Pact 25 - 13 : C. Albore Livadie, D. Barra, G. Bonaduce, L. Brancaccio, A. Cinque, F. Ortolani, S. Pagliuca e F. Russo

Evoluzione geomorfologica, neotettonica e vulcanica della piana costiera del fiume Sarno (Campania) in relazione agli insediamenti anteriori all'eruzione del 79 d.C.

Pompeios, celebrem Campaniae urbem, in quam ab altera parte Surrentinum Stabianumque litus, ab altera Herculanense conveniunt et mare ex aperto reductum amoeno sinu cingunt, consedisse terrae motu ... audivimus.

Ho udito ... che Pompei, importante città della Campania, verso la quale convergono da una parte i litorali sorrentino e stabiano, dall'altra quello ercolanese chiudendo il mare, insinuatosi nella terraferma, con una magnifica insenatura, è rovinata a causa di un terremoto.

SENECA, *Naturales quaestiones*, VI, I, 1, Edizione P. Oltramare, Parigi, 1929 (traduzione C. Albore Livadie).

Introduzione

Gli studi geologici recentemente eseguiti lungo il settore tirrenico campano della catena sud-appenninica hanno evidenziato le strette relazioni esistenti tra i processi vulcanici, l'evoluzione delle pianure costiere e delle linee di costa e gli eventi neotettonici esplicatisi durante il Quaternario.

In questa nota vengono esposti i dati riguardanti il controllo esercitato dall'attività vulcanica dell'apparato Somma-Vesuvio e dalle recenti fasi neotettoniche, connesse alla deformazione della catena sud-appenninica, sull'evoluzione geomorfologica olocenica della piana costiera del fiume Sarno.

In particolare, sono illustrate le caratteristiche stratigrafico-strutturali e geomorfologiche della piana del Sarno ed il probabile andamento della linea di riva in epoca anteriore all'eruzione del 79 d.C.

L'analisi delle stratigrafie di oltre 50 sondaggi effettuati nell'area di pianura, tra Torre Annunziata ed il Sarno, confortata da rinvenimenti archeologici di epoca protostorica e romana, ha consentito, infatti, di proporre una ricostruzione paleoambientale e paleogeografica di questo settore, contribuendo a migliorare le conoscenze circa l'evoluzione geologica recente in relazione allo studio degli insediamenti umani antichi e alla probabile ubicazione del porto di Pompei.

Inquadramento stratigrafico-strutturale

L'area di studio, la piana del fiume Sarno, è ubicata tra il versante sud-orientale dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio e le zone pedemontane dei Monti di Sarno ad est e dei Monti Lattari a sud (Fig. 1).

Essa fa parte della grande depressione morfo-strutturale della piana campana, impostatasi lungo la fascia tirrenica della catena sud-appenninica in seguito alle fasi tettoniche del Pleistocene inferiore (Ippolito *et al.*, 1973 ; Aprile *et al.*, 1978 ; Ortolani e Pagliuca, 1986 ; Cinque *et al.*, 1987).

Questo graben costiero è delimitato dalle dorsali dei massicci carbonatici meso-cenozoici del Monte Massico, dei Monti di Avella e di Sarno e dei Monti Lattari. Esso è marginato da lineamenti tettonici di importanza regionale ad andamento appenninico (NW-SE) ed antiappenninico (NE-SW), che hanno causato il graduale approfondimento con contemporaneo colmamento ad opera di potenti successioni di sedimenti continentali, marini e transizionali, nonchè vulcanici con differente composizione petrografica (Ippolito *et al.*, 1973 ; Bernasconi *et al.*, 1981 ; Ortolani e Aprile, 1985 ; Di Girolamo *et al.*, 1988).

I terreni carbonatici meso-cenozoici e la loro copertura terrigena miocenica, che costituiscono il substrato dei terreni quaternari della piana campana, hanno uno spessore complessivo di circa 3 km. In base ai rilievi geofisici (Oliveri del Castillo, 1966 ; Finetti e Morelli, 1974 ; La Torre *et al.*, 1982 ; Fedi e Rapolla, 1988) ed agli studi stratigrafico-strutturali (Ortolani e Aprile, 1978 ; Bernasconi *et al.*, 1981 ; Balducci *et al.*, 1983) questo substrato appare dislocato, al di sotto del riempimento quaternario della piana campana, a profondità variabili da 2 km (nel sottosuolo in corrispondenza dell'area del Somma-Vesuvio e della piana del Sarno) a 5 km (nel sottosuolo dell'area flegrea).

La maggior parte dei depositi che costituiscono il riempimento del graben campano è rappresentata dai prodotti eruttivi legati ad apparati vulcanici ora sepolti sotto la piana (Ippolito *et al.*, 1973 ; Bernasconi *et al.*, 1981 ; Ortolani e Aprile, 1985) e da materiali piroclastici rimaneggiati e risedimentati (Fig. 1).

I principali prodotti eruttati dopo la messa in posto dell'Ignimbrite Campana, datata circa 35.000 anni b.p. (Barberi *et al.*, 1978 ; Capaldi *et al.*, 1985), sono relativi all'attività vulcanica (Fig. 2) del Monte Somma (da circa 25.000 anni b.p. al 79 d.C.) ed a quella del Vesuvio che hanno determinato,

