

ANSER



ANCIENNES ROUTES
MARITIMES MÉDITERRANÉENNES

Programme Interreg III B Medoc

EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL DE LOS PUERTOS Y FONDEADEROS ANTIGUOS EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBMARINO
Y LOS PUERTOS ANTIGUOS

Rubbettino

ANSER ANCIENNES ROUTES
MARITIMES MÉDITERRANÉENNES



FEDER
FONDO EUROPEO
DE DESARROLLO
REGIONAL



Programme
Interreg III B
MEDOCC
Pour la cohésion
des territoires
de l'Europe du Sud



REGIONE LAZIO
ASSESSORATO CULTURA, SPETTACOLO,
SPORT E TURISMO

EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL DE LOS PUERTOS Y FONDEADEROS ANTIGUOS EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

I SEMINARIO

EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUBMARINO
Y LOS PUERTOS ANTIGUOS

ALICANTE,
14-15 NOVIEMBRE 2003

EDITORES LORENZA DE MARIA y RITA TURCHETTI



DIPUTACIÓN
DE ALICANTE

MARQ

MUSEO
ARQUEOLÓGICO
PROVINCIAL
DE ALICANTE

AJUNTAMENT DE  LA VILA JOIOSA



GENERALITAT
VALENCIANA
CONSEJO DE CULTURA, TURISMO Y DEPORTE
DEPARTAMENT DE POLÍTICA LINGÜÍSTICA
I PATRIMONI CULTURAL VALENCIÀ



Centre d'Arqueologia
Subaquàtica
Comunitat Valenciana



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante
Taller d'Imatge
Taller de Imagen

Rubbettino

Siti archeologici costieri di età romana come indicatori delle variazioni del livello del mare: un'applicazione al mare Tirreno (Italia centrale)

MARCO ANZIDEI*, ALESSANDRA BENINI**, KURT LAMBECK***,
FABRIZIO ANTONIOLI****, ALESSANDRA ESPOSITO*****,
LUCIANO SURACE*****

Questo studio nasce da una ricerca iniziata dapprima dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia poi proseguita in un progetto multidisciplinare finanziato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche¹. L'obiettivo è stato tentare una ricostruzione delle deformazioni verticali della crosta terrestre e delle oscillazioni eustatiche del livello del mare avvenute durante il tardo Olocene (2000/3000 anni B.P.), mediante indagini multidisciplinari scientifico-umanistiche su siti archeologici posti lungo le coste del Mediterraneo. È noto che gli antichi livelli del mare siano rappresentati su gran parte delle coste della Terra da elementi geomorfologici relativi alle sue fasi di stazionamento durante i periodi interglaciali². Le linee di costa pleistoceniche sono spesso dislocate a varie quote e in modo differenziale, fornendo quindi indicazioni sull'eustatismo e sulla attività tettonica³. In Italia ciò è evidente lungo tutte le coste e in particolare in Calabria meridionale, zona tra le più sismiche del Mediterraneo. Nel breve termine, dalle strutture archeologiche osservabili è possibile desumere sia l'antico livello medio del mare che le deformazioni verticali subite dalla crosta terrestre nelle aree indagate. I primi tentativi di questi studi vennero proposti a partire dal 1970, in aree archeologiche costiere prevalentemente di epoca romana, alle quali venne riconosciuto un ruolo fondamentale per la valutazione della risalita del mare nel tardo Olocene discostandosi anche di alcuni metri dall'attuale livello medio del Mediterraneo. Questo studio è stato perseguito utilizzando metodi multidisciplinari integrando le osservazioni altimetriche desunte dai rilievi archeologici con quelle delle Scienze della Terra che caratterizzano l'ambiente dove risiede l'area archeologica indagata. I dati archeologici sono stati compenetrati con dati geofisici, geodetici, mareografici, geologici e geomorfologici di nuova realizzazione⁴.

Desideriamo ringraziare il prof. Enzo Boschi, il prof. Piero Alfredo Gianfrotta e il dr. Calvino Gasparini che hanno incoraggiato questa ricerca; il prof. Michele Caputo per le fruttuose discussioni sulle precedenti pubblicazioni. Infine il sig. Mauro Marini per l'aiuto fornito nel corso della ricerca.

Questa ricerca è stata finanziata dall'Istituto Nazionale di Geografia e Vulcanologia e dal CNR (Agenzia 2000).

* Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

** Università della Tuscia.

*** Australian National University of Canberra

**** Enea.

***** Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

***** Istituto Idrografico della Marina, Genova.

1. Hanno partecipato al progetto l'Istituto Nazionale di

Geofisica e Vulcanologia (dr. M. Anzidei, dr.ssa A. Esposito), l'Università della Tuscia (Prof. P.A. Gianfrotta, dr. A. Benini) il Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna (prof. P. Baldi), il Dipartimento di Scienze ambientali dell'Università di Bologna (prof. G. Gabbianelli), il Dipartimento di Architettura ed Urbanistica - Politecnico di Bari Sede di ricerca Distart dell'Università di Bologna (prof. A. Capra), il Dipartimento Ambiente dell'ENEA Centro Casaccia (dr. F. Antonioli), l'Istituto Idrografico della Marina (dr. L. Surace), Research School of Earth Sciences, Australian National University of Canberra (prof. K. Lambeck).

