

PAOLO ORRÙ (*) & ANTONIO ULZEGA (*)

GEOMORFOLOGIA COSTIERA E SOTTOMARINA DELLA BAIA DI FUNTANAMARE (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE) (**)

ABSTRACT: ORRÙ P. & ULZEGA A., *Coastal and submarine Geomorphology of the Funtanamare Bay (south-west Sardinia)*. (IT ISSN 0084-8948, 1986).

The coastal area of Funtanamare, in south-west Sardinia, has been studied from a geomorphological point of view, both in the littoral area and on the sea bottom.

The underwater geomorphological survey carried out at -30 m has pointed out the interrelation between coastal and underwater geomorphological events due to eustatic changes in the Quaternary.

In the present coastal area the forms of the relief are due to processes relating both to cold climates (up to the periglacial) and to hot climates (wet, dry, and semi-dry).

RIASSUNTO: ORRÙ P. & ULZEGA A., *Geomorfologia costiera e sottomarina della baia di Funtanamare (Sardegna sud-occidentale)*. (IT ISSN 0084-8948, 1986).

Il settore costiero di Funtanamare, nella Sardegna sud-occidentale, è stato indagato sotto il profilo geomorfologico sia nella sua parte emersa che nel fondo marino.

Il rilevamento geomorfologico subacqueo, effettuato fino alla profondità di -30 m, ha permesso di evidenziare la stretta connessione esistente tra i processi geomorfici subaerei, litorali e sottomarini, in relazione alle variazioni eustatiche del livello del mare nel Quaternario.

Nell'attuale area emersa le forme del rilievo sono state generate da processi sia in clima freddo (fino a periglaciale) che in clima caldo (umido, semi-arido, arido).

TERMINI-CHIAVE: Geomorfologia, livelli marini, beach-rock, Quaternario, Sardegna.

INTRODUZIONE

In Sardegna le ricerche geomorfologiche sull'evoluzione quaternaria delle aree costiere e della piattaforma continentale sono state affrontate in modo sistematico in questi ultimi anni. Precedentemente l'interesse per le coste era rivolto alla segnalazione di località fossilifere tirreniane (ISSEL, 1914; BLANC, 1938; COMASCHI-CARIA, 1968) o alla

descrizione geografica dei litorali (SPANO & PINNA, 1956; VARDABASSO, 1971). Tuttavia vari lavori forniscono utili dati sugli eventi geomorfici del Quaternario superiore (VARDABASSO, 1956; PECORINI, 1963; DIENI & MASSARI, 1966; PALMERINI & ULZEGA, 1969; OZER, 1976; OZER & ULZEGA, 1979) e sui primi lineamenti morfologici della piattaforma continentale (SEGRE, 1969; FANUCCI & *alii*, 1975).

Con il Progetto Finalizzato «Oceanografia e Fondi Marini» del CNR lo studio della piattaforma continentale sarda e di alcune aree costiere campione ha permesso di ottenere una visione generale e sufficientemente approfondita dell'intera isola (ULZEGA, 1985).

Allo stesso tempo, nell'ambito della «Sottocommissione Linee di Riva Mediterraneo - Mar Nero» dell'INQUA, è stata riesaminata (ULZEGA & OZER, 1982) la stratigrafia del Pleistocene superiore della Sardegna.

La prosecuzione di queste ricerche ha trovato la sua collocazione nel Progetto M.P.I. «Geologia dei Margini Continentali», mentre il problema delle variazioni recenti del livello del mare viene inquadrato nel Progetto I.G.C.P. n. 200 «Sea Level Correlations and Applications».

In questo contesto si inserisce lo studio oggetto di questa nota in cui la baia di Funtanamare, nella Sardegna sud-occidentale (fig. 1), viene rappresentata nella Carta Geomorfologica fuori testo alla scala 1:10.000, sia nella sua parte emersa che sommersa.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'area si distinguono due zone a caratteristiche stratigrafiche e tettoniche differenti: una nord-orientale ove dominano i terreni paleozoici, interessati dalla sovrapposizione di fasi tettoniche diverse per età, orientazione e stile (VALERA, 1967; COCOZZA, 1974; BRUSCA & DESSAU, 1968); l'altra centro-meridionale, costituita da terreni post-ercinici, interessati da una Tettonica prevalentemente disgiuntiva di età alpina. Nell'estremo Nord del settore affiora il fianco settentrionale della sinclinale di Iglesias

(*) Dipartimento Scienze della Terra, Università di Cagliari.

(**) Lavoro eseguito con i contributi M.P.I. 40% «Geologia dei Margini Continentali» e «Morfonettonica».



(BRUSCA & DESSAU, 1968; COCOZZA & LEONE, 1977) costituito dai sedimenti arenaceo-carbonatici della Formazione di Nebida (Cambriano inferiore) e dai calcari e dolomie della Formazione di Gonnese (Cambriano inferiore) in giacitura sub-verticale, mentre la zona assiale (E-W) è composta da siltiti ed argilliti fortemente tettonizzate della Formazione di Cabitza (Cambriano medio).

In una larga fascia a sviluppo NW-SE affiorano i sedimenti ordoviciani, costituiti da un complesso basale pud-

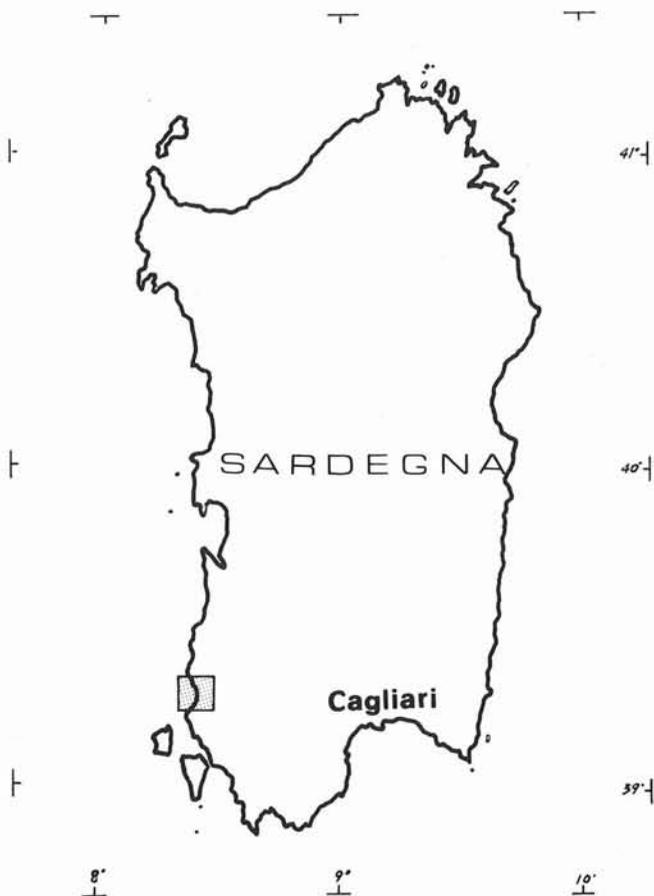


FIG. 1. - Localizzazione dell'area studiata.

dingoide poligenico, a matrice rosso-viola passante da arenarie e siltiti a peliti fossilifere a Crinoidi del Caradociano-Ashgilliano (MACCAGNO, 1965). Tale serie è interessata da un sistema di pieghe, faglie ed accavallamenti con andamento prevalentemente N-S. Sono testimoni delle coperture siluriane alcuni piccoli lembi di calcari neri a Crinoidi presso Funtanamare.

