

## EVOLUZIONE PLEISTOCENICA DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE DEL SALENTO ORIENTALE: FATTORI DI CONTROLLO TETTONICI E/O EUSTATICI

F. Budillon e G. Aiello

Istituto di Ricerca "Geomare Sud", CNR, Via Amerigo Vespucci 9, 80142, Napoli

**Evoluzione pleistocenica della piattaforma continentale del Salento orientale: fattori di controllo tettonici e/o eustatici – Riasunto.** L'evoluzione stratigrafica dell'offshore del Salento (Adriatico meridionale) appare fortemente condizionata dalle fasi di sollevamento tettonico dell'avampaese apulo nel Pleistocene medio, mentre, a partire dal tardo Pleistocene medio fino all'Olocene, sembra piuttosto controllata dalle variazioni glacio-eustatiche. L'intervallo stratigrafico analizzato attraverso l'interpretazione di 183 miglia nautiche di profili sismici a riflessione monocanale (Sparker 1 kJ) comprende alla base calcari paleocenico-oligocenici ("Calcarei di Castro"), che formano il basamento acustico ed al tetto depositi recenti ed attuali legati all'ultima fase di stazionamento alto del livello marino. L'architettura stratigrafica dell'area è caratterizzata dalla presenza di unità progradazionali e retrogradazionali, sovrapposte ad una estesa successione progradante che amplia la piattaforma di diverse decine di chilometri. Tre principali discontinuità sono particolarmente evidenti nella parte alta della successione: esse sono il risultato di importanti episodi erosivi per esposizione subaerea della piattaforma e della loro successiva rielaborazione operata dal passaggio della linea di riva, durante le risalite glacio-eustatiche (superfici di *ravinement* RS3, RS2 e RS1).

Alcune biocostruzioni algali, affioranti a fondo mare, identificate attraverso i dati sismoacustici e campionate tramite dragaggi al largo di S. Maria di Leuca, ricoprono la superficie di *ravinement* più recente, corrispondente alla fase di risalita eustatica di 18 ka (RS3). Corpi algali analoghi sono stati identificati anche su superfici più antiche (RS2 e RS1), suggerendo quindi analoghe condizioni ambientali per la formazione dei *patch reefs* ed uguale significato genetico delle superfici RS su cui essi poggiano.

Mentre il controllo tettonico, determinato dal sollevamento dell'avampaese pugliese, ha fortemente condizionato nel Pleistocene medio il margine del Salento, producendo un cuneo progradante ampio diverse decine di km, le variazioni glacio-eustatiche hanno controllato l'architettura dei depositi di piattaforma durante il Pleistocene superiore e l'Olocene, generando sequenze deposizionali incomplete del 4° ordine. Durante questo intervallo temporale il prevalere del segnale eustatico, che peraltro ha agito durante tutto il Pleistocene glaciale, suggerisce una consistente diminuzione del tasso di sollevamento tettonico in questo settore dell'avampaese apulo durante gli ultimi 250 ka circa.

**Pleistocene evolution of the eastern Salento continental shelf: tectonic and/or eustatic controls - Abstract:** Sequence stratigraphic interpretation of about 183 nautical miles of single-channel reflection seismic profiles (Sparker 1 kJ) allows us to investigate the Pleistocene stratigraphic record of the continental shelf offshore the eastern Salento area (Apulia, Southern Italy); stratal patterns and depositional sequences in the Middle-Late Pleistocene succession are described. The acoustic substratum consists of Paleocene-Oligocene limestones ("Calcarei di Castro"), cropping out in the coastal cliffs of the Salento region. Three main unconformities (RS1, RS2 and RS3), identified in the whole investigated area, outline the stratigraphic evolution of the eastern Salento continental shelf, which is characterized by Late Pleistocene-Holocene alternating progradational and retrogradational units, on a wide Middle Pleistocene prograding wedge. The above unconformities have been interpreted as erosional surfaces related to the landward shift of the shoreline (*ravinement* surfaces) during sea level rises.

A number of patch-reef shaped algal buildups, recognized by seismic interpretation and sampled by dredging offshore S. Maria di Leuca overlie the youngest erosional surface (RS3, starting from 18 ka). Patch-reef shaped features have been recognized on seismic profiles even at lower stratigraphic levels, namely on RS2 and RS1, thus suggesting similar environmental conditions for the formation of patch reefs and confirming the genetic meaning of the RS.

Seismic interpretation and correlation with mainland geology suggest that different factors have controlled the stratigraphic evolution of the Salento continental shelf during the Pleistocene. Tectonic control, relative to the uplift of the Apulian foreland, prevailed in the Middle Pleistocene, producing a wide forced regression prograding wedge which enlarged the shelf of several kilometers. Eustatic sea level changes controlled the stratigraphic evolution during the Late Pleistocene-Holocene, creating 4th order incomplete depositional sequences. Eustatic signal overwhelming the tectonic one may indicate a decrease in the rate of uplift of the Apulian foreland for the last 250 ky.

**Parole chiave:** stratigrafia sequenziale, piattaforma continentale, Pleistocene, Adriatico meridionale, sismica di alta risoluzione.

**Key words:** sequence stratigraphy, continental shelf, Pleistocene, Southern Adriatic Sea, high resolution seismics.

### 1. INTRODUZIONE

I processi che hanno condizionato l'assetto stratigrafico e la fisiografia della piattaforma continentale del Salento (fig. 1) appaiono legati alle fasi di sollevamento tettonico dell'avampaese apulo durante il Pleistocene (Doglioni et al., 1994), alle variazioni glacioeustatiche

del livello marino ed a un significativo apporto sedimentario silicoclastico di età medio pleistocenica, relativamente elevato se paragonato a quello attuale (Aiello et al., 1995). La piattaforma continentale è caratterizzata dalla presenza, a fondo mare, di un'ampia superficie erosiva che si estende fino alla piattaforma interna; su questa poggia un esiguo cuneo di sedimentazione olo-

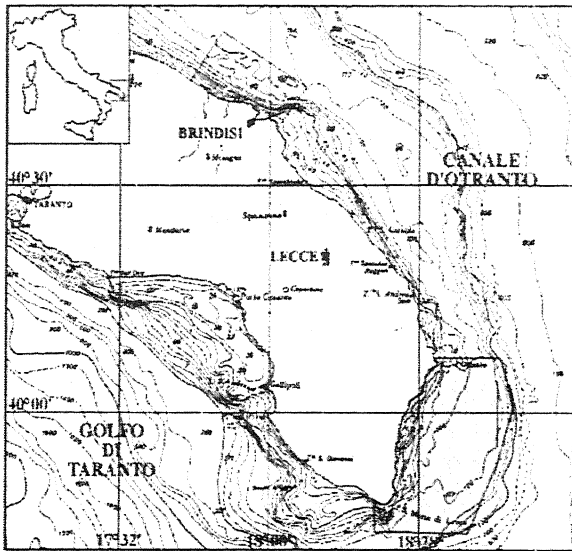


Fig. 1 - Piattaforma continentale del Salento e localizzazione delle aree studiate; le profondità sono espresse in metri.

Sketch map showing the Salento continental shelf and the location of the study areas; isobaths in meters.

cenica, limitato alle aree sotto costa ed il cui spessore diminuisce procedendo da Brindisi verso Otranto e S. Maria di Leuca. Tale quadro deposizionale è probabilmente legato all'attuale fase di stazionamento alto del livello marino ed alla circolazione oceanografica, che favorisce la dispersione dei sedimenti (Artegiani et al., 1989; 1993).

La piattaforma continentale del Salento orientale mostra una successione stratigrafica pleistocenica con buona continuità laterale, tipica di un'area relativamente indeformata ("Avampese Apulo"; D'Argenio et al., 1973; Ricchetti et al., 1992). In tale contesto l'applicazione del modello della stratigrafia sequenziale nell'interpretazione delle sezioni sismiche (Posamentier and Vail, 1988; Posamentier et al., 1992), costituisce un valido approccio per la ricostruzione dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dell'area.