2. Pirazzoli 1987; Pirazzoli 1991.

3. Flemming 1969; Flemming, Webb 1986.

4. Schmiedt 1972; Flemming, Webb 1986; Pirazzoli

1. Le aree archeologiche

Una serie di sopralluoghi subacquei effettuati nei principali impianti portuali, nelle peschiere ed in alcune cave costiere dislocati lungo le coste del Tirreno centrale, dalla Toscana alla Calabria, ha permesso di effettuare un primo censimento per individuare tutte quelle strutture che, per destinazione d'uso, posizione, stato di conservazione ed inquadramento geologico, erano idonee a fornire dati sulle variazioni del livello del mare⁵.

Le peschiere risultano essere la categoria di monumenti più attendibile per lo studio di queste variazioni, avendo avuto, per la loro stessa funzionalità, un rapporto ben preciso con il livello del mare e con le variazioni di marea al momento della loro costruzione, circoscrivibile peraltro in un arco cronologico molto ristretto.

Infatti le peschiere furono un fenomeno largamente diffuso ma di breve durata - concentrato tra la fine del II secolo a.C. e il I secolo d.C. - dati gli alti costi di costruzione, gestione e manutenzione e avendo come finalità primaria non un ruolo produttivo per l'allevamento del pesce bensì una pura funzione di ornamento delle ville marittime.

Columella – uno degli autori latini che più ampiamente ha trattato il funzionamento delle peschiere – raccomanda un ottimo ricambio d'acqua all'interno delle vasche attraverso la costruzione di canali per sfruttare al massimo sia il moto ondoso che le variazioni di marea. Per consentire il ricambio d'acqua ed al tempo stesso evitare la fuga del pescato raccomanda inoltre la chiusura dei canali di comunicazione con il mare aperto tramite grate forate manovrabili. Consiglia infine di proteggere le vasche dalle mareggiate tramite moli esterni⁶.

Dall'analisi delle fonti e dalle ricognizioni effettuate in mare è stata operata, rispetto ai precedenti studi, una selezione molto più restrittiva dei markers significativi: sono stati esclusi i muri perimetrali esterni che non forniscono dati affidabili sul livello antico del mare, analizzando invece solo le quote di riferimento dedotte dalle crepidini che corrono all'interno delle vasche, dai canali di adduzione e dalle saracinesche di chiusura⁷.

Le ricerche archeologiche condotte fino ad oggi hanno permesso di rintracciare un'ampia documentazione sulle *cateractae* utilizzate nelle peschiere e sul loro funzionamento, alcune delle quali sono state individuate ancora *in situ*. Risultano essere tutte realizzate con le stesse modalità: l'ingresso del canale nella vasca o il varco di

1976; Pirazzoli 1987; Leoni, Dai Pra 1997.

5. Nel corso del progetto di ricerca sono stati effettuati sopralluoghi in Toscana (S. Liberata) nel Lazio (Pian di Spille, Torre Valdaliga, Punta della Vipera, Santa Marinella, Grottaacce, Saracca, Banca, Astura, Sperlonga, Sarinola, Serapo, Scauri, Ponza, Ventotene) in Campania (Torregaveta, Miseno, Baia, Pozzuoli, San Marco di Castellabate) in Calabria (Briatico, Copanello), in Puglia (Porto Miggiano, Torre S. Stefano), in Sicilia (Basiluzzo) e in Sardegna (Capo Testa).

6. Columella, *De re rustica* XVI – XVII.

7. È comunque importante sottolineare che data la loro collocazione in prossimità della costa tutti gli impianti sono colmati da detriti e sabbia e che nessuna peschiera è mai stata oggetto di uno scavo archeologico, pertanto anche le nostre ricerche si sono limitate a quanto emerge dall'attuale livello di fondo o – in alcuni casi – a piccole pulizie limitate ai punti di maggior interesse ai fini delle misurazioni.

comunicazione tra le singole vasche è caratterizzato da un elemento orizzontale per la battuta inferiore fiancheggiato da due piedritti, questi tre elementi sono caratterizzati da una scanalatura con funzione di binario per l'inserimento della grata forata. Un altro elemento orizzontale costituiva la rifinitura superiore, nei casi in cui si è conservato presenta una fenditura per estrarre la grata alla sede.