La complessità dell'assetto strutturale delle serie paleozoiche è dovuta alla sovrapposizione di pieghe E-W della fase sarda di STILLE e di pieghe N-S di età ercinica (ARTHAUD, 1970).

Sedimenti trasgressivi triassici, da conglomeratici a dolomitici, potenti circa 20 m, fossilizzano una superficie d'abrasione marina post-ercinica alla quota di 100 m s.l.m.

La successiva inversione del rilievo ha prodotto l'attuale altopiano di Campumari ed i rilievi testimoni di M. Coremò.

Anche la superficie d'abrasione della trasgressione paleocenica è conservata sotto piccoli lembi di calcari e conglomerati alla sommità di Su Prelau e Serra Nuraxis.

Presso Funtanamare alla serie basale segue una successione di marne lignitifere. In gran parte del settore meridionale affiorano i sedimenti arenaceo-conglomeratici della Formazione del Cixerri, dell'Eocene superiore-Oligocene (BARCA & alii, 1973). Seguono le vulcaniti calcocaline dell'Oligo-Miocene in due facies principali: la basale prevalentemente tufacea, la superiore in espandimenti ignimbritici.

Alla Tettonica alpina, si deve il sistema di horst e graben con direttrici NW-SE e E-W, di cui la piana di Funtanamare rappresenta il bordo settentrionale.

GEOMORFOLOGIA DEL SETTORE EMERSO

Lo studio del settore emerso riguarda la piana costiera del Rio Sa Masa, i rilievi di Campumari e Monte Campu Pirastu a NE e M. Perda Manna e M. Generi a SW.

Su un basamento costituito da litotipi molto differenti ed interessati da importanti motivi tettonici, la morfogenesi ha prodotto varie forme di erosione e di accumulo. Sotto l'attuale clima, subtropicale semiarido, è dominante il ruscellamento diffuso sui versanti con copertura pedologica e vegetale estremamente ridotta, cui si associa un'erosione lineare talora importante soprattutto lungo le discontinuità strutturali.

In vaste aree il denudamento dei versanti ha portato all'esposizione del substrato, anche a causa del massiccio disboscamento dei decenni passati ed agli incendi che ancora si succedono nella stagione estiva. Notevole importanza ha assunto in questa regione l'azione eolica, con la dominanza del vento di maestrale, alla quale si deve il vasto campo dunare di Arenas che occupa l'intera depressione della piana costiera del Rio Sa Masa.

Come per altre aree costiere della Sardegna occidentale l'accumulo delle sabbie litorali è avvenuto in tempi diversi durante il Quaternario. In particolare nel settore in studio si riconoscono diverse generazioni di dune (figg. 2, 3 e 4):

1 - Direttamente sul substrato poggiano le Eolianiti di Funtana Morimanta (Pleistocene medio), contenenti *Elephas melitensis* FALC. (COMASCHI-CARIA, 1955), a composizione quarzoso-feldspatica, cemento carbonatico, colore giallo-rossiccio e laminazione incrociata (PALMERINI, 1966).

2 - Seguono estese dune costituite da sabbie addensate, a tratti debolmente cementate, con intercalati (DEL RIO & PITTAU, 1974) paleosuoli bruni discontinui (Pleistocene superiore). La composizione è quarzoso-feldspatica.

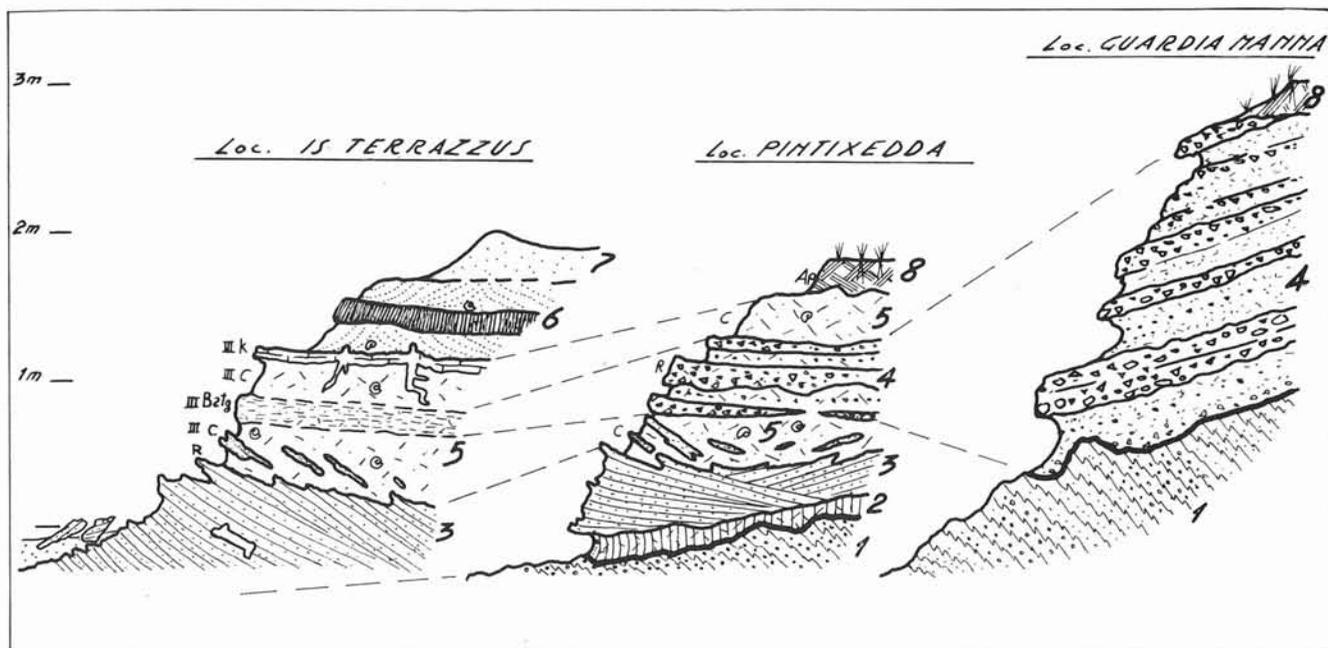


FIG. 2.- Piana costiera di Funtanamare. Rapporti stratigrafici tra i depositi quaternari continentali: 1) silti e micropuddinghe fortemente tettonizzate, Ordoviciano; 2) paleosuolo argilloso fortemente ossidato (7, 5YR 6/8); 3) eolianiti quarzoso-feldspatiche a stratificazione incrociata della Formazione di Funtana Morimenta, Pleistocene medio; 4) deposito di pendio a clasti paleozoici poco elaborati, ordinati in livelli ben classati, Pleistocene medio; 5) paleosuolo « Acquicpalexeralf » notevolmente arrossato (5YR 6/7) evolutosi sia a spese delle eolianiti (3) che del deposito di pendio (4), Pleistocene superiore; 6) sabbie eoliche debolmente addensate, a stratificazione incrociata, contenenti suoli sepolti a frustoli carbonizzati, Pleistocene superiore; 7) sabbie eoliche libere, Olocene; 8) suolo sabbioso attuale.

