

BRUNO ANSELMI \*, ALDO BRONDI \*, ORNELLA FERRETTI \*, LUIGI RABOTTINO \*

## STUDIO MINERALOGICO E SEDIMENTOLOGICO DELLA COSTA COMPRESA FRA ANSEDONIA E LA FOCE DEL FIUME MIGNONE

**RIASSUNTO.** — Nel periodo 1973-1974 il Laboratorio Geominerario del CNEN ha condotto una serie di studi di siting per impianti nucleari nelle zone di Montalto di Castro e di Tarquinia (Lazio settentrionale). Nell'ambito di tali studi è stata effettuata una ricerca sedimentologica sulla piattaforma costiera prospiciente le due zone. Tale ricerca ha avuto come fine la definizione del senso della deriva dei sedimenti sabbiosi ed il riconoscimento dello stato di stabilità delle coste.

Gli studi intrapresi sono consistiti in esami morfologici del litorale ed analisi dei parametri granulometrici, entrambi ripetuti stagionalmente, ed analisi mineralogiche delle sabbie.

I risultati degli esami morfologici delle spiagge e di quelli granulometrici della piattaforma hanno permesso di differenziare a grandi linee una zona settentrionale più stabile ed una meridionale con evidenti tracce di erosione.

Gli studi mineralogici hanno messo in evidenza una modesta deriva costiera diretta da sud-est a nord-ovest e la presenza di tre zone litorali nettamente distinte in base a differenti apporti fluviali.

La ripetizione del campionamento ha mostrato che le variazioni granulometriche sono poco significative e che comunque non sono legate alle variazioni stagionali, ma piuttosto alle condizioni meteorologiche del periodo immediatamente precedente il campionamento.

**ABSTRACT.** — During 1973-1974 the Laboratorio Geominerario of CNEN has carried out several studies for the siting of nuclear plants in the areas of Montalto di Castro and Tarquinia (Northern Latium).

A sedimentological research on the coastal platform, of the above mentioned areas, has been carried out. The research has been made in order to recognize the direction of littoral drift of sandy sediments and to determinate the stability conditions of the coast.

The research was based on a morphological analysis of the littoral zone and on grain size parameters, both measured seasonally, and on mineralogical analysis of sands.

The results of morphological analysis of the beaches and of grain size of the platform, has made it possible to recognize on the whole, a northern, stable zone and a southern zone characterized by erosion processes.

The mineralogical studies have shown a slight coastal drift from SE to NW and the existence of three littoral zones clearly defined by the material derived from local rivers.

Repeated sampling has shown that the grain size variations are of little significance and are not related to seasonal variations, but to the meteorological conditions of the period immediately preceding the sampling.

### Premessa

Nel quadro di una serie di studi di siting eseguiti dal Laboratorio Geominerario del CNEN nelle zone di Montalto di Castro e Tarquinia, sono state condotte

\* Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare - Laboratorio Geominerario. CSN della Casaccia - S. Maria di Galeria (Roma).

ricerche mineralogiche e sedimentologiche sulla prospiciente piattaforma costiera.

Le ricerche hanno teso a definire l'eventuale presenza di una deriva costiera dei materiali sabbiosi litoranei attraverso l'accertamento di correlazioni tra apporti fluviali e composizione delle sabbie di spiaggia e di quelle perilitoranee. Tali correlazioni sono state evidenziate mediante l'esame della distribuzione dei minerali pesanti e leggeri, considerati come traccianti naturali. Appropriati studi sedimentologici sono stati effettuati per la caratterizzazione ambientale dei sedimenti, per l'accertamento delle modalità di sedimentazione e per il riconoscimento delle aree costiere in fase di erosione o di avanzamento.

### Cenni geografici e geologici

L'area studiata si estende dal promontorio dell'Argentario alla foce del Mignone. La costa, prevalentemente bassa, sabbiosa ed orlata di dune, diviene rocciosa nel tratto meridionale, in corrispondenza di estesi affioramenti di arenarie conglomeratiche del Pliocene superiore (Panchina).

Nel tratto di costa considerata i corsi d'acqua principali sono:

- a) il Chiarone e il Tafone nei cui bacini gravitano rocce carbonatiche di serie toscana e serie complesse in facies di flysch (liguridi), oltre a sedimenti quaternari marini costieri, sabbiosi e argillosi;
- b) il Fiora, rappresentato dalla stessa serie sedimentaria nel suo versante occidentale, accoglie invece i prodotti di disfacimento dei vulcani vulsini sul versante orientale;
- c) il Marta e l'Arrone nei cui bacini gravitano soprattutto rocce vulcaniche del sistema vulsino, oltre che più limitate porzioni di flysch e di argille sabbiose del Pliocene;
- d) il Mignone dove invece gravitano anche le rocce del sistema tolfetano.

### Dati meteorologici

La fascia di mare, parallela alla costa per l'ampiezza di mezzo miglio circa, è sede di correnti dirette generalmente verso il IV quadrante. Al largo di questa fascia la circolazione è vorticoso, con moti diretti a sud-est, verso terra, ed a nord-ovest, verso il largo. Esiste inoltre una corrente generale tirrenica, al largo dell'area considerata, diretta verso nord-ovest.

I venti dominanti nella stagione invernale sono quelli del II quadrante, ai quali in estate si aggiungono le brezze di terra e di mare. I venti che influenzano lo stato del litorale sono quelli del III quadrante, che investono la costa normalmente o con angolo molto acuto, provocando un trasporto litoraneo del materiale sabbioso verso nord.

### Dati cartografici

Della zona in esame esiste una carta topografica dell'IGM scala 1/50.000 del 1879; esiste anche una carta batimetrica di dettaglio dell'Istituto Idrografico della Marina dell'anno 1883 scala 1/50.000 (n.º Elenco 10 di Pandetta 123E).



Fig. 1. — Schema geologico dei bacini idrografici dei corsi d'acqua che sboccano nel tratto di costa fra Ansedonia e Civitavecchia.

Dal confronto fra queste due carte e la carta topografica attuale dell'IGM, scala 1/100.000 (rilevamento 1954) si nota quanto segue:

- la linea di costa rilevata nel 1879 è generalmente arretrata, caratterizzata da ampie sinuosità e complessi di foce esageratamente protesi verso il mare;
- la linea di costa rilevata nella carta batimetrica del 1883 è generalmente più rettilinea e avanzata;
- la linea di costa del rilevamento attuale coincide quasi perfettamente con quella della carta batimetrica del 1883.

Riteniamo quindi che la carta del 1879 non sia utilizzabile per quanto riguarda la precisione della posizione della linea di costa. Ciò rappresenta un esempio di come non sempre sia attendibile il confronto fra carte di differenti periodi per stabilire l'avanzamento o l'arretramento delle coste (VARANI L., ZUNICA M.).

La posizione della linea di costa è invece individuabile dall'esame dell'attuale ubicazione di manufatti umani di età diversa (SCHMIEDT G.).

A Pian della Murelle i resti dell'antemurale del porto romano di età repubblicana si trovano attualmente in mare a 200 metri dalla riva. Sempre a Pian delle Murelle l'erosione è stata molto attiva in questi ultimi 30 anni; infatti tre fortini costruiti nel 1940 a circa 70 metri dal mare si trovano oggi in parte sommersi, in parte sulla battigia. Anche a Torre S. Agostino alcuni resti di costruzioni romane sono attualmente sommersi dal mare.

Questi elementi contrastano con quanto asserito in uno studio dei litorali italiani del 1933 (ALBANI D., 1933), secondo la quale la costa in esame risulterebbe stabile.

### Campionamento e metodo di studio

Nell'estate del 1973 sono stati prelevati campioni fluviali, di spiaggia e di piattaforma nel tratto di costa compreso fra Ansedonia e la foce del Mignone (fig. 2). I campioni di piattaforma, distribuiti su 10 filari normali alla costa, sono stati raccolti rispettivamente in corrispondenza delle isobate 1, 5 e 10 metri, mediante una benna della capacità di 3 dm<sup>3</sup>. Nello stesso tempo sono state esaminate le caratteristiche morfologiche delle spiagge. Sono stati effettuati inoltre profili della piattaforma mediante rapidi scandagli, che hanno permesso di riconoscere l'andamento e la natura del fondo marino.

I campioni prelevati sono stati sottoposti ad analisi granulometriche e mineralogiche, secondo le modalità espresse in precedenti lavori (BRONDI A. e altri, 1972).

Il campionamento e gli studi morfologici costieri sono stati ripetuti nell'inverno e nell'estate 1974. Tale ripetizione è stata effettuata per accertare se le variazioni dei parametri granulometrici e della distribuzione dei minerali pesanti possono avere un significato stagionale o differenziare costantemente le coste in fase di prevalente erosione da quelle stabili o in fase di avanzamento.

La ripetizione del campionamento è stata effettuata lungo i filari antistanti le zone di spiaggia, evitando i tratti di costa alta (Promontorio di Ansedonia) e i tratti di affioramento della « panchina » (Zona di Tarquinia).

Gli esami granulometrici sono stati ripetuti integralmente, mentre le analisi mineralogiche sono state limitate alla determinazione della quantità della frazione pesante. Gli esami della composizione di tale frazione non sono stati ripetuti, in quanto si ritiene che la distribuzione dei minerali pesanti sulla piattaforma non sia influenzata dalle variazioni stagionali, ma dalla risultante di una serie di azioni che si sono susseguite in un ampio arco di tempo.



### Morfologia costiera

Nella fig. 3 sono riportati i profili schematici delle spiagge nel periodo estivo ed invernale. In base alle diverse caratteristiche morfologiche la costa è stata suddivisa in cinque tratti, indicati nella fig. 2 e nelle foto di fig. 29 con le lettere *a*), *b*), *c*), *d*), *e*).

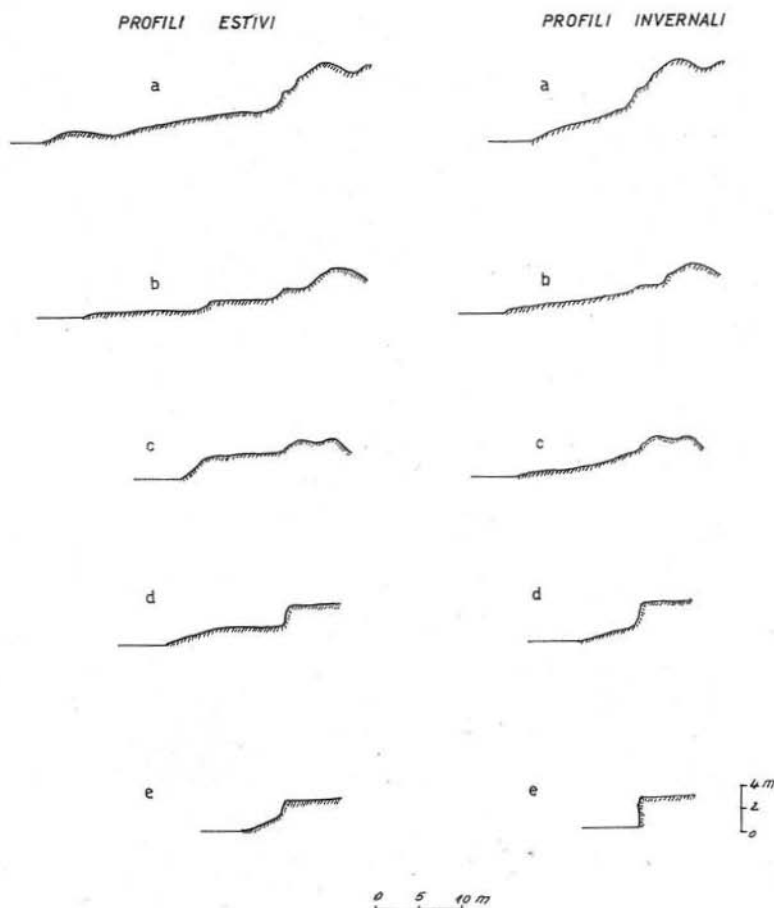


Fig. 3. — Profili morfologici schematici di spiaggia.

#### *Profili costieri*

Il tratto *a*) è compreso fra il Golfo di Ansedonia e l'estremità meridionale del Lago di Burano. La spiaggia è ampia circa 30 m; la duna è raccordata dolcemente ad un'ampia berma, che a sua volta è raccordata dolcemente alla battigia. La battigia è decisamente in accrescimento, con accumuli di sabbia che creano contropendenza. Il litorale è rettilineo e procedendo verso sud presenta ampie falcature di 7-800 m e cuspidi appena accennate.

Il tratto *b*), che si estende dall'estremità meridionale del Lago di Burano fino a poco a sud del Torrente Tafone, è caratterizzato da una spiaggia a leggera pendenza, larga una ventina di metri. La duna è sempre raccordata dolcemente ad un'ampia berma, piana, con frequenti gradini di erosione al raccordo con la battigia, che presenta chiari fenomeni di accumulo. Carattere essenziale di questo tratto di costa è quindi l'esistenza nello stesso profilo di evidenti fenomeni di erosione e di

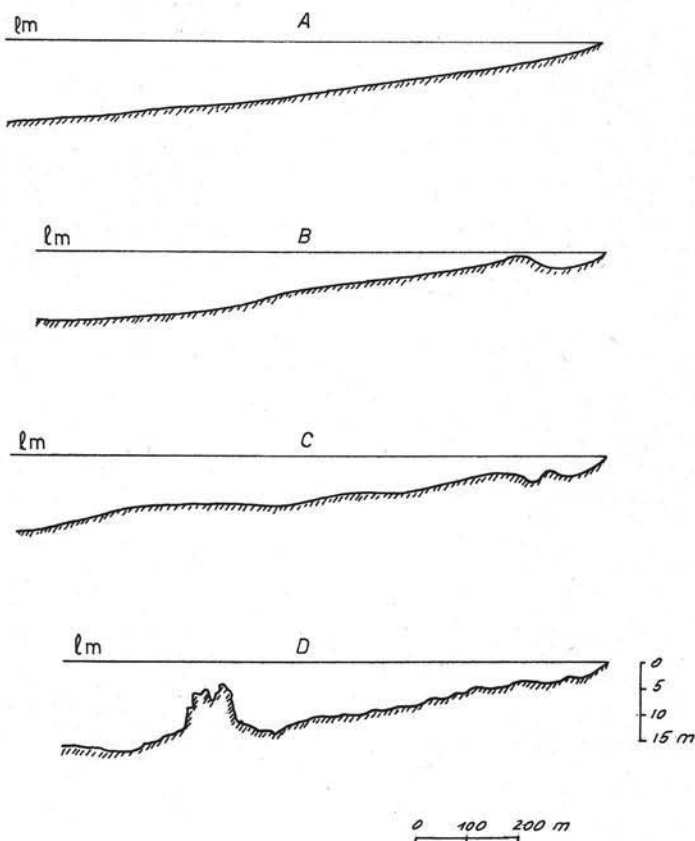


Fig. 4. — Profili morfologici schematici di piattaforma.

accumulo. Il litorale ha falcature di 2-300 m, con cuspidi accentuate. Il Fosso Chiarone è canalizzato nella sua parte terminale; il Fosso Tafone presenta foce quasi simmetrica.

Il tratto *c*) si estende dalla foce del Fosso Tafone a quella del Fiume Fiora ed è caratterizzato da evidenti fenomeni di erosione. La spiaggia si riduce ad una striscia di 10-15 m di larghezza; la duna, bassa e piatta, è spesso raccordata con piccole scarpate di erosione ad una berma molto ristretta, che passando alla battigia presenta vistosi fenomeni di erosione. Il litorale è contraddistinto da nicchie di



erosione alternate a cuspidi, a circa 100 m l'una dall'altra. La foce del Fiume Fiora è asimmetrica, con direzione sud-est/nord-ovest.

