologia dei fondali tra la costa livornese e l'Isola di Gorgona. Sulla destra è rappresentata la geologia della fascia costiera, tra la porzione meridionale della Pianura di Pisa e Punta Lillatro (Rosignano Solvay), con la solita distinzione in depositi pre-neogenici, neogenico-pleistocenici e olocenici (da Barsotti et al (1974).

a seguito del recupero in un dragaggio di corna di cervidi e di una difesa elefantina.

Una rappresentazione morfologica più particolareggiata (con isobate direttive equidistanti 1 m e secondarie equidistanti 0,5 m) è stata redatta da Fierro et al. (1969) per l'area compresa tra la Torre storica e lo *Ship Light* dove i fondali presentano le minori profondità. In tale area, che corrisponde ad una dorsale semipiatta e allungata NNW-SSE, gli autori segnalano numerose depressioni di varia forma (circolare, sub-circolare, a losanga) e dimensione dette catini dai pescatori locali. Essi riportano, inoltre, la distribuzione spaziale dei sedimenti su base granulometrica per la fascia marina riguardante non solo il corpo centrale delle secche ma anche le zone limitrofe con fondali che saltuariamente toccano i-15 m. In particolare le ghiaie molto fini si rinvengono nelle zone nord-orientale e orientale delle secche, le sabbie molto grossolane più che altro sul loro fianco sud-occidentale, quelle grossolane nella zona occidentale del corpo centrale e in una piccola area al limite settentrionale, quelle medie in due affioramenti relativamente piccoli fra il porto di Livorno e le secche e sul lato occidentale di queste ultime, quelle fini-molto fini in una fascia (larga circa 1 Km) ai piedi settentrionale e nord-orientale delle secche fino a Livorno e lungo tutto il litorale fino a Bocca d'Arno, i limi su tutti i fondali e al di sopra dei litotipi precedenti.

Una migliore definizione della morfologia dei fondali, lungo una trasversale che unisce i Valloni della Gorgona (definiti da Segre, 1955) con l'area portuale di Livorno, è offerta anche dalla carta rappresentata in figura 3 e ripresa da Barsotti et al. (1974). Attraverso curve ogni 10 m di profondità essa documenta fondali: a) con pendii molto ripidi, tra i-150 m e le maggiori profondità (la curva di livello dei -200 m, generalmente considerata limite della piattaforma continentale, passa a nord, a ovest e a sud dell'Isola di Gorgona. Le isobate superiori ai 200 m divengono sempre più fitte sul prolungamento di Capo Corso, ad ovest del Banco di Santa Lucia, e raggiungono i -2000 m); b) con pendii minori ma ancora piuttosto accentuati, tra i-60 e i-150 m; c) con pendii deboli, tra i-50 e i-60 m; d) con pendii di nuovo più consistenti, tra i-20 e i-50 m e decisamente più ridotti, tra i-10 e i-20 m (dove si rinvengono la Secca di Fuori e quella di Ponente). Le Secche della Meloria risultano già ben delineate a partire dalle isobate di 50, 30 e 20 m; infatti, a nord e a sud delle secche tali isobate hanno un andamento circa parallelo alla costa e distanze nettamente diverse da quest'ultima (quella di 50 m si ritrova a circa 14 Km da Tirrenia e a circa 1 km da Calafuria, quella di 30 m a circa 11 Km e a circa 300 m rispetto alle stesse località, quella di 20 m a circa 7,5 Km dal litorale nord di Livorno e a circa 1,5 Km dall'Accademia Navale), mentre in corrispondenza del

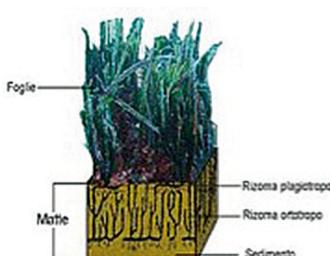


Foto 2 – Prateria di Posidonia oceanica e crescita della pianta con formazione della matte.

limite nord-occidentale e di quello meridionale esse assumono un andamento SO-NE e si avvicinano tra loro. Il corpo centrale delle secche, con superficie superiore semipiatta, è identificato dalla curva dei -10 m (distanza circa 2 km dalla costa a nord di Livorno e solo 200 m da Calafuria, essa corrisponde al ciglio meridionale che con allineamento SO-NE arriva fino all'ingresso settentrionale del porto) e da quella dei -5 m (tratteggiata) tra la Torre storica e lo *Ship light* moderno.

Da notare che alle secche sono osservabili direttamente, con un'immersione nei primi metri di profondità, strati di panchina (antico termine usato dai cavatori toscani per indicare una roccia calcarenitica lavorabile per costruire panchine) del Pleistocene Superiore (da 126000 a 11700 anni fa). Secondo alcuni studiosi, tra cui Fierro et al. (1969) e Hertwech (1975), il termine catino andrebbe riferito solo alle depressioni aperte nella panchina, mentre un termine diverso andrebbe coniato per le depressioni che si formano per erosione (dovuta a correnti, frangenti, pesca a strascico, ecc.) della *matte*, cioè di quella struttura indurita, ma non diagenizzata, originata dall'accrescimento dei rizomi di *Posidonia oceanica* (Linneo) Delile 1813² e dai ritmi della sedimentazione (Foto 2). Per quanto riguarda la

2 Questa pianta acquatica, tipica del piano Infralitorale, è dotata di rizomi spessi fino ad 1 cm che crescono sia in senso orizzontale (rizomi plagiotropi) che verticale (rizomi ortotropi). Sul lato inferiore dei rizomi plagiotropi sono presenti radici lignificate lunghe fino a 15 cm che servono ad ancorare la pianta al substrato; dai rizomi ortotropi, che si sviluppano in altezza, nascono invece le foglie. Queste ultime si presentano in ciuffi di 6-7, sono nastriformi e di colore verde brillante (bruno con il passare del tempo), hanno una larghezza media di 1 cm e una lunghezza che può raggiungere 1,5 m.

Posidonia oceanica, una fanerogama della famiglia Posidoniaceae (Angiosperme Monocotiledoni) endemica del Mediterraneo, si rileva che alle secche forma praterie a profondità comprese tra pochi metri e 25 m; tali praterie, che si estendono maggiormente ai margini ma con sconfinamenti anche sul corpo centrale, contribuiscono alla protezione dall'erosione della spiaggia costiera e sono da considerarsi indicatori della qualità delle acque. Relativamente all'importanza dei ritmi della sedimentazione nella formazione della *matte* (il suo spessore alle secche raggiunge i 3 m), si evidenzia che una velocità elevata può causare un eccessivo insabbiamento dei rizomi e quindi il loro soffocamento, una velocità troppo bassa può portare invece allo scalzamento dei rizomi e alla regressione della prateria.

De Biasi e Gai (2000), che fanno parte del Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno, hanno distinto nei fondali dell'area ad occidente della Torre della Meloria (circa 3 miglia dalla costa livornese) 6 tipologie ambientali: la prima è caratterizzata da "roccia priva di popolamento vegetale" (è presente dai dintorni del faro meridionale verso nord, entro i 5-6 m di profondità); la seconda da "sabbia con *ripple marks*" (ha una distribuzione associata a quella dei catini); la terza da "prateria di *P. oceanica* su matte" (è diffusa nella parte più settentrionale); la quarta da "prateria su roccia" (è quella più ampiamente rappresentata); la quinta da "prateria a mosaico" (si ritrova nella parte meridionale dove è circondata dalla "prateria su roccia"); la sesta da "prateria con scalini di matte" (si riscontra nella parte più occidentale). La loro mappatura, alla scala 1: 5000, ha consentito di precisare non solo il numero (27) e le dimensioni (mai inferiori a 10 m di diametro e di altezza variabile da 50 cm a 3 m) dei catini, ma anche di ipotizzarne il ruolo (essi svolgono una

funzione di riparo per l'impianto della *P. oceanica* per cui agevolano lo sviluppo delle praterie). Da notare però che De Biasi e Gai (2000) estendono la dizione di catini anche alle depressioni che non si originano sulla panchina, a differenza di quanto evidenziato in precedenza.

Sulle secche è uscito anche il lavoro di Casarosa et al. (2011), il quale è arricchito da una carta geomorfologica e batimetrica con tre sezioni trasversali all'area centrale. Qui di seguito riportiamo integralmente quanto da loro proposto nel riassunto: *“La topografia di quest'area è stata ricostruita grazie ad analisi single beam e multi beam. Sui nuovi dati topografici, si è basato uno studio geomorfologico di dettaglio che ha permesso di individuare i principali elementi morfologici sommersi. Anzitutto è stato ipotizzato l'andamento della paleoidrografia dell'area durante l'Ultimo Periodo Glaciale quando le Secche, per effetto dell'abbassamento del livello marino, erano emerse. Inoltre sulla superficie delle Secche sono state riconosciute diverse depressioni già descritte da altri autori. Queste depressioni, note come «catini», sono state studiate con analisi di dettaglio che hanno permesso di approfondire le conoscenze sulla loro topografia e di sostenere per la loro genesi, ancora ampiamente discussa, l'ipotesi carsica. Nella porzione occidentale delle Secche sono state identificate 3 scarpe e 3 piattaforme interpretate come marine. Il margine interno di queste piattaforme è ubicato a quota -6, -12 e -15 sotto il livello del mare attuale. Questi livelli sono stati utilizzati come indicatori della curva di risalita del livello marino durante l'Olocene e sono stati confrontati con i dati provenienti dalle vicine Piana della Versilia e Grotta dell'Argentarola con i quali si evidenzia una buona correlazione. Questo lavoro, pur in assenza di un preciso quadro cronologico di riferimento, porta nuove conoscenze alla morfologia delle Secche della Meloria ed apre nuove prospettive agli studi di questo settore costiero”.*

La formazione dei catini, che è stata collegata a carsismo subaereo in ambiente costiero (Fierro et al., 1969; De Biasi et al., 2010; Casarosa et al., 2011), a nostro avviso può essere spiegata in altro modo. Se mettiamo in relazione la morfologia del fondo illustrata in figura 3 e le fasi di ritiro del mare nel Pleistocene Superiore (ovviamente non quelle connesse con i forti raffreddamenti della glaciazione wurmiana), risulta evidente che

la panchina della Meloria è venuta a rappresentare la fascia costiera della Toscana (si veda più avanti). E' proprio durante quei momenti che si sono create le condizioni per la formazione, sulla superficie superiore della panchina, prima di semplici pozze di marea e dopo, a seguito dell'erosione esercitata dai vortici creati dal moto ondoso al loro interno, di catini (modalità simili danno origine alle marmitte). Tale semplice interpretazione, riscontrabile lungo i litorali attuali dove affiorano calcareniti, fornisce una logica spiegazione perfino alla formazione di catini doppi o addirittura multipli: essa sarebbe, infatti, una conseguenza dell'allargamento progressivo di catini singoli fino al raggiungimento delle pareti di altri e alla loro unione (Mazzanti e Parea, 1979).

Fino a 20-25 m di profondità sono presenti alle secche, oltre alla già citata *P. oceanica*, altre specie fotofile (che vivono, cioè, in zone luminose). Per le parti piane rocciose comprese tra la Torre storica e la Testa di Tramontana (Figg. 1-3) Mazzanti et al. (1984) ricordano le alghe brune (*Phaeophyta*) *Padina pavonica* (Linneo) Thivy 1960, *Dilophus fasciola* (Roth) M.A. Howe 1914 e *Dictyota linearis* (C. Agardh) Greville 1830 della Famiglia *Dictyotaceae*, le alghe rosse (*Rhodophyta*) *Boergesenella fruticulosa* (Wulff) Kylin 1956 e *Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux 1813 della Famiglia *Rhodomelaceae* e l'alga verde (*Chlorophyta*) *Cladophora prolifera* (Roth) Kützing 1843 della Famiglia *Cladophoraceae*; per le zone dello stesso corpo centrale, coperte da sabbia grossolana e ghiaia molto fine, segnalano invece l'alga rossa *Halopithys incurva* (Hudson) Batters 1902 della Famiglia *Rhodomelaceae* che ha il compito di stabilizzare il sedimento. In associazione con questi popolamenti gli autori evidenziano inoltre alghe termofile ad affinità subtropicale quali, ad esempio, le alghe verdi *Penicillus capitatus* Lamarck 1813 della Famiglia *Udoteaceae*, *Anadyome stellata* (Wulff) C. Agardh 1823 della Famiglia *Anadyomenaceae*, *Dasycladus vermicularis* (Scopoli) Krasser in Beck e Zahlbruckner 1898 e *Acetabularia acetabulum* (Linneo) P.C. Silva 1952 della Famiglia *Dasycladaceae*. Nei pressi della Secca di Fuori (Figg. 1-3), intorno a -23 m, riportano infine l'alga bruna fotofila *Cystoseira spinosa* Sauvageau 1912 della Famiglia *Fucaceae*, capace di formare una vasta prateria in presenza di forti correnti al fondo.

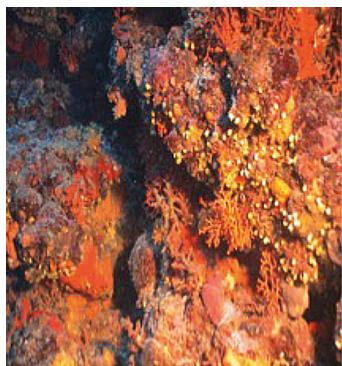


Foto 3 – Il Coralligeno della Meloria.



Foto 4 – L'ittiofuna che circonda il Coralligeno.

Le numerose irregolarità del fondo, risultanti in un labirinto di superfici, anfratti, gallerie e canali, determinano condizioni favorevoli all'insegnamento di specie sciafile (che vivono, cioè, in zone scarsamente luminose) anche a profondità contenute. Esempi sono forniti da Mazzanti et al. (1984) per i popolamenti che si ritrovano sulle pareti dei catini - rappresentati da alghe rosse incrostanti come *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Me Lemoine 1924 della Famiglia Corallinaceae, le quali fanno da supporto ad altre specie sciafile in senso lato come le alghe rosse *Dudresnaya verticillata* (Withering) Le Jolis 1863 della Famiglia Dumontiaceae, *Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh 1851 della Famiglia Peyssonneliaceae, *Cryptomenia lomatia* (Bertoloni) J. Agardh 1851 della Famiglia Halymeniaceae, *Phyllophora nervosa* (A.P. de Candolle) Greville 1830 della Famiglia Phyllophoraceae e come l'alga verde *Palmophyllum crassum* (Naccari) Rabenhorst 1868 della Famiglia Palmellaceae e nelle concavità riguardanti la *matte* - rappresentati dalle alghe verdi *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin 1987 della Famiglia Udoteaceae e *Halimeda tuna* (J. Ellis e Solander) J.V. Lamouroux 1816 della Famiglia Halimedaceae, nonché dall'alga rossa *Peyssonnelia squamaria* (S.G. Gmelin) Decaisne 1842 della Famiglia Peyssonneliaceae, cui si accompagnano altre specie sciafile in senso lato come le alghe rosse *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse 1797 della Famiglia Sphaerococcaceae, *Valonia macrophysa* Kützing 1843 della Famiglia Valoniaceae, *Halymenia floresia* (Clemente) C. Agardh 1817 della Famiglia Halymeniaceae e *Nitophyllum punctatum* (Stackhouse) Greville 1830 della Famiglia Delesseriaceae -.

Parte delle specie sciafile sopra indicate continua ad essere presente sui lati esterni delle secche, a batimetrie maggiori di 25 m. A queste profondità è ben sviluppato il Coralligeno (Foto 3-4), cioè quel complesso di concrezioni calcaree secrete nel corso del tempo (anche in migliaia di anni) da organismi vegetali - tra questi sono da evidenziare *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Me Lemoine 1924 e *Lithophyllum incrustans* Philippi 1837 della Famiglia Corallinaceae, nonché *Peyssonnelia squamaria* (S.G. Gmelin) Decaisne 1842 e *P. polymorpha* (Zanardini) F. Schmitz 1879 di quella Peyssonneliaceae - e animali - tra questi sono da ricordare specie appartenenti ai briozoi (ad esempio *Reteporella septentrionalis* Harmer 1933), agli cnidari (ad esempio *Leptopsammia pruvoti* Lacaze-Duthiers 1897 della Famiglia Dendrophylliidae e *Corallium rubrum* (Linneo 1758) della Famiglia Corallidae) e ai vermi policheti - poco amanti della luce³.

In termini di organismi che si succedono verso l'alto il Coralligeno può essere visto composto nel seguente modo schematico: a) microorganismi endoliti, cioè che vivono dentro la roccia; b) concrezioni costituite da scheletri calcarei con animali che sopravvivono all'interno delle cavità da loro formate; c) organismi viventi quali alghe, spugne, antozoi e briozoi a cui successivamente vanno ad aggiungersi occasionali ascidie; d) gorgonie, prevalentemente rosse e gialle, con organismi che si sviluppano su di esse (epibionti); e)

3 La crescita del Coralligeno è favorita anche da una relativa tranquillità del mare, oltre che da una maggiore limpidezza ed una più costante temperatura delle sue acque.

