

## CARATTERISTICHE GEOAMBIENTALI DELLE DUNE COSTIERE DEL GOLFO DI PISTIS (SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE)

A. Cristini - F. Di Gregorio - C. Ferrara

Dipartimento Scienze della Terra - Università di Cagliari

**RIASSUNTO** - *Caratteristiche geoambientali delle dune costiere del golfo di Pistis (Sardegna sud-occidentale)* - *Il Quaternario*, 7(2), 1994, 643-650 - Le dune studiate sono situate nella costa occidentale della Sardegna a S del Golfo di Oristano e si spingono verso l'interno per circa 1 km dalla spiaggia di Pistis. Esse ricoprono rocce metamorfiche paleozoiche, antichi depositi alluvionali terrazzati, lembi residui di arenarie eoliche würmiane a stratificazione incrociata e detriti di pendio. Attraverso un rilevamento di dettaglio, condotto anche mediante l'analisi di fotografie aeree e lo studio di campioni di sedimenti raccolti lungo profili ortogonali alla spiaggia, ne sono state esaminate le caratteristiche geomorfologiche, sedimentologiche e geochimiche. Le dune hanno una forma complessive parabolica con frequenti accumuli di sabbie da ostacolo, campi di ripples eolici e pavimenti ciottolosi. Le analisi al microscopio hanno evidenziato una netta prevalenza di clasti quarzosi assieme ai quali sono presenti elementi ferrici, litici e bioclasti. Le curve granulometriche denotano una migliore selezione nei campioni di duna rispetto a quelli della battigia e berma, dove è presente la frazione grossolana (pavimento) selezionata dalla deflazione. All'analisi morfoscopica i granuli mostrano un alto grado di arrotondamento nelle frazioni più grossolane, dovuto a più cicli di elaborazione; i vari clasti appaiono opachi e picchiettati. Le analisi geochimiche mostrano una dipendenza dei sedimenti dai bacini di alimentazione della spiaggia, con locali anomalie nei tenori di Ba ed Sr riconducibili sia alle fonti di alimentazione che all'azione di trasporto litorale ed eolico. L'incremento del numero di turisti e la mancanza di limitazioni per l'accesso all'area ha causato l'arretramento della vegetazione, l'allargamento delle aperture all'interno della distesa sabbiosa, e l'insorgere di solchi e conche di deflazione.

**SUMMARY** - *Geoenvironmental features of coastal dunes of the Gulf of Oristano (south-western Sardinia)* - *Il Quaternario*, 7(2), 1994, 643-650 - The western coast of Sardinia on the South of the Gulf of Oristano, is characterized by the presence of dune ridges, which extend inland about 1 km from the beach of Pistis (see Fig. 1). These dunes cover Palaeozoic metamorphic rocks, ancient terraced alluvial deposits, and residual outliers of late glacial (Würmian) cross-bedded eolian sandstones and slope debris. The geomorphological, sedimentological and geochemical features of the dunes are identified on the basis of detailed field surveys using aerial photographs taken at various times and the analysis of sand samples from profiles normal to the beach. Morphologically, the dunes have shapes like parabolic tongues, which are accompanied by sand accumulations around obstacles, eolian ripple fields and pebble pavements. Under the microscope, sand is formed of prevailing quartz grains with subordinate grains of K-feldspar and mafic minerals. Bioclasts and lithic fragments are also present. Grain size distribution curves show a better sorting in dune sand than in berm sand, where a wind-selected coarse fraction (pavement or lag) is present. Morphoscopic analysis indicate that dune deposits depend on beach sources with Ba and Sr local anomalies linked to either the source or littoral and eolian sedimentary processes. The increased number of tourists in latest years and the lack of protected areas have caused the retreat of the already discontinuous vegetation, favouring the widening of openings in the dune tongues and the formation of scours and holes.

Parole chiave: Dune costiere, geomorfologia, sedimentologia, geochimica, Sardegna SW  
Keywords: Coastal dunes, geomorphology, sedimentology, geochemistry, SW Sardinia

### 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le dune di Pistis sono ubicate nel Comune di Arbus, in provincia di Cagliari, tra Porto Pistis e il Promontorio di Torre Flumentorgiu, sulla costa sud-occidentale della Sardegna (Fig. 1). L'area dunare, situata fuori dalle grandi aree turistiche, è costituita da sabbie libere, o parzialmente fissate dalla vegetazione, che si estendono dalla spiaggia per circa un chilometro verso l'interno. Qui terminano sui fianchi o sulla sommità di modesti rilievi collinari che non superano gli 80-90 metri di altezza. L'area è molto esposta al vento di maestrale che spira con direzione NW-SE e domina nettamente per frequenze ed intensità rispetto ai venti di altra provenienza (Fig. 2). All'estremità meridionale è situato il piccolo villaggio turistico di Pistis, a carattere stagionale, al quale si accede da una strada proveniente da nord, dopo aver superato S. Antonio di Santadi. In passato il villaggio si estendeva in parte sopra le dune, a S della strada vicinale Seguris, dove erano state realizzate

diverse residenze abusive recentemente demolite. All'estremità meridionale è sorto negli ultimi anni il villaggio turistico di Torre dei Corsari, anch'esso a prevalente carattere stagionale, in progressiva espansione. Ad esso si arriva attraverso la strada provinciale S. Antonio di Santadi-Porto Palma, che aggira ad est l'area dunare. Un altro insediamento stagionale, molto contenuto, è sorto da qualche tempo nella fascia centrale della duna, sopra quota 33, al quale si accede da una pista a fondo naturale proveniente da Est.