Il modello della stratigrafia sequenziale è stato elaborato su margini passivi di tipo Atlantico, di età meso-cenozoica, controllati da una ciclicità eustatica del terzo ordine (Mitchum et al., 1977; Posamentier and Vail, 1988). Durante il Pleistocene glaciale la ciclicità è invece caratterizzata da oscillazioni di alta frequenza (circa 100.000 anni) e di alta ampiezza (circa 100 m), che presentano elevata asimmetria, con rapide risalite e lente cadute (Shackleton and Opdyke, 1973; Martinson et al., 1987). Nei margini continentali recenti l'architettura stratigrafica è caratterizzata da un prevalente sviluppo dei depositi relativi alle fasi di caduta e di stazionamento basso del livello del mare rispetto a quelli formati durante le fasi di risalite e di stazionamento alto, come evidenziato in particolare per l'area mediterranea (Trincardi and Field, 1991; Tesson et al., 1993; Chiocci et al., 1997). Alcuni autori hanno quindi proposto una variazione al modello stratigrafico-sequenziale, inserendo un *system tract* di "regressione forzata" (FST), che si forma durante le fasi di caduta relativa del livello marino

(Hunt and Tucker, 1992). Le parasequenze relative alle fasi di regressione forzata si formano in seguito a diminuzioni nella velocità di caduta del livello marino e vengono successivamente "abbandonate" ed "isolate" quando il tasso di variazione eustatica si incrementa nuovamente. Il dibattito scientifico riguarda soprattutto la posizione dei limiti di sequenza, che, nel modello di Hunt and Tucker (1992) delimitano superiormente i depositi di regressione forzata fino al punto di massima caduta del livello marino, in alternativa al classico modello della stratigrafia sequenziale (Posamentier and Vail, 1988), che li pone alla base dei depositi di basso stazionamento, comprensivi anche dei depositi di caduta (Tesson et al., 1993).

Le superfici erosive che caratterizzano l'assetto stratigrafico delle piattaforme continentali a bassa pendenza sono in genere a carattere policiclico: esse si formano durante le fasi di caduta relativa del livello marino e vengono riprese e successivamente rielaborate durante le risalite relative. La frequente assenza di depositi trasgressivi paralici, dovuta alla loro scarsa potenzialità di preservazione, porta spesso alla coincidenza dei limiti di sequenza con le superfici trasgressive di erosione marina. Tali superfici, definite di *ravinement* (Posamentier and James, 1993), si individuano durante il passaggio erosivo della linea di riva e la loro formazione risulta associata ad una consistente rielaborazione dei sedimenti operata dal moto ondoso.

Le superfici di *ravinement*, nonostante il loro carattere diacrono, sono particolarmente utili nella formulazione di un modello stratigrafico-sequenziale e possono essere considerate come *markers* stratigrafici. Tali superfici si formano durante l'intervallo di tempo corrispondente, nella curva isotopica, al passaggio dagli stadi "pari" a quelli "dispari" (Shackleton and Opdyke, 1973; Fairbanks and Matthews, 1978; fig. 2). E' questo il caso dell'*offshore* del Salento, dove nel record stratigrafico del Pleistocene le RS presentano un elevato potenziale di correlazione laterale, consentendo di ipotizzare un quadro cronostratigrafico generale della piattaforma continentale, anche in assenza di un controllo stratigrafico diretto, fornito da carotaggi o pozzi profondi. Infatti la grande continuità laterale, le basse pendenze e l'elevata ampiezza delle riflessioni rendono agevole il loro riconoscimento e la possibilità di effettuare correlazioni anche su distanze dell'ordine delle decine di chilometri.

I dati interpretati in questo studio sono stati acquisiti nel 1994 durante la crociera GMS94-01 dell'Istituto di Ricerca "Geomare sud", CNR, Napoli, a bordo della nave oceanografica Urania (Aiello et al., 1994; 1995).

Le due aree selezionate ricadono nella piattaforma continentale del Salento orientale e sono rispettivamente ubicate al largo di Brindisi ed al largo di Capo d'Otranto - S. Maria di Leuca (fig. 3). Una griglia sismica, consistente di 63 miglia nautiche di profili Sparker 1kJ orientati NW-SE e NE-SW, regolarmente spaziate di circa 1 miglio nautico è stata acquisita nel settore settentrionale su un'area di 120 kmq, mentre 120 miglia nautiche di profili sono stati registrati nel settore meridionale su un'area di circa 1200 kmq. La risoluzione verticale dei dati sismici è di circa 5 metri e la loro penetrazione è corrispondente ad una scala verticale di 0.5 sec.

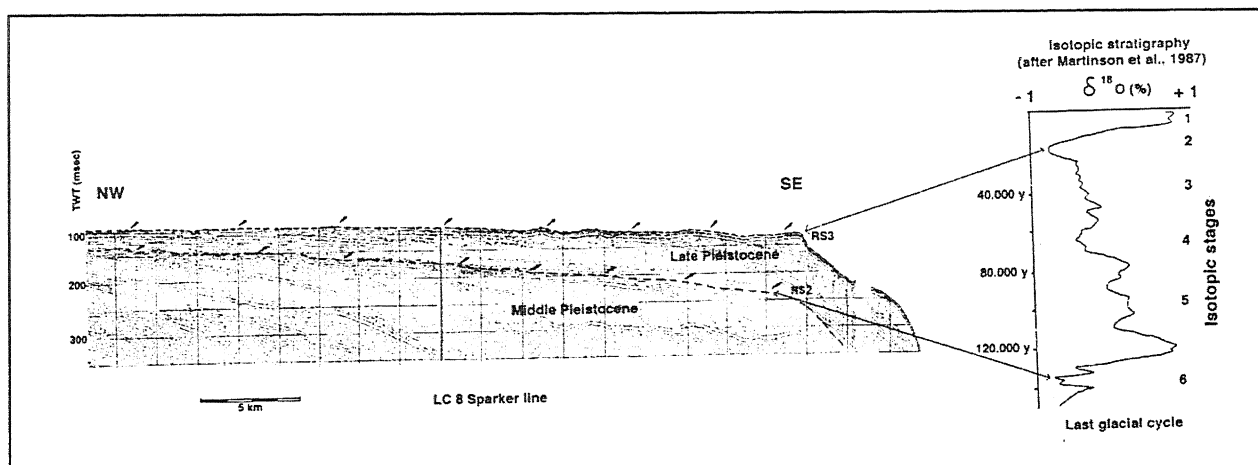


Fig. 2 - Correlazione tra le superfici di *ravinement* presenti nella successione pleistocenica della piattaforma continentale del Salento e la curva degli isotopi dell'ossigeno. La superficie RS2, che delimita superiormente il cuneo progradante del Pleistocene medio è correlabile con il passaggio tra gli stadi isotopici 6 e 5, mentre la RS3, che delimita superiormente il Pleistocene superiore, è correlabile con il passaggio dallo stadio isotopico 2 a 1.

*Correlation between the ravinement surfaces recognized in the Pleistocene succession of the Salento continental shelf and the curve of the oxygen isotopic stratigraphy. The unconformity RS2, overlying the Middle Pleistocene prograding wedge may correspond to the transition between the isotopic stages 6 and 5, while the RS3, overlying the Late Pleistocene wedge, correspond to the transition from the isotopic stage 2 to 1.*

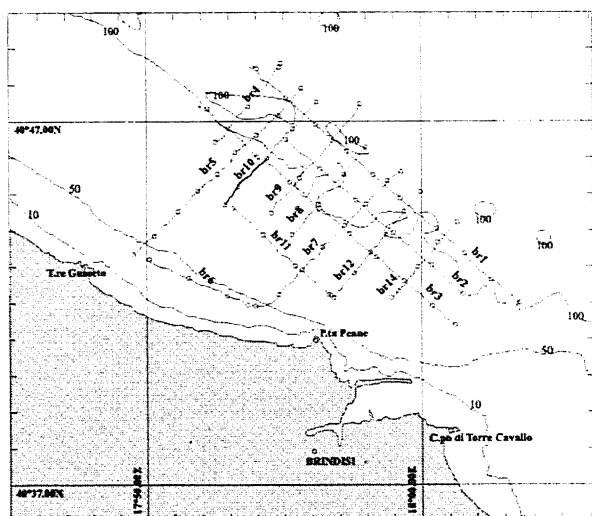
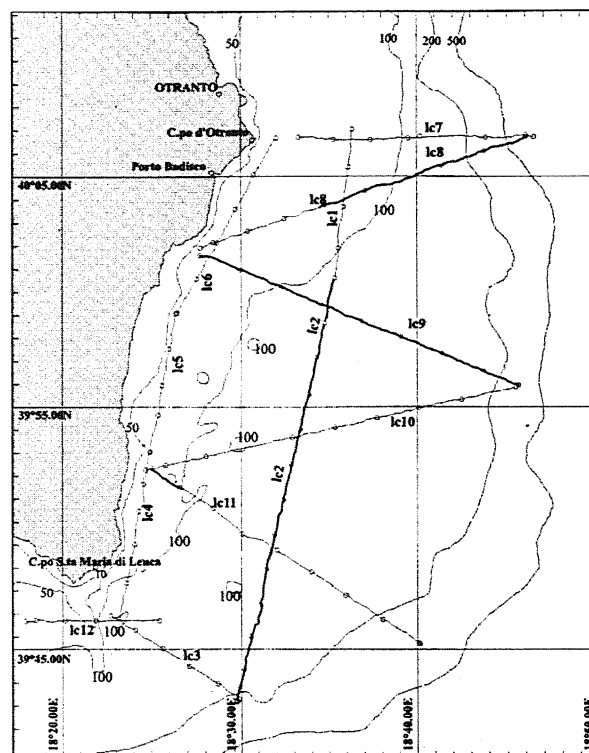


Fig. 3 - Localizzazione dei profili Sparker 1 kJ acquisiti in due aree selezionate della piattaforma continentale del Salento, rispettivamente poste a nord di Brindisi (a) e tra Capo d'Otranto e S. Maria di Leuca (b).