Il tratto *d*) è compreso fra la foce del Fiume Fiora e quella del Torrente Marta. La spiaggia ha una larghezza di circa 20 m, con duna raccordata alla berma con evidenti scarpate di erosione; quest'ultima è ben distinta, pianeggiante e raccordata alla battigia con modeste scarpate di erosione. I fiumi Arrone e Marta hanno foci che presentano la stessa orientazione di quella del Fiora.

Nel tratto *e*) la spiaggia si restringe ulteriormente; la berma scompare e la battigia sabbiosa si appoggia direttamente sulla « panchina ». Tutto il tratto è caratterizzato da fenomeni di erosione evidenti. La foce del Mignone è orientata come quelle dei corsi d'acqua dei tratti *c*) e *d*).

I profili invernali della spiaggia risultano molto simili fra loro: la berma si restringe o scompare ed il profilo assume pendenze uniformi, mentre alla base della duna si riscontrano genericamente vistosi fenomeni di erosione.

In base alle osservazioni su esposte si può concludere che la costa è costituita da tre zone con caratteri nettamente differenziati. Il primo tratto, compreso fra Ansedonia ed il Lago di Burano, ha una spiaggia ampia, pianeggiante, con accumuli in battigia e caratteri generali di stabilità. Il secondo tratto, compreso fra il Lago di Burano e la foce del Fiora, si presenta con alternanza di fenomeni di erosione e di accumulo lungo lo stesso profilo. Il terzo tratto infine, compreso fra la foce del Fiora e quella del Mignone, è caratterizzato da fenomeni erosivi molto vistosi.

La fig. 4 riporta alcuni profili schematici della piattaforma, in corrispondenza del litorale (tratti A, B, C e D della fig. 2). Procedendo da nord verso sud, si susseguono una serie di profili uniformi che degradano dolcemente dalla spiaggia verso il largo (tratto A). Dalla zona di Macchiatonda fino a Montalto di Castro si rinven- gono barre più o meno pronunciate e spesso ripetute (tratto B-C); a sud di Montalto di Castro compaiono costantemente scogli in corrispondenza di estesi affioramenti di « panchina », carinata, con cuspidi, strette soglie, dorsali e nicchie di erosione in cui si è accumulata la sabbia.

### Studi sedimentologici

Nelle figure 5, 6, 7 e 8 sono riportati l'andamento della dimensione media, del classamento, dello skewness e del kurtosis sulla spiaggia e sulla piattaforma, alle profondità di 1, 5 e 10 metri, relativi ai tre campionamenti effettuati.

#### *Dimensione media* (fig. 5)

La dimensione media ( $M_z$ ) delle sabbie di spiaggia è grossolana e molto variabile; in generale, procedendo verso le zone di maggior profondità, diminuisce e diviene più uniforme. In linea di massima la dimensione media relativa al campionamento del 1973 risulta inferiore a quella dei campionamenti del 1974. Differenze



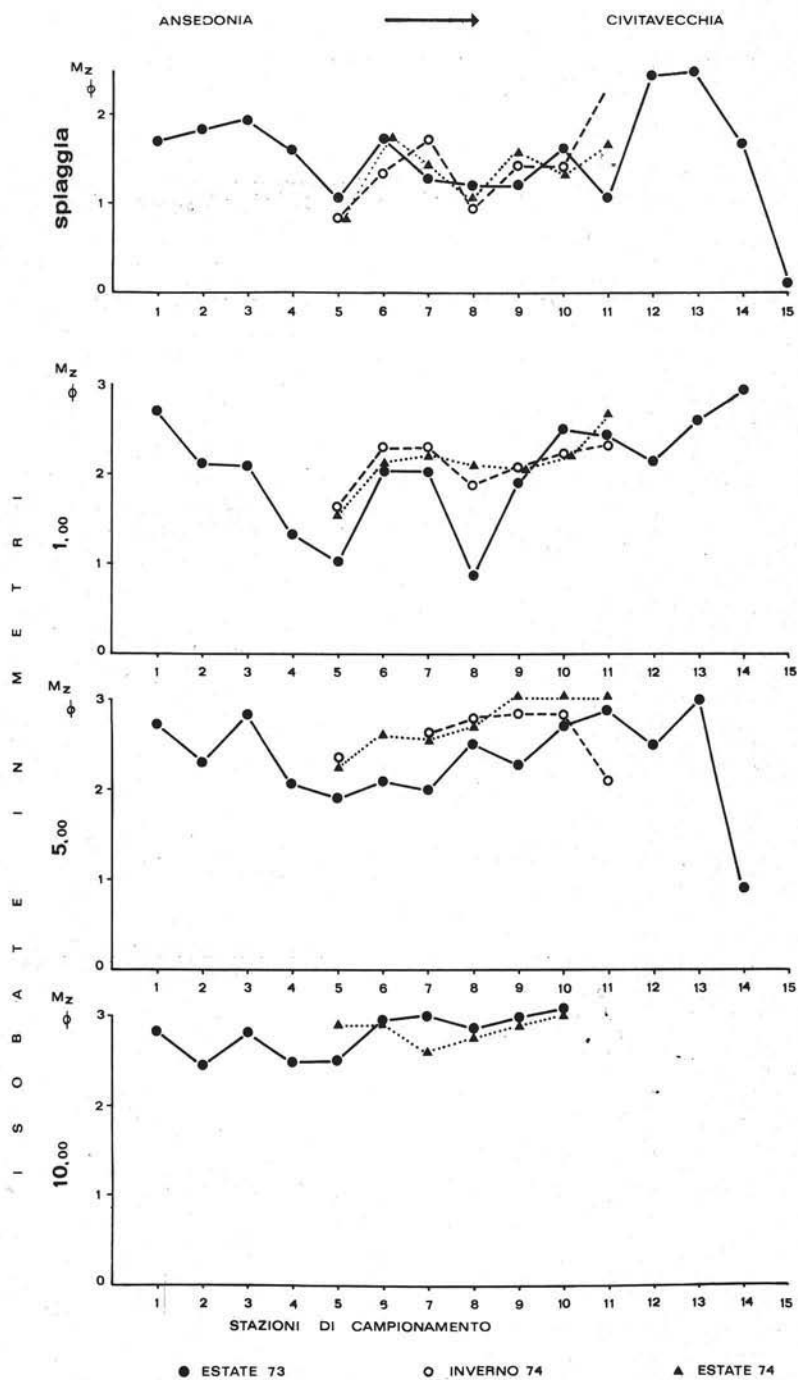


Fig. 5. — Andamento della dimensione media.

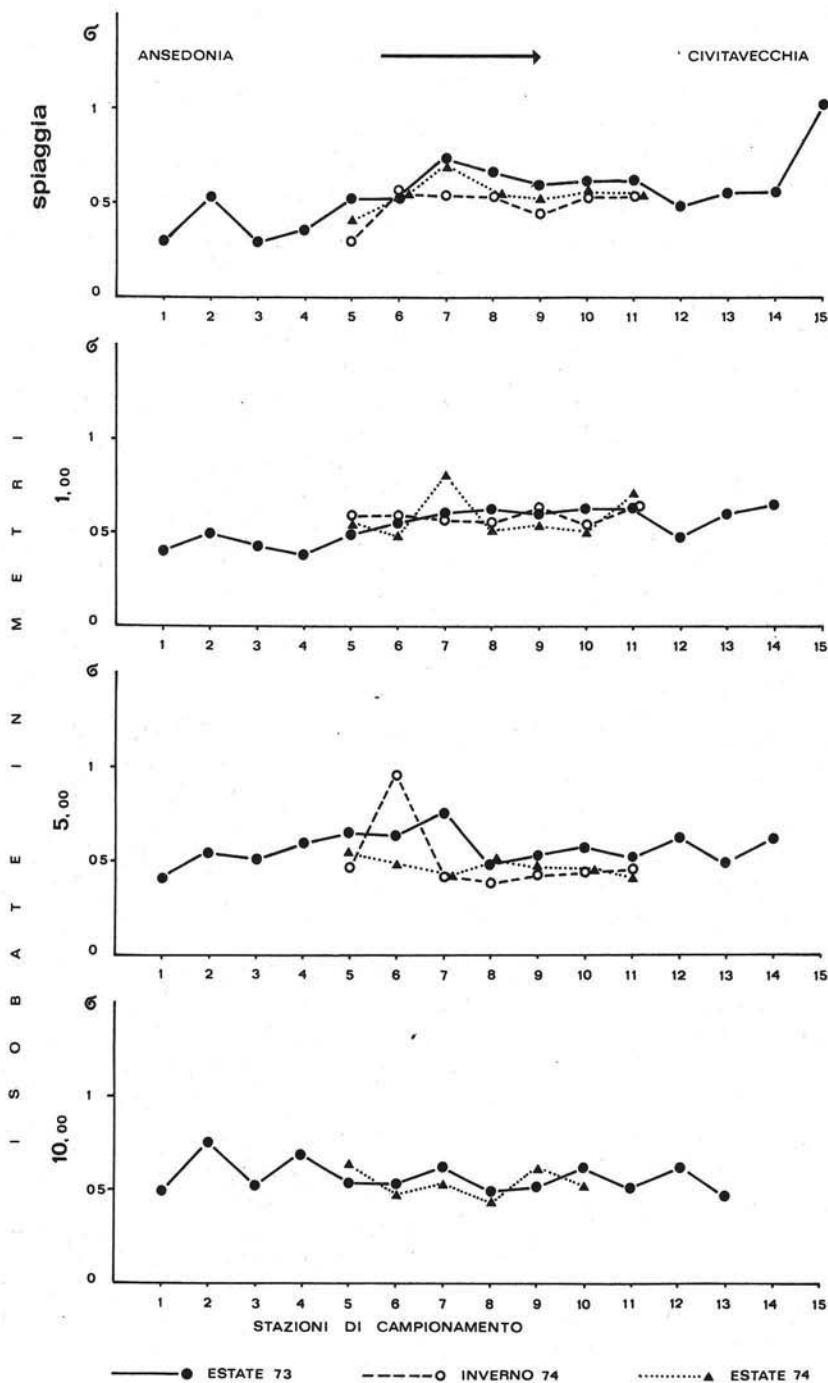


Fig. 6. — Andamento del classamento.

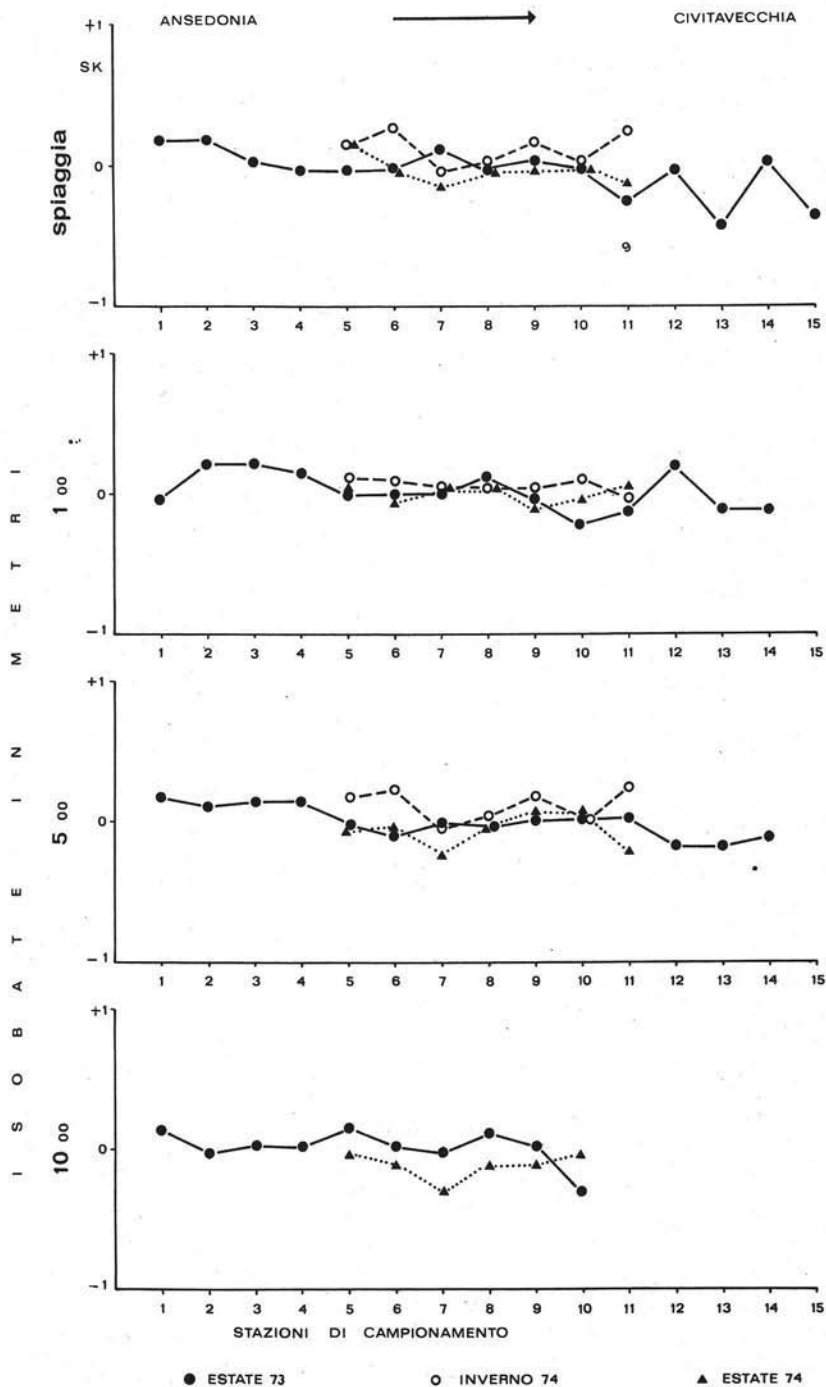


Fig. 7. — Andamento dello skewness.