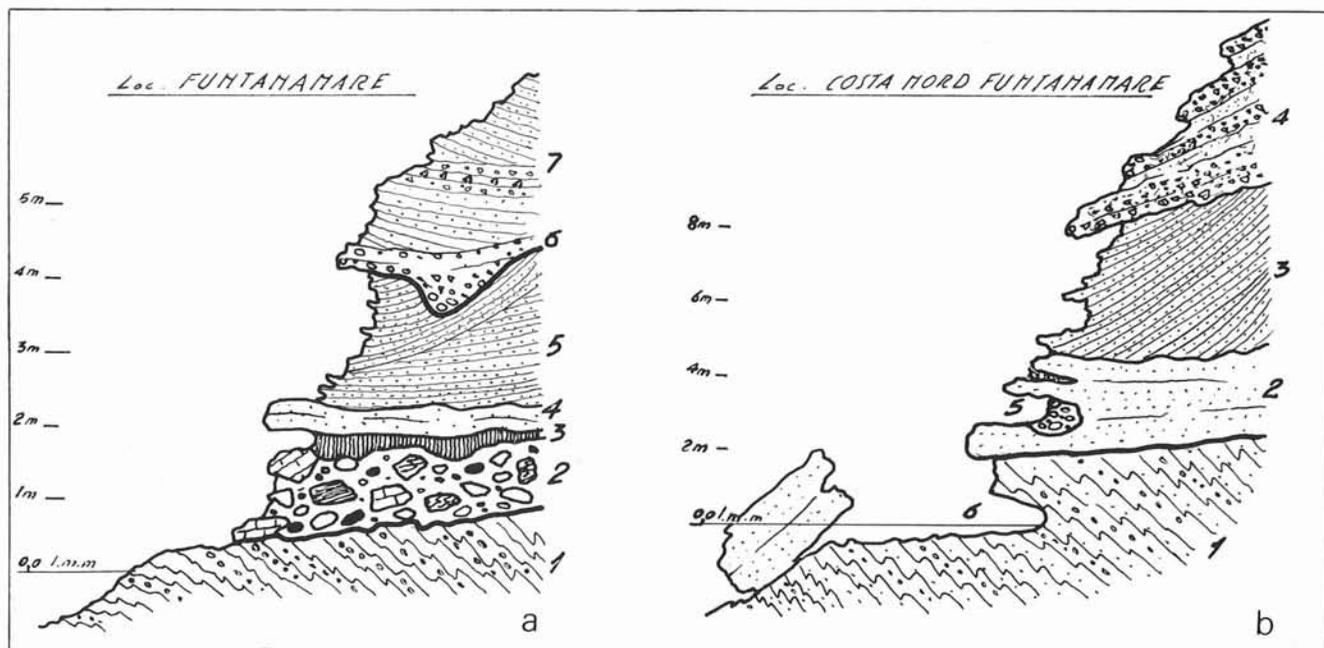


FIG. 3. - Falesia di Funtanamare. Sezioni dei depositi quaternari:

FIG. 3a: 1) puddinga a matrice rosso-vinata, fortemente tettonizzata, Ordoviciano; 2) breccia a clasti paleozoici, Trias; 3) paleosuolo argilloso fortemente arrossato (7, 5YR 4/8), Pleistocene medio; 4) arenaria notevolmente cementata a composizione prevalentemente quarzosa, Pleistocene medio; 5) Eolianiti di Funtana Morimenta, Pleistocene medio; 6) paleoalveo pensile a riempimento ciottoloso fluviale e/o colluviale, Pleistocene superiore; 7) eolianiti debolmente cementate con livelli a ciottoli eolizzati, Pleistocene superiore.

FIG. 3b: 1) puddinga poligenica a matrice rosso-vinata, Ordoviciano; 2) arenaria quarzosa grossolanamente stratificata, Pleistocene medio; 3) Eolianiti di Funtana Morimenta, Pleistocene medio; 4) deposito di pendio a clasti poco elaborati in matrice limosa, Pleistocene medio; 5) solco di battente a quota +2,5 m s.l.m. fossilizzato da conglomerato poligenico, Tirreniano; 6) solco di battente attuale.

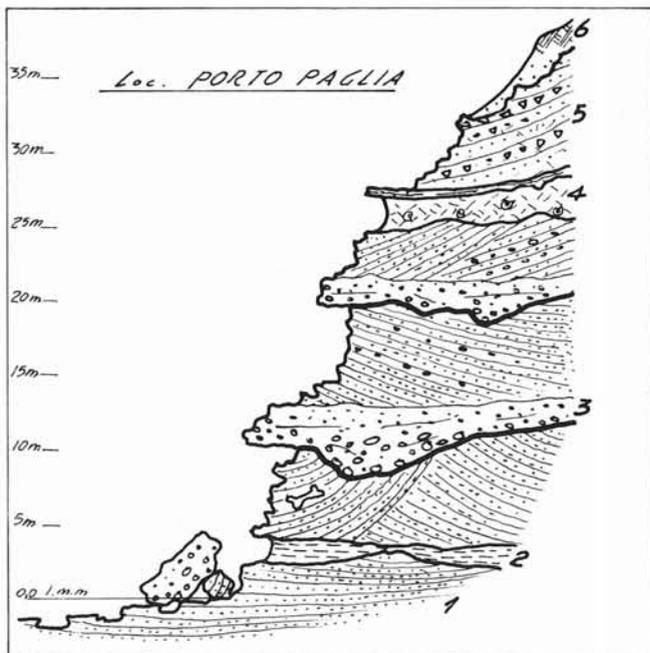


FIG. 4. - Falesia di Porto Paglia. Sezione dei depositi quaternari: 1) arenarie quarzoso-feldspatiche a stratificazione incrociata a resti di Cervidi, Formazione di Funtana Morimonta, Pleistocene medio; 2) argille e limi palustri a frustoli carboniosi e pollini di *Cedrus* e *Tsuga*, Formazione di Funtana Morimonta, Pleistocene medio; 3) paleovalvi a riempimento sabbioso e ciottoloso a cemento travertinoso, Pleistocene medio; 4) paleosuolo sabbioso notevolmente ossidato, a *Helix*, spesso sormontato da crostoni carbonatici; 5) alternanze di colluvi ed arenarie eoliche debolmente cementate con livelli a ciottoli eolizzati, Pleistocene superiore; 6) suoli pochissimo evoluti e sabbie eoliche libere, Olocene.