*Location of the Sparker 1 kJ acoustic profiles recorded in the Salento continental shelf north of Brindisi (a) and between Capo d'Otranto and S. Maria di Leuca (b).*



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Studi geologici e sedimentologici sui terreni neogenici del Salento meridionale hanno evidenziato la presenza di depositi organizzati in quattro cicli sedimentari, il cui substrato, estesamente affiorante nella zona emersa adiacente all'area indagata, è rappresentato dai "Calcari delle Murge" (Giurassico superiore - Cretacico)

e dalla Formazione dei "Calcari di Castro" (Paleocene-Oligocene), organizzati in blande pieghe risultanti da una tettonica compressiva polifasica, di età compresa tra il Paleogene ed il Pleistocene medio (Bossio et al., 1988).

La "Pietra Leccese", l'unità più bassa del ciclo sedimentario più antico (Burdigaliano superiore - Messiniano inferiore), è a luoghi caratterizzata da lacune stratigrafiche

che legate ad episodi di erosione sottomarina; questo ciclo sedimentario termina nel Messiniano inferiore, con le "Calcareni di Andrano". Sulle unità mioceniche giace in discordanza angolare la "Formazione di Leuca" (Pliocene inferiore) che rappresenta il secondo ciclo sedimentario. Il ciclo seguente è costituito dalla "Formazione di Uggiano La Chiesa", che raggiunge la base del Pleistocene inferiore (Santerniano). L'ultimo ciclo, formato dalle "Calcareni del Salento" (Siciliano), affiora sulla costa salentina, in contatto trasgressivo sia sui "Calcari di Castro" che sui sedimenti miocenici (Bossio et al., 1988).

A partire dal Pleistocene medio, la presenza in affioramento di successioni riconducibili a cicli sedimentari regressivi, separati da superfici di discordanza, evidenzia un generale sollevamento dell'avampese salentino, confermato anche dalla distribuzione regionale delle linee di costa fossili. Infatti, le oscillazioni eustatiche del livello marino ed il sollevamento tettonico hanno prodotto superfici terrazzate, attualmente rinvenibili tra la linea di costa attuale e i 200 m sul livello del mare (Cosentino e Gliozzi, 1988; Ciaranfi et al., 1992; 1994; Ricchetti et al., 1992).

Le lacune stratigrafiche e le discordanze angolari che separano i vari cicli, sono presumibilmente la conseguenza di una tettonica compressiva polifasica, legata alla fase collisionale paleogenica della microplacca adriatica (D'Argenio et al., 1973; Ricchetti et al., 1992) e di altre fasi tettoniche compressive, protrattesi fino al Pleistocene medio, che hanno generato ampie anticlinali e sinclinali, all'incirca perpendicolari alla struttura antiforale principale. Analoghe strutture antiforali e sinforali riconosciute nella successione pleistocenica della piattaforma continentale del Salento (fig. 6) potrebbero ben collegarsi con gli allineamenti strutturali compressivi documentati a terra.

L'evoluzione morfologica recente dell'area in esame è stata prevalentemente controllata dalle oscillazioni glacio-eustatiche del livello marino tra il Pleistocene superiore e l'Olocene. Studi precedenti riguardano l'andamento delle linee di riva fossili pleistoceniche (Ciaranfi et al., 1992; 1994), i caratteri dei depositi olocenici nel Canale d'Otranto (Hesse et al., 1971; Ciaranfi e Chiri, 1994) e la morfologia costiera (Mastronuzzi et al., 1989). Mentre la sedimentologia e la stratigrafia sequenziale della piattaforma adriatica centro-settentrionale sono state studiate in dettaglio (Brambati et al., 1983; Ciabatti et al., 1987; Curzi e Tomadin, 1987; Colantoni et al., 1989; Curzi e Giordani, 1989; Correggiari et al., 1992; Trincardi et al., 1994), solo pochi studi sono stati eseguiti sulla piattaforma continentale pugliese (Fabbri e Galignani, 1972; Ciaranfi e Chiri, 1994).

Le zone di piattaforma si raccordano ai settori bacinali a sud di Bari attraverso scarpate acclivi in erosione, fortemente controllate dalla paleogeografia mesozoica (Aiello, 1992; 1994; de Alteriis and Aiello, 1993). L'estremo settore dell'Adriatico meridionale (Bacino di Otranto) è caratterizzato da sistemi torbiditici di scarpata con frequenti *slumps* ricoperti nei settori più meridionali da sedimenti emipelagici olocenici (Hesse et al., 1971).

### 3. UNITA' SISMICHE

La stratigrafia della piattaforma continentale del Salento orientale è caratterizzata, alla scala dei profili

sismici Sparker 1 kJ, da un ampio e spesso cuneo progradante che ricopre in discordanza il basamento acustico. La natura del basamento acustico varia sostanzialmente da Brindisi (fig. 4) a Leuca (fig. 5), come evidenziato sia dalla diversa facies sismica che dalla diversa morfologia del tetto e come confermato dalla geologia regionale. Tale basamento affiora nei settori marini prossimi alla linea di costa e si correla presumibilmente con le unità che formano le falesie attuali del Salento. Nell'area di Brindisi queste sono caratterizzate da sabbie e argille con intercalazioni calcarenitiche del Pleistocene inferiore ("Formazione di Gallipoli"; Servizio Geologico d'Italia, Foglio 1:100.000 n. 203 "Brindisi"), ben preservate da un punto di vista morfostrutturale. Nell'adiacente settore di piattaforma il tetto del substrato acustico consiste in una superficie terrazzata, a tratti incisa da canali, che si estende verso mare con basse pendenze ed è fossilizzata da un ampio cuneo progradante (fig. 4).

Più a sud, lungo le coste tra Otranto e S. Maria di Leuca le falesie costiere attuali sono formate da terreni più antichi, in particolare dalla Formazione dei "Calcari di Castro" (Paleocene-Oligocene; Servizio Geologico d'Italia, Fogli Geologici 1:100.000 n. 191 "Ostuni, n. 204 "Lecce", n. 223 "Capo S. Maria di Leuca"). Le caratteristiche sismoacustiche di tali unità evidenziano una complessa evoluzione morfostrutturale; il basamento acustico, caratterizzato da facies sismiche caotiche, appare deformato da faglie dirette e delimitato superiormente da varie superfici erosive, probabilmente di natura subaerea (fig. 5). In tale contesto, è possibile la presenza di una lacuna stratigrafica significativa tra la sommità del basamento acustico e la base del sovrastante cuneo progradante.

Le geometrie deposizionali e le relazioni stratigrafiche tra le unità sismiche sono di seguito descritte e riscontrabili nell'interpretazione di due profili sismici significativi, ubicati parallelamente e perpendicolarmente alla linea di costa tra Otranto e S. Maria di Leuca (figg. 6 e 7).

**B** = basamento acustico, caratterizzato da facies sismica caotica, con riflettori di ampiezza elevata e continuità laterale scarsa, delimitato superiormente da superfici erosive negli affioramenti sotto costa. Verso il largo ed in corrispondenza di alti strutturali tale substrato è ricoperto in paraconformità dalla sovrastante unità A.

**A** = unità sismica caratterizzata da riflettori di elevata ampiezza e continuità laterale, spessa fino a 170 msec e che ricopre in discordanza, in prossimità della costa, il basamento acustico, ma appare in paraconformità nei settori più distali. Nella parte basale l'unità mostra una forte componente aggradante, mentre nella parte sommitale prevalgono geometrie progradazionali; la facies sismica di tale unità suggerisce una fitta alternanza di depositi fini e grossolani.

**C** = l'unità C ricopre con riflettori lateralmente continui l'unità A e mostra geometrie di *onlap* in prossimità dei settori più rilevati e geometrie di *downlap* nei settori distali. Lo spessore massimo, riscontrato in corrispondenza di strutture sinformi è di circa 75 msec.

**D** = unità sismica caratterizzata da riflettori di ampiezza elevata e continuità laterale bassa, di spessore piuttosto esiguo (circa 60 msec), che mostra una componente aggradazionale, particolarmente evidente lungo la direzione N-S.