Questi insediamenti fortunatamente sono rimasti marginali all'area dunare, che nonostante evidenti segni di degrado dovuti soprattutto al transito sregolato di fuoristrada ma anche a quello dei turisti che frequentano la spiaggia (Fig. 1) presenta ancora una marcata integrità naturale. Anche per questo le dune di Pistis sono state dichiarate area di rilevante interesse naturalistico e sottoposte a delle prime misure di salvaguardia quali l'apertura di strade, cave o modifiche delle caratteristiche fisiche e idrologiche.

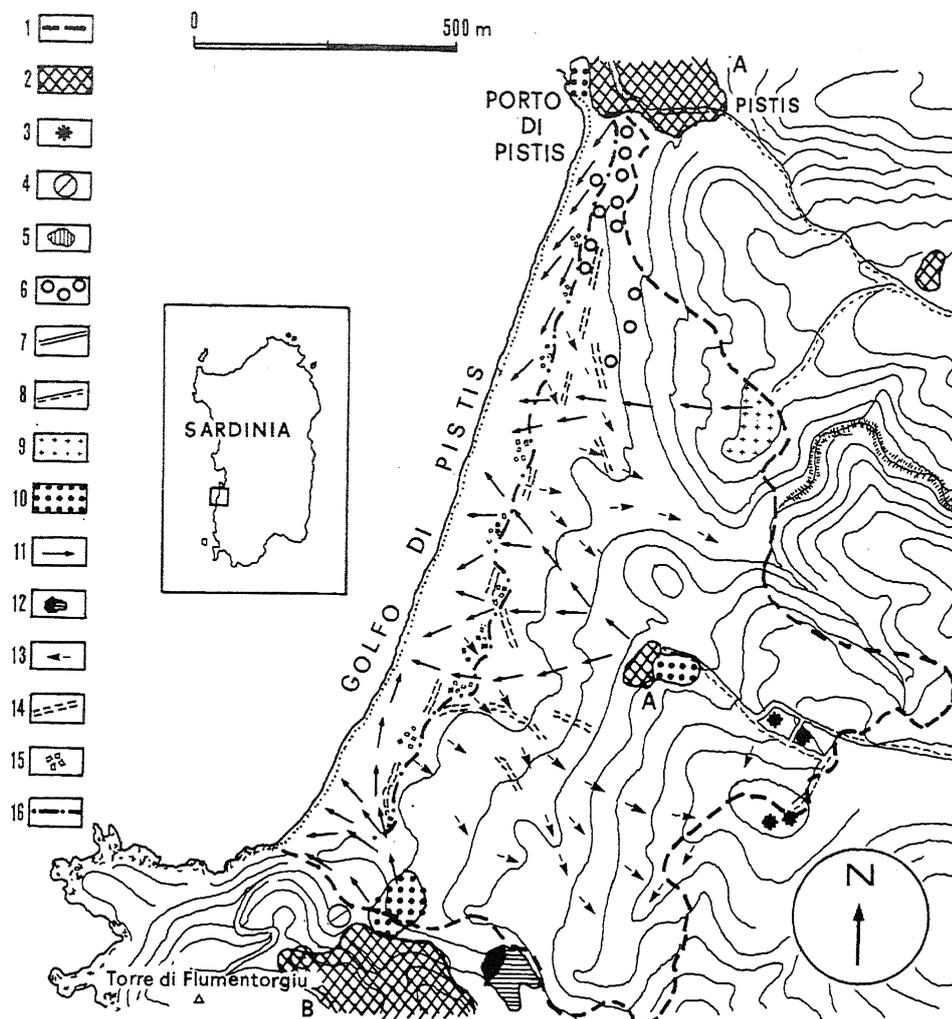


Fig. 1 - Ubicazione dell'area studiata e Carta dell'antropizzazione. Legenda: 1 - Limite interno della duna; 2 - Insediamenti turistici a frequentazione stagionale con smaltimento delle acque reflue nel suolo o tramite di impianto di depurazione; 3 - Residenze turistiche sparse (stagionali); 4 - Servizi per la balneazione; 5 - Azienda agro-pastorale; 6 - Terrazzamenti di insediamenti abusivi recentemente demoliti; 7 - Viabilità principale; 8 - Viabilità secondaria su piste a fondo naturale; 9 - Zona di prelievo di sabbia avvenuto in passato; 10 - Aree di parcheggio; 11 - Percorsi prevalenti per la frequentazione della spiaggia; 12 - Sbarramento artificiale, con argine in terra, per l'approvvigionamento idrico; 13 - Percorsi prevalenti per la frequentazione delle dune; 14 - Tracce di piste di fuoristrada osservate durante l'anno 1992. 15 - Rifiuti solidi in vetro, legno o plastica lasciati dall'ondazione; 16 - Limite interno della spiaggia.