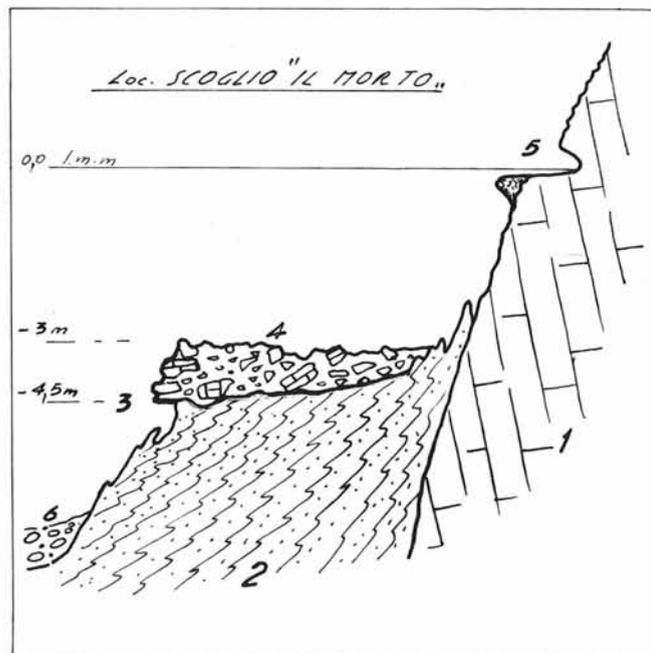


FIG. 6. - Scoglio "Il Morto", costa Nord della baia di Funtanamare. Sezione dei depositi quaternari: 1) calcare e dolomia, Formazione di Gonnesa, Cambriano inferiore; 2) silti violacee a noduli, tettonizzate, Ordoviciano; 3) piattaforma di abrasione marina a quota -4,5 m sotto il livello del mare, Versiliano ?; 4) detrito di falesia cementato, a blocchi carbonatici; 5) solco di battente attuale con biocostruzione a *Policheti*; 6) ciottoli e sabbie attuali.

- | | |
|---|--|
| 8 | TABBIE E GHIAIE DI SPIAGGIA ATTUALI |
| 7 | SABBIE EOLICHE LIBERE ATTUALI |
| 6 | ARENARIE E CONGLOMERATI DI SPIAGGIA - VERSILIANO |
| 5 | SABBIE EOLICHE E COLLUVI - WÜRTH |
| 4 | EOLIANITI - Form. FUNTANA MORIMONTA - RISS |
| 3 | IGHIMBRITI RIOLITICHE OLIGO-MIOCENE |
| 2 | TUFI RIOLITICI OLIGO-MIOCENE |
| 1 | CONGLOMERATI E ARENARIE Form. CIARRI - OLIGOCENE |

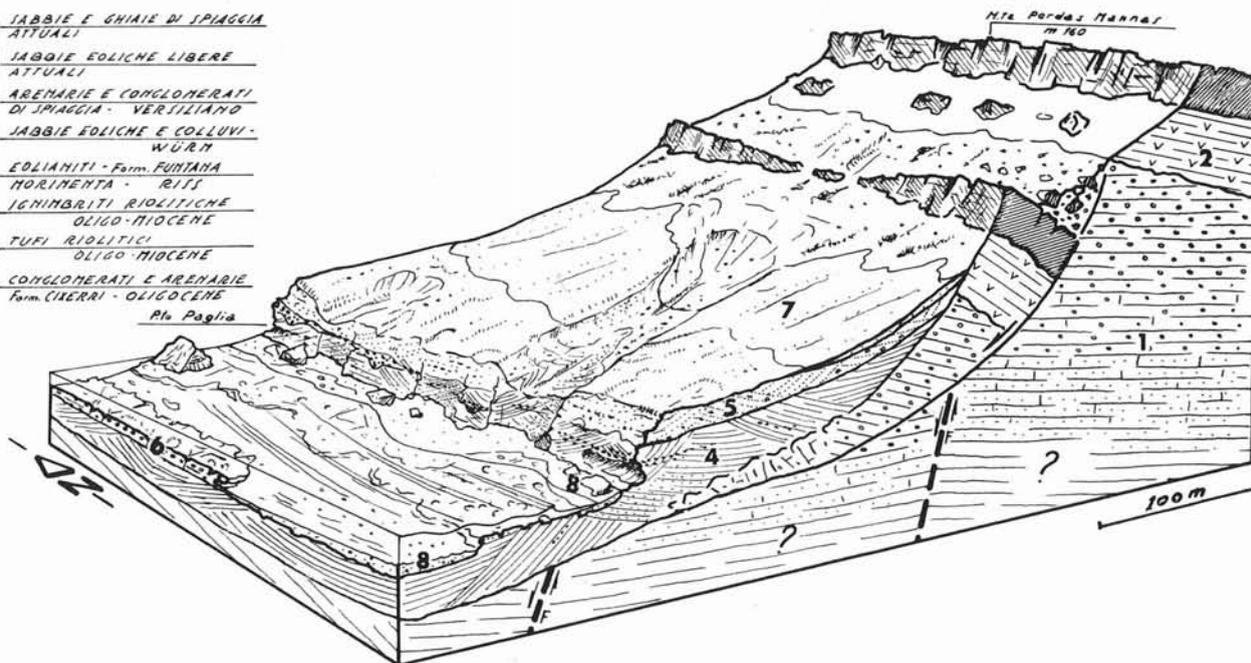


FIG. 5. - Blocodiagramma della costa Sud della baia di Funtanamare. Frana rotazionale costiera, di probabile età plio-quadernaria, fossilizzata dalle Eolianiti di Funtana Morimonta cui succedono i depositi e le forme del Pleistocene superiore e dell'Olocene. Le faglie probabili indicate nel basamento rappresentano la guida strutturale della costa a Sud della baia.