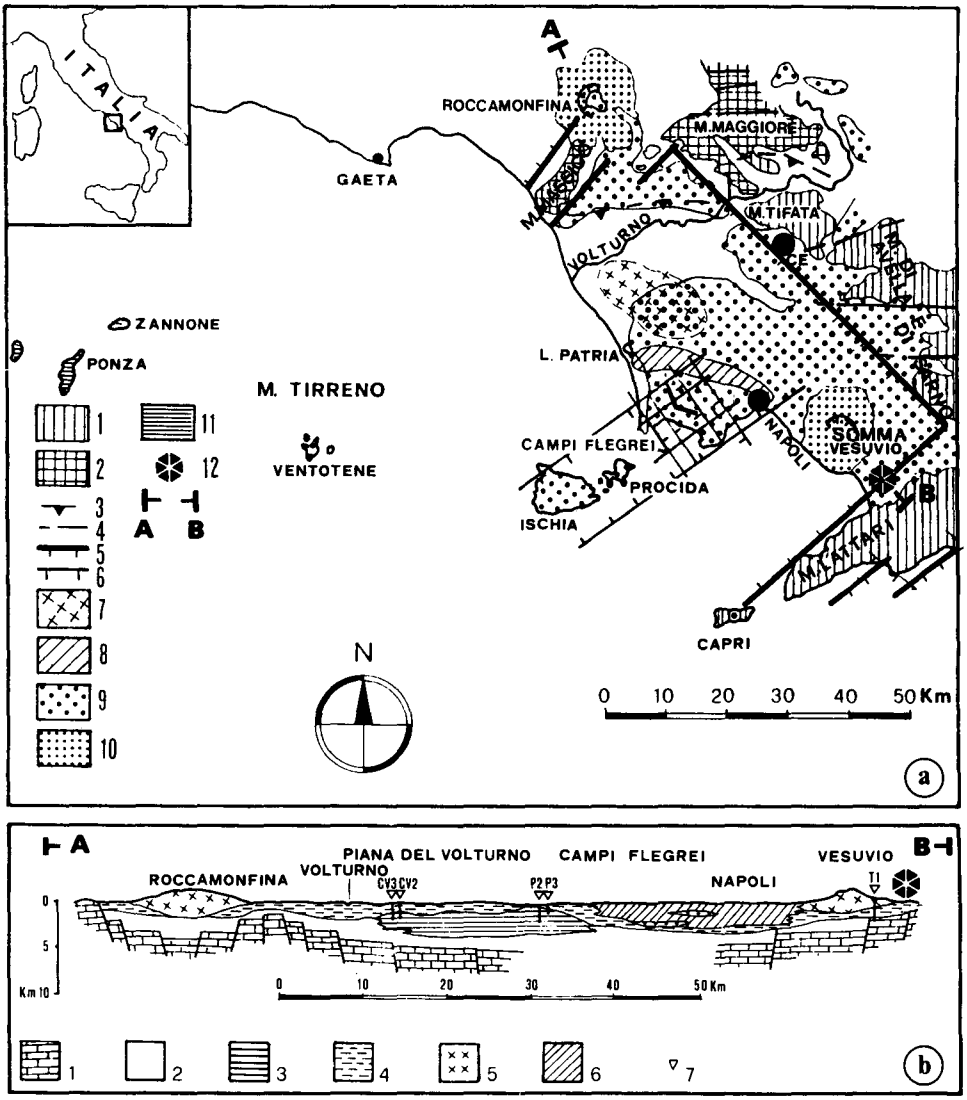


Fig. 1. Schema stratigrafico - strutturale (a) e sezione geologica schematica (b) della Piana Campana (da : Di Girolamo et al., *1988 ; modificata). (a) : 1) unità carbonatiche derivate dalla deformazione della piattaforma campano-lucana ; 2) unità carbonatiche derivate dalla deformazione della piattaforma abbruzzese-campana ; 3) sovrascorrimento tortoniano ; 4) faglie mioceniche ; 5) faglie marginali plio-quaternarie della Piana Campana ; 6) faglie profonde principali plio-quaternarie dell'area flegrea ; 7) vulcaniti di serie calcalcalina ricche in K (sepolte a N dei Campi Flegrei) ; 8) zona di probabili faglie connesse all'eruzione dell'Ignimbrite Campana (K-trachite, serie shoshonitica) ; 9) vulcaniti prevalentemente di serie shoshonitica ; 10) vulcaniti di serie leucitica e basanitica leucitica ; 11) vulcaniti di serie probabilmente calcalcalina delle Isole Pontine settentrionali ; 12) area di studio. (b) : 1) unità carbonatiche derivate dalla deformazione delle Piattaforme campano-lucana ed abbruzzese-campana ; 2) depositi terrigeni del Pleistocene inferiore e probabilmente del Pliocene p.p. e Miocene p.p. ; 3) vulcaniti di serie calcalina ricche in K ; 4) depositi terrigeni quaternari ; 5) vulcaniti di serie leucitica e basanitica leucitica ; 6) vulcaniti di serie shoshonitica ; 7) pozzi profondi : Castelvolturno (CV), Parete (P) e Trecase (T).*

dal 79 d.C. fino al 1944, la messa in posto di prodotti effusivi ed esplosivi (Delibrias *et al.*, 1979 ; Santacroce, 1987).

Gli studi vulcanologici hanno dimostrato che gli assi di dispersione dei prodotti piroclastici da caduta durante le maggiori eruzioni pliniane sono diretti prevalentemente verso NE (zona beneventano-avellinese) e verso SE (zona salernitana) ; quest'ultima direzione è stata accertata in particolare per l'eruzione del 79 d.C. (Lirer *et al.*, 1973 ; Santacroce, 1987).

I risultati preliminari della nostra ricerca sulle interazioni tra attività vulcanica e variazioni della linea di riva hanno messo in evidenza che, durante gli ultimi 5000 anni circa, la piana del Sarno ha registrato una veloce aggradazione della superficie topografica (dovuta, appunto, all'accumulo dei prodotti vulcanici) con conseguente progradazione della linea di costa, nonostante la contemporanea tendenza alla subsidenza manifestata dall'area in questo periodo.

Tale subsidenza, attiva a partire dal Pleistocene inferiore, ha caratterizzato l'area campana con ritmi medi di 2 mm/anno durante tutto il Quaternario (Ippolito *et al.*, 1973 ; Ortolani e Aprile, 1978 ; Cinque *et al.*, 1987) e questo in relazione anche alla tettonica tensiva che ha interessato il margine tirrenico della catena sud-appenninica per deformazioni profonde del basamento (Ortolani e Pagliuca, 1986).

Evoluzione geomorfologica e tettonica olocenica

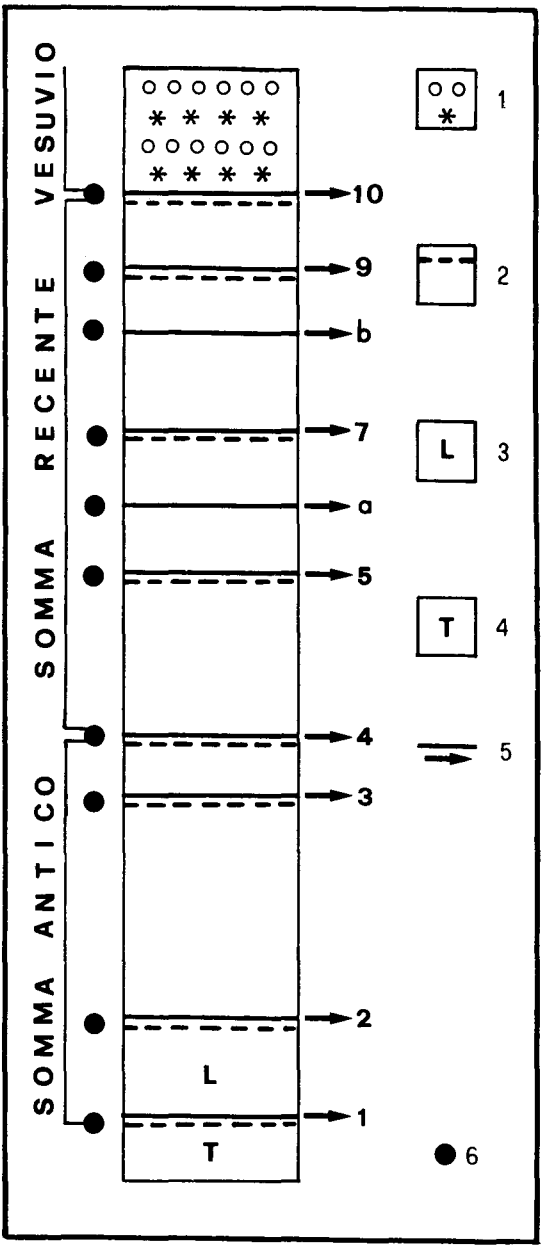
Dallo studio delle stratigrafie di circa 50 sondaggi effettuati nell'area di pianura tra Torre Annunziata e il Sarno e dalla reinterpretazione di vecchie perforazioni profonde (Fig. 3), è stato possibile ricavare nuovi dati circa l'evoluzione geomorfologica olocenica della piana del Sarno.

Alcuni tentativi mirati all'individuazione della linea di costa di epoca romana erano già stati fatti nella seconda metà del XVIII sec. (Pellegrino, 1782 ; Rosini, 1977), condivisi nel secolo successivo dall'architetto F. Mazois (1812) e E. Breton (1869). Il mare, che avrebbe lambito nelle immediate

→

Fig. 2. Successione stratigrafica tipo affiorante dell'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio. 1) piroclastiti e lave recenti dell'attività eruttiva del Vesuvio ; 2) paleosuoli e vulcaniti in posizione primaria e rimaneggiate ; 3) lave dell'attività eruttiva del Somma antico ; 4) Ignimbrite Campana (circa 35.000 anni b.p.) ; 5) principali eruzioni pliniane dell'attività eruttiva del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei ; 6) datazioni 1 = eruzione di Codola, circa 25.000 anni b.p. ; 2 = eruzione di Sarno, circa 22.500 anni b.p. ; 3 = eruzione delle « Pomici di base », circa 17.000 anni b.p. ; 4 = eruzione delle « Pomici verdoline », circa 15.500 anni b.p. ; 5 = eruzione delle « Pomici del Lagno Amendolare », circa 11.400 anni b.p. ; a = eruzione di « Agnano » (III periodo antico flegreo), circa 8500 anni b.p. ; b = eruzione di « Astroni », circa 4800 anni b.p. ; 7 = eruzione delle « Pomici di Mercato », 7.900 anni b.p. ; 9 = eruzione delle « Pomici di Avellino », circa 3.800 anni b.p. ; 10 = eruzione delle « Pomici di Pompei », 79 d.C.

vicinanze di Pompei i piedi della collina lavica, si sarebbe incurvato verso il Bottaro condizionato dalla topografia dei luoghi, delimitando una « punta di terra in figura di penisola ». Michele Ruggiero, tecnico e umanista, come lo definisce A. Maiuri, che nel periodo più fortunato della ricerca pompeianista, aveva chiamato a collaborare a quel volume dedicato al XVIII centenario del seppellimento della città, « per la prima volta, accanto ad archeologi, fisici,



botanici, meccanici, medici ed antropologi », pose le basi di una ricerca moderna. Il suo studio, frutto di una collaborazione pluridisciplinare, arricchita dalle scoperte che andavano svolgendosi nella piana sarnese a seguito dei lavori di bonifica, aveva permesso di spazzare via stravaganti ipotesi, tra cui quella sull'ingressione del mare in epoca romana fino nelle aree interne della piana (Messigno), avanzata a seguito del ripetuto rinvenimento di alberi da alto fusto sotto le pomici del 79 d.C. e scambiati con alberi da nave (Negri, 1835 ; ribadita anche di recente da Pastore, 1980).