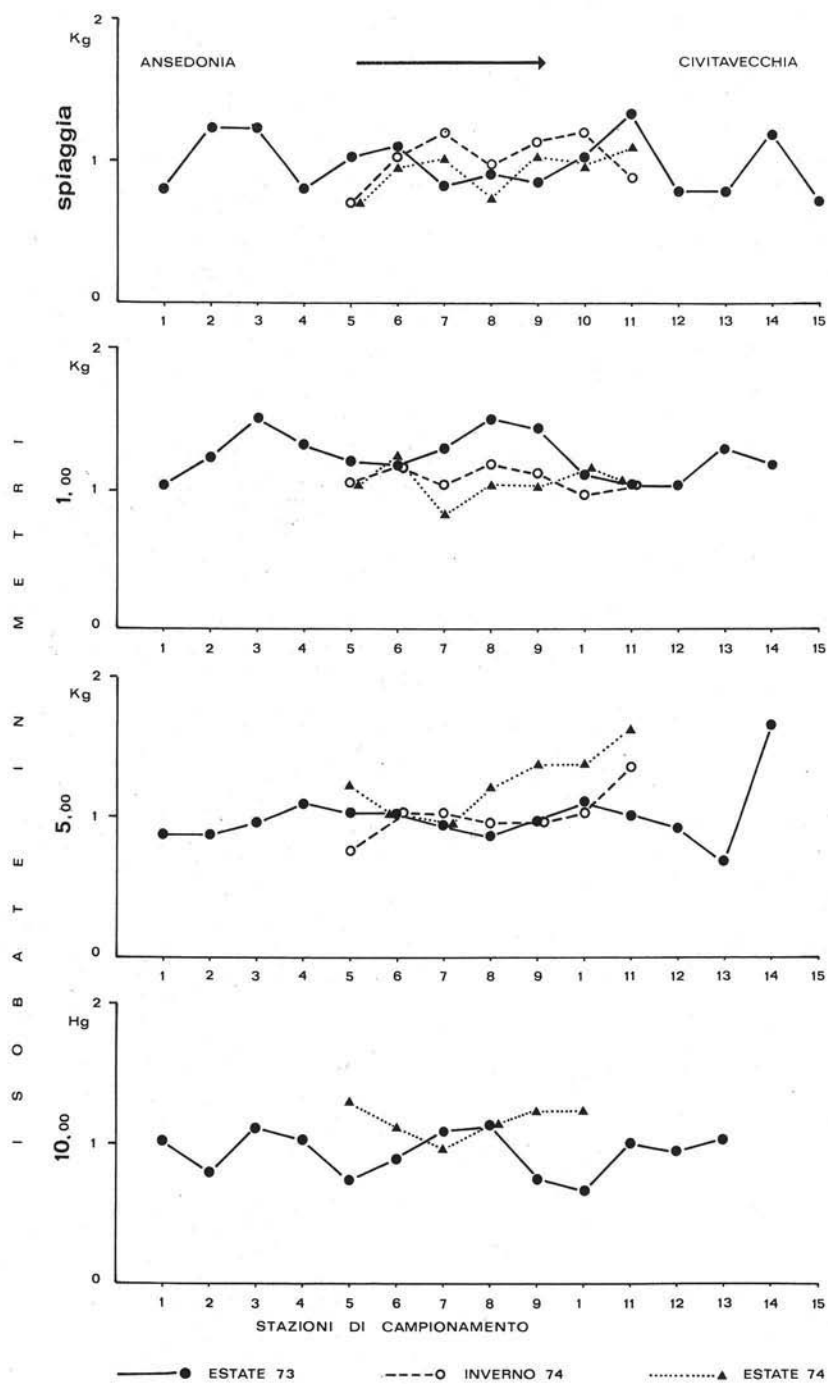


Fig. 8. — Andamento del kurtosis.

più marcate ed irregolari caratterizzano la sabbia delle spiagge e dell'isobata di 1 metro.

#### *Classamento* (fig. 6)

Il classamento ( $\sigma$ ) è sempre scarso ed aumenta procedendo da sud verso nord per i campioni di spiaggia e dell'isobata di 1 metro; nell'inverno e nell'estate 1974 risulta leggermente più elevato in tutte le situazioni.

#### *Skewness* (fig. 7)

I valori dello skewness (Sk) sono sempre positivi nella zona di Ansedonia; nella zona compresa fra il Lago di Burano e la foce del Fiora si rinvencono valori simmetrico-positivi sulla spiaggia ed all'isobata di 1 metro e simmetrico-negativi all'isobata dei 5 metri. Il tratto a sud della foce del Fiora è caratterizzato da skewness prevalentemente negativi.

I valori dello skewness relativi ai campionamenti estivi differiscono da quelli del campionamento invernale. In inverno infatti troviamo valori vicini alla simmetria per la spiaggia e per l'isobata di 1 metro e valori decisamente positivi intorno ai 5 metri. Sembra quindi che la spiaggia e la fascia prossima al litorale siano gli ambienti di maggior energia durante l'inverno. La situazione muta in estate quando una maggior energia ambientale si manifesta anche alle maggiori profondità.

#### *Kurtosis* (fig. 8)

I valori del kurtosis ( $K_g$ ) riscontrati per le spiagge sono per lo più prossimi al valore di 1; all'isobata di 1 metro sono maggiori di 1, mentre diminuiscono notevolmente procedendo verso il largo. I valori invernali del kurtosis sono inferiori a quelli estivi, molto uniformi e prossimi ad 1, ad eccezione di quelli di spiaggia.

Nella figura 9 sono riportate le curve cumulative relative ai campioni prelevati sulla spiaggia, ad 1 metro, a 5 ed a 10. Queste curve sono piuttosto uniformi per i diversi ambienti di prelevamento, con massima variabilità per le spiagge. Si possono distinguere due tipi fondamentali di curve: il primo relativo alla spiaggia ed all'isobata di 1 metro ed il secondo per le isobate di 5 e 10 metri. Il primo tipo è caratterizzato da prevalenza di sabbia grossolana e media trasportata per saltazione e rotolamento e subordinatamente da una frazione trasportata in sospensione. Nel secondo tipo la frazione trasportata in sospensione diviene più abbondante, mentre diminuisce quella trasportata per saltazione. Tuttavia ambedue i tipi risultano costituiti in parte da materiale trasportato in sospensione ed in parte da materiale di fondo.

Dai risultati degli studi sedimentologici si possono trarre le seguenti conclusioni:

- a) procedendo da sud verso nord esiste una leggera variazione granulometrica, con passaggio da granulometrie grossolane a granulometrie più sottili;

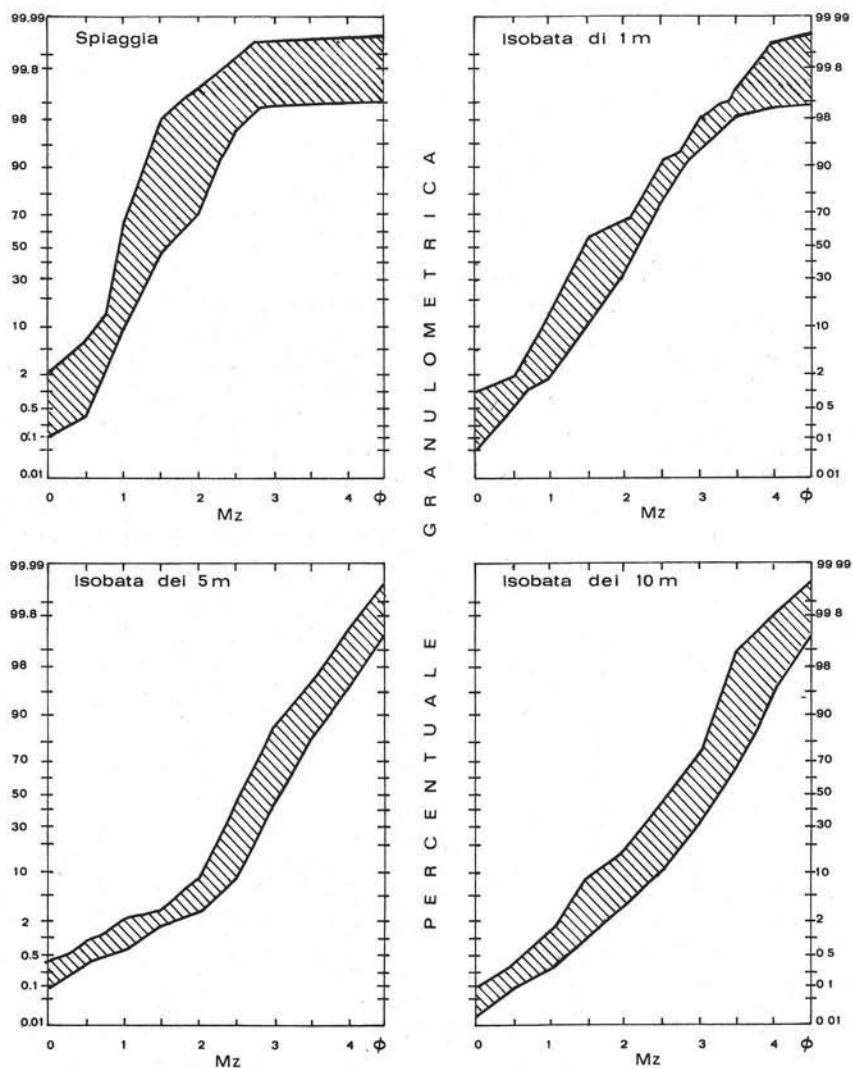


Fig. 9. — Campi di variabilità granulometrica per le diverse situazioni di prelevamento.

- b) il classamento è sempre scarso, con valori di poco più elevati per la zona di Ansedonia;
- c) i valori dello skewness sono positivi verso Ansedonia, positivi e negativi fra il Lago di Burano e la foce del Fiora, prevalentemente negativi a sud della foce del Fiora;
- d) il kurtosis è sempre prossimo ad 1;
- e) le curve cumulative dimostrano che non esistono forti differenze granulometriche lungo tutto il litorale, mentre procedendo in direzione normale alla linea di costa si distinguono due tipi fondamentali di sedimenti, l'uno (spiaggia e isobata di 1 metro) e l'altro verso il largo (isobata di 5 e 10 metri).

## Studi mineralogici

### *Frazione pesante*

La fig. 10 mostra l'andamento della frazione pesante lungo il litorale e sulla piattaforma. La quantità di frazione pesante aumenta procedendo da nord verso sud; in direzione trasversale alla costa le massime concentrazioni si registrano intorno alla isobata di 1 metro. A profondità maggiore la quantità di frazione pesante diminuisce e diviene più uniforme. Per i diversi campionamenti si nota una variazione stagionale della quantità di frazione pesante per i campioni di spiaggia e per quelli dell'isobata di 1 metro; i primi hanno concentrazioni inferiori, i secondi più elevate nei due campionamenti del 1974 rispetto a quello del 1973, mentre più a largo i valori sono più costanti, indipendentemente dal periodo di campionamento.

Studi effettuati su altri litorali (BRONDI A. e altri, 1972-1974) hanno permesso di riscontrare che nelle zone soggette ad erosione le concentrazioni massime di frazione pesante si formano in mare, ad immediato ridosso della spiaggia; al contrario nelle aree di prevalente sedimentazione le concentrazioni massime si rinvencono più a largo.

La fig. 11 pone a confronto la distribuzione dei massimi di concentrazione della frazione pesante nei diversi periodi di campionamento. Procedendo da nord verso sud nell'estate 1973 si ha: massime concentrazioni sotto costa nel golfo di Ansedonia, concentrazioni più elevate al largo del Lago di Burano, massime a ridosso del litorale della zona meridionale. Nel tratto compreso tra la foce del Fiora e la foce del Mignone la distribuzione normale dei minerali pesanti è alterata dalla presenza di alghe e da affioramenti di « panchina » sulla piattaforma. Nell'inverno 1974 le massime concentrazioni dei minerali pesanti sono state rinvenute costantemente sotto costa lungo tutto il litorale. Evidentemente durante la stagione invernale, come già riscontrato per i parametri granulometrici, ambienti di massima energia sono le spiagge e le zone a ridosso del litorale (isobata di 1 metro), sia per i tratti in evidente fase di erosione, sia per quelli più stabili. Solamente durante il periodo estivo si ha un assetto differenziato delle concentrazioni dei minerali pesanti. Questi infatti si accumulano sotto costa nelle zone in forte erosione a sud della foce del Fiora, mentre si spostano verso l'isobata dei 5 metri nei tratti più stabili, in accordo con quanto emerge dalla semplice osservazione morfologica delle spiagge. Nell'estate 1974 l'andamento della frazione pesante è simile a quello riscontrato nell'inverno 1974. Ciò farebbe ritenere che la posizione delle concentrazioni massime della frazione pesante potrebbe essere strettamente correlabile con lo stato del mare e la forza del vento nel periodo del prelievamento dei campioni più che con le variazioni stagionali.

Nella fig. 12 sono correlate la quantità della frazione pesante e la dimensione media. Dall'osservazione di questo diagramma risulta che non esistono rapporti fra questi due parametri. Infatti i campioni della zona settentrionale presentano scarsa



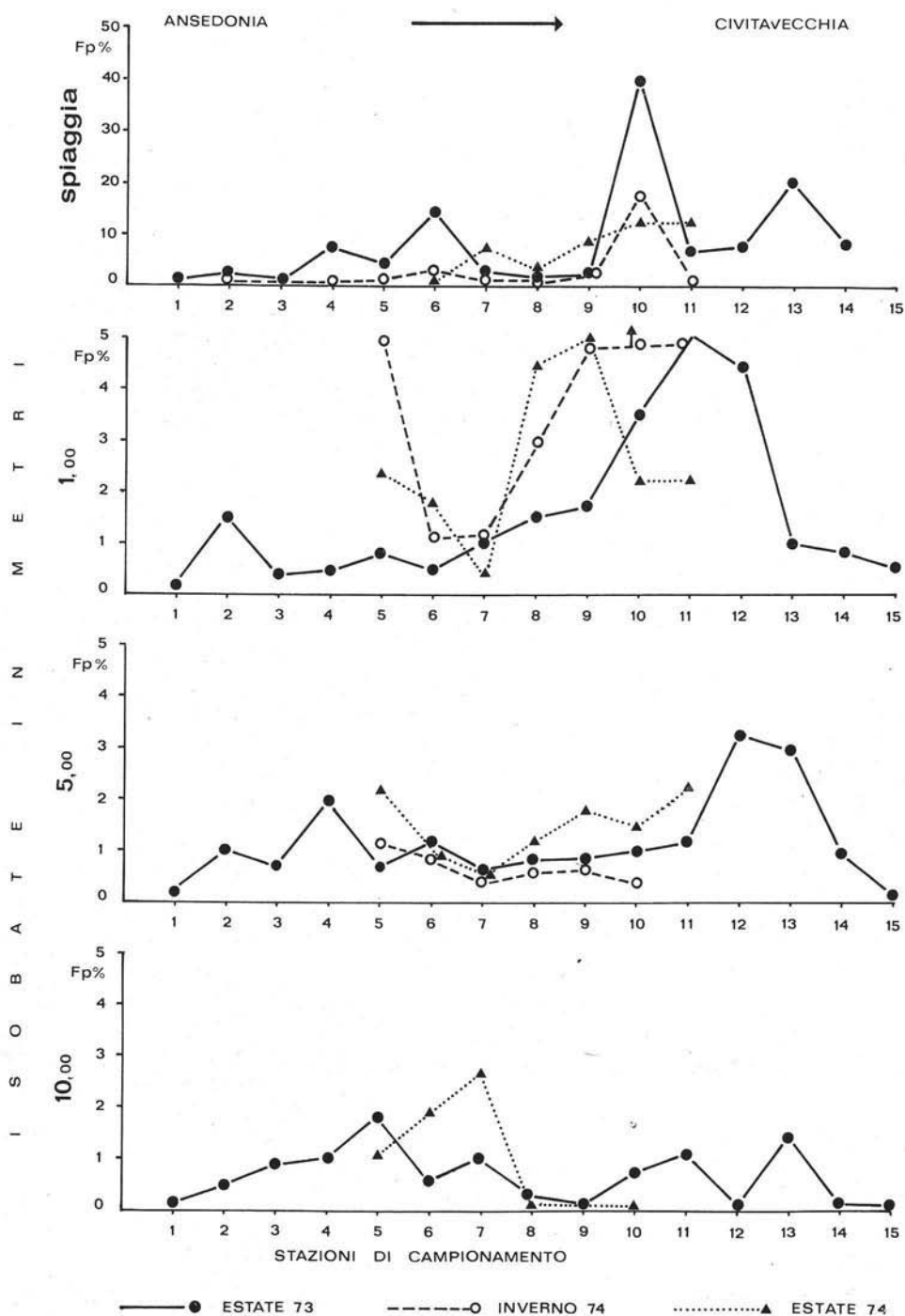


Fig. 10. — Andamento della frazione pesante.