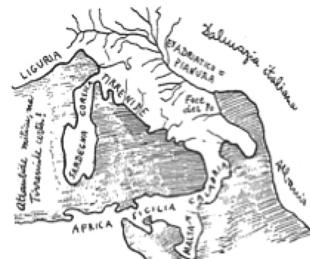
ricca fauna bentonica, prevalentemente pesci, molluschi e crostacei, che trova protezione e cibo tra le spaccature delle rocce e gli anfratti. Da rilevare che gli stati di accrescimento, stabilità o decrescita del Coralligeno sono determinati dalla prevalenza o meno dell'azione degli organismi costruttori rispetto a quella degli organismi demolitori (in grado cioè di forare o sciogliere il calcare).

Data l'ampia diversificazione della comunità biologica si rimanda, per ulteriori e più accurate informazioni, agli studi di Bacci et al. (1969), Biagi et al. (1998), Cinelli et al. (1995), De Biasi (1999) e De Biasi et al. (1999, 2010).

Caratteristiche geologiche delle secche e delle aree circostanti

Nel 1957 Livio Trevisan e Ezio Tongiorgi, professori ordinari dell'allora Istituto di Geologia dell'Università di Pisa, così introducevano un loro breve lavoro sulla regione Tirrenide (Fig. 4): “*L'area oggi occupata dal Mare Tirreno ha avuto dal Paleozoico ad oggi una serie di vicende per cui si sono alternati in essa mari ora più ora meno profondi e terre emerse. L'ultima fase continentale corrisponde alla formazione dei primi corrugamenti appenninici, sprofondati poi quando l'onda orogenetica si è spostata verso l'Adriatico. I collegamenti con le altre terre emerse hanno permesso in ogni periodo, e specialmente nei più recenti, l'introduzione di specie animali e vegetali da terre molto diverse*”. In questo lavoro gli autori ricordano che fu G. Battista Brocchi, in tre lettere del 1818 riguardanti un suo viaggio da Siena al Promontorio Argentario e all'Isola del Giglio, a sostenere che “*si potrebbe ro tutte queste isole considerare come brani di un terreno primitivo che innanzi che si fosse formato il letto del Mediterraneo era in continuazione con quello delle Alpi Marittime...*”. Nella loro introduzione Trevisan e Tongiorgi ricordavano ancora che: “*Le ricerche biologiche ebbero una parte notevole. Lo studio delle flore e delle faune delle isole tirreniche, dalle piccole alle grandi, poneva il problema del loro popolamento, cioè delle connessioni terrestri coi continenti. A questo campo di studi, che si è rivelato subito fecondo di risultati e appassionante per le varietà dei problemi, dettero il loro contributo specialisti di tutti i gruppi sistematici, particolarmente significativi per chiarezza*

Figura 4 –
Raffigurazione del continente Tirrenide.



dell'impostazione e per l'importanza dei risultati, quello del botanico Stefano Sommier e del paleontologo C. J. Forsyth Major che nel 1883 fu il creatore del felice termine *Tirrenide*”.

Dopo queste sorprendenti intuizioni le conoscenze sul mobilismo della crosta terrestre e dei mari sono progredite a tal punto che Pertusati et al. (1993) hanno potuto specificare quanto segue: “*Nell'Isola d'Elba, pur nella sua limitata estensione, si concentrano i principali problemi geologici di carattere regionale connessi con l'evoluzione sedimentaria, strutturale e metamorfica dell'Appennino Settentrionale. Inoltre, le intrusioni anatetiche (graniti a mongolfiera) tardo terziari che rappresentano una caratteristica peculiare di questo frammento dell'Appennino, permettono di seguire l'evoluzione più completa della catena costituendo un legame tra processi magmatici, metamorfismo ed eventi deformativi tardivi. In altre parole, nell'Isola d'Elba, è possibile esaminare l'evoluzione più completa del ciclo orogenetico della Catena Appenninica partendo dalla fase sedimentaria attraverso quella collisionale fino a quella magmatica e post collisionale*”.

D'altra parte al momento dell'apertura del Bacino Balearico e di quello Corso, neobacini del giovane Mediterraneo, ogni isola e ogni secca rocciosa dell'Arcipelago Toscano possono essere ritenute porzioni di un'ampia regione, detta appunto Tirrenide (a cui partecipavano anche la Sardegna, la Corsica, l'Argentario, il Circeo, ecc.), innalzatasi tra l'Oligocene Superiore e il Miocene Inferiore (tra 30 e 20 Ma) per effetto della convergenza e della collisione fra il margine della Placca Euroasiatica e la Microplacca Adriatica. A partire dal tardo Miocene Inferiore tale regione entrò in regime di collasso post-collisionale per l'apertura del Mar Tirreno Settentrionale (verosimilmente anche del Mar Ligure di Levante) e nel Plio-Pleistocene si contornò di vulcani oggi in gran parte

estinti (per la Toscana si ricordano quelli di Orciatico, di Roccastrada e dell'Amiata).

Nell'introduzione all'articolo intitolato *Carta geomorfologica dell'Arcipelago Toscano* anche Aringoli et al. (2009) ribadiscono che quest'ultimo è da considerarsi ... “una porzione emersa del Paleo-Appennino, la Tirrenide dei Vecchi Autori”. Sull'arcipelago precisano ancora che “... è parte integrante della catena dell'Appennino: appartiene alla sua Zona Interna e proprio ad ovest di esso va ricercato il limite meridionale fra le strutture alpine, presenti in Corsica, e quelle appenniniche. È verosimile, tuttavia, che parte della Zona Interna sia scomparsa con la tettogenesi e il margine orientale della Corsica rappresenti di fatto il limite naturale fra Alpi e Appennino”.

Come detto nel capitolo precedente, le Secche della Meloria ospitano livelli di panchina del Pleistocene Superiore. Ma quali sono, invece, i corpi rocciosi che sono al di sotto di tali livelli e che possono rappresentare parti della Tirrenide? La risposta non è affatto semplice almeno per due ordini di motivi: a) fino alla profondità di circa 50 m la “copertura” biologica (essenzialmente rappresentata dalla prateria di *P. oceanica* e dal Coralligeno) impedisce non solo l'osservazione delle rocce ma anche la loro campionatura; b) a profondità maggiori esistono oggettive difficoltà operative, perfino per ottimi subacquei, per cui non si hanno dati diretti. Un tentativo di risposta può essere comunque elaborato attraverso gli elementi geologici riportati dalla carta *Structural Model of Italy* (Bigi et al., 1992) per i fondali marini della Meloria e delle zone circostanti. Ulteriori dati possono essere ricavati anche dalle carte geologiche delle terre emerse che circondano le secche: quella dell'Isola di Gorgona (Capponi et al., 1990; Orti et al., 2002) da un lato e quella della costa livornese (Lazzarotto et al., 1990) dall'altro.

I fondali marini della Meloria e delle zone circostanti

Nell'ambito di un Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR, Bigi et al. (1992) hanno realizzato la carta *Structural Model of Italy* (scala 1:500000) che ha riguardato anche i fondali marini. Da questa carta è stata stralciata la parte antistante la costa toscana comprensiva di alcune isole dell'arcipelago (Elba, Capraia e Gorgona), del “dito” della Corsica, delle Secche di Vada e della

Meloria (Fig. 5). In essa la campagna geofisica ha evidenziato alti e bassi strutturali, legati alla tettonica miocenica, pliocenica e pleistocenica, che confermano quanto conosciuto sull'orogenesi appenninica e sulle fasi tardive generanti lo sprofondamento dei diversi bacini di sedimentazione (sull'argomento si vedano anche: Bartole et al., 1991; Carmignani et al., 1995; Carmignani e Lazzarotto, 2004; Lazzarotto et al., 1995). Le linee sottili segnate con i numeri rossi 0, 0,5, 1 e 1,5 sono isocronopache espresse in secondi (2-ways travel time) che delimitano zone di colore bianco (tra 0 e 0,5), giallo chiaro (tra 0,5 e 1) e giallo medio (tra 1 e 1,5) ed indicano gli spessori (in migliaia di metri) della sequenza plio-quaternaria al di sopra degli orizzonti sismici $y = M$ = tetto del Messiniano evaporitico e $z = M$ = tetto del basamento acustico. Le zone della carta, numerate e con diversa simbologia, esprimono rocce al fondo campionate e definite; solo quelle di colore celeste chiaro e siglate con il numero 58 corrispondono all'isocronopaca 0 ed evidenziano affioramenti non campionati del basamento acustico. La carta documenta, infine, la presenza di faglie normali (a linee continue e dentelli doppi nel labbro abbassato, nere se in superficie e blu se nel sottosuolo) e indeterminate (a linee semplici, tratteggiate quando supposte, ancora nere se in superficie e blu se nel sottosuolo).

Se ci limitiamo a guardare la carta strutturale nel tratto marino che dalla costa livornese giunge all'Isola di Gorgona, è possibile appurare che: a) il fondale delle secche e dell'area in cui si trova l'Alto di Libeccio corrisponde alla zona 58, per cui le rocce in esso presenti non sono state campionate; b) quello a ovest-sudovest della Torre della Meloria e poco a est dell'Alto di Libeccio corrisponde alla zona 77b, dove si rinvengono rocce giurassiche del Complesso portatore di ofioliti (basalti, gabbri e serpentiniti); c) quello a sud-ovest della Torre storica corrisponde alla zona 91c in cui si ritrovano rocce delle Unità Metamorfiche Toscane (Unità Apuane); d) quello dell'Alto dei Marmetti, alcuni chilometri a sud delle secche e a sud-ovest di Calafuria, corrisponde ancora alla zona 77b con ofioliti. La stessa carta riconosce nell'Isola di Gorgona la zona 81, la quale è caratterizzata da Scisti calcarei (Giurassico Superiore - Cretacico Inferiore) riferibili alle Unità Metamorfiche Liguri-Piemontesi.

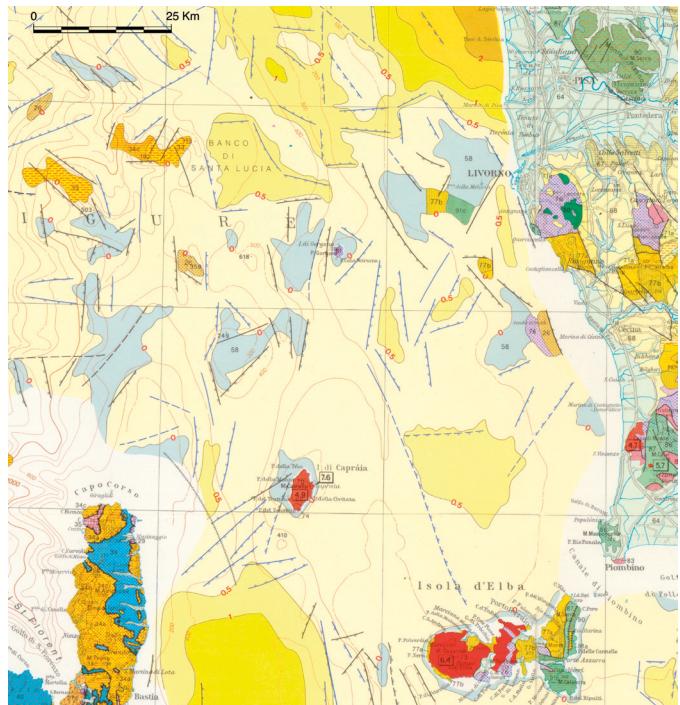


Figura 5 – Stralcio della carta Structural Model of Italy di Bigi et al. (1992) relativo a gran parte della fascia costiera toscana e del mare antistante.

Da notare che il fondale a sud dell'Alto di Libeccio (zona 58) è caratterizzato da un rialzo roccioso denominato Ciabatta, largo da 200 a 400 m e allungato con direzione NNO-SSE per oltre 1 km. Per uno studio recente sulle Secche di Vada (Bicchielli et al., 2010), alcuni subacquei hanno raggiunto tale rialzo e alla profondità di 46 m hanno prelevato 2 campioni di roccia rispettivamente da un grosso masso di pietra verde e da strati arenaceo-calcarei in gran parte ricoperti da fango. Il primo è del tutto confrontabile con le serpentiniti delle Liguridi interne documentate da Anselmi et al. (2000) e Rumori et al. (2004) nei Monti Livornesi (Gabbro, Monte Carvoli, Poggio Corbolone e Monte Maggiore); essendo privo di un contenuto fossilifero il secondo non è invece inquadrabile con certezza dal punto di vista geologico (appartiene al *Flysch ad Helminthoidea* della Liguria?). Tra gli elementi strutturali delle Secche della Meloria è da ricordare anche la faglia diretta che ne segue il ciglio meridionale con andamento SO-NE. Tale faglia, che può essere stata responsabile di terremoti di moderata intensità, è oggi da considerarsi non più attiva perché sigillata dai depositi recenti.

L'Isola di Gorgona

Gorgona, l'isola più settentrionale dell'Arcipelago Toscano ($43^{\circ}25'37''$ di latitudine nord e $9^{\circ}53'42''$ di longitudine est), ha una superficie di $2,23 \text{ km}^2$ e raggiunge la quota massima di 255 m a Punta Gorgona. Essa è costituita da due unità separate da una zona di taglio cataclastico-milonitica nord-est vergente (contatto tectonico): quella metasedimentaria (Calcescisti di Punta Gorgona e Metareniti di Cala di Pancia del Giurassico-Cretacico), che ne occupa la maggior parte (Fig. 6) e quella ofiolitica (Serpentiniti di Cala Maestra e Metabasiti di Punta Maestra). L'assetto strutturale interno è particolarmente chiaro nella prima unità, dove sono riconoscibili tre fasi deformative duttili e sovrapposte; nella seconda, invece, è possibile evidenziare solo due eventi plicativi sovrapposti. Da notare, inoltre, sono le strette analogie tra l'Unità Metasedimentaria e gli *Schistes Lustrès* delle Alpi Marittime e della Corsica, nonché quelle tra l'Unità Ofiolitica e le unità oceaniche in Scisti Blu, tipo Montenotte. Sull'argomento si ricorda che a Cala Maestra, lungo la superficie di contatto tra i serpentinoscisti del "piccolo rombo di nord-est" (III in Fig. 6) e la lente di calcescisti del "grande

rombo di sud-ovest" (II in Fig. 6), è stato rinvenuto (Bracci et al., 1990) in perfetta concordanza un livello (spessore circa 10 cm) formato da anfibolo blu in cristalli fortemente allungati e orientati secondo la scistosità (in questo caso la giacitura del minerale appare legata al processo metamorfico e non a manifestazioni tardive, sebbene cristalli di anfibolo blu sono presenti anche all'interno di vene di calcite); anche se in modo più sporadico e limitato, tali cristalli sono segnalati ancora in condizioni analoghe presso Cala dello Scalo (Torre Nuova). Queste osservazioni portano ad escludere che l'Unità Metasedimentaria rappresenti l'originaria copertura stratigrafica dell'Unità Ofiolitica, mentre la loro associazione tettonica suggerisce relazioni con situazioni riscontrabili in altri settori alpini dove il metamorfismo ha raggiunto un alto gradiente di pressione in corrispondenza di un basso gradiente di temperatura.

I dati geologici evidenziati portano a considerare l'Isola di Gorgona come "un affioramento" della

Catena Alpina posto al margine della piattaforma continentale della Toscana.