Con l'appoggio di quattordici sondaggi stratigrafici accurati, il cui criterio di analisi era basato sulla presenza del « lapillo bianco » dell'eruzione pompeiana, potè tracciare una linea di riva più arretrata nel settore di

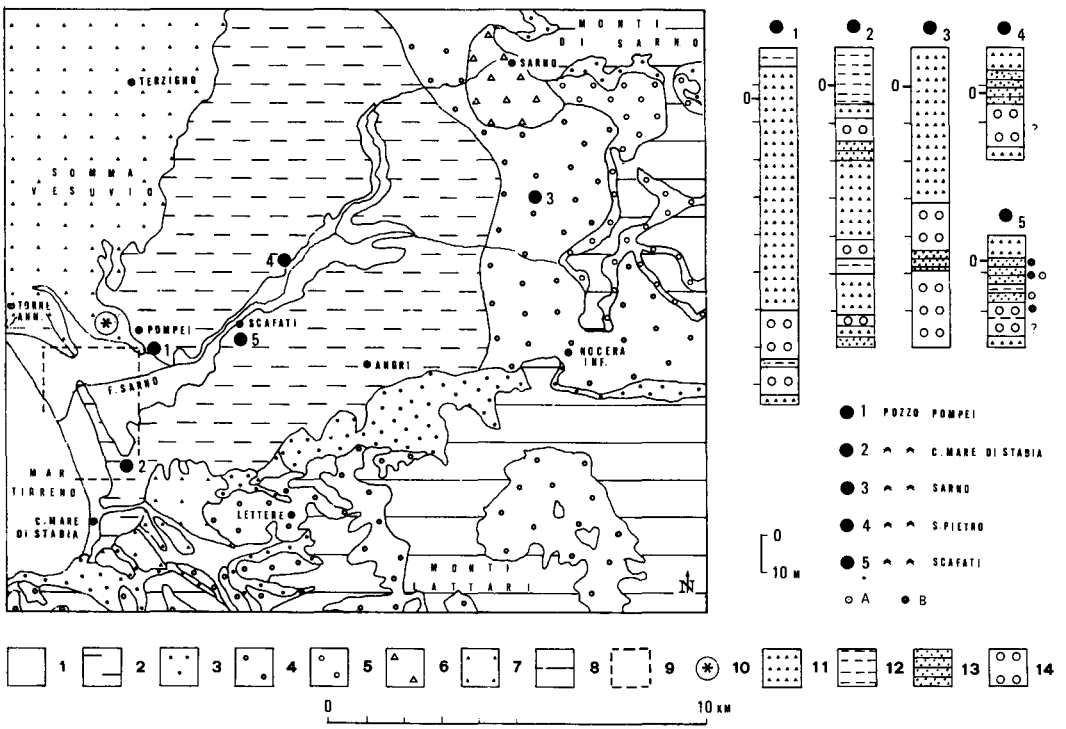


Fig. 3. Schema geologico della piana del Sarno. 1) alluvioni oloceniche del Fiume Sarno ; 2) sedimenti piroclastici olocenici in giacitura primaria e rimaneggiati ; 3) detriti di falda alto pleistocenici e olocenici con intercalati depositi piroclastici ; 4) piroclastiti sciolte alto pleistoceniche e oloceniche miste a detriti e tufi incoerenti ; 5) ignimbrite Campana ; 6) depositi travertinosi del Pleistocene superiore e Olocene ; 7) piroclastiti e lave del Somma - Vesuvio con paleosuoli intercalati (Pleistocene superiore - Olocene) ; 8) terreni carbonatici e terrigeni del substrato meso-cenozoico ; 9) area di studio ; 10) area archeologica di Pompei ; 11) vulcaniti del Somma - Vesuvio ; 12) sedimenti alluvionali e travertini ; 13) sedimenti fluvio-palustri (torbe, limi sabbiosi e argille) ; 14) sedimenti marini ed eolici costieri (sabbie e ghiaie) o di deposizione in ambiente marino (tufiti) ; A) datazioni C^{14} ; B) analisi paleontologiche.

Pompei rispetto a quella attuale, e verosimilmente poco diversa dal litorale odierno nella parte meridionale della foce, verso Castellammare (Ruggiero, 1879). Non faceva alcun accenno riguardo al porto, che, successivi rinvenimenti sulla riva destra del Sarno dovevano fare ben presto ubicare in questa zona. Restava, però, da definire a secondo della ricostruzione topografica proposta, la sua esatta tipologia : porto marittimo (Jacono, 1974 ; Sogliano, 1901 ; Ward-Perkins, 1979 ; Malandrino, 1980) o porto fluviale (Mau, 1880 ; Baratta, 1931 ; Fresa, 1972 ; Amarotta, 1978 ; Esposito, 1984). In quest'area, infatti, precisamente in località Bottaro, fin dagli ultimi anni del secolo scorso, era stato esplorato un complesso di edifici, le cui strutture dovevano essere intimamente connesse ad attività mercantili, come dimostrano le ancore di ferro, gli ami, i piombi delle reti raccolti in una serie di capanni allungati su una stessa linea identificata come la via verso il porto (Jacono, 1974 ; Sogliano, 1901 ; Della Corte, 1965). Elemento topografico di maggior rilievo era il « gradone naturale » (cioè parte del cordone di Bottaro), considerato erroneamente da alcuni una « lingua di lava preistorica » (Amarotta, 1978). Più recentemente, Ward-Perkins (1979) presentava un andamento della costa tra Oplontis e Castellammare di Stabia in netta contraddizione con tutte le ricostruzioni precedentemente proposte. A sud del fiume, il litorale sarebbe giunto quasi fino al cordone di Messigno. A nord, poco arretrato in rapporto alla linea di riva attuale, formava verso il mare « una netta sporgenza che comprendeva lagune, paludi e saline ». Ad est di questa sporgenza, proprio sotto il mulino di Bottaro, « doveva esserci una notevole insenatura da usare come ancoraggio marino, e lungo il suo lato occidentale, le attrezzature per il carico e lo scarico delle merci potevano raggiungere Pompei per via sia fluviale che di terra ». Varie altre ricostruzioni erano dovute alla scarsità di dati disponibili che non consentivano di definire con esattezza la linea costiera proprio nelle immediate vicinanze di Pompei (ancora di recente Malandrino, 1988).

Il nostro studio ha utilizzato l'importante « marker » cronostratigrafico rappresentato dalle piroclastiti dell'eruzione pliniana del 79 d.C. (Sigurdsson *et al.*, 1985), sistematicamente rilevato nello studio di dettaglio delle stratigrafie dei vari sondaggi. Si è potuto quindi valutare l'entità dell'aggradazione e progradazione della piana costiera negli ultimi 2000 anni circa.

Le variazioni di facies laterali e verticali (Fig. 4), evidenziate dalle caratteristiche sedimentologiche, paleontologiche e geometriche dei terreni presenti a letto e a tetto del livello « marker », hanno permesso di delineare l'evoluzione paleogeografica e paleoambientale di un'ampia porzione della piana sia prima che dopo l'evento eruttivo del 79 d.C. oltre a definire, con discreta approssimazione, il probabile andamento della linea di riva del I sec. d.C. (Fig. 5). Inoltre, le datazioni radiometriche, effettuate con il metodo del Radiocarbonio su alcuni livelli torbosi significativi riscontrati nelle successioni stratigrafiche carotate, pongono anche un limite cronologico alle sequenze descritte con possibilità di correlazione fra sedimenti di analoga posizione stratigrafica.

I terreni riscontrati a tetto dei depositi dell'eruzione del 79 d.C., al di sotto della copertura alluvionale e colluviale superficiale, sono costituiti talora da alternanze di sedimenti marini, continentali e transizionali riferibili ad oscillazioni relative del livello del mare, probabilmente legate a pulsazioni eustatiche verificatesi in epoca successiva all'eruzione pliniana e anteriore al basso medioevo (Fairbridge, 1962).