Ai fini delle misurazioni del livello del mare si è ritenuta valida anche l'analisi della profondità della crepidine, ossia di quel piano di calpestio che consentiva di percorrere il perimetro interno delle vasche probabilmente senza bagnarsi. In alcune peschiere è stata notata la presenza di più livelli di crepidine e che la sommità delle saracinesche corrisponde al livello di quella più bassa, mentre la base dei canali, che garantivano il ricambio d'acqua con l'esterno o tra le singole vasche, coincide nella maggior parte dei casi con il livello dell'elemento inferiore della grata. Il livello del mare all'epoca della loro realizzazione non doveva quindi - per esigenze di funzionamento - né superare il margine superiore per evitare il libero passaggio dell'acqua e quindi dei pesci, né scendere a quote inferiori alla base della grata per garantire sempre un apporto idrico nuovo. Considerando che nel mar Tirreno la massima escursione di marea è pari a circa cm 40-45, il livello del mare doveva trovarsi nell'ambito di questo range in corrispondenza dell'attuale quota delle grate. Lo spessore dell'elemento superiore (circa 20 cm) garantiva inoltre un franco di emergenza.

Considerando che l'altezza media della grata - salvo casi particolari - era circa cm 60/70 e che non doveva mai emergere completamente rispetto al livello dell'acqua, l'antico livello del mare è facilmente individuabile. In particolare a Ventotene è stato rilevato - all'interno della peschiera - un innalzamento del mare di circa 150 ± 20 cm; riportando questo dato nel porto, la banchina - attualmente sommersa - risulta emergente di circa cm 40 ± 20 .

Gli impianti portuali si sono rivelati in generale meno idonei per lo stato di conservazione e per le ancora scarse conoscenze sull'antica quota di esercizio della banchina rispetto al livello del mare. Il porto di Miseno, che al contrario per lo stato di conservazione potrebbe restituire dati significativi, si trova nell'area vulcanica dei Campi Flegrei in Campania, ben nota per il fenomeno del bradisismo che ha portato alla sommersione di tutta l'antica fascia costiera⁸. Il porto di Ventotene conserva un livello di banchina ed una serie di ambienti parzialmente sommersi che hanno fornito una serie di dati di riscontro sulle misurazioni effettuate nella vicina peschiera. In particolare durante il sopralluogo subacqueo è stata individuata lungo il tratto di banchina occidentale una bitta di ormeggio - simile per caratteristiche a tutte quelle che ancora si conservano lungo il perimetro del porto - sommersa a - 0,57 metri, fornendo un ulteriore dato sull'attuale livello di sommersione (fig. 1).

1.1 Scoglio Galera - Briatico (VV)

Sempre nell'ambito di questa ricerca sono stati effettuati inoltre sopralluoghi in Calabria a Briatico (VV) in particolare nello Scoglio Galera dove fu scavata nel banco roccioso una

8. Gianfrotta 1988; Gianfrotta 2000.

serie di quattro vasche e regolarizzata un'insenatura per la costruzione di un approdo dotato di numerose bitte di ormeggio ancora visibili. Le vasche e l'approdo erano probabilmente funzionali ad un impianto di lavorazione del pesce di cui restano labili tracce a terra⁹. Il lato dell'isola più esposto al mare era protetto da un poderoso muro di cui ne resta solo un breve tratto ma ben documentato da una serie di fori scavati nella piattaforma rocciosa lasciati dai pali della cassaforma lignea. Il ritrovamento all'interno di uno di questi fori di resti del palo ha permesso di effettuare una datazione tramite C¹⁴ e di attribuire l'insediamento a 1806 ± 50 anni BP¹⁰. Da un punto di vista archeologico, risulta interessante aver potuto chiarire che il piano che corre orizzontalmente lungo tutto il perimetro interno delle vasche non era previsto in costruzione come crepidine bensì è un solco di battente dovuto al persistere dello stazionamento del livello del mare a questa quota dall'epoca della costruzione dell'impianto (figg. 2-3).

1.2 Basiluzzo (ME)

Nelle isole Eolie l'isola di Basiluzzo conserva sulla sua sommità i resti di una sontuosa villa databile - in mancanza di dati di scavo - sulla base della tecnica edilizia e dei rivestimenti parietali e pavimentali tra il I a.C. e il I d.C.; parte integrante della villa sono anche i resti sommersi che si conservano nella baia che si apre ad ovest di Punta Levante (figg. 4-5). La struttura in mare racchiude un'area di forma trapezoidale delimitata da tre muri in opera cementizia, privi di paramento, che si conservano per un elevato che varia a secondo della morfologia del fondale¹¹. La muratura è inoltre interrotta da due aperture: una lungo il lato NW-SE ampia circa un metro, mentre la seconda - molto irregolare - conserva un'ampiezza di circa 3 metri che si restringe fino a 2 metri verso l'interno del recinto. Durante questa fase di ricognizioni si è potuta notare anche la presenza di una terza apertura molto più piccola (largh. m 0,80) che non interessa l'intero elevato del muro, ma che si apre solo alla base dello stesso immediatamente ad est del secondo varco. La struttura, per quanto concerne la tecnica edilizia, pur rivelando una perfetta padronanza della tecnica costruttiva, mostra una totale assenza di rifiniture ed una realizzazione grezza e sommaria¹².

