

3. - COMPLESSO CONNESSO CON L'EVO- LUZIONE DEL MARGINE CONTINEN- TALE SUD-EUROPEO

Questa successione comprende le formazioni triassiche trasgressive sulla Catena ercinica penepianata (fig. 133) e le successioni del margine continentale sud-europeo instauratosi fin dal Giurassico medio con l'apertura dell'Oceano ligure-piemontese.

In Sardegna la trasgressione marina sul penepiano ercinico è preceduta da depositi alluvionali. I primi depositi marini sono del Triassico medio e interessano soprattutto la parte occidentale dell'Isola (Nurra, Sulcis). In questo settore il triassico è in facies germanica. Al di sopra dei depositi continentali del Buntsandstein, poggia una successione carbonatica di ambiente neritico (Muschelkalk) seguita da sedimenti di ambiente evaporitico (Keuper). Nella Sardegna centro-orientale i sedimenti del triassico medio e superiore sono molto discontinui e poco potenti e costituiti da depositi di ambienti di piana alluvionale che evolvono a piattaforma carbonatica. Ciò sembra indicare che quest'area costituisse un alto strutturale persistente, trasgredito completamente nel Giurassico medio (Bathoniano) (FOURCADE *et alii*, 1977; SCHNEIDER, 1978; FAURE & PEYBERNES, 1983). Una situazione stratigrafica analoga è nota in Corsica

(DURAND-DELGA, 1978) e più a N nel Dominio brianzonese, ove un alto strutturale ha separato il Dominio piemontese dal Dominio delfinese tra il Lias medio e il Dogger (Bajociano).

Solo nel Giurassico medio, con l'apertura dell'Oceano ligure-piemontese e l'impostazione del margine passivo sud-europeo, la Sardegna subisce una generale trasgressione che porta all'instaurazione di un'ampia piattaforma carbonatica. E' questo forse il solo momento di massima sommersione della Sardegna dopo il Paleozoico. Tuttavia, tra le successioni mesozoiche della Sardegna occidentale e orientale esistono importanti differenze che riflettono una paleogeografia complessa ed articolata che avevano portato VARDABASSO (1959) a sostenere l'esistenza di due bacini separati da una dorsale ad andamento meridiano.

Le successioni giurassiche e cretache sia nella Sardegna occidentale che in quella orientale sono costituite da cospicui spessori di sedimenti calcareo-dolomitici di piattaforma, nei quali è presente un importante episodio marnoso ipoalino e di ambiente paralico (facies purbeckiana, PECORINI, 1969; PECORINI, 1972b), che si colloca al limite fra il Giurassico ed il Cretacico (Portlandiano-Berriasiano).

Una regressione documentata tra il Cretacico inferiore e quello superiore, è marcata da un orizzonte bauxitico presente in Nurra (PECORINI,

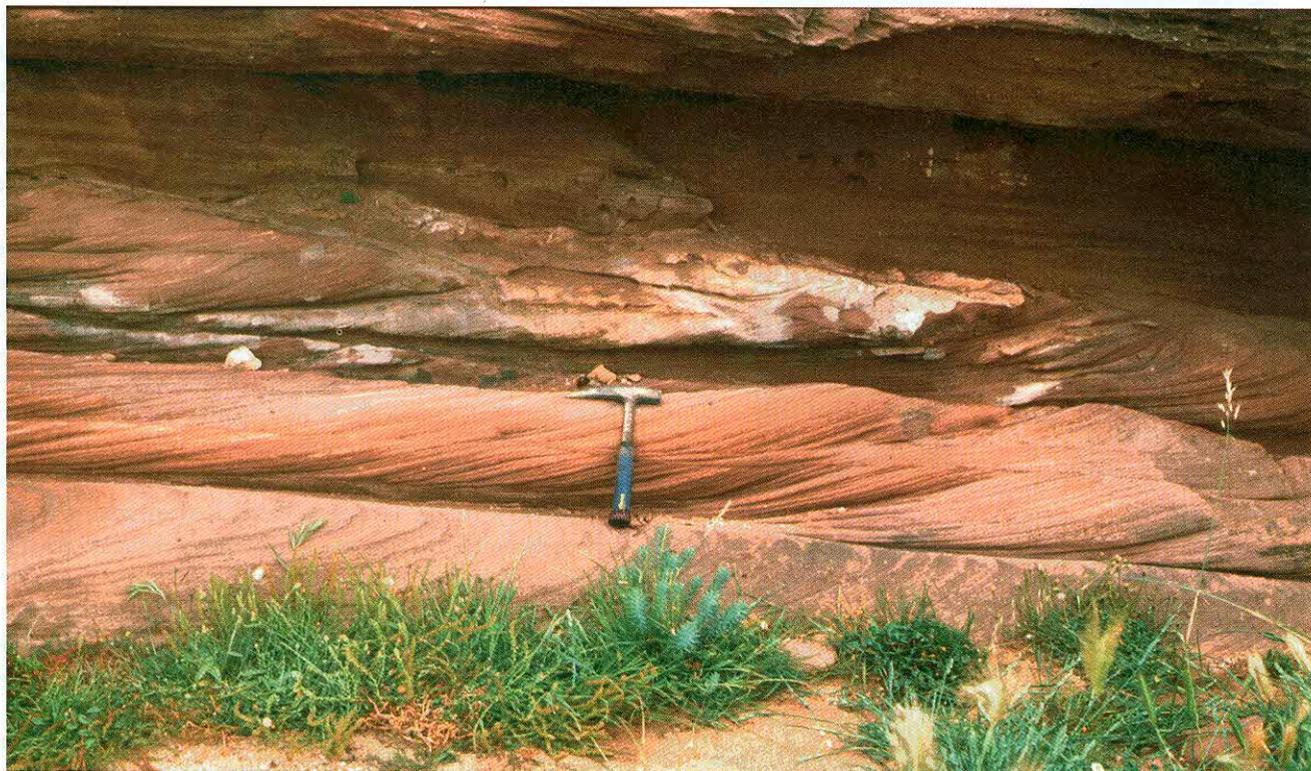


Fig. 131: Arenarie con stratificazione incrociata (Buntsandstein); (Cala Viola: Nurra).

- Cross-bedded sandstones (Buntsandstein); (Cala Viola: Nurra).

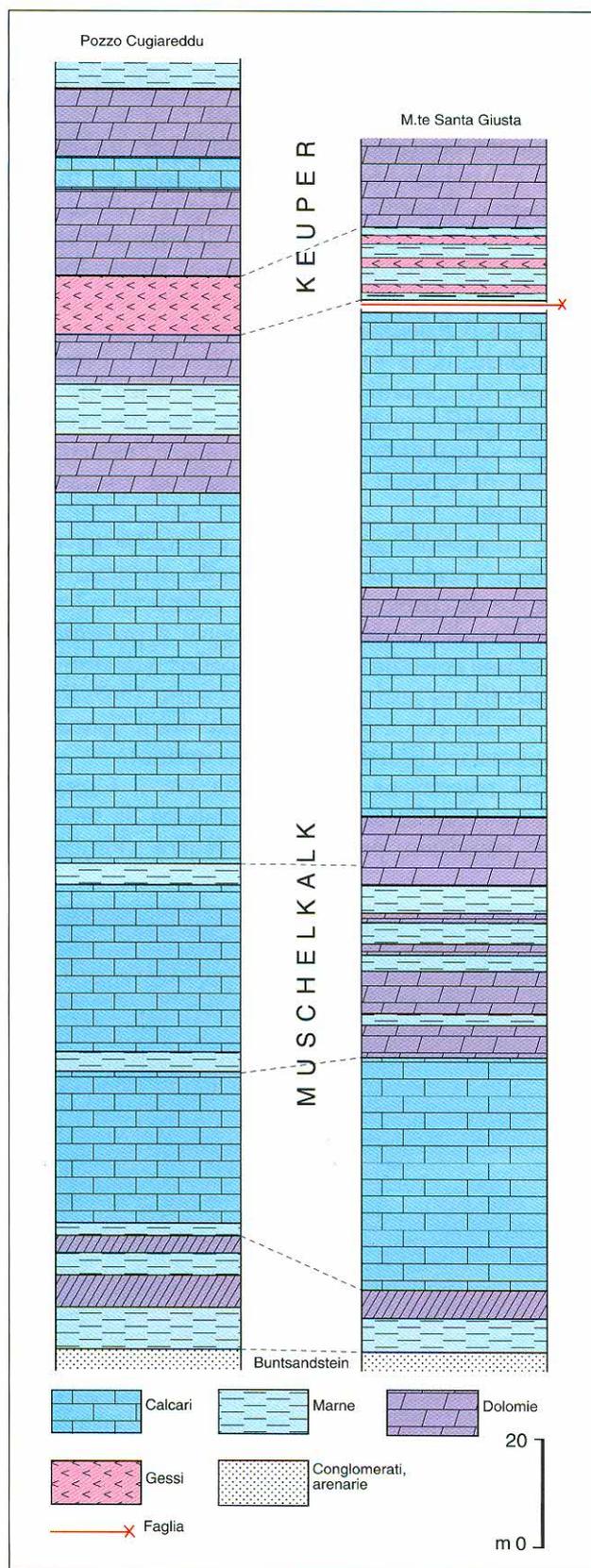


Fig. 132 - Colonne stratigrafiche del Triassico della Nurra (da CHERCHI & SCHROEDER, 1986).

- Stratigraphic section of the Triassic succession of the Nurra region (after CHERCHI & SCHROEDER, 1986).

1965; CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984), e da una debole discordanza angolare (Fase austriaca, CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984) che trova l'equivalente nelle successioni della Provenza (FILIGHEDDU & OGGIANO, 1984; COMBES *et alii*, 1993). Nella Sardegna orientale mancano accumuli bauxitici e la lacuna meso-cretacica, di durata più breve che nella Nurra, è testimoniata da un conglomerato trasgressivo al di sopra di una debole discordanza angolare tra l'Albiano inferiore e l'Albiano superiore. In quest'area lacune più importanti sono presenti tra l'Albiano superiore e il Coniaciano ad Orosei, e tra il Cenomaniano e il Turonianiano nel Supramonte (WIEDMANN & DIENI, 1968; DIENI & MASSARI, 1987; DIENI *et alii*, 1987a). La trasgressione del Cretacico superiore in Sardegna è quindi eterocrona e sembra procedere da E verso W (CHERCHI & SCHROEDER, 1976b). Le facies pelagiche e la minore estensione della lacuna nel dominio orientale sono in accordo con la sua prossimità al margine passivo dell'Oceano ligure-piemontese (COMBES & PEYBERNES, 1989).

La discordanza meso-cretacica potrebbe riflettere un importante cambiamento geodinamico del Margine continentale europeo, che da passivo diventava attivo. Infatti, l'inizio della subduzione oceanica al di sotto della Corsica è riferito a $105 \pm 0,8$ Ma (Aptiano-Albiano) (COHEN *et alii*, 1981). Inoltre, nella zona di Lanaitto (Supramonte) affiorano sedimenti arenacei torbiditici del Maastrichtiano inferiore che contengono glaucofane detritico (DIENI & MASSARI, 1982). Ciò potrebbe indicare che nell'area di alimentazione del bacino di deposizione del Cretacico superiore era già presente un cuneo di accrezione composto da rocce ofiolitiche esumate.

Alla fine del Cretacico superiore una generale e definitiva emersione (Fase Iaramica, CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984) interessa tutta l'Isola. Nel settore occidentale (Nurra), gli ultimi depositi marini sono formati da calcari neritici e marne del Campaniano (CHERCHI & SCHROEDER, 1995) ricoperti in discordanza da conglomerati calcarei di età paleocenica con croste a *Microcodium* (OGGIANO *et alii*, 1987). Nella Sardegna centro-orientale, gli ultimi sedimenti mesozoici sono rappresentati da calcari pelagici del Maastrichtiano inferiore. Va ricordata, inoltre, la presenza nel conglomerato terziario di Cuccuru 'e Flores (M. Albo) di clasti di calcari neritici a rudiste di età mastrichtiana superiore (BUSULINI *et alii*, 1984).

Con l'inizio dell'Eocene il mare torna a trasgredire buona parte della Sardegna. Depositi eocenici sono conservati nella Sardegna meridionale (Sulcis, Gerrei, ecc.) e orientale (zona di Orosei). Movi-

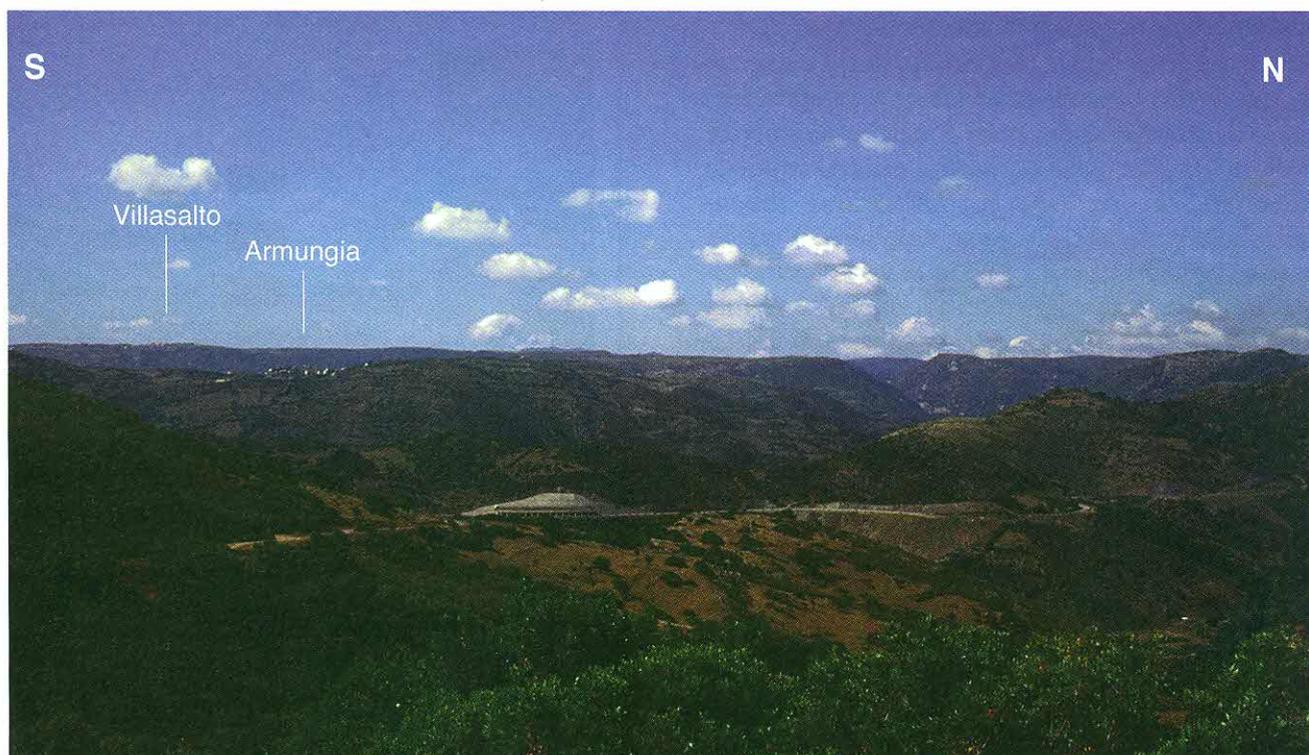


Fig. 133 - Peneplano post-ercinico (Gerrei).
- *Post-Hercynian peneplain (Gerrei)*.

menti tettonici devono aver preceduto la trasgressione perché la successione eocenica poggia su tutti i termini precedenti della successione mesozoica, fino al basamento ercinico (Fase laramica, CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984).

Concludendo, nel lungo periodo che va dall'inizio del Mesozoico fino all'Eocene medio (Luteziano) in Sardegna prevalgono ambienti sedimentari costieri e di mare basso, che raramente hanno interessato tutta l'Isola. Da un punto di vista tettonico, se si esclude la fase meso-cretacica, questo lungo intervallo di tempo è stato caratterizzato da una relativa stabilità, sottolineata anche dalla pressoché assenza di attività vulcanica.