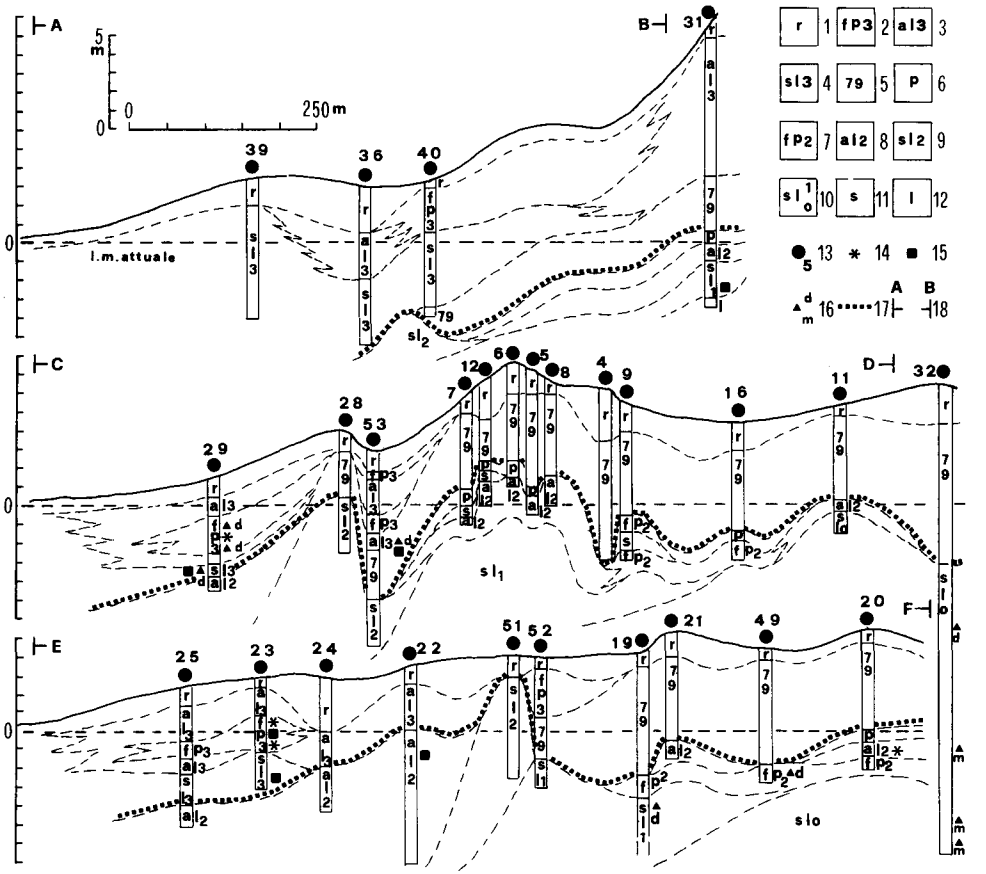


Fig. 4. Sezioni schematiche dei rapporti stratigrafici (le tracce sono riportate in Fig. 5). 1) suoli, terreni di riporto antropico e altre formazioni superficiali recenti ; 2) depositi limno-palustri (sabbie fini, argille e torbe) di età posteriore all'epoca romana ; 3) depositi alluvionali (sabbie e ghiaie) di età posteriore all'epoca romana ; 4) depositi litorali (sabbie medie e grossolane) di età posteriore all'epoca romana ; 5) depositi piroclastici dell'eruzione del 79 d.C. ; 6) paleosuoli ; 7) depositi limno-palustri (sabbie fini e argille) di epoca classica ; 8) depositi alluvionali (sabbie e ghiaie) di epoca classica ; 9) depositi litorali (sabbie medie e grossolane) del I sec. d.C. e di cordone dunare ; 10) depositi litorali, (sabbie medie e grossolane, sl_1) del cordone costiero di Croce Pasella - Bottaro - Pioppaino (anteriori al VI sec a.C.) e di Messigno - S. Abbondio (Sl_0) ; 11) livello di scorie stromboliane ; 12) lave preistoriche della collina di Pompei ; 13) sondaggi esplorativi ; 14) datazione radiometrica ; 15) analisi granulometriche ; 16) analisi paleontologiche (d = fauna dulcicola ; m = fauna marina) ; 17) paleosuperficie topografica all'epoca romana ; 18) traccia delle sezioni riportate in Fig. 5.

I depositi rinvenuti a letto del livello « marker » nelle stratigrafie dei sondaggi sono rappresentati in pochi casi da vulcaniti scoriacee stromboliane, riferibili ad una eruzione avvenuta tra il 1045 e la fine del X sec. a.C. (eruzione « A » di Albore Livadie *et al.*, 1986) e da una lava di età preistorica, correlabile a quella esposta lungo i bordi della collina di Pompei Scavi (Fig. 4). Più frequentemente sono stati rinvenuti, immediatamente a

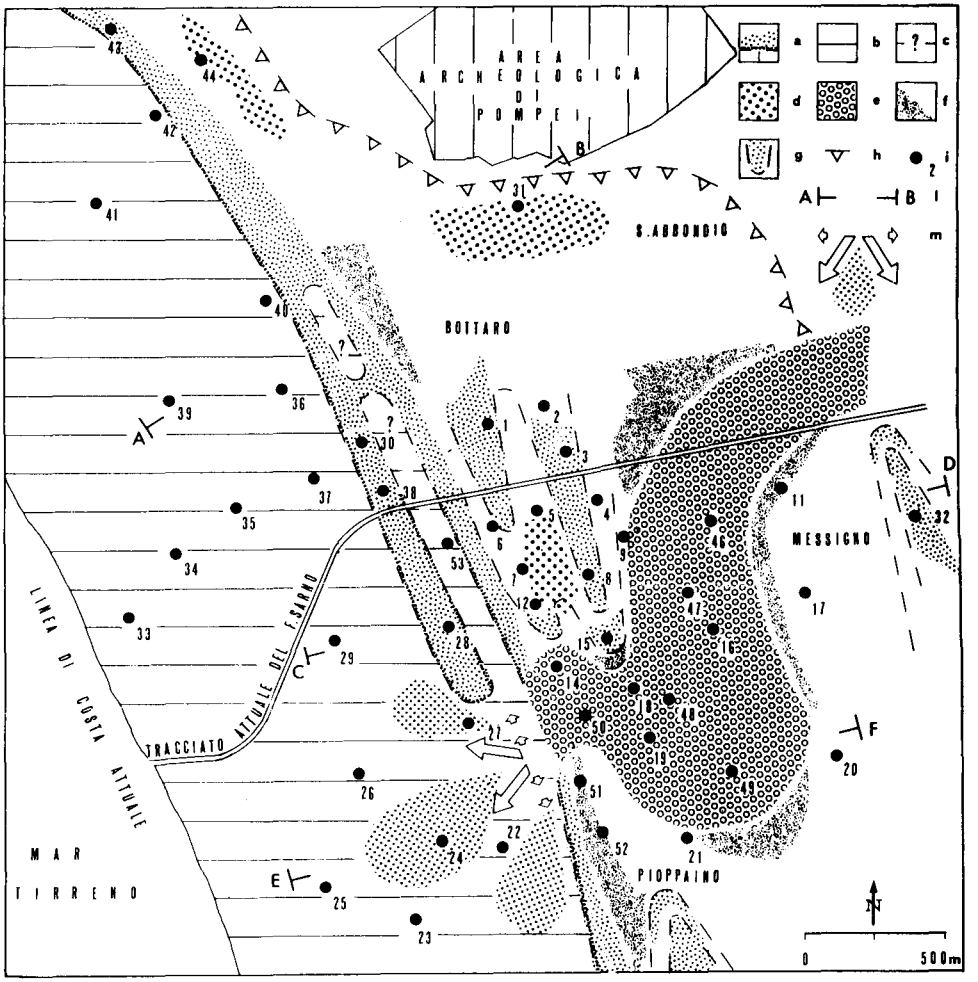


Fig. 5. Ricostruzione paleogeografica della piana del Sarno nel I sec. d.C. a) probabile andamento della linea di costa con cordoni sabbiosi attivi ; b) dominio marino ; c) area con ambienti deposizionali incerti (probabile presenza di stagni costieri) ; d) zona con presenza di terreni limno-palustri ; e) zona con acquitrini entro la quale divagava, con percorso non noto, il fiume Sarno ; f) piana alluvionale del fiume Sarno ; g) cordoni sabbiosi costieri inattivi nel I sec. d.C. e sepolti dalle alluvioni recenti (cordoni di Bottaro - Pioppaino e di Messigno - S. Abbondio) ; h) scarpate di erosione marina relative ad ingressioni marine di età preclassica ; i) sondaggi stratigrafici ; l) traccia delle sezioni geologiche schematiche riportate in fig. 4 ; m) tratto di costa entro il quale si rinvengono i sedimenti della probabile foce del fiume Sarno.

letto delle piroclastiti dell'eruzione del 79 d.C., livelli di paleosuoli nerastri contenenti reperti di edilizia di epoca romana, ovvero sedimenti palustri e limno-palustri costituiti da argille, torbe e argille sabbiose contenenti resti di vegetali e malacofauna dulcicola. Non sono rari sedimenti sabbiosi e ghiaiosi riferibili ad un ambiente fluviale *sensu stricto* o alluvionale *sensu lato*. Nel complesso le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche di questi sedimenti sono inquadrabili in un contesto deposizionale di pianura alluvionale costiera. Tale interpretazione è avvalorata dalla presenza, in taluni casi, di depositi sabbiosi eolici e/o di spiaggia emersa spesso associati a sedimenti sabbiosi e/o ciottolosi di spiaggia sommersa o di battigia (Fig. 5).

I dati scaturiti dall'analisi delle successioni stratigrafiche riscontrate nei sondaggi si accordano con quelli ricavati dallo studio geomorfologico di superficie (Cinque e Russo, 1986 ; Cinque *et al.*, 1987 ; Segre, com. pers.) con il quale è stata evidenziata la presenza di una linea di riva (cordone costiero di Messigno), legata alla massima ingressione versiliana, ubicata in posizione più interna nella piana e distante circa tre chilometri dalla costa attuale.