*Location of study area and map of anthropic interventions. Legend: 1 - Inner boundary of the dune; 2 - Touristic resorts inhabited only in the summer with waste water disposal in the soil or by means of purification plants; 3 - Scattered touristic resorts (seasonal); 4 - Beach facilities; 5 - Farms; 6 - Terracing of unauthorized settlements recently demolished; 7 - Main roads; 8 - Secondary roads; 9 - Former areas of sand extraction; 10 - Parking area; 11 - Main routes to the beach; 12 - Dams with earth embankments for water supply; 13 - Main routes to the dunes; 14 - Signs of tracks of off-road vehicles observed in 1992; 15 - Solid waste (glass, wood, plastic) thrown up on to the beach; 16 - Inner boundary of the beach.*

## 2. LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Le dune, costituite da sabbie quarzoso-feldspatiche medio-fini, di colore chiaro bianco-giallognolo, ricoprono un basamento di rocce metamorfiche costituito in prevalenza da alternanze di quarziti minute o ciottolose (es. Porto Pistis), arenarie sericitiche e scisti filladici di ambiente torbididico del Cambriano-Ordoviciano (Barca & Marini 1980; Barca *et al.*, 1982) facenti parte dell'*Unità tettonica dell'Arborese* (Fig. 2). Localmente intercalate nella successione arenaceo-filladica, sono presenti vulcaniti acide e vulcanoclastiti verdastre dell'Ordoviciano

affioranti più estesamente a S di Torre Flumentorgiu.

Questo basamento metamorfico, impermeabile, mostra nella sommità dei rilievi collinari evidenti tracce di un'antico penepiano. Gli stessi rilievi sono solcati da tre modesti corsi d'acqua a carattere temporaneo, alquanto ramificati, dei quali solo il Rio di Pistis e il Rio de Sa Barca riescono a raggiungere il mare nella stagione piovosa. Il Rio de Su Mobenti, invece, si perde nel subalveo, dopo aver formato un piccolo laghetto temporaneo creatosi per effetto dello sbarramento sabbioso prodotto dalla ricaduta delle sabbie dal fronte avanzato delle dune.