3.1. - SUCCESSIONI MARINE E TRANSIZIONALI DEL TRIASSICO MEDIO-CRETACICO INFERIORE

Successioni sedimentarie del Triassico medio e superiore (20)

Ai depositi continentali permo-triassici seguono i primi depositi trasgressivi marini (fig. 134) costituiti dai carbonati meso-triassici in facies di Muschelkalk (20), che talvolta possono poggiare direttamente sul basamento metamorfico (fig. 135, fig. 136). Si tratta di una successione che compren-

de dolomie e subordinatamente dolomie cariate con lenti di marne gessose, seguite da calcari scuri, marne e calcari marnosi a lamellibranchi, cefalopodi, brachiopodi e crinoidi (fig. 137). Lo spessore di questi carbonati raggiunge circa 150 m in Nurra (POMESANO CHERCHI, 1968a). La successione del Muschelkalk della Nurra è stata attraversata nel sondaggio di Cugiareddu (POMESANO CHERCHI, 1968a) e affiora a M. Santa Giusta (BARTUSH, 1985), dove è stata suddivisa nelle seguenti quattro unità (dal basso verso l'alto):

a) unità dolomitica inferiore: è costituita da marne dolomitiche nodulari di colore giallastro e da dolomie grigie laminate; entrambe le litologie presentano bioturbazioni. Scarsi resti fossili sono stati segnalati da GANDIN (1978); si tratta di frammenti di lamellibranchi, echinodermi e, nella parte bassa, esemplari di *Costatoria gr. goldfussi* (Zieten). Lo spessore totale di questa unità è variabile da 10 a 30 m (20 m nel sondaggio di Cugiareddu: POMESANO CHERCHI, 1968a; 28 m a P.ta del Lavatoio: GANDIN, 1978; 10-15 m al M. Santa Giusta: BARTUSH, 1985);

b) unità calcarea inferiore: nella parte inferiore, questa unità è costituita, dal basso verso l'alto, da calcari marnosi, calcari, dolomie e livelli argillosi non fossiliferi (lo spessore totale è di circa 8 m). Seguono calcari bioclastici fortemente bioturbati con intercalazioni al tetto di livelli argillosi con

palinomorfi. Ancora più in alto sono presenti calcareniti e calcari di colore rosa chiaro, in cui è intercalato un livello ricco di dasicladacee e foraminiferi, seguiti da alternanze di calcari e marne dolomitiche argillose. La gran parte dei litotipi calcarei contiene conodonti, che risultano particolarmente abbondanti nella parte alta. La parte superiore di questa unità è costituita da circa 13,5 m di calcari a *Rhynchocorallium*, biocalcareni e calcari localmente oolitici al tetto, nei quali sono presenti conodonti (*Metapolygnathus truempyi* e *M. hungaricus*). Gli affioramenti più accessibili e fossiliferi di questa unità sono situati a P.ta del Lavatoio, a S di Alghero. Lo spessore totale di questa unità varia tra circa 30 e 45 m (circa 30 m nel sondaggio di Cugiareddu: POMESANO CHERCHI, 1968a; 45 m a P.ta del Lavatoio: GANDIN, 1978; circa 42 m al M. Santa Giusta: BARTUSH, 1985);

c) unità dolomitica superiore: si tratta di marne dolomitiche grigio-chiare e dolomie, con alcune intercalazioni di calcari micritici e dolomitici, talora brecciati. Al M. Santa Giusta, la parte superiore dell'unità è rappresentata, dal basso verso l'alto, da un livello spesso 3 m di dolomie cariate contenenti grani di quarzo detritico e alcune specie di conodonti (*Hindeodella* sp. e *Ozarkodina tortilis*) (BARTUSH, 1985). Lo spessore di questa unità è di circa 30 m, sia al M. Santa Giusta (BARTUSH, 1985), sia nel sondaggio di Cugiareddu (POMESANO CHERCHI, 1968a);

d) unità calcarea superiore: in tale unità compaiono, dal basso verso l'alto: i) calcari grigi massivi, la cui parte basale è ancora dolomitica; alcuni livelli sono ricchi di alghe dasicladacee; la parte superiore della successione contiene un orizzonte con abbondanti frammenti di crinoidi. I conodonti sono rappresentati da *Metapolygnathus truempyi* e *M. hungaricus* e specie transizionali tra le due; ii) spessi livelli di dolomie cariate di colore rossastro, non fossilifere (spessore: 8-10 m); iii) calcari grigi massivi nei quali sono presenti alcuni livelli ad alghe dasicladacee (diplopore) ed altri, relativamente sottili e riccamente fossiliferi, contenenti resti di brachiopodi (terebratule), crinoidi e conodonti (spessore: circa 50 m).

Il Keuper è rappresentato in Sardegna (fig. 136) da dolomie cariate, calcari dolomitici con argille verdi, marne e livelli di gesso che in Nurra danno luogo a una tettonica eiettiva, che rende lo spessore della successione non facilmente valutabile. Il sondaggio di Cugiareddu (Nurra) ha attraversato 287 m di sedimenti riferiti a questo intervallo stratigrafico (POMESANO CHERCHI, 1968a).

Nella successione del Keuper della Nurra, nonostante qualche difficoltà nella ricostruzione di una dettagliata successione stratigrafica, dovuta sia al

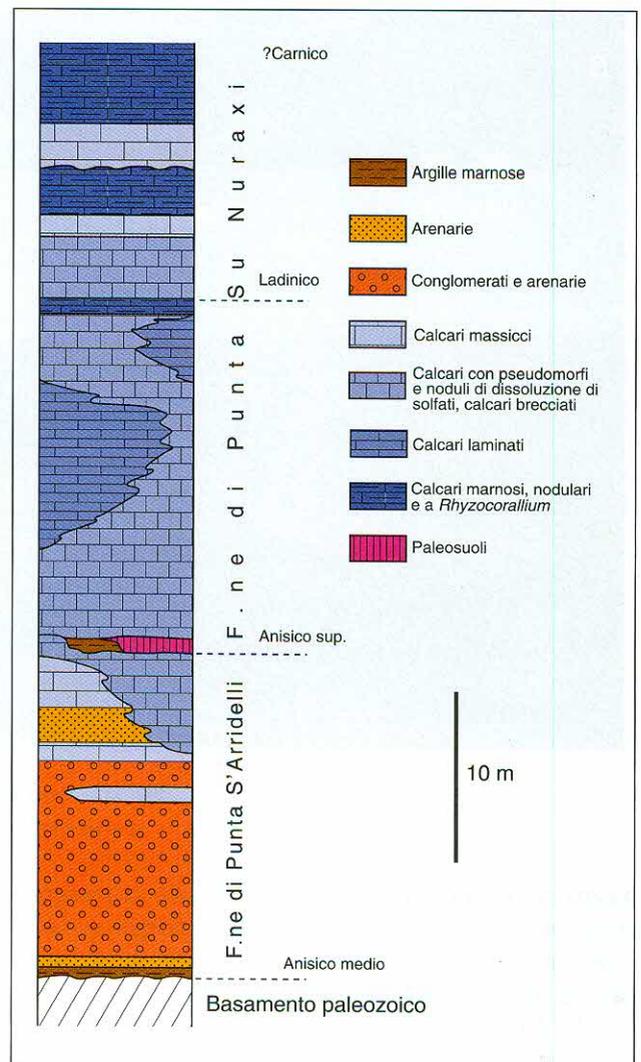


Fig. 134 - Colonna stratigrafica del Triassico di Scivu-Is Arenas (da BARCA et alii, 1995c, modificata).

- Stratigraphic section of the Triassic succession of Scivu-Is Arenas (after BARCA et alii, 1995c).

disturbo tettonico legato al comportamento plastico dei sedimenti evaporitico-dolomitici, sia al contenuto fossilifero molto scarso, è comunque possibile distinguere due unità litostatigrafiche (OOSTERBAN, 1936):

a) unità inferiore: è caratterizzata da argilliti gessose fortemente piegate con cristalli idiomorfi di quarzo e dolomie cariate. La genesi di queste ultime è stata messa in relazione con la dissoluzione di livelli evaporitici seguiti dal collasso degli intercalati livelli di dolomia. Questa unità è bene esposta nella località Ghiscera Mala (a N di M. Timidone), mentre nel sondaggio di Cugiareddu è rappresentata dalle "argille gessifere", fortemente piegate, che formano la parte superiore della successione perforata (POMESANO CHERCHI, 1968a);



Fig. 135 - Discordanza (*non conformity*) tra la successione del Triassico medio e il Basamento paleozoico (Escalaplano: Gerrei).
- *Non conformity between the Middle Triassic succession and the Paleozoic basement (Escalaplano: Gerrei).*

b) unità superiore: è costituita da dolomie grigie, talora brecciate, con intercalazioni sottili di *shales* rossastre o verdastre. Alcuni sottili livelli dolomitici mostrano strutture algali.

Il sondaggio di Cugiareddu mostra che la transizione tra le facies marine del Muschelkalk e quelle prevalentemente evaporitiche del Keuper è graduale. Le datazioni palinologiche eseguite da PITTAU DEMELIA & FLAVIANI (1983) hanno permesso l'attribuzione dell'unità inferiore al Carnico. L'età dell'unità superiore è incerta per la quasi totale mancanza di reperti fossili e potrebbe estendersi fino al Lias inferiore (Hettangiano?).

Oltre che in Nurra, il Triassico costituisce alcuni piccoli affioramenti di spessori solitamente modesti nella Sardegna SW (Campumari: COCOZZA & GANDIN, 1976; Scivu-Is Arenas: BARCA *et alii*, 1995c) e nella Sardegna centrale (M. Maiore, Laconi, Orroli, Escalaplano: DAMIANI & GANDIN, 1973a; PECORINI, 1974a). In queste zone la successione triassica è rappresentata alla base da litologie detritiche che verso l'alto evolvono rapidamente a facies carbonatiche e sono normalmente discordanti direttamente sul basamento, ad eccezione di

rari casi in cui poggiano sulle successioni detritiche permiane o "permo-triassiche". Fa eccezione l'area di Porto Pino (Sulcis, Sardegna SW), ove il Triassico è presente con spessori importanti, dell'ordine del centinaio di metri; qui affiora una successione mesozoica praticamente continua dal Triassico medio (Muschelkalk) fino alla base del Dogger (BARCA & COSTAMAGNA, 1997a). A Scivu-Is Arenas, nell'Arburese, BARCA *et alii* (1995c) hanno distinto due formazioni che possono essere considerate significative delle modalità di trasgressione del Triassico medio nella Sardegna occidentale:

a) conglomerati ed arenarie, ad elementi di basamento e di vulcaniti permiane, con rare intercalazioni di carbonati calcicizzati, passanti a dolomie giallastre, cavernose, localmente brecciate e con lenti gessose calcitizzate;

b) calcari e calcari dolomitici biancastri, mal stratificati, localmente cavernosi o laminati, contenenti pseudomorfi solfatici, passanti verso l'alto a calcari azzurrognoli ben stratificati, laminati, localmente fossiliferi e frequentemente bioturbati ("*Rhynchocoryllium*" *Auct.*), ed infine a calcari marnosi nodulari. Lo spessore totale di questa successione è al massimo di poco superiore ai 50 m.

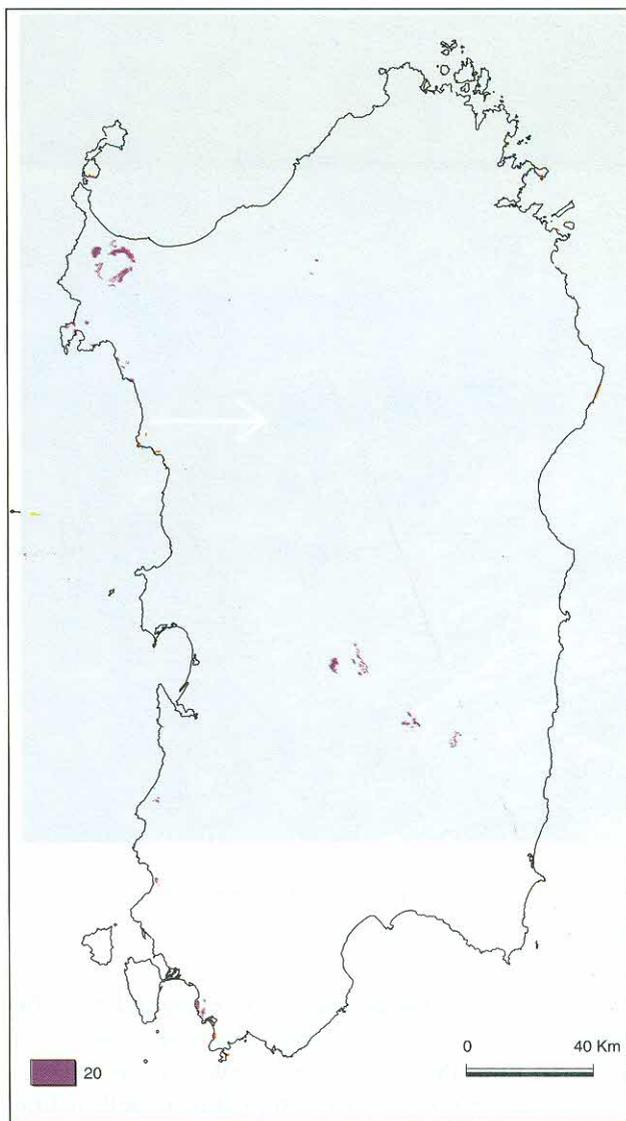


Fig. 136 - Ubicazione degli affioramenti delle successioni sedimentarie del Triassico medio-superiore (20).

- Outcrops of the Middle-Upper Triassic sedimentary succession (20).



Fig. 137 - *Encrinurus* sp. (crinoide) in calcare del Triassico medio (M. Fogheras, Alghero: Nurra). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.

- *Encrinurus* sp. (crinoid) in Middle Triassic limestone (M. Fogheras, Alghero: Nurra). Museum of Paleontology, University of Cagliari.

Nella Sardegna centrale (Escalaplano) al di sopra del basamento paleozoico si ritrovano argille, siltiti e conglomerati (Anisico superiore: PITTAU DEMELIA & FLAVIANI, 1982), contenenti localmente sottili strati gessosi, seguiti con brusca transizione da calcari e calcari dolomitici giallastri poco potenti, di ambiente di mare epicontinentale ristretto (DAMIANI & GANDIN, 1973b). Questa successione è sormontata dalla trasgressione meso-giurassica. Nell'area di M. Maiore (Nureci, Sardegna centrale) le dolomie gialle sono seguite da una ventina di metri di calcari bioturbati ("*Rhizocorallium*" Auct.), di mare epicontinentale ristretto, attribuiti al Ladinico (DAMIANI & GANDIN, 1973a; PECORINI, 1974a) in base a resti di alghie.

Successione giurassica della Sardegna orientale (18a, 19)

Questa successione, i cui termini più antichi sono riferibili al Dogger, costituisce l'ossatura dei rilievi carbonatici della Sardegna orientale, dai massicci del M. Albo, del M. Tuttavista e del Supramonte (Golfo di Orosei e Baronie) fino ai rilievi tabulari dell'Ogliastra, del Sarcidano e della Barbagia noti col nome di "Tacchi" o "Toneri", alcuni di dimensioni molto esigue (fig. 138). Affioramenti giurassici di minore estensione sono inoltre presenti nella Sardegna nord-orientale (Isola di Tavolara e Capo Figari) (fig. 139).

Nella Sardegna sud-orientale la successione giurassica è costituita esclusivamente dalla Formazione di Genna Selole e dalla Formazione di Dorgali (fino a circa 70 m di potenza), mentre verso N (Barbagia e Baronie) la successione è più potente e completa (parecchie centinaia di metri). In queste ultime aree la successione, costituita principalmente da conglomerati trasgressivi e dolomie alla base (19) e calcari di piattaforma alla sommità (18a), è stata divisa in varie formazioni, alcune probabilmente eteropiche: Formazioni di Genna Selole, di Dorgali, di M. Tului, di M. Bardia e Calcari di S'Adde (fig. 140, fig. 141).

