

Caratterizzazione geomorfologica del litorale vesuviano: evidenze per la ricostruzione della linea di costa di epoca romana⁽¹⁾

Geomorphological characteristics of the Vesuvian coastline (Campania, southern Italy): reconstruction of Roman coastline

DE PIPPO T. (*), DONADIO C. (*), RUSSO F. (*), SGAMBATI D. (*)

RIASSUNTO – In questa nota viene presentato uno studio comparativo sull'evoluzione geomorfologica del litorale vesuviano emerso e sommerso, nel settore compreso tra il porto di Torre Annunziata e quello di Portici (Campania).

Chiare evidenze morfologiche, talora con associati manufatti d'epoca romana riferibili al I sec. d. C., ritrovate a circa 4 m di profondità ed a non più di un centinaio di metri dall'attuale linea di riva hanno permesso di ricostruire l'evoluzione geomorfologica della linea di costa vesuviana negli ultimi 2000 anni e di accertare l'esistenza di movimenti vulcano-tettonici connessi verosimilmente all'attività eruttiva del Vesuvio in epoca post-romana.

Le ricerche sono state avviate con l'acquisizione di dati batimetrici mediante l'esecuzione di profili subortogonali e longitudinali alla linea di costa, necessari per la costruzione di una carta batimetrica dettagliata di base su cui sono state riportate le indicazioni relative agli aspetti morfologici e geoarcheologici individuati. Per il posizionamento dei punti notevoli ci si è avvalsi di un sistema di radioposizionamento satellitare GPS portatile.

E' stato condotto anche un rilevamento geomorfologico dell'intera fascia costiera vesuviana emersa, costituita da una falesia incisa sia in prodotti lavici che piroclastici, l'età dei quali - variabile da luogo a luogo - è riferibile all'attività eruttiva del Vesuvio tra il I sec. d. C. e l'epoca moderna.

Le tracce dell'antica linea di costa d'epoca romana rinvenute in più punti sul fondo marino a circa 4 m di profondità e sulla terraferma, correlate alle diverse età assunte dalla falesia, consentono di delineare sia le variazioni della costa vesuviana negli ultimi 2000 anni circa che le trasformazioni subite a causa degli eventi vulcanici e dei movimenti vulcano-tettonici.

I dati finora acquisiti hanno messo in luce la complessità dell'evoluzione geomorfologica di questo settore costiero i cui mutamenti fisiografici hanno sicuramente influito anche sull'assetto socio-economico dell'area in epoca post-romana.

PAROLE CHIAVE: Geomorfologia, Geoarcheologia, Olocene, Vesuvio, Italia

ABSTRACT – Geomorphological evolution of Vesuvian coast between Torre Annunziata and San Giovanni a Teduccio ports in Campania, southern Italy, is explained in this initial face by a comparative approach.

The research is carried out along the Vesuvian coastline until a maximum depth of 20 m, by direct and indirect surveys, to identify and mark the morphological and geoarchaeological features that are indicative of coastline changes during last 2000 years.

Morphological evidences and handicrafts of Roman period, dated 1st century A.D., found about 4 m under the sea level and at about a hundred metres far from the present coastline, indicate the presence of vertical volcano-tectonics movements linked to the Vesuvius eruptive history after the Roman period.

For this aim, it has been very useful to do orthogonal and longitudinal sections of the sea-bottom along the coastline. This is done with a GPS satellite portable system used on ship board to fix the points.

Subaerial geomorphological surveys have been carried out along the Vesuvian coast, showing very articulated and several aged sea-cliffs cut into pyroclastic and lava deposits. The presence of tracks of ancient Roman coastline 4 m under sea level, found in several places on landscape and sea-bottom and linked to several ages of sea-cliffs, allows us to discriminate the coastal variations depending on Vesuvian volcanic activity and on volcano-tectonics movements occurred in the last 2000 years.

Data collected so far show the complexity of geomorphological evolution along this coast, which physiographic changes surely influenced also social and economical order of the area after the Roman period.

KEY WORDS: Geomorphology, Geoarchaeology, Holocene, Vesuvius, Italy

(1) Lavoro eseguito con i contributi M.U.R.S.T. 60% - (tit. Prof. T. De Pippo) e C.N.R. 93 (tit. Prof. L. Branaccio).

(*) Dip. Scienze della Terra, Università degli Studi di Napoli «Federico II» - Largo San Marcellino, 10 - 80138 Napoli.

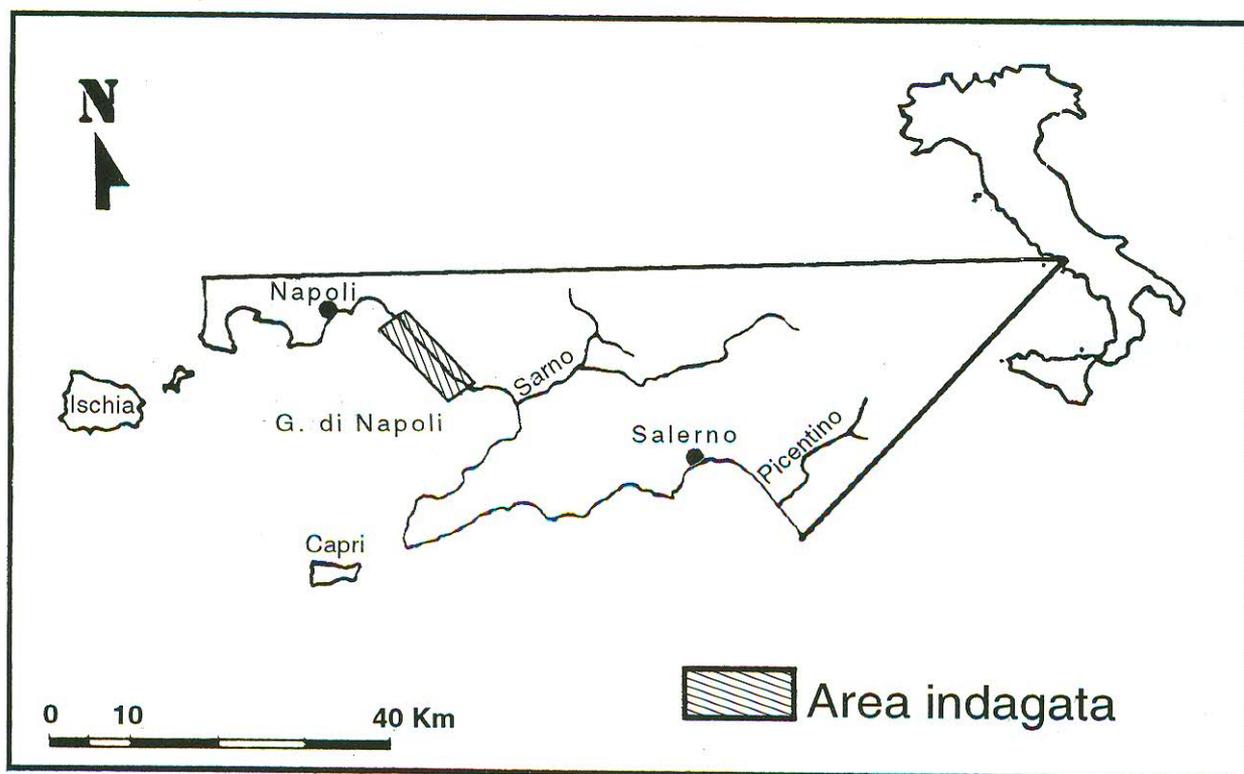


Fig.1 - Il settore costiero vesuviano esaminato.
Vesuvian coastal area studied in Campania, south of Italy.

1. - INTRODUZIONE

Recenti ricerche condotte lungo la costa vesuviana tra San Giovanni a Teduccio e Torre Annunziata (fig. 1) hanno permesso di riconoscere numerosi elementi geomorfologici ed archeologici di questo settore costiero, condizionato negli ultimi 2000 anni soprattutto dall'attività eruttiva del Vesuvio.

La presenza lungo la costa di tracce della linea di riva di epoca romana e la sua attuale posizione al di sotto del livello del mare di circa 4 m (DI GIROLAMO, 1970; CASERTANO & PINNA, 1970; SIGURDSSON *et alii*, 1985; GOLSER *et alii*, 1990; ALBORE LIVADIE *et alii*, 1990), ci ha spinto ad intraprendere nuove indagini lungo questo settore litoraneo al fine di ottenere un quadro morfoevolutivo il più completo possibile.

I dati acquisiti, ancora preliminari, si riferiscono sia alla parte emersa che a quella sommersa - quest'ultima fino ad oggi quasi del tutto sconosciuta - del litorale in questione e sono sintetizzati in una carta geomorfologica schematica (fig. 2).

2. - STUDI PRECEDENTI

I primi studi a carattere moderno condotti sul litorale vesuviano risalgono agli inizi degli anni '70

con una più decisa ripresa a partire dalla metà degli anni '80. DI GIROLAMO (1970) è stato il primo a fornire indicazioni sulla successione stratigrafica delle vulcaniti che costituiscono la falesia attiva lungo buona parte del litorale di Torre del Greco. Questo Autore, oltre a fornire una prima carta geologica del tratto di falesia investigato, ha evidenziato la presenza di prodotti di una bocca eruttiva locale di età precedente all'eruzione pliniana del 79 d.C. e di resti di edifici di epoca romana semisepolti sulla spiaggia attuale. CASERTANO & PINNA (1970) hanno fornito informazioni sulla stratigrafia del sottosuolo e della falesia del settore ercolanese e, basandosi su deduzioni di carattere idrogeologico ed archeologico, hanno proposto una ricostruzione del possibile andamento della linea di costa del 79 d.C. Gli Autori ritennero che quest'ultima fosse riconoscibile lungo la costa vesuviana tra Portici e Torre del Greco, sia sulla parte emersa che su quella sommersa, a poco più di due metri al di sotto del livello attuale del mare. Queste evidenze sono state riprese ed approfondite da SIGURDSSON *et alii* (1985) i quali riportano effettivamente le tracce della linea di riva di epoca romana negli scavi dell'antica Erculaneum, ad una profondità di circa 4 m al di sotto del livello del mare. Gli Autori forniscono, inoltre, una detta-

