

RAPPORTI FRA I PRODOTTI RESIDUALI DEL CARSIAMO E LA SEDIMENTAZIONE QUATERNARIA NELL'AREA DELLE MURGE

ANTONIA IANNONE E PIERO PIERI

Key-words: Karst, Quaternary sedimentation, South Italy.

Abstract. The presence of red clays and silts, alternated with micritic limestones in the lower part of the Calcarene di Gravina Formation (Lower Pleistocene) proves that, in some zones of the Murge area, the sedimentation was affected by residual materials coming from dissolution of Cretaceous limestones. The stratigraphic data concerning the whole formation indicate that these environmental conditions took place at the beginning of the plio-pleistocene transgression only; i. e. until the residual materials, produced and amassed by karst on the Murge area, reached the basin.

The presedimentary morphotectonic setting was also of great importance: the presence of some hollows, preexisting to the transgression, favoured the accumulation and the preservation of murgian terrigenous materials, which in other areas were removed by the sea action.

Premessa.

La presenza in Puglia di estese aree costituite da rocce carbonatiche ha permesso un notevole sviluppo dei processi di carsificazione superficiali e profondi, tanto che il carsismo appare come uno degli aspetti geografici più significativi dell'intera regione.

Le aree dove il fenomeno carsico si è sviluppato sono il Gargano, le Murge e il Salento, i tre grandi corpi del Mesozoico appartenenti alla stessa unità paleogeografica nota come piattaforma carbonatica apula.

In queste aree l'azione dissolutiva si è esercitata per lunghi intervalli di tempo; in certe zone delle Murge in particolare il carsismo ha agito probabilmente dall'emersione avvenuta alla fine del Cretaceo all'ingresso plioquaternaria, con una ulteriore ripresa a partire dal Pleistocene medio-superiore.

I risultati di ricerche stratigrafiche e sedimentologiche condotte sulla Calcarene di Gravina (Pieri, 1975; Iannone & Pieri, 1979b) e di quelle neotettoniche sull'area delle Murge (Baldassarre et al., 1978; Iannone & Pieri, 1979a; 1980 a, b,) hanno permesso di fare alcune considerazioni sui rapporti fra sedimentazione quaternaria e carsismo.

La Calcarene di Gravina è l'unità trasgressiva con la quale inizia, lungo i margini delle Murge, il ciclo sedimentario plio-pleistocenico. La sua caratte-

— Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bari.

— Lavoro eseguito con contributo del C.N.R. contrib. n. 1031/80.

ristica principale consiste nel fatto di essere costituita, a differenza delle altre formazioni della successione della Fossa bradanica, quasi esclusivamente da sedimenti carbonatici di origine intrabacinale, rappresentati da biocalcareniti, biocalciruditi, calcari organogeni e calcari biomicritici. E' inoltre costituita da sedimenti extrabacinali rappresentati da argille e silts argillosi di colore rosso. Tali sedimenti terrigeni, presenti solo alla base della formazione e non ovunque, costituiscono i materiali residuali prodotti in quest'area dal carsismo, durante il lungo periodo di continentalità precedente all'ingressione plioquaternaria.

Sulla base di questi dati gli scriventi intendono precisare qual' è stata l'influenza esercitata dai prodotti residuali della dissoluzione dei calcari cretacei sui caratteri stratigrafici e sulla facies dei sedimenti quaternari, trasgressivi sui calcari stessi.

Inquadramento geologico.

L'area studiata presenta uno schema geologico abbastanza semplice. E' infatti costituita da un potente basamento cretaceo di calcari, calcari dolomitici e dolomie di piattaforma, riferibili al gruppo dei Calcari delle Murge; vi si distinguono due unità litostratigrafiche: il Calcare di Bari (Barremiano-Turoniano) e il Calcare di Altamura (Senoniano-Maastrichtiano) (Valduga, 1965; Ricchetti, 1975).

In trasgressione sui calcari poggiano i depositi pliopleistocenici di avanfossa, localmente denominata Fossa bradanica. Lungo i margini bradanico e ofantino delle Murge affiora l'intera successione pliopleistocenica, costituita dal basso dalle seguenti formazioni: Calcarenite di Gravina, Argille subappennine, Calcareniti di Monte Castiglione eteropiche con le Sabbie di Monte Marano, Conglomerato di Irsina. Lungo il margine adriatico da Barletta ad Ostuni, in quello brindisino-tarantino e nelle parti più interne ed elevate dell'altopiano i depositi quaternari, di norma in lembi residui, sono rappresentati solo dai termini inferiori della successione.