Nella Sardegna orientale DIENI & MASSARI (1985b; 1987) distinguono nella successione stratigrafica giurassica tre cicli sedimentari trasgressivo-regressivi limitati da discontinuità (fig. 140). Il primo ciclo, che si estende dal Bathoniano al Calloviano inferiore, è caratteristico di una piattaforma estesa e poco profonda, con barre oolitiche che separavano una laguna più o meno aperta (a W) da una piattaforma esterna a sedimentazione pelagica (a E). Il secondo ciclo, dall'Oxfordiano al Kimmeridgiano superiore, è caratterizzato da un

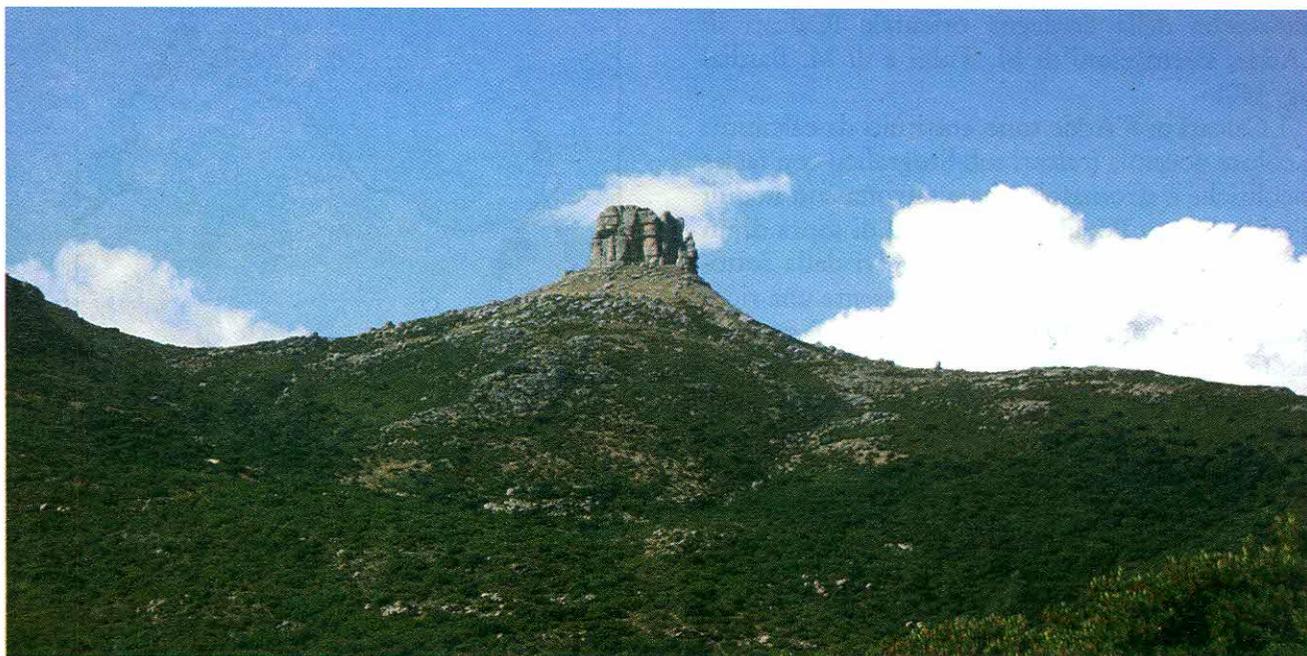


Fig. 138 - Lembo di copertura giurassica (dolomie) discordante sul Basamento ercinico (M. Perda Liana: Ogliastro).
- Remnants of Jurassic cover (mainly dolomite) above the Hercynian basement (M. Perda Liana: Ogliastro).

ambiente sedimentario con piccole scogliere attorniate da depositi oolitici e bioclastici. Il terzo ciclo, riferito al Portlandiano-Berriasiano, è riferibile ad un ambiente di retroscogliera, con tappeti algali e stromatoliti.

La successione giurassica della Sardegna orientale, la cui potenza complessiva supera i 1000 m, è molto simile a quelle della copertura autoctona della Corsica e del Dominio brianzonese delle Alpi, interessate entrambe da una tettonica estensionale nel Lias-Dogger (DIENI & MASSARI, 1985b; 1987).

Vediamo ora più in dettaglio i vari termini di questa successione. La lunga fase di continentalità che precede la trasgressione del Dogger nella Sardegna orientale è testimoniata da paleosuoli ricchi in ferro (il cosiddetto "Ferro dei Tacchi") derivati da una lunga evoluzione pedogenetica del basamento paleozoico in clima caldo-umido (MARINI, 1984). Il conglomerato basale della trasgressione giurassica è rappresentato da un complesso clastico (0-50 m) e discontinuo (Formazione di Genna Selole: AMADESI *et alii*, 1961; FAZZINI *et alii*, 1974; DIENI *et alii*, 1983), costituito da conglomerati e microconglomerati quarzosi e arenarie di ambiente fluviale, associati a lenti di argille carboniose e arenarie con resti vegetali (fig. 142), di ambiente lacustre (BARCA & PALMERINI, 1974; DIENI *et alii*, 1983), che possono poggiare direttamente sul basamento ercinico (fig. 143). Sulla base soprattutto delle paleoflore, l'età della successione è attribuita

dalla maggior parte degli Autori al Bajociano, anche se la presenza di parte del Bathoniano non può essere esclusa (DEL RIO, 1977; DIENI *et alii*, 1983; DEL RIO, 1985). Verso l'alto della successione (fig. 144) sono presenti marne e arenarie argillose di ambiente litorale che sfumano in un'alternanza marnoso-dolomitica (Formazione di Dorgali: AMADESI *et alii*, 1961; CALVINO *et alii*, 1972; DIENI & MASSARI, 1985b), a sua volta passante alle facies di scogliera della successione sovrastante. La Formazione di Dorgali affiora estesamente nella regione dei Tacchi (Sarcidano, Salto di Quirra, Ogliastro) e lungo i bordi dei rilievi carbonatici del Supramonte (Barbagia), del M. Tuttavista e del M. Albo (Baronie). Si tratta di arenarie dolomitiche alla base, che passano a dolomie di colore bruno, spesso compatte, alla sommità. Sono segnalati brachiopodi, belemniti, ammoniti, echinodermi, alghe calcaree e foraminiferi. Sia l'età che lo spessore della Formazione di Dorgali sono molto variabili. Nelle zone costiere orientali l'età è interamente compresa nel Bathoniano, ma verso W il tetto della formazione arriva ad età sempre più recenti, fino al Kimmeridgiano superiore. Lo spessore varia da un massimo di circa 300 m vicino a Lula (NW di M. Albo), a circa 200 m in quasi tutto il Supramonte, fino a pochi metri a M. Gurturgios (NE di M. Albo) e a M. Oro (Baunei), e sembra annullarsi completamente vicino a Genna Arramene e alla base di P.ta Giraditi (Supramonte). Questa formazione è in eteropia di facies con le altre formazioni

giurassiche della Sardegna orientale (Calcari di S'Adde, Formazioni di M. Tului e di M. Bardia) (fig. 140)

I Calcari di S'Adde sono costituiti da calcilutiti di colore nocciola (calcari sub-litografici) con facies oncolitiche e stromatolitiche e talvolta con noduli di selce. Presso Posada (Baronie), al di sopra di un *hard ground* che separa questi calcari dalla sottostante Formazione di Dorgali, è presente una ricca fauna ad ammoniti. Questa formazione è generalmente mal stratificata nella parte inferiore, mentre la stratificazione diventa molto netta nella parte superiore. Eteropica con i Calcari di S'Adde è la Formazione di M. Tului (AMADESI *et alii*, 1961) (fig. 140), contraddistinta da un'alternanza irregolare di calcari micritici e calcareniti oolitiche e bioclastiche, il cui spessore varia da 0 a 120 m (CALVINO *et alii*, 1972). L'ambiente di deposizione di questa formazione, come pure quello dei Calcari di S'Adde, è riferibile ad una piattaforma esterna (DIENI & MASSARI, 1985b). In base al contenuto fossilifero, rappresentato da ammoniti, brachiopodi, echinodermi e foraminiferi, l'età di queste due formazioni è attribuita al Calloviano-Kimmeridgiano superiore.

La Formazione di M. Bardia (AMADESI *et alii*, 1961; 1967) (fig. 145) può essere parzialmente eteropica con le precedenti e costituisce la parte terminale della successione stratigrafica giurassica (e in parte del Cretacico basale). Si tratta di una tipica formazione di scogliera, con calcari di bioerma, limitati lateralmente e superiormente da calcari detritici con frequenti biostromi. Le masse bioermali massicce, non stratificate e con organismi (alghe) ancora in posizione di crescita, costituiscono una parte subordinata della successione calcarea, ma si rinvergono abbastanza frequentemente. Nei calcari detritici vengono distinte tre principali litofacies (MASSARI, 1968):

- una prima, di ambiente subtidale poco profondo, a componente bioclastica prevalente e strutture algali autoctone, è presente soprattutto nella parte inferiore della successione;
- una seconda, di ambiente ad alta energia, con calcareniti classate e ben elaborate e con ooliti, è anch'essa presente soprattutto nella parte inferiore della successione;
- una terza, di ambiente inter-supratidale, è costituita da calcari, calcari marnosi finemente stratificati e brecce calcaree con strutture di essiccamento (*mud-crack*, fig. 146) e faune oligotipiche di ambiente salmastro. Quest'ultima litofacies costituisce la transizione agli ambienti paralici e salmastri caratteristici della facies purbeckiana.

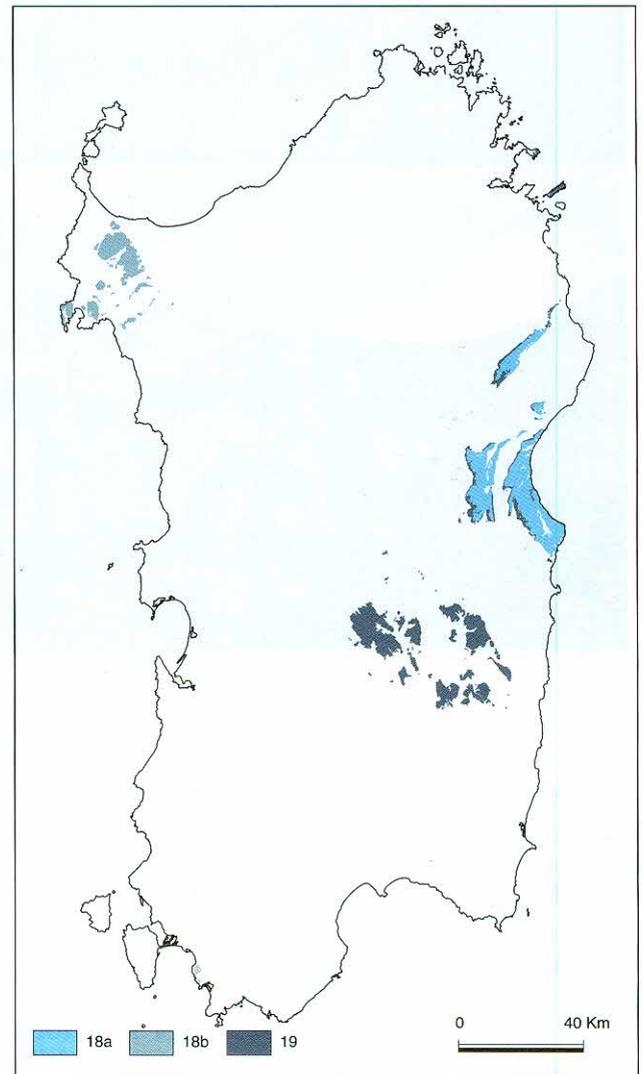


Fig. 139 - Ubicazione degli affioramenti della successione giurassica della Sardegna orientale (18a, 19) e della Sardegna occidentale (18b).
- *Outcrops of the Jurassic succession of eastern Sardinia (18a, 19) and of western Sardinia (18b).*

La successione della Formazione di M. Bardia termina con una superficie di discontinuità, corrispondente ad una lacuna stratigrafica che va dal Berriasiano al Valanginiano superiore (DIENI & MASSARI, 1985b; 1987). I fossili sono molto frequenti in tutta la formazione e sono rappresentati soprattutto da nerinee (fig. 147), coralli, foraminiferi e alghe, che consentono di riferire la formazione al Kimmeridgiano-Berriasiano.

Successione giurassica della Sardegna occidentale (18b)

Questa successione affiora estesamente nella Nurra (Sardegna NW) e molto limitatamente presso Porto Pino nel Sulcis (Sardegna SW) (fig. 139).

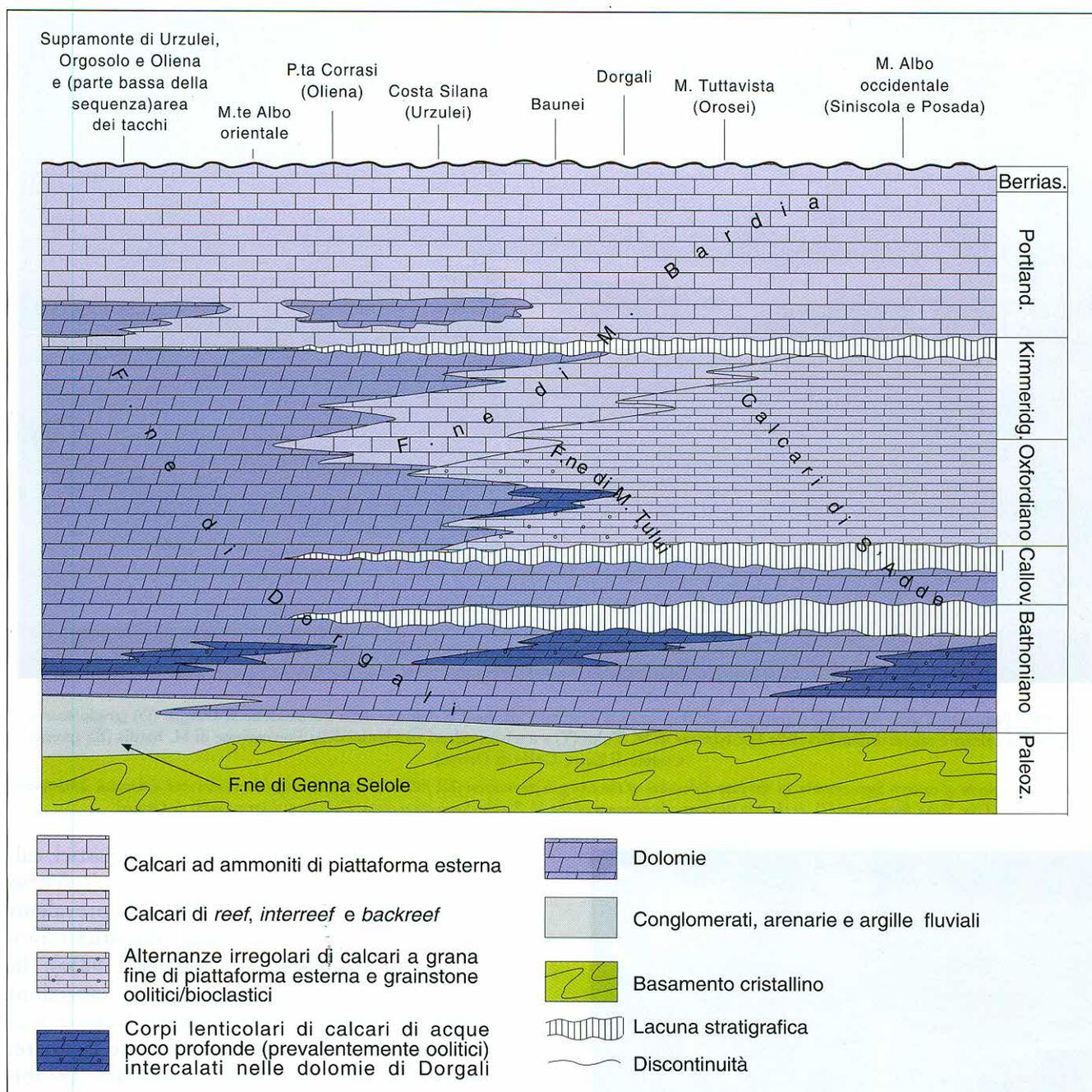


Fig. 140 - Relazioni stratigrafiche fra le formazioni giurassiche nella Sardegna orientale (da DIENI & MASSARI, 1986, modificato).
 - Relationships between Jurassic formations of eastern Sardinia (after DIENI & MASSARI, 1986, modified).

Questa successione è inoltre segnalata nell'Isola di S. Antioco, dove calcari marnosi e oolitici del Giurassico superiore sono stati incontrati in un sondaggio per circa 400 m (MAXIA, 1963a; 1963b).