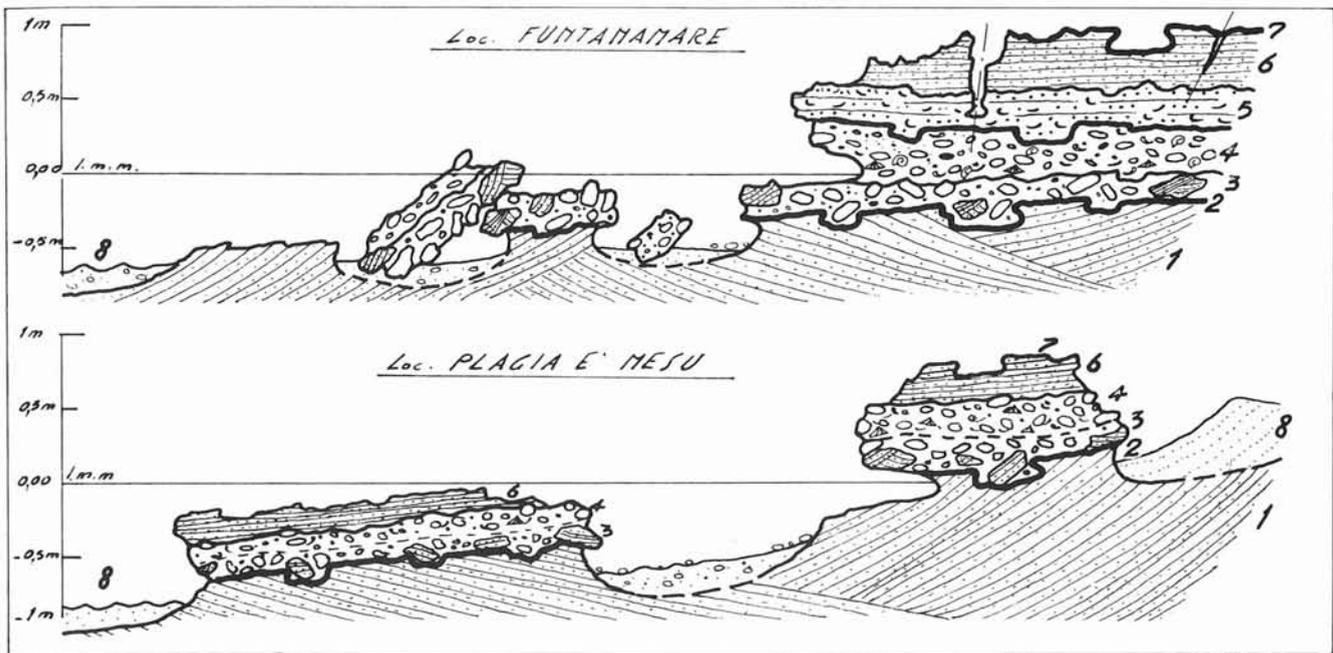


FIG. 7. - Baia di Funtanamare. Rapporti tra i depositi di spiaggia tirreniani e le Eolianiti di Funtana Morimonta: 1) Eolianiti di Funtana Morimonta, Pleistocene medio; 2) superficie di abrasione marina a marmitte e solchi; 3) conglomerato poligenico eterometrico a clasti poco elaborati, con abbondanti blocchi e ciottoli delle sottostanti eolianiti, Tirreniano; 4) conglomerato poligenico fossilifero a *Patella ferruginea* con ciottoli appiattiti molto elaborati; la matrice arenacea a cemento carbonatico si presenta fortemente arrossata (7,5YR 4/7), Tirreniano; 5) microconglomerato prevalentemente quarzoso a frammenti di Lamellibranchi, Tirreniano; 6) arenaria quarzosa a cemento carbonatico a stratificazione sottile e parallela, Tirreniano; 7) superficie di abrasione marina a marmitte e solchi di erosione a + 1 m s.l.m., Versiliano; 8) sabbie e ghiaie attuali.

Il colore grigio-giallastro. Sui rilievi il deposito sabbioso acquista caratteri di colluvio con livelli di clasti eolizzati.

3 - Chiude la successione eolica una copertura di sabbie libere, alimentate dalle dune longitudinali della retrospiaggia (Olocene). Attualmente circa 3 km² di superficie dunare sono stabilizzati dal rimboschimento.

Le due direzioni NW-SE e NNE-SSW della linea di costa corrispondono a direttrici tettoniche rispettivamente del blocco paleozoico e del bacino terziario. L'arretramento delle coste alte avviene parallelamente a queste direzioni con diverse modalità. A SW di Porto Paglia la pseudo-falesia è intagliata nelle Eolianiti di Funtana Morimonta, con alla base un'estesa piattaforma di abrasione marina. Superiormente alle eolianiti il versante costituito da sedimenti terziari della Formazione del Cixerri e da vulcaniti, è interessato da importanti frane di tipo rotazionale (fig. 5) dovute allo scalzamento alla base operato dal mare. In questo tratto di costa sono ben conservate una successione di valli sospese, il cui profilo è da mettere in relazione con un livello di base molto inferiore all'attuale.

A Nord di Funtanamare l'arretramento della costa avviene a spese del basamento scistoso paleozoico. L'arretramento ha isolato alcuni olistoliti calcareo-dolomitici cambriani, contenuti nella puddinga ordoviciana, tra cui lo Scoglio "Il Morto" (fig. 6).

Tra Funtanamare e Porto Paglia si estende la spiaggia di Plagia 'e Mesu. La continuità della spiaggia, prevalentemente sabbiosa (FERRARA, 1980), è interrotta nella parte centrale da un'affioramento di Eolianiti di Funtana Morimonta sulle quali, attraverso una superficie di abrasione, poggiano lembi di conglomerato di spiaggia, di età tirreniana (fig. 7). In tali depositi è contenuta la seguente associazione fossilifera: *Glycymeris* sp., *Cardium edule* L., *Spondylus gaederopus* L., *Venus* sp., *Callista* sp., *Conus mediterraneus* B., *Natica millipunctata* L., *Purpura haemastoma* L., *Trochus granulatus* L., *Murex* sp., *Patella caerulea* B., *Patella ferruginea* G. e frammenti di Echinidi.

Presso Funtanamare la spiaggia è tagliata stagionalmente dalla foce del Rio Sa Masa, con continui cambiamenti di posizione. L'esame di foto aeree a varia scala, relative agli anni 1956, 1963, 1968, 1972, 1979, mostra un arretramento medio della linea di riva di 50 metri.

GEOMORFOLOGIA DEL LITORALE SOMMERSO

Il rilevamento geomorfologico subacqueo di dettaglio e le campionature (fig. 8) sono state eseguite mediante numerose immersioni in stazioni posizionate con tacheometro su basi misurate a terra (ORRÙ, 1982). La limitazione dovuta ai tempi di immersione è stata superata utilizzando una telecamera subacquea con registrazione su nastro. Ol-

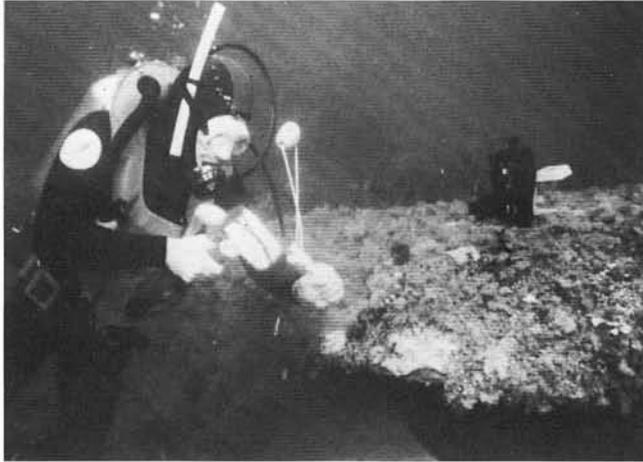


FIG. 8. - Baia di Funtanamare, Secca Su Faust. Campionamento in immersione della roccia costituente la beach-rock; da notare, poco sotto lo scalpello, uno degli elementi più grossolani (10 cm) contenuti in questi sedimenti di spiaggia.

tra la batimetrica - 30 m esiste uno studio geomorfologico su base geofisica effettuato da CARBONI & *alii* (1979).