Nei pressi della fascia altimetrica 70-80, poco a W

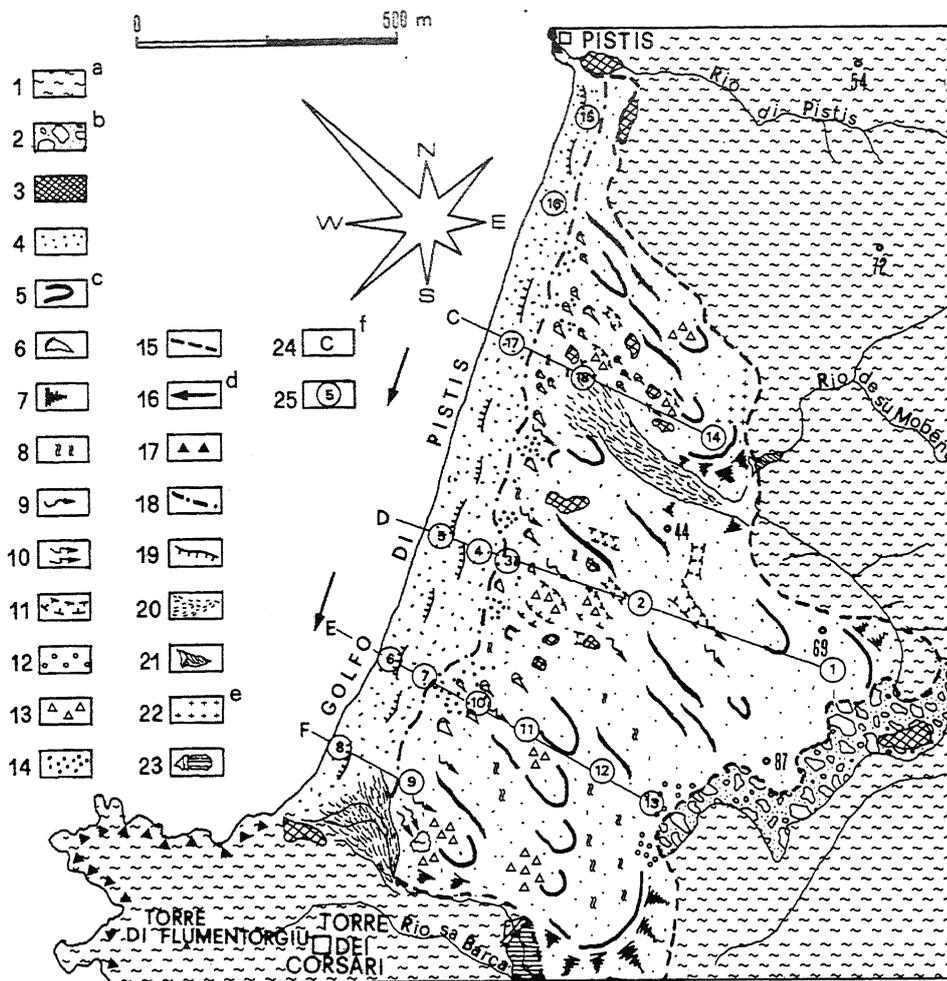


Fig. 2 - Carta geomorfologica schematica e rosa dei venti. Legenda: **a** - Litologia del substrato: 1 - Alternanza di quarziti da conglomeratiche a minute, arenarie sericitiche e scisti filladici con locali intercalazioni di porfiroidi (Cambriano *p.p.* - Ordoviciano *p.p.*); **b** - Depositi superficiali: 2 - Alluvioni antiche terrazzate ad elementi poligenici ben arrotondati (Pliocene?); 3 - Arenarie eoliche a stratificazione incrociata da debolmente cementate a ben cementate (Würm), localmente con paleosuoli ad elementi detritici (fascia centrale); 4 - Sabbie della spiaggia e delle dune recenti ed attuali; **c** - Forme e processi eolici: 5 - Cresta delle dune; 6 - Accumuli da ostacolo; 7 - Zona di ricaduta di sabbia sottovento; 8 - Ripples eolici; 9 - Zona di intensa deflazione; 10 - Affioramenti rocciosi eolizzati; 11 - Solchi e conche di deflazione; 12 - Pavimenti ad elementi ciottolosi grossolani eolizzati; 13 - Pavimenti ad elementi a spigoli vivi eolizzati; 14 - Pavimenti ad elementi ciottolosi minuti; 15 - Limite interno delle dune. **d** - Forme e processi litorali: 16 - Deriva litorale; 17 - Costa rocciosa; 18 - Limite interno della spiaggia; 19 - Berma ordinaria e berma di tempesta; 20 - Sabbie eoliche fluite durante la stagione piovosa; 21 - Laghetto di sbarramento eolico; **e** - Forme e processi antropici: 22 - Zone interessate in passato da prelievi di sabbia; 23 - Laghetto per l'approvvigionamento idrico. **f** - Profili campionati; 24 - Ubicazione dei profili; 25 - Punti di campionatura.

*Schematic geomorphological map and wind rose. a - Bedrock rock types: 1 - Quartzites of various grain-size alternated with sericitic sandstones and phyllites locally interbedded with porphyric rocks (Cambrian *p.p.* - Ordovician *p.p.*); b - Surface deposits: 2 - Ancient terraced alluvial deposits with well-rounded polygenic elements (Pliocene?); 3 - Slightly to well cemented cross bedded eolian sandstones (Würm), locally (segue) →*

di Mitza S'Acqua S'Ollastu, il basamento metamorfico (Fig. 2) è ricoperto da lembi di una coltre di alluvioni ciottolose con elementi ben elaborati di rocce dello stesso basamento ma anche di rocce calcaree mesozoiche e mioceniche (oggi non affioranti nei dintorni). Tali alluvioni presentano una matrice argillosa rossastra e sono riconducibili ad una antica idrografia di probabile età pliocenica; localmente sono ricoperte da arenarie eoliche ben cementate, a stratificazione incrociata, di età würmiana, che affiorano anche in vari lembi isolati all'interno del complesso dunare. In uno di tali lembi, emergente nella zona centrale delle dune, le arenarie eoliche sono ricoperte da un paleosuolo con elementi poligenici, spigo-

losi, e subordinatamente arrotondati, quest'ultimi provenienti dal rimaneggiamento delle alluvioni plioceniche sovrastanti. Sempre nella zona centrale della duna, nei pressi del terrazzo di spiaggia, è stato rinvenuto un blocco di *beach-rock* arenaceo-conglomeratico ben cementato, facente parte di un più esteso affioramento presente sotto la spiaggia attuale e riconducibile all'*optimum* climatico versiliano.

Sopra quest'insieme di varie litologie si estendono le sabbie delle dune recenti ed attuali in spessori variabili da pochi centimetri sino a qualche decina di metri.

Nell'area sono presenti sia *dune attive*, con la forma complessiva di lingue paraboliche, prive di coper-

→ with paleosols containing debris (middle area); 4 - Recent and modern beach and dune sands. **c** - Eolian processes and forms: 5 - Crest of dunes; 6 - Sand drifts; 7 - Lee side grain fall area; 8 - Eolian ripples; 9 - Zone of strong deflation; 10 - Eolized rocky outcrops; 11 - Deflation depressions; 12 - Floor with coarse eolized pebbles; 13 - Floors with eolized angular elements; 14 - Floors with granules; 15 - Inner boundary of the dunes. **d** - Littoral forms and processes: 16 - Littoral drift; 17 - Cliff; 18 - Inner boundary of the beach; 19 - Berm and storm berm; 20 - Rain laid eolian sands; 21 - Small lake dammed by eolian sands. **e** - Anthropic forms and processes; 22 - Former zones of sand extraction; 23 - Small lake for water supplies. **f** - Profiles sampled; 24 - Location of the profiles; 25 - Sampling points.