L'assenza di tracce di chiusura nelle aperture presenti lungo il perimetro e le loro eccessive dimensioni sembrano far escludere l'interpretazione della struttura come peschiera¹³, inoltre il rilievo roccioso, che si erge dal fondo fino alla medesima quota delle creste dei muri e che interessa quasi la metà del recinto, ne esclude anche l'utilizzo interno come piccolo riparo.

9. Jannelli 1987; Jannelli 1992; Lena 1989.

10. Data calibrata secondo il programma Calib 4; sulla presenza di fori di palo in prossimità di strutture murarie vd. Benini 2002.

11. Le strutture si conservano da un'altezza massima di m. 2,50 nell'angolo SE, fino ad una altezza di circa un metro verso NW. Anche lo spessore passa da m. 2,20 circa del lato NW-SE a circa m. 1-1,5 per i lati SE e SW che si addossano ad una emergenza rocciosa.

12. In considerazione del fatto che ci troviamo in una

zona di provincia quanto mai lontana da Roma e dai centri residenziali tipici dell'aristocrazia romana della prima età imperiale, un'edilizia di scarsa fattura non dovrebbe affatto meravigliare; il problema si pone invece data la presenza della villa sulla sommità dell'isola che conserva strutture, mosaici pavimentali ed affreschi di grande pregio e di ottima fattura tipici delle ville romane realizzate da maestranze di alto livello.

13. Castagnino 1994.



FIG. 1 – Bitta sommersa individuata nel porto di Ventotene (IT).



FIG. 2 – Veduta aerea dell'impianto dello Scoglio Galera (VV).



FIG. 3 – La serie di vasche ricavate sullo Scoglio Galera (VV).

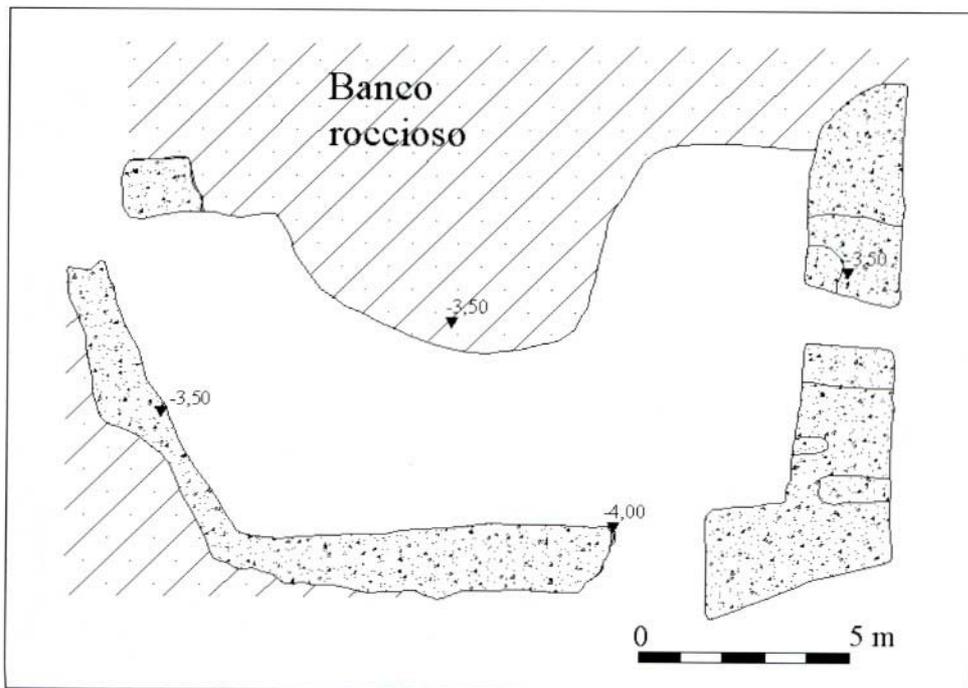


FIG. 4 – Pianta della struttura sommersa a Basiluzzo (ME).