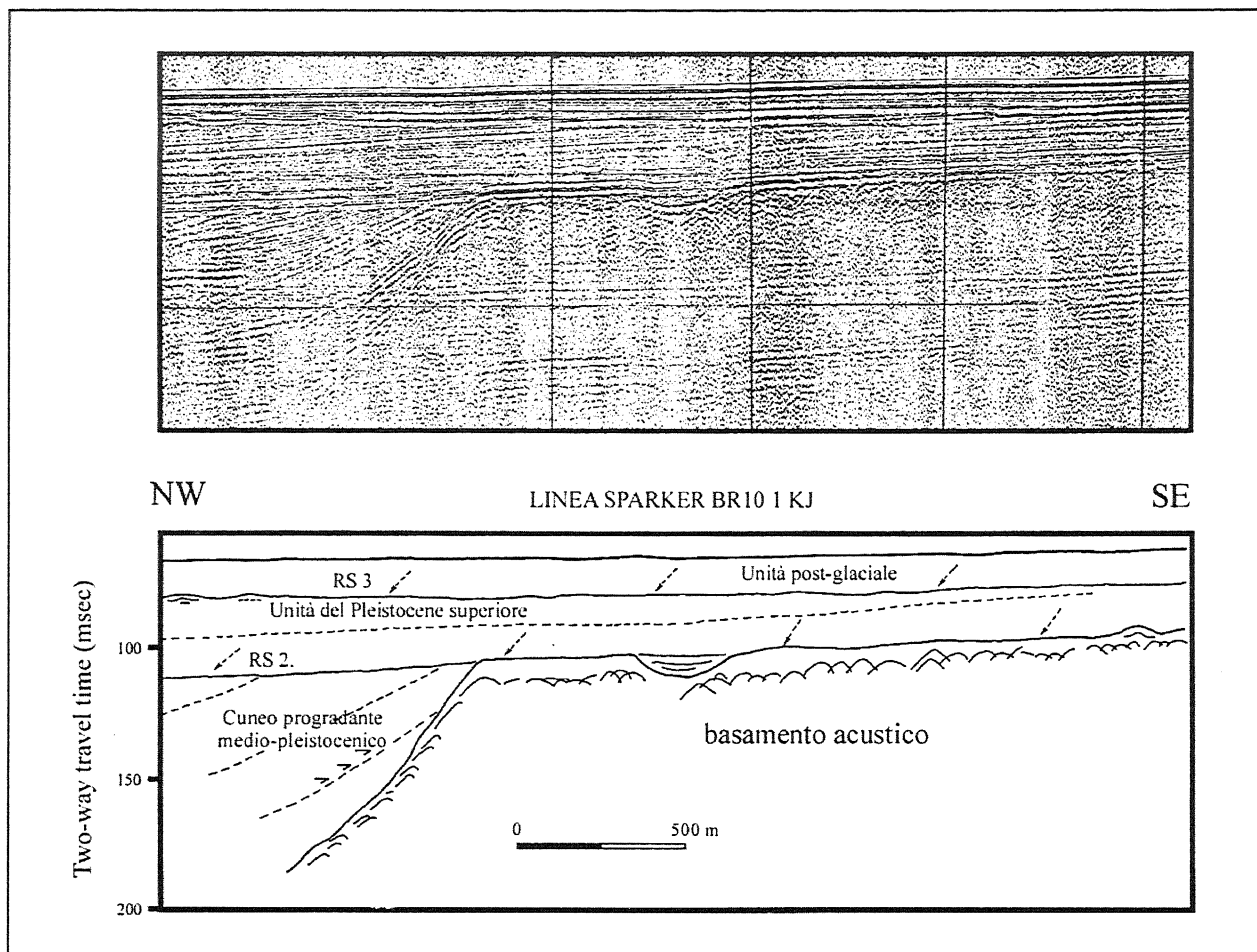


Fig. 4 - Linea sismica BR10 al largo di Brindisi. Il basamento acustico, probabilmente del Pleistocene inferiore, è ricoperto da un cuneo progradante del Pleistocene medio ed entrambe le unità sono troncate da un terrazzo di erosione corrispondente alla superficie di *ravinement* RS2. Al di sopra si riconoscono parasequenze progradazionali del Pleistocene superiore, delimitate alla sommità dalla superficie di *ravinement* RS3 e da sedimenti post-glaciali.

BR10 line off Brindisi. The Early Pleistocene acoustic substratum is overlain by a Middle Pleistocene prograding wedge. Both the units are truncated by the ravinement surface RS2. Above, Late Pleistocene progradational stacking patterns occur, bounded at the top by the RS3 and by the post-glacial drape.

**E** = unità sismica con scarsa continuità laterale nella parte basale, in *onlap* sull'unità D in corrispondenza di alti strutturali, dallo spessore massimo di 70 msec. Essa è delimitata superiormente da una superficie erosiva (RS1), che passa lateralmente verso mare ad una superficie di continuità stratigrafica. In corrispondenza di strutture antiformi la RS1 erode parzialmente la sottostante unità D, mentre procedendo verso terra, incide anche le unità sismiche sottostanti.

**F** = unità sismica che ricopre in *onlap* la superficie erosiva RS1 e si assottiglia lateralmente verso mare poggiando in *downlap* sull'unità sottostante; il suo spessore massimo è di 45 msec e decresce rapidamente verso terra.

**G** = unità sismica che ricopre in continuità stratigrafica il *top* dell'unità F ed il cui spessore massimo raggiunge 80 msec, decrescendo verso terra per erosione. Le geometrie interne dei riflettori sono caratterizzate da clinoforni progradanti.

**H** = unità sismica che mostra una forte componente progradazionale e ricopre in continuità stratigrafica

l'unità inferiore. Essa mostra uno spessore medio di 70 msec ed il suo limite superiore è costituito dalla superficie erosiva RS2, che si sviluppa da circa 230 msec di profondità verso terra con basse pendenze, erodendo fino alla sottostante unità C.

**S** = unità sismica che costituisce il margine attuale della piattaforma continentale ed è caratterizzata in questo settore da riflettori poggianti in *downlap* sulla RS2. La facies sismica è caratterizzata dalla presenza di intervalli caotici, probabilmente innescati da trasporti gravitativi di massa, che diventano più frequenti con l'aumentare della pendenza dei riflettori. Nella parte più esterna del margine gli *offlap breaks* sono ben preservati e migrano complessivamente verso mare con profondità crescenti. Al ciglio della piattaforma lo spessore di tale unità è di circa 150 msec; nella scarpata superiore i riflettori di tale unità sono in conformità con i riflettori dell'unità H. Il *top* di questa unità consiste in una superficie erosiva (RS3) che si sviluppa a fondo mare con basse pendenze a partire dalla profondità di 200 msec, erodendo in piattaforma interna le superfici RS2 e RS1.