La costa livornese

Lazzarotto et al. (1990) hanno effettuato un accurato studio geologico e geomorfologico sia della parte settentrionale dei Monti Livornesi, sia delle colline e dei terrazzi che li orlano verso nord, nord-ovest e nord-est. Seguendo la carta geologica (scala 1: 25000) da loro prodotta, la fascia litoranea compresa tra Bocca d'Arno e le prime strutture del porto di Livorno è costituita da depositi sabbiosi dell'Olocene. Proseguendo verso sud fino ad Antignano si ritrovano, invece, depositi calcarei (panchina) che partecipano al Terrazzo II del Pleistocene Superiore su cui è stata edificata gran parte della città. Per evidenziare le caratteristiche di questi depositi, si ricordano due sezioni stratigrafiche (Fig. 7) venute alla luce durante lo scavo per un bacino di carenaggio poco ad est della Torre del Fanale (Barsotti et al., 1974):

sez. 1. A - argille sabbiose ad *Arctica islandica* attribuibili al Pleistocene Inferiore (Calabria, Santeriano *pars* - Emiliano *pars* secondo Giannelli et al., 1982); **cp** - primo livello di panchina, della potenza di 1,50 m, contenente nel tratto basale resti fossili di molluschi ("ospiti caldi" del Tirreniano tra cui *Persististrombus latu*s - più noto con il nome di *Strombus bubonius* - e *Conus testudinarius*) oggi viventi nelle acque calde del Senegal. Tale livello, trasgressivo sulle argille sottostanti, corrisponde al massimo sollevamento marino del Pleistocene Superiore, quello legato al MIS 5e (Mazzanti, 2008, Mazzanti e Mazzei, 2015); **sa** - strato di sabbia argillosa gialla, dello spessore di circa 40 cm (alla sua base è sovente riconoscibile il livello 1 costituito da limo color verde chiaro), con fossili di piccole dimensioni; **at** - strato di argilla torbosa nera, spesso 15-30 cm, con gasteropodi di acqua dolce e terrestri. Tale strato ha base e tetto ondulato; **p** - secondo livello di panchina (calcarenite ocra-bruna), circa 1 m spesso e pressoché privo di fossili, caratterizzato nella parte inferiore da due sottili livelli ad andamento molto regolare (il più basso è dotato alla base di contro-impronte lineari); **a** - strato di argilla debolmente sabbiosa, dello spessore di circa 50 cm, con molluschi marini;

sezione 2. Rispetto alla precedente sezione si ritrovano depositi all'interno di un catino formato

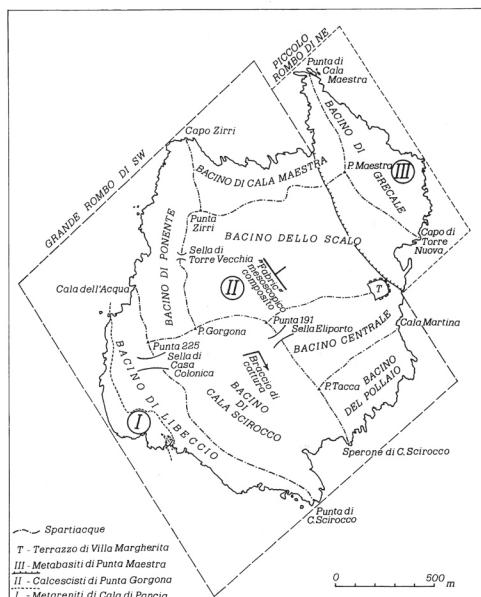


Figura 6 – Forma planimetrica dell’Isola di Gorgona (da Capponi et al., 1990) con la distinzione dei bacini idrografici e dei complessi litologico-strutturali (Unità Metasedimentaria nel “grande rombo di sud-ovest” e Unità Ofsiolitica nel “piccolo rombo di nord-est”).

nel primo livello di panchina. Tali depositi sono rappresentati da: **tl** - sabbia grigia, ricchissima di lamine di *P. oceanica*, dello spessore di circa 1 m e con alla base ciottoli di varia natura e frammenti di panchina; **sl** - fitta alternanza di sottili livelli argilloso-sabbiosi grigi e di altrettanto sottili lamine nere composte da frammenti vegetali e resti di *P. oceanica*.

Seguendo i dati di Federici e Mazzanti (1995) (in proposito si vedano anche Boschian et al., 2006; Mazzanti, 2008; Mazzanti e Mazzei, 2015) nelle due sezioni sono rappresentati due cicli sedimentari marini del Pleistocene Superiore, il Tirreniano I e il Tirreniano II, da collegarsi rispettivamente al MIS 5e e al MIS 5c di Shackleton (1967, 1969). Su questa base l'escavazione del catino, riscontrata nella sezione 2, corrisponde alla fase regressiva del primo ciclo che culmina con il MIS 5d (intorno a 110000 anni fa). Da notare ancora che il suo riempimento, con numerose lamine di *P. oceanica*, testimonia il forte sviluppo di praterie nell'area durante il substadio caldo di 126000 anni fa.

Riprendendo la lettura della carta di Lazzarotto et al. (1990), dopo Antignano la costa diviene più alta; per un tratto minimo, in corrispondenza della Villa Carolina, è costituita dal Calcare di Rosignano del Miocene Superiore (la sua deposizione messiniana precede di poco quella evaporitica, data iniziare in tutto il Bacino Mediterraneo a $5,96 \pm 0,02$ milioni di anni fa) mentre in seguito, fino al Botro Maroccone, dal Complesso Alloctono Inferiore (Dominio Ligure-Piemontese) del Cretacico Superiore (Formazione di Antignano, 85-70 Ma) e del Paleocene-Eocene Medio (Formazione di Poggio San Quirico e Arenarie di Sassorosso, 65-50 Ma; rispettivamente 2a e 2b in Fig. 8). Ancora più a sud, fino alla piccola Spiaggia del Leone, si incontra poi la formazione arenacea Macigno (tetto del Dominio Toscano-Umbro) dell'Oligocene Superiore-Miocene Inferiore (25-20 Ma; 1a e 1b in Fig. 8) e in giacitura sottostante rispetto alle formazioni del Complesso Alloctono Inferiore. La falesia continua nella stessa direzione con i maestosi dirupi delle ofioliti (serpentiniti - 4a in Fig. 9 -, gabbri e plagiograniti - 4b in Fig. 8 -, basalti - 4c in Fig. 8-) di Castel Sonnino e, tra il Rogiolo di Quercianella e il Promontorio di Castiglioncello, con i Diaspri del Giurassico Superiore (160-150 Ma; 4d in Fig. 8), che si immergono sotto alle Calcilutiti a *Calpionella* (140 Ma; 4e in

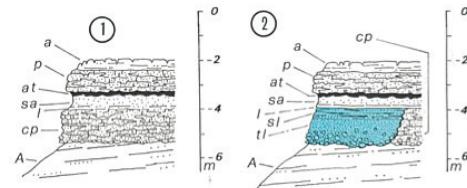


Figura 7 – Successioni stratigrafiche riconosciute da Barsotti et al. (1974) in prossimità della Torre del Fanale nel porto di Livorno. Tali successioni non sono più osservabili perché dopo l'apertura del bacino di carenaggio sono state sommerse dal mare.

Fig. 8) e alle Argilliti e calcari silicei Palombini (140-120 Ma; 4f in Fig. 8) del Cretacico Inferiore (Complesso Alloctono Superiore).

La parte più antica del Dominio Ligure-Piemontese, rappresentata da ofioliti alla base e da Argilliti e calcari silicei Palombini al tetto, si è originata al fondo dell'Oceano Tetide. Questo oceano, sviluppatosi tra la Laurasia e il Gondwana durante il Giurassico come prolungamento occidentale del Golfo Tethys (Figg. 9 e 10), ridusse il suo areale prima per l'individuazione cretacica

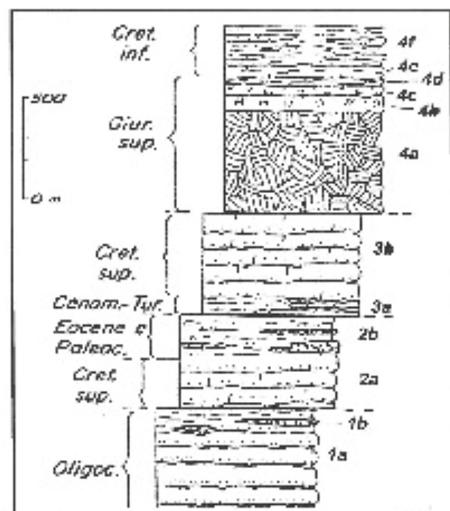


Figura 8 – Relazione tra il Macigno (tetto del Dominio Toscano-Umbro) e i complessi (inferiore, intermedio e superiore) del Dominio Ligure-Piemontese, osservabile nella fascia costiera livornese.



Figura 9 – Nel Triassico si aprì, tra Laurasia e Gondwana, un golfo che dette origine all’Oceano Tetide.

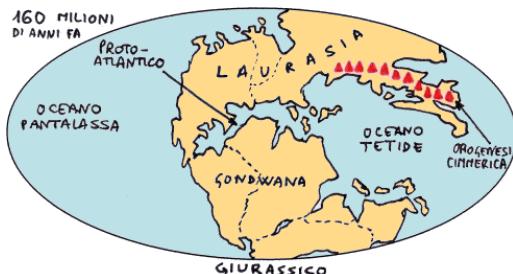
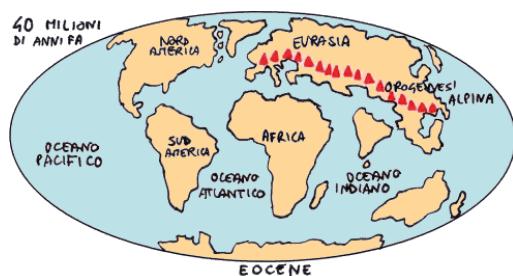


Figura 10 – Sviluppo dell’Oceano Tetide durante il Giurassico.

Figura 11 – Con la completa individuazione dell’Atlantico avvenuta nel Cretacico l’Oceano Tetide ridusse il suo areale tra l’Eurasia e l’Africa e nell’Eocene superiore assunse questo aspetto.



dell’Atlantico e poi per lo sviluppo dell’Orogenesi Alpida fino all’Eocene medio-superiore (Fig. 11). Come evidenziato dall’età delle formazioni (il tetto del Complesso Alloctono Inferiore - 2b in Fig. 8 - è più recente del sovrastante letto del Complesso Alloctono Intermedio - 3a in Fig. 8 -, mentre il tetto di quest’ultimo - 3b in Fig. 8 - è più recente del letto - 4a in Fig. 8 - del Complesso Alloctono Superiore; infine, il tetto del Macigno - 1b in Fig. 8 - è più recente di tutti i complessi del Dominio Ligure ad esso sovrapposti), la loro giacitura nei Monti Livornesi e lungo il litorale tra Antignano e la Punta di Castiglioncello non è da considerarsi originaria bensì il risultato di accavallamenti e laminazioni tettoniche dovute alle fasi orogenetiche alpidiche (85-45 Ma) nelle sezioni alpine e appenniniche (si veda anche in figura 12).

Da rilevare che lungo la falesia poco a nord di Castiglioncello (località Buca dei Corvi) affiora anche uno strato di panchina caratterizzato alla base dalla presenza di “ospiti caldi” (Blanc, 1953; Ottman, 1954; Mazzanti e Parea, 1977; Bartolletti et al., 1986; Bossio et al., 1993). Tale strato,

appartenente alle Calcarenti sabbiose di Castiglioncello, giace in trasgressione sopra le rocce del Complesso ofiolitico ed è seguito verso l’alto da uno strato arenaceo riferibile alle Sabbie di Donoratico.

Quest’ultima formazione, di colore arancio e con laminazioni incrociate riconducibili ad ambienti di spiaggia emersa e di duna, è dagli autori considerata in prevalenza di origine eolica; la sua continentalità, in ogni caso, è attestata dal ritrovamento di un frammento di difesa elefantina e di impronte di capridi e bovidi nei dintorni di Castiglioncello, nonché da quello di industrie del Musteriano in aree più meridionali. Mazzanti e Mazzei (2015) mettono in relazione la deposizione dell’unità con il clima arido e freddo del MIS 4 (tra 70000 e 50000 anni fa).

Breve riepilogo e considerazioni conclusive

Sulla presenza di depositi del Pleistocene

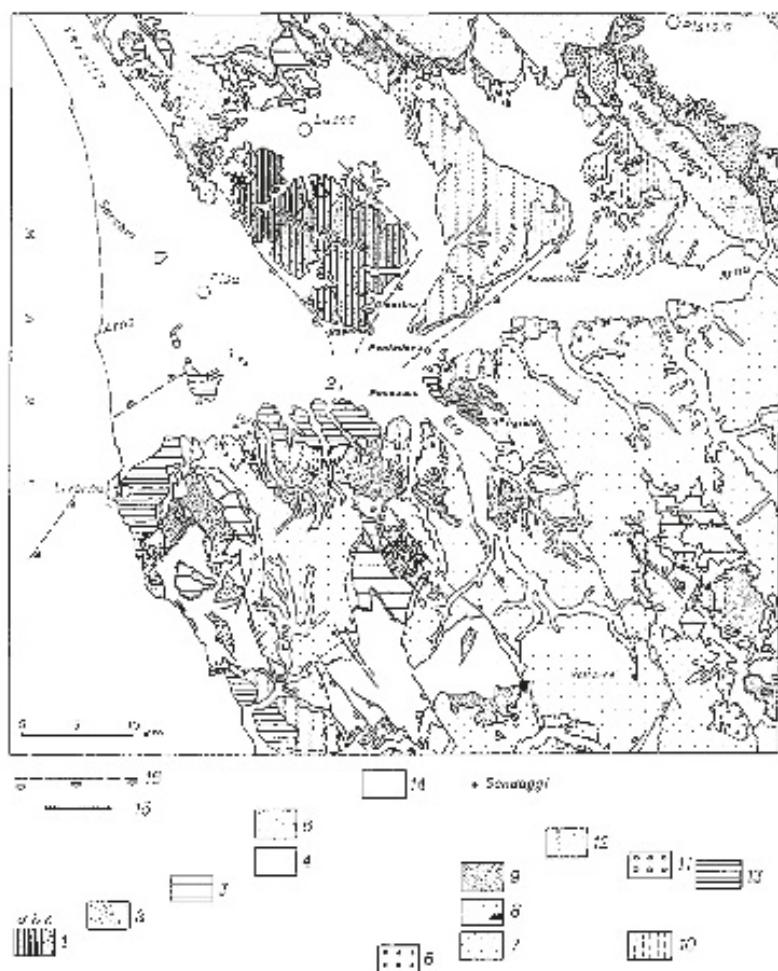


Figura 12 – Carta geologica schematica della parte nord-occidentale della Toscana (da Dini e Mazzanti, 2004).

1 - Formazioni del Dominio Toscano: a - Unità di M. Serra, b - Unità di S. Maria del Giudice, c - Unità non metamorfica; 2 - Complesso Alloctono Inferiore (Cretacico Superiore - Paleocene); 3 - Flysch di Monteverdi Marittimo e di Montaione, loro complessi di base e olistoliti (Cretacico Superiore); 4 - Complesso ofiolitifero e delle Argille a "Palombini" (Giurassico Superiore-Cretacico Inferiore); 5 - Formazione tipo Lanciaia (Paleocene - Eocene Inferiore) e tipo Arenaria di Montecatini (Cretacico Superiore); 6 - Arenaria di Ponsano (Serravalliano-Tortoniano inferiore); 7 - Successione stratigrafica del Miocene Superiore; 8 - Successione stratigrafica del Pliocene Inferiore e Medio (in nero le magmatiti di Orciatico e di Montecatini Val di Cecina); 9 - Pleistocene Inferiore marino; 10 - Formazione di Mastromarco (Villafranchiano medio-superiore); 11 - Conglomerati di Montecarlo; 12 - Formazione di Casa Poggio ai Lecci (Pleistocene Medio); 13 - Sabbie e "Panchine" del Pleistocene Superiore; 14 - Depositi alluvionali dell'Olocene; 15 - Sovrascorrimenti; 16 - Faglie di distensione; * Perforazioni profonde: 1 - Poggio, 2 - Zannone, 3 - Pontedera, 4 - Cappuccini.

Superiore alle Secche della Meloria e sulla loro morfologia si evidenzia quanto segue:

1. gli strati di panchina alle secche corrispondono con tutta probabilità a quelli documentati da Barsotti et al. (1974) alla vicina Torre del Fanale e appartenenti ai cicli Tirreniano I e Tirreniano II del Pleistocene Superiore; fra l'altro, essi hanno anche una latitudine e una profondità confrontabili. Tenendo presente il collegamento del primo e del secondo ciclo, rispettivamente al MIS 5e e al MIS 5c, risulta implicito legare l'origine dei catini sulla Panchina I al MIS 5d e, quindi, farla risalire a circa 110000 anni fa. Con lo stesso criterio, gli eventuali catini riguardanti la Panchina II sono da mettere in relazione con il MIS 5b per cui la loro formazione è da piazzare a circa 90000 anni fa;
2. i resti fossili recuperati in un dragaggio alla Meloria da Segre (1955) e quelli ritrovati nelle Sabbie di Donoratico dei dintorni di Castiglioncello mostrano forti somiglianze. Ciò invita a sostenere che tra 70000 e 50000 anni fa le secche erano interamente emerse e ricoperte dal deposito eolico;
3. se mettiamo a confronto la carta batimetrica di figura 3 con la curva di risalita del Mar Tirreno proposta da Alessio et al. (1996) per gli ultimi 10000 anni, è possibile constatare "quando" l'area della Meloria è tornata ad essere costa della Toscana e, di conseguenza, "quando" si sono nuovamente proposte condizioni favorevoli alla formazione di catini. E' evidente che questi ultimi hanno potuto originarsi nell'Olocene perché durante la continentalizzazione del periodo glaciale si è verificata l'erosione dei depositi soprastanti gli strati di panchina.