Sono presenti inoltre i Depositi marini terrazzati del Pleistocene medio-superiore (Iannone & Pieri, 1979 a; 1980 a, b,) trasgressivi sulle formazioni infrapleistoceniche o sui calcari cretacei.

Rapporti fra prodotti residuali e sedimentazione carbonatica.

I dati stratigrafici relativi alla Calcarenite di Gravina indicano caratteri litologici diversi da luogo a luogo ed anche un diverso tipo di appoggio sui calcari cretacei. Le numerose situazioni stratigrafiche osservate sono riconducibili a due successioni che si possono considerare "medie" fra quelle esistenti.

Una successione è costituita da biocalcareniti, biocalciruditi e biolititi ad Alghe e Briozoi, che poggiano direttamente sui calcari cretacei; la superficie di trasgressione, a luoghi di abrasione, presenta numerosissime tracce di bioero-

sione. Si tratta di sedimenti carbonatici di ambiente marino, poco profondo, mediamente di alta energia.

L'altra successione è costituita da argille residuali sterili, da silts argilloso-calcarei e/o calcari micritici, passanti in alto e lateralmente a biocalcareniti e biocalciruditi simili alle precedenti. Tali sedimenti poggiano su una superficie carsica ben conservata, con irregolarità e cavità di dissoluzione riempite da terra rossa. In questo caso si passa gradatamente da sedimenti continentali a sedimenti salmastro-lagunari, e infine a sedimenti marini.

Le argille rosse alla base della Calcarenite di Gravina sono segnalate in numerose località: nella zona di Barletta in località Monte Altino e Massarelli; nella zona compresa fra Ruvo di Puglia e Palo del Colle; nella zona di Mass.ia Le Matine di Jatta a sud di Mariotto; in località l'Annunziata lungo la lama Balice ad ovest di Bari; nell'area urbana di Bari; a Grumo Appula; presso C. Moccia ad ovest di Rutigliano; nei dintorni di Cassano delle Murge; a nord di Acquaviva delle Fonti in località Notarangelo e Mass.ia S. Domenico; nei pressi di Mass.ia Vallata. Da quanto precede risulta quindi che la presenza di sedimenti terrigeni sotto le calcareniti marine è un motivo stratigrafico assai diffuso nell'area delle Murge (Fig. 1a).



Fig. 1a — Carta geologica schematica delle Murge: 1) terreni cretacei; 2) terreni quaternari. Nell'ambito dei terreni quaternari sono state distinte in tratteggio (3) le aree dove, alla base della Calcarenite di Gravina, sono state rinvenute le terre rosse.

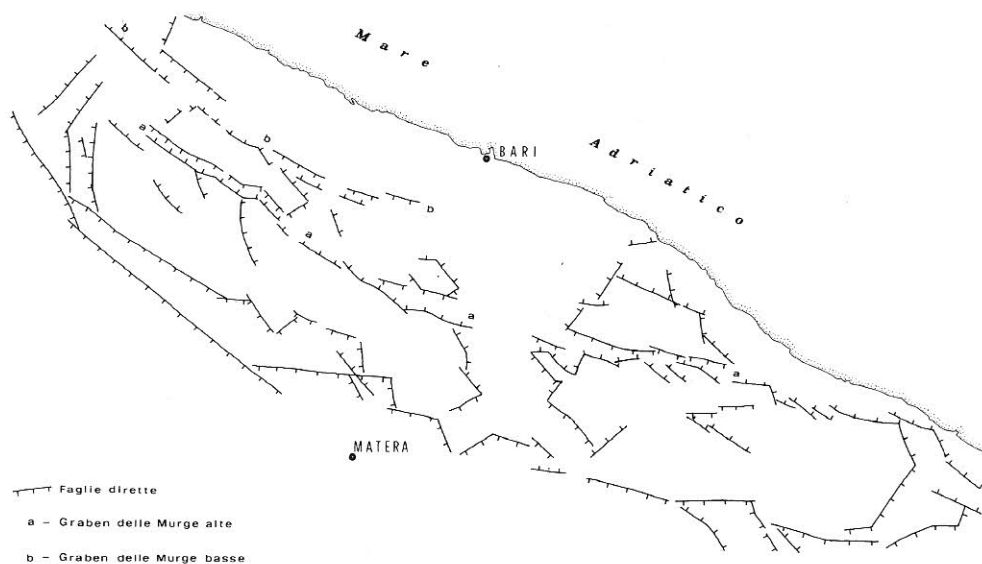


Fig. 1b — Carta neotettonica dell'area murgiana. Vi sono indicati i principali allineamenti tettonici che nel corso del Pliocene hanno determinato nei calcari cretacei una struttura ad horst con alcuni stretti graben. Fra questi i più importanti sono: il "graben delle Murge alte" e il "graben delle Murge basse", di cui il primo attraversa l'altopiano calcareo per tutta la sua lunghezza.