Un'altra antica linea di riva (di età imprecisata, ma posteriore a quella di Messigno e anteriore almeno al VI sec. a.C.) affiora nella piana (cordone di Bottaro - Pioppaino) in posizione più interna rispetto alla costa attuale di circa un chilometro.

La linea di riva del I sec. d.C., invece, doveva limitare verso l'interno zone dominate da ambienti fluvio-palustri in stretta relazione con il percorso meandriforme del Sarno, il cui complesso di foce doveva occupare una posizione alquanto dissimile da quella attuale, ma non molto spostata rispetto al percorso tenuto dal fiume fino al momento della rettificazione di epoca borbonica.

Le datazioni radiometriche eseguite sui livelli torbosi, rinvenuti nelle carote di alcuni sondaggi, hanno consentito di effettuare un discreto controllo cronostratigrafico unitamente alla presenza del livello « marker » dell'eruzione del 79 d.C. In particolare, i livelli torbosi di ambiente limno-palustre rinvenuti a letto del « marker » hanno un'età da 4600 a 3600 anni circa b.p. (pozzo Scafati in Fig. 3), mentre quelli rinvenuti a tetto hanno un'età da 1800-1600 a 950 anni circa b.p. Da questo stesso ambiente palustre (a quota - 14 m circa dal piano campagna) proviene una brocca frammentaria di impasto nerastro, con fila di bottoni sporgenti sotto l'orlo rientrante. Seppellita sotto uno strato di sabbie vulcaniche, verosimilmente relative all'eruzione delle « Pomici di Avellino » (3800 b.p. circa), che attesta la frequentazione dell'area vicino al fiume durante la prima età del Bronzo (Fig. 6).

Le stratigrafie dei sondaggi più profondi da noi esaminate (pozzi

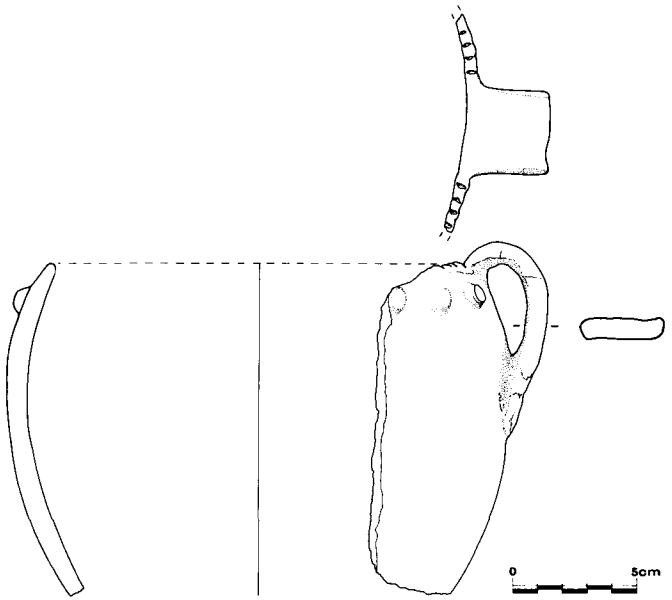


Fig. 6. Bronzo antico : brocca frammentaria d'impasto, da loc. Murecine (da una carota prelevata in un sondaggio effettuato nelle fondazioni degli edifici della Cooperativa 8 Maggio, Pompei). Disegno C. Morlando.

Scafati e S. Pietro, Fig. 3) e quelle già note in letteratura (pozzo Sarno, Cinque *et al.*, 1987 ; pozzo di Valle di Pompei, Bassani e Galdieri, 1908 ; pozzo di loc. Tavernola a Castellammare di Stabia, D'Erasmo, 1931 ; Fig. 3) evidenziano la presenza di depositi marini costieri a profondità di circa −10 e −20 m al di sotto del livello del mare attuale. A questi depositi deve essere attribuita un'età di 5600 anni circa b.p. riferita sulla base di correlazioni cronostratigrafiche con livelli di sedimenti aventi tale età.

Per contro, i depositi marini costieri rinvenuti, sempre nelle stesse stratigrafie dei sondaggi prima menzionati, a profondità variabili da circa −40 a −70 m al di sotto della quota attuale del mare, sono probabilmente da attribuire a pulsazioni del livello del mare di età incerta, ma comunque alto-pleistocenica.

I depositi marini olocenici rinvenuti a — 10 e — 20 m nei sondaggi profondi sono riferibili ad un periodo per il quale le curve eustatiche del livello del mare, costruite per l'area mediterranea, riportano una posizione altimetrica di tale livello praticamente simile a quella attuale (Tooley e Shennan, 1987). Pertanto si devono chiamare in causa fenomeni di subsidenza tettonica o vulcano-tettonica che hanno interessato l'area durante l'Olocene per spiegare la profondità alla quale sono stati rinvenuti tali depositi marini.

Tentativo di ricostruzione paleogeografica e paleoambientale della piana costiera del Sarno in epoca romana

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti nell'area di pianura pompeiana hanno permesso di ottenere diffuse informazioni, anche se inevitabilmente puntiformi, utili ad una migliore comprensione dei seguenti argomenti :

1. Andamento della superficie paleotopografica del 79 d.C. ricavata dalla posizione altimetrica della base dei prodotti dell'eruzione del 79 d.C. Tale dato non è disponibile in quei sondaggi che non hanno incontrato questi prodotti eruttivi.
2. Unità litologica superficiale che caratterizzava il sito di sondaggio all'atto della già citata eruzione.
3. Tipo di ambiente sedimentario (subaereo franco, fluvio-palustre, marino) nel quale in ciascun sito sondato si andarono ad accumulare i prodotti dell'eruzione.
4. Eventi deposizionali ed erosionali occorsi nei vari siti di sondaggio dopo l'eruzione del 79 d.C.

Dall'analisi complessiva di questi dati, insieme a quelli già noti in letteratura (Cinque e Russo, 1986 ; Cinque *et al.*, 1987) e alle osservazioni geomorfologiche condotte sul terreno e su foto aeree, è stato possibile dedurre i seguenti lineamenti paleogeografici riportati in Fig. 5 :

a. Nel 79 d.C. la pianura alluvionale costiera del fiume Sarno (Fig. 5) si spingeva almeno fino all'altezza della S.S. 145 Sorrentina (tratto di Torre Centrale — Castellammare di Stabia). La moderna strada deve in parte ricalcare la via litoranea che, da Oplontis, correva a brevissima distanza dalla linea di costa antica passando per il *pagus maritimus* e l'odierna loc. Pioppaino, dopo aver attraversato il Sarno e si innestava sulla *Nuceria-Stabiae*.
b. Gran parte dell'area che si estendeva alle spalle di detta linea presentava suoli ben drenati (non idromorfi) generalmente impostati su depositi alluvionali l.s. (alluvioni sabbiose e ciottolose del Sarno e di torrenti discendenti dal Vesuvio e dai Monti Lattari ; depositi colluviali e da dilavamento laminare intorno alla collina di Pompei Scavi) e più raramente su residui affioramenti di piroclastiti scoriacee, riferibili ad antiche eruzioni esplosive del Somma-Vesuvio, nonchè di lave scoriacee e bollose (*foam lava*) emesse in epoca preistorica da una bocca eruttiva localizzata entro la collina di Pompei Scavi-Civita Giuliana.
c. La parte più esterna della bassa pianura dell'epoca (zona di Croce Pasella — S. Antonio — Bottaro — Ponte della Persica — Pioppaino) era più alta topograficamente di pochi metri rispetto all'area retrostante in quanto occupata da un antico cordone eolico costiero costituito di sabbie nere passanti in basso a depositi sabbiosi di spiaggia. Dette sabbie risultano interessate da una modesta pedogenesi e, nei luoghi più depressi, sono

coperte da alluvioni e sedimenti limno-palustri. Questo cordone costiero (cordone di Bottaro - Pioppaino), quindi, era inattivo all'atto dell'eruzione. Ritrovamenti archeologici confermano che esso era antropizzato e sede di costruzioni già in epoca preromana (D'Ambrosio, 1984). Ne fa fede la scoperta di abbondante materiale archeologico (ceramica, terrecotte figurate ed architettoniche, una punta di lancia in ferro) proveniente da una fossa di scarico (databile dalla metà del VI sec. a.C. all'età tardo-ellenistica), scavata proprio nella sabbia nera del cordone. È da riconnettere con un vicino tempio, forse localizzabile nel borgo marinaro (*aedes Neptuni* ?), la cui esistenza era già stata ipotizzata in base al ritrovamento di un'iscrizione su un'edicola votiva con dedica a Nettuno (cfr *CIL*, X2, 8157 ; Von Duhn, 1881 ; Della Corte, 1965).