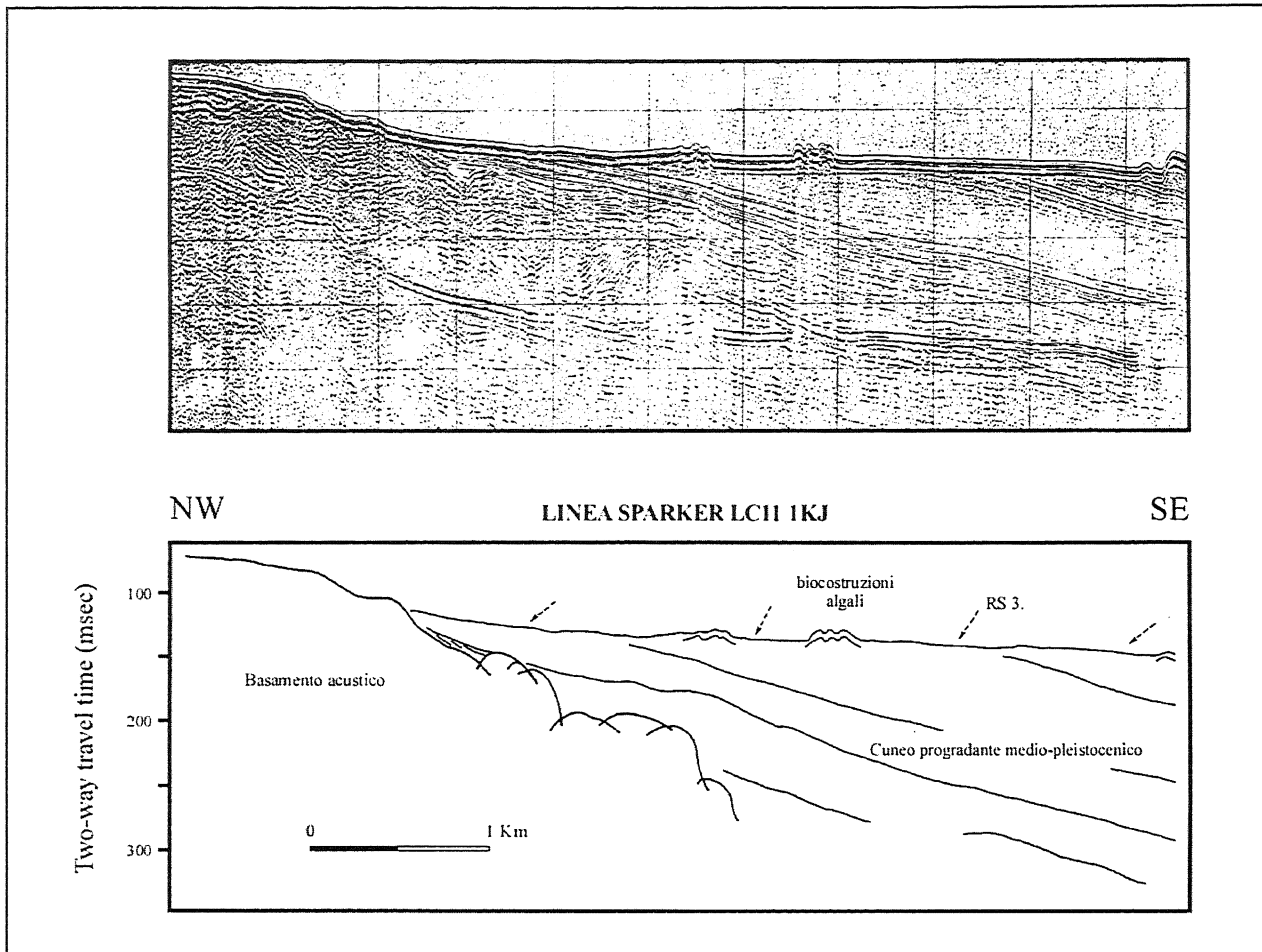


Fig. 5 - Linea LC11. Al largo di S. Maria di Leuca, sul basamento acustico eroso e debolmente fagliato, di età paleocenico-oligocenica, è sovrapposto un cuneo progradante del Pleistocene medio. Le frecce indicano la superficie di *ravinement* RS3, sulla quale poggiano le biocostruzioni algali esposte a fondo mare; esse rappresentano l'unica evidenza di sedimentazione olocenica nell'area.

LC11 line off S. Maria di Leuca, showing an eroded and slightly deformed acoustic substratum, Paleocene-Oligocene in age, overlain by a Middle Pleistocene prograding wedge. Arrows indicate the ravinement surface RS3 overlain by algal buildups, exposed on the sea floor and representing Holocene sedimentation in this area.

#### 4. SEQUENZE DEPOSIZIONALI E SUPERFICI DI RAVINEMENT

Nella successione stratigrafica della piattaforma continentale del Salento orientale sono presenti diverse superfici di discordanza, che delineano l'evoluzione sedimentaria dell'area. Alcune di esse appaiono particolarmente significative e risultano legate ad eventi erosivi su grande scala, che hanno portato alla formazione di limiti di sequenza, rielaborati dalle successive risalite relative del livello marino e correlabili lungo tutto il margine in base alle loro geometrie e profondità. Quando tali discordanze sono poste alla base di una successione marina, con riflettori paralleli in onlap su una sequenza paralicca, assumono il significato di superfici di *ravinement*, che indicano un sollevamento relativo del livello del mare ed il passaggio erosivo della linea di costa. Laddove la sequenza paralicca invece manca, oppure non è sistematicamente risolvibile, le superfici di *ravinement* (RS) coincidono con la base del *system tract* trasgressivo

(Correggiari et al., 1992; Trincardi et al., 1994), come accade nell'area salentina.

Durante il Pleistocene glaciale, i sollevamenti del livello del mare sono stati estremamente rapidi, se comparati con le relative cadute, che, al contrario, risultano gradualmente (Shackleton and Opdyke, 1973; Chappel and Shackleton, 1986; Martinson et al., 1987; Pirazzoli, 1993); quindi, è possibile considerare i *ravinements* come superfici stratigrafiche all'incirca isocrone e utilizzarle come orizzonti guida. Nell'intervallo di tempo durante il quale i valori del  $\delta O^{18}$  raggiungono un minimo relativo (fig. 2), la linea di costa è posta all'estremo verso mare, mentre, in corrispondenza di un massimo relativo, questa raggiunge il massimo spostamento verso terra (massima ingressione marina). L'andamento delle curve isotopiche nei tratti di transizione tra gli stadi pari e quelli dispari (alla scala di una ciclicità del 4° ordine) dovrebbe ricalcare all'incirca la progressione nel tempo delle superfici di *ravinement*.

Nella successione della piattaforma continentale del Salento orientale sono state individuate tre principali



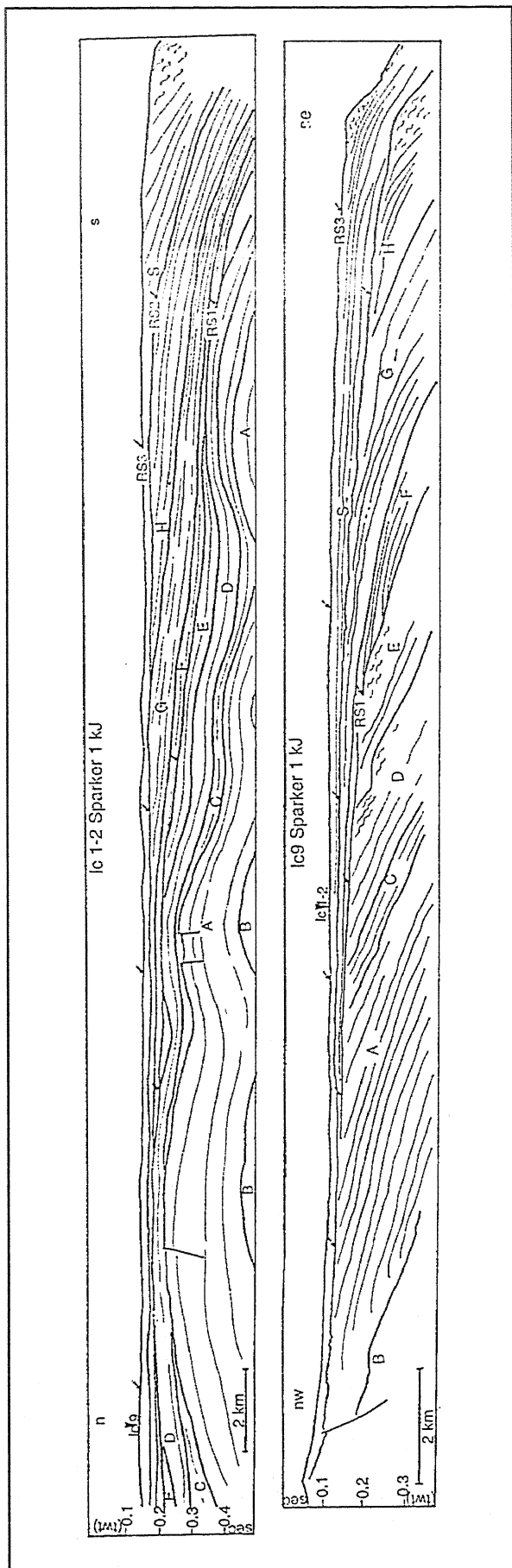


Fig. 6 - Linea LC9 (profilo in basso): è visibile la successione pleistocenica (unità A-S) della piattaforma continentale del Salento in discordanza su un basamento acustico di età paleocenico-oligocenica (B) ed i rapporti stratigrafici tra le superfici di ravvinamento e le unità sismiche. La successione medio-pleistocenica è caratterizzata da due episodi di regressione forzata (unità A, C, D ed E primo episodio ed unità G-H secondo episodio) separati da una fase di ingressione marina testimoniata dalla superficie RS1 e dall'unità sismica F. Si noti che le unità di regressione forzata sono evidenziate dalla troncatura erosiva dei riflettori interni, dal progressivo spostamento verso mare degli *offlap breaks* e dalla presenza di facies sismiche caotiche che suggeriscono instabilità del margine di piattaforma.

*Line LC9 (lower profile) showing the Pleistocene succession of the Salento shelf, overlying an acoustic basement probably Paleocene-Oligocene in age and the stratigraphic relationships between the ravinement surfaces and the seismic units. Middle Pleistocene succession is characterized by two episodes of forced regression separated by a phase of marine ingression testified by RS1 and seismic unit F. The units of forced regression are interpreted based on the erosional truncations of internal reflections, on the seaward shifting of the offlap breaks and on the occurrence of chaotic seismic facies suggesting instability at the shelf margin.*

*Linea LC1-LC2 (profilo in alto), posta ad incrocio con la linea LC9 in corrispondenza della freccia: sono evidenti strutture antiformi e sinformi che coinvolgono le unità A, C, D e E e che mostrano analogie con gli allineamenti strutturali compressivi documentati a terra (Vedi testo). La superficie RS1 e l'unità F fossilizzano tali strutture durante il tardo Pleistocene medio. Si noti che la discordanza angolare tra il basamento acustico B e l'unità A, presente nelle zone sottocosta, passa a paraconformità nelle zone distali della piattaforma.*

*Line LC1-LC2 (upper profile), crossing line LC9 and showing sinformal and antiformal structures affecting units A, C, D and E and showing analogies with structural compressional trends documented in the adjacent mainland. The ravinement surface RS1 and the unit F fossilize these structures during the end of the Middle Pleistocene. Note that the angular unconformity between the acoustic basement B and the unit A becomes a paraconformity basinwards.*