Allo scopo di fornire elementi utili alla valutazione dei rapporti fra sedimentazione quaternaria e carsismo, si ritiene necessario illustrare alcune successioni con terra rossa alla base. Di queste sono state scelte come più significative: quella dell'area urbana di Bari, della zona di Palombaio, a nord di Acquaviva delle Fonti in località Notarangelo e quella della zona di Cassano.

Nella zona di Bari (Fig. 2a) la superficie carsificata del substrato cretaceo è di norma molto irregolare con tasche profonde oltre un metro. Sopra di essa la successione inizia con un livello di argille siltose, compatte, sterili, di colore rosso bruno, nelle quali spiccano due o tre orizzonti di ciottoli calcarei (Fig. 3). Lo spessore varia sensibilmente nel raggio di alcune decine di metri da qualche dm a $3 \div 4$ m.

Dalle argille rosse si passa a silts calcarei giallastri (Fig. 4), fittamente laminati, con tracce di bioturbazione e strutture di essiccamento. La frazione terrigena di questi sedimenti è rappresentata da aggregati argillosi, granuli di quarzo, di feldspati e di goethite; quella carbonatica è data da gusci interi o in frammenti. I resti fossili sono rappresentati nei livelli inferiori da frustuli e girogoniti di Characee e da Ostracodi, in quelli superiori da Gasteropodi (*Phisis*