Nella Nurra la successione giurassica, potente quasi 800 m, è conosciuta con grande dettaglio ed è stata divisa in diverse unità litostratigrafiche (fig. 148) (CHERCHI & SCHROEDER, 1985a). La base della successione è in continuità stratigrafica con il Triassico superiore (Keuper) ed è costituita da

dolomie (circa 25 m) con scarso contenuto fossifero. Al di sopra seguono calcari dolomitici, calcari oolitici e bioclastici e livelli marnosi, riferibili ad ambienti di piattaforma esterna. A queste litologie si intercalano livelli di arenarie a stratificazione incrociata, con pettinidi, e microconglomerati ad elementi di quarzo, riferibili ad ambienti litorali, ben visibili nell'area di Capo Caccia. La successione liassica, spesso meno di un centinaio di metri, è localmente molto ricca di fossili (echinidi, gastero-

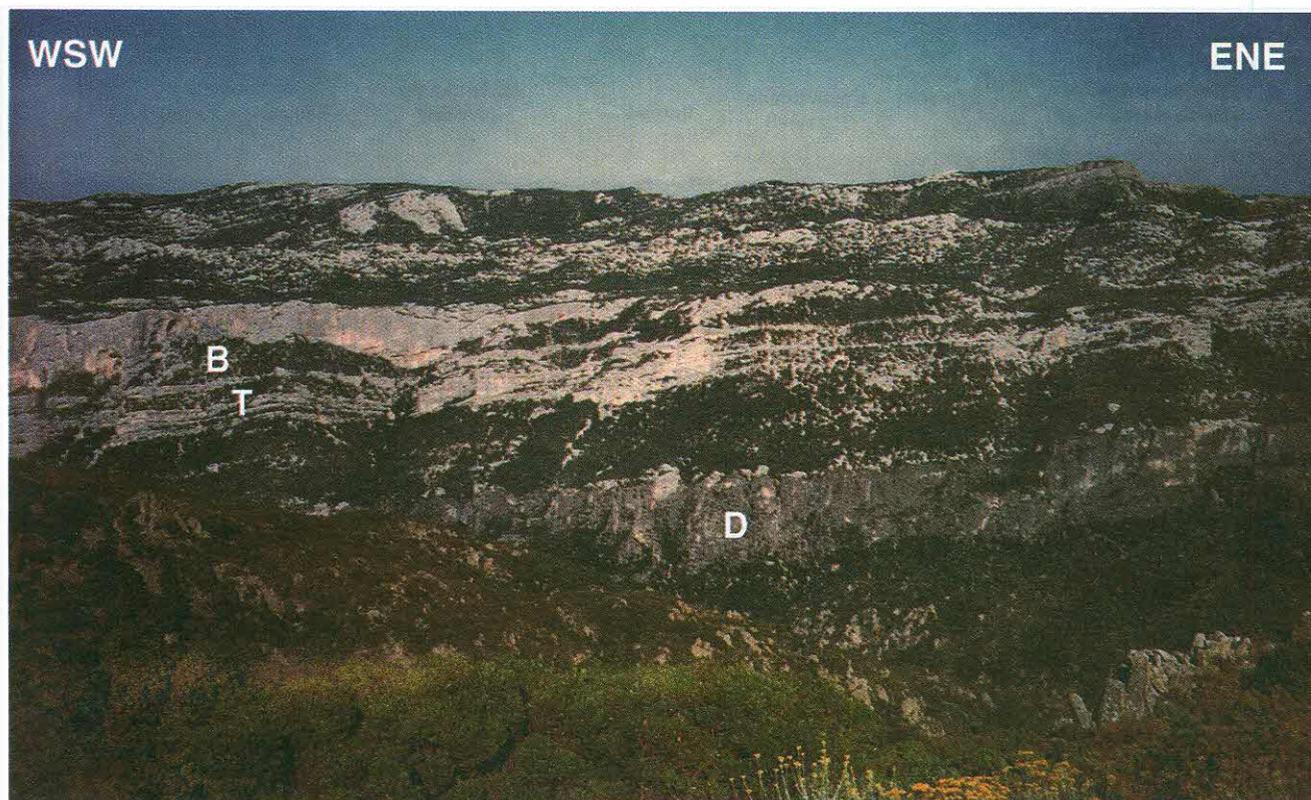


Fig. 141 - Panoramica della successione giurassica del Supramonte orientale: alla base le dolomie della Formazione di Dorgali (D) (grigio scuro), seguite dai calcari e calcari-dolomitici della Formazione di M. Tului (T) e a tetto i calcari bioclastici della Formazione di M. Bardia (B); (presso Codula di Luna: Golfo di Orosei).

- Jurassic succession of eastern Supramonte: at the base dolomites of the Dorgali formation (D), followed up section by limestones and dolomitic limestones of the Tului formation (T), at the top bioclastic limestones of the M. Bardia formation (near Codula di Luna: Golfo di Orosei).



Fig. 142 - *Ptilophyllum (Williamsonia) pecten* (felce) in arenarie del Giurassico medio (Laconi: Sarcidano). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.

- *Ptilophyllum (Williamsonia) pecten* (fern) in Middle Jurassic sandstones (Laconi: Sarcidano). Museum of Paleontology, University of Cagliari.

podì, coralli, foraminiferi, brachiopodi, ammoniti, ecc., fig. 149) (CHABRIER & FOURCADE, 1975b; FAURE & PEYBERNES, 1983; CHERCHI & SCHROEDER, 1985a), che permettono di attribuirle all'Hettangiano-Toarciano.

Durante il Dogger continua la sedimentazione carbonatica, rappresentata da potenti spessori

(circa 400-500 m) di calcari oolitici e bioclastici, calcari marnosi e dolomitici, marne e dolomie. Verso l'alto la stessa successione è costituita da prevalenti dolomie in alternanza con calcari micritici e biocalcareni (CHABRIER & SCHROEDER, 1985a). In questa successione, locali ma frequenti emersioni sono documentate da *hard ground*, da facies a *bird-eyes* e da faune ad ostracodi di ambiente lagunare, del Bathoniano (CHABRIER & FOURCADE, 1975b). Anche la successione del Dogger è caratterizzata da un contenuto fossilifero localmente molto abbondante e vario (CHABRIER & FOURCADE, 1975b; CHERCHI & SCHROEDER, 1985a). Il passaggio al Malm si colloca probabilmente all'interno di un'alternanza di calcari micritici a "ciottoli neri" e a carofite, affioranti a P.ta del Rumani e a M. Doglia (CHABRIER & FOURCADE, 1975b; AZEMA *et alii*, 1977).

La successione dolomitica del Malm (?Oxfordiano-?Kimmeridgiano), potente circa 200 m, è ben esposta nell'Isola Foradada e lungo la falesia occidentale della penisola di Capo Caccia (Cala d'Inferno, Torre della Pegna, Cala della Puntetta). In alternanza con le dolomie sono frequenti le lenti



Fig. 143 - Trasgressione giurassica sul basamento metamorfico ercinico (Perdasdefogu: Salto di Quirra).
- *Jurassic transgression on the Hercynian metamorphic basement (Perdasdefogu: Salto di Quirra).*

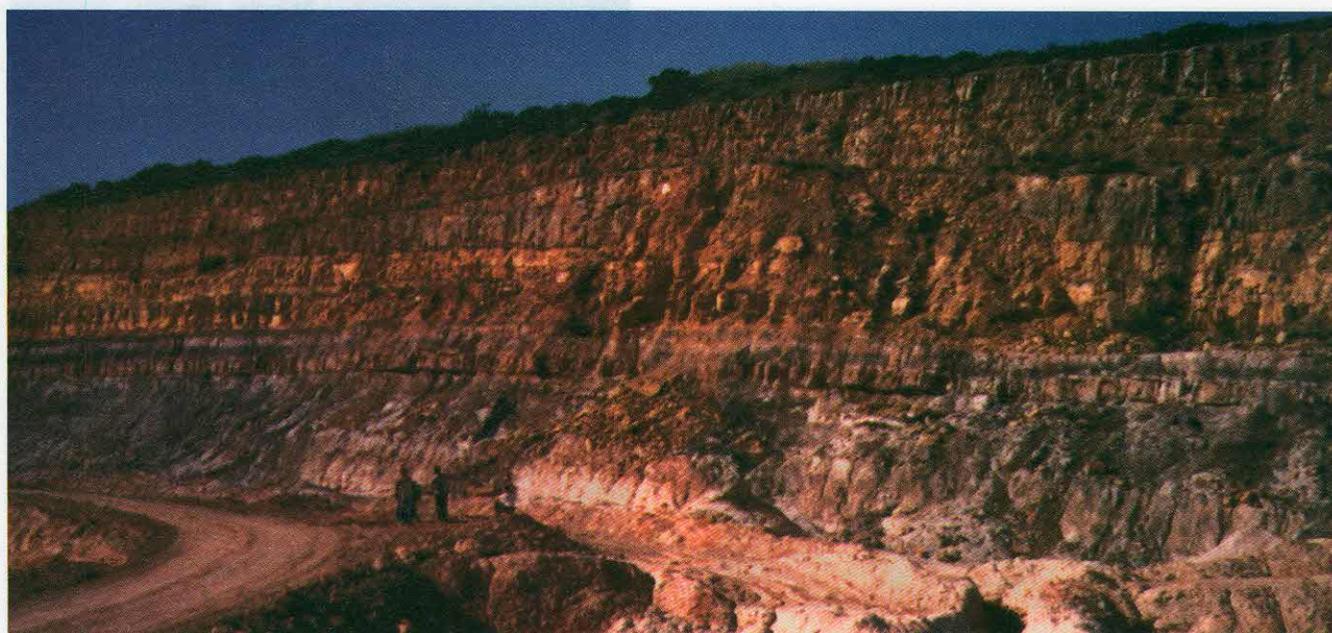


Fig. 144 - Fronte di cava per l'estrazione di argilla presso Nurallao (Sarcidano): alla base argille della Formazione di Genna Selole sormontate da dolomie della Formazione di Dorgali (Giurassico medio).
- *Quarry in clay near Nurallao (Sarcidano): at the base clays of the Genna Selole formation, followed by dolomites of the Dorgali formation (Middle Jurassic).*

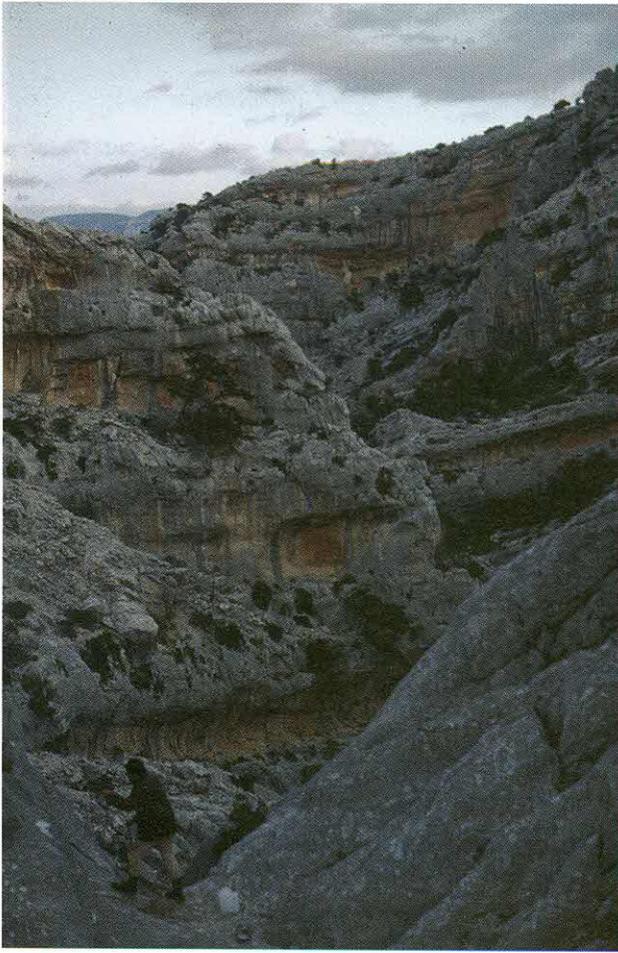


Fig. 145 - Calcari organogeni della Formazione di M. Bardia (Badde Pentumas: Supramonte).

- *Limestones of the M. Bardia formation (Badde Pentumas: Supramonte).*



Fig. 146 - Strutture di disseccamento tipo *mud-crack* nei calcari del Cretacico inferiore (parte alta della Formazione di M. Bardia) nei pressi della grotta di Sa Oche (Lanaitto: Supramonte).

- *Mud-cracks in Lower Cretaceous limestones (upper part of the M. Bardia formation) near the Sardinia Oche cave (Lanaitto: Supramonte).*

calcareae a *bird-eyes*, con cristalli pseudomorfi di gesso, ostracodi e carofite, che testimoniano continue e ripetute emersioni. Il contenuto fossilifero è molto scarso, ma aumenta gradualmente nel Portlandiano (MAXIA & PECORINI, 1963; CHABRIER & FOURCADE, 1975b; AZEMA *et alii*, 1977), caratterizzato dalla sedimentazione di calcari micritici con locali intercalazioni di dolomie (circa 50 m). Verso l'alto i calcari (ben esposti a P.ta Cristallo e Torre della Pegna presso Capo Caccia) si alternano invece a livelli marnosi a carofite finemente laminati, che indicano il graduale cambiamento da ambienti marini verso le successive condizioni lagunari-lacustri del Berriasiano (facies purbeckiana, PECORINI, 1969).

A Porto Pino (Sardegna SW) può essere riconosciuta una successione giurassica (BARCA & COSTAMAGNA, 1997a) che poggia sulle dolomie del Keuper (fig. 150) ed è costituita alla base da calcareniti oolitico-bioclastiche localmente selcifere, frequentemente fossilifere (brachiopodi, belemniti, crinoidi, ecc.) indicate come Formazione di Guardia Sa



Fig. 147 - *Nerinea* sp. in calcare del Giurassico superiore. Formazione di M. Bardia (N.ghe Punnacci: Supramonte di Baunei). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.

- *Nerinea* sp. in Upper Jurassic limestone, M. Bardia formation (N.ghe Punnacci: Supramonte di Baunei). Museum of Paleontology, University of Cagliari.

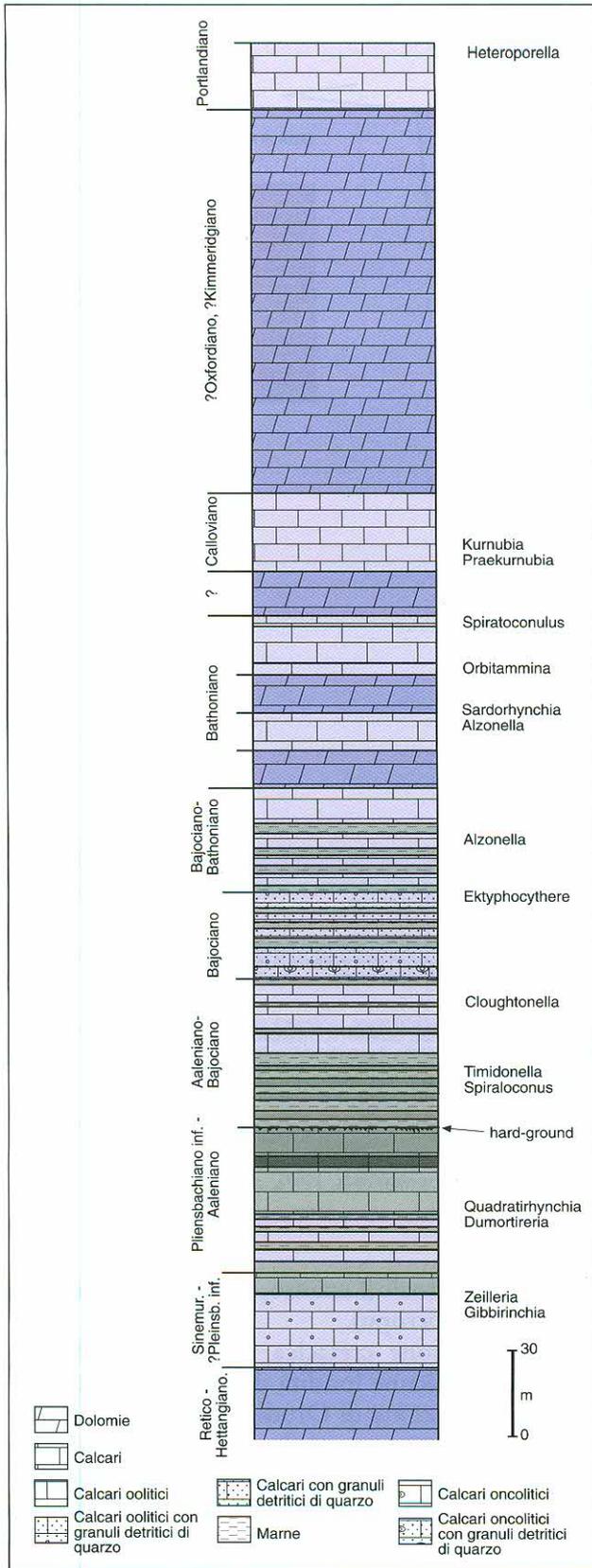


Fig. 148 - Colonna stratigrafica del Giurassico della Nurra, con indicato il contenuto fossilifero (da Cherchi & SCHROEDER, 1985a).
 - Stratigraphic section in the Jurassic succession of the Nurra region, with fossils content (after CHERCHI & SCHROEDER, 1985a).



Fig. 149 - Calcare giurassico a *Cladoporopsis* sp. (P.ta Tiglio, Alghero: Nurra). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.
 - Jurassic limestone with *Cladoporopsis* sp. (P.ta Tiglio, Alghero: Nurra). Museum of Paleontology, University of Cagliari.

Barracca del Lias, e riferite ad un ambiente di piattaforma carbonatica esterna. Seguono quindi cicliche alternanze di calcari e marne, comprese nella Formazione di Medau Mereu dell'Aaleniano, le cui caratteristiche litologiche ed il contenuto faunistico (spicole di spugne, radiolari) permettono di ipotizzare un ambiente deposizionale di margine di piattaforma. Lo spessore totale della successione giurassica di Porto Pino è stimato poco più di 200 m.