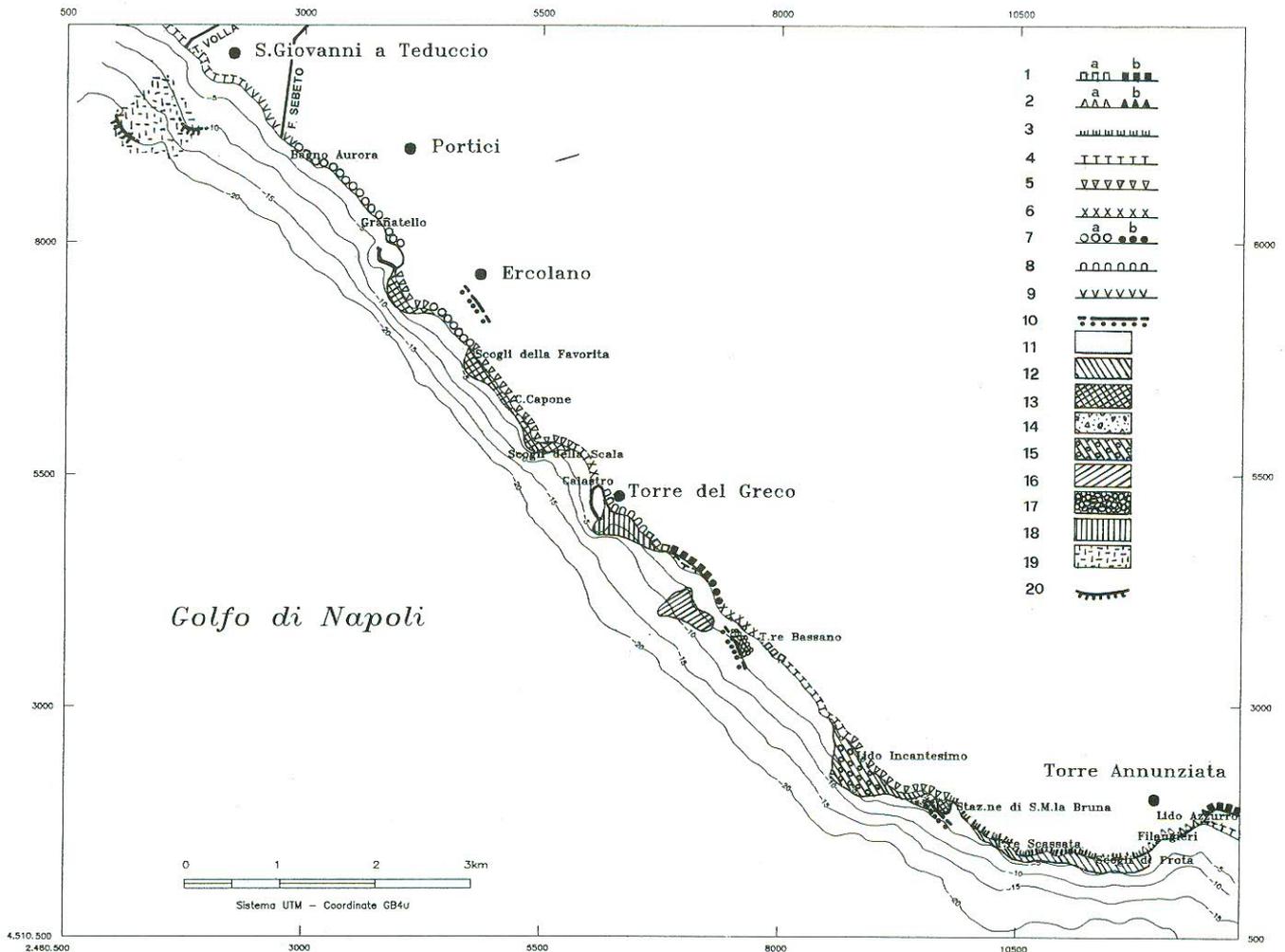


Fig. 2 - Carta geomorfologica del settore litoraneo e della spiaggia sommersa tra il porto di Torre Annunziata ed il porto di San Giovanni a Teduccio;

- 1) falesia modellata in piroclastiti o vulcanoclastiti di età pre - 79 d.C.; a) attiva; b) morta;
- 2) falesia modellata nelle vulcanoclastiti alluvionali del 472 d. C.; a) attiva; b) morta;
- 3) falesia attiva modellata in colate laviche di età alto-medioevale;
- 4) costa bassa con spiaggia sabbiosa;
- 5) falesia attiva modellata nella colata lavica del 1631;
- 6) falesia attiva modellata in litotipi lavici ed autobrecciati di una bocca eruttiva locale di età preistorica;
- 7) falesia modellata nelle piroclastiti da flusso dell'eruzione del 79 d.C.; a) attiva; b) morta;
- 8) falesia attiva modellata nella colata lavica del 1794;
- 9) falesia modellata nelle vulcanoclastiti alluvionali del 1631;
- 10) linea di costa d'epoca romana;
- 11) fondo mobile, in prevalenza sabbioso, con sporadici ciottoli sotto riva e sabbioso-limoso oltre i 15 m di profondità;
- 12) fondo con lave medioevali;
- 13) fondo con lava del 1631;
- 14) fondo con piroclastiti del 79 d.C.;
- 15) fondo con lave e detriti lavici alternati a sabbie;
- 16) fondo con lave preistoriche;
- 17) spiaggia sommersa fossile d'epoca romana costituita da ciottoli di lave pre-79 d.C. cementati con frammenti d'anfora e ciottoli appiattiti di fattura antropica; presenza di livello bioclastico cementato a prevalenza di *Ostrea edulis* e *Haliotis lamellosa*;
- 18) fondo con lava del 1794;
- 19) fondo roccioso di probabile natura lavica;
- 20) scarpata sottomarina.

Geomorphological map of the coast and the sea bottom between the ports of Torre Annunziata and San Giovanni a Teduccio;

- 1) cliff cut into pyroclastic or volcanoclastic products of the period before A.D. 79; a) active; b) dead;
- 2) cliff cut into flood volcanoclastic products of A.D. 472; a) active; b) dead;
- 3) active cliff cut into early medieval age lava flows;
- 4) low coast with sandy beach;
- 5) active cliff cut into lava flow of 1631;
- 6) active cliff cut into lava and breccias of a local prehistoric volcanic vent;
- 7) cliff cut into the flow pyroclastic products of the A.D. 79 eruption; a) active; b) dead;
- 8) active cliff cut into lava flow of 1794;
- 9) cliff cut into flood volcanoclastic products of 1631;
- 10) coastline of the Roman period;
- 11) sandy sea-bottom with pebbles in-shore and silt below 15 m depth;
- 12) sea-bottom with medieval age lavas;
- 13) sea-bottom with lava of 1631;
- 14) sea-bottom with pyroclastic products of A.D. 79;
- 15) sea-bottom with lavas and lava detritus alternate with sand;
- 16) sea-bottom with prehistoric lavas;
- 17) submarine beach rock of the Roman period formed by pebbles of lavas of the period before A.D. 79, cemented with fragments of amphora and man-made flattened pebbles; presence of a cemented bioclastic layer with predominance of *Ostrea edulis* and *Haliotis Lamellosa*;
- 18) sea-bottom with lava of 1794;
- 19) rocky sea-bottom, probably formed by lavas;
- 20) submarine cliff.

gliata ricostruzione dell'andamento di questa antica linea di riva, anche se limitatamente al settore ercolanese, ed una serie di mappe che illustrano la distribuzione delle vulcaniti del 79 d.C. in relazione agli insediamenti archeologici presenti lungo la costa. Mediante l'analisi di dati geomorfologici e stratigrafici ROLANDI & RUSSO (1986), oltre a fornire più precise informazioni sulla stratigrafia della locale serie piroclastica, riportano evidenze di una sommersione della linea di costa del 79 d.C. al largo di Torre del Greco. CINQUE & RUSSO (1986) documentano su tutta la Piana del Sarno, sottesa tra Torre Annunziata e Castellammare di Stabia, le evidenze geomorfologiche di antichi lineamenti costieri olocenici. Le osservazioni di questi ultimi Autori sono state successivamente dettagliate da ALBORE LIVADIE *et alii* (1990), che hanno messo in luce in quest'area, come ad Ercolano, le tracce della linea di riva del 79 d.C. a circa 4 m al di sotto del livello del mare. Analoghi risultati vengono raggiunti da GOLSER *et alii* (1990) mediante un puntuale rilevamento subacqueo, sia geomorfologico che archeologico, condotto in due località al largo della costa di Torre del Greco. Per quanto concerne la stratigrafia dei prodotti vulcanici degli ultimi 2000 anni affioranti lungo il litorale vesuviano si rimanda a ROLANDI & RUSSO (1989) ed a PAGANO *et alii* (1994).

3. - METODOLOGIA DI LAVORO

La ricostruzione della linea di costa di epoca romana in questo tratto di litorale campano può essere effettuata solo servendosi di tecniche conoscitive in grado di esaminare le morfologie sommerse con un'accuratezza dell'ordine del metro. E' infatti proprio nella prima decina di metri che è più alta la probabilità di riconoscere le tracce dell'antica linea di riva di epoca romana ma, al tempo stesso, più difficile è l'individuazione di tali evidenze a causa della presenza di depositi piroclastici e colate laviche posteriori all'eruzione pliniana del 79 d.C.

Per raggiungere lo scopo prefissato è stata messa a punto una metodologia standard tendente all'ottimizzazione della ricerca, sia dal punto di vista temporale che qualitativo, in modo da concentrare i maggiori sforzi solo nella fase interpretativa dei dati. La prima fase del lavoro è consistita nel rilevamento del fondale marino, fino a circa 20 m di profondità, mediante ecografo installato su un natante leggero (COCCO *et alii*, 1988) dotato di sistema

di radioposizionamento satellitare GPS (Global Positioning System), in grado di associare ad ogni punto scandagliato la corrispondente coppia di coordinate geografiche. I dati così registrati sono stati organizzati in files e successivamente, con un software appositamente realizzato, trasformati in coordinate chilometriche UTM. Ciò ha consentito, infine, di elaborare i dati risultanti mediante un altro software in grado di ricostruire la topografia sommersa ed in seguito di restituire in automatico una serie di profili morfo-batimetrici reali partendo da quelli indicativi forniti dall'ecografo (fig. 3).

A questa fase è seguita l'interpretazione dei dati elaborati che ha consentito di restringere le indagini con ulteriori approfondimenti solo in determinate aree, quelle cioè dove più probabile era la possibilità di ritrovare le evidenze della paleoriva ricercata.

4. - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DELLA COSTA VESUVIANA EMERSA

Il litorale vesuviano si sviluppa per circa 16 km dal porto di Torre Annunziata a quello di San Giovanni a Teduccio e rappresenta per buona parte la terminazione meridionale e sud-occidentale del versante dell'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio, posto tra la Piana del F. Sarno a SE e quella del F. Sebeto a NW. La pendenza che caratterizza questo tratto costiero interrompe la naturale prosecuzione verso mare dell'edificio vulcanico e presenta alla sua sommità, a poco più di 20 m s.l.m., la superficie topografica di origine deposizionale del piedimonte vulcanico. Ciò indica che l'azione erosiva legata al moto ondoso è responsabile dell'evoluzione del settore costiero.

La costa si sviluppa in senso ENE-WSW dal porto di Torre Annunziata alla località Torre Scassata, poi in senso NW-SE da quest'ultima a San Giovanni a Teduccio; sebbene essa sia costituita da alternanze di prodotti lavici e piroclastici, spesso incoerenti ed organizzate in sequenze sia verticali che orizzontali con vistose eteropie e sovrapposizioni laterali, il disegno del suo profilo di erosione è quasi rettilineo, con deboli ondulazioni imputabili all'ingresso in acqua di alcune colate laviche di epoca storica. Sono visibili, inoltre, alcuni casi di «faraglione» con formazione di scogli isolati di notevoli dimensioni (ad esempio il «faraglione» di Torre Scassata), sviluppatasi prevalentemente in quei tratti del litorale dove le colate laviche, sovente molto fratturate a causa del repentino raffreddamento subito dal magma durante il suo ingresso in

acqua, sono sottoposte all'azione erosiva morfoselettiva del moto ondoso. Gran parte della configurazione del litorale è molto recente in quanto esso è costituito dai prodotti lavici e piroclastici emessi durante l'epoca alto-medioevale e moderna che in più punti hanno avanzato la linea di riva anche di alcune centinaia di metri (DI GIROLAMO, 1970).