Sul riconoscimento delle rocce, che nei fondali delle secche sottostanno alla Panchina I, si sottolinea quanto segue:

1. nei fondali poco a sud-ovest e a ovest-sudovest della Torre storica (quelli compresi fra le isobate -20 e -50 m che identificano l'areale delle secche) sono state documentate rispettivamente rocce delle Unità Metamorfiche Toscane e rocce del Complesso portatore di ofioliti;
2. alla Ciabatta, a sud dell'Alto di Libeccio, uno dei due campioni di roccia raccolti a 46 m di profondità è risultato confrontabile con le

serpentiniti delle Liguridi interne affioranti nei Monti Livornesi;

3. nei Monti Livornesi e lungo il litorale tra Antignano e la Punta di Castiglioncello affiorano rocce, appartenenti ai complessi alloctoni, le quali mostrano una giacitura conseguente alle fasi orogenetiche subite;
4. lungo la costa livornese le Calcarenti sabbiose di Castiglioncello (Panchina I) sormontano in discordanza termini diversi; ad esempio, alla Torre del Fanale la trasgressione è stata documentata sulle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* del Pleistocene Inferiore, mentre alla Buca dei Corvi è osservabile sulle ofioliti del Complesso Alloctono Superiore. Nelle aree poco ad est di Livorno fino alle Colline Pisane i depositi sabbiosi e calcarenitici del Pleistocene Superiore giacciono sia sulla continentale Formazione di Casa Poggio ai Lecci del Pleistocene Medio, sia sui depositi marini del Pleistocene Inferiore (Fig. 12).
5. al margine della piattaforma continentale toscana l'Isola di Gorgona mostra una prevalente Unità Metasedimentaria, paragonabile agli *Schistes Lustrès* delle Alpi Marittime e della Corsica, che giace in contatto tettonico al di sotto di un'Unità Ofiolitica attribuibile al Dominio Ligure-Piemontese.

Purtroppo, anche attraverso i dati raccolti nelle aree circostanti le secche non risulta possibile stabilire con certezza le rocce che si ritrovano al di sotto della panchina ma solo di ipotizzarle; pur restando in questo ambito, comunque, il Complesso portatore di ofioliti e i depositi argilloso-sabbiosi del Pleistocene Inferiore rappresentano il substrato geologico più probabile.

Bibliografia

- [1] AIELLO E.. BARTOLINI C., GABBANI G., MAZZANTI R., PRANZINI E., VACCARI G. (1982) - *Morfologia e geologia delle Secche di Vada (provincia di Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., 100, 339-368.
- [2] ALESSIO M., ALLEGRI L., ANTONIOLI F., BELLUOMINI G., IMPROTA S., MANDRA L., PREITE M. (1996) - *La curva di risalita del mare Tirreno negli ultimi 43 Ka ricavata da datazioni su speleotemi sommersi e dati archeologici*. Mem. Descr. Servizio Geologico Nazionale, 52, 235-256.

- [3] ARINGOLI D., COLTORTI M., D'OREFICE M., DRAMIS F., FEDERICI P.R., FORESI L.M., GRACIOTTI R., IOTTI A., MOLIN P., MORETTI S., PAPPALARDO M., PIERANTONI P.P., PIERUCCINI P., RIBOLINI A., TARCHIANI U. (2009) - *Carta geomorfologica dell'Arcipelago Toscano*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., 86, 7-107.
- [5] BACCI G., BADINO G., LODI E., ROSSI L. (1969) - *Biologia delle Secche della Meloria. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento*. Boll. Pesca Piscic. Idrobiol., 24, 5-30.
- [6] BARSOTTI G., FEDERICI P. R., GIANNELLI L., MAZZANTI R., SALVATORINI G. (1974) - *Studio del Quaternario livomese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 425-495.
- [7] BARTOLETTI E., BOSSIO A., ESTEBAN M., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANESI G., SQUARCI P. (1986) - *Studio geologico del territorio comunale di Rosignano Marittimo in relazione alla carta geologica alla scala 1:25000*. Suppl. 1 Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 6, 33-127.
- [8] BARTOLE R., TORELLI L., MATTEI G., PEIS D., BRANCOLINI G. (1991) - *Assetto stratigrafico-strutturale del Tirreno Settentrionale: stato dell'arte*. Studi geol. Camerti, 1, 115-140.
- [9] BIAGI F., GAMBACCINI S., ZAZZETTA M. (1998) - *Secche della Meloria: la fauna ittica dei "catini"*. Biol. Mar. Medit., 5 (1): 614-617.
- [10] BICCHIELLI P., DELL'OMO F., MAZZANTI R., MAZZEI R., SCARDIGLI D., VANNINI M. (2010) - *Uno sguardo alle Secche di Vada. Codice Armonico*, Edizioni ETS, 209-223.
- [11] BIGI G., COSENTINO D., PAROTTO M., SARTORI R., SCANDONE P. (1992) - *Structural Model of Italy, Scala 1:500000*. CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica.
- BLANC A.A. (1953) - *Plage Thirrhénienne et dunes fossiles de la Buca dei Corvi (Castiglioncello)*. IVème Congrès International pour l'étude du Quaternaire, Roma-Pisa.
- [12] BOSCHIAN G., BOSSIO A., DALL'ANTONIA B., MAZZANTI R. (2006) - *Il Quaternario della Toscana Costiera*. Studi costieri, 12, 3-207.
- [13] BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (1993) - *Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del Neautoctono toscana*. Mem. Soc. Geol. It., 49, 17-98.
- [14] BRACCI G., GUELFI F., ORLANDI P. (1990) - *Minerali dell'Isola di Gorgona*. Suppl. 2 Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 11, 139-143.
- [15] CAPPONI G., GIAMMARINO D., MAZZANTI R. (1990) - *Geologia e morfologia dell'Isola di Gorgona*. Suppl. 2 Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 11, 115-137.
- [16] CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., DISPERATI L., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., TAVARNELLI E. (1995) - *Relazioni tra il Bacino Balearico, il Tirreno Settentrionale e l'evoluzione neogenica dell'Appennino Settentrionale*. Studi Geol. Camerti, 1, 255-268.
- [17] CARMIGNANI L., LAZZAROTTO A. (2004) - *Schema delle unità stratigrafiche e strutturali. In Carta geologica della Toscana*. Regione Toscana-Servizio Geologico.
- [18] CINELLI F., PARDI G., PAPI I., BENEDETTI-CECCHI L. (1995) - *Mappatura delle praterie di Posidonia oceanica (L.) Delile intorno alle isole minori dell'Arcipelago Toscano*. Atti Soc. It. Sc. Nat., Mem., Serie A, 52 Suppl., 93-104.
- [19] DE BIASI A. (1999) - *Biologia delle Secche della Meloria: caratterizzazione bionomica lungo tre transetti pilota*. Biol. Mar. Medit., 6 (1): 372-375.
- [20] DE BIASI A.M., GAIF. (2000) - *I "catini" delle Secche della Meloria, Carta dei fondali*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Serie B, 107, 63-69.
- [21] DE BIASI A. M., GAI F., VANNUCCI A. (1999) - *Biologia delle Secche della Meloria: considerazioni sull'ecologia di Caulerpa racemosa (Forsskål) J. Agardh*. Biol. Mar. Medit., 6 (1), 376-378.
- [22] DE BIASI A. M., FALDELLONI A., PAGGIARDI L., PIAZZI L. (2010) - *I popolamenti di substrato duro delle pareti dei catini delle Secche della Meloria (Mar Ligure Meridionale)*. Codice Armonico, Edizioni ETS, 288-292.
- [23] DINI M., MAZZANTI R. (2004) - *Cerbaie-Montecarlo. La Geomorfologia*. In *Le Cerbaie. La Natura e la Storia*. Edizioni Pacini, 11-27.
- [24] GALOPPINI R., LETTA C., MAZZANTI R., TADDEI M., TESSARI R., VARESINI L. (1994) - *Possibilità di misura di antichi livelli del mare nel litorale tra le foci dei fiumi Arno e Fine in Toscana*. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, 52, 279-292.
- [25] FANCELLI GALLETTI M. L. (1974) - *Analisi pollinica dei sedimenti sovrastanti la panchina tirreniana di Torre del Fanale in Livorno*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Serie A, 81, 222-226.
- [26] FIERR0 G., MIGLIETTA F., PIACENTINO

- G.B. (1969) - *Biologia delle Secche della Meloria. HI- I sedimenti superficiali delle secche e delle aree limitrofe dalla foce dell'Arno a punta Fortullino.* Boll. Pesca Piscic. Idrobiol., 24, 2, 115-149.
- [27] FORSYTH MAJOR C.J. (1882) - *L'origine della fauna delle nostre isole.* In Proc. verb. Soc. tosc. sc. natur., Pisa.
- [28] FORSYTH MAJOR C.J. (1883) - *Die Tyrrhenis.* In Kosmos, VII, Lipsia.
- [29] HOTTMAN F. (1954) - *Le Quaternaire dans la region de Quercianella-Rosignano (Livorno).* Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., A, 61, 39-45.
- [30] ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARI-NA (1999) - *Catalogo generale delle carte e delle pubblicazioni nautiche.* Divisione Editoriale Istituto Idrografico della Marina, Genova, 93 pp.
- [31] LAZZAROTTO A., LIOTTA D., PASCUCCI V., TORELLI L. (1995) - *Le sequenze sedimentarie neogenico-quaternarie nella piattaforma del Tirreno Settentrionale.* Studi Geol. Camerti, 1, 499-507.
- [32] LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NENCI- NI C. (1990) - *Geologia e morfologia dei comuni di Livorno e Collesalvetti.* Suppl. 2, Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 11, 1-85.
- [33] MARRONI M. (1990) - *Le ofioliti di Poggio Caprone nei Monti Livornesi.* Suppl. 2, Quad. Mus. St. Nat. Livorno, 11, 87-93.
- [34] MAZZANTI R. (2008) - *Elementi per la storia del clima in Toscana dal Miocene all'Olocene.* Felici Editore, Ghezzano (PI), 5-140.
- [35] MAZZANTI R., MAZZEI R. (2015) - *Le oscillazioni quaternarie del livello marino e la loro influenza sui territori della Maremma Toscana e delle isole.* Vol. del Dipartimento di Scienze FTA dell'Università di Siena, Edizioni Cantagalli Siena.
- [36] MAZZANTI R., PAREA G.C. (1977) - *Erosione della Panchina sui litorali di Livorno e di Rosignano.* Boll. Soc. Geol. It., 96, 457-489.
- [37] MAZZANTI R., PASQUINUCCI M., SAL- GHETTI DRIOLI U. (1984) - *Il sistema secche della Meloria - Porto Pisano: Geomorfologia e biologia marina in relazione ai reperti archeologici. 1284 L'anno della Meloria,* ETS Editrice, Pisa, 7-54.
- [38] MORELLI M., ORTIL., PANDELI E., PRIN- CIPI G. (2002) - *Geological map of Gorgona.* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze e Istituto Geofisico Toscano.
- [39] ORTIL., MORELLI M., PANDELI E. PRIN- CIPI G. (2002) - *New geological data from Gorgona Island (Northern Tyrrhenian Sea).* Ofioliti, 27 (2), 133-144.
- [40] PERTUSATI P.C., RAGGI G., RICCI C.A., DURANTI S., PALMIERI R. (1993) - *Evoluzione postcollisionale dell'Elba centro-orientale.* Mem. Soc. Geol. It., 49, 297-312.
- [41] SHACKLETON N.J. (1967) - *Oxygen isotope analyses and Pleistocene temperatures re-assessed.* Nature, 215, 15-17.
- [42] SHACKLETON N.J. (1969) - *The last interglacial in the marine and terrestrial records.* Proc. Roy. Soc., 174, 135-154.
- [43] TONGIORGI E., TREVISAN L. (1957) - *La Tirrenide.* Scientia, 51, 1-5.

Il re del trasformismo

Gianni Neto¹

Un animale marino noto a tutti, anche a chi di mare ne sa ben poco e l'unico rapporto con le specie marine lo ha sul bancone del pescivendolo. Un animale dall'aspetto inconsueto e inconfondibile. Stiamo parlando del Polpo, attenzione, non del Polipo come spesso si sente dire, e ancor peggio si legge, quando ci si riferisce a questo mollusco. Se la differenza grammaticale è sottile, solo una vocale, non altrettanto si può dire della diversità su base sistematica, il polipo (dal greco *polys-pous* = molti piedi), infatti, è il nome con il quale vengono identificati i singoli individui ad esempio di una colonia di corallo rosso, di gorgonia, di alcionario, ma anche l'anemone è un polipo, e pure le meduse hanno una fase polipoide, insomma siamo nel gruppo dei Cnidari, o Celenterati, che nulla hanno a che fare con il nostro polpo, che è un mollusco Cefalopode. La classe dei cefalopodi, parola derivata dal greco la cui traduzione significa "testa e zampe unite", nel corso della sua evoluzione, ha privilegiato lo sviluppo del cervello a discapito del corpo, che risulta, quindi, costituito solo da una enorme testa con grandi occhi, a cui è collegata una sacca che contiene gli organi interni, e da otto braccia (da cui il genere *Octopus*). Ma conosciamo meglio questo simpatico animale. La testa, di grosse dimensioni, lascia supporre la presenza di un cervello abbastanza sviluppato, così come lo è il sistema nervoso. Gli occhi, grandi e dotati di una straordinaria capacità visiva, soprattutto nelle tenebre notturne, sono sempre attenti e vigili, pronti ad identificare chiunque, potenziale preda o predatore, entri nel loro campo visivo. Dal corpo partono otto tentacoli, tutti della medesima lunghezza, uniti fra loro da una membrana, ogni tentacolo è provvisto di una doppia fila di ventose. Questa è la principale caratteristica che lo distingue dai Moscardini (*Eledone* spp.), provvisti di otto tentacoli con una sola fila di ventose. Nella parte inferiore, proprio al centro del corpo, si trova la bocca, munita di un robusto becco corneo utilizzato per rompere gusci di conchiglie e il carapace

dei crostacei dei quali si nutre. Durante gli spostamenti, in genere, cammina sul fondo servendosi dei lunghi tentacoli, ma se viene sorpreso da un predatore è in grado di spostarsi rapidamente espellendo con forza l'acqua attraverso il sifone, lanciando contemporaneamente una nuvola d'inchiostro nero per confondere il nemico. Come ultima risorsa è in grado di lasciare uno o più tentacoli in bocca ad una murena, o ad una cernia, e fuggire mutilato, ma con la certezza che i tentacoli recisi ricresceranno rapidamente. Ma la caratteristica più stupefacente, che chiunque può osservare direttamente, è la straordinaria capacità di cambiare il colore e la forma della pelle, tutto in pochi secondi. Il cambiamento di colore è indice dello stato d'animo dell'animale, da questo possiamo capire se è spaventato o irritato ad esempio, mentre l'aumento dei tubercoli presenti sul mantello, oltre ad una funzione mimetica, sono tipici del cosiddetto atteggiamento terrifico che assume per spaventare i potenziali predatori. Considerato il più "intelligente" fra gli invertebrati, il polpo si riproduce sessualmente verso la fine dell'inverno. Dopo l'accoppiamento, che avviene con l'introduzione, da parte del maschio, di un tentacolo modificato (ectocotile), nella cavità palleale della femmina, questa depone le uova racchiuse in lunghi cordoni gelatinosi fissati alle pareti della tana. Da quel momento non le abbandonerà più fino alla schiusa. In questo periodo, che varia dai 30 ai 60 giorni, essa non si nutre, arrivando a perdere una buona parte del peso corporeo, e spesso questo ne causa la morte. Il polpo può superare i 10 kg di peso, e raggiungere la lunghezza di oltre un metro, a volte viene confuso con la Polpessa (*Octopus macropus*), un cefalopode dalle abitudini notturne, più piccolo, caratterizzato da una livrea rossiccia e punteggiata di bianco.

gli autori

¹ <http://www.gianninetto.it/>



L'evoluzione umana raccontata nei musei: un aggiornamento necessario

Emiliano Carnieri¹

Parole chiave: Evoluzione umana, Razzismo, DNA fossile, Fondi comunitari

Nel corso degli ultimi anni l'insegnamento dell'evoluzione e della variabilità umana nelle Scuole Primarie e Secondarie ha subito un ridimensionamento evidente. Diverse sono le cause di questa scelta operata dal MIUR. Le conseguenze possono essere estremamente negative, specialmente in un momento storico come quello attuale, nel quale si stanno verificando importanti fenomeni migratori. I musei scientifici rappresentano un fondamentale supporto per aumentare il livello di conoscenza nel settore dell'antropologia e della paleoantropologia sia nelle scuole che nell'opinione pubblica, anche attraverso l'ausilio delle nuove tecnologie informatiche. Viene analizzato il caso del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno e della Sala dell'Uomo.