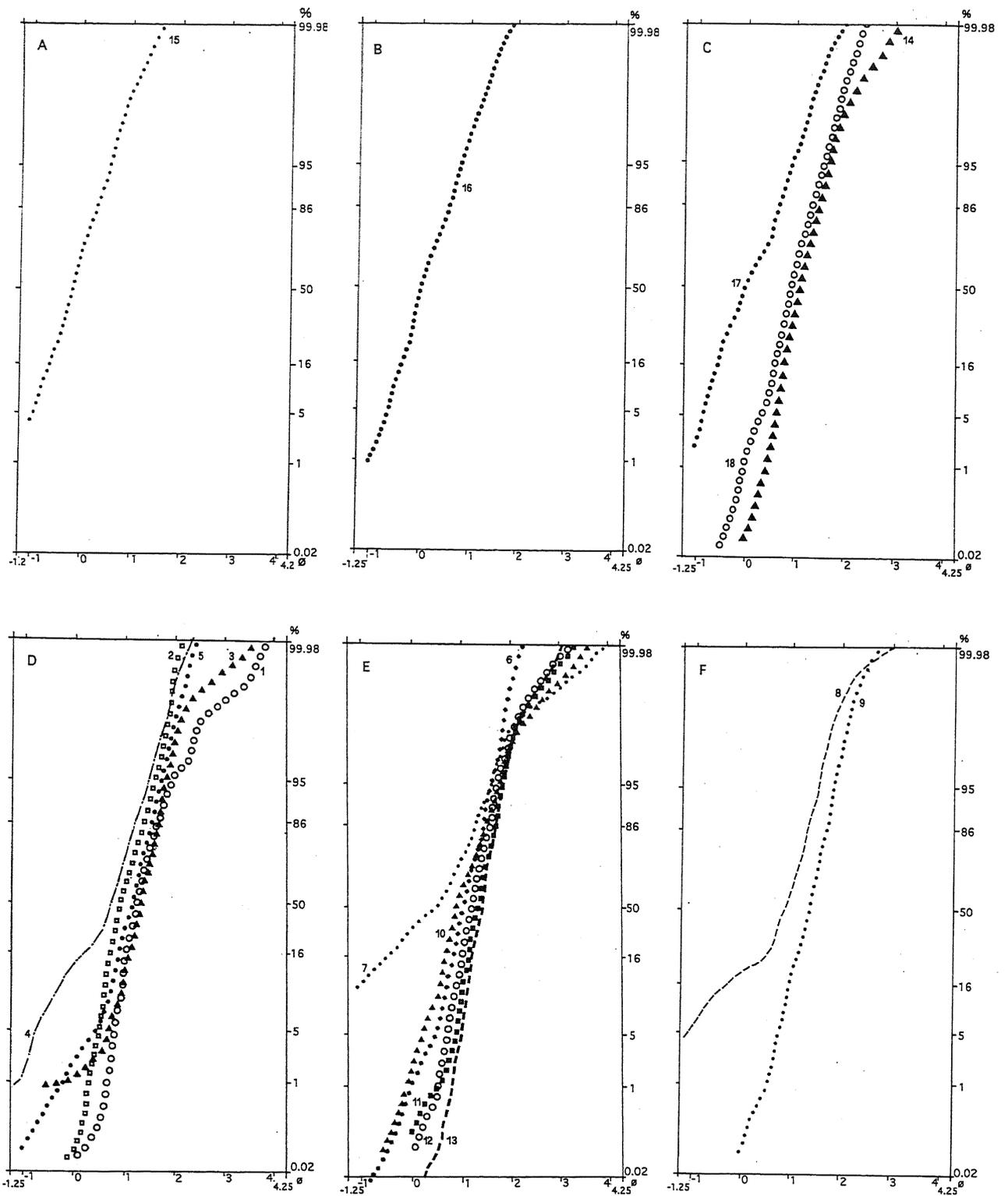


Fig. 3 - Curve granulometriche dei campioni analizzati.  
 Grain size distribution in analysed samples.

tura vegetale, soggette a continue modificazioni ad opera del vento, sia *dune inattive*, fissate da associazioni vegetali di varia densità ed altezza che ostacolano l'azione del vento e favoriscono localmente l'ulteriore evoluzione costruttiva delle forme. Tuttavia, solo raramente, in vicinanza delle aree marginali settentrionali, la copertura vegetale si fa più densa e le dune risultano prevalentemente stabili. Mentre, nel settore meridionale, per effetto del calpestio e del transito incontrollato di fuoristrada, che danneggia le strutture protettive vegetali, è evidente la tendenza ad una progressiva mobilitazione delle dune embrionali e delle dune da ostacolo.

Le aree più esposte a questi fenomeni sono riconoscibili dalla presenza di *solchi* e *conche di deflazione* di varie dimensioni, con gli apparati radicali di piante e arbusti spesso in affioramento, e da corpi dunari allungati troncati da gradini netti nella zona sopravento. Generalmente si osserva che, al piede delle dune, i solchi, evolvono in piccole depressioni ellissoidiche e quindi in conche di deflazione. Dove la deflazione è più attiva, oltre alle forme descritte, si rinvengono superfici disseminate di frammenti di varie granulometria che tendono a coprire l'intera superficie per l'allontanamento progressivo dei granuli più fini. Si originano così diversi tipi di *pavimenti eolici* che nei terrazzi di spiaggia sono costituiti da ciottoli minuti e ben classati, prevalentemente quarzosi e ben arrotondati, mentre, sui versanti e alla loro base, sono a prevalente componente scistosa con elementi eterogenei di dimensioni varie e a spigoli vivi, con superfici intensamente eolizzate dall'azione di corrosione. Ugualmente eolizzati, con tipiche microforme di corrosione (scannellature, creste e lamine emergenti), sono i lembi del basamento scistoso affioranti nel settore meridionale.

Caratteristici sono i pavimenti che si rinvengono in corrispondenza degli affioramenti delle alluvioni antiche. I loro ciottoli poligenici e ben arrotondati mostrano tipiche microforme di corrosione con faccette e carenure

variamente differenziate in funzione della litologia dei singoli elementi.