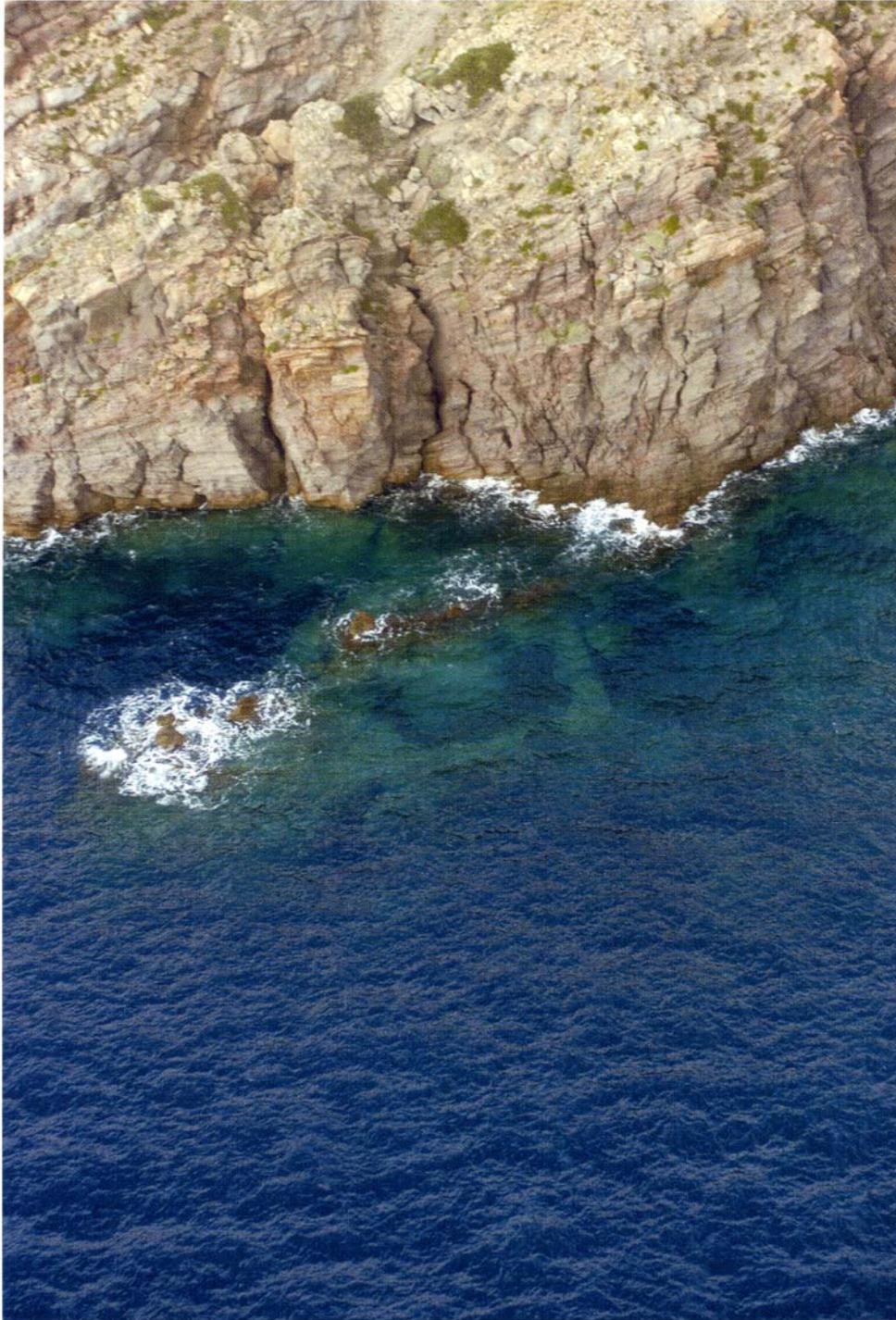


FIG. 5 – Veduta aerea della struttura sommersa, di Basiluzzo.

L'ipotesi maggiormente plausibile è che si tratti del basamento di una struttura con funzioni di banchina di approdo, per la cui realizzazione ci si è avvalsi anche dell'andamento naturale del fondale; la presenza di un approdo all'isola era sicuramente indispensabile e questo è l'unico manufatto presente lungo l'intero perimetro costiero dell'isola. Resta comunque fermo il fatto che l'impianto, qualunque fosse la sua funzione, dovesse in origine emergere dalla superficie del mare di non meno di m 0,50 e sulla base delle attuali quote di sommersione è stato possibile valutare la variazione del livello del mare e dei fenomeni vulcanici che hanno interessato quest'area.

2. Risultati

I risultati ottenuti dall'analisi di alcune peschiere ed altre strutture di epoca romana poste lungo la costa del mare Tirreno tra la Toscana e il Lazio meridionale, in Calabria e all'isola di Basiluzzo (isole Eolie), sono stati ottenuti tenendo in considerazione che le variazioni del livello del mare osservate dipendono dalla interazione di tre differenti movimenti relativi: isostasia (con le componenti glacio e idro-statica che causano una deformazione regionale della crosta Terrestre); eustatismo (innalzamento del livello medio dei mari e degli oceani a causa dello scioglimento dei ghiacci o per variazioni di densità delle acque) e tettonica (deformazione della crosta terrestre dovuta a fenomeni geodinamici regionali, come ad es. la collisione tra placche continentali, o locali, come ad es. a terremoti o attività vulcanica). Le deformazioni a scala geologica sono state valutabili per le stesse aree, quando possibile, a partire dalla quota topografica a cui si trova lo stadio 5e di stazionamento del livello del mare, datato a circa 125.000 anni BP (noto anche come livello del Tirreniano). L'integrazione del dato archeologico con la storia geologica, vulcanica e sismica dell'area, corretto per eustatismo ed isostasia, permette di fornire un quadro affidabile ed esauritivo sulla risalita del livello del mare e dei fenomeni legati alla dinamica della crosta terrestre in atto nell'area in studio a partire dall'epoca tirreniana, con particolare riferimento agli ultimi 2000 anni circa. Siti archeologici costieri, come le vasche per l'allevamento del pesce di epoca romana, proprio perché posti in zona intertidale, possono fornire stime molto precise di queste variazioni.