In recent years the teaching of evolution and human variability in Primary and Secondary Schools suffered an apparent reduction. There are several reasons for this choice made by the Ministry of Education. The consequences can be extremely negative, especially in a time like the present, characterized by major migratory phenomena. Scientific museums represent a fundamental support to increase the level of knowledge in anthropology and paleoanthropology field both in schools and in public opinion, including through the use of new technologies. It analyzes the case of the Museum of Natural History of the Mediterranean in Livorno and the Human Evolution Hall.

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni l'insegnamento dell'origine ed evoluzione dell'uomo nelle Scuole Primarie e Secondarie ha subito un ridimensionamento evidente [1]. Attualmente, la preistoria viene affrontata nel corso del terzo anno della Scuola Primaria nell'ambito dei programmi di Storia e Scienze. In essi si affrontano alcuni aspetti di Antropologia fisica, con l'illustrazione delle caratteristiche anatomiche delle specie di primati filogeneticamente più vicini alla specie umana, la comparsa dei primi ominini e l'origine del bipedismo, l'evoluzione del genere *Homo* con la descrizione dell'origine e dello sviluppo della Cultura, le strategie di sopravvivenza e l'origine di comportamenti astratti e complessi come la sepoltura dei defunti e la nascita dell'arte e di forme di spiritualità. I libri di testo dedicano poche pagine a 7 milioni di storia evolutiva, ignorando quasi del tutto le importanti scoperte del settore avvenute negli ultimi 20

anni. Altra carenza importante, che si riscontra nei programmi scolastici e che ha conseguenze negative a livello culturale e sociale, riguarda lo studio della variabilità genetica e fenotipica nella nostra specie, che ha definitivamente negato qualsiasi fondamento scientifico al razzismo. In una fase storica come quella che stiamo vivendo, con importanti flussi migratori che coinvolgono l'Italia e l'Europa e conseguentemente con l'aumento di posizioni politiche e di atteggiamenti xenofobi e razzisti nei cittadini, lo sviluppo di una consapevolezza dell'unicità della specie umana e

gli autori

¹ Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese.
Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, via Roma n. 234 – 57127 Livorno.
e-mail: carnieriemiliano@gmail.com

del valore e dell'importanza della diversità costituisce l'unica antidoto possibile al razzismo. L'urgenza di interventi in questo ambito è sottolineata da studi qualificati di settore, nei quali si evidenzia che l'Italia è un Paese tra i più razzisti in Europa. Purtroppo nella scuola dell'obbligo si studia l'evoluzione e la diversità umana come la studiavano gli alunni di 30 anni fa. Il motivo di questa idiosincrasia dell'Istruzione italiana nei confronti delle nostre origini ed evoluzione biologica è sostanzialmente dovuto ai seguenti fattori:

1. esiste una strisciante e più o meno nascosta opposizione all'insegnamento dell'Evoluzione nelle scuole da parte del Ministero dovuta a motivi esclusivamente ideologici/religiosi [1];
2. i docenti delle primarie (prevalentemente di Storia) che insegnano l'evoluzione umana non hanno una preparazione scientifica approfondita, per cui riportano prevalentemente in maniera acritica quello che è scritto nei libri di testo, senza verificare se esista la necessità di un aggiornamento (anche personale attraverso la lettura di buoni libri divulgativi sull'argomento);
3. difficoltà e disinteresse delle case editrici a produrre testi aggiornati sugli argomenti;
4. poco spazio dedicato al tema dai mass-media, dalle riviste e trasmissioni scientifico divulgative.

Per quanto riportato sopra la funzione di una istituzione scientifica, come quella costituita dai Musei di Storia Naturale e da altri tipi di Musei scientifici/archeologici, dovrebbe risultare fondamentale per contrastare le difficoltà, strutturali o indotte, riscontrate nell'insegnamento dell'evoluzione umana nella scuola pubblica italiana. Tuttavia, è necessario sottolineare che, nel contesto della didattica relativa alla biologia evoluzionistica, il ruolo dei Musei non può che essere di ausilio alla didattica frontale svolta nelle classi. Naturalmente si tratta di un metodo che utilizza strumenti normalmente non disponibili nelle scuole e che fanno parte delle collezioni scientifiche; detto materiale è in parte reso fruibile ad un vasto pubblico attraverso l'allestimento di settori espositivi. Questa è la situazione che si riscontra nella maggior parte dei Musei aperti al pubblico. In alcuni casi, specialmente nelle strutture dotate anche di laboratori didattico/scientifici e di personale specializzato consente al museo

stesso una partecipazione attiva all'insegnamento delle scienze naturali in scuole di ogni ordine e grado. Nell'ambito della didattica dell'Antropologia e della Paleoantropologia la disponibilità di reperti e modelli, in parte conservati all'interno delle collezioni e in parte acquisiti allo scopo di consentire l'esecuzione di percorsi di laboratorio, integrati con i settori espositivi, permette la realizzazione di una serie di attività calibrate su studenti di diverse fasce d'età garantendo l'erogazione di un servizio di ausilio all'insegnamento dell'evoluzione umana ad una fascia di utenza molto vasta. Tuttavia, nell'attuale impostazione metodologica, specialmente per quanto riguarda l'organizzazione dei percorsi espositivi, si segnalano degli elementi di criticità, che necessitano di essere superati per consentire al Museo di continuare a svolgere efficacemente il ruolo descritto sopra. Sarà analizzato il caso dei settori espositivi del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo per evidenziare nel dettaglio la situazione e indicare eventuali soluzioni per rendere più attuali le tecniche espositive.

Materiali e metodi

Il MSNM dispone di due settori espositivi direttamente legati alle tematiche dell'evoluzione umana (la Sala dell'Uomo e la Sala dell'Uomo nel Mediterraneo, inaugurate rispettivamente nel 2002 e nel 2004) e di un altri che tratta la storia della vita sulla Terra (Sala di Geo-Paleontologia, inaugurata nel 2004). In particolare, nella prima vengono illustrate le tappe fondamentali dell'evoluzione della nostra specie attraverso calchi di fossili, diorami e una serie di strumenti litici e manufatti provenienti da vari siti localizzati in provincia di Livorno [2]. I reperti sono inseriti all'interno di un percorso di vetrine con didascalie e immagini, che forniscono informazioni su molti aspetti della vita delle diverse specie di ominini. La Sala dell'Uomo nel Mediterraneo dispone invece di una estesa collezione di reperti archeologici e di copie di strumenti litici e metallici che rappresentano testimonianze della vita di *Homo sapiens* dal Mesolitico fino agli albori dell'età storica. Due diorami presentano infine uno spaccato di vita del Neolitico e l'officina di un fabbro protostorico. L'impiego coordinato di materiali didattici (calchi di primati e ominidi) insieme con i settori

espositivi ha consentito l'elaborazione di percorsi interattivi di Antropologia, nei quali gli studenti osservano e individuano direttamente sui reperti quelle caratteristiche che sono state utilizzate dagli studiosi per definire i modelli dell'evoluzione umana. Il concetto del Laboratorio di Antropologia prevede dunque un'attività di osservazione attenta e critica da parte degli studenti che dovrebbe consentire loro di concettualizzare somiglianze e differenze tra le varie specie umane e di primati in modo da ricostruire la sequenza di cambiamenti che si è realizzata nel corso dell'evoluzione. I laboratori didattici svolgono anche l'importante funzione di poter aggiornare la divulgazione delle continue nuove scoperte che caratterizzano le ricerche sull'evoluzione della nostra specie. Tuttavia, questi risultati positivi si possono ottenere esclusivamente con gli alunni e i docenti che seguono i laboratori che costituiscono una percentuale minoritaria dei visitatori che frequentano annualmente le strutture del museo [3] (Bisconti e Carnieri, 2009). L'aggiornamento delle informazioni e delle scoperte costituisce uno dei principali elementi di criticità dei percorsi espositivi dedicati all'evoluzione umana. Ogni anno vengono effettuate sorprendenti scoperte inerenti sia il ritrovamento di nuovi fossili che nuovi dati provenienti dall'analisi del DNA fossile. In altri casi nuovi studi modificano le datazioni dei reperti già noti. Di conseguenza cambiano spesso gli scenari, le ipotesi e le ricostruzioni filogenetiche. Inserire questa sequenza di modifiche, a volte anche sostanziali, nei percorsi espositivi dei musei è estremamente complesso. La Sala dell'Uomo è stata inaugurata nel 2002. L'evoluzione umana inizia con *Orrorin tugenensis*, mentre non sono descritte due specie del Miocene superiore e individuate successivamente: *Sahelanthropus tchadensis* [4] e *Ardipithecus kababba* [5]. Nei pannelli esplicativi del percorso espositivo non sono presenti *Australopithecus sediba* [6] e *Australopithecus deyiremeda* [7], descritti rispettivamente nel 2010 e 2015. Per quanto riguarda il genere *Homo* non sono presenti nel percorso *Homo floresiensis* [8], la descrizione dei numerosi reperti di *Homo georgicus* pubblicata successivamente al 2002 [9], l'Uomo di Denisova [10], *Homo naledi* [11] e tutta la parte relativa allo studio del DNA fossile e i rapporti tra la nostra specie, i neandertaliani e i denisovan [12]. In altre parole, al percorso espositivo del Museo

di Storia Naturale del Mediterraneo mancano 13 anni di importanti scoperte e 7 specie di omini fossili scoperte in questi anni. Il Museo ha acquistato le riproduzioni di alcuni di questi esemplari, come il calvario di saelantropo e il cranio LBH1 di *Homo floresiensis*, ma non si è proceduto all'aggiornamento dell'esposizione con nuovi pannelli esplicativi (i reperti, comunque, sono esposti nella Sala dell'Uomo). Intervenire direttamente sul percorso, sostituendo i pannelli con altri aggiornati, sarebbe alquanto complesso e forse inutile. Infatti, lo spazio a disposizione non può essere aumentato (8 vetrine), mentre sarebbe necessario scrivere nuovamente tutta la parte descrittiva, con ulteriori costi per il nuovo allestimento. In più, come è noto, ogni anno o due sarebbe necessario un aggiornamento per includere le eventuali nuove scoperte nel percorso espositivo.

Un altro fattore limitante è legato alla costante riduzione di risorse finanziarie che i Governi nazionali e, conseguentemente, gli Enti Locali operano annualmente nei propri bilanci nel settore della Cultura. Molti musei, compreso il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, hanno un budget annuale al limite della sopravvivenza, per cui risulta impossibile non solo fare nuovi investimenti, ma operare la normale manutenzione delle strutture, delle esposizioni e delle collezioni. Una possibilità di finanziamento è data dai fondi comunitari indiretti, ai quali possono accedere anche le strutture museali, seppur con alcune difficoltà legate alla complessità dei bandi e alla necessità di avere personale in grado di elaborare progetti secondo gli standard europei. La Comunità Europea favorisce lo sviluppo di politiche innovative anche nel settore della Cultura e della Ricerca, per cui finanzia progetti e investimenti con una forte componente legata alle nuove tecnologie informatiche. La Provincia di Livorno è riuscita a ottenere un finanziamento di 130.000 euro, nell'ambito di un progetto del Programma Operativo Italia – Francia Marittimo 2007-2013 (Progetto Strategico PORTI, <http://www.maritimeit-fr.net>), per l'allestimento di percorsi espositivi innovativi legati alla storia e all'archeologia del Mediterraneo e per migliorare l'offerta turistica dell'area transfrontaliera (Toscana, Liguria, Sardegna e Corsica). Sono stati acquistati 3 tavoli interattivi, che sono diventati parte integrativa dei percorsi espositivi, compreso quello della sala dell'Uomo.

L'utilizzo di un tavolo interattivo permette di migliorare l'offerta espositiva. Infatti, è possibile aggiornare costantemente le informazioni, creare nuovi percorsi, tradurre i testi in più lingue senza avere bisogno di spazi ulteriori, inserire video o contributi interattivi. In altre parole si può aggiornare e arricchire la parte espositiva in maniera praticamente illimitata e a costi ridotti. Un ulteriore aspetto positivo, derivante dall'utilizzo delle nuove tecnologie nei musei, è la possibilità di interessare e coinvolgere maggiormente le nuove generazioni che utilizzano normalmente gli strumenti informatici e multimediali sia nell'attività scolastica che nel tempo libero.

Conclusioni

Il percorso espositivo multimediale, utilizzando il tavolo interattivo posizionato nella Sala dell'Uomo del museo, oltre a illustrare il percorso espositivo attuale in lingua italiana, inglese e francese, deve comprendere nuove informazioni aggiuntive e aggiornabili, che stiano al passo con il progresso delle conoscenze nelle discipline dell'antropologia e della paleontologia.

Una proposta di percorso, che aggiorni e integri quello attuale, può essere il seguente:

1. Evoluzione dei primati non umani. Questa parte, molto importante per la comprensione della storia evolutiva degli ominidi, non è attualmente presente nel percorso espositivo del Museo.
2. Lo scheletro umano: un archivio biologico. Nell'attuale percorso non sono fornite le conoscenze di base sullo scheletro, fondamentali per comprendere le trasformazioni morfologiche e gli adattamenti che sono avvenuti nel corso dell'evoluzione umana.
3. Albero evolutivo dell'uomo interattivo e aggiornabile, con schede dedicate alle singole specie e ai fossili più rappresentativi.
4. I fossili umani rinvenuti in Italia, con la descrizione dei siti e dei reperti.
5. Lo studio del Dna fossile e attuale, sia per evidenziare i rapporti tra *Homo sapiens* e le altre specie umane estinte e sia le migrazioni preistoriche.
6. La diversità umana. Storia del concetto di razza. Questa parte è fondamentale per fornire una base scientifica e culturale sulla

variabilità biologica e culturale della nostra specie per contrastare pregiudizi e il ritorno di idee e ideologie razziste.

I testi dovranno essere brevi e chiari. Nel testo ci dovranno essere collegamenti che rimandano a schede di approfondimento e con siti internet specialistici e di altri musei. Il percorso deve essere corredata di molte foto e video.

I musei scientifici sono tra le istituzioni culturali che subiscono maggiormente le restrizioni economiche causate dalla crisi finanziaria. Inoltre, in Italia la Cultura Scientifica non è mai stata una priorità nelle politiche governative, con conseguenze disastrose sia nel campo dell'economia e che nel sociale. L'analfabetismo scientifico può condizionare negativamente lo sviluppo di un intero Paese, favorendo un atteggiamento retrogrado e intollerante verso il progresso e la diversità culturale. L'utilizzo di strumenti tecnologici e informatici, con un investimento relativamente contenuto, può permettere ai musei scientifici di stare al passo con i tempi, sia nell'aggiornamento dei percorsi espositivi e sia nelle modalità di comunicazione specialmente con le nuove generazioni.

Bibliografia

- [1] Pievani T., 2007. In difesa di Darwin. Bompiani. Milano.
- [2] Mallegni F., 2002. Guida alla Sala dell'Uomo. Supplemento ai *Quad. Mus.* St. Nat. Livorno.
- [3] Bisconti M., Carnieri E., 2009. La didattica dell'Antropologia fisica presso il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno. *Quad. Mus.* St. Nat. Livorno, 22: 79-93.
- [4] Brunet, Guy, Pilbeam, Mackaye, Likius, Djimdoumalbaye, Beauvilain, Blondel, Bocherens, Boissier, De Bonis, Coppens, Dejax, Denys, Düringer, Eisenmann, Gongdibé, Fronty, Geraads, Lehmann, Lihoreau, Louchart, Adoum, Merceron, Mouchelin, Otero, Pelaez Campomanes, Ponce De Leon, Rage, Sapanet, Schuster, Sudre, Tassy, Valentini, Vignaud, Viriot, Zazzo, Zollikofer, 2002. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa, *Nature*, 418: 145-151.
- [5] Haile-Selassie Y., Suwa G., White T. D., 2004. Late Miocene Teeth from Middle Awash, Ethiopia, and Early Hominid Dental Evolution. *Science*, 303: 1503-1505.