Le spiagge sabbiose e ciottolose, di modesto sviluppo e poco frequenti, sono presenti in quelle zone in cui il litorale è costituito in prevalenza da depositi piroclastici o al piede delle falesie laviche attive, occupando piccolissime insenature (*pocket beaches*) tra due colate laviche contigue.

I terreni presenti lungo la costa vesuviana emersa sono costituiti da una successione di natura piroclastica e lavica depostasi in ambiente continentale; non mancano le vulcanoclastiti di origine alluvionale ed i suoli sepolti che indicano l'esistenza di antiche superfici topografiche obliterate dalla successiva deposizione dei prodotti vulcanici. Talora, questi ultimi evidenziano particolari disposizioni geometriche tali da permettere localmente la ricostruzione di antichi paesaggi erosionali. A tal proposito, già ROLANDI & RUSSO (1986) hanno riconosciuto lungo il litorale di Torre del Greco antiche morfologie vallive raccordanti ad un livello di base posto verso il largo e al di sotto del livello del

mare attuale. In base a tali osservazioni ed alla mancanza in affioramento delle piroclastiti dell'eruzione del 79 d.C., è possibile ipotizzare un abbassamento, d'accordo con tutti gli Autori fin qui citati, dell'intero settore costiero esaminato con conseguente arretramento della linea di costa. Questo arretramento sarebbe probabilmente avvenuto in epoca successiva alla deposizione delle vulcaniti del 79 d.C. e anteriormente alla deposizione dei prodotti lavici e vulcanoclastici di età alto-medioevale che hanno sopravanzato l'antico litorale sommerso, contribuendo a determinare il suo assetto attuale. L'abbassamento della costa è ben documentato, oltre che dalla localizzata presenza di morfologie costiere e resti di edifici di epoca romana sommersi, anche dalla presenza, in alcune parti del litorale, di imponenti ville marittime e strutture termali risalenti al I sec. d.C. (PAGANO *et alii*, 1994) i cui resti mostrano evidenti prosecuzioni verso il largo o al di sotto del livello del mare. Infine, va osservato che l'intero assetto costiero è solcato trasversalmente, e per tutta la sua estensione, da una fitta sequela di sbocchi vallivi, luoghi terminali delle aste torrentizie che solcano il versante vulcanico. Essi hanno quasi sempre un profilo trasversale a V molto stretta che incide, sulle zone piroclastiche o al margine delle colate laviche, la falesia fino alla sua base.

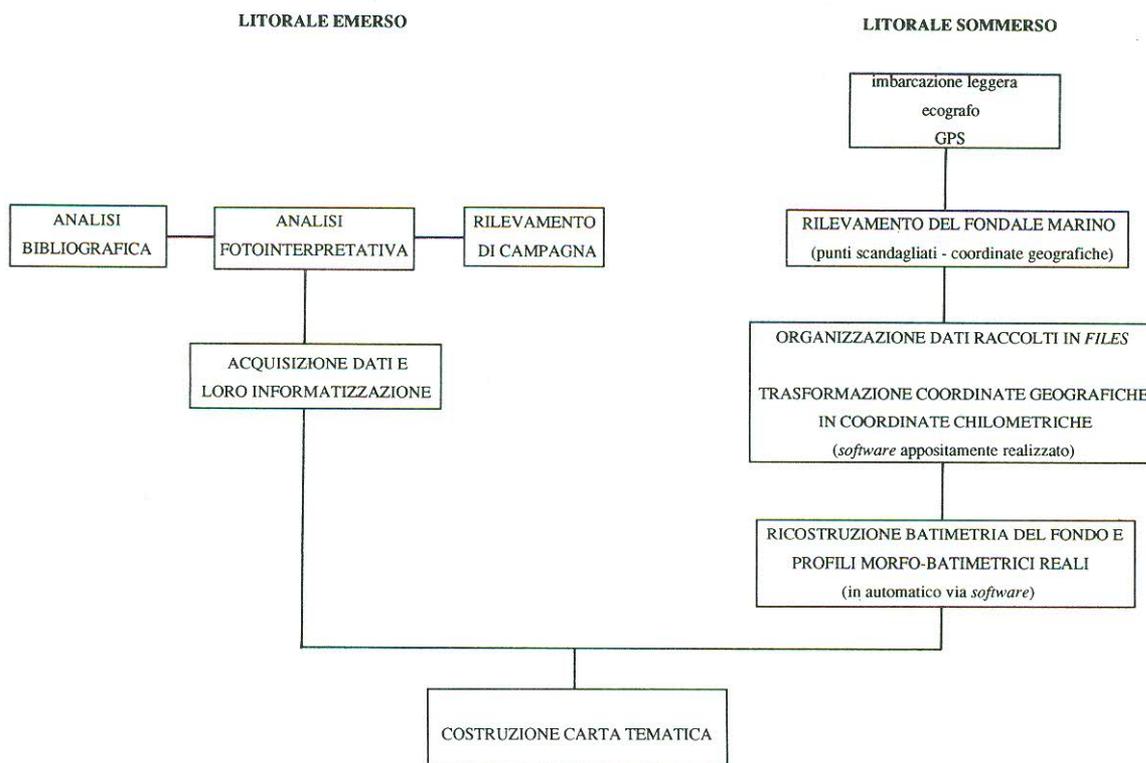


Fig.3 – Schema sintetico dell'approccio metodologico adottato per l'esecuzione delle indagini e la restituzione dei dati.
Sketch of surveys and data elaboration system.

4.1 - IL SETTORE LITORANEO TRA IL PORTO DI TORRE ANNUNZIATA E LA LOCALITÀ TORRE SCASSATA.

In questo settore la morfologia della costa è alquanto articolata per la presenza sia di litotipi lavici che di piroclastiti e vulcanoclastiti di origine alluvionale (fig. 2). La sommità della falesia presenta altezze variabili da 10 a 22 m e può essere per buona parte definita morta, come nel tratto iniziale a ridosso del porto di Torre Annunziata, ove l'arretramento della falesia è bloccato dalla presenza di una spiaggia ampia oltre 100 m. La falesia presenta litologie eterogenee in quanto è costituita da alternanze di piroclastiti vesuviane (lapilli pomicei e scorie, sabbie vulcaniche e ceneri) e paleosuoli, di età compresa tra un non ben definibile pre - 79 d.C. e l'alto medioevo, chiuse al tetto dalla colata lavica del 1631. La notevole presenza di resti archeologici (strutture termali e ville marittime) del I sec. d.C. in questa zona ha permesso di ipotizzare che la linea di costa di epoca romana non dovesse essere molto distante dal piede della falesia stessa (CINQUE & RUSSO, 1986). Poiché le piroclastiti subaeree del 79 d.C. non sono del tutto presenti in affioramento, si può ipotizzare un paesaggio pre-79 d.C. costituito da depressioni vallive molto ampie e svasate, il cui recapito terminale si trova oggi a qualche metro al di sotto del livello del mare. Ad E del Lido Azzurro la falesia morta è costituita interamente dalle vulcanoclastiti di origine alluvionale attribuite al 472 d.C. (ROLANDI & RUSSO, 1989); con la stessa costituzione litologica la falesia

diviene attiva fino alla località denominata Villa Filangieri. Da questa località essa prosegue intagliata nei depositi lavici di età alto-medioevale (ROLANDI & RUSSO, 1989), per un'altezza di circa 20 m. Le lave in questo settore mostrano il loro fronte di ingresso in mare ed in alcuni casi gli strati lavici, violentemente rappresi e raddrizzati al contatto con l'acqua, simulano una falesia attiva di origine strutturale piuttosto che erosionale. L'evoluzione della falesia, in questo settore costiero, è schematizzata nella fig. 4. In questa stessa area, la costa si presenta piuttosto accidentata in quanto sono frequenti casi di «faraglionamento» con formazione di scogli anche di notevoli dimensioni, quale ad esempio quello su cui sorge il rudere di Torre Scassata, una torre costiera di avvistamento e di difesa costruita in epoca aragonese. Inoltre, si possono osservare piccole spiagge ciottolose presenti tra gli anfratti lavici o al passaggio tra due colate laviche contigue.

4.2. - IL SETTORE LITORANEO TRA TORRE SCASSATA E TORRE BASSANO

Questo settore presenta una maggiore uniformità essendo costituito per poco più della metà da una falesia che presenta caratteristiche analoghe a quelle descritte per il settore precedente. La falesia da Torre Scassata fino a poco oltre Santa Maria La Bruna è modellata nelle stesse colate laviche alto-medioevali precedentemente descritte, mentre da quest'ultima località fino a quella denominata Lido Incantesimo, essa è incisa nella colata lavica del 1631. È questo il tratto più accidentato dell'intero

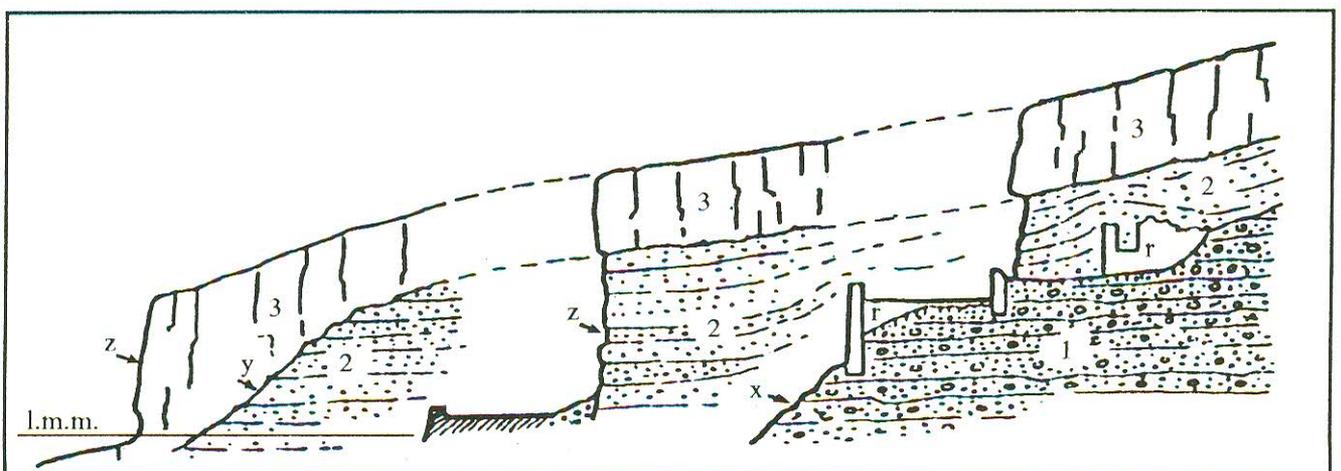


Fig.4 - Schema evolutivo della falesia da attiva a morta nel settore litoraneo compreso tra il porto di Torre Annunziata e la località Torre Scassata; 1) depositi piroclastici pre-79 d.C.; x) falesia del periodo pre-romano; r) ruderi romani; 2) piroclastiti dell'eruzione del 79 d.C. e successive; y) falesia di età medioevale; 3) colate laviche del periodo alto-medioevale - 1631; z) falesia attuale.
 Evolution of the cliff from active to dead in the coastal zone between Torre Annunziata port and Torre Scassata; 1) pyroclastic deposits before A.D. 79; x) cliff before the Roman period; r) Roman ruins; 2) pyroclastic products of the A.D. 79 and following eruptions; y) medieval age cliff; 3) lava flows of the early Middle Ages period - 1631; z) present cliff.

settore per la presenza di scogli e piccole spiaggette ciottolose. Sono assenti in affioramento i prodotti piroclastici dell'eruzione del 79 d.C. che invece si riscontrano al di sotto il livello del mare dove, poco a NW della Stazione di Santa Maria La Bruna, ricoprono i resti pavimentali mosaicati di una villa romana del I sec. d.C., rinvenuti ad una profondità di circa 4 m, (GOLSER *et alii*, 1990). Dal Lido Incantesimo a Torre Bassano le colate laviche cedono il posto a piroclastiti e vulcanoclastiti di età post-79 d.C. imprecisabile, mentre la costa bassa e sabbiosa è caratterizzata da spiagge poco ampie.