Tra la linea di riva attuale e la batimetrica - 30 i fondali sono caratterizzati dalla presenza di litologie di età diversa. Nel settore Nord, Porto Raffa, affiorano le siltiti e le puddinghe dell'Ordoviciano; gli strati subverticali sono troncati da una piattaforma di abrasione a - 8 m.

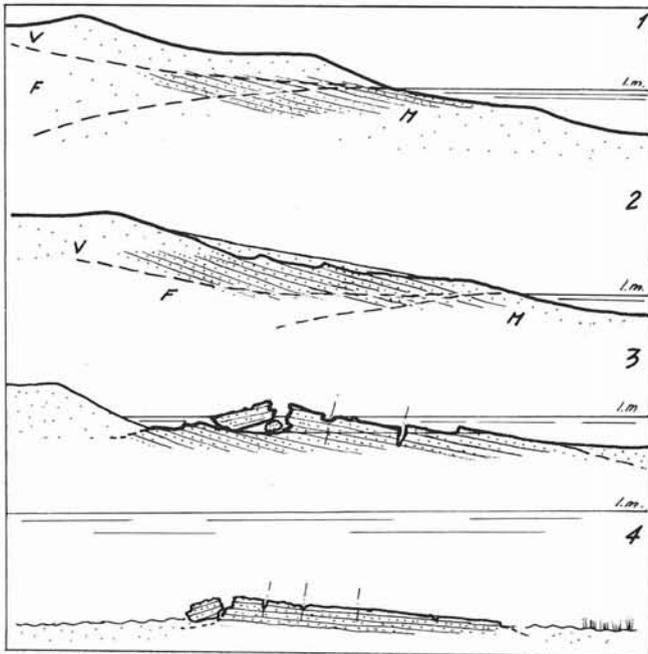


FIG. 9. - Schema evolutivo della beach-rock di Su Faust: 1) immobilizzazione del corpo sedimentario di spiaggia ad opera di una prima cementazione in ambiente infra-intertidale; 2) cementazione secondaria in ambiente supralitorale (pulsazione regressiva); 3) erosione dell'affioramento in zona litorale (pulsazione trasgressiva); 4) sommersione della struttura e fossilizzazione delle forme (trasgressione); F, acque freatiche; M, acque marine; V, acque vadose.

Al piede della falesia di Porto Paglia, ed in modo discontinuo fino a Funtanamare, affiora la formazione delle Eolianiti di Funtana Morimenta; su queste la piattaforma di erosione risale da - 15 m fino al livello del mare attuale troncando nettamente la laminazione incrociata.

A Plagia 'e Mesu è conservato, fino a - 3 m, un piccolo lembo di conglomerato tirreniano discordante sulle Eolianiti di Funtana Morimenta (fig. 7).

Verso il largo l'intera baia è chiusa da una struttura perfettamente rettilinea, lunga poco più di 4 km e larga 500 m, che da - 8 m alle estremità si approfondisce fino a - 25 m sulla parte centrale.

Si tratta di una beach-rock conglomeratica (fig. 9) poggiante, in discordanza, a Sud sulle Eolianiti di Funtana Mo-

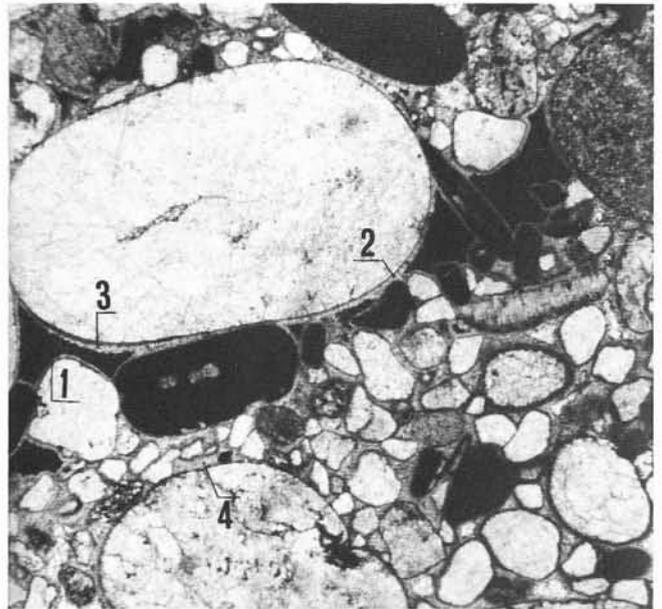


FIG. 10. - Sezione sottile (120x) del microconglomerato della beach-rock di Su Faust: 1) calcite magnesiaca aciculare; 2) cementazione di menisco a calcite micritica; 3) cementazione calcitica con tendenza stalattitica; 4) riempimento in calcite micritica.

rimenta ed a Nord sulla piattaforma di erosione modellata nel basamento paleozoico. Nel banco, avente spessore massimo di 2 m, si osservano importanti variazioni granulometriche sia in senso verticale che laterale. In particolare, nella parte Nord è netta la gradazione da conglomerato grossolano poligenico alla base a microconglomerato prevalentemente quarzoso alla sommità. Il cemento, sempre carbonatico, mostra forme di precipitazione (fig. 10) tipiche delle beach-rock (ULZEGA & ORRÙ, 1984). L'approfondimento della beach-rock, verso il centro della baia, inconsueto per un deposito di spiaggia, è legato alla presenza di numerose fratture trasversali (fig. 11) lungo le quali sono avvenute modeste dislocazioni (fig. 12) imputabili alla costipazione dei sedimenti sottostanti, probabilmente