In conclusione, il Giurassico della Sardegna occidentale è rappresentato da depositi di mare basso e con frequenti emersioni specialmente nel Dogger e nel Malm. Gli ambienti di sedimentazione sono tipici di una piattaforma carbonatica e vanno dalla laguna protetta con energia estremamente bassa a salinità variabile, a quello di più alta energia dominato da barre oolitiche o da tempesti (D'ARGENIO *et alii*, 1985). Le caratteristiche sedimentologiche, stratigrafiche e paleontologiche di questa successione giurassica sono molto simili a quelle del Dominio pirenaico-provenzale (CHABRIER & MASCLE, 1975; AZEMA *et alii*, 1977; D'ARGENIO *et alii*, 1985).

Successione cretacea inferiore della Sardegna orientale (17a)

Sebbene la sommità della Formazione di M. Bardia, già descritta nella successione giurassica della Sardegna orientale, comprenda anche il Cretacico basale (Berriasiano), la successione del Cretacico inferiore della Sardegna orientale, indicata nella Carta geologica con la sigla 17b, inizia con i

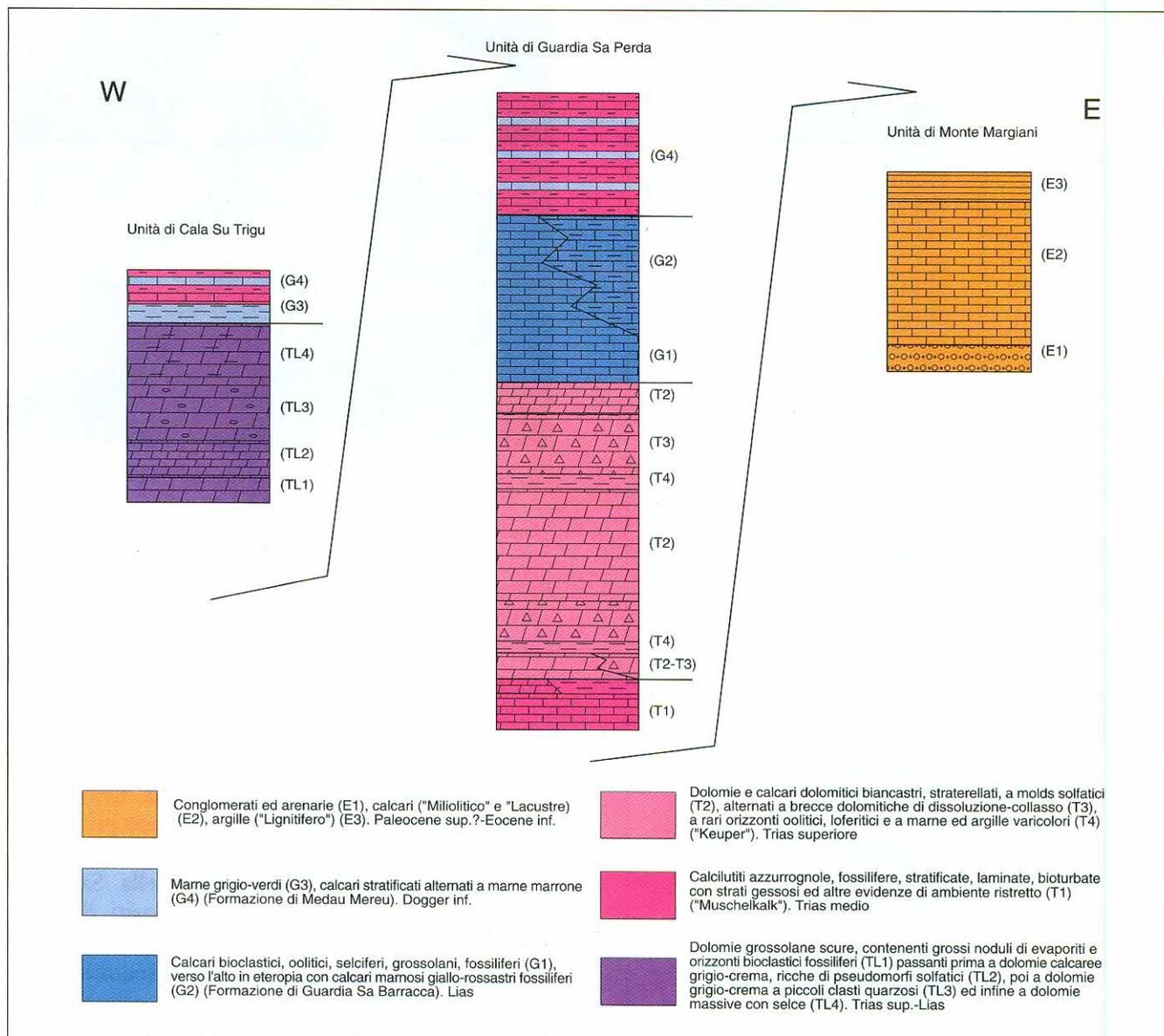


Fig. 150 - Successione stratigrafica del Mesozoico di Porto Pino (da BARCA & COSTAMAGNA, 1997a, modificata).

- Stratigraphic section in the Mesozoic succession of Porto Pino (after BARCA & COSTAMAGNA, 1997a, modified).

litotipi caratteristici della facies purbeckiana (localmente indicata anche come Orizzonte di Orudè ed è separata dalla sottostante Formazione di M. Bardia da una lacuna di sedimentazione (DIENI & MASSARI, 1987). Tale successione affiora solo limitatamente (fig. 151) e sempre in corrispondenza di aree con complicazioni tettoniche. Al M. Albo i depositi di età cretacea affiorano in due località (a N di Tanca Altara e a Sedda Sas Mesas) e sono in contatto tettonico con le dolomie del Dogger e con i conglomerati terziari (Conglomerato di Cuccuru 'e Flores); al M. Tuttavista affiorano sul versante SE e sono in contatto tettonico con il basamento metamorfico; nel Supramonte affiorano al nucleo

di strette sinclinali (Lanaitto, Orudè, Doronè, P.ta Cusidore e Gorropu).

La successione cretacea inferiore, nel Supramonte ed in alcune località del M. Tuttavista, inizia con l'Orizzonte di Orudè, costituito da marne e calcareniti marnose, giallastre e poco cementate (facies purbeckiana) con ammoniti e foraminiferi che permettono di attribuirlo al Valanginiano (DIENI & MASSARI, 1966a). L'ambiente di sedimentazione è riferibile a condizioni da transizionali ad un mare poco profondo, ma aperto. Lo spessore, variabile nelle diverse località, raggiunge un massimo di 10-15 m. Al M. Albo (DIENI *et alii*, 1987b) sono segnalati spessori maggiori (circa 50 m), con

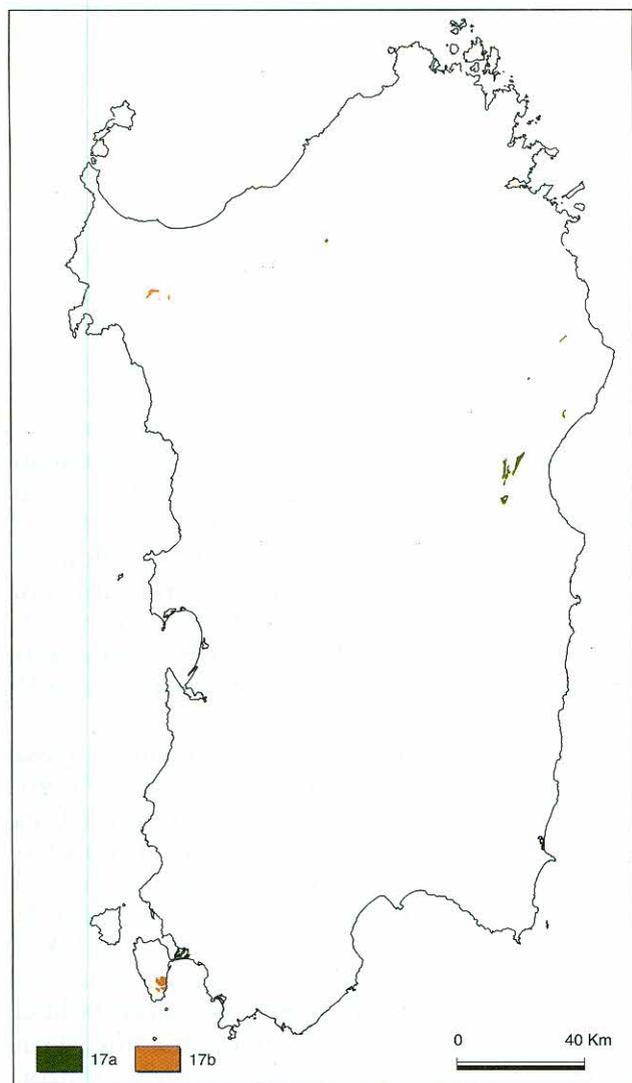


Fig. 151 - Ubicazione degli affioramenti della successione del Cretacico inferiore della Sardegna orientale (17a) e della Sardegna occidentale (17b).

- Outcrops of the Lower Cretaceous succession of eastern Sardinia (17a) and of western Sardinia (17b).

marne e calcari marnosi scuri e ricchi di materiale organico, organismi silicei e pirite; caratteristiche che indicherebbero, contrariamente alle altre località, condizioni ambientali relativamente profonde, ma confinate.

Al di sopra dell'Orizzonte di Orudè la successione del Cretacico inferiore della Sardegna orientale continua con calcari argillosi e bioclastici dell'Hauteriviano (DIENI & MASSARI, 1963; 1965a; BUSULINI *et alii*, 1987; DIENI *et alii*, 1987a). Nei calcari sono presenti numerosi *hard ground*, marcati da orizzonti nodulari, glauconitici e fosfatici, molto ricchi in faune condensate. Segue un insieme monotono di biocalcareni fini, biancastre o grigio chiare, non stratificate, localmente oolitiche, che passano verso l'alto a termini a granulometria mag-

giore, fino a calcareniti bioclastiche (facies urgoniana), con accenno di stratificazione. La successione è caratterizzata verso l'alto da un aumento percentuale di foraminiferi planctonici, ed è molto ricca anche di altri fossili (brachiopodi, bivalvi, gasteropodi, cefalopodi, echinodermi, foraminiferi e alghe calcaree). Le biofacies e le litofacies indicano un ambiente di piattaforma esterna poco profondo ad alta energia, con sedimentazione bioclastica grossolana. La parte alta di questa successione è caratterizzata dalla sedimentazione di calcari argillosi e marne dell'Albiano inferiore, nuovamente con diversi *hard ground*, il cui tetto è interessato da una superficie di erosione imputabile alla Fase austriaca (CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984).

Nella zona del M. Tuttavista, dove la successione del Cretacico inferiore della Sardegna orientale è studiata in maggiore dettaglio (fig. 152) (DIENI & MASSARI, 1963; WIEDMANN & DIENI, 1968), la superficie erosiva sommitale è marcata da un orizzonte conglomeratico glauconitico con fossili dell'Albiano superiore, in discordanza angolare sulla successione sottostante. Invece, a Orudè (Supramonte) la successione del Cretacico inferiore arriva fino all'Albiano superiore con litofacies tipicamente urgoniane e con spessori di circa 300 m (DIENI & MASSARI, 1963; BUSULINI *et alii*, 1987). In altre località lo spessore di questa successione risulta inferiore, variando da circa 200 m nel M. Tuttavista, a circa 100 m a Gorropu (Supramonte), fino ad una decina di metri a ovest di P.ta Cusidore (Supramonte).

La successione cretacica della Sardegna orientale mostra alcune somiglianze con quella della Nurra (presenza delle facies purbeckiana ed urgoniana), ma anche importanti differenze (ad esempio facies con maggiore tendenza pelagica, lacuna meso-cretacica meno estesa, ecc.).

Successione cretacica inferiore della Sardegna occidentale (17b)

In quest'area il Cretacico inferiore, rappresentato da limitati affioramenti nella Nurra e nell'Isola di S. Antioco (fig. 151), può essere diviso in un'unità di base marnosa, lagunare-lacustre, del Berriasiano-Valanginiano inferiore (facies purbeckiana), sormontata da un'unità calcarea marina del Valanginiano-Aptiano inferiore (facies urgoniana). Queste facies caratterizzavano nello stesso periodo il Dominio pirenaico-provenzale (CHABRIER & FOURCADE, 1975a; CHABRIER *et alii*, 1975; AZEMA *et alii*, 1977; FOURCADE *et alii*, 1977; BARBERI & CHERCHI, 1980; MASSE & ALLEMANN, 1982).

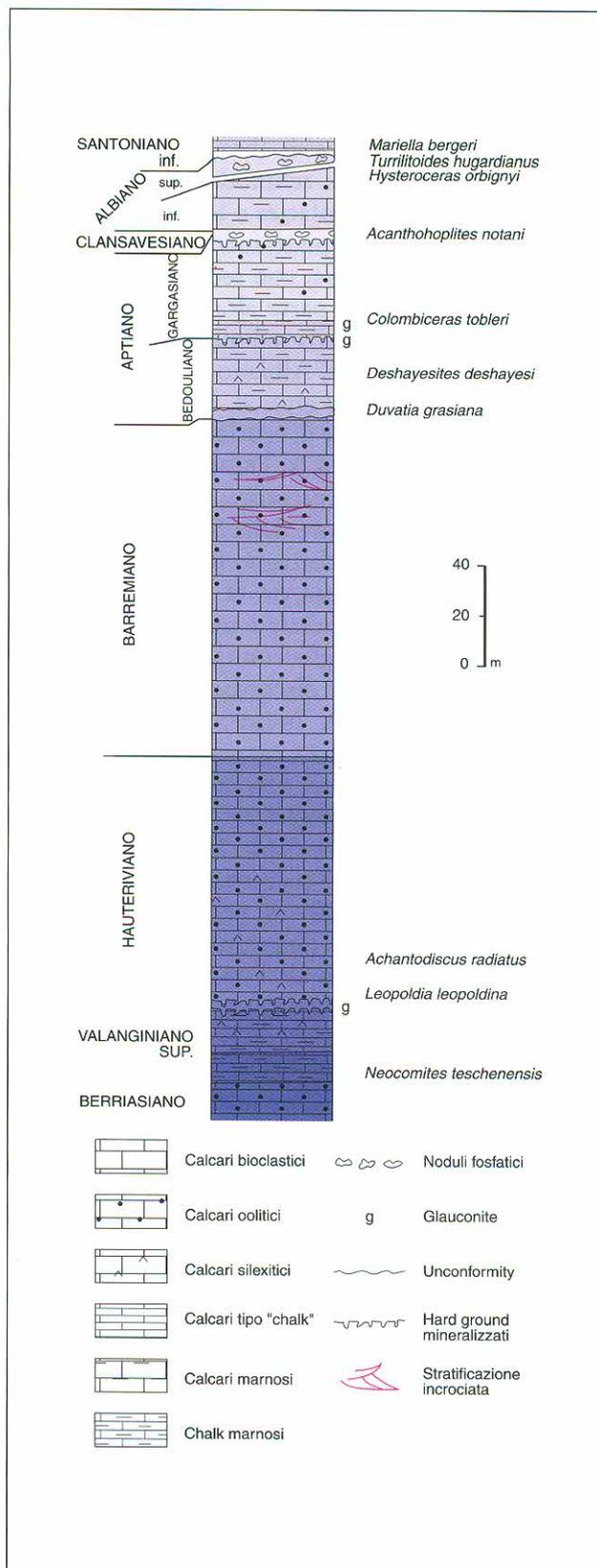


Fig. 152 - Successione cretacea di Orosei (da DIENI & MASSARI, 1987).

- The Cretaceous succession in the Orosei area (after DIENI & MASSARI, 1987).

Nella Nurra (fig. 153) la facies purbeckiana affiora nella penisola di Capo Caccia (Cala d'Inferno, alla base di Torre della Pegna e di P.ta Cristallo), presso Olmedo e presso Uri. Si tratta di marne, calcari marnosi e intercalazioni di calcari in genere scarsamente fossiliferi, ma che talvolta sono molto ricchi di carofite e ostracodi (PECORINI, 1969; 1972b; CHABRIER & FOURCADE, 1975a; AZEMA *et alii*, 1977; CHERCHI & SCHROEDER, 1985c; COLIN *et alii*, 1985). Le biofacies (gasteropodi limnici, lamellibranchi di ambiente salmastro, carofite e ostracodi di acqua dolce), e le litofacies indicano ambienti lagunari-lacustri con sporadiche intercalazioni marine, che diventano sempre più frequenti verso l'alto. In queste intercalazioni, dove sono documentati episodi di tempesta (CARANNANTE *et alii*, 1995), sono contenuti intraclasti di calcari in facies purbeckiana, alghe, foraminiferi e miliolidi (CHABRIER *et alii*, 1975; CHERCHI & SCHROEDER, 1985c). Gli spessori della facies purbeckiana della Nurra vanno da circa 70 m (Capo Caccia) a circa 30 m (Olmedo).