4.3. – IL SETTORE LITORANEO TRA TORRE BASSANO E IL PORTO DI TORRE DEL GRECO

Questo è il settore più complesso in quanto la falesia attiva è incisa in differenti litotipi vulcanici di età molto diversa tra loro. Per quasi tutto il tratto costiero la falesia è alta mediamente intorno ai 20 m, solo nei pressi del porto essa si abbassa fino a circa una decina di metri. Da Torre Bassano procedendo verso NW per circa 150 m la falesia è incisa in depositi vulcanoclastici incoerenti di probabile origine alluvionale e di età preistorica, cui segue verso l'alto una successione di piroclastiti e paleosuoli di età romana e medioevale che termina a tetto con una colata lavica medioevale sulla quale poggia la Torre Bassano che, come la precedente, fu costruita nel XVI sec. Proseguendo oltre, la stessa falesia attiva per circa 650 m è intagliata in litotipi lavici ed autobrecciati riferibili ad una bocca eruttiva locale di età preistorica (DI GIROLAMO, 1970) alla cui sommità si rilevano piroclastiti stratificate riferibili ad una eruzione del Vesuvio di circa 3700 anni b.p. (PAGANO *et alii*, 1994). Procedendo ancora oltre per circa 300 m, fino ad essere in prossimità del cimitero di Torre del Greco, la falesia è modellata interamente nei prodotti piroclastici da flusso dell'eruzione del 79 d.C. cui seguono verso l'alto, ma sporadicamente, vulcanoclastiti di epoca moderna e colate laviche del 1805. In questo tratto costiero tanto alla sommità della falesia quanto alla sua base sono presenti numerose emergenze archeologiche risalenti al I sec. d.C. (PAGANO *et alii*, 1994) che mostrano evidenti prosecuzioni verso il largo. Infatti, proprio nel tratto di mare antistante la falesia sono state rinvenute numerose evidenze di edifici archeologici sommersi e le tracce più chiare dell'antica linea di costa del I sec. d.C. (GOLSER *et alii*, 1990). Per tutto questo tratto la falesia è sottratta all'azione del moto ondoso dall'interposizione di una stretta e lunga striscia di spiaggia sabbiosa il cui accumulo è stato reso possibile dalla

costruzione di scogliere messe in opera per difendere dall'erosione la locale sede ferroviaria. La falesia morta continua, ancora per qualche centinaio di metri, anche oltre il cimitero da dove comincia ad essere costituita quasi esclusivamente dalle piroclastiti da flusso di età pre-79 d.C. imprecisabile (ROLANDI & RUSSO, 1986). La zona portuale è, invece, preceduta da una falesia attiva modellata nella colata lavica del 1794 che, dopo aver distrutto la cittadina di Torre del Greco, avanzò nel mare per oltre 150 m alterando sensibilmente il regolare disegno costiero che in questo punto mostra un evidente protrondimento.

4.4. – IL SETTORE LITORANEO TRA IL PORTO DI TORRE DEL GRECO E QUELLO DI PORTICI (GRANATELLO)

Anche in questo settore la falesia attiva è incisa in differenti litotipi di diversa età e presenta altezze variabili da 10 m a 20 m. Subito dopo il porto di Torre del Greco la falesia è costituita da una colata lavica di età preistorica per una lunghezza di poco più che 100 m. L'affioramento di piroclastiti, probabilmente riferibili all'eruzione del 79 d.C., caratterizza un tratto di costa bassa costituito da una stretta striscia di spiaggia cui segue la costa alta dove la falesia è incisa nelle colate laviche del 1631. Nel territorio ercolanese, invece, la falesia attiva è costituita per un lungo tratto da piroclastiti da flusso dell'eruzione del 79 d.C.; a questa segue la falesia intagliata nelle lave del 1631 che, poco prima del Granatello, determinano un'evidente articolazione dell'assetto costiero dovuto al loro ingresso in mare per alcune centinaia di metri.

Nel settore ercolanese la linea di costa del I sec. d.C. è stata rinvenuta sulla terraferma e distante dalla riva attuale ben 500 m circa, negli scavi archeologici dell'antica Erculaneum, ad una quota di circa 4 m al di sotto del livello del mare (SIGURDSSON *et alii*, 1985).

4.5. – IL SETTORE LITORANEO TRA IL GRANATELLO ED IL PORTO DI SAN GIOVANNI A TEDUCCIO

E' questo il settore più uniforme e regolare in quanto si sviluppa interamente in litotipi piroclastici. La falesia è più alta (circa 10 m) nella zona del porto del Granatello e prosegue con quote decrescenti progressivamente fino ad essere alta solo pochi metri nei pressi del porto di San Giovanni a Teduccio dove lascia il posto alla spiaggia della pianura del Fiume Sebeto. Dal Granatello fin nei pressi della Stazione ferroviaria di Pietrarsa, la falesia atti-

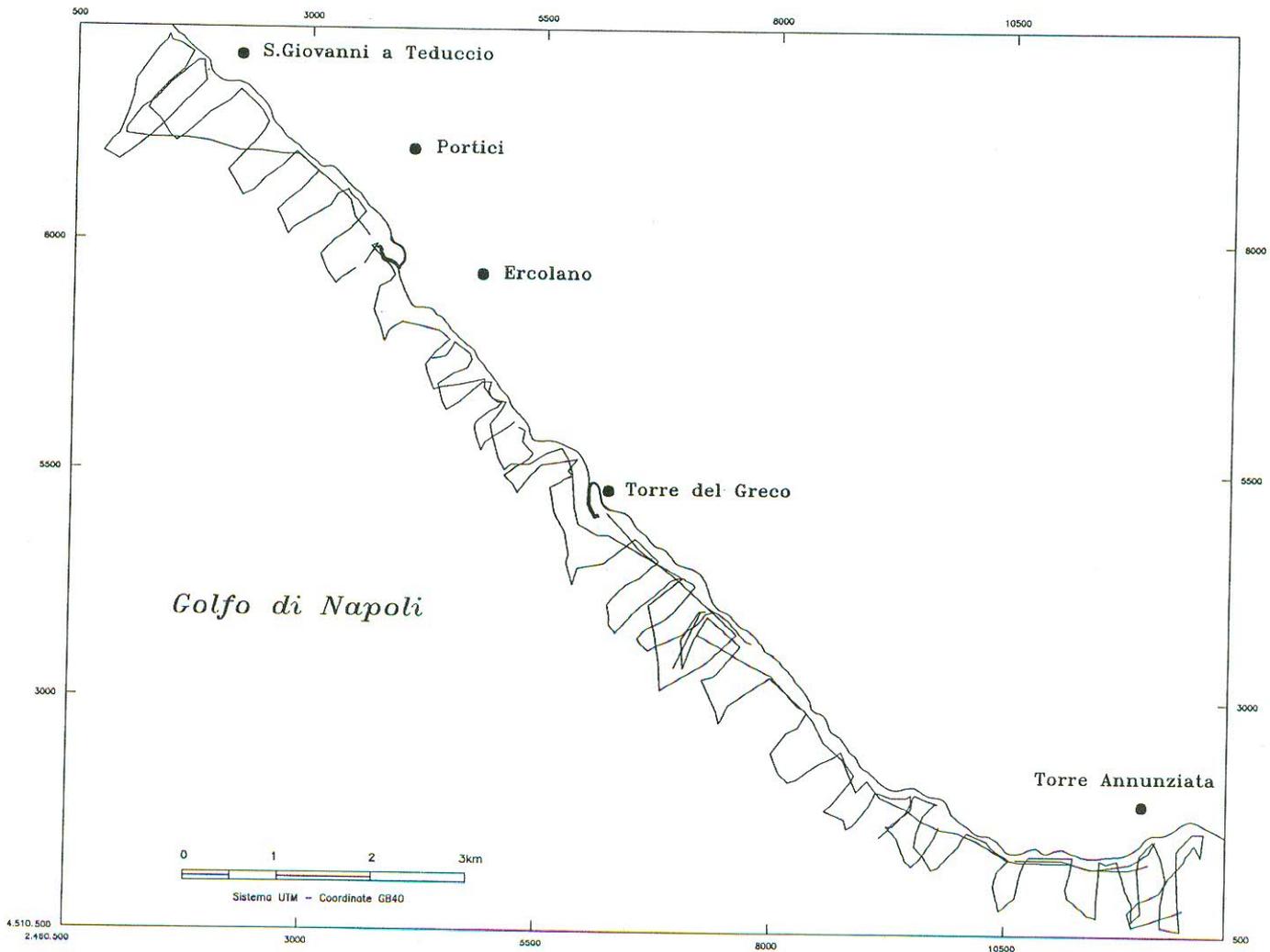


Fig. 5 - Carta dei tracciati batimetrici.
Map of the bathymetric routes.

va è incisa nelle piroclastiti da flusso dell'eruzione del 79 d.C. Da quest'ultima località essa procede nelle vulcanoclastiti alluvionali del 1631 (ROLANDI & RUSSO, 1993) per lasciare il posto, poi, in prossimità della foce dell'Alveo Volla nella Piana del Sebeto, poco prima del porto di San Giovanni a Teduccio, ad una costa bassa caratterizzata da una spiaggia sabbiosa.

5. - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DELLA COSTA VESUVIANA SOMMERSA

I profili batimetrici, le osservazioni geomorfologiche della costa emersa e le immersioni subacquee puntuali eseguiti nel tratto di costa compreso tra il porto di Torre Annunziata e San Giovanni a Teduccio (figg. 5, 6), hanno consentito di deli-

neare i principali caratteri morfologici della spiaggia sommersa fino ad una profondità di -20 m, in un'area della piattaforma costiera del Golfo di Napoli fino ad oggi poco indagata.

Le ricerche finora condotte hanno messo in evidenza che l'andamento generale delle isobate riflette in sostanza la morfologia delle pendici dell'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio. La costa rocciosa emersa si raccorda alla parte sommersa talora con brusche variazioni di acclività, ove sono presenti i litotipi vulcanici litoidi, talora con deboli pendenze, in quelle aree, estremamente limitate, caratterizzate da tratti di litorale sabbioso.