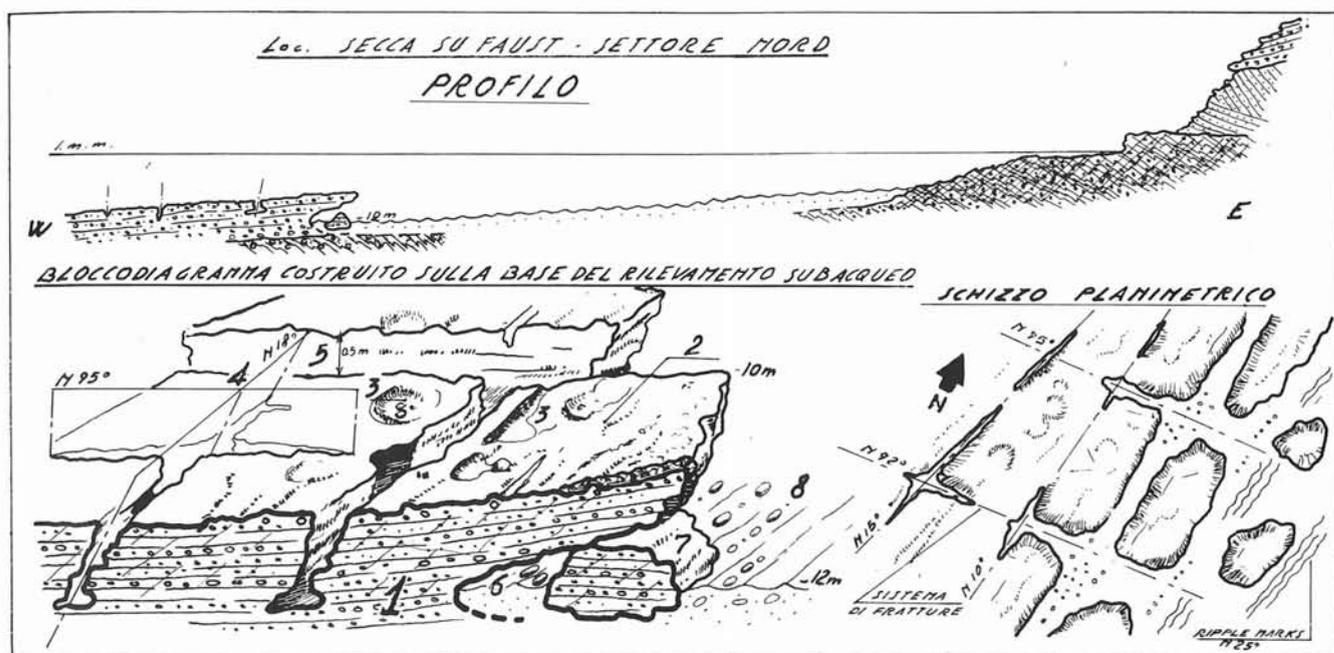


FIG. 11. - Baia di Funtanamare, Secca Su Faust. Nel profilo sono visibili i rapporti tra la beach-rock, la piattaforma di abrasione sugli scisti ordoviciani e le Eolianiti di Funtana Morimonta: 1) conglomerato eterometrico poligenico a matrice arenacea e cemento carbonatico con rari frammenti di *Glycymeris* sp.; 2) tetto del conglomerato con marmitte (3), spesso anastomizzate; 4) fratture sub-ortogonali, normali e longitudinali rispetto all'affioramento; 5) fratture trasversali dislocanti (0,5 m) per assestamento della struttura rigida (beach-rock) su un substrato compressibile (limi e/o torbe); 6) nicchie di scalmamento alla base più sviluppate nel lato verso terra; 7) blocchi crollati; 8) sabbie a ripple-marks e ciottoli.

limi, argille e torbe di colmata della paleovalle del Rio Sa Masa.

Tutti gli affioramenti sono limitati da cornici sulle quali l'arretramento per crollo è ancora in atto fino alla profondità di -10 m (fig. 13).

Le beach-rock della baia di Funtanamare, particolarmente ben conservate, rappresentano un importante modello di riferimento per lo studio delle analoghe strutture individuate a diverse profondità sulla piattaforma continentale della Sardegna (ULZEGA & alii, 1980; OZER & alii, 1984; ULZEGA & alii, 1985).

Nell'intera area i processi di dispersione dei sedimenti avvengono ad opera di una forte deriva litorale da Nord, condizionati anche dalle emergenze rocciose.

Su una dominante di sabbie medie sono state localizzate aree a ghiaie fino a -10 m, mentre oltre la Secca Su Faust si estende la prateria di Posidonie.

CONCLUSIONI

Lo studio comparato del settore costiero e del fondale marino permette di proporre il seguente quadro evolutivo della baia di Funtanamare, con la possibilità di cicli ripetuti:

1 - Fase erosiva molto intensa, con incisione delle valli e modellamento dei versanti; dominano processi di denudazione (tardo Villafranchiano - Pleistocene inf.).

2 - Stabilizzazione climatica su temperature più elevate; processi pedogenetici importanti sulle superfici ero-



FIG. 12. - Baia di Funtanamare, Secca Su Faust. Attraverso modeste dislocazioni (rigetto ± 50 cm) numerose fratture trasversali dislocano la beach-rock, approfondendola verso il centro della baia.

se; formazione di bacini lacustri nelle zone depresse, con abbondante vegetazione (Pleistocene inferiore-medio).

3 - Evoluzione del clima in senso freddo e arido, con dominio dei processi eolici e conseguente formazione di un vasto campo dunare e piccoli bacini lacustri nelle depressioni interdunari, ai bordi delle quali sorgeva una foresta a Conifere *Tsuga* e *Cedrus*, popolata da *Elephas melitensis* e Cervidi (Pleistocene medio).

4 - Aumento della temperatura; trasgressione marina; comparsa delle faune calde nei sedimenti di spiaggia, solchi di battente a + 4 m; evoluzione dei suoli in senso lateritico (Eutirreniano).

5 - Interstadio freddo: l'aumento della piovosità favorisce l'erosione dei versanti, il colluviamento dei suoli con alternanza di depositi gravitativi, la deposizione dei limi da ruscellamento diffuso; si impostano i glacis di accumulo (Pleistocene superiore).

6 - Irrigidimento del clima e regressione marina; coluviamento e/o copertura di sabbie eoliche dei suoli, erosione, approfondimento delle valli, formazione di campi dunari e smantellamento dei depositi di spiaggia già cementati (Pleistocene superiore).

7 - Clima freddo con massimo regressivo a - 120 m; incisione profonda delle valli relativa al basso livello di base (Pleistocene superiore).



FIG. 13. - Baia di Funtanamare, Secca Su Faust. Cornici nette e grandi blocchi basculati per scalzamento alla base caratterizzano spesso il lato verso terra della beach-rock, ove l'arretramento per crollo è più attivo.

8 - Ristabilimento della temperatura su valori di poco superiori agli attuali; trasgressione marina con formazione di beach-rock a diversa profondità ed elaborazione di piattaforme di abrasione fino all'attuale quota + 1 m (Versiliano).

9 - Limitate variazioni del livello marino, caratterizzate da deposizione di sabbie e limi nella zona lagunare di Sa Masa. Pedogenesi intensa, con una copertura arborea molto estesa. Nell'immediato retroterra si sviluppa un campo dunare e dune longitudinali; nei fondali marini domina la *Posidonia oceanica* (Olocene).