Al di sopra delle marne "purbeckiane" si passa gradualmente alla successione carbonatica "urgoniana", ben esposta nell'area di Capo Caccia e Cala della Calcina. Essa è costituita alla base da un'alternanza di dolomie e calcari oolitici, spesso circa 35 m e riferibile al Valanginiano basale (CHABRIER & FOURCADE, 1975a; CHERCHI & SCHROEDER, 1987). Segue una successione, potente circa 350 m, molto omogenea e monotona, formata da calcari oolitici e bioclastici e da calcari dolomitici e marnosi, il cui contenuto fossilifero (alghe, foraminiferi, briozoi, serpulidi, spugne calcaree, ecc.), vario ed abbondante lungo tutta la sezione (CHERCHI & SCHROEDER, 1973; CHABRIER & FOURCADE, 1975a; AZEMA *et alii*, 1977; CHERCHI & SCHROEDER, 1985c), verso l'alto diventa ricco soprattutto di organismi bentonici. La porzione più recente della successione "urgoniana" affiora a Cala della Calcina e a Torre del Bullo (Capo Caccia) e contiene foraminiferi del Barremiano superiore e dell'Aptiano inferiore (CHERCHI & SCHROEDER, 1987). L'ambiente di sedimentazione è riferibile a condizioni di mare aperto e poco profondo (intraclasti e bioclasti arrotondati, biofacies bentoniche di mare basso) (D'ARGENIO *et alii*, 1985). Localmente, sono documentati livelli lacustri (CHERCHI & SCHROEDER, 1995) e litorali.

Il Cretaceo inferiore dell'Isola di S. Antioco (Maladroxia), del tutto comparabile per litofacies e biofacies con quello della Nurra, inizia con una successione potente circa 90 m di marne e argille con intercalazioni di calcari micritici ad ostracodi del Berriasiano; continua poi con circa 100 m di

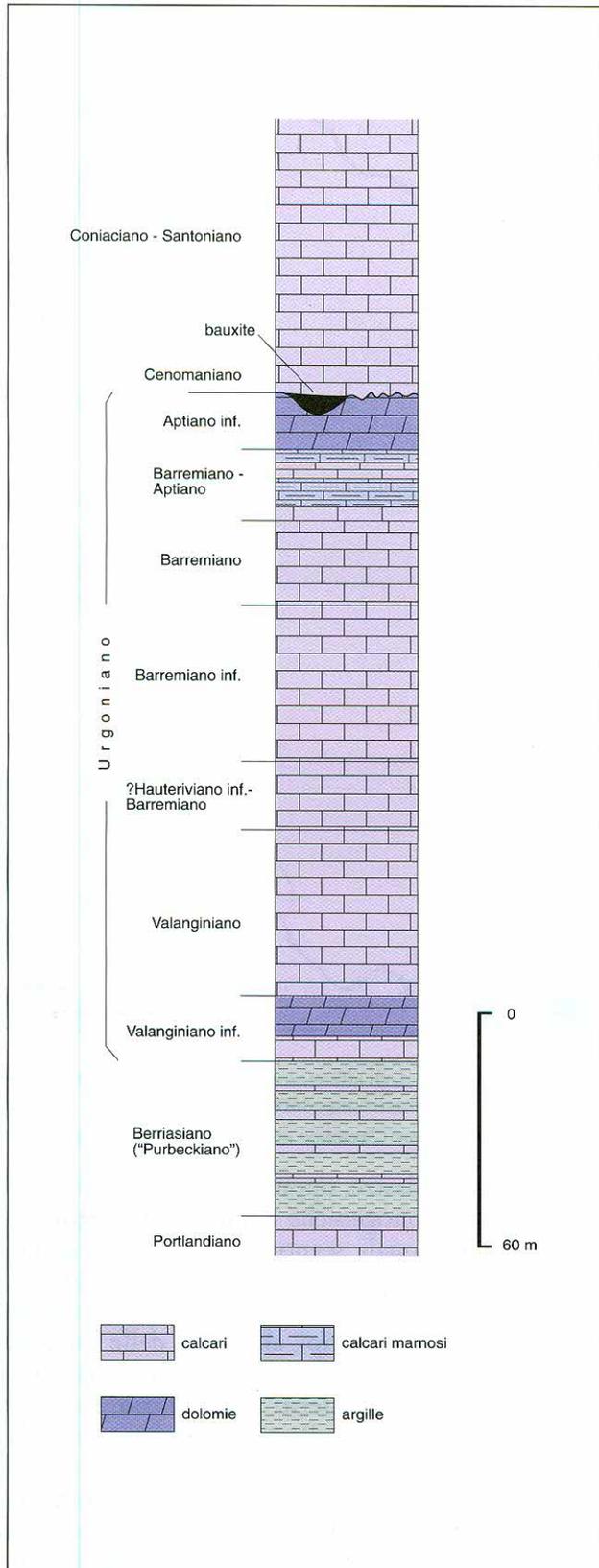


Fig. 153 - Colonna stratigrafica del Cretacico della Nurra (da CHERCHI & SCHROEDER, 1995, modificato).

- Stratigraphic section in the Cretaceous succession of the Nurra region (after CHERCHI & SCHROEDER, 1995, modified).

calcari oolitici e detritici con locali intercalazioni di calcari marnosi, dolomie e marne, il cui contenuto fossilifero è costituito da brachiopodi, calpionelle, dasycladacee ed inoltre da frammenti di rudiste, briozoi, echinodermi, ecc., che testimoniano un intervallo di tempo che va dal Valanginiano inferiore al Barremiano-Aptiano (MAXIA, 1963b; CHABRIER *et alii*, 1975; AZEMA *et alii*, 1977). L'ambiente di sedimentazione di questa successione cretacea, inizialmente lagunare ed ipoalino (facies purbeckiana), è poi riconducibile a condizioni sublitorali e neritiche a salinità normale (facies urgoniana).

Come nella Sardegna orientale, anche la successione carbonatica del Cretacico inferiore sia nella Nurra che a S. Antioco è interrotta da una superficie erosiva meso-cretacica, riconducibile ad una emersione generalizzata (Fase austriaca: CHERCHI & TRÉMOLIÈRES, 1984).

3.2. - SUCCESIONI MARINE DEL CRETACICO SUPERIORE

Successione cretacea superiore della Sardegna orientale (16a)

I sedimenti del Cretacico superiore in questo settore (fig. 154) affiorano solamente in alcune località: al M. Tuttavista, in discordanza sui calcari dell'Albiano inferiore (DIENI & MASSARI, 1963; WIEDMANN & DIENI, 1968), nel Supramonte di Oliena (M. Uddè), in discordanza sui calcari giurassici (CHABRIER, 1969) e, infine, a Gorropu (Supramonte di Orgosolo-Urzulei), in apparente concordanza sul Cretacico inferiore (CHABRIER, 1967) (fig. 155). La successione del Cretacico superiore poggia sopra il discontinuo orizzonte conglomeratico glauconitico dell'Albiano superiore ed è rappresentata da calcari grigio-giallastri glauconitici, nodulari, ben stratificati (fig. 156), e da calcari marnosi e marne con abbondanti noduli di selce. Nell'area di Borrosca (Lanaitto), un'interruzione della sedimentazione, che interessa l'intervallo Cenomaniano sommitale-Turoniano medio, è marcata da un importante *hard ground* (BUSULINI *et alii*, 1987).

I numerosi fossili presenti in questa successione (AMADESI *et alii*, 1961; CHABRIER, 1969; BUSULINI *et alii*, 1984; DIENI & MASSARI, 1985c; BUSULINI *et alii*, 1987) sono costituiti da globotruncane e altre microfaune planctoniche, che indicano un'età fino al Maastrichtiano inferiore e un ambiente pelagico riferibile ad una piattaforma esterna prossima alla scarpata.

Alternati alle marne maastrichtiane di Borrosca, si rinvengono alcuni orizzonti arenacei a grana fine, ben classificati e con caratteri torbiditici, costituiti soprattutto da quarzo e K-feldspato e da rari grani detritici di ferroglaucofane derivati da rocce con metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura (DIENI & MASSARI, 1982). Al M. Tuttavista il Cretacico superiore è rappresentato da calcari farinosi tipo *craie*, del Coniaciano superiore-Santoniano (DIENI & MASSARI, 1963; DIENI *et alii*, 1987a). La presenza di ciottoli di calcari neritici a rudiste di età maastrichtiana rimaneggiati nel conglomerato terziario di Cuccuru 'e Flores (CHABRIER, 1969; BUSULINI *et alii*, 1984), indica l'esistenza di un'evoluzione in senso regressivo della successione cretatica terminale, completamente erosa nei suoi termini più recenti. Gli spessori maggiori (fino a circa 70 m) si osservano nell'area di Gorropu e di Lanaitto (Supramonte).

Successione cretatica superiore della Sardegna occidentale (16b)

Nella Sardegna occidentale il Cretacico superiore affiora diffusamente nella Nurra (fig. 154), nell'Isola di S. Antioco e con affioramenti non rappresentabili alla scala della Carta geologica allegata in Anglona (Erula). La successione è sempre discordante su di un substrato diacrono di età compresa tra il ?Triassico (presso Erula in Anglona) e l'Aptiano inferiore (a Torre del Bulo presso Capo Caccia, nella Nurra) (CHERCHI & SCHROEDER, 1987). La superficie di discordanza è localmente marcata da un orizzonte bauxitico riconducibile ad una generale emersione e ad una importante lacuna stratigrafica, riconosciuta in tutta la Sardegna, oltrechè nel Dominio pirenaico-provenzale. L'intervallo della lacuna aumenta da E (Sardegna orientale) verso W (Sardegna occidentale). Infatti, a E la lacuna va dall'Albiano inferiore a quello superiore (DIENI & MASSARI, 1985b); ad Erula (Sardegna centro-occidentale) la trasgressione che segue la lacuna è riferibile al Cenomaniano superiore (CHERCHI & SCHROEDER, 1976a), ed infine nella Nurra lo *hiatus* va dall'Aptiano inferiore fino al Coniaciano (PHILIP & ALLEMANN, 1982). Durante il periodo di continentalità meso-cretacica cospicue porzioni della serie mesozoica sono state erose prima della deposizione delle alteriti.

Le bauxiti affiorano soprattutto nella Nurra (Capo Caccia, M. Perdosu, M. Doglia, Fertilia, M. Nurra, Olmedo, Uri, ecc.) (PECORINI, 1965) e poggiano su terreni che vanno dall'?Oxfordiano-Kimmeridgiano all'Aptiano inferiore (OGGIANO *et alii*, 1987). Il letto delle bauxiti è talvolta costituito da

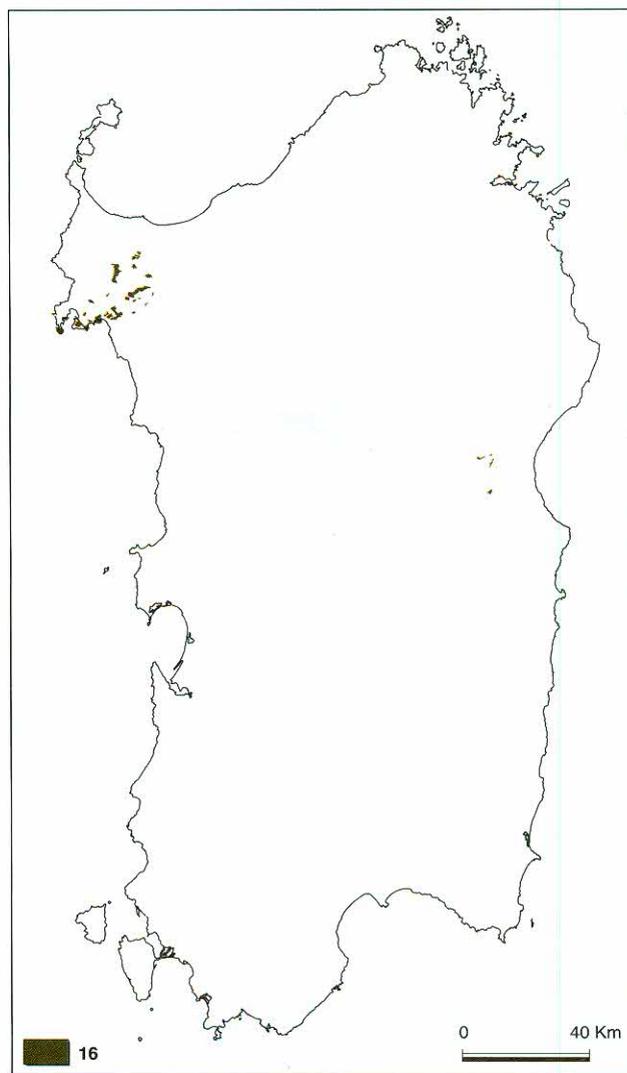


Fig. 154 - Ubicazione degli affioramenti della successione marina del Cretacico superiore (16a e 16b).

- Outcrops of the Upper Cretaceous marine succession (16a and 16b).

argille rosso-giallastre, oppure da brecce carbonatiche rossastre monogeniche a cemento ferruginoso-bauxitico, alle quali seguono argille con lignite, bauxiti argillose e bauxiti oolitiche, pisolitiche, conglomeratiche o brecciate. Numerosi fattori (paleomorfologia, litotipi alla base delle bauxiti, carsismo, ecc.) concorrono a determinare le differenti tipologie delle alteriti della Nurra e a controllarne gli spessori, l'estensione laterale e la distribuzione (OGGIANO *et alii*, 1987). Sulle marne "purbeckiane" (Graxioleddu) le bauxiti, sviluppatesi principalmente in situ per decalcificazione delle marne, formano "depositi-strato" con grande continuità laterale (fino a circa 3 Km) e spessore costante (mediamente 3 m). Sulle litologie calcareo-dolomitiche si svilupparono invece intensi fenomeni carsici e i depositi bauxitici hanno un notevole sviluppo verticale, con estensioni ridotte.

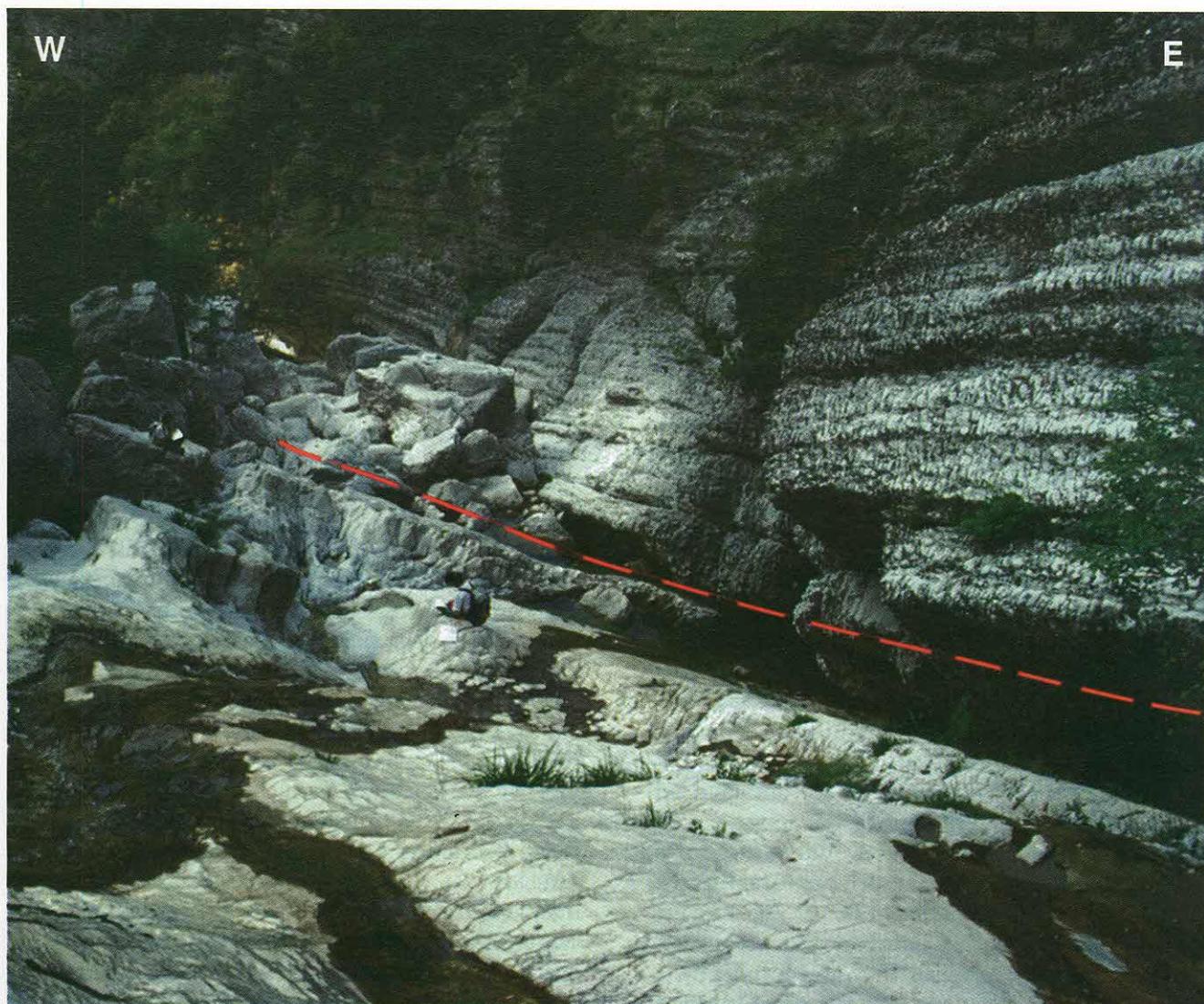


Fig. 155 - Contatto stratigrafico tra i calcari del Cretacico inferiore in facies urgoniana e i calcari nodulari del Cretacico superiore in apparente concordanza (*paraconformity*) (Gorropu: Supramonte).