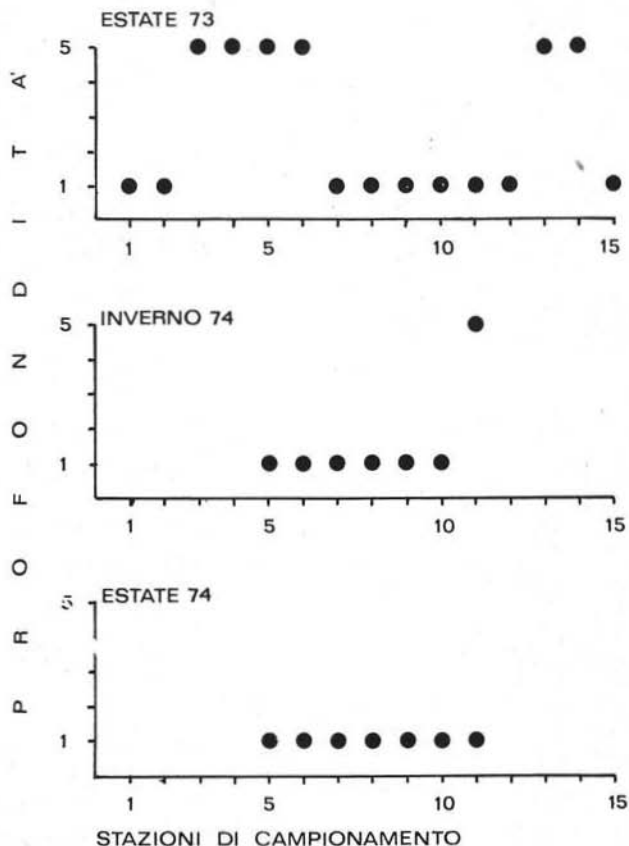


Fig. 11. — Concentrazioni massime di frazione pesante.

quantità di frazione pesante e granulometria media; i campioni della zona della foce del Fiora hanno media quantità di frazione pesante e granulometria media, mentre quelli della zona meridionale hanno elevate quantità di frazione pesante, indipendentemente dalle dimensioni granulometriche. La quantità di frazione pesante è quindi legata essenzialmente alla natura delle rocce dalle quali hanno avuto origine i sedimenti della piattaforma e della spiaggia.

Queste osservazioni indicherebbero che è più opportuno l'esame dei minerali pesanti della frazione sabbiosa totale, compresa cioè fra 2 e 0,063 mm, piuttosto che quello dei minerali pesanti di una frazione granulometrica scelta (GAZZI P. e altri, 1973; RIZZINI A., 1974).

#### *Minerali pesanti (p.s. > 2,9)*

Le figure da 13 a 23 mostrano gli andamenti dei minerali pesanti. I minerali pesanti più significativi al fine di definire la deriva litoranea dei materiali sabbiosi,

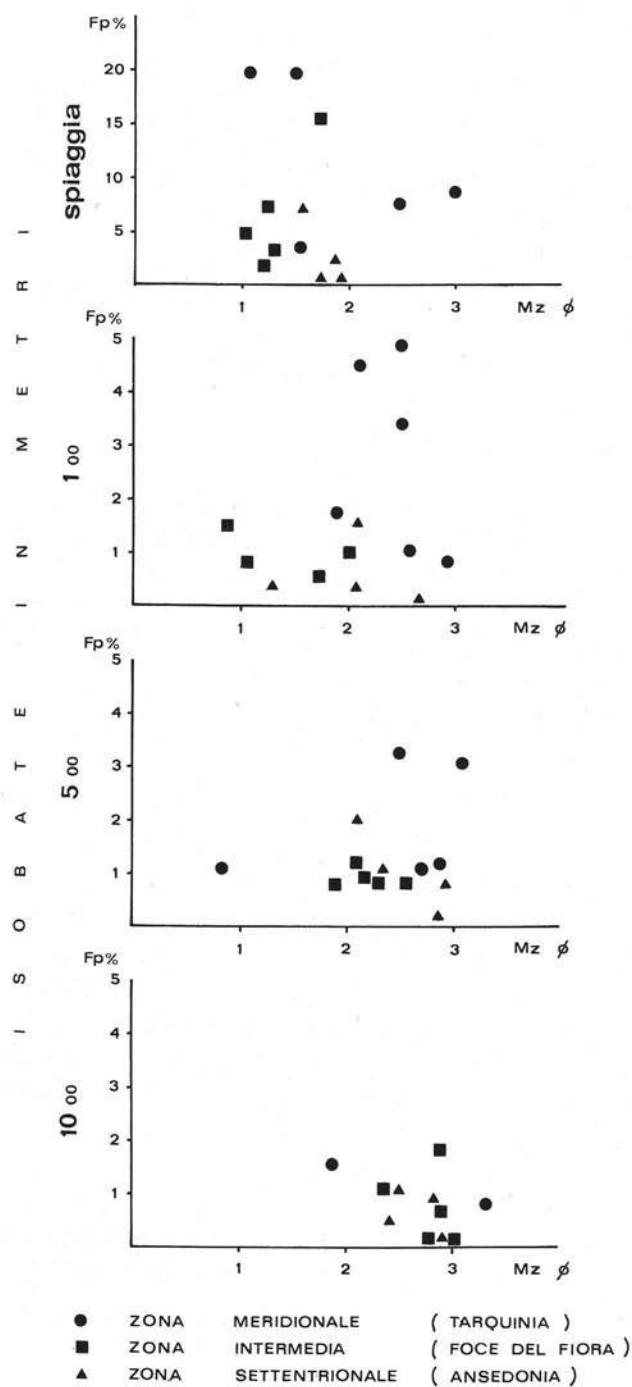


Fig. 12. — Correlazione fra le percentuali di frazione pesante e le dimensioni medie.

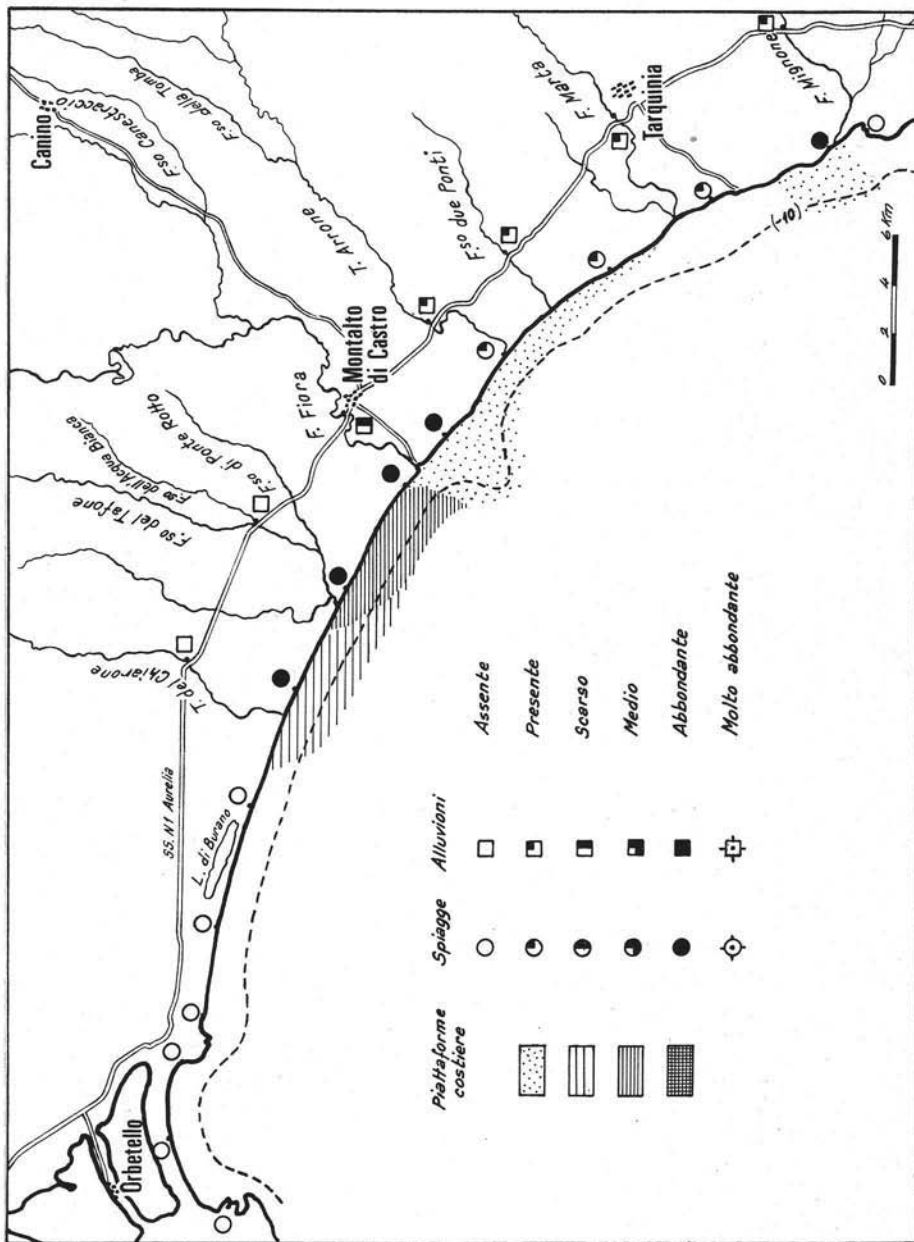


Fig. 13. — Distribuzione areale di cinabro.

sono risultati cinabro e ipersteni e subordinatamente rutilo, magnetite, zirconio, diallagio e staurolite. Al contrario i minerali ubiquitari sono risultati augite, granati, titanite e apatite.

**CINABRO** (fig. 13) — Nelle alluvioni presenta massime concentrazioni nel Fiora e nel Mignone, sulle spiagge è assente tranne che alla foce del Fiora, sulla piatta-

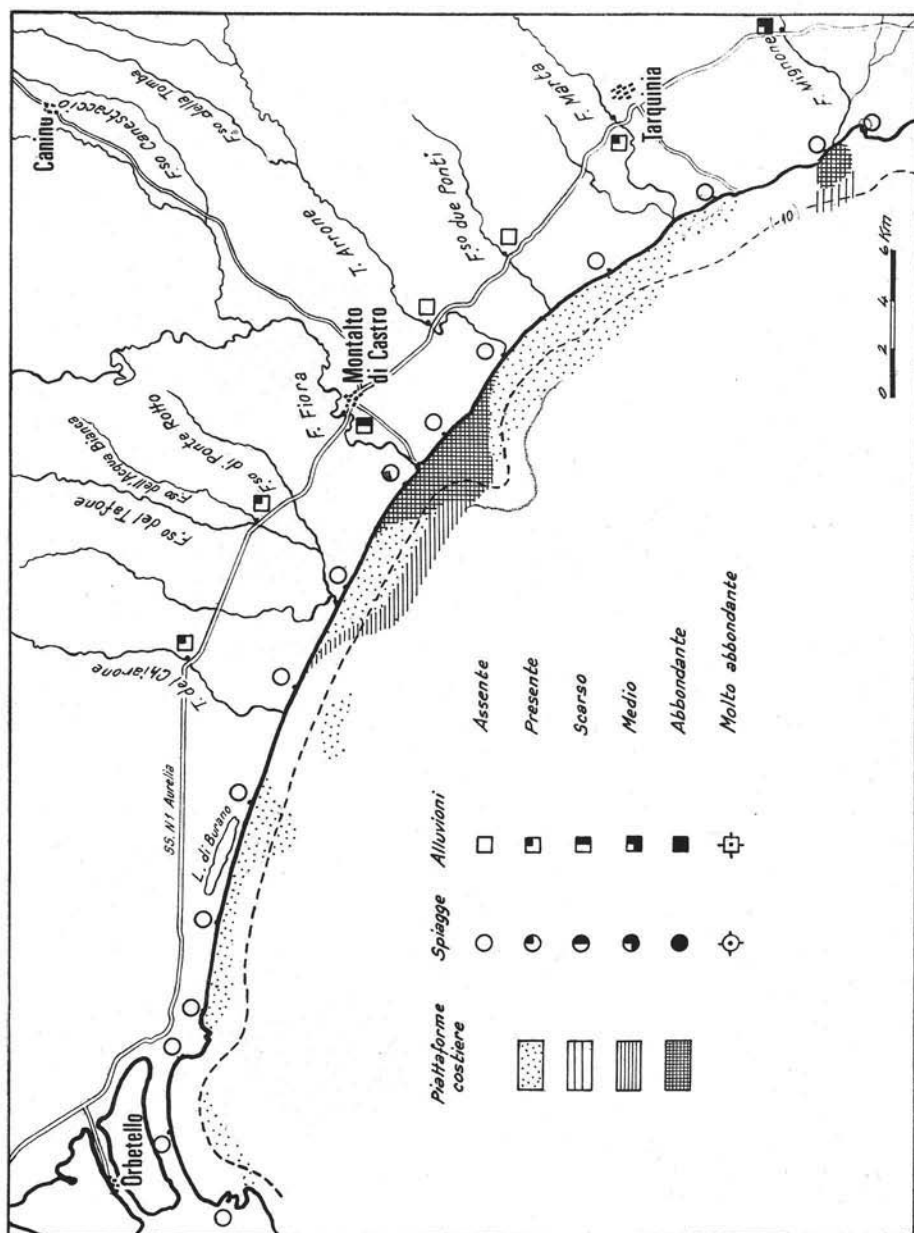


Fig. 14. — Distribuzione areale di iperstene.

forma è concentrato allo sbocco di questo fiume e alla foce del Mignone con un alone di dispersione marcatamente diretto verso nord-ovest. L'assenza o il tenore meno elevato in cinabro nei campioni di spiaggia o in quelli più vicini alla costa, è facilmente spiegabile in quanto le granulometrie di questi sedimenti sono grossolane e non adatte all'accumulo di tale minerale.