d. Alle spalle del citato cordone eolico costiero, un'area di modesta estensione (grosso modo coincidente con quella che attualmente risulta a quote inferiori ai 5 m s.l.m.) era invece in condizioni di cattivo drenaggio e risultava occupata da suoli idromorfi passanti localmente a depositi torbosi di ambienti acquitrinosi, sede di sedimentazione palustre e fluvio-palustre, talora con brevi e modesti episodi di deposizione travertinosa. Il carattere puntiforme delle indicazioni disponibili non consente di delineare la geometria di questi ambienti sedimentari. Si può tuttavia ritenere che essi occupassero fasce depresse meandriformi e luniformi poste ai margini del tracciato del Sarno dell'epoca, nelle quali affiorava la falda acquifera della pianura, e tracimavano le acque fluviali durante le piene maggiori.

e. Il fiume Sarno percorreva l'ultimo tratto della sua pianura con un tracciato che, pur non essendo ricostruibile nei dettagli, si doveva presentare non molto dissimile rispetto a quello che ha tenuto negli ultimi secoli fino alla rettifica borbonica. La foce si trovava fra le odierne località di Masseria Verusio e Resinaro, come testimoniano la distribuzione areale dei depositi descritti al punto (d) e la presenza di cospicui apporti fluviali intercalati ai depositi littorali d'epoca romana riscontrati nei sondaggi ubicati in corrispondenza di queste due località (Fig. 4).

f. Al momento dell'eruzione, la superficie freatica si trovava ad una quota, riferita all'odierno livello del mare, di circa 2/3 m, dato che è solo nelle località all'epoca più basse di dette quote che si sono incontrati depositi di ambiente acquitrinoso e suoli idromorfi (Fig. 4).

g. Da quanto osservato al punto precedente risulta che i depositi correlati al livello marino del I secolo d.C. si trovano a quote inferiori ai 3 m sotto l'odierno livello del mare (probabilmente sotto i - 4 m se si considera il gradiente della falda idrica e la distanza dei siti con depositi idromorfi rispetto alla costa dell'epoca).

h. Quanto sopra espresso trova anche conferma nel fatto che i sondaggi effettuati più all'esterno dell'area limitata dal cordone di Bottaro - Pioppaino hanno incontrato, a letto delle pomici dell'eruzione del 79 d.C.,

depositi di spiaggia emersa a quote comprese fra −1,9 e −3,7 m e depositi marini litorali a quote comprese fra −4,3 e −10 m (Fig. 4) rispetto al livello del mare attuale.

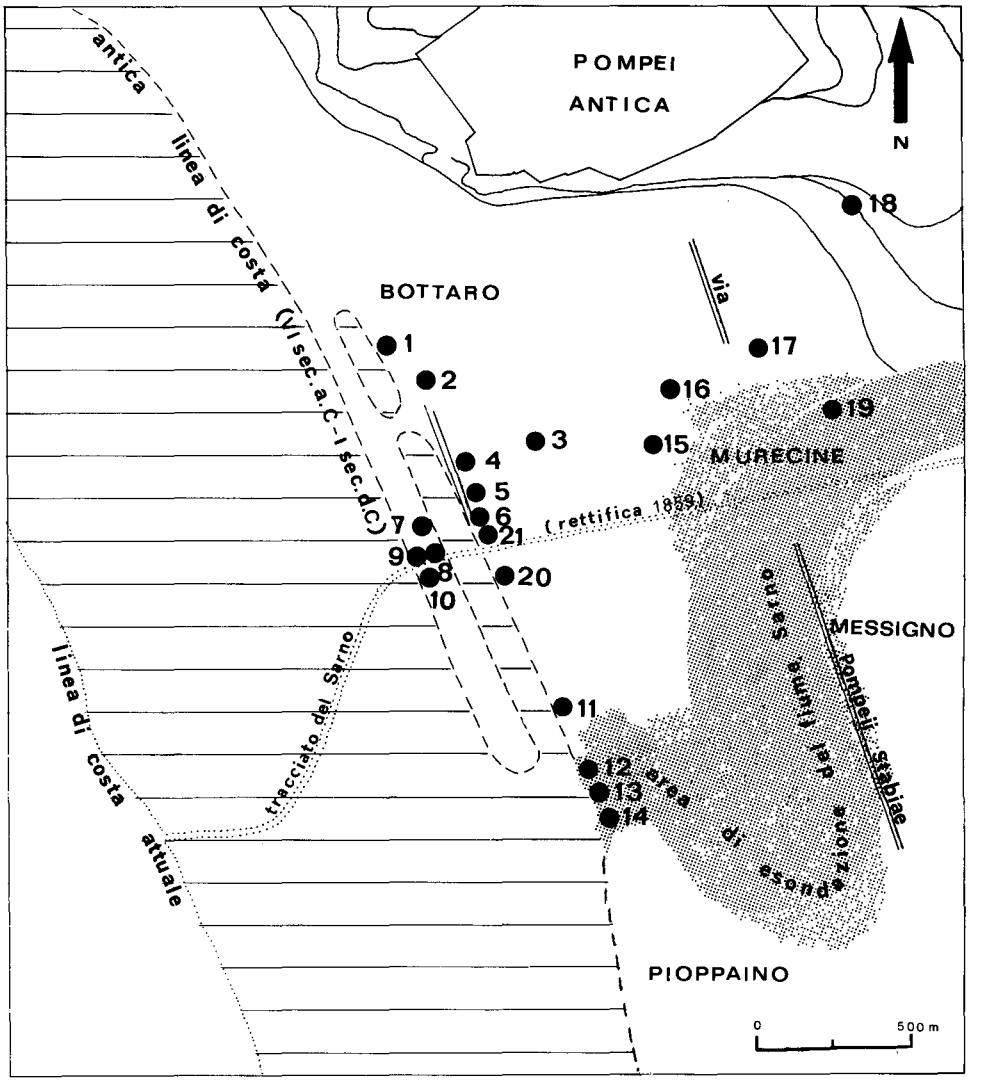
i. L'andamento della linea di riva del I sec. d.C. non è precisabile con dettaglio, ma sulla base dei dati desunti dalle stratigrafie di sondaggio si è potuto tentare la ricostruzione riportata in fig. 5 in cui la linea di costa antica corre all'incirca un chilometro più all'interno, parallelamente a quella attuale. Sedimenti di spiaggia emersa d'epoca romana incontrati in alcuni sondaggi documentano l'esistenza di un cordone costiero subparallelo alla costa attuale, il quale risulta separato da quello più antico di Bottaro - Pioppaino (vedi punto c), mediante una modesta depressione allungata (che era tra l'altro percorsa dal Sarno già prima del Settecento). Tale depressione morfologica era quasi certamente occupata fino al I sec. d.C. da una piccola laguna o da un braccio di mare protetto come hanno dimostrato i sedimenti sabbioso-limosi, rinvenuti al di sotto dei prodotti dell'eruzione del 79 d.C. (Fig. 4). Tali sedimenti si sono mostrati molto ricchi, tra l'altro, di granuli derivanti dalla disgregazione di laterizi ed altri materiali estranei al contesto geologico della piana del Sarno. Quest'area (Fig. 7) dovrebbe corrispondere al « *sinus amoenus* » di Seneca (*Naturales quaestiones*, VI, I, 1). Sul lato verso Pompei del bacino naturale vi erano

→

Fig. 7. Ubicazione sulla carta paleogeografica dei rinvenimenti archeologici di epoca preromana e romana :