Nuove stime sulle variazioni del livello del mare in tempi storici sono importanti non solo per scopi geofisici e ricostruzioni paleoambientali collegate all'archeologia, ma anche per valutare l'impatto dell'uomo sui recenti cambiamenti del clima.

Il confronto con dati precedenti effettuati circa 30 anni addietro ha mostrato apparenti valori di innalzamento relativo del livello del mare di circa il 100%. Questa differenza non è però imputabile ad una sua reale rapida variazione, bensì al fatto di avere adottato nuove quote di riferimento su elementi architettonici significativi ai fini di questi studi, non riconosciuti in precedenza. Infatti, solo dalla valutazione delle fonti storiche unitamente all'esecuzione di nuovi rilievi, si è giunti alla identificazione di markers utili per questo scopo, come i canali di alimentazione, le crepidi-

ni inferiori e le saracinesche. Inoltre la comparazione di questi elementi in tutti gli impianti visitati, ha condotto al riconoscimento di criteri costruttivi omogenei, che hanno anche facilitato l'interpretazione delle osservazioni.

Lo studio è stato condotto effettuando rilievi con aste di INVAR in caso di profondità inferiori, 3 m (valore medio di 10 letture per ogni misura) e profondimetri (con accuratezza di cm 10), per siti posti a profondità maggiori, rilievi topografici speditivi (quando necessari per aggiornare i precedenti), rilievi topografici dettagliati (nuovi rilievi, come ad es. a Briatico), rilievi batimetrici (per porre in relazione la morfologia del fondale con la struttura studiata), rilievi geologici subacquei e terrestri (per verificare la natura della roccia affiorante e la sua stabilità), analisi di dati mareografici (per riportare al livello medio del mare le quote degli elementi sommersi al momento dei rilievi), analisi di dati meteo di pressione atmosferica, temperatura, velocità e direzione del vento (per correggere il livello mare istantaneo durante i rilievi), consultazione dei cataloghi sismici storici e della sismicità strumentale (per individuare le sorgenti sismogenetiche vicine e valutare il tipo di sismicità delle zone in studio), raccolta di documentazione (foto subacquee, filmati, ecc.).

I dati raccolti, provenienti principalmente dalle peschiere e in alcuni casi anche da strutture portuali, hanno fornito risultati di indubbio interesse apportando nuove stime sulla risalita eustatica, sulla distribuzione e sul valore dell'effetto isostatico ed infine sulle deformazioni indotte da tettonica e vulcanismo (fig. 6).

Dalla Toscana al Lazio meridionale, si ha un valore medio nella variazione del livello del mare di m $-1,25$ nel corso degli ultimi 2000 anni, indotta da isostasia, eustatismo e tettonica.

In Calabria, dalla relazione tra le quote mostrate dai differenti elementi archeologici e geomorfologici della peschiera di Briatico, si evince che il livello del mare relativo alla quote funzionali della peschiera non è cambiato significativamente durante gli ultimi 1806 ± 50 anni. A Briatico l'effetto isostatico e glacio-idro-statico eguaglia il valore del sollevamento tettonico. Si ottiene un sollevamento totale di m 1,4, ad un tasso di 0,78 mm/anno. Questo valore migliora sensibilmente le stime precedenti¹⁴, basate solo su dati geologici del livello 5e del tirreniano, valutate a 0,47 mm/anno. La presenza di almeno un altro ordine di solco di battente, oggi sommerso, lascerebbe ipotizzare l'occorrenza di almeno un evento sismico che avrebbe prodotto un ribassamento dell'isola in tempi antecedenti la costruzione della peschiera.

Nell'arco vulcanico delle isole Eolie, la banchina di ormeggio sommersa di Basiluzzo, dislocata di m $-3,75 \pm 0.1$ dalla sua collocazione funzionale originaria, è stata soggetta ad una subsidenza di $-1,87$ mm/anno durante gli ultimi 2000 anni. La deformazione osservata è stata utilizzata per creare un modello di contrazione della camera magmatica dovuto al suo progressivo raffreddamento, che avrebbe formato l'isola circa -54000 ± 8000 anni dal presente. Si tratta del primo caso conosciuto di stima e modellazione della contrazione di una camera magmatica a partire da dati archeologici¹⁵.