10 - Nell'attuale clima sub-tropicale semi-arido i corsi d'acqua hanno carattere torrentizio ed incidono le allu-

vioni precedenti, mentre i fanghi di laveria, il disboscamento, gli incendi, il prelievo indiscriminato di sabbie eoliche, pongono oggi la degradazione antropica fra i fattori dominanti della morfogenesi.

BIBLIOGRAFIA

- ARTHAUD F., (1970) - *Etude tectonique et microtectonique comparée de deux domaines hercyniens: les nappes de la Montagne Noire (France) et l'anticlinorium de l'Iglesiente (Sardaigne)*. Pubbl. Ustela, S. Géol. Struct., 1, 175 pp.
- BARCA S., MAXIA C. & PALMERINI V. (1973) - *Sintesi sulle attuali conoscenze relative alla Formazione del Cixerri (Sardegna sud-occidentale)*. Boll. Serv. Geol. It., 94, 307-338.
- BLANC A.C. (1938) - *Spiaggia fossile tirreniana presso Porto Torres*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 47, 40-45.
- BRUSCA G. & DESSAU G. (1968) - *I giacimenti piombo-zinciferi di S. Giovanni (Iglesias) nel quadro della Geologia del Cambrico sardo*. Ind. Min., 53 pp.
- CARBONI S., LECCA L., LEONE F. & ULZEGA A. (1979) - *La piattaforma continentale della Sardegna sud-occidentale*. Pubbl. Ist. Geol. Univ. Cagliari, Tip. STEF, 13 pp.
- COCOZZA T. (1974) - *Structural pattern of Sardinia*. In: «Structural model of Italy. Quad. "La ricerca scientifica" CNR, 90», 183-201.
- COCOZZA T. & LEONE F. (1977) - *Sintesi della successione stratigrafica della Sardegna sud-occidentale*. Escursione in Sardegna 1977: risultati e commenti (a cura di VAI G.B.). GLP, 2, suppl., 15-23.
- COMASCHI-CARIA I. (1955) - *Resti di Cervidi nel Quaternario di Portovesme*. Riv. Ital. Pal. Strat., 61, 17-26.
- COMASCHI-CARIA I. (1968) - *Fossili marini e continentali del Quaternario della Sardegna*. 10° Congr. Int. Studi Sardi, Cagliari, 140-229.
- DEL RIO M. & PITTAU P. (1974) - *Analisi palinologica di un livello argilloso delle dune di Funtanamare*. Morisia, 4, 3-8.
- DIENI I. & MASSARI F. (1966) - *Il Neogene ed il Quaternario dei dintorni di Orosei*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 15, 89-142.
- FANUCCI F., FIERRO G., ULZEGA A., GENNESSEAUX M., REHAULT J.P. & VIARIS DE LESEGGIO L. (1976) - *The continental shelf of Sardinia: structure and sedimentary characteristics*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 1201-1217.
- FERRARA C. (1980) - *Osservazioni sui processi sedimentari in atto nella costa dell'Iglesiente (Sardegna sud-occidentale)*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 19, 41-55.
- ISSEL A. (1914) - *Lembi fossiliferi quaternari e recenti osservati nella Sardegna meridionale dal prof. D. Lovisato*. Rend. Acc. Lincei, ser. 5, 23, 759-770.
- MACCAGNO A.M. (1965) - *Contributo alla conoscenza della fauna ordoviciana della Sardegna. Gli Echinodermi di Portixeddu*. Atti Acc. Sc. Fis. Mat. Napoli, 5, 149-195.
- ORRÙ P. (1982) - *Linee di riva sommerse ed evoluzione quaternaria del settore costiero tra Nebida e Porto Paglia (Sardegna occidentale)*. Tesi Univ. Cagliari, 326 pp.
- OZER A. (1976) - *Géomorphologie du versant septentrional de la Sardaigne. Étude des fonds sous-marins, de la morphologie côtière et des terrasses fluviales*. Thèse de doct. Univ. Liège, 3 voll., 630 pp.
- OZER A. & ULZEGA A. (1981) - *Sur la répartition des éboulis ordonnés en Sardaigne*. Biul. Peryglac., 28, 259-265.
- OZER A., TUCCI S. & ULZEGA A. (1984) - *Les beach-rocks de Sardaigne: distribution et implication paléogéographiques*. «Colloque sur le beach-rock», Lyon 1983, 113-124.
- PALMERINI V. (1966) - *Analisi granulometrica e morfoscopica della formazione dunare di Funtana Morimonta (Gonnesa, Sardegna sud-occidentale)*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, 36, 16 pp.
- PALMERINI V. & ULZEGA A. (1969) - *Sedimentologia e Geomorfologia del settore costiero tra la foce del Rio Piscinas e Capo Pecora (Sardegna sud-occidentale)*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, 39, 38 pp.
- PECORINI G. (1963) - *Contributo alla Stratigrafia post-miocenica della Nurra di Alghero*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, 33, 11 pp.

- SEGRE A.G. (1969) - *Linee di riva sommerse e morfologia della piattaforma continentale italiana relativa alla trasgressione marina versiliana*. Quaternaria, 2, 141-154.
- SPANIO B. & PINNA M. (1956) - *Le spiagge della Sardegna*. Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane, 7, CNR, 251 pp.
- ULZEGA A. (1985) - *Carta geomorfologica della Sardegna marina e continentale*. Scala 1:500.000. CNR.
- ULZEGA A., FAIS S., FERRARA C., LECCA L. & LEONE F. (1980) - *Il significato delle linee di riva sommerse nella ricerca dei placers*. Atti «Conv. Scient. Naz. sui Placers Marini», CNR, Trieste 1980, 109-120.
- ULZEGA A. & OZER A. (1982) - *Comptes rendus de l'excursion-table ronde sur le Tyrrhénien de Sardaigne*. INQUA, Cagliari 1980, 110 ff.
- ULZEGA A. & ORRÙ P. (1984) - *Les beach-rocks de la baie de Funtana-mare (Sardaigne sud-occidentale)*. «Colloque sur les beach-rocks», Lyon 1983, 151-160.
- ULZEGA A., LEONE F. & ORRÙ P. (1984) - *Late Quaternary sea level evidence in Sardinia. Submerged beach-rock of Serpentara*. Int. Symp. on Late Quaternary Sea-Level changes and coastal evolution, IGCP 200, Mar del Plata, 105-108.
- ULZEGA A., LEONE F. & ORRÙ P. (1985) - *Geomorphology of submerged shorelines on the South Sardinian continental shelf*. Journ. Coastal Res., Special Issue, 73-82.
- VALERA R. (1967) - *Contributo alla conoscenza dell'evoluzione tettonica della Sardegna*. Ass. Min. Sarda, 72, 91 pp.
- VARDABASSO S. (1956) - *Il Quaternario della Sardegna*. INQUA, 4° Congr. Int. Quaternaire, Rome - Pise 1953, 2, 995-1018.
- VARDABASSO S. (1971) - *Geomorfologia delle coste del Sulcis*. (Sardegna SO). STEF, 25 pp.