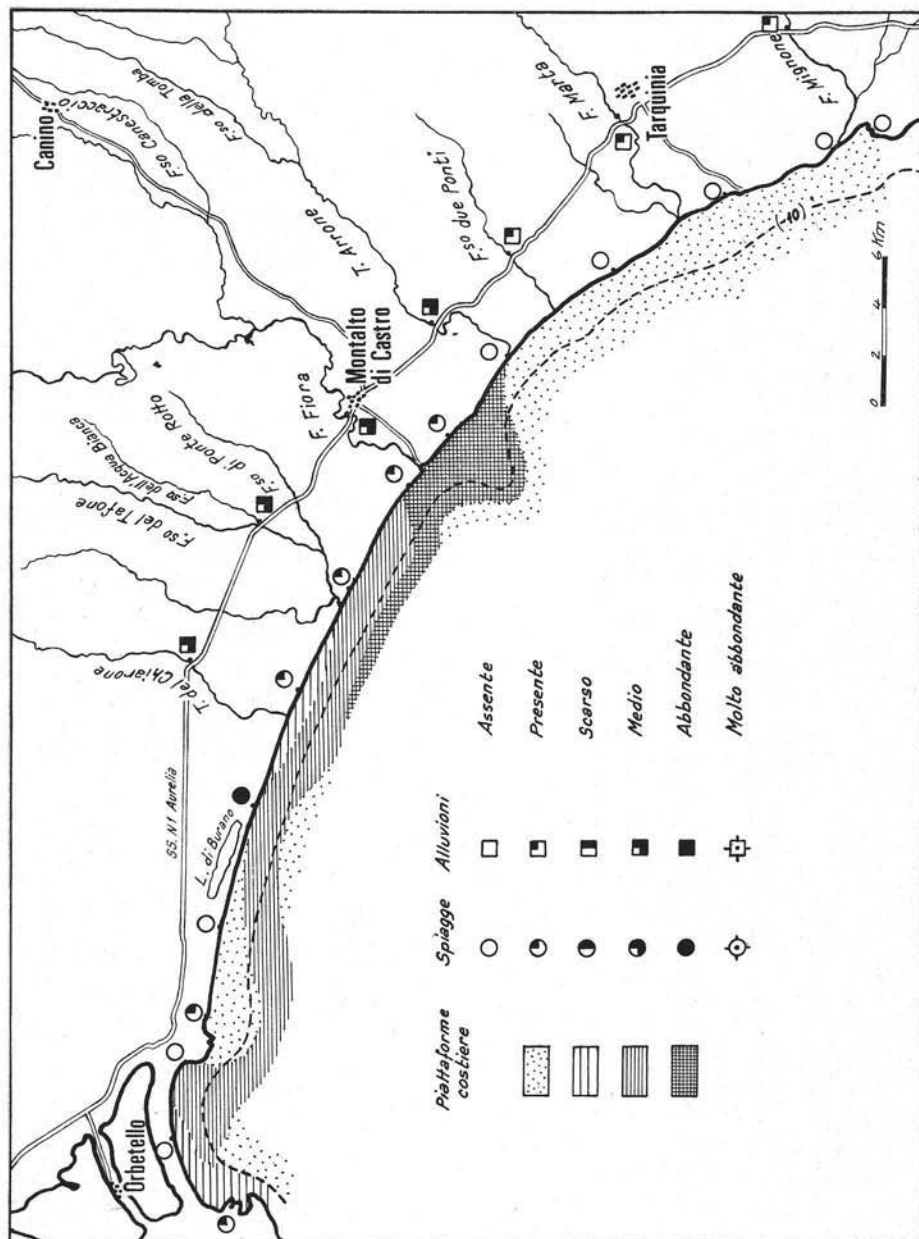


Fig. 15. — Distribuzione areale di rutile.

IPERSTENE (fig. 14) — Questo pirosseno si rinviene solamente nelle alluvioni del Fiora o dei fiumi a sud di questo; nei campioni di spiaggia si spinge a sud del Chiarone; nei sedimenti marini è principalmente legato agli apporti del Fiora e del Mignone e la sua scia di dispersione è diretta verso nord-ovest.

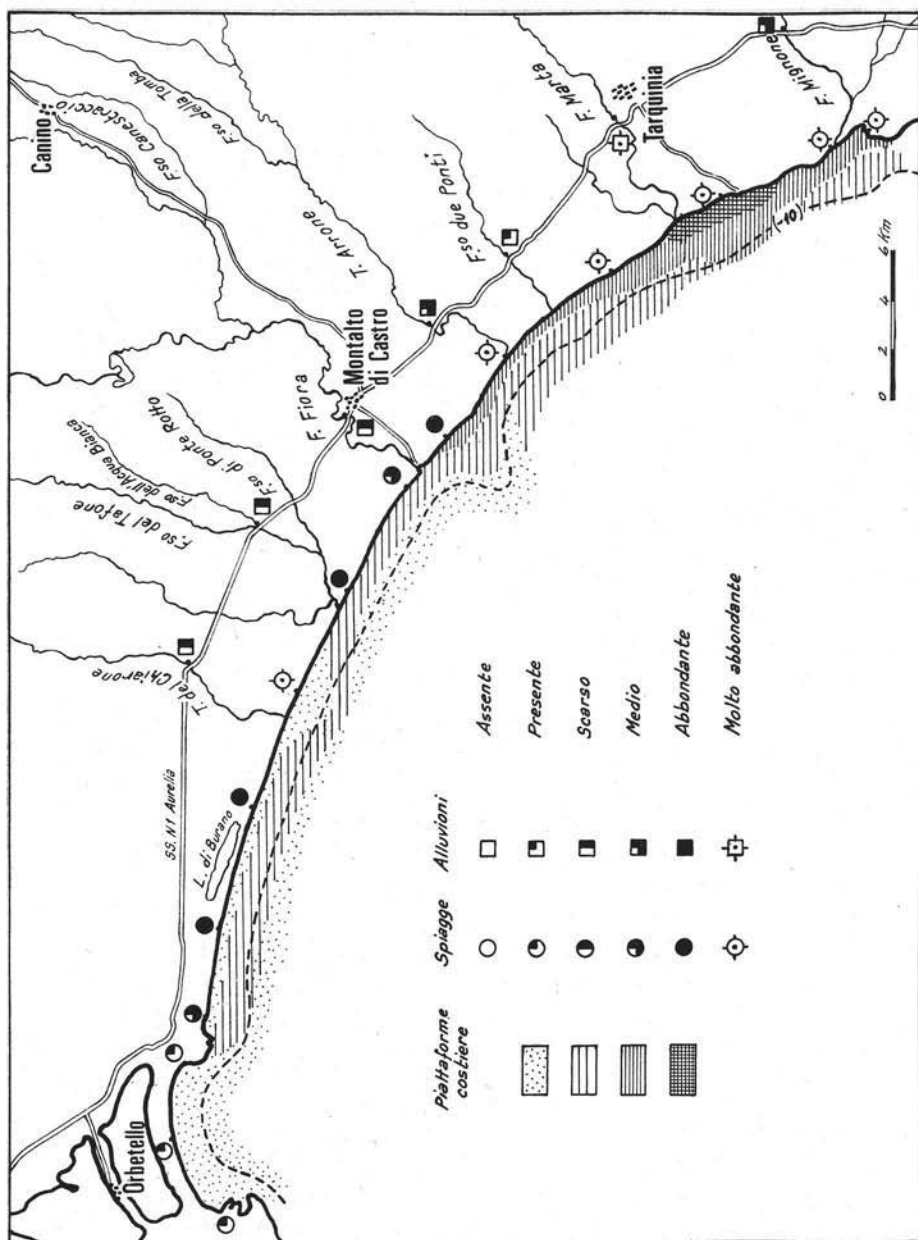


Fig. 16. — Distribuzione areale di magnetite.

RUTILIO (fig. 15) — È particolarmente concentrato nella zona a nord del Fiora e alla foce di questo fiume; manifesta una certa deriva verso nord-ovest.

MAGNETITE (fig. 16) — Massimo apporto da parte del Fiume Marta; sulla piattaforma riscontriamo una diminuzione progressiva procedendo dalla foce di questo fiume verso nord.



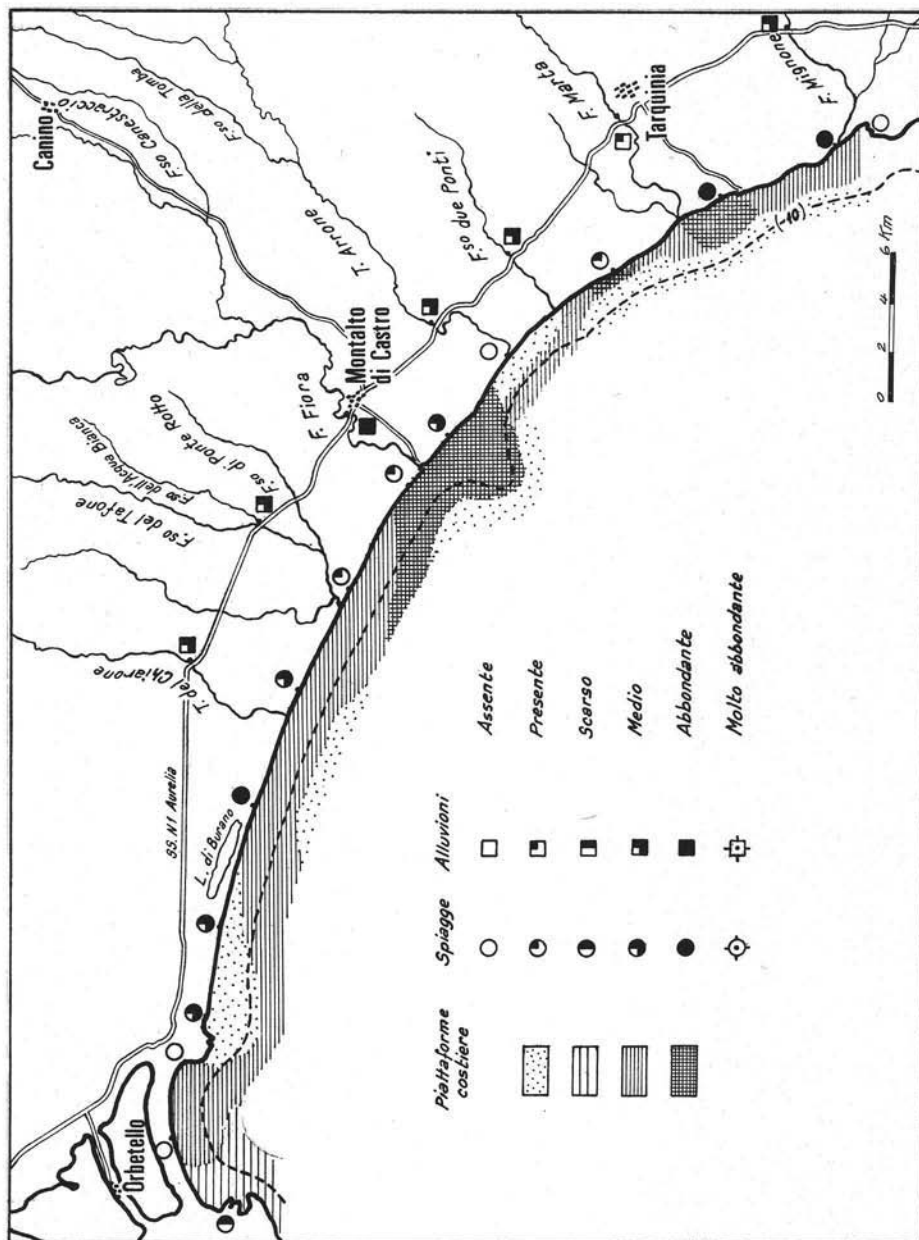


Fig. 17. — Distribuzione areale di zirconio.

ZIRCONIO (fig. 17) — Massimi di concentrazione si rinvennero nelle alluvioni dell'Arcone, del Mignone e del Fiora; i campioni di spiaggia presentano concentrazioni poco elevate perchè le granulometrie di questi sedimenti sono grossolane e non favorevoli all'accumulo di zirconio, minerale di piccole dimensioni. Sulla piat-

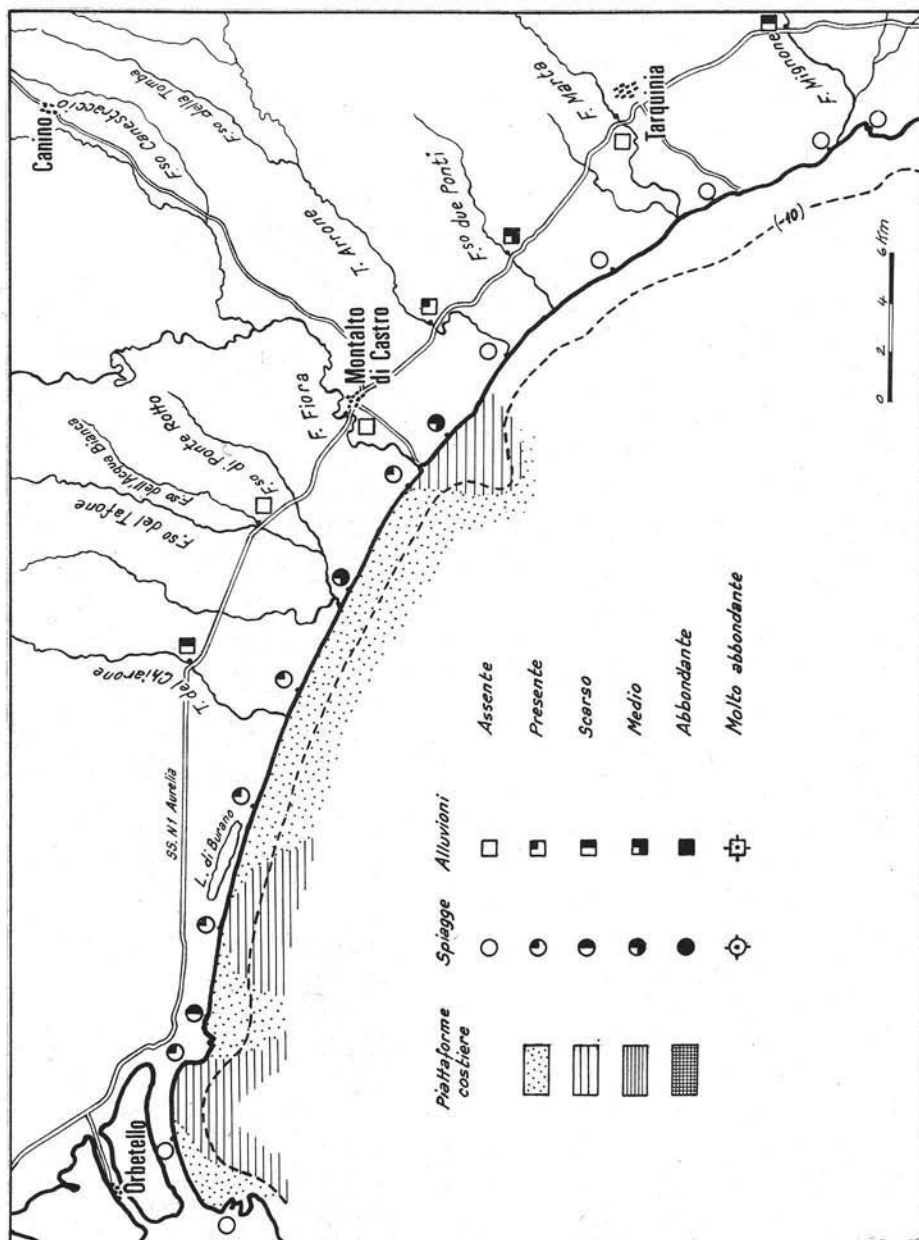


Fig. 18. — Distribuzione areale di diallagio.

taforma massime concentrazioni si trovano nella zona a sud del Fiora con progressiva diluizione verso nord.

**DIALLAGIO** (fig. 18) — Questo pirosseno si rinviene soltanto nei campioni di spiaggia e di piattaforma ed è confinato essenzialmente nell'area settentrionale.