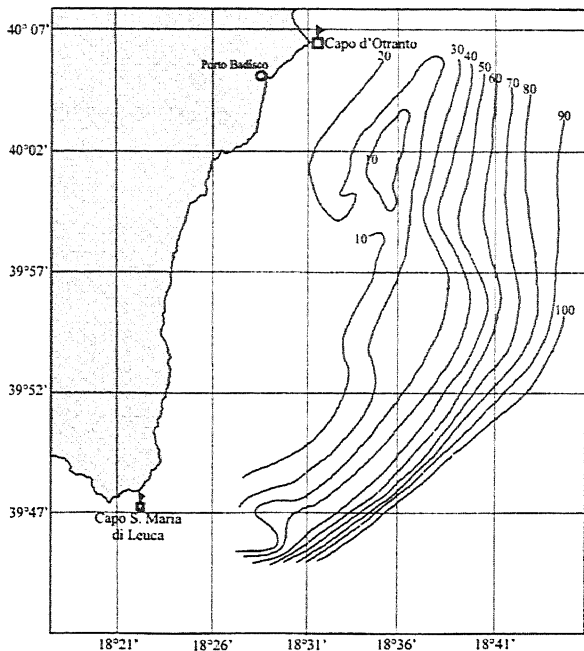


Fig. 7 - Carta delle isocronopache (in tempi doppi) dell'unità sismica del Pleistocene superiore tra Capo d'Otranto e S. Maria di Leuca.

*Isochronopach map (two way travel times) of the Late Pleistocene seismic unit in the Salento continental shelf off Capo d'Otranto and S. Maria di Leuca.*

superfici di *ravinement*, che si estendono dal margine della piattaforma verso terra, con pendenze mediamente basse (figg. 6 e 7), ma progressivamente crescenti procedendo dalla più recente (RS3) a quella più antica (RS1). La maggiore pendenza della RS1 è probabilmente dovuta all'effetto della subsidenza del margine sud-adriatico, che caratterizza in generale i margini continentali ed è controllata in parte dal carico sedimentario ed in parte dalla compattazione dei sedimenti (Allen and Allen, 1990). In particolare, in Adriatico meridionale si somma la componente tettonica, legata all'evoluzione regionale della piana batiale adriatico-ionica durante il Neogene (Moretti and Royden, 1987).

La superficie di *ravinement* più recente (RS3; figg. 6 e 7), all'incirca orizzontale, si osserva al fondo mare, a partire dall'isobata dei 120-130 m; in piattaforma interna è sepolta dal cuneo olocenico di alto stazionamento (nell'*offshore* di Brindisi) e da biocostruzioni algali relitte (Aiello et al., 1994; 1995). Questa superficie tronca, in prossimità del ciglio della piattaforma, i riflettori dell'unità sismica S ed è l'espressione dell'ultimo sollevamento del livello marino, verificatosi dopo i 18 Ka B.P., globalmente ben conosciuto (Shackleton and Opdyke, 1973; Chappel and Shackleton, 1986; Martinson et al., 1987; Pirazzoli, 1993) e documentato lungo l'intera piattaforma italiana (Borsetti et al., 1984; Marani et al., 1986; Chiocci et al., 1989; Colantoni et al., 1989). Nelle curve isotopiche la RS3 corrisponde al passaggio dallo stadio 2 allo stadio 1 (fig. 2), mentre la sottostante unità S (fig. 6) è riferibile, per la migrazione verso mare degli *offlap breaks* a profondità crescenti, a fasi di caduta del livello marino precedenti all'ultimo pleniglaciale (stadi isotopici 3 e 2). La facies caotica al top dell'unità S è in-

terpretabile come dovuta a trasporti gravitativi di massa, come anche confermato dall'analisi di carote prelevate nel Canale d'Otranto (Hesse et al., 1971).

La seconda superficie di *ravinement* (RS2), si rinviene a partire dai 240 msec di profondità (circa 180 m) e si sviluppa verso terra con pendenze leggermente maggiori, interrompendosi contro la RS3 con una troncatura erosiva. Anche la RS2 erode a sua volta un'unità progradante, composta dalle unità sismiche H e G (fig. 6) e, per analogia con la RS3, può essere messa in relazione con la fase di sollevamento del livello marino relativa al passaggio tra gli stadi isotopici 6 e 5. Tale interpretazione è supportata dalla concordanza tra i riflettori delle unità sismiche sottostanti e sovrastanti la RS2 nella scarpata superiore (unità H e S); ciò suggerisce una continuità di sedimentazione nelle zone esterne al ciglio della paleo-piattaforma.

Il cuneo progradante compreso tra le superfici di *ravinement* RS2 e RS3 è quindi attribuibile al Pleistocene superiore e le unità sismiche che lo compongono sono riferibili a *system tracts* di caduta relativa del livello del mare (FST). Le posizioni assolute dei due *shelf break* relativi a tale successione definiscono l'avanzamento, quantificabile nell'ordine di alcuni chilometri (fig. 7), della piattaforma continentale tra Otranto e S. Maria di Leuca in tale intervallo temporale.

La più antica superficie di *ravinement* (RS1) è compresa tra 450 e 150 msec di profondità e viene erosa dalla RS2 (fig. 6); essa mostra un andamento più articolato e paleomorfologie meno evidenti. La RS1 può essere tentativamente riferita ad una fase di risalita del livello marino verificatasi durante la parte alta del Pleistocene medio. Analogamente alla RS2, la RS1 è coperta dalle unità sismiche F e G (che rappresentano le ultime fasi dello stadio isotopico 6) ed incide le unità sismiche A, C, D e E.

L'ampio cuneo progradante formato dalle unità A, C, D e E appare estremamente sviluppato, considerando i limitati sistemi di drenaggio superficiale nell'entroterra e l'affiorare di rocce competenti di composizione carbonatica. Le notevoli quantità di materiale eroso e trasportato verso mare, che hanno alimentato tale cuneo, possono pertanto essere collegate al sollevamento dell'avampese apulo durante il Pleistocene (Doglioni et al., 1994) ed alla risedimentazione delle unità silicoclastiche erose dai settori emersi (Bossio et al., 1988), in particolare per il settore tra Otranto e S. Maria di Leuca. Quindi, il cuneo progradante che ricopre in discordanza sia le sabbie della "Formazione di Uggiano la Chiesa" (Pleistocene inferiore) nell'area di Brindisi (fig. 4), che i "Calcari di Castro" (Paleocene-Oligocene) nell'area di Leuca (fig. 5), testimonia un forte e continuo abbassamento relativo del livello del mare, tettonicamente controllato, verificatosi durante il Pleistocene medio. In questo intervallo temporale un tale tasso di sollevamento tettonico supera l'effetto del segnale eustatico; al contrario, la formazione della RS1 nel tardo Pleistocene medio, e soprattutto la sua preservazione, potrebbero indicare una diminuzione del tasso di sollevamento tettonico ed un prevalere del controllo eustatico sulle geometrie deposizionali.

Le facies sismiche identificate nelle unità che compongono il cuneo progradante di basso stazionamento appaiono sempre più caotiche verso l'alto (fig. 7), indicando livelli elevati dell'energia ambientale e frequenti



trasporti gravitativi di massa. Simili condizioni sono evidenti anche al ciglio attuale della piattaforma, dove processi di risedimentazione, incisione lineare e trasporti gravitativi di massa hanno agito in tempi recenti (Hesse et al., 1971).

Le biocostruzioni algali, campionate tramite dragaggio al largo di S. Maria di Leuca sono caratterizzate dall'assenza di riflessioni interne e danno luogo a strutture tipo "mound" che producono anomalie morfologiche positive sulla RS3 nella fascia batimetrica tra 80 e 100 m di profondità (Aiello et al., 1994; 1995; fig. 5). Tali corpi algali si sono probabilmente formati in profondità d'acqua compatibili con l'ecologia delle biocenosi infralitorali a *Posidonia oceanica*, fino a 30-40 m di profondità (Taviani e Trincardi, 1987). I "mound" algali sono stati presumibilmente costruiti durante le fasi di sollevamento marino e risultano preservati in quanto non sono stati esposti a successive emersioni; inoltre, nella zona di Brindisi questi appaiono ricoperti e "fossilizzati" da depositi di alto stazionamento. Lineamenti sismici riferibili a simili corpi algali fossili, sono stati identificati anche sulle RS2 e RS1, suggerendo quindi analoghe condizioni ambientali per la formazione dei *patch reefs* ed uguale significato genetico delle superfici RS su cui essi poggiano.