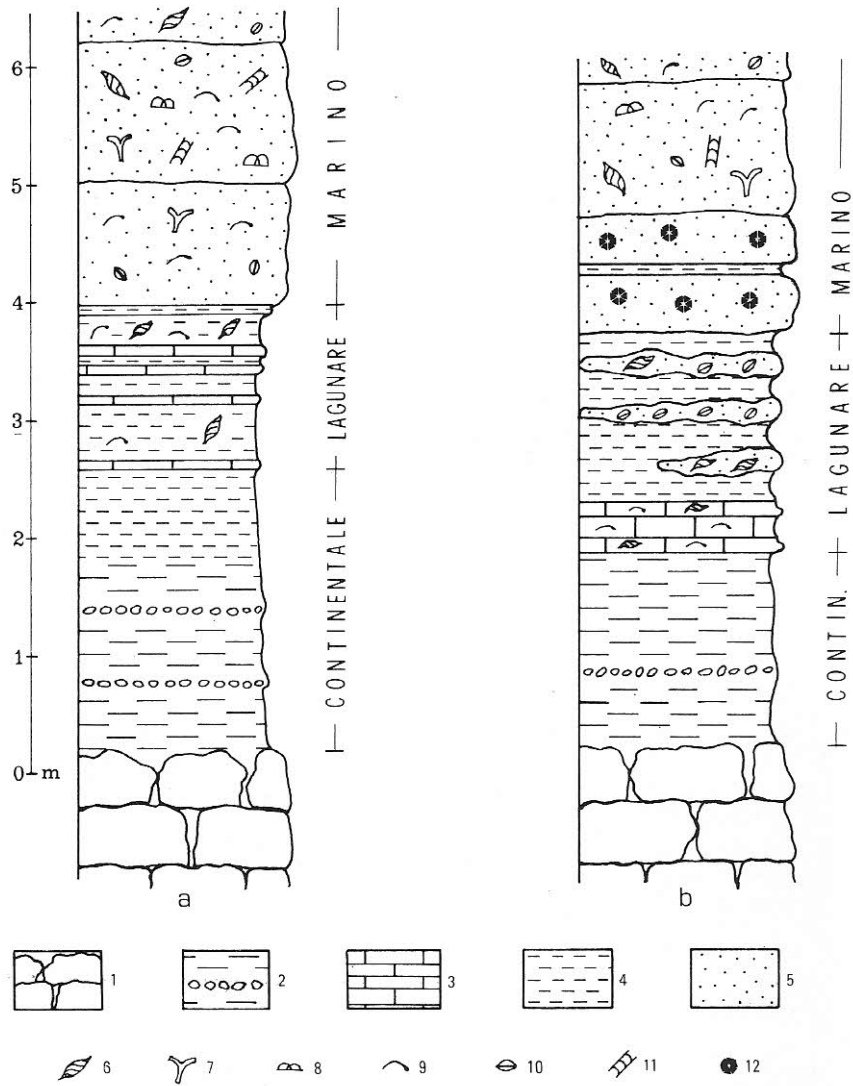


Fig. 2 — Caratteri litostatigrafici della parte bassa della Calcarene di Gravina nella zona di Bari (a) e nella zona di Palombaio (b).
 1) calcareo cretaceo carsificato; 2) terre rosse argillose con livelli di ciottoli; 3) calcari micritici; 4) silts calcareo-argillosi; 5) biocalcareni; 6) Gasteropodi; 7) Briozoi; 8) Echinoidi; 9) Lamellibranchi; 10) Foraminiferi bentonici; 11) Alghe calcaree; 12) Coralli.



Fig. 3 — Un aspetto della parte bassa della Calcarenite di Gravina alla periferia di Bari. Sulla parete di uno scasso per fondazioni, dal basso si distinguono le terre rosse con ciottoli calcarei passanti ai silts calcareo-argillosi, i quali a loro volta passano alle biocalcareniti. La successione è coperta da circa 1 m di terreno di riporto.

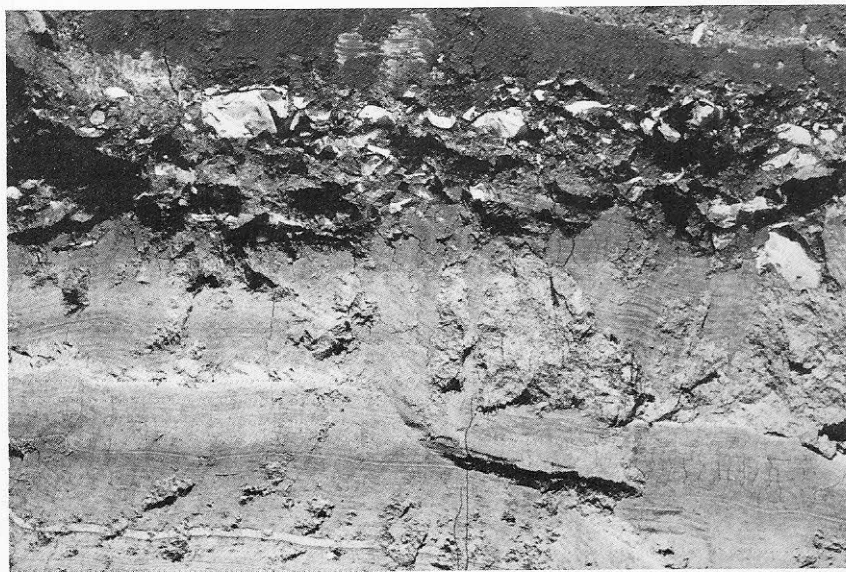


Fig. 4 — Particolare del passaggio fra le terre rosse con livelli di ciottoli e i silts calcareo-argillosi. Le impronte lasciate dalla pala meccanica obliterano la fitta laminazione presente nei silts.

sp., *Planorbis* sp.), Lamellibranchi (*Cerastoderma lamarcki* (Reeve), Foraminiferi bentonici, tra cui *Rotalia beccarii tepida* (Linneo). Lo spessore dell'unità siltitica varia da 1 a 4 m. Dai silts calcarei, in continuità, si passa alle biocalcareniti.

Nella zona di Palombaio (Fig. 2 b) la successione inizia con un orizzonte di argille siltose residuali di colore rosso, massicce, che vanno a colmare le irregolarità della sottostante superficie carsificata. Il loro spessore varia da 1 a 2 m. Dalle argille residuali si passa a marne calcaree rossastre e calcari marnosi rosati. Si tratta di micriti con bioclasti a tessitura wackestone. I resti fossili sono rappresentati da modelli interni di Lamellibranchi e Gasteropodi, da Ostracodi, da Foraminiferi tra cui *Rotalia beccarii tepida* (Linneo) e da girogoniti di Characee. Seguono, per circa 1 m silts e argille calcaree con orizzonti di calcari nodulari, micritico-bioclastici, a tessitura wackestone, e accumuli di gusci di *Ostrea* in posizione fisiologica.

La successione prosegue con due livelli di calcare biolititico a piccoli Coralli (del genere *Cladocora*), separati da una sottile intercalazione di silts calcarei.