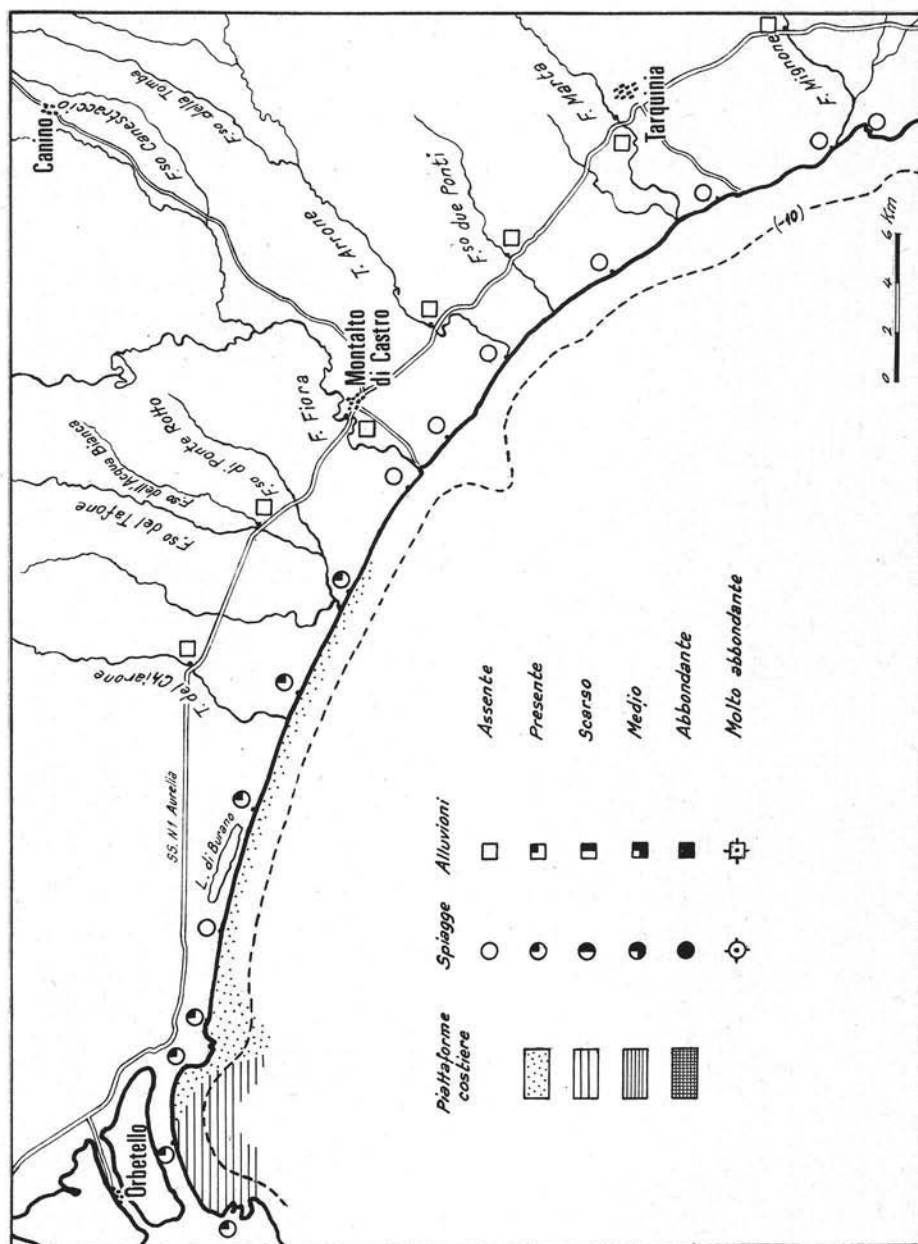


Fig. 19. — Distribuzione areale di staurolite.

STAUROLITE (fig. 19) — È concentrata nelle alluvioni del Chiarone; nei campioni di spiaggia e di piattaforma è distribuita piuttosto uniformemente nel tratto a nord del Fiora.

Il confinamento alla sola area settentrionale del diallagio e della staurolite esclude un senso di deriva verso sud.

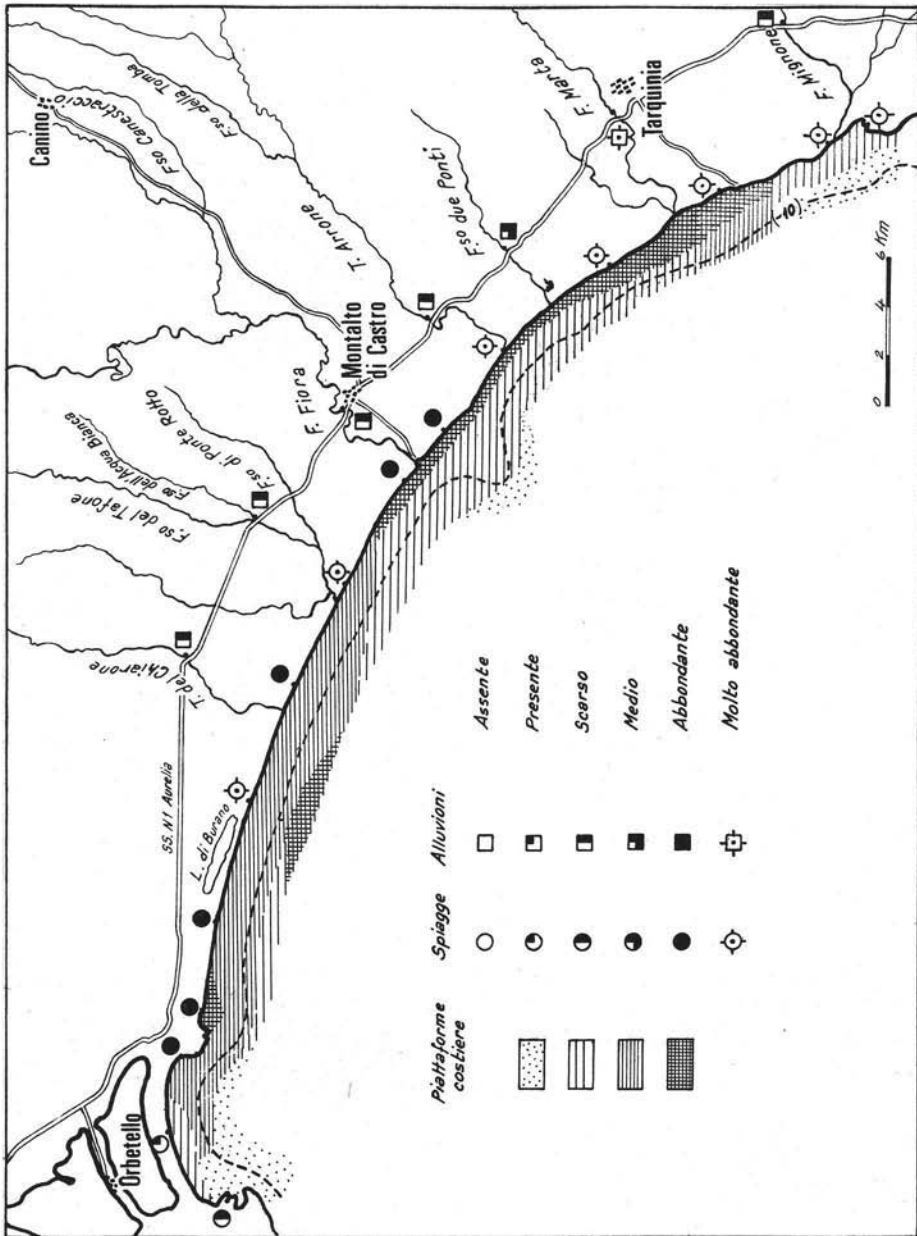


Fig. 20. — Distribuzione areale di augite.

AUGITE (fig. 20) — È il componente più abbondante della frazione pesante di tutta la zona esaminata; la sua distribuzione ricalca ovviamente quella di tale frazione e non caratterizza alcun tratto di costa.

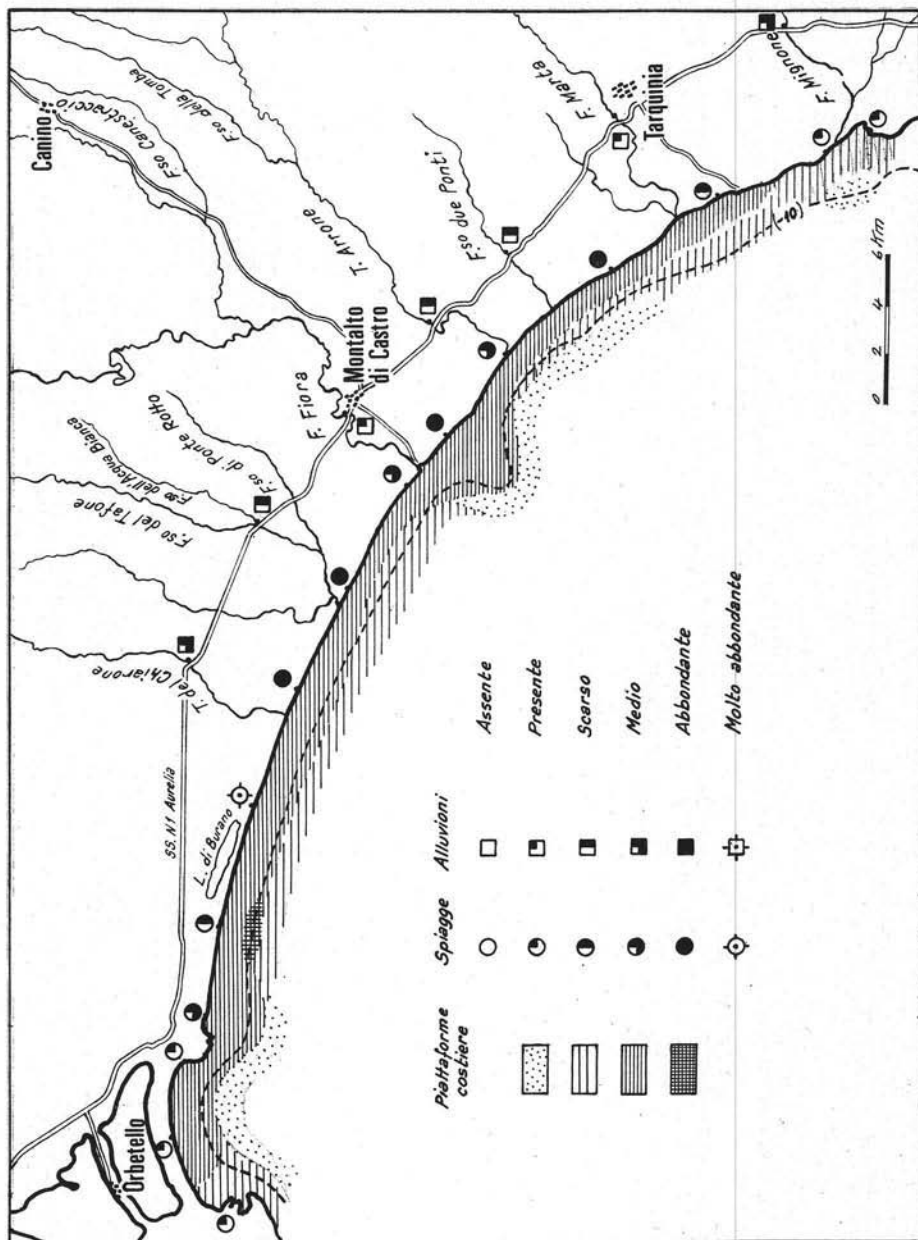


Fig. 21. — Distribuzione areale di granato grossularia.

GRANATO (Grossularia, fig. 21) — È distribuito lungo l'intera costa, diminuisce procedendo dalla costa verso il largo.

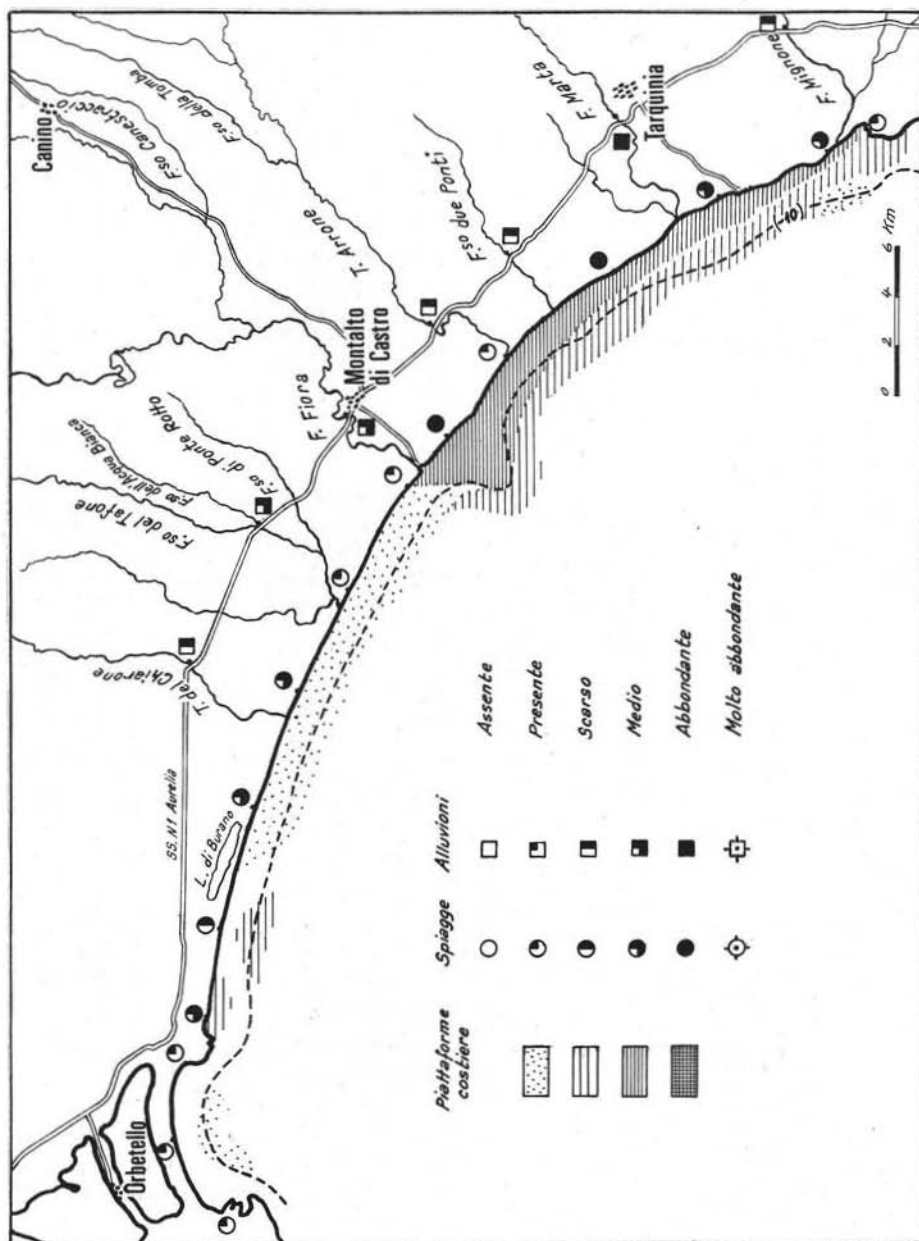


Fig. 22. — Distribuzione areale di melanite.

GRANATO (Melanite) (fig. 22) — Questo minerale presenta massime concentrazioni nelle alluvioni del Marta e nelle spiagge a sud del Fiora; sulla piattaforma presenta ancora i tenori più elevati nelle zone a sud del Fiora.

La grossularia è quindi maggiormente diffusa nell'area nord, mentre la melanite caratterizza l'area sud.