- [6] Berger L.R., de Ruiter D. J., S. E. Churchill S. E., Schmid P., Carlson K. J., Dirks P. H. G. M., Kibii J. M., 2010. *Australopithecus sediba*: A New Species of Homo-Like Australopith from South Africa. *Science*, 328: 195–204.
- [7] HAILE-SELASSIE Y., GIBERT L., MELILLO S. M., RYAN T. M., ALENE M., DEINO A., LEVIN N. E., SCOTT G., SAYLOR B. Z., 2015. New species from Ethiopia further expands Middle Pliocene hominin diversity. *Nature*, 521: 483–488.
- [8] Brown P., Sutikna T., Morwood M. J., Soejono R. P., Jatmiko, Wayhu Saptomo E., Rokus Awe Due, 2004. A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia. *Nature*, 431: 1055–1061.
- [9] LORDKIPANIDZE D., JASHASHVILI T., VEKUA A., PONCE DE LEÓN M. S., ZOLLIKOFER C. P. E., RIGHTMIRE G. P., PONTZER H., FERRING R., OMS O., TAPPEN M., BUKHSIANIDZE M., AGUSTI J., KAHLKE R., KILADZE G., MARTINEZ-NAVARRO B., MOUSKHELISHVILI A., NIORADZE M., ROOK L., 2007. Postcranial evidence from early Homo from Dmanisi (Georgia). *Nature*, 449: 305–310.
- [10] KRAUSE J., FU Q., GOOD J. M., VIOLA B., SHUNKOV M. V., DEREVIANKO A. P., PÄÄBO S., 2010. The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia. *Nature*, 464: 894–897.
- [11] Berger L. R., Hawks J., de Ruiter D. J., Churchill S. E., Schmid P., Delezene L. K., Kivell T. L., Garvin H. M., Williams S. A., De Silva J. M., Skinner M. M., Musiba C. M., Cameron N., Holliday T. W., Harcourt-Smith W., Ackermann R. R., Bastir M., Bogin B., Bolter D., Brophy J., Cofran Z. D., Congdon K. A., Deane A. S., Dembo M., Drapeau M., Elliott M. C., Feuerriegel E. M., Garcia-Martinez D., Green D. J., Gurtov A., Irish J. D., Kruger A., Laird M. F., Marchi D., Meyer M. R., Nalla S., Negash E. W., Orr C. M., Radovcic D., Schroeder L., Scott J. E., Throckmorton Z., Tocheri M. W., Van Sickle C., Walker C. S., Wei P., Zipfel B., 2015. *Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa, in eLife Sciences Publications, Ltd.
- [12] VERNOT B., TUCCISI, KELSO J., SCHRAIBER J. G., WOLF A. B., GITTELMAN R. M., DANNEMANN M., GROTE S., MCCOY R. C., NORTON H., SCHEINFELDT L. B., MERRIWETHER D. A., KOKI G., FRIEDLAENDER J. S., WAKEFIELD J., PÄÄBO S., AKEY J. M., 2016. Excavating Neandertal and Denisovan DNA from the genomes of Melanesian individuals. *Science*, 352: 235–239.

Sessione dedicata al concorso per le scuole superiori di II grado

Quest'anno, per la prima volta, il congresso Codice Armonico, ospita alcuni lavori preparati e redatti da insegnanti e studenti delle scuole superiori di II grado. E' stato infatti indetto un concorso per la raccolta dei migliori progetti e percorsi didattici svolti nelle scuole superiori e aventi come tematica l'ambiente toscano. La scuola è infatti il primo luogo dove i ragazzi incontrano e studiano le scienze naturali con metodo scientifico. Con questo bando abbiamo voluto stimolare e valorizzare le esperienze didattiche, centrate sullo studio del territorio toscano da un punto di vista scientifico, che utilizzano un approccio attivo, sperimentale e cooperativo.

Al concorso hanno partecipato varie scuole superiori di II grado della Provincia di Livorno, con i seguenti lavori:

- "La forma delle dune non è casuale. Studio morfologico e topografico di una duna attraverso la realizzazione di un modello tridimensionale". Classe 3°B del Liceo "Fermi" di Cecina (indirizzo linguistico).
- "Monitoraggio qualitativo e quantitativo dei rifiuti spiaggiati del litorale livornese". Classe 2°B dell'Istituto ITC "Cattaneo" di Cecina (SPES).
- "Erosione costiera a sud di Cecina: contributo alla valutazione della linea di costa". Alcuni studenti della Classe 4° dell'Istituto "Gemelli" di Cecina (CAT).
- "Noi e il nostro ambiente, il mare". Classe 3°A del Liceo "Fermi" di Cecina (indirizzo linguistico).
- "Dal filare al vino". Classe 3°A del Liceo di Scienze Applicate "Mattei" di Rosignano Solvay.
- "I tomboli di Cecina". Classe 3°C del Liceo "Fermi" di Cecina (indirizzo linguistico).
- "Il posto nascosto". Classe 3°A del Liceo di Scienze Applicate "Mattei" di Rosignano Solvay.

Di questi progetti didattici, i primi tre sono risultati essere i migliori, nonostante tutti e sette i progetti siano stati giudicati positivamente dalla commissione esaminatrice. A tutti sarà data la possibilità di presentare il proprio lavoro durante le giornate del congresso.

Nelle pagine seguenti saranno presentati, sotto forma di articolo, i tre lavori risultati vincitori del concorso.

I membri del comitato organizzatore e del comitato scientifico di Codice Armonico 2016 desiderano ringraziare sia gli studenti che gli insegnanti che hanno partecipato dimostrando che è possibile proporre percorsi didattici originali che affrontino con approccio scientifico temi legati ad aspetti naturalistici del territorio toscano, con l'utilizzo di metodi di insegnamento che mettono al centro i ragazzi aiutandoli a sviluppare lo spirito critico che li aiuterà ad essere cittadini del mondo.

La forma delle dune non è casuale. Studio morfologico e topografico di una duna attraverso la realizzazione di un modello tridimensionale

Fabiola Toncelli¹, Alessandro Dinelli², Paola Lazzeri³, Gianna Bracaloni⁴,
 Lorenzo Benanti⁵, Elisa Marchi⁵, Jessica Nallbati⁵, Gabriele Griciute⁵, Alice Trionfo⁵,
 Emanuele Andrisani⁵, Alberto Bellan⁵, Francesco Capitanio⁵, Dario Cinci⁵, Lisa Gismondi⁵

Parole chiave: duna, stazione mobile, rilievo topografico

Nell'ambito del progetto di Alternanza Scuola-lavoro, la classe 3B linguistico del Liceo Statale "E. Fermi" di Cecina ha rivolto la sua attenzione allo studio della spiaggia situata tra Vada Bonaposta e Vada Pontile, in località "Dune Mosse". Dopo osservazioni accurate, lo sguardo si è rivolto alla forma delle dune ed in particolare ad una DUNA. Da qui è nato il progetto "Adottiamo una Duna". Le uscite effettuate durante i mesi di novembre e dicembre 2015 e gennaio 2016, sono state fondamentali per maturare l'idea di costruire un modello tridimensionale di una duna, attraverso un rilievo topografico effettuato usando la "stazione mobile" e rielaborando i dati con software apposito.

Introduzione

Una duna è un accumulo di sedimento sabbioso di origine eolica, pertanto la sua forma è influenzata dalla direzione del vento e dalla sua intensità. Le dune che si trovano sulle nostre coste sono di tipo sabbioso e contribuiscono a proteggere l'entroterra dall'azione degli agenti marini e dalla salsedine. Una duna può essere schematizzata come un accumulo caratterizzato da due lati con diversa pendenza:

- **lato anteriore** (sottovento o sottocorrente), orientato verso la direzione di movimento della duna, con pendenza più accentuata;
- **lato posteriore** (sopravento o sopracorrente), orientato verso la direzione di provenienza del vento, con pendenza molto più bassa.

Questi due lati sono separati dalla cima della duna, chiamata cresta.

La diversa vegetazione porta ad una suddivisione della spiaggia che può essere schematizzata nel seguente modo:

1. Spiaggia emersa: il Cakileto
2. Duna embrionale: l'Elymeto
3. Duna mobile: l'Ammofileto
4. L'interduna: il Crucianelleto, i pratelli e le depressioni interdunali

5. Il retroduna: la macchia mediterranea e i boschi retrodunali

Gli alunni hanno lavorato all'interno del progetto Alternanza Scuola-lavoro che ha come fine quello di far loro rendere conto quanto un'esperienza lavorativa richieda il coinvolgimento e la partecipazione di specialisti di vari settori, che devono far confluire le loro competenze in un prodotto

gli autori

¹ Docente di Scienze naturali, chimica e biologia, presso Liceo E. Fermi, coordinatore del progetto

e-mail: fabiolatoncelli@gmail.com

² Docente di Storia dell'Arte, presso Liceo E. Fermi

e-mail: aledin2000@yahoo.it

³ Docente di Italiano, presso Liceo E. Fermi

e-mail: paolajoyful@libero.it

⁴ Docente di Fisica, presso Liceo E. Fermi,

e-mail: gianna.bracaloni@gmail.com

⁵ Studente della classe 3°B linguistico presso

Liceo E. Fermi

omogeneo. Inoltre, lavorando su un argomento scientifico, hanno seguito il metodo sperimentale che è consistito nell'osservazione attenta della natura (in questo caso la spiaggia), nel porsi delle domande, fare ipotesi e nella costruzione di un modello tridimensionale che li aiuterà a valutare le variazioni nel tempo dell'oggetto studiato. Tale attività ha l'ulteriore finalità di renderli più sensibili nei confronti dell'ambiente che li circonda e quindi amarlo e rispettarlo.

Dati sperimentali, materiali e metodi

Lo studio ha visto la partecipazione di una intera classe di terza liceo linguistico per un totale di 26 alunni (età 16-17 anni). Nella prima fase del progetto sono stati tenuti corsi informativi sulla geologia, sulla formazione e evoluzione delle dune, accompagnati da numerose uscite, durante le quali i ragazzi osservavano, raccoglievano, catalogavano e sperimentavano in vario modo. Un primo prodotto ottenuto è stata la costruzione di un modello dell'ambiente Spiaggia-Pineta usando il materiale raccolto; poi sono state prodotte dagli alunni numerose presentazioni multimediali per raccontarsi notizie riguardanti la spiaggia, seguendo la metodologia della flipped classroom. Solo in seguito la loro attenzione è stata catturata da una duna e dalla sua forma e da qui sono scaturite una serie di domande: Perché la duna ha tale forma? Quali agenti determinano questa forma? È di natura antropica o naturale? Questa forma cambia col passare delle stagioni? Quale vegetazione presenta?

In questa fase l'insegnante ha colto questa curiosità spontanea dei ragazzi e li ha guidati verso la produzione di un modello della duna attuale per confrontarlo con modelli successivi e valutarne i possibili cambiamenti.

1. Fase di osservazione.

La zona che abbiamo preso in considerazione è quella in fig.1 e la duna è nell'area contrassegnata 2. Fase di analisi.

Gli alunni, insieme a due tecnici geometri, hanno effettuato un rilevamento tramite l'utilizzo di una strumentazione topografica costituita da una stazione totale (fig.2) e una palina su cui era installato un prisma denominato "scopo" che permetteva la lettura ottica del puntatore laser dello strumento sopra citato. Hanno ottenuto una rilevazione topografica e altimetrica di vari punti che delimitavano la suddetta duna: infatti la stazione totale è stata posizionata nel punto più alto in modo da poter visionare il perimetro e l'altitudine dei vari punti battuti. Detti punti sono stati individuati a vista con una equidistanza orizzontale tra loro di circa 2,00/2,50 m, con uno spostamento verso la cima della duna (ovvero verso lo strumento topografico) con una equidistanza verticale di circa 1,00/1,50 m. Il compito dei ragazzi è stato dapprima quello di utilizzare il prisma riflettente posizionato sulla palina che serviva a individuare i vari punti da battere dandone la distanza, l'angolo e l'altimetria rispetto allo strumento; in seguito hanno utilizzato lo strumento misuratore. L'insieme dei punti battuti ha permesso l'elaborazione di uno schema grafico che individua delle linee assimilabili alle curve di livello, ovvero è stato possibile riprodurre bidimensionalmente la duna. Ad ogni punto corrispondeva una quota altimetrica riferita al punto di quota 0,00 determinato dal punto di riferimento, dove era stata posizionata la stazione totale. I tecnici hanno collaborato alla realizzazione di una tavola riepilogativa del lavoro eseguito con una sovrapposizione dei punti battuti sulla foto aerea della duna in esame. In questo modo hanno potuto verificare e ottenere una migliore visualizzazione del rilievo eseguito, oltre ad una migliore interpretazione del medesimo.

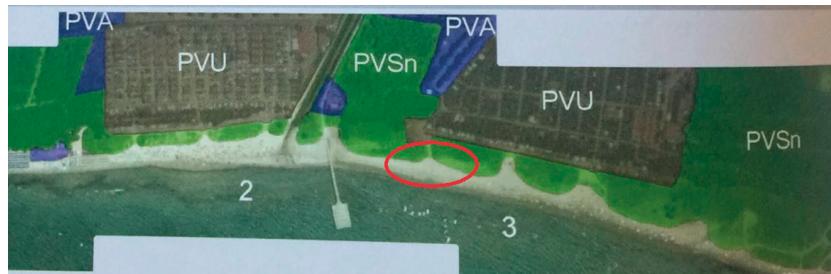


Figura 1: Area di interesse. Leggenda. PVU: paesaggio vegetale urbano; PVA: paesaggio vegetale antropizzato; PVSn: paesaggio vegetale seminaturale.



Figura 2: Uso della stazione mobile.

Risultati ottenuti

1. Rilievo topografico (vedi fig. 3).
2. Stesura di relazione tecnica (vedi fase di analisi).
3. Conoscenza e uso di software specifici per elaborazione dati.
4. Progetto per esecuzione modello (vedi progetto del modello e fig. 4).
5. Modello (vedi modello e fig.5).
6. Preventivo per realizzazione modello.

Progetto del modello

1. Suddividere la duna in quattro parti.
2. Sviluppare una fotocopia ingrandita della planimetria della duna da dividere in 4 parti.
3. Incollare le varie parti della fotocopia sulle tavole di compensato.
4. Sezionare il cartoncino poliplat a forma di duna e incollarlo sul compensato. Con il poliplat rimasto creare dei rinforzi.
5. Rinforzare i profili in poliplat con i rinforzi ottenuti.
6. Posizionare i bastoncini segna-quota in balsa.
7. Creare, coi giornali, le sfere di carta da utilizzare per formare la duna e legarle con il nastro adesivo di carta.
8. Plasmare le sfere ottenute in modo da rispettare le quote indicate. Le sfere sono incollate

col vinavil e sono poi modellate.

9. Incollare strisce di carta igienica per uniformare il modello. Realizzare il perimetro del modello con das o plastilina.
10. Passare uno strato di cementite e poi colorare con tempere acriliche sia la parte superiore che quella laterale.

Il modello

Materiali usati:

1. Quattro tavole di compensato marino 100x60 cm, spessore 5 mm.
2. Listelli Tondo in legno di Koto grezzo diametro 10 mm.
3. N° 2 cartoncini a sandwich.
4. Colla a caldo, vinavil e superattach.
5. Filo di lana rossa spesso e fine.
6. Carta di giornale.
7. Colore acrilico.

L'esecuzione del modello della duna è stata organizzata per fasi.

Fase 1: riportare sulle quattro tavole le linee di livello e i punti di battuta del rilievo topografico moltiplicando per 10 le misure del rilievo.

Fase 2: tagliare i listelli di legno di Koto a misura al fine di individuare le quote dei vari punti di misura in riferimento al rilievo topografico considerando la quota - 2.30 come quota di riferimento.

Fase 3: posizionare tramite colla a caldo i listelli tagliati sui rispettivi punti di battuta.



Figura 3: Rilievo topografico con quote altimetriche

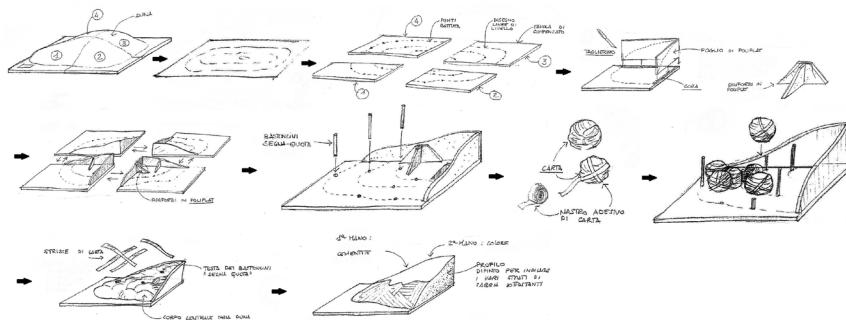


Figura 4: Procedimento per la realizzazione del modello.

Fase 4: posizionare tutti i listelli; individuare tramite il filo di lana più spesso la linea di livello come quelle indicate nel rilievo topografico.

Fase 5: individuare le superfici della duna tramite il filo di lana più sottile unendo le "teste" dei listelli ovvero i vari punti di battuta tramite il metodo della "triangolazione". Tale metodo consente di far percepire la volumetria geometrica della duna e di indicare lo spazio di volume da considerare per la costruzione del modello – modellazione tridimensionale.

Fase 6: inserire "sfere" di carta al fine di costruire la struttura portante della duna considerando i riferimenti dei punti di battuta (listelli) e dei fili di lana rossa individuanti le superficie esterne della stessa.

Fase 7: completare e definire la superficie della

duna tramite apposizione di strisce di carta con il metodo della cartapesta.