Non sempre, però, la morfologia della spiaggia emersa rispecchia le caratteristiche del fondo marino antistante: infatti, la spiaggia sommersa si presenta estremamente variabile a causa non solo delle differenze litologiche e morfotipiche costiere, ma anche per i fenomeni erosivo-deposizionali e vulcano-tetto-

nici recenti che l'hanno interessata. Sebbene generalmente si osservino zone di fondo roccioso, in corrispondenza delle falesie piroclastiche e laviche, fino a -10 m circa di profondità (morfologie vulcaniche sommerse) e zone invece abbastanza regolari laddove sono presenti fondi mobili, dalla battigia fino a circa -20 m (spiagge ciottoloso-sabbiose sommerse), il motivo litologico dominante è rappresentato da una coltre sabbiosa, di spessore variabile, che modella il paesaggio sottomarino livellando il substrato originario, costituito verosimilmente da piroclastiti e colate laviche di età diverse (pre-79 d.C. - 1794).

L'assetto fisiografico della costa risulta tra l'altro modificato da opere di difesa litoranea parallele alla linea di riva, porti (Torre Annunziata, Torre del Greco, Portici, etc.), canali di drenaggio, sbanamenti e muri di contenimento a protezione della linea ferroviaria, che in questo tratto corre paralle-

lamente alla costa. Ciò ha contribuito a trasformare in alcuni tratti anche la morfologia della spiaggia sommersa, innescando locali processi di accumulo (Lido Azzurro a Torre Annunziata, Bagno Aurora a Portici, foce dell'alveo Volla a San Giovanni a Teduccio) o di erosione (Torre Scassata - Stazione di Santa Maria La Bruna, Torre Bassano - porto di Torre del Greco, Scogli della Favorita - Granatello, Pietrarsa - San Giovanni a Teduccio) dei sedimenti di fondo mobile soprattutto nei primi dieci metri di profondità.

5.1. - LA SPIAGGIA SOMMERSA TRA IL PORTO DI TORRE ANNUNZIATA E LA LOCALITÀ TORRE SCASSATA

In quest'area si rinvencono estesi fondali sabbiosi debolmente acclivi, in particolare nella zona ubicata a ridosso dell'area portuale di Torre An-

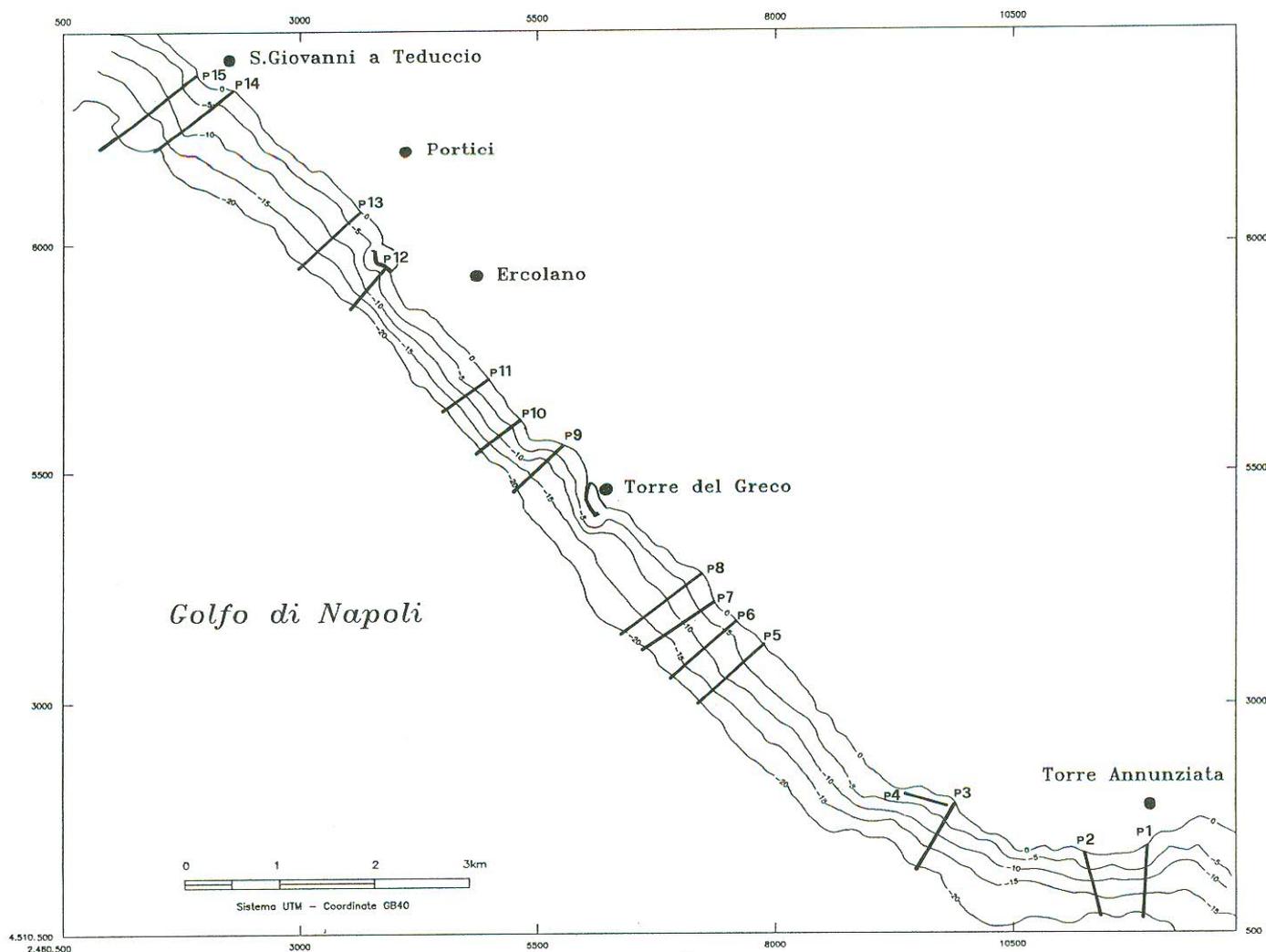


Fig. 6 - Carta delle isobate con tracce dei profili batimetrici.
Map of the isobaths and sections of the sea-bottom.

nunziata (fig. 7 - P1). La zona è caratterizzata anche da un'ampia spiaggia emersa (Lido Azzurro) accresciutasi in seguito a vistosi fenomeni di accumulo sabbioso dovuti alla presenza della diga foranea del porto.

Procedendo dal porto verso W e NW, i fondali — prima sabbiosi — sono costituiti da lave medioevali quasi affioranti (Scogli di Prota) estese fino a 3.60 m di profondità. Tali lave presentano scarpate subverticali alla cui base sono presenti depositi sabbiosi con sporadici ciottoli (fig. 8); in questa zona è presente, alla quota di circa -3.40 m (fig. 7 - P2), un'incisione valliva ampia qualche decina di metri. Verso il largo, in direzione S e SE, il fondo marino è interamente costituito da sabbie e presenta pendenze medie, dalla linea di riva fino a -20 m, pari a circa il 2.4 %.

5.2. — LA SPIAGGIA SOMMERSA TRA TORRE SCASSATA E TORRE BASSANO

Quest'area presenta caratteri geomorfologici molto simili a quelli osservati nella zona precedente, laddove è presente in mare il protendimento della colata lavica medioevale; si rilevano infatti morfologie erosionali su fondali fino a 4.20 m di profondità (fig. 9 - P3).

Di particolare interesse risulta il profilo P4 (fig. 9), eseguito parallelamente alla costa nei pressi di Torre Scassata, in cui è visibile il prolungamento lungo la piattaforma costiera di una depressione valliva subaerea, interposta tra due differenti colate laviche di epoca medioevale e colmata da depositi ciottoloso-sabbiosi.

Poco al largo della Stazione ferroviaria di Santa Maria La Bruna, in una zona dove è presente un

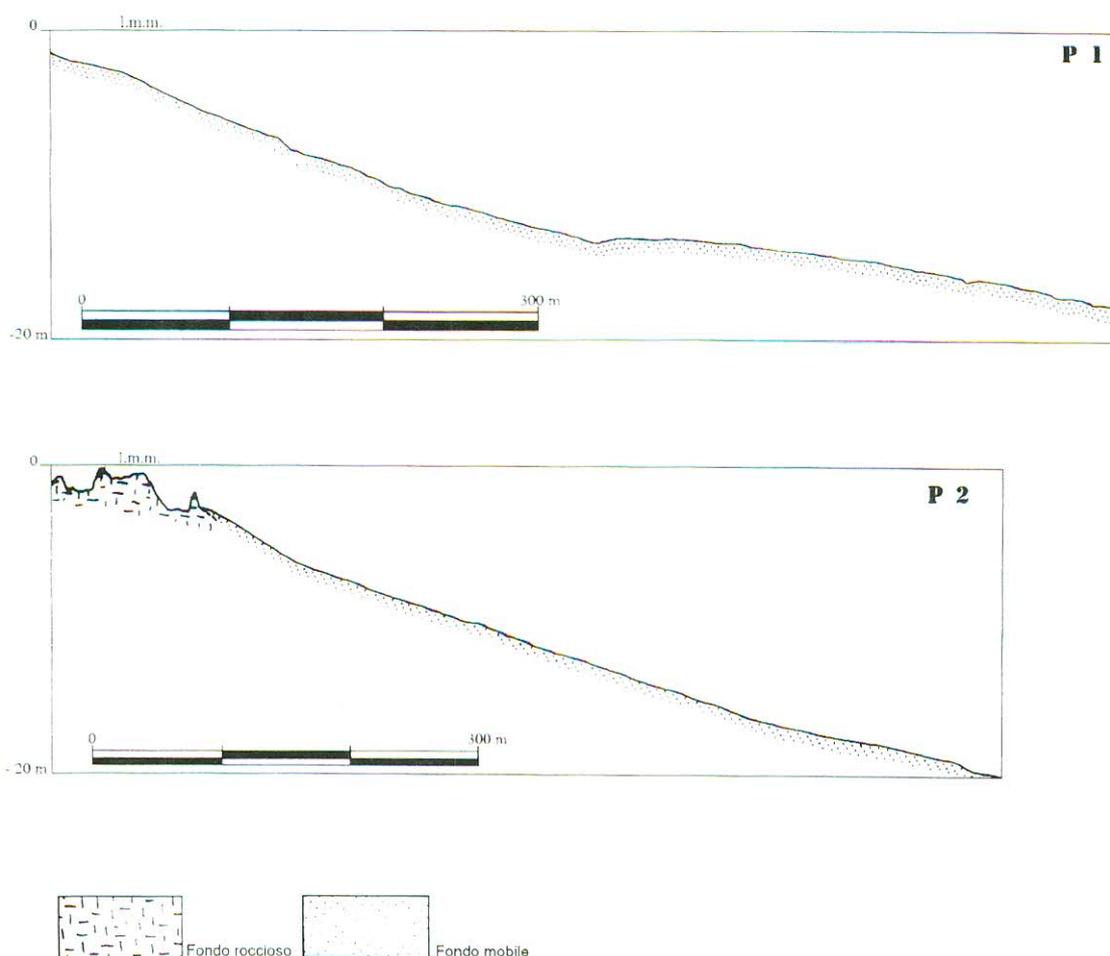


Fig. 7 — Profili batimetrici della spiaggia sommersa tra il porto di Torre Annunziata e la località Torre Scassata. P1: fondali sabbiosi antistanti Lido Azzurro; P2: lave medioevali presso gli Scogli di Prota, alla cui base sono presenti sabbie e ciottoli, interessate da un'incisione valliva ampia qualche decina di metri.