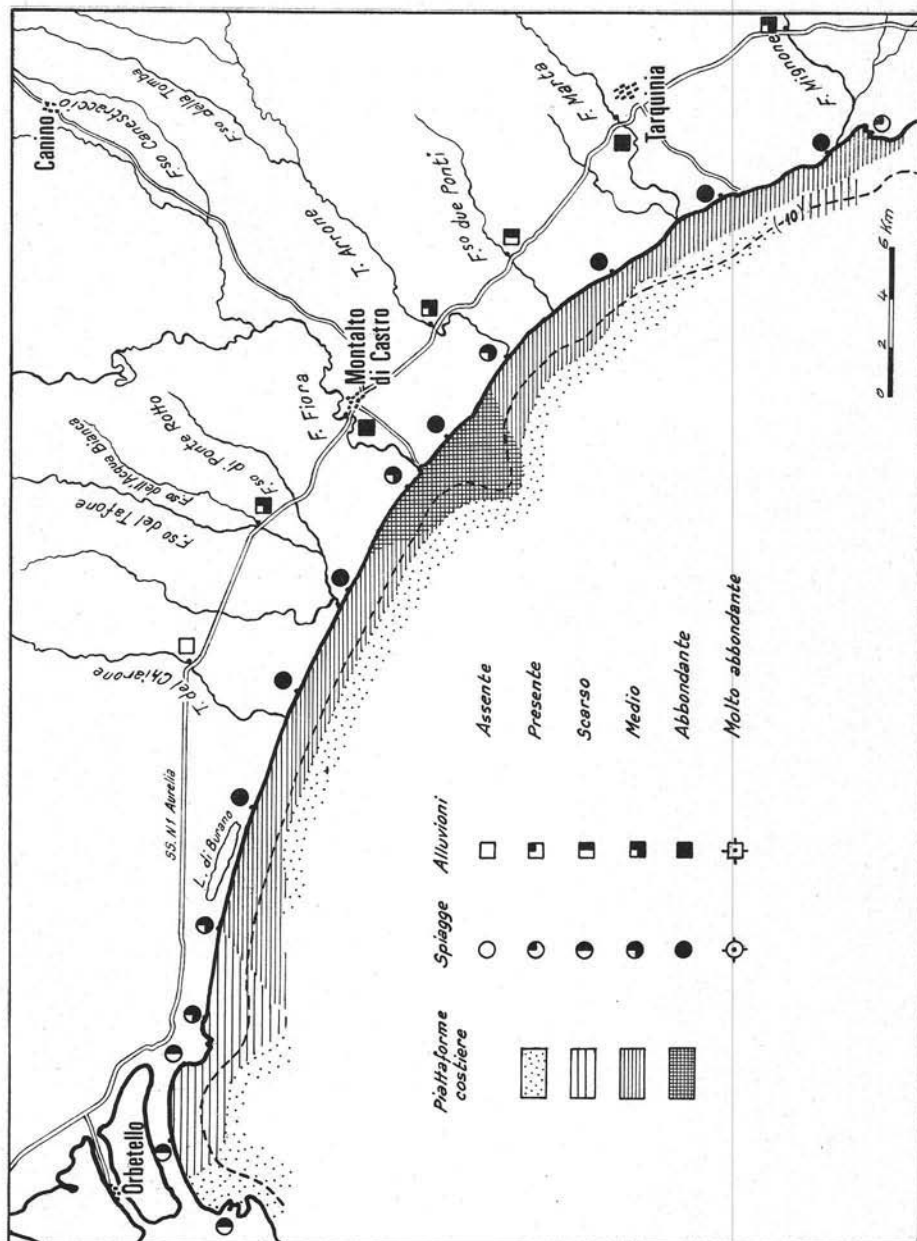


Fig. 23. — Distribuzione areale di titanite.

**TITANITE** (fig. 23) — Il minerale è distribuito lungo tutto il litorale; massimi di concentrazione sono presenti nelle alluvioni del Fiora e del Marta e sulla piattaforma alla foce del Fiora.

**APATITE** (fig. 24) — È concentrata nelle alluvioni del Fiora e sulla piattaforma nella zona meridionale.



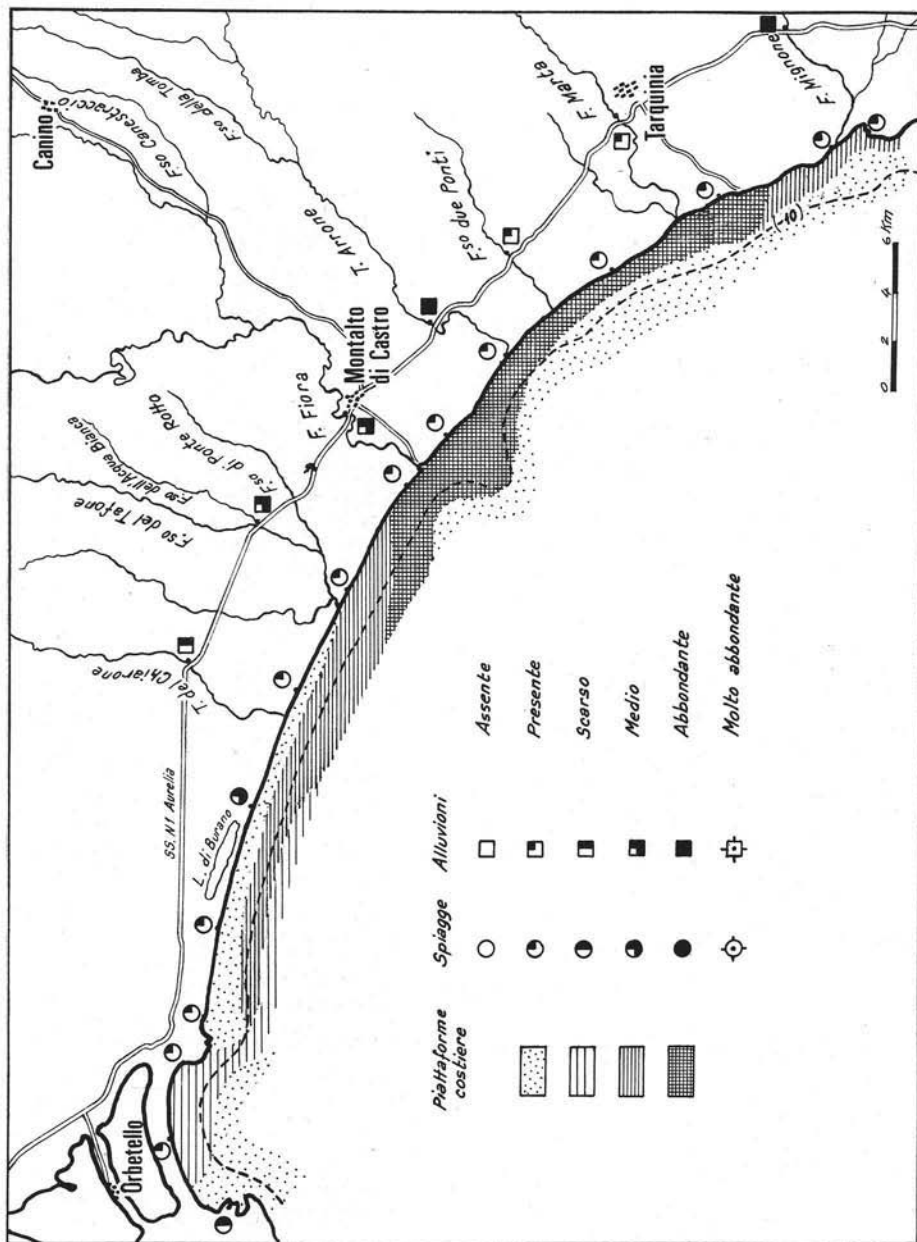


Fig. 24. — Distribuzione areale di apatite.

### Minerali leggeri ( $p.s. < 2,9$ )

Nelle figure 25 e 26 sono riportati gli andamenti lungo il litorale dei componenti principali della frazione leggera.

**QUARZO e FELDSPATO (fig. 25)** — Le distribuzioni di tali minerali sono coincidenti. Massimi di concentrazione caratterizzano il litorale antistante la foce del Fiora.

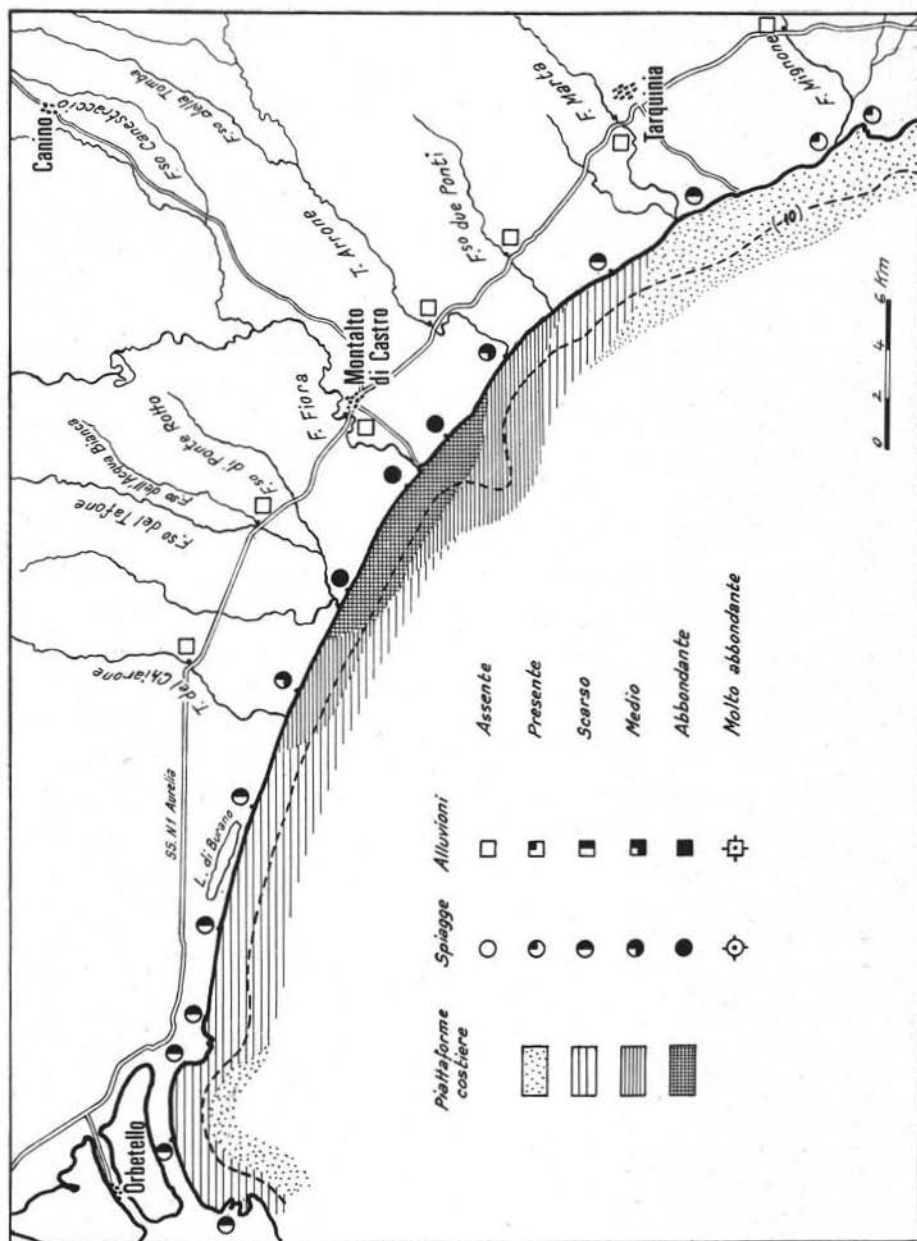


Fig. 25. — Distribuzione areale di quarzo e feldspati.

valori medi si rinvencono nel tratto settentrionale, valori decisamente inferiori in quello meridionale; si nota una dispersione non molto pronunciata verso nord.

CARBONATI (fig. 26) — Presentano una distribuzione inversa a quella del quarzo e dei feldspati con massime concentrazioni nella zona settentrionale, medie nella meridionale, minime alla foce del Fiora.

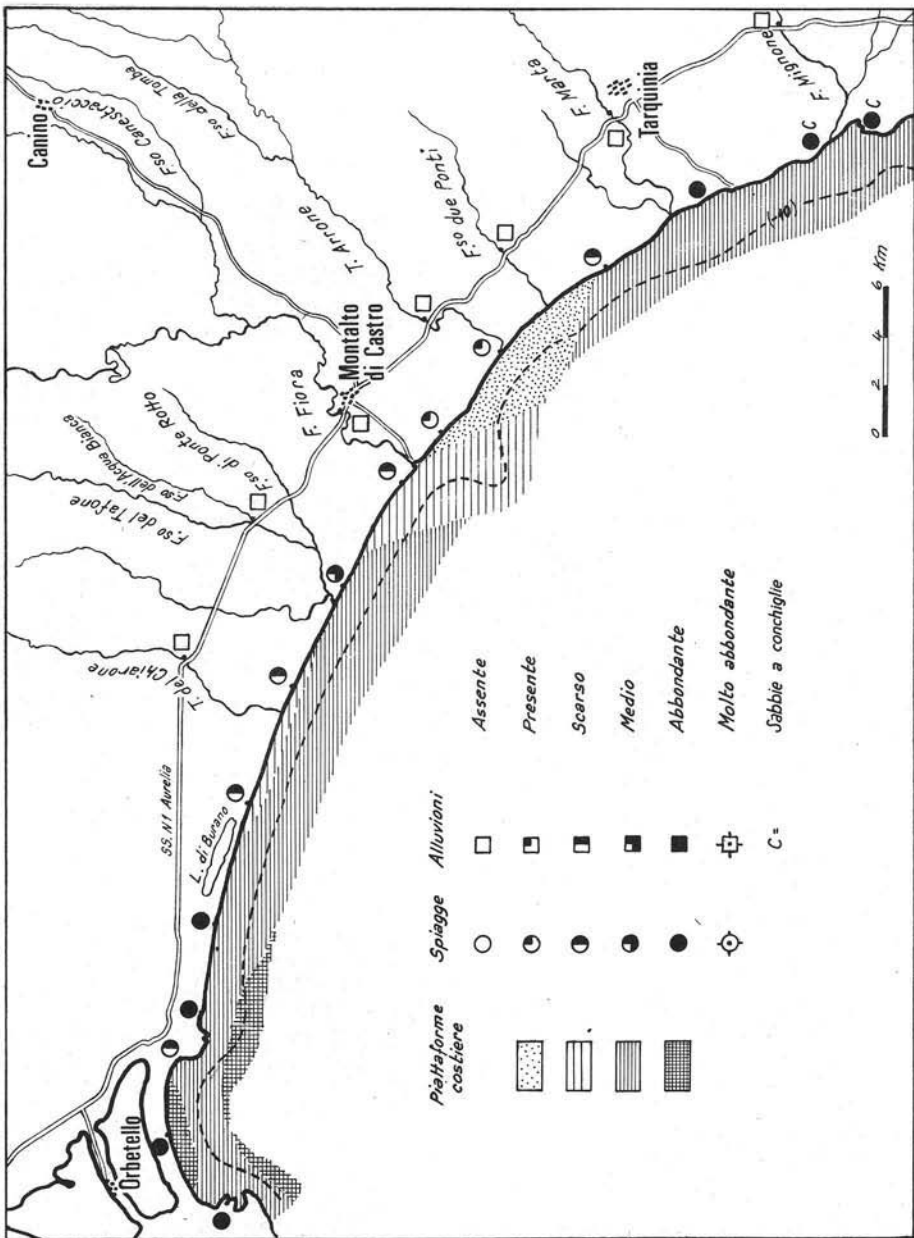


Fig. 26. — Distribuzione areale dei carbonati.

L'andamento dei minerali leggeri fornisce indicazioni poco chiare sul senso di deriva dei materiali sabbiosi.

In conclusione il confronto delle distribuzioni fluviali, di spiaggia e marine dei diversi minerali pesanti e leggeri, permette di definire un senso di deriva litoranea dei materiali sabbiosi da sud-est a nord-ovest.