Sul fronte avanzato meridionale, nei giorni di intensa ventosità da NW, è osservabile il tipico fenomeno della *cresta fumante* con ricaduta della sabbia nella zona sottovento. Ricaduta che si inverte con i venti provenienti da SE, sempre di intensità più contenuta. Per quanto riguarda le altre microforme di erosione o di accumulo di superficie, sono frequenti "ripples eolici", sia longitudinali che trasversali, ed anche altre microforme in funzione dello stato di consistenza della sabbia e dell'energia del vento. A valle dello sbarramento eolico sul Rio de Su Molenti è presente un'ampia superficie inclinata costituita da sabbie eoliche parzialmente fluitate durante la stagione piovosa dalla falda alimentata dal sub-alveo.

### 3. CARATTERISTICHE TESSITURALI E MINERALOGICHE DELLE DUNE E DELLA SPIAGGIA

Per la caratterizzazione sedimentologica e mineralogica dei sedimenti delle dune e della spiaggia sono stati effettuati dei campionamenti lungo profili trasversali alla linea di costa (Fig. 2).

Le caratteristiche tessiturali dei campioni sono state definite tramite i parametri di Folk & Ward (1957): *diámetro medio* (Mz), *classazione* ( $\sigma$ ), *asimmetria* (SKI) e *Kurtosis* (KG). Globalmente i valori del diametro medio (Mz) sono compresi tra -0,20 e +1,40 phi (intervallo sabbie molto grossolane-medie). Il grado di selezione ( $\sigma$ ) indica sedimenti compresi tra molto ben classati e moderatamente classati (0,29-0,99); mentre i valori della asimmetria (SKI da -0,44 a +0,15) e del Kurtosis (0,71-1,33) evidenziano sedimenti da quasi simmetrici a fortemente asimmetrico-negativi e da platicurtici a leptocurtici. Le curve cumulative (Fig. 3) sono unimodali e caratterizzate dalla prevalenza di un'unica popolazione trasportata per saltazione.

Lungo i profili di campionatura si osserva una diminuzione granulometrica dalla spiaggia, dove è presente una popolazione residuale molto grossolana, verso la duna dove prevalgono le sabbie medie. Analoga diminuzione si osserva in direzione N-S. Alcune correlazioni tra i parametri granulometrici, precedentemente considerati e riportate in Fig. 4 permettono di verificare il dinamismo presente nel sistema spiaggia-duna considerato ed evidenziano (Fig. 4A) che le differenze tessiturali riscontrate sono riconducibili alla continua ripresa ed elaborazione dei sedimenti ad opera delle correnti costiere e del vento (Ferrara *et al.*, 1993). In particolar modo nelle cor-

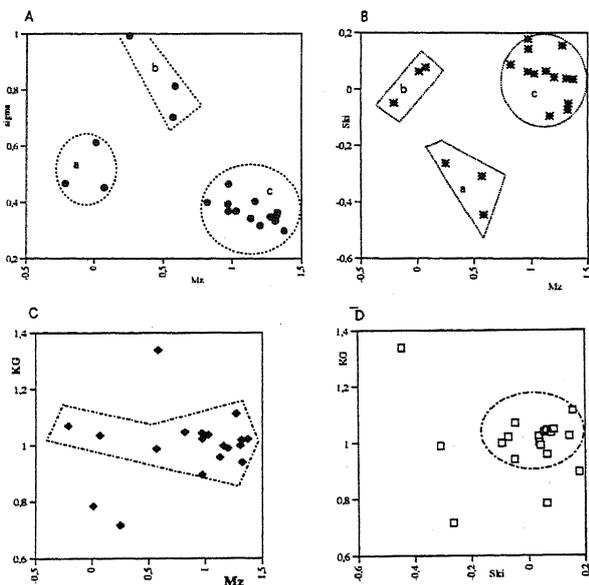


Fig. 4 - Correlazioni fra i parametri tessiturali dei sedimenti dell'area campionata.

Correlation among textural parameters of sediments in the sampled area.

Tabella 1 - Analisi chimiche dei metalli.  
*Chemical analyses of metallic elements.*

Campione	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Ni ppm	Cd ppm	Co ppm	Li ppm	Cr ppm	Fe ppm	Sr ppm	Ba ppm
ITC	16,9	29,3	3,7	133,8	8,7	1,5	2,6	4,2	7,5	4285,8	636,6	7,1
2TC	24,7	40,5	5,2	228,9	11,8	2,1	3,8	3,5	10,4	5622,6	1396,7	11,8
3TC	27,8	40,9	0,9	210,1	12,9	2,4	4,2	3,8	12,3	6605,0	1531,7	11,9
4TC	25,5	39,1	7,3	272,2	13,0	2,2	4,4	3,2	10,1	5298,0	1461,5	10,8
5TC	32,3	50,9	7,4	256,1	13,2	2,4	4,3	4,1	11,9	6522,3	1513,0	30,3
6TC	20,6	33,6	4,2	146,0	9,1	1,8	3,1	3,3	7,9	4649,6	802,4	7,1
7TC	30,6	46,5	4,8	213,9	10,9	2,1	3,8	3,7	10,6	5306,7	1234,7	8,9
8TC	33,0	50,2	5,5	254,3	12,2	2,4	4,3	3,8	27,2	13041,4	49,5	4805,8
9TC	42,5	42,0	6,8	205,0	10,6	2,3	4,1	3,8	24,3	13383,4	70,1	4121,6
IOTC	30,8	46,4	6,1	292,3	13,8	2,6	4,9	4,0	33,7	17664,0	80,2	6306,1
IITC	27,3	41,4	5,6	262,8	12,3	2,5	4,4	3,8	33,6	17394,0	107,8	5811,3
12TC	48,0	48,4	6,3	318,4	13,7	2,7	4,7	3,9	39,4	19149,7	119,8	5811,3
13TC	53,3	53,4	6,7	366,1	15,4	3,1	5,5	4,4	38,5	18044,0	85,0	6667,5
14TC	9,2	14,6	2,3	37,7	4,1	1,0	1,4	3,6	7,6	4005,2	14,0	221,8
15TC	30,1	46,5	7,1	309,7	14,1	2,6	4,9	3,7	30,6	15326,4	60,7	4348,8
16TC	27,5	19,0	2,5	64,1	4,5	0,8	1,4	2,7	6,2	5017,5	16,1	522,1
17TC	32,0	22,7	3,5	82,8	5,4	1,0	1,9	3,2	11,6	6693,8	18,8	678,2
18TC	27,8	44,2	4,8	235,4	9,6	1,8	2,9	3,2	32,2	13399,4	148,6	4861,8