Bathymetric sections along the coast between Torre Annunziata and Torre Scassata. P1: sandy sea-bottom opposite Lido Azzurro; P2: medieval age lavas of the Scogli di Prota (with sand and pebbles at the base), involved by a submarine valley width about 10-20 m.



Fig. 8 – Scarpata subverticale incisa nelle lave medioevali degli Scogli di Prota, presente tra la superficie marina e -3.60 m circa.

Submarine subvertical cliff cut into the medieval age lavas of the Scogli di Prota, below sea level and about 3.60 m depth.

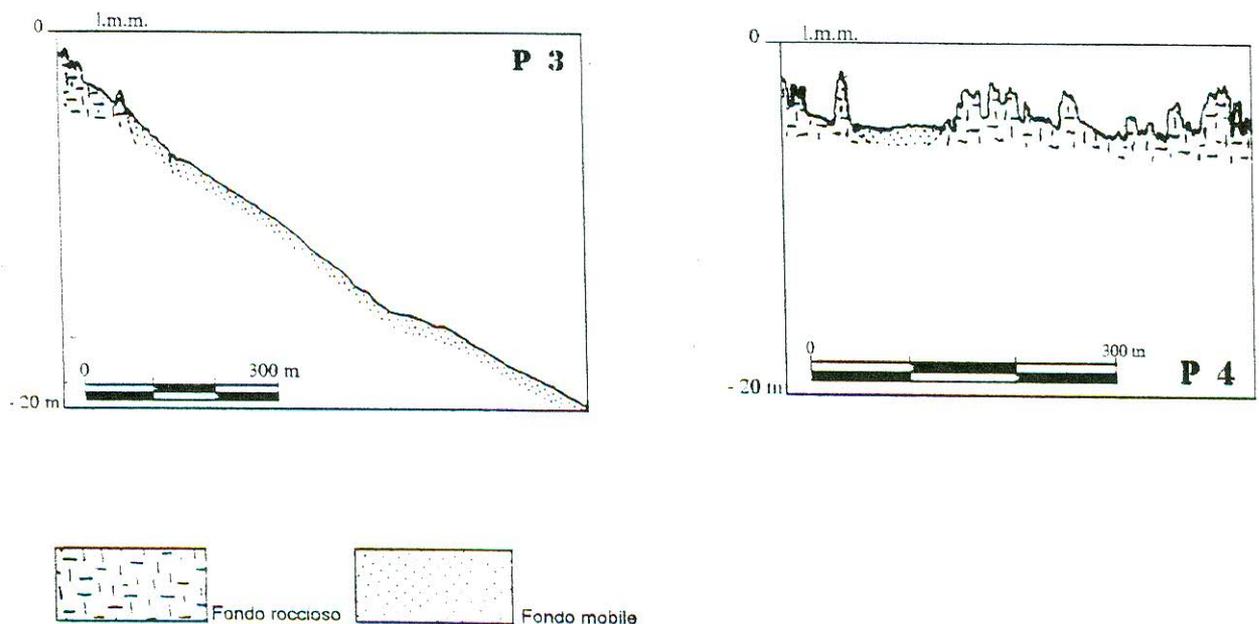


Fig. 9 – Profili batimetrici della spiaggia sommersa fra Torre Scassata e Torre Bassano. P3: protendimento in mare della colata lavica medioevale; P4: profilo batimetrico parallelo alla costa nei pressi di Torre Scassata in cui si osserva il prolungamento in mare di una depressione valliva subaerea interposta tra due diverse colate laviche di età medioevale, colmata da depositi ciottoloso-sabbiosi.

Bathymetric sections along the coast between Torre Scassata and Torre Bassano. P3: submarine extension of the medieval age lava flow; P4: longitudinal section of the sea-bottom nearby Torre Scassata, where there is the submarine extension of a subaerial valley, settled into two different medieval age lava flows and filled with sand and pebbles.

tratto di litorale sommerso sabbioso interposto tra le colate laviche medioevali a SE e quella del 1631 a NW, sono state rinvenute a -4 m di profondità spesse bancate cineritiche riferibili ai prodotti eruttivi del 79 d.C. In questa stessa località già GOLSER *et alii* (1990) rinvennero, a -4.50 m di profondità, i resti pavimentali mosaicati di un edificio romano del I sec. d.C. Questo ritrovamento archeologico e la constatazione della presenza sommersa delle piroclastiti subaeree del 79 d.C. (che mancano del tutto in affioramento) lasciano seriamente ipotizzare che l'andamento della linea di riva del I sec. d.C. corresse molto più al largo della riva attuale. Quest'ultima, quindi, risulterebbe molto arretrata, almeno in questo tratto del litorale vesuviano.

Procedendo in direzione NW fino al Lido Incantesimo, il fondo è costituito da lave e detriti lavici alternati a materiali sabbiosi fino a circa 10 m di profondità, mentre oltre tale quota il fondale è prevalentemente sabbioso. Proseguendo in direzione NW, fino a Torre Bassano, il fondale è esclusivamente sabbioso e presenta una morfologia regolare fino a 20 m di profondità. I valori della pendenza media del fondo in questo tratto sono compresi tra 2.3 e 2.9%.

5.3. – LA SPIAGGIA SOMMERSA TRA TORRE BASSANO ED IL PORTO DI TORRE DEL GRECO

Fin quasi a ridosso del porto di Torre del Greco il fondale sotto riva si presenta costituito da un sottile strato di depositi sabbiosi e talvolta è caratterizzato da una barra sommersa a circa -3.5 m (fig. 10 - P6), mentre al largo, a profondità comprese tra -4 e -9 m circa, dal substrato affiorano nuovamente le lave preistoriche che formano microscarpate e dossi alti al massimo 1-2 m, in parte smantellati dall'azione del moto ondoso (fig. 10 - P7 e P8). Tali depositi sono riferibili alla bocca eruttiva locale documentata sulla parte emersa.

A poca distanza da questa zona, nell'area antistante i ruderi romani presenti in prossimità dell'attuale spiaggia a ridosso della rete ferroviaria (fig. 8), è stata riconosciuta la presenza della linea di riva del 79 d.C. (fig. 10 - P5). Infatti, alla profondità di circa 4.30 m si rinviene una spiaggia sommersa costituita da ciottoli lavici ben arrotondati, con dimensioni medie comprese tra 5 e 20 cm circa, ove è presente un livello bioclastico cementato — altrove assente — a prevalenza di *Ostrea edulis* (Lin

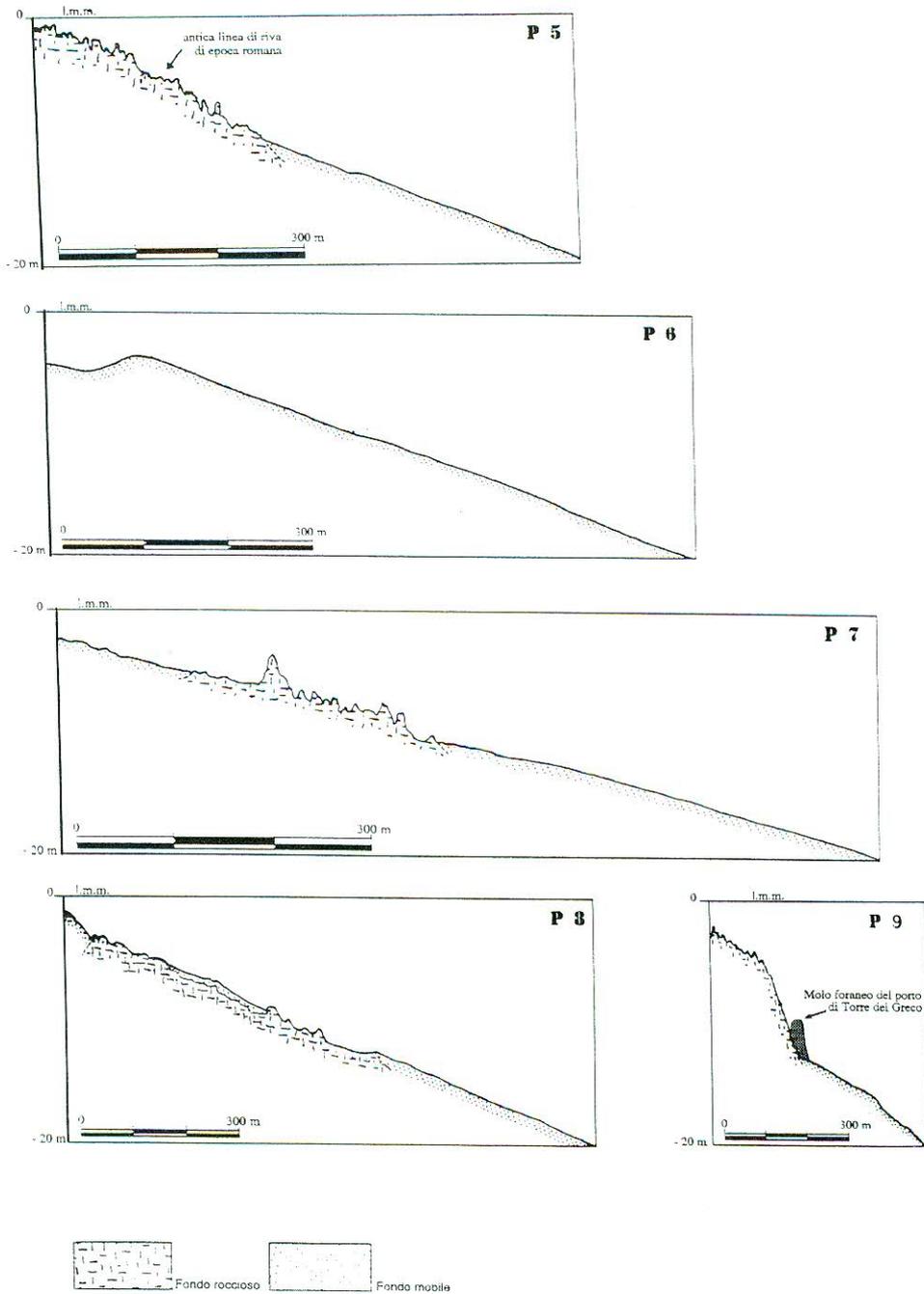


Fig. 10 – Profili batimetrici della spiaggia sommersa fra Torre Bassano e Torre del Greco. P5:

Spiaggia sommersa fossile alla profondità di 4.30 m costituita da ciottoli lavici connessi a prodotti precedenti l'eruzione pliniana del 79 d.C., indicante l'antica linea di riva d'epoca romana; P6: fondo sabbioso (porto di Torre del Greco) caratterizzato da una barra a -3.5m; P7 e P8: lave preistoriche affioranti dal substrato sabbioso tra -4 e -9 m, al largo di Torre del Greco, e riferibili ad una bocca eruttiva locale presente sulla parte emersa. P9: Protendimento in mare della colata lavica del 1794 nella zona antistante il porto di Torre del Greco.