## 5. CONCLUSIONI

Studi recenti condotti su piattaforme continentali di margini attivi e passivi evidenziano che la loro architettura stratigrafica è caratterizzata da depositi di caduta, basso stazionamento e subordinatamente da depositi di trasgressione (Suter and Berryhill, 1985; Suter et al., 1987; Saito, 1991; Tesson et al., 1990; 1993; Okamura and Blum, 1993). Il contributo dei depositi di alto stazionamento appare generalmente esiguo nelle zone esterne della piattaforma, mentre risulta più consistente nelle aree sotto costa. Le successive cadute relative del livello del mare frequentemente causano una parziale erosione dei depositi di *highstand*, con conseguenti processi di dispersione e di risedimentazione in ambiente costiero (Field and Trincardi, 1992; Gensous et al., 1993).

Durante il Pleistocene medio una ciclicità glacioeustatica del 4° ordine ha controllato la deposizione di *system tracts* di caduta, di basso stazionamento, di trasgressione e di alto stazionamento sulla piattaforma continentale del Salento orientale. Le fasi di sollevamento tettonico dell'avampaese apulo, che nel Pleistocene medio hanno agito in modo evidente determinando la formazione di lacune stratigrafiche e sequenze regressive a terra, hanno probabilmente causato l'erosione della parte sommitale delle unità A, B, C, D e E: in questo modo si sono preservate solo le parti deposte verso mare rispetto ai paleocigli della piattaforma, dove si realizza una concordanza tra i clinoforni progradanti. A tale proposito, va sottolineato che il cuneo progradante medio-pleistocenico è caratterizzato da un'unità in *onlap* sull'ultimo riflettore progradante (unità sismica F in fig. 6), interpretabile come un *system tract* trasgressivo (Posamentier and Allen, 1993): questo è preservato dall'erosione per la sua posizione stratigrafica e suggerisce l'ipotesi che a partire dal tardo Pleistocene medio sia avvenuta una diminuzione del tasso di sollevamento tettonico.

Le rapide fasi di risalita relativa del livello marino hanno prodotto una sottoalimentazione della piattaforma continentale del Salento, per cui i *system tracts* trasgressivi risultano generalmente assenti o costituiti da un'unica parasequenza retrogradante. L'assenza di sedimenti paralici (o la loro difficile risolvibilità alla scala del sistema di acquisizione) porta alla coincidenza delle superfici di trasgressione con le *ravinement surfaces* (RS), che sono caratterizzate da un'evidente erosione legata al passaggio della linea di costa e rielaborano precedenti limiti di sequenza.

I *system tracts* trasgressivi non contribuiscono in modo significativo all'aggradazione della piattaforma, ma piuttosto determinano la formazione di importanti disconformità, particolarmente evidenti quando associate a variazioni del livello marino legate ad una ciclicità del 4° ordine (quindi con un'ampiezza dell'ordine dei 100 m). L'estensione laterale delle RS ed il loro carattere marcatamente erosivo le rendono più facilmente utilizzabili rispetto ai limiti di sequenza ai fini di una correlazione con le curve isotopiche (Ashley et al., 1991; Okamura and Blum, 1993).

La correlazione tra le superfici di *ravinement* più recenti (RS3 e RS2) e gli stadi isotopici dell'ossigeno ha quindi permesso di ipotizzare un quadro cronostratigrafico delle successioni di piattaforma, anche in assenza di dati stratigrafici diretti (fig. 2).

L'interazione tra variazioni glacioeustatiche e movimenti verticali di sollevamento ha prodotto nel Pleistocene medio una spessa successione regressiva, in conseguenza di una complessiva caduta relativa del livello del mare, per il prevalere del segnale tettonico a lungo termine su quello glacioeustatico. Tale tendenza si attenua verso la fine di questo periodo, mentre si inverte per il Pleistocene superiore, quando il segnale eustatico prevale su quello tettonico.

Infine, dalla carta delle isocronopache del Pleistocene superiore-Olocene (fig. 7) si può notare come nelle aree prossime alla costa si verifica un leggero aumento di spessore di tali depositi. Ciò può essere spiegato considerando che in queste zone esiste un contributo anche dei cunei di alto stazionamento (stadi isotopici 5 e 1). Le tecniche analitiche della stratigrafia sequenziale non sono facilmente applicabili in questi settori, in quanto processi di erosione e risedimentazione portano alla formazione di "superfici di amalgamazione", che cancellano le geometrie originarie dei *system tracts* di alto stazionamento.

## RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato eseguito con il contributo finanziario dei fondi CNR "Geomare Sud" intestati al Prof. Bruno D'Argenio.

I nostri ringraziamenti vanno innanzitutto ai capomissione Prof. Bruno D'Argenio e dott. Ennio Marsella ma anche a tutti i colleghi che hanno partecipato alla campagna GMS94-01.

Siamo grate al prof. Francesco Latino Chiocci per il tempo e per la cura dedicata alla revisione critica del manoscritto ed ad un *referee* anonimo; al dott. Marco Sacchi per i validi suggerimenti prestati e per le proficue discussioni.

## BIBLIOGRAFIA

- Aiello G. (1992) *Analisi sismostratigrafica del margine apulo nell'offshore delle Murge settentrionali*. Giornale di Geologia, **54** (1), p. 3-18.
- Aiello G. (1994) *Stratigrafia e strutture dell'offshore pugliese (Adriatico meridionale)*. Tesi di dottorato di Ricerca in Geologia del Sedimentario, Università degli Studi di Napoli, 230 pp.
- Aiello G., Bravi S., Budillon F., Caruso A., D'Argenio B., De Lauro M., Ferraro L., Marsella E., Molisso F., Pelosi N., Sacchi M., Toscano F. e Tramontano M.A. (1994) *La piattaforma continentale pugliese al largo di Brindisi e tra Capo d'Otranto e S. Maria di Leuca (Adriatico meridionale): approccio ad uno studio integrato di geologia marina*. Rapporto Tecnico n. 2, Istituto di Ricerca "Geomare Sud" (crociera GMS94-01), Napoli, dicembre 1994.
- Aiello G., Bravi S., Budillon F., D'Argenio B., De Lauro M., Ferraro L., Marsella E., Molisso F., Pelosi N., Sacchi M. e Tramontano M.A. (1995) *Marine geology of the Salento shelf (Apulia, south Italy): preliminary results of a multidisciplinary study*. Giornale di Geologia, **57** (1-2), p. 17-40.
- Allen P.A. and Allen J.R. (1990) *Basin analysis. Principles and applications*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 451 pp.
- Artegiani A., Azzolini R. and Salusti E. (1989) *On the dense water in the Adriatic sea*. Oceanologica Acta, **12**, p. 151-160.
- Artegiani A., Gacic M., Michelato A., Kovacevic V., Russo A., Paschini E., Scarazzato P. and Smircic A. (1993) *The Adriatic sea hydrography and circulation in spring and autumn (1985-1987)*. Deep sea Research, **40/6**, p. 1143-1180.
- Ashley G.M., Wellner R.W., Esker D. and Sheridan R.E. (1991) *Clastic sequences developed during Late Quaternary glacio-eustatic sea-level fluctuations on a passive margin: Example from the inner continental shelf near Barnegat Inlet, New Jersey*. Geol. Soc. Am. Bull., **103**, p. 1607-1621.
- Bonifay E. (1975) *L'Ère Quaternaire: définition, limites et subdivision sur la base de la chronologie Méditerranéenne*. Bull. Soc. Geol. France, **17**, p. 380-393.
- Borsetti A., Loik L. and Colantoni P. (1984) *Variazioni nella sedimentazione al passaggio glaciale-post-glaciale e Olocene in alcuni bacini nord-tirrenici evidenziate dal contenuto microfaunistico*. Memorie della Società Geologica Italiana, **27**, p. 323-332.
- Bossio A., Guelfi F., Mazzei R., Monteforti B. and Salvatore G. (1988) *Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina, V - Note geologiche sulla zona di Castro*. Atti del Convegno sulle Conoscenze Geologiche della Penisola Salentina, Lecce, Quaderni Geotecnici della Facoltà di Ingegneria di Lecce, **11**, p. 127-145.
- Brambati A., Ciabatti M., Fanzutti G.P., Marabini F. and Marocco R. (1983). *A new sedimentological textural map of the Northern and Central Adriatic seas*. Bollettino Oceanologia Teorica Applicata, **1/4**, p. 267-271.
- Chappel J. and Shackleton N.J. (1986) *Oxygen isotopes and sea level*. Nature, **324**, p. 137-140.
- Chiocci F.L., D'Angelo S., Orlando L. and Pantaleone A. (1989) *Evolution of the Holocene shelf sedimentation defined by high-resolution seismic stratigraphy and sequence analysis (Calabro-Tyrrhenian continental shelf)*. Memorie della Società Geologica Italiana, **48**, p. 359-380.
- Chiocci F.L., Ercilla G., Torres J. (1997) *Stratal architecture of western Mediterranean margin as the result of the stacking of Quaternary lowstand deposits below "glacio-eustatic fluctuation base-level"*. Sedimentary Geology, **112**, p. 195-217.
- Ciabatti M., Curzi P.V. and Ricci Lucchi F. (1987) *Quaternary sedimentation in the Central Adriatic sea*. Giornale di Geologia, **49** (1), p. 113-125.
- Ciaranfi N. e Chiri C. (1994) *Fluttuazioni climatiche in carote sottomarine del Bacino di Otranto (Adriatico meridionale)*. 77° Congresso della Società Geologica Italiana, Bari, Abstract Volume, p. 210-211.
- Ciaranfi N., Pieri P. e Ricchetti G. (1992) *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centro-meridionale)*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, p. 449-460.
- Ciaranfi N., Pieri P. e Ricchetti G. (1994) *Linee di costa e terrazzi marini pleistocenici nelle Murge e nel Salento: implicazioni neotettoniche ed eustatiche*. 77° Congresso della Società Geologica Italiana, Bari, Abstract Volume, p. 170-172.
- Colantoni P., Galignani P. and Lenaz R. (1989) *Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic continental shelf (Italy)*. Marine Geology, **33**, p. 41-50.
- Correggiari A., Roveri M. and Trincardi F., 1992. *Regressioni "forzate", regressioni deposizionali e fenomeni di instabilità in unità progradazionali tarco-quaternarie (Adriatico centrale)*. Giornale di Geologia, **54/1**, p. 19-36.
- Cosentino D. e Gliozzi E. (1988) *Considerazioni sulle velocità di sollevamento dei depositi euri-tirrenici dell'Italia meridionale e della Sicilia*. Memorie della Società Geologica Italiana, **41**, p. 653-665.
- Curzi P.V. e Giordani P. (1989) *Geomorfologia e sedimentologia*. Atti del Convegno Nazionale "L'eutrofizzazione del Mare Adriatico", Ancona, 4 Aprile, p. 32-43.
- Curzi P.V. e Tomadin L. (1987) *Dinamica della sedimentazione pelitica attuale ed olocenica nell'Adriatico centrale*. Giornale di Geologia, **49(1)**, p. 101-111.
- D'Argenio B., Pescatore T. e Scandone P. (1973) *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti del Convegno "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino", Accademia Nazionale dei Lincei, **183**, p. 49-72.
- de Alteriis G. and Aiello G. (1993) *Stratigraphy and tectonics offshore of Puglia (Italy, southern Adriatic sea)*. Marine Geology, **113**, p. 233-253.
- Doglion C., Mongelli F. and Pieri P. (1994) *The Puglia uplift: an anomaly of the foreland of the Apenninic subduction due to the buckling of a thick continental lithosphere*. Tectonics, **13**, p. 1309-1321.
- Fabbi A. and Galignani P. (1972) *Ricerche geologiche e sedimentologiche nell'Adriatico meridionale*. Giornale di Geologia, **38**, p. 453-498.
- Fairbanks R.G. and Matthews R.K. (1978) *The marine oxygen isotope record in Pleistocene coral, Barbados*. Quaternary Research, **10**, p. 181-196.