- *Paraconformity between Lower Cretaceous limestones and Upper Cretaceous nodular limestones (Gorropu: Supramonte).*



Fig. 156 - Affioramento di calcari nodulari ben stratificati del Cretacico superiore (Lanaitto: Supramonte).

- *Well bedded Upper Cretaceous nodular limestones (Lanaitto: Supramonte).*

In questi casi si osservano depositi lentiformi di scarsa estensione e con spessori fino a 14 m (Montigi de Su Cossu), depositi di riempimento di tasche carsiche con rapidi ispessimenti e interruzioni laterali (M. Nurra, M. Murone, ecc.) e depositi entro cavità e doline con spessori fino a 40 m ed estensione di qualche centinaio di metri (Brunestica, Sa Mandrachina, ecc.) (OGGIANO *et alii*, 1987). L'ambiente di evoluzione dei depositi bauxitici è riconducibile a condizioni climatiche caldo-umide di tipo tropicale e sub-tropicale, che ben si accordano con le ricostruzioni paleogeografiche della Sardegna nel Cretaceo medio (DERCOURT *et alii*, 1985; 1986). A Brunestica (a NE di Olmedo), livelli di argille con lignite nella parte alta delle bauxiti contengono ricche e varie palinoflore del Turoniano superiore (FILIGHEDDU & OGGIANO, 1984), che testimoniano la persistenza in quest'area di un ambiente continentale.

Il ritorno a condizioni sedimentarie francamente marine è sottolineato dalla deposizione di sequenze carbonatiche neritiche rappresentate principalmente da calcari micritici e bioclastici. I calcari micritici sono riconducibili ad ambienti protetti, a bassa energia e contengono abbondanti foraminiferi bentonici (soprattutto miliolidi); i calcari bioclastici (calcareniti e calciruditi), rappresentano invece ambienti ad elevata energia e con circolazione più aperta e contengono abbondanti frammenti di rudiste (fig. 157 e fig. 158), echinodermi, coralli, briozoi foraminiferi, ecc. (CHERCHI & SCHROEDER, 1987; D'ARGENIO *et alii*, 1987). A Capo Caccia questi calcari passano lateralmente a bioerme a rudiste. In alcune località della Nurra orientale (Graxioleddu, P.ta Negra, Uri) sono documentate condizioni di mare più profondo (piattaforma esterna-margine di scarpata), marcate da



Fig. 157 - *Radiolites* sp. nel calcare del Cretaceo superiore (Nurra). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.

- *Radiolites* sp. in Upper Cretaceous limestones (Nurra). Museum of Paleontology, University of Cagliari.

marne localmente glauconitiche, da argille e calcari bioclastici con melobesie, foraminiferi planctonici e bentonici ed echinodermi del Santoniano. Il massimo spessore della successione carbonatica del Cretaceo superiore, riferibile all'intervallo Coniaciano-Santoniano, raggiunge 140 m a Capo Caccia. All'interno di questa successione sono documentate considerevoli affinità faunistiche con la Provenza e la Spagna NE (CHERCHI & SCHROEDER, 1995). Il rinvenimento (Torre Sa Grucca, a S di Porto Torres), all'interno dei calcari a rudiste, di piccole tasche carsiche (ALLEMANN, 1978; in CHERCHI & SCHROEDER, 1987) riempite da marne biancastre contenenti una fauna ad ostracodi lacustri di probabile età campaniana, sembrava indicare la presenza di una vasta regressione di questa età. Tuttavia, in alcuni sondaggi nella Nurra orientale sono state trovate marne (con nannoplancton e foraminiferi plancto-

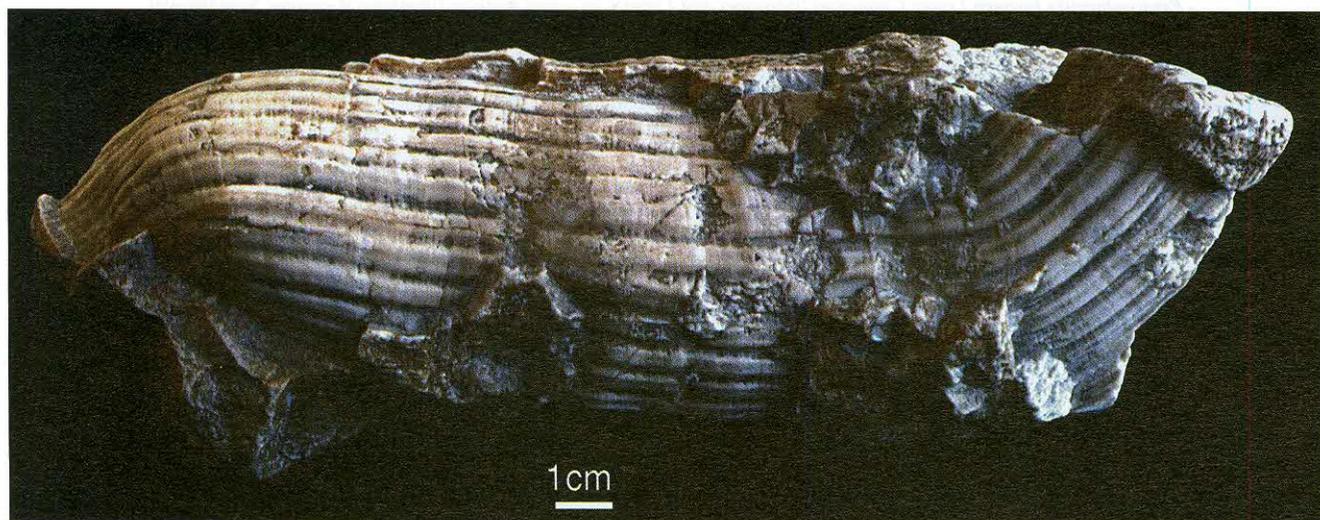


Fig. 158 - Esemplare di *Hippurites* sp. del Cretaceo superiore (Nurra). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.

- *Hippurites* sp. of Upper Cretaceous age. Museum of Paleontology, University of Cagliari.

nic) e calcari (con grandi foraminiferi, briozoi, alghe rosse, ecc.) di età campaniana (CHERCHI & SCHROEDER, 1995), che suggeriscono un quadro paleogeografico più complesso ed una regressione completa più tardiva (?Maastrichtiano).

Ad Erula (Anglona) il Cretacico superiore è conservato in un piccolo affioramento, composto da pochi metri di calcari micritici, talora nodulari e con abbondanti foraminiferi del Cenomaniano, sui quali poggiano calcari a rudiste del Turoniano sommitale-Coniaciano (CHERCHI & SCHROEDER, 1976b).

Nell'Isola di S. Antioco, secondo MAXIA (1963a; 1963b) e CHABRIER *et alii* (1975), il Cretacico superiore è rappresentato da pochi metri di calcareniti. Questi rari e piccoli affioramenti, riferibili al Santoniano, sarebbero trasgressivi sulle successioni del Cretacico inferiore e separati da queste ultime da una superficie lateritizzata e con residui di bauxite rossa oolitica, corrispondente alla fase di emersione della Nurra. L'ambiente di sedimentazione è anche in questo caso di tipo neritico e di scogliera.

3.3. - SUCCESIONI TRANSIZIONALI E MARINE DEL PALEOCENE SUP.-EOCENE MEDIO

Le condizioni continentali instauratesi in Sardegna alla fine del Cretacico continuano fino al Paleocene superiore, quando inizia un ciclo trasgressivo-regressivo, caratterizzato alla base da facies alluvionali rapidamente passanti a marine, e da facies lagunari a paralic-continentali alla sommità. Il nuovo ciclo sedimentario inizia nel ?Thanetiano sup.-Ilerdiano ed è stato riconosciuto sia in sondaggio nel Sulcis, dove è rappresentato da calcari ad alveolinidi con affinità faunistiche con formazioni coeve del N della Spagna (CHERCHI, 1979; CARMIGNANI *et alii*, 1989), che in affioramento in altri settori dell'Isola (Salto di Quirra e Trexenta).

Nel Sulcis la sedimentazione inizia con conglomerati ed arenarie, seguono calcari ad alveolinidi ilerdiani, e prosegue con strati ad alveolinidi e orbitolidi ("Calcari a macroforaminiferi" *Auct.*) del Cuisiano (MURRU & SALVADORI, 1987), questi ultimi diffusi anche altrove nella Sardegna meridionale. Nel Cuisiano si manifesta già una graduale regressione, che nel Sulcis è testimoniata da facies paraliche molto estese (Calcari a miliolidi: "Miliolitico" *Auct.*), caratterizzate verso l'alto dalla presenza di argille, marne, arenarie bioclastiche e depositi di lignite ("Lignitifero" *Auct.*). Questa regressione conduce a condizioni sub-aeree genera-

lizzate al Luteziano (PITTAU DEMELIA, 1979).

Depositi marini eocenici affiorano solo nella Sardegna meridionale e presso Orosei.

Successione del Paleocene sup.-Eocene medio del Sulcis e della Trexenta (15)

I depositi del Paleocene sup.-Eocene medio del Sulcis sono localizzati in un bacino che si estende su una superficie di circa 200 km² tra il Golfo di Palmas a S ed il Golfo di Gonnesa a N (fig. 159). Normalmente si accetta una ricostruzione paleogeografica che delinea una grande insenatura aper-

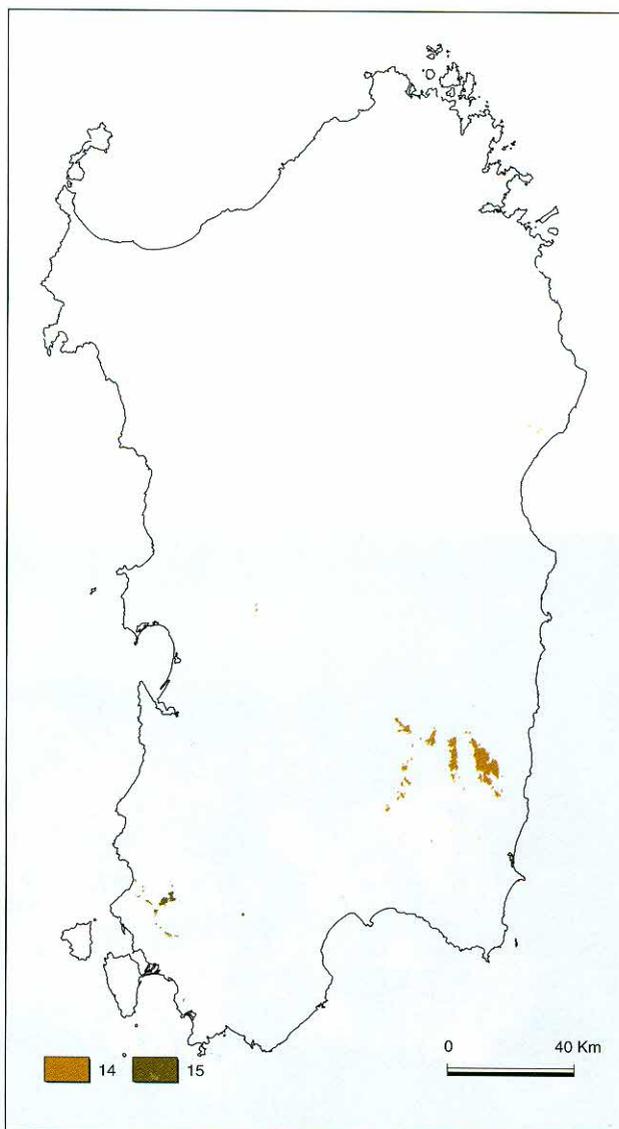


Fig. 159 - Ubicazione degli affioramenti della successione del Paleocene superiore-Eocene medio del Sulcis e della Trexenta (15) e dell'Eocene inferiore-medio della Sardegna orientale (14a e 14b).

- Outcrops of the Upper Paleocene-Middle Eocene succession in the Sulcis and Trexenta region (15) and of the Lower-Middle Eocene succession of eastern Sardinia (14a and 14b).

ta verso i quadranti orientali da cui proveniva l'ingressione marina. Nella Sardegna SW la successione dell'Eocene inferiore-medio poggia talvolta sui carbonati mesozoici o sui depositi vulcano-sedimentari permiani, ma generalmente la trasgressione avviene direttamente sul basamento paleozoico.

La generica età eocenica per questo bacino prima indicata da MENEGHINI (in LAMARMORA, 1858), venne meglio precisata grazie al rinvenimento di resti di *Atalonodon monterini* (DAL PIAZ, 1930) e *Lophiodon sardus* (MAJOR, 1891; BOSCO, 1902; MONTERIN, 1923), fra i più antichi mammiferi perisodattili d'Italia, in base ai quali venne indicata un'età compresa fra il Cuisiano ed il Luteziano. Successivamente, sia resti di pesci *Characidae* (CAPPETTA & THALER, 1973) rinvenuti a Bacu Abis, sia le analisi palinologiche (PITTAU, 1977) e lo studio di alghe (*Characeae*, *Carofite*) rinvenute nel bacino di Piolanas ed altrove (AGUS & PECORINI, 1978; FANNI *et alii*, 1982) confermarono l'età eocenica inferiore (Cuisiano) dei livelli di lignite. Ulteriori dati stratigrafici sul bacino sulcitano sono stati successivamente acquisiti grazie alle analisi micropaleontologiche (CHERCHI, 1983; MURRU & SALVADORI, 1987) e palinologiche (SALVADORI, 1980) di alcuni sondaggi realizzati dalla Carbosulcis S.p.A. nel settore di Nuraxi Figus, dove è stata attraversata una successione sedimentaria dello spessore di circa 140 m, riferibile ad un *trend* ambientale da marino nella parte basale, a paralico e continentale nella parte

medio-superiore. Per quanto riguarda l'età, è stato ipotizzato il Thanetiano superiore e sono stati riconosciuti l'Ilerdiano, il Cuisiano ed il Luteziano basale. In sintesi, la successione per questo bacino, dal basso verso l'alto, è così composta (FANNI *et alii*, 1982):

- a) calcari a macroforaminiferi di ambiente marino lagunare (alveolinidi, orbitolidi e miliolidi) ed alghe dell'Ilerdiano; spessore 30-40 m;
- b) calcari litorali a miliolidi di ambiente paralico-marino (fig. 160) ("Miliolitico" *Auct.*) che segnano l'inizio della regressione marina; l'età, difficile da stabilire a causa dell'assenza di *marker* biostratigrafici, viene comunque ritenuta ilerdiano-cuisiana;
- c) calcari marnosi e marne paralico-lagunari ad ostracodi e *Characeae*, argille palustri e calcari d'acqua dolce a gasteropodi polmonati, conglomerati a matrice siltosa ed arenarie con resti di piante (fig. 161) di ambiente fluviale. Momentanee e ripetute ingressioni marine sono documentate dai livelli di calcari a lumachelle (fig. 162) intercalati nei depositi argillosi e marnosi. Sono inoltre presenti più livelli di carbone ("Lignitifero", "Produttivo" *Auct.*, fig. 163) ancora attualmente oggetto di estrazione (Carbosulcis S.p.A.). Lo spessore di questa unità si aggira intorno a 110 m. Lo studio delle associazioni microfloristiche dei livelli carboniosi (FANNI *et alii*, 1982) ha confermato l'età cuisiana fino a luteziana basale di questa successione a carattere chiaramente regressivo.