relazioni diametro medio-classazione ( $Mz - \sigma$ ) e diametro medio-asimmetria ( $Mz-SKI$ ) (Fig. 4A,B), si osserva una netta separazione dei sedimenti di spiaggia (a) e di duna (c) da quelli delle zone di deflazione (b). I valori più elevati della classazione e soprattutto quelli fortemente negativi dell'asimmetria (campioni 4, 6 e 9) che caratterizzano tali sedimenti, indicano che, al contrario, in questa zona i processi selettivi sono meno efficaci ed i sedimenti sono bi- o polimodali. Ciò è ulteriormente evidenziato nelle correlazioni col parametro Kurtosis ( $SKI-KG$ ) (Fig. 4C, D); per la loro minore selezione questi sedimenti sono anche caratterizzati da distribuzioni platocurtiche o leptocurtiche e dispersi rispetto agli altri di spiaggia e di duna, quest'ultimi caratterizzati da distribuzioni mesocurtiche e quindi raggruppati in un'unica area.

L'osservazione al microscopio ottico ha messo in luce nelle mode di tutti i campioni il prevalere di una componente silicoclastica per lo più quarzosa e, subordinatamente, di una componente bioclastica carbonatica. Il grado di arrotondamento del quarzo, nelle mode, è compreso fra lo smussato e lo spigoloso. Nelle code fini sono presenti numerosi clasti di magnetite arrotondata, di olivine e di orneblende verdi. Le code grossolane sono costituite da quarzo arrotondato e smussato con le superfici generalmente opache, frammenti di bioclasti e frammenti litici (rocce metamorfiche).

Lungo i profili si osserva un arricchimento in minerali pesanti, soprattutto nelle frazioni fini dei sedimenti eolici, per la progressiva selezione operata dal vento sui sedimenti della spiaggia alta.

#### 4. CARATTERISTICHE GEOCHIMICHE

La distribuzione degli elementi studiati (Tab. 1) riflette le litologie dell'entroterra e, come già osservato per le caratteristiche tessiturali e i processi sedimentari in atto lungo il corpo sabbioso spiaggia-duna, in accordo anche con quanto rilevato da Moura & Kronenberg (1990). I tenori di Pb, Zn, Cu, Mn, Ni, Cd, Co, Li e Cr, come già visto in precedenti lavori (Cristini *et al.*, 1992), sono caratteristici delle rocce metamorfiche (successione arenaceo-filladica con vulcaniti e vulcanoclastiti intercalate) e delle rocce vulcaniche affioranti nell'intorno, a Nord con i basalti di Capo Frasca e ad Est con le vulcaniti andesitico-basaltiche dell'Arcuentu.

La Tabella 1 evidenzia che il bario è disperso in tutto il corpo sabbioso con una distribuzione bimodale; la sua presenza è legata a tracce di mineralizzazioni esistenti nell'entroterra (Marcello *et al.*, 1978). I suoi valori mostrano una elevata concentrazione nel settore meridionale delle dune, ove superano i 6000 ppm, probabilmente per effetto degli apporti sedimentari del Rio Sa Barca, ripresi poi dall'azione eolica, e, subordinatamente nella parte settentrionale del corpo sabbioso, ove risultano determinanti gli apporti del Rio di Pistis.

Dalla tabella si rileva anche che la distribuzione dello Sr è inversa a quella del Ba. Lo Sr è infatti contenuto in quantità rilevanti (600-1500 ppm) nei sedimenti del profilo centrale del corpo sabbioso e, soprattutto, in

quelli di spiaggia. Tale distribuzione potrebbe essere legata agli apporti del Rio de Su Mobenti, poi ridistribuiti dal moto ondoso oppure a fenomeni selettivi dovuti ai processi litorali.

La Figura 5 mette in correlazione l'andamento di Fe, Sr, e Ba. Si osserva come l'andamento del ferro segua quello del bario. L'andamento dello stronzio, invece, conferma le considerazioni precedentemente esposte.

