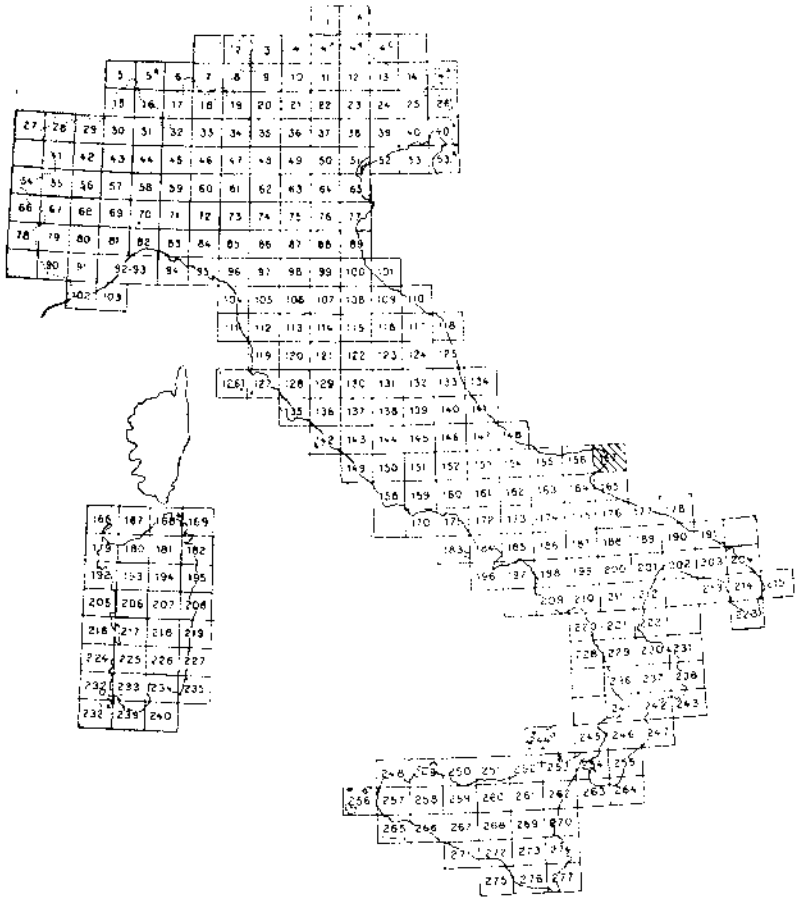
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - LARGO DI S. SUSANNA, 13 - ROMA

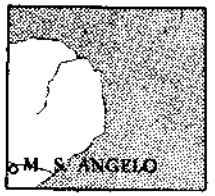
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 157
MONTE S. ANGELO

B. MARTINIS, G. PAVAN



ROMA
LA LITOGRAF
1967

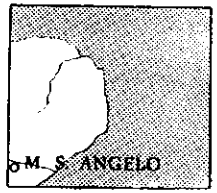
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 157
MONTE S. ANGELO

B. MARTINIS, G. PAVAN



ROMA
LA LITOGRAF
1967

SOMMARIO

I - INTRODUZIONE . . . . . pag. 7

II - STUDI PRECEDENTI . . . . . » 8

III - SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . » 10

IV - STRATIGRAFIA . . . . . » 14

1) Calcari di scogliera di M. Sacro (**Gc_1** - Giurassico superiore) . . . . . » 15

2) Calcari oolitici di Coppa Guardiola (**Gc_2** - Giurassico superiore) . . . . . » 16

3) Calcari e dolomie di M. Iacotenente (**Cd** - Giurassico superiore - Cretacico inferiore) » 17

4) Calcari tipo « maiolica » (**Cm** - Cretacico inferiore) . . . . . » 19

5) Calcari bioclastici di Mattinata (**Cc_1** - Cretacico inferiore) . . . . . » 20

6) Calcari organogeni di Monte S. Angelo (**Cc_2** - Cretacico superiore) . . . . . » 21

7) Calcari tipo « scaglia » (**Csc** - Cretacico inferiore e superiore) . . . . . » 22

8) Calcari tipo « craie » di M. Acuto (**Cc_3** - Cretacico superiore) . . . . . » 23

9) Calcari a Nummuliti di Peschici (**Ec** - Paleocene-Eocene) . . . . . » 24

10) Sabbie costiere e dune recenti (**S**) . . . pag. 26
11) Depositi alluvionali (**a_1, a_2, a_3**) . . . » 27
12) Depositi colluviali ed eluviali (**dc**) . . . » 28
13) Detriti di falda (**df**) . . . . . » 28

V - TETTONICA . . . . . » 28

VI - CENNI SULL'EVOLUZIONE GEOLOGICA DELLA REGIONE . . . . . » 33

VII - MORFOLOGIA . . . . . » 36
1) Zona centro-occidentale . . . . . » 36
2) Zona orientale . . . . . » 37
3) Zona meridionale . . . . . » 38

VIII - GEOLOGIA APPLICATA . . . . . » 39
1) MINIERE E CAVE . . . . . » 39
Bauxite . . . . . » 39
Materiali da costruzione . . . . . » 40
Materiali da calce e cemento . . . . » 41
2) RICERCHE DI IDROCARBURI . . . . » 42
3) IDROLOGIA . . . . . » 43
Idrologia superficiale . . . . . » 45
Idrologia sotterranea e sorgenti . . . » 47

IX - CENNI SUI GIACIMENTI PREISTORICI . » 51

X - BIBLIOGRAFIA . . . . . » 53

I - INTRODUZIONE

La seconda edizione del foglio geologico 157 « Monte S. Angelo » è stata curata seguendo le norme generali impartite dal Comitato preposto al completamento ed aggiornamento della Carta Geologica d'Italia. Nel rilievo geologico, pertanto, è stato seguito un criterio formazionale; le unità mappate sono « Formazioni », cioè serie di sedimenti litologicamente uniformi, oppure alternati in modo uniforme, che possono essere chiaramente delimitati da quelli circostanti.