Nei dintorni di Acquaviva delle Fonti (Fig. 5 a), alle argille rosse o giallastre sterili, a diretto contatto inferiormente con i calcari del Cretaceo, seguono 4 – 5 metri di calcari micritici a luoghi nodulari, in straterelli di pochi cm, alternati a sottili livelli argillosi (Fig. 6). Si tratta di micriti e biomicriti a tessitura mudstone e wackestone, subordinatamente packstone. I resti fossili negli strati più bassi costituiscono una associazione oligotipica data da Gasteropodi, Lamellibranchi (piccoli e a gusci sottilissimi), Ostracodi, girogoniti di Characee e numerosi individui di *Rotalia beccarii tepida* (Linneo); verso l'alto l'associazione si arricchisce di organismi di habitat marino tipo *Ostrea*, Echinoidi, Briozoi, Alghe calcaree, Serpulidi e Foraminiferi bentonici, tra cui *Elphidium*, *Nonion*, *Asterigerina*.

Infine nei pressi di Cassano delle Murge (Fig. 5 b) si osserva una successione particolare costituita essenzialmente da conglomerati monogenici a matrice rossastra, direttamente trasgressivi sul substrato. Questa litofacies, che è la meno diffusa, si rinviene nelle zone prossime alla scarpata delle Murge alte; è costituita da conglomerati formati da ciottoli del substrato cretaceo, ben elaborati e di norma con scarsa matrice data da argille residuali. Questi sedimenti passano in alto e lateralmente a biocalcareniti fittamente laminate con livelli ad *Ostrea*.

Nel complesso i caratteri lito e biostratigrafici illustrati nelle successioni delle Fig. 2 a, b; 5 a, b, indicano che:

a) sulla superficie carsificata dei calcari cretacei poggia uno spessore variabile da pochi cm a 3 – 4 m di terre rosse. Si tratta di sedimenti residuali costituiti da argille siltose e silts di colore rosso bruno con livelli orizzontali di ciottoli calcarei. Esse risultano formate in gran parte da minerali argillosi (caoli-