Fase 8: coloritura e completamento.

Conclusioni

Quali sono le conclusioni da trarre riguardo ad un'esperienza come quella sopra descritta? Sicuramente i dati presentati non saranno una novità per gli esperti del settore; i grafici, i rilevamenti, la nomenclatura, i metodi di lavoro saranno considerati forse poco professionali o elementari o addirittura banali: ma dietro dobbiamo sentirci le risate dei nostri ragazzi, la loro curiosità, le loro mani inesperte che diventano sempre più abili, i loro occhi dapprima disinteressati e poi sempre più attenti e poi lucidi di entusiasmo e poi tutti i



Figura 5: Fasi di realizzazione del modello 120cm x 200cm.

loro sensi che si affinano, odorando l'aria salmastra, toccando le foglie, i rametti secchi, le alghe, e guardando con sempre maggiore attenzione i più fini fili d'erba e le sinuose forme della sabbia. Le competenze di cittadinanza sono state lentamente acquisite dai nostri ragazzi e con queste la capacità di lavorare insieme, collaborando e trovando nel compagno una risorsa; inoltre hanno avuto la possibilità di acquisire e consolidare un ragionamento logico-razionale come richiesto dal metodo scientifico.

E poi, il risultato più importante: perché se è vero che i ragazzi hanno adottato la loro duna, è altrettanto certo che la Natura li ha stretti nel suo abbraccio ed è un abbraccio che ci auguriamo non si sciolga mai.

Ringraziamenti

Bertacchi, T. Lombardi, M. Mannocci, P. Spinelli, D. Spini, Atlante del paesaggio vegetale del litorale livornese, EDTS edizioni (2010)

AA.VV. Dune e spiagge sabbiose. Ambiente tra terra e mare, Quaderni Habitat, N°4, Ministero dell'Ambiente e del Territorio, Museo Friuliano di Scienze Naturali. (2002).

I. Vagge, E. Biondi, La vegetazione delle coste sabbiose del Tirreno settentrionale italiano, Fitosociologia (1999).

www.regione.toscana.it/ambiente/

<http://vnr.unipg.it/habitat>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Duna>

Monitoraggio qualitativo e quantitativo dei rifiuti spiaggiati del litorale livornese

Giovanni Pelosi^{1*}, studenti della classe II B SPES dell'ITC Cattaneo di Cecina

Parole chiave: rifiuti, monitoraggio, costa livornese, educazione ambientale

I rifiuti di attività antropiche rappresentano un indicatore importante dello stato di salute degli ambienti marini e costieri. Rilevanti quantità di rifiuti galleggianti e spiaggiati possono causare diminuzione della biodiversità, alterazioni della catena alimentare e danni al patrimonio paesaggistico e alle attività turistiche della costa della provincia di Livorno. La rilevazione di dati quantitativi e qualitativi sui rifiuti spiaggiati è uno dei parametri conoscitivi utili per la pianificazione di interventi di bonifica e di salvaguardia della costa. Per questi motivi, come già in altre località italiane e del Mediterraneo, sono stati effettuati campionamenti in otto spiagge di Vada, Cecina, Donoratico e San Vincenzo, e i dati sono stati tabulati e interpretati graficamente.

Introduzione

La biodiversità degli ambienti marini è gravemente minacciata dai rifiuti delle attività antropiche: in particolare tartarughe, uccelli e mammiferi marini sono spesso vittime di soffocamento dovuto all'ingestione accidentale di rifiuti scambiati per cibo, ovvero rischiano di rimanervi intrappolati [1].

Alcuni di essi sono inoltre la causa principale dell'introduzione di plastica nelle catene alimentari delle biocenosi marine.

Nel maggio 2015 furono pubblicati i risultati di un'indagine sui rifiuti rinvenuti in 54 spiagge mediterranee al fine di dare avvio a operazioni concrete di salvaguardia dell'ambiente marino e delle coste secondo la Direttiva Europea *Marine Strategy*, recepita in Italia con il d.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010 [2]. Fra i descrittori del buono stato ecologico è stato previsto anche l'obiettivo per il 2020: "le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provocano danni all'ambiente costiero e marino". La suddetta indagine riguardò 29 spiagge italiane, di queste soltanto due erano sulla costa toscana (Marina di Pisa e Orbetello) [3].

Per integrare i dati dell'indagine già effettuata, e con intenti educativi non secondari, una classe di studenti dell'ITC di Cecina ha monitorato 8 spiagge del litorale della provincia di Livorno, utilizzando metodologie e tassonomia dei rifiuti

compatibili con i protocolli di monitoraggio ufficiale del Ministero dell'Ambiente e dell'ISPRA, e con le categorie OSPAR.

Materiali e metodi

Nel periodo dicembre 2015 e gennaio 2016 quattro squadre di studenti, in collaborazione con OTP (Organizzazione Territorio Pulito) di Cecina e Vada e con Legambiente Costa Etrusca, hanno raccolto e catalogato i rifiuti di origine antropica spiaggiati in otto località della costa livornese: Vada (Ponte Romano, Tripesce), Cecina (Ippocampo, Fosso Nuovo), Donoratico (Seggio, Pianetti), San Vincenzo (Rimigliano, La Conchiglia). (Figura 1)

Per ogni spiaggia è stata individuata un'area lunga 100 m e con una larghezza variabile che va dalla battigia alla zona dunale. Tale area è stata suddivisa in cinque settori lunghi 20 m ciascuno. Infine il settore da analizzare è stato scelto per

gli autori

¹ Biologo, scrittore, docente presso l'ITC Cattaneo di Cecina

* e-mail: gp@giovannipelosini.com

estrazione a sorte. Il campionamento è stato effettuato percorrendo la spiaggia in modo sistematico, ortogonalmente alla linea di costa lungo transetti distanziati, annotando gli oggetti rinvenuti sulla superficie, senza scavare nella sabbia. Gli oggetti di origine antropica sono stati raccolti e catalogati secondo le seguenti categorie, e successivamente smaltiti in base alle norme vigenti: frammenti di plastica e polistirolo, bottiglie di plastica, tappi e coperchi, materiale da costruzione, rifiuti da pesca, mozziconi di sigaretta, rifiuti da mancata depurazione, stoviglie di plastica, bottiglie di vetro, buste di plastica, flaconi e detergenti, alluminio (Tabelle 1/8).

Sulle attività di indagine e di monitoraggio e sul progetto didattico gli studenti hanno realizzato un video documentario e una presentazione in *power point*.



Figura 1: Località di raccolta dei campioni

Risultati

I risultati per ciascuna spiaggia e complessivi sono stati tabulati e i dati elaborati graficamente.

Tabelle 1/8: Elenco dei rifiuti raccolti.

Ponte Romano	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	84	43,08%
Bottiglie di plastica	16	8,21%
Tappi e coperchi	47	24,10%
Materiali da costruzione	4	2,05%
Rifiuti da pesca	12	6,15%
Mozziconi di sigaretta	1	0,51%
Rifiuti da mancata depurazione	14	7,18%
Stoviglie di plastica	0	0,00%
Bottiglie di vetro	3	1,54%
Buste di plastica	9	4,62%
Flaconi di detergenti	1	0,51%
Alluminio	4	2,05%
Totale	195	100,00%

Tripesce	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	71	38,80%
Bottiglie di plastica	8	4,37%
Tappi e coperchi	46	25,14%
Materiali da costruzione	10	5,46%
Rifiuti da pesca	10	5,46%
Mozziconi di sigaretta	6	3,28%
Rifiuti da mancata depurazione	13	7,10%
Stoviglie di plastica	0	0,00%
Bottiglie di vetro	7	3,83%
Buste di plastica	9	4,92%
Flaconi di detergenti	1	0,55%
Alluminio	2	1,09%
Totale	183	100,00%

Ippocampo	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	75	59,06%
Bottiglie di plastica	2	1,57%
Tappi e coperchi	19	14,96%
Materiali da costruzione	2	1,57%
Rifiuti da pesca	1	0,79%
Mozziconi di sigaretta	4	3,15%
Rifiuti da mancata depurazione	6	4,72%
Stoviglie di plastica	15	11,81%
Bottiglie di vetro	0	0,00%
Buste di plastica	3	2,36%
Flaconi di detergenti	0	0,00%
Alluminio	0	0,00%
Totale	127	100,00%

Monitoraggio qualitativo e quantitativo dei rifiuti spiaggiati del litorale livornese

Fosso Nuovo	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	137	77,84%
Bottiglie di plastica	7	3,98%
Tappi e coperchi	8	4,55%
Materiali da costruzione	3	1,70%
Rifiuti da pesca	0	0,00%
Mozziconi di sigaretta	0	0,00%
Rifiuti da mancata depurazione	4	2,27%
Stoviglie di plastica	5	2,84%
Bottiglie di vetro	4	2,27%
Buste di plastica	3	1,70%
Flaconi di detergenti	4	2,27%
Alluminio	1	0,57%
Totale	176	100,00%

Rimigliano	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	6	11,11%
Bottiglie di plastica	0	0,00%
Tappi e coperchi	19	35,19%
Materiali da costruzione	4	7,41%
Rifiuti da pesca	3	5,56%
Mozziconi di sigaretta	11	20,37%
Rifiuti da mancata depurazione	4	7,41%
Stoviglie di plastica	2	3,70%
Bottiglie di vetro	0	0,00%
Buste di plastica	2	3,70%
Flaconi di detergenti	2	3,70%
Alluminio	1	1,85%
Totale	54	100,00%

Segugio	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	21	11,86%
Bottiglie di plastica	23	12,99%
Tappi e coperchi	18	10,17%
Materiali da costruzione	15	8,47%
Rifiuti da pesca	19	10,73%
Mozziconi di sigaretta	28	15,82%
Rifiuti da mancata depurazione	17	9,60%
Stoviglie di plastica	0	0,00%
Bottiglie di vetro	0	0,00%
Buste di plastica	20	11,30%
Flaconi di detergenti	16	9,04%
Alluminio	0	0,00%
Totale	177	100,00%

Pianetti	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	16	8,70%
Bottiglie di plastica	27	14,67%
Tappi e coperchi	22	11,96%
Materiali da costruzione	0	0,00%
Rifiuti da pesca	24	13,04%
Mozziconi di sigaretta	24	13,04%
Rifiuti da mancata depurazione	19	10,33%
Stoviglie di plastica	15	8,15%
Bottiglie di vetro	0	0,00%
Buste di plastica	22	11,96%
Flaconi di detergenti	15	8,15%
Alluminio	0	0,00%
Totale	184	100,00%

La Conchiglia	Numero	Percentuale
Frammenti di plastica e polistirolo	9	13,04%
Bottiglie di plastica	7	10,14%
Tappi e coperchi	6	8,70%
Materiali da costruzione	5	7,25%
Rifiuti da pesca	3	4,35%
Mozziconi di sigaretta	11	15,94%
Rifiuti da mancata depurazione	7	10,14%
Stoviglie di plastica	3	4,35%
Bottiglie di vetro	4	5,80%
Buste di plastica	10	14,49%
Flaconi di detergenti	0	0,00%
Alluminio	4	5,80%
Totale	69	100,00%

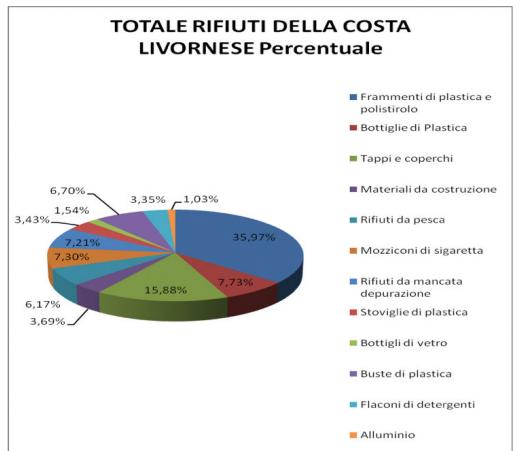


Figura 2: Grafico a torta dei dati dei rifiuti totali della costa livornese.

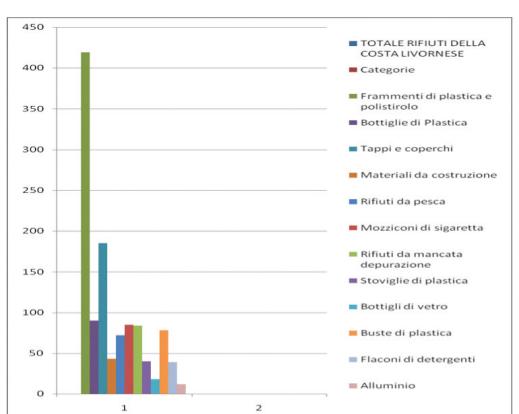


Figura 3: Istogramma dei dati complessivi dei rifiuti della costa livornese.

Conclusioni

La plastica (frammenti, bottiglie, tappi e coperchi) è di gran lunga la categoria più presente nel campionamento. Il problema dei rifiuti spiaggiati è aggravato dai lunghi tempi di degradazione: i mozziconi di sigaretta possono persistere per circa 12 anni, i cotton fioc per circa 150 anni, frammenti di bottiglie di plastica per 4/10 secoli, ma parti di questi materiali potrebbero rimanere nell'ambiente per periodi indefinitamente lunghi. Nei casi di rilevante presenza di rifiuti di origine fognaria (cotton fioc, assorbenti, preservativi, ecc.), si può ipotizzare una inefficienza dei sistemi depurativi. Per altre categorie l'origine è diversa. I rifiuti campionati sulle spiagge livornesi possono essere le conseguenze di attività antropiche e/o produttive delle aree limitrofe alla costa, ovvero sono stati abbandonati direttamente sulla spiaggia, ma spesso risulta evidente dalla loro natura che siano materiali trasportati da fiumi e fossi, e quindi dalle correnti marine. Essi rappresentano in ogni caso soltanto una parte dei rifiuti cosiddetti *“marine litter”*, di cui si stima che circa il 70% vada a fondo e non sia trasportato sulla spiaggia.

Le conseguenze sono a carico dell'ecosistema e della fauna marina in particolare, ma anche delle attività economiche legate direttamente o indirettamente al turismo.

La nostra indagine intende contribuire a sviluppare maggiore conoscenza e coscienza ecologica in relazione alla raccolta differenziata dei rifiuti e ai danni ambientali prodotti dalle attività antropiche.

Bibliografia

- [1] P. Casale, *Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities*, WWF Italy, Roma, 2008
- [2] www.strategiamarina.isprambiente.it/
- [3] www.legambiente.it/contenuti/dossier/beach-litter-2015-indagine-sui-rifiuti-spiaggiati

Erosione costiera a sud di Cecina: contributo alla valutazione della linea di costa

Matteo Mazzei¹, Noemi Protti^{1,2}, Giorgio Rossetti^{1,3}

Parole chiave: erosione costiera, linea di costa, Cecina

La spiaggia è una delle risorse più importanti per la nostra Regione, dal punto di vista ambientale, sociale ed economico. A causa delle trasformazione che l'uomo ha imposto all'ambiente, la linea di costa ha cominciato ad avanzare mettendo a rischio questo importante ambiente. Scopo del presente studio è stato fornire una misura dell'andamento dell'erosione costiera in una zona posta a sud di Marina di Cecina.

I dati rilevati hanno permesso di vedere come il fenomeno è ancora attivo, portando ad una perdita di circa 800 mq di spiaggia nel corso degli ultimi 6 anni (dal 2010 al 2016). È stato possibile osservare come gli interventi di difesa (pennelli), possano fornire un valido aiuto per contrastare il fenomeno.

Introduzione

La spiaggia rappresenta un'importante risorsa, sia da un punto di vista paesaggistico che da un punto di vista economico. La spiaggia è un ecosistema ricco di biodiversità, che ospita flora e fauna uniche nella loro composizione, ma è anche spazio ludico-ricreativo e luogo di sviluppo.

Nel nostro paese, su 7.465 km di costa le spiagge rappresentano il 50% della lunghezza totale (3.950 km) ma, di queste, più del 25% sono considerate in erosione [Mancini & Zampetti., 2015]. L'erosione è quel fenomeno di perdita costante di spiaggia non compensato da ulteriori apporzi, per cui si assiste al progressivo arretramento della linea di costa. Questo fenomeno determina un forte rischio per le forme di vita presenti oltre che per le attività economiche che l'uomo regolarmente svolge in queste aree. Inoltre mette in pericolo anche l'abitato presente nelle immediate vicinanze della spiaggia, arrivando a costituire un rischio per la stabilità degli edifici.

La perdita può essere dovuta sia a cause morfologiche e legate all'aumento del livello medio marino, che al ridotto trasporto solido fluviale causato dall'intervento dell'uomo [Baiocchi et al., 2012].