1. *stipe Bottaro (VI sec. a.C. - II sec. a.C. ; D'Ambrosio, 1984),*
2. *« Aedes Neptuni » (?) in loc. Bottaro (vedi La Vega, 1767, in Ruggiero 1888 ; Fiorelli, 1881 ; von Duhn, 1881 ; Della Corte, 1965),*
3. *complesso non meglio precisato di edifici rustici (1880 e 1881, fondo Valiante),*
4. *villa pseudo-urbana (Paribeni, 1902),*
5. *rinvenimento di sedici* tabernae *(Sogliano, 1901),*
6. *edificio di* M. Cellus Africanus *(Della Corte, 1965),*
7. *strutture romane al lato del canale di scarico del Mulino Fienga (Fienga, 1925),*
8. *edifico con orientamento diverso dal precedente, sull'altro lato del Mulino Fienga, (Fienga, 1925),*
9. *rinvenimento di anfore ad ovest del Mulino Fienga (1895),*
10. *idem, a sud : anfore, magazzini su due piani (1875),*
11. *strutture non meglio qualificate, in proprietà Angeloni (Ruggiero, 1888),*
12. *strutture non meglio precisate (vicino a Ponte della Persica), anfore (Ruggiero, 1888),*
13. *strutture varie e sepoltura con lapide (Ruggiero, 1888),*
14. *ipotetica « mansio » o ponte sul Sarno (in ultimo* A. Varone, *in* Apollo, *V, 1984),*
15. *villa in prop. Liguori (*Corpus Topographicum Pompeianum, *Roma, 1981, n. 17),*
16. *villa in prop. Malerba (*Corpus Topographicum Pompeianum, *Roma, 1981, n. 18),*
17. *villa in prop. Cascone (*Corpus Topographicum Pompeianum, *Roma, 1981, n. 50),*
18. *santuario extra-urbano nel fondo Iozzino (VI sec. a.C. - II sec. a.C.),*
19. *frammento di brocca dell'età del bronzo (vedi fig. 6),*
20. *strutture ad est del Mulino de Rosa (Ruggiero, 1888),*
21. *strutture ad est del Mulino de Rosa (Ruggiero, 1888).*

le costruzioni mercantili documentate dagli scavi del secolo scorso e dell'inizio di questo : il complesso non meglio precisato di edifici a pianta rettangolare composto da una ventina di ambienti, dove furono trovati molti oggetti di uso comune tra i marinai e fu attribuito sulla base del rinvenimento di un sigillo a *M. Ampius* (fondo Valiante), la serie di sedici *tabernae* con piano superiore ammezzato, prospiciente su un portico sostenuto da colonne e pilastri di laterizio e di tufo. Graffita su un pilastro si poteva decifrare l'iscrizione « *nautae* », mentre su un muro era dipinta l'immagine del dio Sarno. Là ancora, vi erano utensili da marinai (fondo Matrone, 1899-1901 ; Sogliano, 1901 ; Paribeni, 1902). A poca distanza, ad ovest del Mulino Fienga, erano state trovate nel 1895, numerose anfore



allineate su una spiaggetta, mentre più a sud del fondo Matrone, erano stati individuati, a quanto pare, magazzini su due ordini con ancore e forse resti di navi (1875). Più di recente, a sud del fondo Matrone (1928), venne alla luce un grande complesso a pianta rettangolare ad uso commerciale e privato, che fu collegato a *M. Cellus Africanus* (Della Corte, 1965). Lo scavo di un pozzo eseguito verso l'inizio degli anni '50 nella medesima area avrebbe individuato i resti di scafi antichi (Malandrino, 1988). Forse costruite sul cordone prospiciente erano le numerose strutture scavate sui due lati del canale di carico del Mulino Fienga tra il 1925 ed il 1926. Si trattava di edifici rustici con oggetti da pesca, ami e piombi per reti ; in prossimità era stato segnalato il rinvenimento di dolii e anfore parzialmente interrati nell'arenile (Fienga, 1925).

Considerazioni conclusive

In conclusione, si può affermare che l'indagine eseguita ha consentito per la prima volta di delineare con sufficiente dettaglio e con buon grado di affidabilità, le condizioni paleogeografiche della pianura pompeiana al momento dell'eruzione vesuviana del 79 d.C., permettendo di sgombrare il campo da una serie di ipotesi molto diversificate affacciate da vari autori in passato.

Il quadro paleogeografico ricostruito evidenzia una piana alluvionale costiera in cui il principale agente morfogenetico è il moto ondoso. Ci si trova quindi di fronte ad un ambiente dominato dai processi di deriva litoranea in pieno accordo sia con i dati riguardanti l'evoluzione geomorfologica della piana durante il Pleistocene superiore e l'Olocene, sia con i processi litoranei tutt'ora in atto.

Infatti, l'incidenza obliqua del moto ondoso sulla costa vesuviana genera un « pattern » di correnti che trasportano ed accumulano i sedimenti sabbiosi erosi distribuendoli sottoforma di lunghe barre costiere.

In tal modo si assiste ad una progradazione della linea di riva controllata dal continuo rifornimento detritico derivante dallo smantellamento del piedimonte vulcanico.

I tempi di sviluppo e di accrezione dei cordoni litoranei sono piuttosto variabili, nell'ordine di alcune centinaia di anni, in queste aree dove l'evoluzione morfodinamica è fortemente controllata dai fattori esogeni, come il vulcanismo.

Osservazioni eseguite lungo la costa vesuviana evidenziano che il trasporto dei detriti avviene prevalemente da NW verso SE. Esso deve essere

Le località ed i toponimi citati nel testo si riferiscono alla cartografia topografica ufficiale italiana, edita dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.), in scala 1:25.000 tavolette 184 II NE « Vesuvio » e 185 III SO « Castellammare di Stabia ». Si ringrazia vivamente il collega Dott. S. de Caro per averci segnalato il rinvenimento del reperto a fig. 6.

stato particolarmente efficace nei periodi di maggiore disponibilità di detrito sui versanti sia del piedimonte vulcanico sia, maggiormente, sui rilievi calcarei che bordano la piana del Sarno. Tali periodi possono identificarsi con quelli successivi alle eruzioni vesuviane (in particolare l'eruzione delle « Pomici di Avellino » avvenuta nel corso del Bronzo antico e l'eruzione c.d. « A », databile alla fine dell'età del Bronzo). Questi detriti, attraverso il Sarno, i suoi affluenti ed i corsi d'acqua a regime torrentizio che solcano il piedimonte vulcanico venivano recapitati alla zona costiera. Come verificatosi anche in epoca moderna nei pressi della foce del Sarno, in concomitanza della crescita e dell'emersione del cordone litoraneo, si andavano individuando nelle zone protette dal moto ondoso aree lagunari allungate parallelamente alla costa che nelle loro parti più interne erano sostituite da stagni costieri. In quest'ultima località, una stretta area probabilmente lagunare si spingeva fra il cordone in questione e quello oramai inattivo di Bottaro-Pioppaino. La zona portuale marittima della antica Pompei va con molta probabilità riconosciuta proprio in questo specchio d'acqua protetto (Fig. 5) che, tra l'altro, si situa molto vicino ai ritrovamenti (Fig. 7), come abbiamo visto, interpretati dagli archeologi come edifici di pertinenza portuale.

La continuità del cordone litoraneo che costituiva la linea di riva all'epoca dell'eruzione del 79 d.C. doveva essere interrotta in corrispondenza della foce del Sarno (da ubicarsi tra Masseria Verusio e Resinaro) e, forse, di altri più piccoli corsi d'acqua che solcavano la parte meridionale della piana nella zona stabiese.

I sedimenti correlati al livello relativo del mare del 79 d.C., rinvenuti a circa -4 m rispetto a quello odierno e i dati provenienti da molte zone del Mediterraneo occidentale che indicano, in maniera pressochè certa, che il livello eustatico del mare nel I secolo d.C. (Pirazzoli, 1976 ; 1977) era al massimo di un metro inferiore all'attuale, consentono di dedurre che l'area di Pompei ha subito nel corso degli ultimi 19 secoli una subsidenza di almeno tre metri. Essa è stata compensata da un costante accumulo di depositi connessi all'attività vulcanica e alla morfodinamica costiera.

C. ALBORE LIVADIE
Unità di Ricerca Associata 1220
École française de Rome/C.N.R.S.
Via F. Crispi, 86
I - 80121 NAPOLI

D. BARRA e G. BONADUCE
Dipartimento di Paleontologia
Università di Napoli
Largo S. Marcellino, 10
I - 80138 NAPOLI

L. BRANCACCIO, A. CINQUE,
F. ORTOLANI e F. RUSSO
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Napoli
Largo S. Marcellino, 10
I - 80138 NAPOLI

S. PAGLIUCA
C.N.R.
I.s.p.a.i.M.
Via Argine, 1085
I - 80147 NAPOLI

BIBLIOGRAFIA

ALBORE LIVADIE, C., D'ALESSIO, G., MASTROLORENZO, G. e ROLANDI, G., 1986, *Le eruzioni del Somma-Vesuvio in epoca storica*, in *Tremblements de terre, éruptions volcaniques et vie des hommes dans la Campanie antique*, (Bibl. Ist. Fr. de Naples, XII ser., VII, Publ. du Centre « Jean Bérard »), Napoli, p. 55-66.

AMAROTTA, A., 1978, *La linea del Sarno nella Guerra Gotica*, in *app. Ipotesi sul porto di Pompei. Atti Accad. Pontan. in Napoli*, p. 155-179.

APRILE, F., BRANCACCIO, L., CARANNANTE, G., CRAVERO, E., CINQUE, A., DI NOCERA, S., GUIDA, M., IACCARINO, G., ORTOLANI, F., PESCATORE, T., SGROSSO, I. e TORRE, M., 1978, *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 172 (Caserta), 185 (Salerno), 196 (Sorrento) e 197 (Amalfi)* (C.N.R., Prog. Fin. Geodin., Sottoprog. Neotettonica, 155).