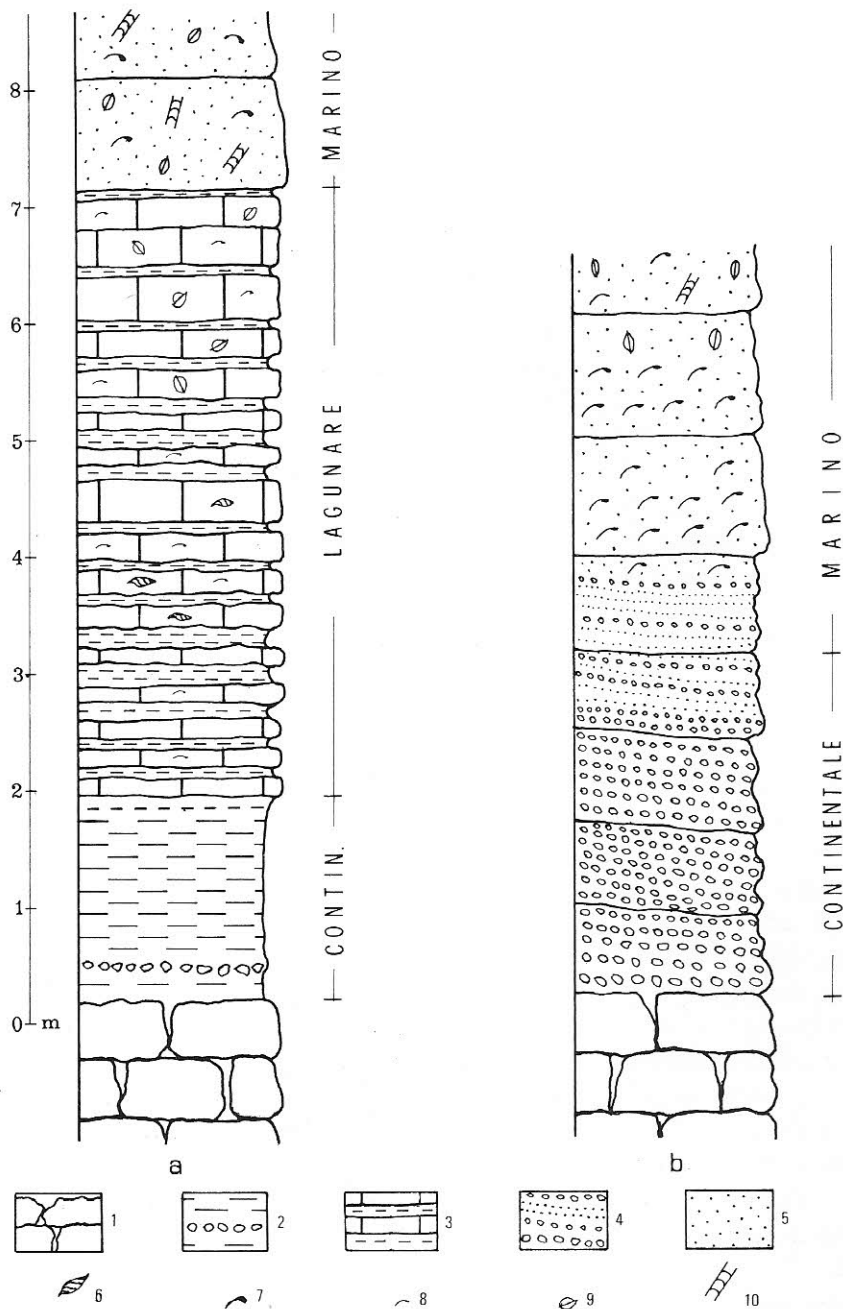


Fig. 5 — Caratteri litostratigrafici della parte bassa della Calcarene di Gravina nella zona di Acquaviva delle Fonti (a) e nella zona di Cassano delle Murge (b).

1) Calcare cretaceo carsificato; 2) terre rosse argillose con livelli di ciottoli; 3) calcari micritici con sottili intercalazioni argillose; 4) conglomerati; 5) biocalcareni e biocalciruditi; 6) Gasteropodi; 7) Lamellibranchi marini; 8) Lamellibranchi non marini; 9) Foraminiferi bentonici; 10) Alghe calcaree.



Fig. 6 — Calcari micritici a struttura nodulare alternati a sottili livelli argillosi osservabili in uno scasso situato al km 4 della strada che congiunge Acquaviva delle Fonti e Gioia del Colle.

nite, illite), quarzo, feldspato, goethite e da granuli di calcare.

Le terre rosse, sterili, costituiscono dei depositi in gran parte secondari, accumulati in ambiente continentale da acque di dilavamento (Pieri, 1975; Iannone & Pieri, 1979 b);

b) dalle argille continentali si passa, gradualmente o per alternanze, a sedimenti con caratteri litologici e paleoambientali diversi. In complesso tali sedimenti, caratterizzati da una componente carbonatica via via crescente rispetto a quella terrigena e da un relativo aumento dei resti fossili, rappresentano il termine di passaggio dall'ambiente continentale a quello marino. Infatti dalle facies iniziali a Characee e Ostracodi, indicative di stagni dulcoacquicoli poco profondi, si passa a quelle con Gasteropodi, Lamellibranchi e Foraminiferi, che indicano condizioni di laguna ipoalina più o meno direttamente collegata con il mare (Pieri, 1975; Iannone & Pieri, 1979 b);

c) i sedimenti lagunari passano dovunque in continuità verticale e/o laterale a biocalcareni e biocalciruditi, massicce, a tessitura packstone, costituite essenzialmente da bioclasti e micrite. Sono presenti inoltre, in quantità trascurabili, granuli di quarzo, di feldspato e di calcare cretaceo. I resti fossili sono

rappresentati da Lamellibranchi, Gasteropodi, Echinoidi, Briozoi, Coralli, Alghe calcaree (Corallinacee), Foraminiferi bentonici, chiari indicatori di condizioni di ambiente marino costiero.

Questi ultimi sedimenti, che rappresentano le litofacies più classiche e diffuse della Calcarenite di Gravina, indicano la definitiva sostituzione della sedimentazione terrigena con quella carbonatica e il passaggio a condizioni di mare aperto (Pieri, 1975; Iannone & Pieri, 1979 b).

Considerazioni conclusive.

Da quanto precede risulta chiara l'influenza dei prodotti residuali della dissoluzione sui caratteri litologici e di facies della parte bassa della Calcarenite di Gravina. Si può infatti affermare che se questi materiali terrigeni non fossero stati disponibili, la sedimentazione sarebbe stata solo di tipo carbonatico intrabacinale. Questi materiali hanno tuttavia avuto modo di influire sulla sedimentazione, soltanto là dove le condizioni morfologiche impedivano la dispersione degli scarsi apporti provenienti dall'area murgiana. Queste condizioni si verificavano in determinate aree, morfologicamente depresse già al momento della sedimentazione. Studi sulla tettonica e sui caratteri morfologici presedimentari (Iannone & Pieri, 1980 a, b) hanno permesso infatti di accertare che al momento della ingressione plioquaternaria esistevano nella zona numerose depressioni atte ad essere colmate. Si trattava di depressioni morfotettoniche che rappresentano uno dei peculiari aspetti della morfologia murgiana.