- Field M.E. and Trincardi F. (1992) *Regressive coastal deposits on Quaternary continental shelves: preservation and legacy*. In R.H. Osborne (Ed.) *From shoreline to abyss: contributions in marine geology in honor of Francis Parker Shepard*. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., **46**, p. 107-122.
- Gensous B., Williamson D. and Tesson M. (1993) *Late Quaternary transgressive and highstand deposits on a deltaic shelf (Rhône delta, France)*. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., **18**, p. 197-211.
- Hesse R., Von Rad V. and Fabricius F. (1971) *Holocene sedimentation in the Strait of Otranto between Adriatic and Ionian seas (Mediterranean)*. Marine Geology, **10**, p. 293-355.
- Hunt D. and Tucker M.E. (1992) *Stranded parasequences and the forced regressive wedge system tract: deposition during base-level fall*. Sedimentary Geology, **81**, pp. 1-9.
- Marani M., Taviani M., Trincardi F., Argnani A., Borsetti A. e Zitellini N. (1986) *Pleistocene progradation and postglacial events of the tyrrhenian continental shelf between the Tiber River delta and Capo Circeo*. Memorie della Società Geologica Italiana, **36**, p. 67-89.
- Martinson D.G., Pisias N.G., Hays J.D., Imbrie J., Moore T.C. and Shackleton J. (1987) *Age dating and the orbital theory of the ice ages: development of a high resolution 0 to 300.000 year chronostratigraphy*. Quaternary Research, **27**, p.1-29.
- Mastroruzzi G., Palmentola G. e Ricchetti G. (1989) *Aspetti dell'evoluzione olocenica della costa pugliese*. Memorie della Società Geologica Italiana, **42**, p. 287-300.
- Mitchum R.M., Vail P.R. and Sangree J.B. (1977) *Seismic stratigraphy and global change of sea-level part 6: stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences*. In C.E. Payton (Ed.), *Seismic stratigraphic applications to the hydrocarbon exploration*. AAPG Mem. **26**, p. 117-133.
- Moretti and Royden (1987) *Deflection, gravity anomalies and tectonics of doubly subducted continental lithosphere: Adriatic and Ionian seas*. Tectonics, **7**, 875-893.
- Okamura Y. and Blum P. (1993) *Seismic stratigraphy of Quaternary stacked progradational sequences in the Southwest Japan forearc: an example of fourth order sequences of an active margin*. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., **18**, p. 213-232.
- Pirazzoli P.A. (1993) *Global sea-level changes and their measurement*. Global and Planetary Change, **8**, p. 135-148.
- Posamentier H.V. and Vail P. (1988) *Eustatic control on clastic deposition II- sequence and system tract models*, in C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G. St. Kendall, H.W. Posamentier, C.A. Ross and J.C. Van Wagoner, (Eds.), *Sea level change - an integrated approach*: SEPM Special Publication **42**, p. 125-154.
- Posamentier H.W., Allen G.P., James D.P., and Tesson M. (1992) *Forced regression in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance*. AAPG Bulletin, **76**, p. 1687-1709.
- Posamentier H.W. and Allen G.P. (1993) *Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors*. Sedimentary Geology, **86**, p.81-109.
- Posamentier H.W. and James D.P. (1993) *An overview of sequence stratigraphic concepts: use and abuses*. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., **18**, p. 3-18.
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F. and Pieri P. (1992) *Geodinamica ed evoluzione stratigrafico-tettonica dell'avampaese apulo*. Memorie della Società Geologica Italiana, **42**, p. 287-300.
- Saito Y. (1991) *Sequence stratigraphy on the shelf and the upper slope in response to the latest Pleistocene-Holocene sea level changes off Sendai, northeast Japan*. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., **12**, p. 133-150.
- Servizio Geologico d'Italia. *Fogli Geologici 1:100.000 n. 191 "Ostuni", n. 204 "Lecce", n. 203 "Brindisi", n. 223 "Capo S. Maria di Leuca"*.
- Shackleton N.J. and Opdyke N.D., 1973. *Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: oxygen isotope temperature and ice volume on a 10 year scale*. Quaternary Research, **3**, p. 39-55.
- Stefanon A. (1984) *Sedimentologia del mar Adriatico: rapporti tra erosione e sedimentazione olocenica*. Bollettino Oceanologia Teorica Applicata, **4**, p. 281-324.
- Suter J. R. and Berryhill H.L. (1985) *Late Quaternary shelf margin deltas, northwest Gulf of Mexico*. Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., **69**, p. 77-91.
- Suter J. R., Berryhill H.L. and Penland S. (1987) *Late Quaternary sea level fluctuations and depositional sequences, southwest Louisiana continental shelf*. In Nummendal D., Pilkey O.H. and Howard J.D. (Eds.) *Sea level Fluctuation and Coastal Evolution*. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., **41**, p. 199-219.
- Taviani M. and Trincardi F. (1987) *Postglacial buildups on the eastern tyrrhenian shelf. Attempt of interpretation*. Rapport du XXXII Congrès CIESM, Pérignon, France.
- Tesson M., Gensous B., Allen G.P. and Ravenne C. (1990) *Late Quaternary deltaic lowstand wedges on the Rhône continental shelf, France*. Marine Geology, **91**, p. 325-332.
- Tesson M., Allen G.P. and Ravenne C. (1993) *Late Pleistocene shelf perched lowstand wedges on the Rhône continental shelf*. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment., **18**, p. 183-196.
- Trincardi F. and Field M. E. (1991) *Geometry, lateral variation and preservation of downlapping regressive shelf deposits: Eastern Tyrrhenian sea margin, Italy*. Journal of Sedimentary Petrology, **61** (5), p. 775-790.
- Trincardi F., Correggiari A. and Roveri M. (1994) *Late Quaternary transgressive erosion and deposition in a modern epicontinental shelf: the Adriatic semienclosed basin*. Geomarine Letters, **14**, p. 41-51.

Ms. ricevuto il 29 maggio 1997  
Testo definitivo ricevuto il 3 febbraio 1999

Ms. received: May 29, 1997  
Final text received: February 3, 1999