14. Miyauchi *et alii* 1994.

15. Tallarico *et alii* 2003.

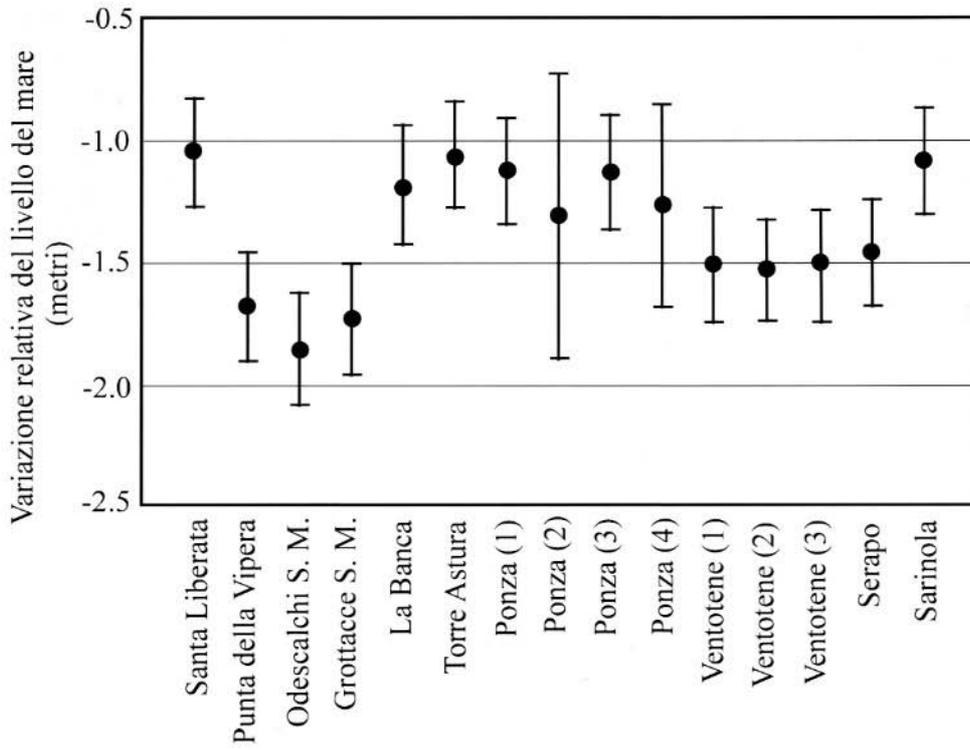


FIG. 6 – Variazione di quota (m) stimata sui siti archeologici, corrispondente alla variazione del livello del mare Tirreno, avvenuta durante gli ultimi 2000 anni, tra la Toscana e il Lazio meridionale.

BIBLIOGRAFIA

- Aa.Vv. (1968), *La Via Aurelia da Roma a Forum Aureli*, in *Quaderni Istituto Topografia Antica Università di Roma* 4, Roma, pp. 1-153.
- Benini, A. (1998), *Una peschiera romana a Capo Miseno*, in *L'archeologo subacqueo* 4, 3, 12, p.11.
- Benini, A. (2001), *Recenti indagini subacquee lungo la costa di Bacoli e Miseno*, in P.A. Gianfrotta, F. Maniscalco (edd.), *Forma Maris, Atti della rassegna internazionale di archeologia subacquea (Pozzuoli, 1998)*, Napoli, pp. 51-56.
- Benini, A. (2002), *Note sulla tecnica edilizia del molo romano di San Marco di Castellabate nel Cilento (SA)*, in *Archeologia Subacquea* 3, pp. 39-46.
- Bernabò Brea, L. (1947), *Lipari, Salina, Panarea, Basiluzzo e scogli minori*, in *NSc* s.8, 1, pp. 238-239.
- Bernabò Brea, L. (1985), *Basiluzzo. Banchina di approdo sommersa di età romana*, in *BdA*, Suppl. al vol. 29: *Archeologia Subacquea* 2, pp. 77-79.
- Borriello, M., D'Ambrosio, A. (1979), *Baiae Misenum, Forma Italiae, Regio I*, vol. 14, Firenze.
- Bound, M. (1992), *Archeologia sottomarina alle isole Eolie*, Marina di Patti.
- Castagnoli, F. (1965), *Astura*, in *StRom* 11, 6, Roma, pp. 637-644.
- D'Arms, J.H. (1970), *Romans on the bay of Naples. A Social and cultural study of the Villas and Their Owners from 150 B.C. to A.D. 400*, Cambridge (Mass).
- Del Rosso, R. (1905), *Pesche e peschiere antiche e moderne nell'Etruria marittima*, Firenze.
- De Rossi, G.M. (1986) (ed.), *Le isole pontine attraverso i tempi*, Roma.
- Felici, E. (1993), *Osservazioni sul porto neroniano di Anzio e sulla tecnica edilizia delle costruzioni portuali in calcestruzzo*, in *Archeologia Subacquea* 1, pp. 71-104.
- Felici, E. (1998), *La ricerca sui porti romani in cementizio: metodi e obiettivi*, in G. Volpe (ed.), *Archeologia subacquea. Come opera l'archeologo sott'acqua (Certosa di Pontignano - Siena 1996)*, Firenze, pp. 275-340.
- Flemming, N.C. (1969), *Archaeological evidence for eustatic changes of sea level and earth movements in the Western Mediterranean in the last 2000 years*, in *Geological Society of America, Special Paper* 109, pp. 1-125.
- Flemming, N.C., Webb, C.O. (1986), *Tectonic and eustatic coastal changes during the last 10.000 years derived from archeological data*, in *Zeitschrift für Geomorphologie* 62, pp. 1-29.
- Giacopini, L., Marchesini, B., Rustico, L. (1994), *L'itticoltura nell'Antichità*, Roma.
- Gianfrotta, P.A. (1972), *Castrum Novum, Forma Italiae, Regio VIII*, vol. 3, Roma.
- Gianfrotta, P.A. (1988), *I porti dell'area flegrea*, in G. Laudizi, C. Marangio (edd.), *Porti, approdi e linee di rotta nel Mediterraneo antico, Atti seminario di studi (Lecce, 1996)*, in *Studi di Filologia e letteratura* 4, pp. 153-176.
- Gianfrotta, P.A. (2000), *Il contributo della ricerca archeologica subacquea agli studi di topografia antica in Italia*, in *La forma della città e del territorio (Atti dell'incontro S. Maria Capua Vetere, 1998)*, Roma, pp. 75-90.
- Jacono, L. (1913), *Note di archeologia marittima*, in *Neapolis* 1, 3-4, pp. 357-371.
- Jacono, L. (1924), *Piscinae in litore constructae*, in *NSc* 21, pp.333-340.
- Jacono, L. (1938), *Una singolare piscina marittima in Ponza*, in *Campania Romana* 1, pp. 145-162.
- Jannelli, M.T., Lena, G. (1987), *Modificazioni dell'antica linea di costa tirrenica in territorio di Briatico (CZ): la villa marittima di S. Irene*, in *Déplacements des lignes de rivage en méditerranée d'après les*