Alcune di queste sono da mettere in relazione con strutture di tipo graben. Sono piccole fosse tettoniche orientate preferenzialmente ONO-ESE, in modo conforme al sistema di faglie normali che ha determinato la nota struttura a gradinata dei calcari cretacei, riconosciuta anche al di sotto delle coperture pliopleistoceniche dell'avanfossa appenninica e in Adriatico (Carissimo et al., 1962; Ciaranfi et al., 1979; Ricchetti, 1980).

Alcune di queste faglie sono accompagnate da altre minori, con andamento parallelo e con piani immergenti a SO: ne risulta la formazione di graben stretti ed allungati come "corridoi", tipo quelli che si rinvengono sul versante adriatico delle Murge (Iannone & Pieri, 1980 a, b); uno di questi "corridoi" si sviluppa lungo la congiungente Canosa-Cassano-Fasano, un altro da Andria a Palo del Colle.

Altre depressioni sono da mettere in relazione con le strutture plicative presenti nei calcari del Cretaceo e rappresentate da pieghe ad ampio raggio, dirette ONO-ESE; numerosi casi di coincidenza si riscontrano infatti tra forme del terreno e particolari strutturali (Valduga, 1965).

In proposito appare utile un confronto tra la carta geologica schematica (Fig. 1a) nella quale sono indicate, in tratteggio, le aree dove è presente la terra rossa alla base della Calcarenite di Gravina, e la carta neotettonica del Plio-

Pleistocene inf. (Fig. 1 b), in cui sono rappresentati i principali allineamenti di faglia responsabili dei più importanti caratteri morfologici dell'area murgiana. Da esso risulta infatti che i lembi di Quaternario presso Montegrosso, Mariotto, Cassano, Acquaviva, coincidono con il "graben delle Murge alte", quelli presso Andria, Ruvo, Palombaio coincidono con il "graben delle Murge basse"; mentre i lembi di Calcarente di Gravina con terra rossa alla base dei dintorni di Bari e di Rutigliano si rinvengono in corrispondenza di strutture tipo sinclinale, già esistenti nei calcari cretacei (Pieri, 1975).

Nel tentativo di ricavare alcune considerazioni di carattere generale è necessario valutare gli elementi esposti nel quadro dell'evoluzione geodinamica dell'intera regione.

L'evoluzione tettonico-sedimentaria dell'avanpaese pugliese indica infatti che estese aree della regione murgiana sono rimaste emerse dalla fine del Cretaceo al Pliocene superiore o al Pleistocene inferiore (Iannone & Pieri, 1979 b; 1980 a, b). Le Murge sono quindi state interessate solo marginalmente da importanti fasi sedimentarie nel corso del Terziario, data la loro struttura ad horst. Questa conclusione si ricava anche dalla posizione in cui sono stati rinvenuti i depositi eocenici, oligocenici e miocenici nella Fossa Bradanica al di sotto delle coperture pliopleistoceniche (Carissimo et al., 1962; Crescenti, 1975).

Per effetto della tettonogenesi appenninica, alla fine del Pliocene si aveva la massima espansione verso est del bacino di avanfossa (Ciaranfi et al., 1979; Iannone & Pieri, 1979 a; 1980 a, b.). Il mare avanzando sulle Murge da ogni lato a causa della subsidenza dell'intera area, ne riduceva via via la parte emersa, facendo loro assumere il ruolo di isola. In questa fase avviene appunto la deposizione della parte più recente del ciclo sedimentario della Fossa bradanica, che sui margini pugliesi inizia con la Calcarente di Gravina.

Lungo il margine appenninico e nella parte assiale del bacino di avanfossa la sedimentazione era di tipo terrigeno, mentre sui margini pugliesi, dove non giungevano gli apporti dell'Appennino, era di tipo carbonatico. Su questo lato del bacino erano disponibili solo scarsi apporti costituiti da argille e silts provenienti dai rilievi calcarei, più soggetti a processi di dissoluzione che non ad azioni di disgregazione fisica.