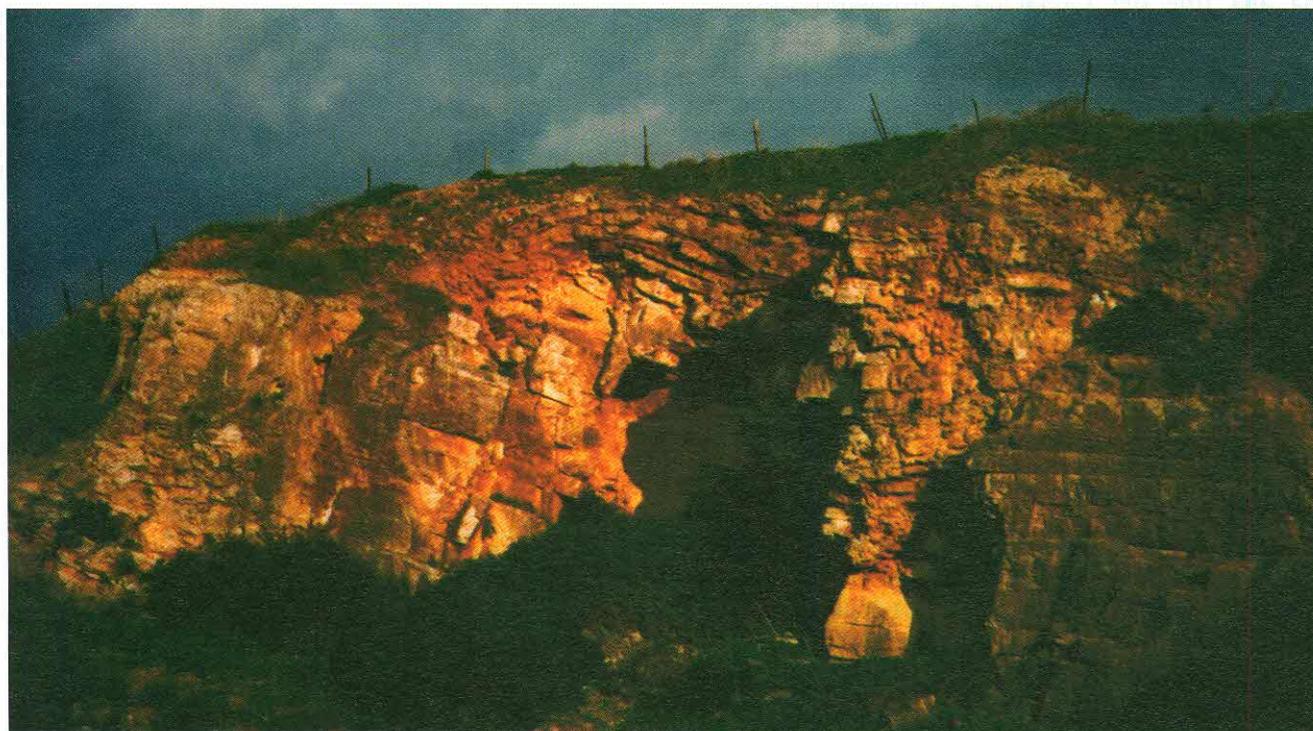


Fig. 160 - Calcari del "Miliolitico" *Auct.*, Eocene basale (Bacu Abis: Iglesiasente).
- Lower Eocene "Miliolitico" *Auct.* limestones (Bacu Abis: Iglesiasente).

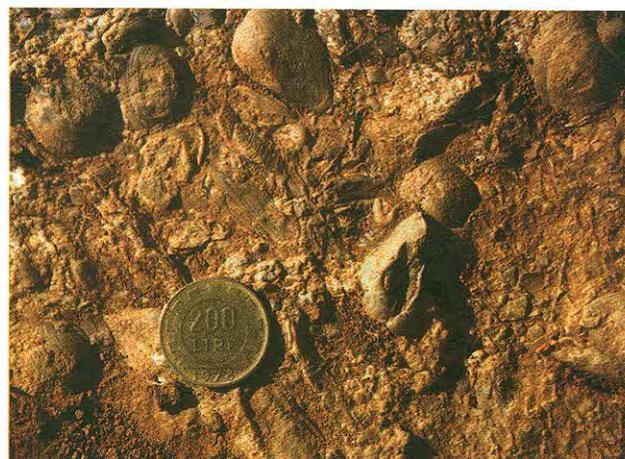


Fig. 161 - *Juglas ungerii* in arenaria dell'Eocene inferiore-medio della formazione del "Lignitifero" Auct. (Bacu Abis: Iglesias). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.

- *Juglas ungerii* in Lower-Middle Eocene sandstones belonging to the "Lignitifero" Auct. formation (Bacu Abis: Iglesias). Museum of Paleontology, University of Cagliari.

Fig. 162 - "Calcare a lumachelle" dell'Eocene inferiore-medio, a testimonianza di brevi ingressioni marine durante la deposizione dei livelli argillosi e di carbone del "Lignitifero" Auct. (Serbariu, Carbonia: Sulcis).

- Lower-Middle Eocene lumachella limestone, testifying marine incursions during clays and coal depositions (Serbariu, Carbonia: Sulcis).

Limitati affioramenti (Nuraghe Sioco, a SE di Ortacesus; presso M. Canniu, a S di Furtei), riferibili all'Eocene inferiore, sono conosciuti anche nella Trexenta (CALVINO, 1956; PECORINI, 1963b; COCOZZA *et alii*, 1974; MATTEUCCI, 1985a; 1985b; ASSORGIA *et alii*, 1993). In quest'area, le litofacies e le biofacies indicano condizioni ambientali con maggiori e più frequenti influenze marine rispetto a quelle descritte per il Sulcis. Condizioni ancora più francamente marine caratterizzano,

andando più a est, la successione della Sardegna orientale (14a e 14b) (Sarrabus-Gerrei, Salto di Quirra).

La sezione stratigrafica eocenica più completa e rappresentativa della Trexenta è quella di N.ghe Sioco (Ortacesus) (PECORINI, 1963b; MATTEUCCI, 1985a; 1985b). In questa località i sedimenti eocenici, potenti fino a circa 35 m, sono rappresentati

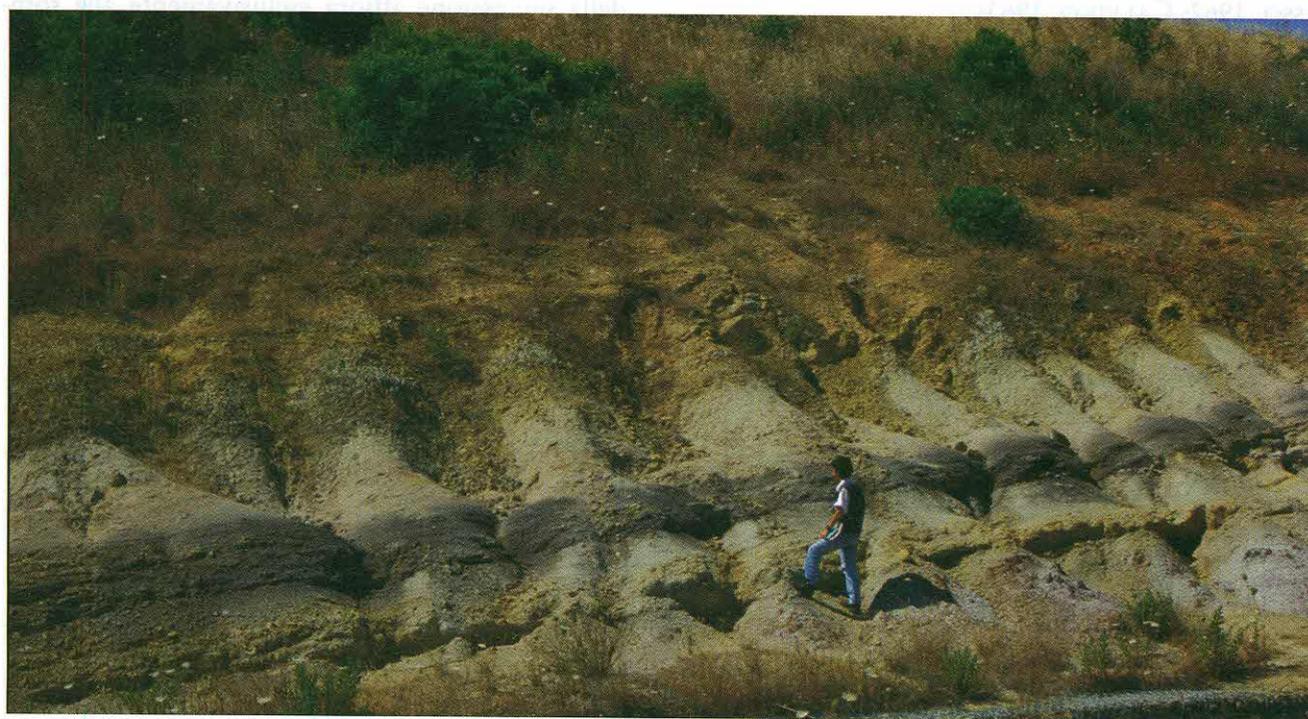


Fig. 163 - Livello carbonioso nella successione eocenica del Sulcis-Iglesiente (Tanca Aru).

- Coal layers in the Eocene succession in the Sulcis-Iglesiente region (Tanca Aru).

da alternanze di argille, marne, arenarie e qualche livello organogeno calcareo. L'ambiente di sedimentazione è riconducibile a condizioni lagunari salmastre soggette a ripetute e momentanee ingressioni marine che determinano abbondanti apporti di organismi di ambiente litorale e sub-litorale. Il contenuto fossilifero, spesso oligotipico (ostracodi) nelle facies lagunari, è abbastanza vario nei livelli calcarei (carofite, nummuliti, alveoline, miliolidi, ecc.). L'età di questa successione è riferibile all'Ilerdiano medio-Cuisiano inferiore.

Successione dell'Eocene inferiore-medio della Sardegna orientale (14a, 14b)

In questa parte dell'Isola i sedimenti eocenici affiorano nel Sarrabus, nel Gerrei e nel Salto di Quirra, dove coprono più o meno estesamente la sommità dell'altopiano di Silius, di Villasalto, di Goni, di Orroli, di Ballao e di Escalaplano (fig. 159). Gli affioramenti più settentrionali sono costituiti da limitati lembi di calcari a macroforaminiferi (nummuliti) nei dintorni di Orosei. Anche nella Sardegna orientale la successione dell'Eocene inferiore-medio poggia talvolta sui carbonati mesozoici o sui depositi vulcano-sedimentari permiani, ma più frequentemente la trasgressione avviene direttamente sul basamento paleozoico (fig. 164) (LIPPARINI, 1938; POMESANO CHERCHI, 1962; VARDABASSO, 1962; CALVINO, 1963).

Il Salto di Quirra è la regione ove i depositi eocenici affiorano più estesamente (CALVINO, 1972; MATTEUCCI, 1985a) e ove la successione è più completa, con uno spessore di circa 280 m a M. Cardiga (fig. 165). Alla base la successione è costituita da un'alternanza irregolare di arenarie a cemento carbonatico ben stratificate, con conglomerati poligenici con matrice arenacea, a prevalenti elementi ben elaborati e ben classati del basamento paleozoico sottostante. Le arenarie sono talvolta gradate e presentano laminazioni piano-parallele, incrociate e *burrow*. Alle arenarie localmente si intercalano, soprattutto alla base, livelli marnosi di circa 0,5 m di spessore, contenenti frammenti di gasteropodi, lamellibranchi e abbondanti frustoli vegetali. FERRARA *et alii* (1992) segnalano la presenza di paleosuoli sviluppati in climi caldo-umidi alla base della successione eocenica nell'area di M. Maraconis (Ballao). Verso l'alto si sviluppa un'alternanza di banchi, da metrici a decametrici, di calcari, calcari arenacei o conglomeratici fino a calcareniti, e calcari argillosi e marnosi bioclastici, con sottili intercalazioni di marne. Questa parte della successione è particolarmente ricca di macroforaminiferi (nummuliti, assilinidi, orbitoidi) (fig. 166) e resti di bivalvi, echinidi, ostreidi, litotamnidi, coralli, gasteropodi e cefalopodi nautiloidei. Localmente si intercalano lenti di conglomerati poligenici con abbondante matrice arenacea. La parte alta della successione affiora esclusivamente alla som-



Fig. 164 - Copertura eocenica orizzontale in discordanza sul Basamento paleozoico (Baccu Locci: Salto di Quirra).

- Eocene cover above the Paleozoic basement (Baccu Locci: Salto di Quirra).

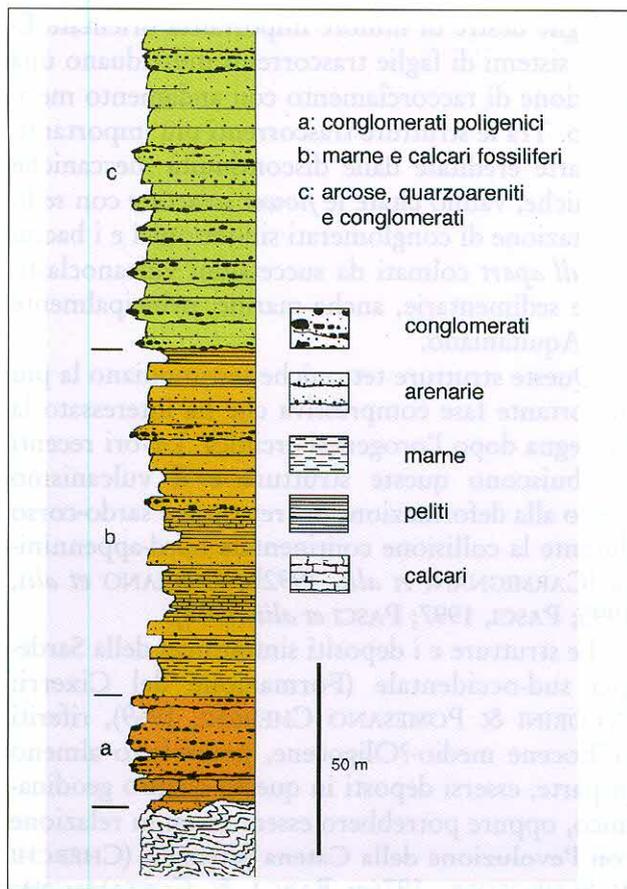


Fig. 165 - Colonna stratigrafica della successione eocenica di M. Cardiga (Salto di Quirra).
 - Stratigraphic section of the Eocene succession at M. Cardiga (Salto di Quirra).

mità di M. Cardiga con arenarie feldspatiche grossolane, in spessi banchi a stratificazione incrociata, e conglomerati poligenici a ciottoli di rocce del basamento paleozoico.

Complessivamente si tratta di un ciclo trasgressivo-regressivo caratterizzato da depositi costieri e deltaici con forti apporti terrigeni. La parte intermedia, più carbonatica, rappresenta probabilmente il momento di maggiore ingressione marina. Il ciclo è poi chiuso dalle facies regressive della sommità del M. Cardiga. Ricerche biostratigrafiche attribuiscono la successione all'Ypresiano (MATTEUCCI, 1985a); in alcuni piccoli affioramenti del Gerrei, fra S. Andrea Frius e Silius, sono state riconosciute faune cuisiane (MURRU, 1979).

Nel settore di Orosei, sedimenti di età eocenica si ritrovano nel versante settentrionale ed orientale del M. Tuttavista. A N di M. Tuttavista la successione è conservata solamente in una scaglia tettonica, con uno spessore di circa 36 m (DIENI *et alii*, 1966), lungo una faglia trascorrente. Si tratta di calcari are-



Fig. 166 - Calcare a nummuliti dell'Eocene inferiore (M. Cardiga: Salto di Quirra). Museo di Paleontologia, Università di Cagliari.
 - Lower Eocene nummulitic limestone (M. Cardiga: Salto di Quirra).
 Museum of Paleontology, University of Cagliari.

nacei, con abbondanti granuli di quarzo e feldspati, arenarie calcaree e calcari con intercalazioni di marne e livelli conglomeratici. Caratteristico è, inoltre, un orizzonte di circa 0,6 m di spessore di arenarie calcaree glauconitiche ricco in macrofossili (lamellibranchi, gasteropodi, echinidi, ecc.).

Rispetto agli affioramenti settentrionali, in quelli del versante orientale del M. Tuttavista si osserva una minore componente terrigena ed una maggiore componente carbonatica. Qui la successione inizia con un orizzonte basale di arenarie calcaree e conglomerati minuti con stratificazione incrociata e con matrice calcarea, a cui segue una successione di calcari. Nei conglomerati sono rappresentati elementi di rocce del basamento, di graniti e di calcari arenacei nummulitici con faune del Cuisiano inferiore (DIENI *et alii*, 1966). Nella successione calcarea sovrastante l'apporto terrigeno diminuisce progressivamente verso l'alto.

4. - COMPLESSO CONNESSO CON LA COLLISIONE PIRENAICA E NORD-APPENNINICA

Dall'Eocene medio (Luteziano inferiore) inizia, in Sardegna, un periodo di grande instabilità tettonica e di diffusa continentalità, testimoniate da un'importante attività vulcanica, dall'assenza di sedimenti marini fino all'Oligocene superiore-Miocene inferiore, dall'energico ringiovanimento del rilievo e dalla conseguente deposizione in molti settori dell'Isola di potenti sequenze clastiche continentali sintettoniche (Conglomerato di Cuccuru 'e