données de l'archéologie. Colloques internationaux du CNRS (Aix-En-Provence, 5-7 septembre 1985), Paris, pp. 126-128.

- Jannelli, M.T., Lena, G., Givigliano, G.P. (1992), *Indagini subacquee nel tratto di costa tra Zambrone e Pizzo Calabro, con particolare riferimento agli stabilimenti antichi per la lavorazione del pesce*, in *V Rassegna di Archeologia Subacquea (Naxos, 1990)*, Messina, pp. 9-43.
- Kapitän, G. (1961), *Ricerche sottomarine a Panarea*, in *Atti del II Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina (Albenga, 1958)*, Bordighera, pp. 80-84.
- Lena, G. (1989), *Vibo Valentia. Geografia e morfologia della fascia costiera e l'impianto del porto antico*, in *AnnPisa* 3, 2, Pisa, pp. 583- 607.
- Leoni, G., Dai Pra, G. (1997), *Variazioni di livello del mare nel tardo Olocene lungo la costa del Lazio in base ad indicatori geo-archeologici*, ENEA Tech. Rep. RT/AMB/97/8, p. 127.
- Miyauchi, T., Dai Pra, G., Sylos Labini, S. (1994), *Geochronology of pleistocene marine terraces and regional tectonics in the tyrrhenian coast of south Calabria, Italy*, in *Il Quaternario* 7, 1, pp. 17-34.
- Pellandra, D.I. (1997), *Due poco note peschiere romane a Santa Severa e Santa Marinella*, in *Archeologia Subacquea* 2, pp. 21-33.
- Pellandra, D.I. (2002), *Ponza, Grotte di Pilato: la peschiera esterna*, in *Archeologia Subacquea* 3, pp. 101-106.
- Piccarreta, F. (1977), *Astuna, Forma Italiae, Regio I*, vol. 13, Firenze, pp. 24-27.
- Pirazzoli, P.A. (1976), *Sea level variations in the Northwest Mediterranean During Roman Times*, in *Science* 194, pp. 519-521.
- Pirazzoli, P.A. (1987), *Sea level changes in the Mediterranean*, Oxford.
- Pirazzoli, P.A. (1991), *World atlas of Holocene sea level changes, Elsevier Oceanography series* 58.
- Schmiedt, G. (1970), *Atlante aereofotografico delle sedi umane in Italia. Le antiche sedi scomparse*, Firenze.
- Schmiedt, G. (1972), *Il livello antico del mar Tirreno*, Firenze.
- Tallarico, A., Dragoni, M., Anzidei, M., Esposito, A. (2003), *Modeling Long Term Ground Deformation due to the Cooling of a Magma Chamber: the case of Basiluzzo Island (Aeolian Islands, Italy)*, in *Journal of Geophysical Research* 108, p. 2568.



ISBN 88-498-1114-4



9 788849 811148