I dati mineralogici inoltre rendono possibile suddividere il tratto di costa in tre zone litorali con caratteristiche mineralogiche diverse, strettamente legate ai diversi apporti fluviali:

- zona settentrionale, a nord del fiume Fiora, interessata dagli apporti del torrente Chiarone e del Fosso Tafone, che scorrono prevalentemente in rocce sedimentarie, caratterizzata da diallagio, staurolite, grossularia e massime concentrazioni di carbonati;
- zona intermedia, ristretta alla foce del Fiora, nel cui bacino gravitano formazioni vulcaniche e sedimentarie, caratterizzata da cinabro, iperstene e massime concentrazioni di feldspato e quarzo;
- zona meridionale, a sud della foce del Fiora, interessata dagli apporti dei fiumi Arrone, Marta e Mignone che attraversano formazioni vulcaniche (Vulsini, Vico, Sabatini e Tolfa), con elevate concentrazioni di frazione pesante, magnetite e melanite.

### Confronto fra le caratteristiche granulometriche, mineralogiche e meteorologiche dei tre campionamenti

Nella tabella 1 sono confrontati i dati sintetici relativi ai parametri granulometrici, la posizione delle massime concentrazioni di frazione pesante, le direzioni del vento dominante e di quello di velocità più elevata e lo stato del mare per i tre periodi di campionamento; inoltre è riportato l'andamento medio stagionale dei venti desunto dal terzo volume dei « Clima d'Italia » (MENNELLA C.).

TABELLA 1

		campionamento estate '73		campionamento inverno '74	campionamento estate '74	
Parametri granulometrici	Mz	media		sottile	sottile	
	$\sigma$	molto scarso		scarso	scarso	
	SK	positiva o negativa		positiva	simmetrica	
Posizione dei massimi di fraz. pes.		isobata di 1m o 5m		isobata di 1m	isobata di 1 m	
	vento di frequenza più elevata (*)	NW		NW	W	
	vento di velocità più elevata (*)	NW		SE	SW	
Condizioni meteorologiche	giorni con mare con forza >3 (*)	1		10	6	
	vento di frequenza più elevata (**)	ore	inverno	primavera	estate	autunno
		8	E	E	E	E
		16	N	S	S	S

(\*) - Relativo ai 30 giorni immediatamente precedenti il campionamento

(\*\*) - Media stagionale

Dall'esame della tabella 1 si nota una maggiore analogia fra i dati granulometrici, mineralogici e le condizioni meteorologiche dell'inverno e dell'estate 1974, che non fra quelli delle due estati consecutive. In particolare per quanto riguarda le condizioni meteorologiche risulta che la direzione del vento dominante è quasi la stessa per i tre periodi; la direzione del vento con velocità più elevata, che è il più interessante ai fini della deriva sabbiosa e dell'energia ambientale, è stata pressochè simile per l'estate e l'inverno 1974. L'estate 1974 ha avuto inoltre una frequenza di giorni di mare agitato maggiore di quella dell'estate precedente e prossima a quella invernale. In conseguenza nell'estate e nell'inverno 1974 i venti provenienti da sud e lo stato del mare maggiormente agitato hanno provocato: un classamento migliore dei sedimenti della piattaforma, un'energia ambientale più elevata, un accumulò di pesanti a ridosso del litorale dove appunto si ritrovano le massime energie ambientali.

### Conclusioni

La serie di studi morfologici, sedimentologici e mineralogici effettuati sul tratto di litorale compreso fra Ansedonia e la foce del Mignone ha portato alle seguenti conclusioni:

1) In base alle osservazioni morfologiche estive e invernali delle spiagge, il litorale è stato suddiviso in tre tratti con caratteristiche differenti. Il primo tratto fra Ansedonia e il Lago di Burano con caratteri generali di stabilità; il secondo, compreso fra il lago di Burano e la foce del Fiora, con alternanza di fenomeni di erosione e accumulò; il terzo, compreso fra la foce del Fiora e quella del Mignone, caratterizzato da fenomeni erosivi molto vistosi (fig. 27).

2) Gli studi sedimentologici hanno messo in evidenza che i sedimenti della piattaforma sono uniformi, con granulometria media e classamento scarso. In base ai valori dello skewness si possono distinguere tre tratti della piattaforma con differenti condizioni di erosione e stabilità, pressochè coincidenti con quelli ricavati dalle osservazioni morfologiche delle spiagge.

3) La distribuzione dei massimi di concentrazione dei minerali pesanti ha mostrato un buon accordo con i risultati degli studi granulometrici, nell'accertamento delle coste in erosione o stabilità, limitatamente al periodo estivo.

4) Lo studio della distribuzione dei minerali pesanti e leggeri ha messo in evidenza l'esistenza di una deriva dei sedimenti litoranei diretta verso nord, in accordo con la direzione principale delle correnti sotto costa e dei venti di maggior intensità (fig. 28).

5) Sulla base delle caratteristiche mineralogiche differenti sono state distinte tre zone litorali legate ai diversi apporti fluviali: una zona a nord del Fiora, caratterizzata principalmente dalla distribuzione del diallagio, una zona intermedia fra il Fiora e l'Arrone con elevate concentrazioni di ipersteni e cinabro ed una zona meridionale con massime concentrazioni di zircone e magnetite (fig. 28).



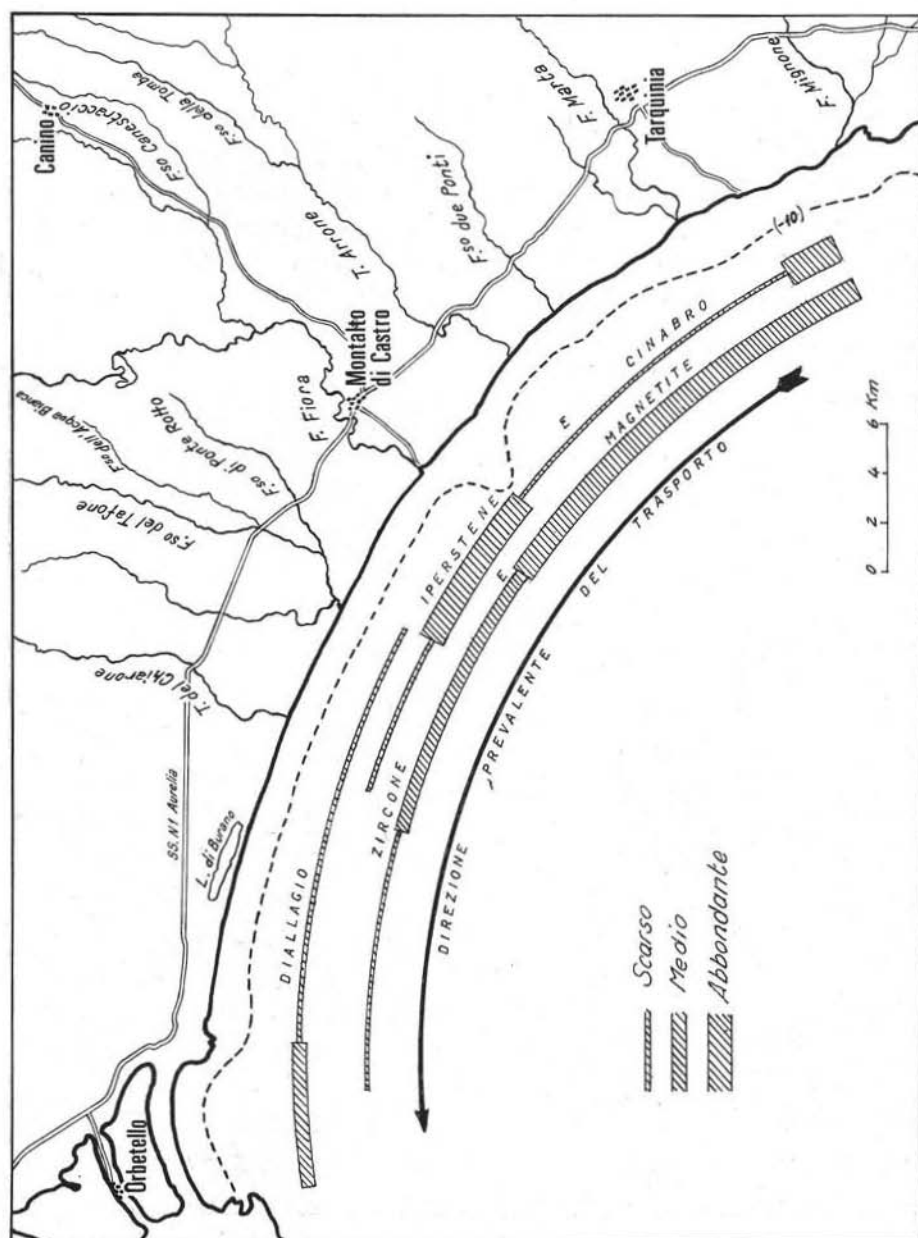


Fig. 28. — Direzione del trasporto litoraneo risultante dalla dispersione dei minerali pesanti più significativi.

7) Il periodo estivo sembra il più adatto per un campionamento, in quanto in tale periodo le condizioni meteorologiche permettono di differenziare con maggior chiarezza i tratti di litorale in fase di erosione e di stabilità.



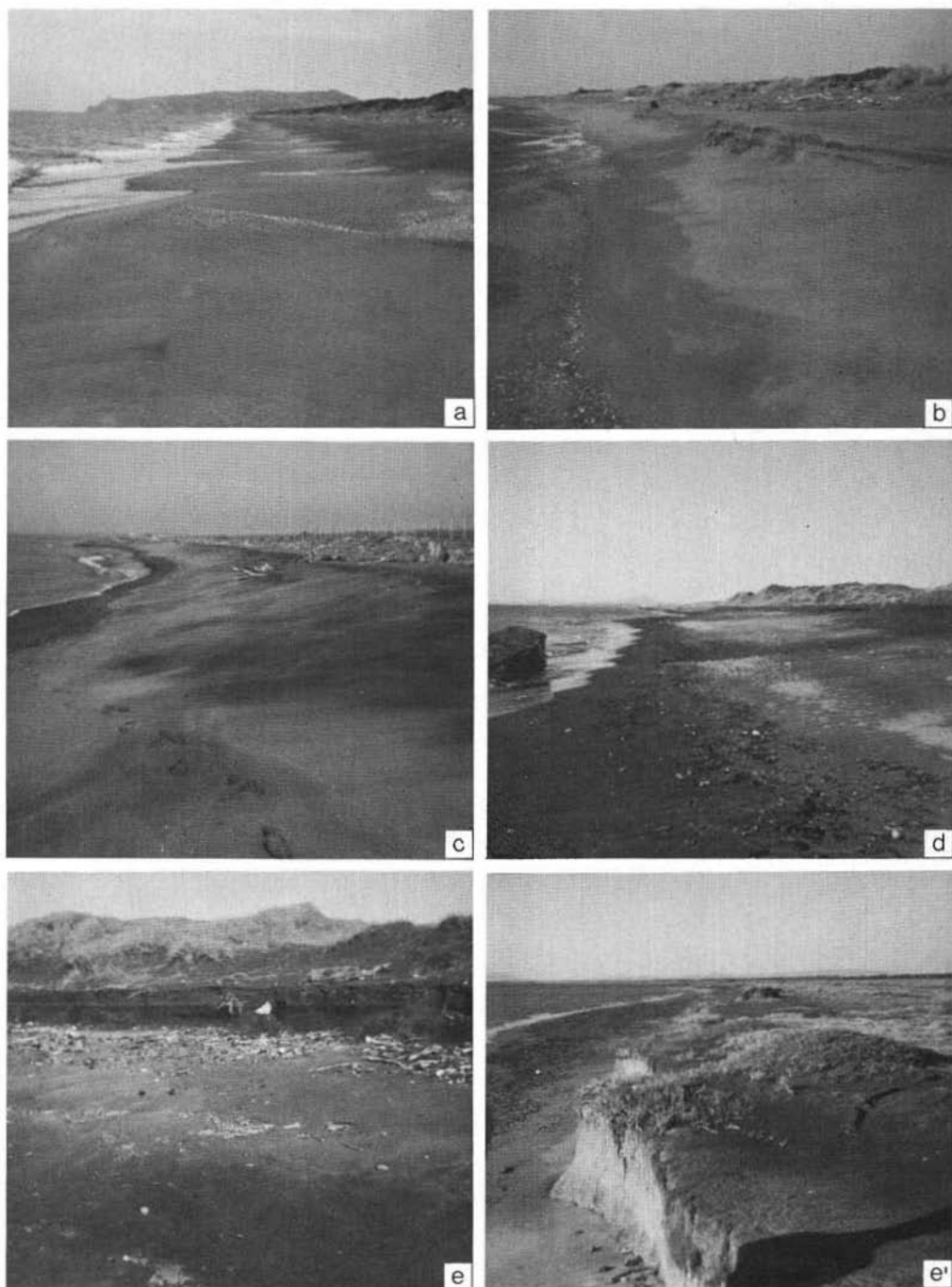


Fig. 29. — Tratti di spiaggia a differenti caratteristiche lungo il litorale compreso tra Ansedonia e Tarquinia: *a*) Ansedonia (tratto *a*). *b*) Spiaggia a Nord della foce del Chiarone (tratto *b*). *c*) Spiaggia a Nord della foce del Fiora (tratto *c*). *d*) Spiaggia a Nord della Foce del Marta (tratto *d*). *e*) Particolare di erosione alla base delle dune (tratto *e*). *e'*) Spiaggia di Tarquinia (tratto *e'*).

Attualmente sono in corso studi più dettagliati, limitatamente alla spiaggia e alla piattaforma compresa fra il Fiora e l'Arrone (area di Montalto), dove è in progetto la costruzione di un impianto nucleare.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALBANI D. (1933) - *Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane*. C.N.R., Anonima Romana Editoriale, Roma.
- A.N.G.I. - *Atti del II convegno nazionale di studi sui problemi della geologia applicata*. Genova.
- BRONDI A., FERRETTI O., ANSELMI B., BENVENIGNU F. (1972) - *Studi mineralogici e sedimentologici della piattaforma costiera calabrese nel tratto compreso tra Briatico e la foce del Fiume Angitola*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, Vol. XXVIII, Fusi, Pavia.
- BRONDI A., FERRETTI O., ANSELMI B. (1974) - *Deriva delle sabbie del litorale nord-occidentale del golfo di Taranto*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, Vol. XXX, Fusi, Pavia.
- FOLK R. L., WARD W. C. (1957) - *Brazos River Bar: a study in the significance of grainsize parameters*. Journal of sedimentary petrology, Vol. 31, n. 4.
- GAZZI P., ZUFFA G., GANDOLFI G., PAGANELLI G. (1973) - *Provenienza e dispersione litoranea delle sabbie delle spiagge adriatiche fra le foci dell'Isonzo e del Foglia: inquadramento regionale*. Memorie della Società Geologica Italiana, Vol. XII.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA - *Portolano del Mediterraneo*. Vol. I a.
- MENNELLA C. - *Il clima d'Italia*. F.lli Conte Editori, Vol. III.
- RIZZINI A. (1974) - *Holocene sedimentary cycle and heavy mineral distribution, Romagna-Marche coastal plain Italy*. Sedimentary Geology, Vol. II, maggio.
- SCHMIEDT G. - *Il livello antico del mar Tirreno*. Editore Leo Olschki, Firenze.
- VARANI L., ZUNICA M. - *Documenti cartografici per l'interpretazione del regime litoraneo fra l'Isonzo e il Foglia*. C.N.R., Programma Speciale per la conservazione del suolo.