Bathymetric sections along the coast between Torre Bassano and Torre del Greco. P5: submarine beach rock at 4.30 m depth formed by pebbles of lavas of the period before A.D. 79, showing the Roman period coastline; P6: sandy sea-bottom, characterized by a -3.5 m depth bar nearby Torre del Greco port; P7 and P8: prehistoric lavas emerging from the sandy sea-bottom at -4 -9 m depth off the coast of Torre del Greco, belonging to a local subaerial volcanic vent; P9: submarine extension of the 1794 lava flow inside the port of Torre del Greco.

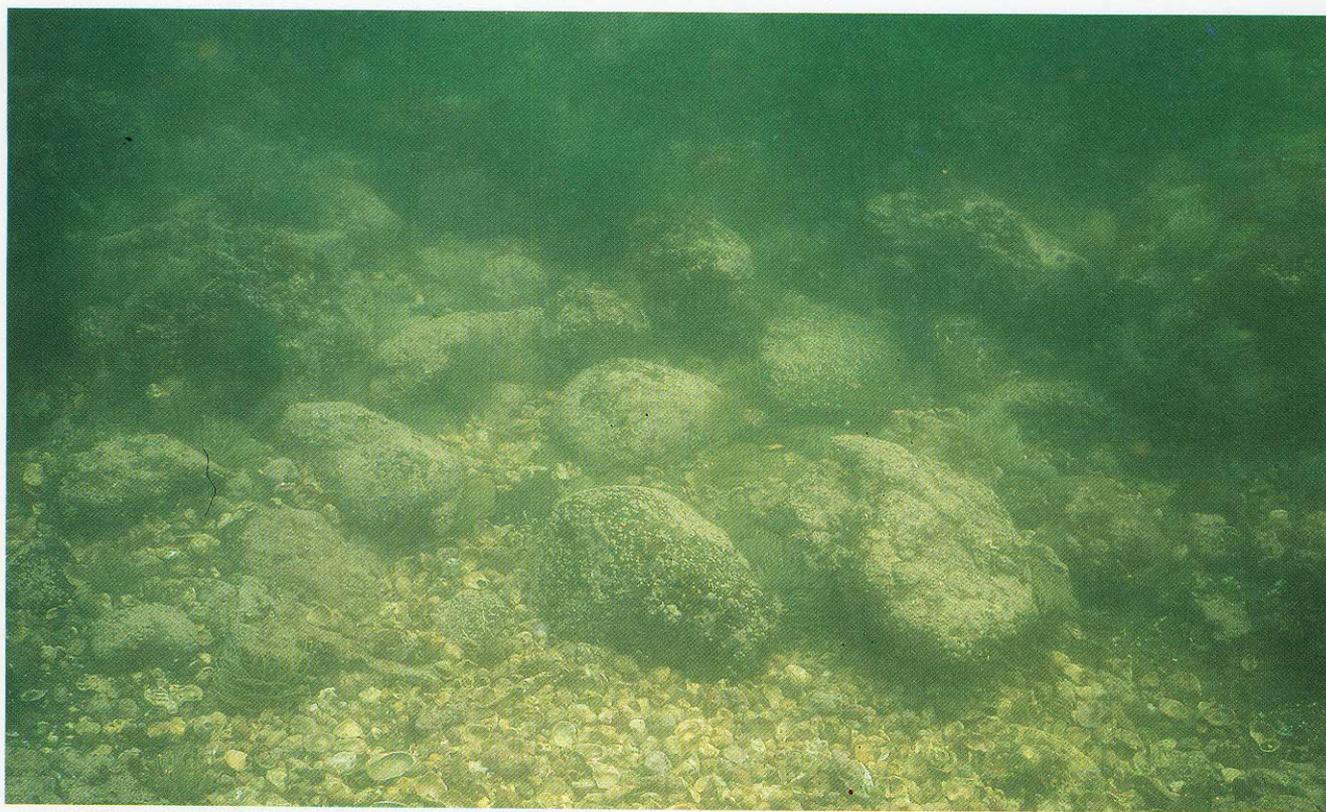


Fig. 11 – Spiaggia sommersa alla profondità di -4.30 m costituita da ciottoli lavici di 5 - 20 cm di diametro circa. E' presente un livello bioclastico cementato a prevalenza di *Ostrea edulis* (Linneo) 1758 ed *Haliotis lamellosa* Lamark - altrove assente - indicante, molto probabilmente, la paleoriva d'epoca romana.

*Submarine beach rock at 4.30 m depth formed by lava pebbles of about 5 - 20 cm of diameter; the presence of a cemented bioclastic layer with predominance of *Ostrea edulis* (Linneo) 1758 ed *Haliotis lamellosa* Lamark, only here found, probably shows the ancient water's edge of the Roman period.*



Fig. 12 – Spiaggia sommersa d'epoca romana. Tra i ciottoli lavici cementati sono presenti frammenti di un'anfora alla profondità di circa 4.30 m.
Submarine beach rock of the Roman period at 4.3 m depth: cemented together with the lava pebbles there are fragments of an amphora.

neo) 1758 ad *Haliotis lamellosa* Lamark (fig. 11) che costituisce, molto probabilmente, la paleoriva d'epoca romana.

I ciottoli, la cui origine è legata a prodotti precedenti l'eruzione pliniana del 79 d.C., sono cementati sul fondo e costituiscono una *beach rock* in cui si rinvencono anche frammenti di materiale fittile ed anfore d'epoca romana, nonché ciottoli appiattiti di evidente fattura antropica, in prevalenza marmi, di dimensioni variabili da 4-5 cm ad oltre 20 cm (fig. 12). Il ritrovamento della spiaggia fossile è confortato dalla presenza di ruderi di un edificio d'epoca romana sommerso, ubicati a poca distanza e alla medesima profondità, già segnalati (GOLSER *et alii*, 1990).

La morfologia della spiaggia sommersa antistante il porto è caratterizzata dal protendimento in mare della colata lavica del 1794, fino a circa 8-10 m di profondità, parzialmente sepolta dai depositi sabbiosi e dalla diga foranea (fig. 10 - P9). Le pendenze medie registrate dalla battigia fino alla quota di -20 m sono del 2-2.3% circa.

5.4. - LA SPIAGGIA SOMMERSA TRA IL PORTO DI TORRE DEL GRECO E QUELLO DI PORTICI (GRANATELLO)

In questo tratto il fondale — nei primi metri e quasi ovunque — è caratterizzato dalla presenza delle lave del 1631 che in più punti della costa (Scogli della Favorita, Granatello, Scogli della Scala) mostrano evidenti morfologie legate al protendimento in mare dei fronti lavici. Oltre questi primi metri iniziali, i fondali sono costituiti esclusivamente da depositi sabbiosi fino all'isobata dei 20 m e presentano un profilo di equilibrio convesso fra la battigia e -8 m, concavo tra -8 m e -16 m, nuovamente convesso oltre tale profondità (fig. 13 - P10 e P12). Un esempio tipico della morfologia del fondale in questo settore è offerto dal profilo realizzato all'altezza degli Scogli della Scala (fig. 13 - P11): in questa località il fondale è costituito dal protendi-

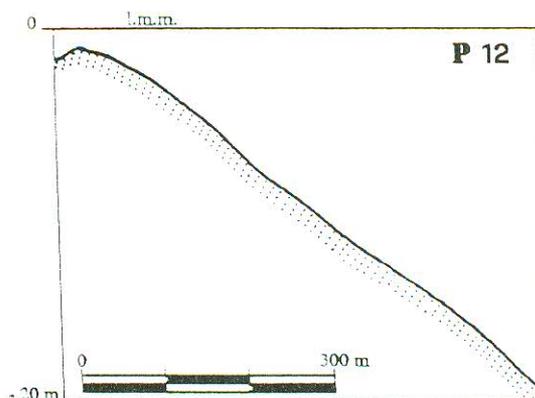
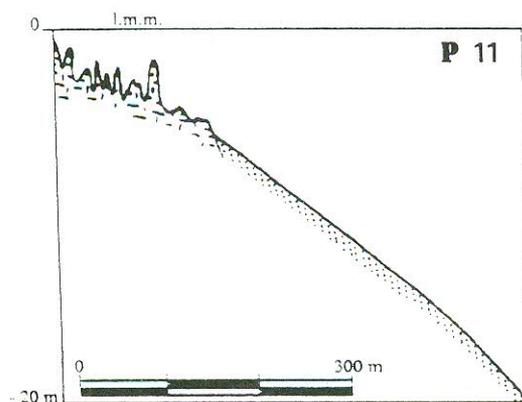
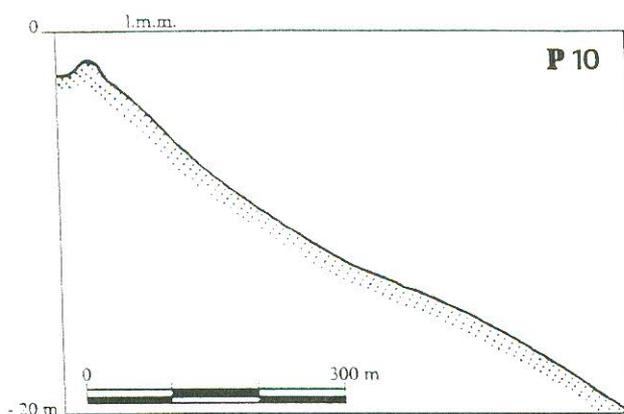
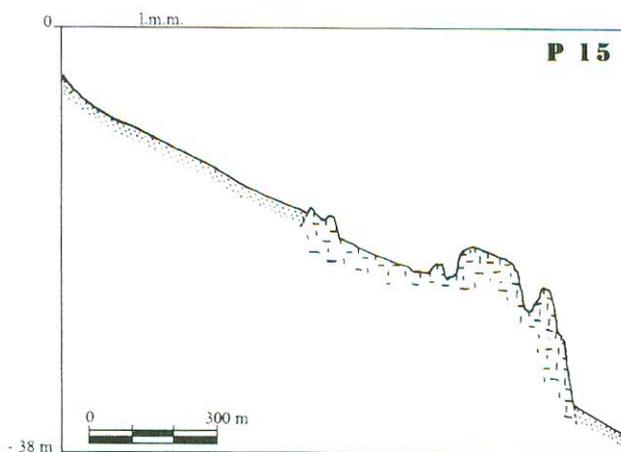
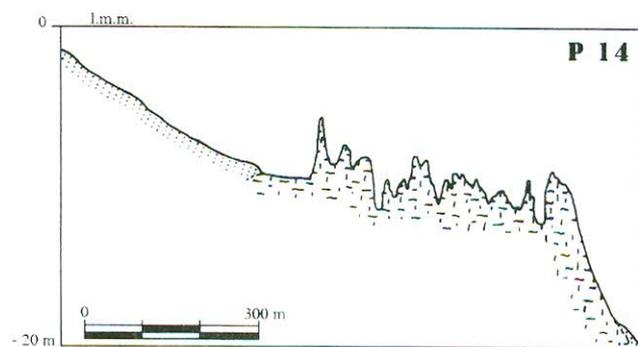
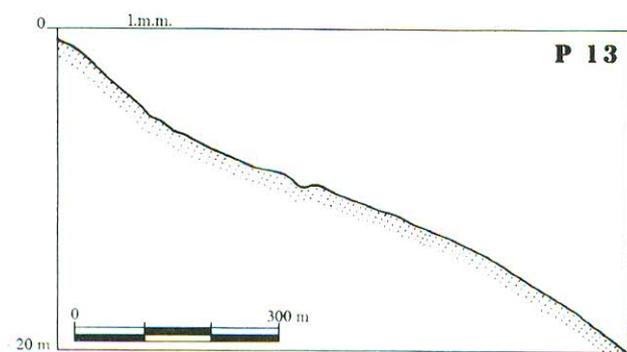