Si può infine concludere con un'osservazione di carattere regionale, ipotizzando che quanto si è verificato nell'area delle Murge possa essere avvenuto in altri momenti e/o in altre zone dell'area pugliese, ritenendo il fenomeno più diffuso di quanto non si pensi. Basterebbe in proposito infatti considerare che il Gargano e il Salento, gli altri due corpi carbonatici dell'avanpaese, presentano alcuni caratteri evolutivi comuni a quelli delle Murge (fasi tettoniche, strutture morfotettoniche, dissoluzione carsica, fasi ingressive con sedimentazione di tipo carbonatico).

BIBLIOGRAFIA

- Baldassarre G., Boenzi F., Ciaranfi N., D'Alessandro A., Dazzaro L., Iannone A., Laviano A., Loiacono F., Maggiore M., Pennetta L., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sardella A. & Walsh N. (1978) - Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 148 (Vasto), 154 (Larino), 188 (Gravina di Puglia), 201 (Matera), 202 (Taranto) e 203 (Brindisi). *Contr. prel. Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 155, Progetto Finalizzato Geodinamica*, 67 pp., 19 fig., Napoli.
- Carissimo L., D'Agostino O., Loddo C. & Pieri M. (1962) - Petroleum exploration by Agip mineraria and new geological informations in Central and Southern Italy, from the Abruzzi to the Taranto Gulf. *VI Petr. Int. Congr., Sect. 1*, pp. 267-292, 2 tav., 22 fig., Frankfurt. am M.
- Ciaranfi N., Maggiore M., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G. & Walsh N. (1979) - Considerazioni sulla neotettonica della fossa bradanica. *Contr. prel. Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 251, Progetto Finalizzato Geodinamica*, pp. 73-95, 7 fig., Napoli.
- Crescenti U. (1975) - Sul substrato pre-pliocenico dell'avanfossa appenninica dalle Marche allo Ionio. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 94, pp. 583-634, 2 tav., 12 fig., Roma.
- Dell'Anna L. (1967) - Ricerche su alcune terre rosse della Regione Pugliese. *Per. Min.*, v. 36, n. 2, pp. 539-592, 9 tav., 3 fig., Roma.
- Grassi (1974) - Il carsismo della Murgia (Puglia) e sua influenza sull'idrogeologia della Regione. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, v. 9, pp. 119-160, 1 tav., 22 fig., Bari.
- Iannone A. & Pieri P. (1979 a) - Dati preliminari sulla neotettonica del Foglio 189 "Altamura". In: Boenzi F., Ciaranfi N., Iannone A., Maggiore M., Pieri P., Rapisardi L. & Walsh N. (1979) - Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 155 "S. Severo", 163 "Lucera", 189 "Altamura" e 200 "Tricarico". *Contr. prel. Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 251, Progetto Finalizzato Geodinamica*, pp. 37-71, 13 fig., Napoli.
- Iannone A. & Pieri P. (1979 b) - Considerazioni critiche sui "Tufi calcarei" delle Murge. Nuovi dati litostratigrafici e paleoambientali. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 2, pp. 173-186, 12 fig., Torino.
- Iannone A. & Pieri P. (1980 a) - Caratteri neotettonici dei Fogli 176 "Barletta" e 177 "Bari". *Contr. prel. Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 356, Progetto Finalizzato Geodinamica*, pp. 85-100, 6 fig., Napoli.
- Iannone A. & Pieri P. (1980 b) - Caratteri neotettonici dell'area dei Fogli 178 "Mola di Bari", 190 "Monopoli", 191 "Ostuni". *Contr. prel. Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. 356, Progetto Finalizzato Geodinamica*, pp. 101-120, 9 fig., Napoli.
- Neibot R. (1975) - Plateaux et collines de Lucanie orientale et des Pouilles; "étude morphologique". *Thèse Univ. Lille*, 715 pp., 10 tav., 95 fig., Libr. H. Champion, Paris.
- Pieri P. (1975) - Geologia della città di Bari. *Mem. Soc. Geol. It.*, v. 14, pp. 379-407, 1 tav., 12 fig., Roma.
- Ricchetti G. (1975) - Nuovi dati stratigrafici sul Cretaceo delle Murge emersi da indagini del sottosuolo. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 94, pp. 1083-1108, 1 tav., 3 fig., Roma.
- Ricchetti G. (1980) - Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa bradanica e delle Murge. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 99, pp. 421-430, 1 tav., 1 fig., Roma.
- Valduga A. (1965) - Contributo alla conoscenza geologica delle Murge baresi. *Studi geologici e morfologici nella regione pugliese*. Ist. Geol. Paleont. Univ. di Bari, pp. 3-16, 1 tav., Bari.