La porzione di costa presa in esame fa parte dell'area più ampia compresa tra Rosignano Solvay e la Torraccia. Mentre la prima zona, compresa tra Rosignano e la foce del fiume Cecina è da

sempre considerata in erosione, la seconda parte che comprende la spiaggia da Cecina Mare fino a San Vincenzo era considerata in passato stabile o in avanzamento [Aiello et al., 1975]. A Marina di Cecina, le opere portuali realizzate nel corso degli ultimi anni hanno modificato l'equilibrio della spiaggia, rendendola fortemente irregolare (Figura 1).



Figura 1. Tratto di spiaggia in forte pendenza a sud di Marina di Cecina.

gli autori

1 Istituto Gemelli 2.0

e-mail: m.mazzei@istitutogemelli.it

2 e-mail: n.protti@istitutogemelli.it

3 e-mail: g.rossetti @istitutogemelli.it

Si tratta infatti di un area con un drift litoraneo orientato verso sud e fortemente esposta alle onde di libeccio che rinforzano le correnti dirette verso sud [Bartolletti & Bini, 2010].

In seguito, nel tentativo di limitare il fenomeno, sono state realizzate opere di contenimento come la costruzione di "pennelli" nei primi anni duemila e successivamente ampliati nel 2015.

Vista l'importanza sia ambientale che economica della spiaggia per il comune di Cecina, lo scopo del nostro lavoro è stato misurare la linea di costa, per verificare il comportamento dell'erosione in una porzione di litorale di Marina di Cecina.

Materiali e metodi

Diversi metodi di rilievo della linea di costa sono stati messi a punto nel corso degli ultimi anni, dal rilievo topografico diretto arrivando alla messa a punto di sistemi che impiegano il rilievo satellitare [Baiocchi et al., 2012]. Per ottenere un dato significativo della misura della linea di costa sono necessari almeno 2 rilievi, effettuati in condizioni meteorologiche favorevoli a distanza di almeno una settimana [Carli et al., 2004].



*Figura 2.
Rilievo del
punto di appoggio con
stazione GPS.*

In data 06/05/2016 e 17/05/2016 alle ore 7:30 circa sono stati effettuati i rilievi della linea di costa in zona "Andalù" a sud di Marina di Cecina. Il tratto di spiaggia scelto è posto tra un pennello nord (latitudine 43°17'31.64"N, longitudine 10°30'0.93"E) e un pennello sud (latitudine 43°17'25.26"N, longitudine 10°30'5.85"E) ed ha una lunghezza di circa 230 metri. I rilievi sono stati eseguiti in condizioni meteo favorevoli e in assenza di vento. Arrivati sul luogo del rilievo sono stati presi come riferimento due spigoli di una palazzina vicina e quattro spigoli di un fabbricato adiacente (Figura 2), questi sei punti sono successivamente serviti per posizionare sulla cartografia il rilievo celerimetrico.

Una volta prese le coordinate di questi punti grazie alla stazione di rilievo GPS, modello Leica RX1250XC, è stata percorsa la linea di battigia rilevandone le coordinate ogni 2 metri facendo stazione con il GPS. Delle due misure effettuate è stata eseguita la media per trovare un'unica linea di costa. I dati ottenuti sono stati successivamente riportati su carta CAD e confrontati con il dato storico riferito all'anno 2010, ottenuto dall'archivio generale GEOscopio della Regione Toscana. Per tale operazione sono stati utilizzati il software Qgis e il programma di disegno AutoCAD.

Risultati

A seguito del rilievo effettuato, riportato in rosso sulla carta, si può notare il cambiamento della porzione di litorale presa in esame rispetto al dato storico, riportato in giallo sulla carta, rilevato dalla Regione Toscana nel 2010 (Figura 3).

Concettualmente si può dividere la spiaggia interessata dal nostro rilievo in due parti. La prima parte (Zona 1), la più ampia posta a circa 2/3 della lunghezza, è stata soggetta a perdita di sabbia, mentre la seconda parte (Zona 2) è stata soggetta ad apporto di sabbia.

Grazie alla mappa è stato possibile calcolare la superfici delle due zone individuate, riportate in Tabella 1.

La prima zona è stata soggetta ad una perdita di spiaggia per una superficie pari a 1636,13 mq mentre la seconda ha visto aumentare la sua lunghezza per un avanzamento di 835,67 mq. in totale l'area ha avuto un bilancio negativo rispetto al 2010 di 800,46 mq.



Figura 3. In giallo la linea di costa riferita all'anno 2010, in rosso la linea rilevata.

Tabella 1. Lunghezza ed ampiezza delle due aree e del totale della spiaggia oggetto di misura.

Zona	Lunghezza	Area
Zona 1	144,79m	-1636,13mq
Zona 2	85,35m	835,67mq
Totale	230,14m	-800,46mq

Discussione e conclusioni

Grazie al rilievo effettuato ed alla successiva trasposizione della linea sulla mappa per confrontarla con il dato storico, è stato possibile calcolare la superficie della zona soggetta ad erosione e di quella che, ha subito un aumento dell'area.

Come visto in Tabella 1, nel corso degli ultimi 6 anni l'erosione ha causato la perdita di 800,46 mq complessivi di spiaggia. La presenza dei pennelli però potrebbe aver contribuito a creare una zona in cui il fenomeno non solo si è interrotto, ma si è invertito portando così ad un apporto di nuova spiaggia. Al fine di dimostrare il reale contributo

di queste strutture saranno necessari ulteriori studi.

Lo scopo del nostro lavoro è quindi quello di dare un contributo alla conoscenza della situazione, al fine di poter pianificare meglio iniziative ed interventi futuri volti a tutelare la spiaggia cecinese.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il geometra Gabriele Lotti per il supporto tecnico e il geometra Andrea Paxia che ci ha fornito la strumentazione necessaria. Un ringraziamento speciale va al Professor Mattia Scalabrelli che ci ha proposto questo progetto e aiutato nella realizzazione.

Bibliografia

Aiello, E., Bartolini, C., Caputo, C., D'alessandro, L., Fanucci, F., Fierro, G., & Pranzini, E. (1975). Il trasporto litoraneo lungo la costa toscana tra la foce del fiume Magra ed i Monti dell'Uccellina. Bollettino della Società Geologica Italiana, 94(6), 1519-1571.

Baiocchi V., Milone M. V., Mormile M. & Palazzo F. (2012). Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA-Fiera di Vicenza 6-9 novembre 2012.

Bartoletti E. & Bini A. (2010). SISTEMAZIONE MORFOLOGICA DELLA SPIAGGIA DI CECINA Fiume Cecina – Cecinella. Progetto RES Mar sottoprogetto B, Livorno 27 Ottobre 2010.

Carli, S., Cipriani, L. E., Bresci, D., Danese, C., Iannotta, P., Pranzini, E., & Wetzel, L. (2004). 6. Tecniche di monitoraggio dell'evoluzione delle spiagge. REGIONE TOSCANA. Il Piano Regionale di gestione integrata della costa ai fini del riassetto idrogeologico. Erosione costiera. Firenze: EDIFIR, 125-192.

Mancini M. & Zampetti G. (2015). Dossier L'ambiente – Spiagge indifese. Pubblicazione unica, 22 Maggio 2015.

Indice alfabetico delle parole chiave

(i numeri indicano i progressivi degli articoli: vedi indice a pag. 3)

acido borico	27
Acquacoltura	29
alloctoni	23
Amiata	12
anatomia	27
<i>Apis mellifera</i>	30
apoidei	9
barriere antistrascico	8
Bientina	5
biocenosi sessili	8
biodiversità	21, 35
Bioindicatori	35
Biomeccanica	3
biomonitoraggio	11
Bosco Tanali	5
“Buca delle Fate”	32
calcite fibrosa	1
cartografia bionomica	15
Cecina	41
cetacei	22
chimica	18
cinabro	12
Colline Livornesi (LI)	28
Colonizzazione	31
Conflittualità	19
conservazione e biodiversità	13
conservazione <i>in situ - ex situ</i>	17
Convenzione di Ramsar	5
costa livornese	40
Costa Toscana	19
Cretaceo	1
cristallo	26
didattica multidisciplinare	11, 14
Discoidi	1
divulgazione	22
DNA fossile	38

duna	39
DWV	30
educazione ambientale	14, 40
emanazioni	12
Emissioni	12
emissioni diffuse	12
emissioni naturali	12
<i>endangered species</i>	17
epigenetica	29
Erosione costiera	41
Evoluzione umana	38
fitodiagnistica per immagini	3
Fondi comunitari	38
fossile	26
Fossili	32
foto-identificazione	16
gas	12
geode	26
geotermia	27
Granito	6
idrogeno solforato	12
Imenotteri	9
impatti	22
inanellamento scientifico e avifauna	13
inquinamento	11
insegnamento-apprendimento	11, 14
Insetti	35
Isola del Giglio	6
isole ecologiche	8
<i>Lasallia pustulata</i>	28
Legno fossile	7
Licheni	28
linea di costa	41
Livorno	32
lusus naturae	26
manifestazioni	12
manifestazioni naturali	27
Mediterraneo	21
Mineralizzazioni	7
miniere	12
monitoraggio	16, 40
Monte Tignoso	32
Monti Livornesi	1, 7

Oasi del Bottaccio	5
Odonati	5
olio di oliva extravergine	18
Parco Regionale di Migliarino San Rossore	31
Pegmatite	6
performance di accrescimento	29
Pesca	19
pigmenti	18
Polline	30
Posidonia oceanica	15
prodotti agroalimentari	18
Prodromus	26
Progetto «Lungo le Rotte Migratorie»	5
progettualità e sviluppo armonico	13
Razzismo	38
rete toscana	22
rifiuti	40
rilievo topografico	39
Riserva di Caselli	9
Santuário Pelagos	16
Siluro	23
sorgenti	12
specie non indigene (NIS)	21
specie protette	15
spettroscopia	18
Spigola	29
stazione mobile	39
tartarughe marine	22
Toscana	23
tradizione contadina	13
Tursiops truncatus	16
<i>Umbilicariaceae</i>	28
valorizzazione del territorio	13
Vipera	31
<i>Vipera aspis</i>	31
<i>Visual Tree Assessment</i>	3
vocazione o <i>genius loci</i>	13
zona umida	9
Zone Umide	5, 17



Indice alfabetico degli Autori

(i numeri indicano i progressivi degli articoli: vedi indice a pag. 3)

Aiello Francesco	17
Andrisani Emanuele	39
Avanzi Alice	2
Baino Romano	21
Bedini Gianluca	2
Bedini Gianni	17
Bedini Marco	8, 15
Bedini Roberto	8, 15
Bellan Alberto	39
Benanti Lorenzo	39
Bibbiani Carlo	29
Bonechi Lisa	15
Bottacchiari Barbara	32
Bove Federica	11
Bracaloni Gianna	39
Burgassi Pier Domenico	27
Buti Francesco	18
Capitanio Francesco	39
Caprai Antonio	12
Carnieri Emiliano	38
Carrozza Maria Luisa	30
Ceccanti Monica	3
Cecchi Enrico	21
Ciampalini Alessandro	32
Cifelli Mario	18
Cinci Dario	39
Cocchi Leonardo	13
Colella Sabrina	19
Corsi Raffaello ⁵	
D'Antraccoli Marco	17
Danesi Vinicio	13
De Ranieri Stefano	19
Degl'Innocenti Elena	11
Di Dato Francesca	3
Dinelli Alessandro	39
Domenici Valentina	18

Fei Alessandro	6
Felicioli Antonio	29, 30
Filippi Luciano	9
Fontanelli Andrea	2
Forzan Mario	30
Foschi Elena	31
Fronte Baldassare	29
 Galletti Carlo	 5
Galluzzi Edvige	14
Gismondi Lisa	39
Giusti Matteo	30
Griciute Gabriele	39
 Immorali Andrea	 3
 Lari Giancarlo	 26
Lazzeri Paola	39
Lazzerini Cristina	18
Lenuzza Andrea	23
Lenzi Alessandro	12
Logli Francesca	17
Loni Augusto	35
Lorenzini Giacomo	3
Losapio Bibiana	14
Luisi Elena	30
 Mancusi Cecilia	 21
Mangiacotti Marco	31
Mannini Piero	19
Marchi Elisa	39
Marino Giacomo	21
Massai Rossano	3
Massetti L.	34
Mazzanti Renzo	36
Mazzei Matteo	1
Mazzei Maurizio	30
Mazzei Roberto	36
Menchelli Simonetta	31
Mirabile Massimo	17
 Nali Cristina	 3
Nallbati Jessica	9
Neri Alessandra	21
Neto Gianni	24, 33, 37
Nocita Annamaria	23
Nuti Silvio	16
Orsini Michela	4

Pasquinelli Paolo	28
Pellegrini Elisa	3, 11, 14
Pellegrino L.	34
Pelosini Giovanni	40
Perfetti Antonio	17
Peruzzi Lorenzo	17
Piazzì Luigi	8, 15
Picchi Lucia	2
Pitta Francesco	3
Protti Noemi	41
Puccini Fabrizio	28
Raschi A.	34
Remorini Damiano	3
Ria Michela	21
Rossetti Giorgio	41
Rossi Mauro	4
Rossini G.	34
Sacchi Roberto	31
Sagona Simona	29, 30
Salvadori Elisa	8
Salvioli Francesca	16
Sammartino Franco	1, 32, 7
Scali Stefano	31
Serena Fabrizio	21
Silvestri Roberto	19, 21
Strumia Franco	9, 10
Tognoni Monica	14
Tolari Francesco	30
Toncelli Fabiola	39
Tozzi Saverio	16
Trionfo Alice	39
Ugolini F.	34
Vannini Gian Luca	35
Ventrella Sergio	22
Vercesi P.L.	4
Voliani Alessandro	21
Zandomeneghi Maurizio	18
Zuffi A.L. Marco	31



Indice degli Enti rappresentati

Accademia dei Fisiocritici Siena

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, Via Marradi 114, 57128 Livorno, Italia

Associazione socio culturale ambientale "La Tartaruga", Pisa

CETUS. Cetacean Research Center, Via degli Ontani 60, 55049 Viareggio, Lucca

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed ecologia applicata (CIBM), Viale N. Sauro 4, Livorno

CentroOrnitologicoToscano

CNR - IAMC, Mazara del Vallo, Trapani

CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Area della ricerca di Pisa, Via G. Moruzzi 1, Località S. Cataldo, 56124 Pisa, Italia

CNR - ISMAR, UOS of Ancona, Largo Fiera della Pesca 2, 60125 Ancona

Dip. Sc. della Terra, Università di Pavia

Dipartimento di Biologia, Unità di Botanica, Via Derna 1, 56126 Pisa

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Via Moruzzi 13, 56124 PISA

Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa

Dipartimento di Fisica, Largo Pontecorvo 3, 56127 Pisa

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia

Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Pisa, Viale delle Piagge 2, 56124 Pisa

Direttivo Legambiente Valdera, Via Fiumalbi 9, 56025 Pontedera, Pisa

Enel Green Power, Via Andrea Pisano 120, 56124 Pisa, Italy

FAO, Viale delle Terme di Caracalla, Roma

Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese

Gruppo Botanico Livornese e Gruppo Micologico Livornese c/o Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Livorno

Gruppo Micologico Livornese c/o Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Livorno

Istituto Comprensivo Curtatone e Montanara, Pontedera. Scuola Primaria "Arcobaleno della Pace" Via Zara, La Rotta, Pontedera

Istituto di Biologia ed Ecologia Marina di Piombino, Piazza Bovio 3/4

Istituto di Biometeorologia CNR, Via G. Caproni 8, 50145 Firenze

Legambiente Valdera e membro della Società Italiana per lo Studio e la Conservazione delle Libellule, Via Fucini 11A, 56021 Cascina, Pisa

Museo "Le energie del territorio", Radicondoli
Museo Civico di Storia Naturale, Milano
Museo della Mineralogia e della Geologia dell'Isola del Giglio, Giglio Castello, Rocca Pisana
Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Via Roma 234, 57127 Livorno
Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay
Museo di Storia Naturale, Università di Firenze
Museo di Storia Naturale, Università di Pisa
Oasi Gemma, Via del Crino 30/C, 57034 Marina di Campo, Livorno
Oasi LIPU Massaciuccoli - Riserva Naturale del Chiarone, Via del Porto 6, loc. Massaciuccoli, 55054 Lucca, Italia
Parco Regionale di Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli, Palazzo degli Stalloni, Cascine Vecchie di San Rossore, 56122 Pisa
Regione Toscana, Firenze
Scuola d'Infanzia, Comprensivo Pacinotti, Via Diaz, Pontedera
Scuola Normale Superiore, Pisa
Settore Tutela della Natura e del Mare Regione Toscana, Via di Novoli 26, Firenze
Società Speleologica Italiana - Gruppo Archeologico Paleontologico Livornese



Edizioni ETS
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa
info@edizioniets.com - www.edizioniets.com
Finito di stampare nel mese di ottobre 2016