BALDUCCI, S., VASELLI, M. e VERDIANI, G., 1983, *Exploration Well in the « Ottaviano » Permit, Italy : « Trecase 1 »*, in *Third Intern. Sem. Eur. Geoth., Updata*, Munich.

BARATTA, E.M., 1931, *La fatale escursione vesuviana di Plinio*, in *Athenaeum*, IX, p. 82 ss.

BARBERI, F., INNOCENTI, F., LIRER, L., MUNNO, R., PESCATORE, T. e SANTACROCE, R., 1978, *The Campanian Ignimbrite : a Major Prehistoric Eruption in the Neapolitan Area (Italy)*, in *Bull. Volcanol.*, 41, p. 1-22.

BASSANI, F. e GALDIERI, P., 1908, *La sorgente minerale di Valle di Pompei : relazione geologica* (*Atti Accad. Sci. Fis. e Mat. in Napoli*, ser. 2, 14).

BERNASCONI, A., BRUNI, P., GORLA, L., PRINCIPE, C. e SBRANA, A., 1981, *Risultati preliminari dell'esplorazione geotermica profonda nell'area vulcanica del Somma-Vesuvio*, in *Rend. Soc. Geol. It.*, p. 4.

BRETON, E., 1869, *Pompéia décrite et dessinée par Ernest Breton suivi d'une notice sur Herculanum*, 3ª ediz., Parigi.

CAPALDI, G., CIVETTA, L., GYLLOT, P.Y., 1985, *Geochronology of Plio-Pleistocene Volcanic Rocks from Southern Italy*, in *Rend. Soc. It. Miner. e Petrol.*, p. 4.

CINQUE, A. e 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)*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 105, p. 111-121.

CINQUE, A., ALINAGHI, H.H., LAURETI, L. e RUSSO, F., 1987, *Osservazioni preliminari sull'evoluzione geomorfologica della Piana del Sarno (Campania, Appennino meridionale)*, in *Geogr. Fis. e Dinam. Quat.*, p. 10.

D'AMBROSIO, A., 1984, *La stipe votiva in località Bottaro (Pompei), XIX Centenario dell'eruzione vesuviana dell'anno 79*, Napoli.

D'ERASMO, G., 1931, *Studio geologico dei pozzi profondi della Campania*, in *Boll. Soc. Natur.*, Napoli.

DELIBRIAS, G., DI PAOLA, G.M., ROSI, M. e SANTACROCE, R., 1979, *La storia eruttiva del complesso vulcanico Somma-Vesuvio ricostruita dalle successioni piroclastiche del Monte Somma*, in *Rend. Soc. It. Miner. e Petrol.*, p. 35.

DELLA CORTE, M., 1965, *Case ed abitanti di Pompei*, Napoli, p. 446 ss.

DI GIROLAMO, P., MORRA, V., ORTOLANI, F. e PAGLIUCA, S., 1988, *Osservazioni petrologiche e geodinamiche sul magmatismo « orogenico transizionale » della Campania nell'evoluzione della fascia tirrenica della catena appenninica*, in *Boll. soc. Geol. It.*, p. 107.

ESPOSITO, E., 1984, *L'Ager Nucerinus : note storiche e topografiche*, in *Rend. Accad. Archeol. Lett. e Belle Arti di Napoli*, p. 221-241.

FAIRBRIDGE, R.W., 1962, *World Sea Level and Climatic Changes*, in *Quaternaria*, VI.

FEDI, M. e RAPOLLA, A., 1988, *Struttura crostale nella regione appenninica meridionale da dati gravimetrici e magnetici*, in *Atti 74.mo Congr. Soc. Geol. It.*, Sorrento (NA).

FIENGA, F., 1925, *Esplorazione del Pago marittimo pompeiano*, in *Atti del III Congr. di Studi romani*, Roma, p. 172 ss.

FINETTI, I. e MORELLI, C., 1974, *Esplorazione sismica a riflessione dei Golfi di Napoli e Pozzuoli*, in *Boll. Geof. Teor. e Appl.*, p. 16.

FIORELLI, G., 1881, *Not. Sc.*, p. 121 sgg.

FRESA, A. e M., 1972, *La Valle del Sarno o Ager Nucerinus, le vie consolari e l'acquedotto Claudio*, in *Atti Accad. Pontan. Napoli*, p. 21.

IPPOLITO, F., ORTOLANI, F. e RUSSO, M., 1973, *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino campano : reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi* (*Mem. Soc. Geol. It.*, 12).

JACONO, L., 1974, *Note di archeologia marittima*, in *Riv. Archeol. Epigr. e Numis. a. I*, f. III-IV, Città di Castello.

LA TORRE, P., NANNINI, R., SBRANA, A., 1982, *Geothermal Exploration in Southern Italy : Geophysical Interpretation of the Vesuvian Area. 44th Meeting Eur. Ass. of Explor. Geoph.*, Cannes.

LIRER, L., PESCATORE, T., BOOTH, B. e WALKER, G., 1973, *Two Plinian Pumice — Fall Deposits from Somma-Vesuvius, Italy*, in *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84, p. 759-772.

MAIURI, A., 1943, *Introduzione allo studio di Pompei*, Napoli.

MAU, A., 1880, *Boll. Ist. Corrisp. Archeol.*, p. 89.

MAZOIS, F., 1812, *Les ruines de Pompéi dessinées et mesurées*, Parigi.

NEGRI, G., 1835, *Annali Civili del Regno delle due Sicilie.*

OLIVERI DEL CASTILLO, A., 1966, *Considerazioni gravimetriche sul bacino eruttivo e sedimentario campano (anomalie residue di ordine n-1)*, in *Ann. Osserv. Ves.*, p. 6.

ORTOLANI, F. e APRILE, F., 1978, *Nuovi dati sulla struttura della Piana Campana a sud-est del F. Volturno*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, p. 97.

ORTOLANI, F. e APRILE, F., 1985, *Principali caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei depositi superficiali della Piana Campana*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, p. 104.

ORTOLANI, F. e PAGLIUCA, S., 1986, *Relazioni tra struttura profonda ed aspetti morfologici e strutturali della fascia tirrenica dell'Appennino campano*, in *Atti Riun. Ann. Gr. Naz. Geogr. Fis. e Geomorf.*, Amalfi (SA).

ORTOLANI, F. e PAGLIUCA, S., 1987, *Relationships between Volcanism and Structures in Campania during the Quaternary*, in *Rend. Accad. Sci. Fis. e Mat. in Napoli*, special issue.

PARIBENI, R., 1902, *Il borgo marinaro presso il Sarno*, in *Not. Scavi*, p. 568 ss.

PASTORE, V., 1980, *Angri dalla preistoria ai nostri giorni*, in *Cava dei Tirreni*, I, p. 9-10.

PELLEGRINO, C., 1782, in SAINT-NON, J.C., *Voyage Pittoresque de Naples et de Sicile*, Parigi.

PIRAZZOLI, P.A., 1976, *Sea Level Variations in the Northwest Mediterranean during Roman Times*, in *Science*, 194, p. 519-521.

PIRAZZOLI, P.A., 1977, *Sea Level Relative Variations in the World during the Last 2000 Years*, in *Zeit. Geomorph. N.F.*, 21, 3, p. 284-296.

ROSINI, C., 1977, *Dissertatio Isagogica*, Napoli.

RUGGIERO, M., 1879, *Del sito di Pompei e dell'antico lido del mare*, in vol. comm. del XVIII centenario, Napoli, p. 5-14.

RUGGIERO, M., 1888, *Degli scavi di Antichità nelle Province di Terraferma dell'antico Regno di Napoli dal 1743 al 1876*, Napoli, p. 88.

SANTACROCE, R., (Ed.), 1987, *Somma-Vesuvius. C.N.R.*, in *Quad. La Ric. Scient.*, p. 114.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1969, Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000. Foglio 185 « Salerno » e relative note illustrative.

SIGURDSSON, H., CAREY, S., CORNELL, W. e PESCATORE, T., 1985, *The Eruption of Vesuvius in A.D. 79*, in *Nat. Geogr. Res.*, p. 1.

SOGLIANO, A., 1901, *Il borgo marinaro presso il Sarno*, in *Not. Scavi*, p. 443 ss.

TOOLEY, M.J. e SHENNAN, I., 1987, (Eds.), *Sea-Level Changes. The Institute of British Geographers* (*Special Publications Series*, 20), p. 397.

VON DUHN, F., 1881, *Der Hafen von Pompei*, in *Rhein. Mus. f. Philol.*, n. f. p. 37.

WARD-PERKINS, J.B., 1979, *Note di topografia e urbanistica. Pompei 79 : raccolta di studi per il XIX centenario dell'eruzione vesuviana*, Napoli, p. 25-39.