Fig. 13 - Profili batimetrici della spiaggia sommersa fra Torre del Greco e Portici (Granatello). P10 e P12: fondi sabbiosi con profilo di equilibrio regolare fino a -20 m di profondità, tipici di questo settore costiero; P11: Protendimento in mare della colata lavica del 1631 all'altezza degli Scogli della Scala, estesa per circa 150 m fino a -5 m di profondità.
Bathymetric sections along the coast between Torre del Greco and Portici (Granatello). P10 and P12: the sandy sea-bottom of this coastal area is regular as far as 20 m depth; P11: Submarine extension of the 1631 lava flow nearby Scogli della Scala, about 150 m long as far as 5 m depth.





mento in mare della colata lavica del 1631, estesa per circa 150 m fino alla profondità di -5 m, dove mostra un fronte ben evidente caratterizzato da pareti subverticali che costituiscono una scarpata sommersa alta 2.30 m circa. Il fondo al largo appare sabbioso e regolare fino all'isobata dei 20 m. I valori delle pendenze medie in questo tratto di spiaggia sommersa risultano più alti che nei precedenti, oscillando fra 3 e 3.7%.

5.5. — LA SPIAGGIA SOMMERSA TRA IL GRANATELLO ED IL PORTO DI SAN GIOVANNI A TEDUCCIO

La morfologia del fondo di questo settore è generalmente regolare fino all'isobata dei 20 m (fig. 14 - P13). Da questa quota, nel tratto di costa antiistante San Giovanni a Teduccio — prossimo all'area portuale napoletana — la morfologia del fondale subisce un'improvvisa variazione in uno spazio ristretto. Infatti, dopo un'ampia fascia sabbiosa litoranea, estesa verso SW per circa 550 m, tra le profondità di -9 m e -12 m circa si osservano morfologie caratteristiche di un fondo roccioso probabilmente di natura lavica, con marcate superfici erosionali tra -12 m e -20 m (fig. 14 - P14 e P15). Queste superfici verso il largo terminano con una ripida scarpata la cui base è posta a circa 33 m di profondità. Le pendenze medie fino all'isobata dei 20 m sono dell'ordine del 2%.

Non si è avuto modo di verificare direttamente l'origine di queste morfologie erosionali; tuttavia, la loro presenza, l'estensione e la topografia consentono di ipotizzare — in prima analisi — una loro origine subaerea in base a dati di natura unicamente ecografica. Tali superfici sono localizzate nel settore più subsidente della costa vesuviana, qual è stata la Piana del Sebeto nella depressione di Volla durante il Pleistocene superiore - Olocene (BELLUCCI, 1994).

6. — CONCLUSIONI

Le indagini geomorfologiche condotte lungo il litorale compreso tra San Giovanni a Teduccio e Torre Annunziata, unitamente ai dati esistenti in letteratura, hanno consentito di delineare un quadro

Fig. 14 — Profili batimetrici della spiaggia sommersa tra il Granatello ed il porto di San Giovanni a Teduccio. P13: fondo sabbioso a morfologia regolare fino all'isobata dei 20 m; P14 e P15: morfologie caratteristiche di fondo roccioso, probabilmente lavico, al largo di San Giovanni a Teduccio, tra le profondità di -9 m e -33 m, con marcate superfici erosionali tra -12 m e -20 m circa.

Bathymetric sections along the coast between Granatello and San Giovanni a Teduccio port. P13: in this coastal area the morphology of the sandy sea-bottom is regular as far as 20 m depth; P14 and P15: rocky sea-bottom, probably formed by lavas, between 9 m and 33 m depth off the coast of San Giovanni a Teduccio, interested by erosional surfaces at 12 - 20 m depth.

più articolato dell'evoluzione della linea di riva negli ultimi 2000 anni. I rilievi batimetrici e le osservazioni dirette del fondale hanno messo in luce una sostanziale affinità tra le caratteristiche morfologiche relative alle aree emerse e sommerse, fornendo ulteriori indicazioni circa l'esatta posizione della linea di costa del I sec. d.C., rinvenuta in alcuni punti della spiaggia sommersa ad una profondità di 4 m circa.

L'ubicazione di questa linea di costa — incompatibile con la posizione del livello marino in tale epoca — indica l'esistenza di movimenti verticali verificatisi negli ultimi 2000 anni, verosimilmente connessi all'attività eruttiva e vulcano-tettonica del Vesuvio. Non essendo state riscontrate, lungo la costa emersa, evidenze morfologiche e sedimentarie di antichi stazionamenti del livello del mare, si può ipotizzare l'assenza di movimenti verticali del suolo (bradisismi). I dati acquisiti dalle indagini unitamente a quelli noti in letteratura fanno ipotizzare, molto verosimilmente, che l'entità dello sprofondamento della linea di costa del I sec. d.C., da Ercolano a Castellammare di Stabia, sia di circa 4 m. Più difficile risulta, invece, risalire alle cause di tale sprofondamento che, data l'estensione, va ricondotto ai movimenti vulcano-tettonici connessi alle intense eruzioni pliniane del Vesuvio, come quella avvenuta nel 79 d.C.

La presenza della linea di costa del I sec. d.C. alle medesime quote sia sulla terraferma che sul fondo marino, in accordo con quanto riconosciuto nella contigua Piana del Sarno (ALBORE LIVADIE *et alii*, 1990), consente di ipotizzare che l'antico lineamento costiero sia stato obliterato e/o sepolto dai prodotti vulcanici (lavici e piroclastici) e vulcanoclastici relativi ad eventi eruttivi posteriori all'eruzione pliniana del 79 d.C. (depositi del 472 d.C., lave medioevali, lave del 1631, del 1794, etc.). Questo fatto permette anche di quantificare l'entità della variazione della linea di costa vesuviana negli ultimi 2000 anni.

I dati illustrati in questa ricerca — sebbene preliminari — confortano gli obiettivi che l'indagine si era preposta e consentono anche di ottenere elementi utili ad una miglior comprensione dei movimenti verticali della costa vesuviana, per la quale è stato accertato un abbassamento di circa 4 metri.

BIBLIOGRAFIA

- ALBORE LIVADIE C., BARRA D., BONADUCE G., BRANCACCIO L., CINQUE A., ORTOLANI F., PAGLIUCA S. & RUSSO F. (1990) - *Evoluzione geomorfologica neotettonica e vulcanica della piana costiera del fiume Sarno (Campania) in relazione agli insediamenti anteriori all'eruzione del 79 d.C.* In: Albore Livadie C. & Widemann F. (Eds.), «Volcanologie et Archeologie», PACT, **25**: 237-256.
- BARRA D., BONADUCE G., BRANCACCIO L., CINQUE A., ORTOLANI F., PAGLIUCA S. & RUSSO F. (1989) - *Evoluzione geologica olocenica della Piana costiera del Fiume Sarno (Campania)*. Mem. Soc. Geol. It., **42**: 255-267.
- BELLUCCI F. (1994) - *Nuove conoscenze stratigrafiche nei depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della Piana Campana*. Boll. Soc. Geol. It., **113**: 395-420.
- CASERTANO L. & PINNA E. (1970) - *Variazioni del litorale vesuviano e fenomeni bradisismici*. Atti Acc. Pont., **19**: 1-32.
- CINQUE A. & RUSSO F. (1986) - *La linea di costa del 79 d.C. fra Oplonti e Stabiae nel quadro dell'evoluzione olocenica della Piana del Sarno (Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., **105**: 111-121.
- COCCO E., DE PIPPO T., EFAICCHIO M.T. & TARALLO F. (1988) - *Caratteri morfologici della piattaforma costiera del Golfo di Pozzuoli*. Atti 74 Congr. Nat. Soc. Geol. Ital. Preprint ext. Abstracts: 172-177.
- DE PIPPO T., DI CARA A., GUIDA M., PESCATORE T. & RENDA P. (1984) - *Contributi allo studio del Golfo di Pozzuoli: lineamenti di geomorfologia*. Mem. Soc. Geol. It., **27**: 151-159.
- DI GIROLAMO P. (1970) - *Rilevamento petrografico-stratigrafico lungo il margine SW del Vesuvio (manifestazione eruttiva locale e colate di fango del 79 d.C.)*. Rend. Soc. It. Miner. Petrol., **26**: 3-34.
- GOLSER C., PAGANO M. & RUSSO F. (1990) - *Evidenze archeologiche sommerse a Torre del Greco e loro implicazioni sull'andamento della linea di costa vesuviana del 79 d.C.* In: Albore Livadie C. & Widemann F. (Eds.), «Volcanologie et Archeologie», PACT, **25**: 183-195.
- PAGANO M., RUSSO F., TERRASI F. & TUNIZ C. (1994) - *Antropizzazione ed attività vulcanica in alcuni siti archeologici di Torre del Greco (NA)*. Atti del II Sem. Int. «Il Sistema uomo - ambiente tra passato e presente», Centro Univ. Eur. BB. CC., Ravello (SA).
- ROLANDI G. & RUSSO F. (1986) - *I depositi vulcanici di età pre-79 d.C. affioranti lungo il litorale compreso tra i Comuni di Torre del Greco e Torre Annunziata*. I Conv. Gruppi Archeologici dell'Italia meridionale, 25 - 27 Aprile 1986: 117-130, Prata Sannita (CE).
- ROLANDI G. & RUSSO F. (1989) - *Contributo alla conoscenza dell'attività storica del Vesuvio: dati stratigrafici e vulcanologici nel settore meridionale tra Torre del Greco (località Villa Inglese) e Torre Annunziata (Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., **108**: 521-536.
- ROLANDI G. & RUSSO F. (1993) - *L'eruzione del Vesuvio del 1631*. Boll. Soc. Geol. It., **122**: 315-332.
- RUSSO F. (1992) - *La linea di costa del 79 d.C. sul litorale vesuviano: dati preliminari. Seminario di Geologia subacquea - Resoconto dei lavori*. Pubbl. Dip. di Scienze della Terra (Università di Napoli - «Federico II») - ENEA CRE Casaccia, 30 Giugno 1992: 29-35.
- SANTACROCE R. (Ed.) (1987) - *Somma - Vesuvius*. C.N.R., Quad. de «La Ricerca Scientifica», **114**, Prog. Fin. «Geodinamica», Monografie finali, 8: pp 243.
- SIGURDSSON H., CAREY S., CORNELL W. & PESCATORE T. (1985) - *The eruption of Vesuvius in A.D. 79*. Nat. Geogr. Res., **1**: 332-387.