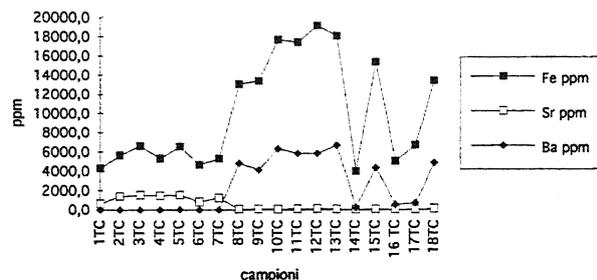


Fig. 5 - Trend di Fe, Sr e Ba nell'area analizzata.  
Fe, Sr and Ba trends in the studied area.

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le dune studiate sono costituite da sabbie prevalentemente quarzose con subordinati elementi feni, litici e bioclastici poggianti su un substrato di rocce paleozoiche arenace ofilladiche. I corpi sabbiosi, solo localmente fissati dalla vegetazione, hanno una forma complessiva di lingue paraboliche coalescenti con asse disposto secondo la direzione NW-Se del vento dominante di maestrale. La stessa direzione hanno anche le forme minori da ostacolo. All'interno del sistema dunare sono state rinvenute tipiche morfologie eoliche quali conche e solchi di deflazione, campi di *ripples*, pavimenti ciottolosi e affioramenti rocciosi o detritici eolizzati.

Le analisi sedimentologiche hanno messo in luce una omogeneità tessiturale tra i sedimenti dalla spiaggia e quelli delle dune, mentre i sedimenti della battigia e della spiaggia alta soggetta a deflazione risultano più grossolani; tutti i campioni studiati possono essere classificati come ben classati o moderatamente classati, mentre il grado di arrotondamento è compreso tra lo smussato e lo spigoloso. La correlazione tra i parametri granulometrici consente di discriminare i sedimenti di spiaggia e di duna da quelli della fascia di transizione.

Le analisi geochimiche denotano una composizione che dipende dalle caratteristiche delle province petrografiche di provenienza. Ciò si deduce dalla concentrazione di Fe, Sr e Ba, elementi caratterizzanti le litologie dei bacini di alimentazione.

L'intensa frequentazione turistica non regolamentata, come documentato nella Carta dell'antropizzazione, arreca danno alla vegetazione spontanea ed accentua la deflazione causando il progressivo degrado del sistema dunare che richiede urgenti misure di tutela.

## BIBLIOGRAFIA

- Barca S. & Marini C., 1980 - *Lineamenti litostratigrafici e sedimentologici del "Postgotlandiano" del Fluminese, (Sardegna SW)*. Mem. Soc. Geol. It., **20** (1979), 203-213, Roma.
- Barca S., Coccozza T., Del Rio M. & Pittau Demelia P., 1982 - *Discovery of Lower Ordovician acritarchs in the "Postgotlandiano" sequence of Southwestern Sardinia (Italy): age and tectonic implications*. Boll. Soc. Geol. It., **100** (1981), 377-392, Roma.
- Barca S., Ferretti A., Massa P. & Serpagli E., 1992 - *The Hercinian Arburese Tectonic unit of SW Sardinia. New stratigraphic and structural data*. Riv. It. Paleont. Strat., **98**, in press.
- Blundy J.D. & Wood B.J., 1991 - *Crystal-chemical controls on the partitioning of Sr and Ba between plagioclase feldsparsilicate melts and hydrothermal solutions*. Geochem. and Cosmochem Acta, **55**, 193-209.
- Carnignani L., Pertusati P.C., Barca S., Carosi R., Di Pisa A., Gattiglio M., Musumeli G., & Oggiano G., 1992 - *Struttura della catena ercinica in Sardegna*. Gruppo Inf. Geol. Strutt., Centro Offset, Siena, 1-177.
- Cristini A., Di Gregorio F. & Ferrara C., 1992 - *Sedimentological and geochemical characteristics of beaches on the southeastern coast of Sardinia and their dependence on source*. Boll. Ocean. Teor. e Appl., **X**(2-4), 211-223, Trieste.
- Ferrara C., Lecca L. & Carboni S., 1993 - *Late Pleistocene-Holocene sedimentary facies on the Sardinian continental shelf between Capo S. Marco and Nebida*. Estudios sobre Cuaternario, 99-106. Fumanal y Bernabeu (eds.), Valencia.
- Folk R.L. & Ward W.C., 1957 - *Brazos Riva bar: a study in the significance of grain size parametry*. J. of Sed. Petrol., **27**, 3-26.
- Friedman G.M., 1979 - *Address of the Retiring President of the International Association of Sedimentologists: differences in size distributions of populations of particles among sands of various origins*. Sedimentology, **26**, 3-32.
- Marcello A., Pretti S. & Salvadori I., 1978 - *Carta metallogenica della Sardegna*. Serv. Geol. d'Italia, Lit.

- Art. Cart., Firenze.
- Moura M.L. & Kroonenburg S.B., 1990 - *Geochemistry of Quaternary fluvial and eolian sediments in the southeastern Netherlands*. *Geologie en Mijnbouw*, **69**, 359-373.
- Pye K., 1982 - *Negatively skewed eolian sands from a humid tropical coastal dunefield, Northern Australia*. *Sediment. Geol.*, **31**, 249-266.

Regione Autonoma della Sardegna, 1989 - *Carta Geologica d'Italia, Foglio geologico Capo S. Marco-Oristano*. Tip. Salomone, Roma.

*Manoscritto ricevuto il 30. 7. 1993*  
*Inviato all'Autore per la revisione il 14. 3. 1994*  
*Testo definitivo ricevuto il 30. 12. 1994*