Ogni formazione è sinteticamente descritta nella legenda allegata al foglio. Elementi più dettagliati sulla costituzione litologica, sullo spessore, sul contenuto in fossili e sulla attribuzione cronologica sono esposti, oltre che in queste note, in uno studio particolare sulla stratigrafia della regione (PAVAN e PIRINI, 1966).

Il riferimento cronologico delle formazioni è stato fatto essenzialmente in base alle microfaune che hanno permesso di riconoscere alcune significative Zone di Associazione.

Il rilevamento del foglio è stato eseguito, sotto la direzione di B. MARTINIS, da G. PAVAN, F. RUSSOMANNO, M. NICASTRO GUIDICCIONI coadiuvati da L. CADEDDU e P. G. DE COL, e con la collaborazione di R. FANCELLI. L'assistenza paleontologica è stata curata da C. PIRINI [1].

---

[1] Tutti i geologi citati fanno parte del Servizio Geologico di Rilevamento dell'AGIP s.p.A.

II - STUDI PRECEDENTI

Le prime notizie sulla geologia del Gargano risalgono alla prima metà del secolo scorso e si devono a PILLA (1839, 1840) DE TCHIHATCHEFF (1841) e DE AUGUSTINIS (1845). Bisogna però giungere alla fine del secolo per avere contributi di una certa consistenza, con i lavori di BUCCA (1881), CANAVARI e CORTESE (1883, 1884), DI STEFANO (1892) e TELLINI (1890) che offrono un primo schema stratigrafico regionale.

Alla fine dell'800 VIOLA e CASSETTI (1893) giungono alla prima sintesi geologica, abbastanza esatta, del Gargano. Essi pongono alla base della serie affiorante i calcari a *Ellipsactinae,* in facies organogena, del Giurassico superiore sui quali poggiano i calcari con selce del Neocomiano, nella parte orientale del promontorio, ed i calcari dell'Urgoniano nella parte occidentale. Secondo questi Autori, i calcari a Rudiste del Cretacico superiore sarebbero, nei pressi di Vico, in leggera discordanza sui calcari neocomiani. Una seconda discordanza si avrebbe tra il Cretacico e l'Eocene. Dal punto di vista strutturale, il Gargano viene interpretato come una anticlinale chiusa da tutti i lati la cui zona assiale sarebbe emersa definitivamente tra l'Eocene ed il Miocene. Ulteriori movimenti avrebbero avuto luogo durante le ultime spinte orogeniche dell'Appennino, nel Pliocene e nel Quaternario.

Dall'inizio di questo secolo il Gargano ha avuto il suo più appassionato studioso in CHECCHIA RISPOLI (1902-1945) al quale si deve, tra l'altro, la pubblicazione dei fogli geologici 155 « S. Severo », 156 « S. Marco in Lamis », 157 « Monte S. Angelo » e 164 « Foggia ».

Rispetto alla ricostruzione stratigrafica fornita da VIOLA e CASSETTI, è essenziale rilevare come CHECCHIA RISPOLI abbia erroneamente associato i calcari ad *Ellipsactinae* ai calcari ad *Orbitolina* ed a Rudiste (Cenomaniano-Turoniano). Ne deriva il mancato riconoscimento del Giurassico superiore per cui l'Autore indica quali terreni

più antichi affioranti le dolomie selcifere di M. Iacotenente, attribuite al Cretacico inferiore (Valanginiano).

A conclusione dei suoi numerosi studi sulla regione, CHECCHIA RISPOLI ritiene che tra l'Eocene ed il Miocene il Gargano fosse completamente emerso e costituisse una grande isola adriatica. Successivi sollevamenti si sarebbero verificati alla fine del Miocene e del Pliocene nonché durante il Quaternario.

Ai primi decenni del 1900 appartengono il lavoro di MARTELLI (1909) sulla tettonica del promontorio, lo schema geologico della Puglia di SACCO (1911) in cui viene preso in esame anche il Gargano, gli studi paleontologici di PARONA (1916) e ACQUATTA (1929), le ricerche geomorfologiche di GRANZOW (1913) ed il lavoro a carattere più generale di VON SEIDLIZ (1931). Questo ultimo Autore attribuisce i calcari e le dolomie affioranti a S. Marco in Lamis e sul M. Sacro al Triassico, come già avevano fatto CANAVARI e CORTESE (1883) e definisce il Gargano una struttura a « zolla locale » complicata da sovrascorrimenti (« falde ») che avrebbero portato le dolomie triassiche sui calcari giurassici (v. anche MARTELLI, 1909).

Negli ultimi anni i lavori geologici sul Gargano sono molto limitati. Tra i più significativi ricordiamo lo studio geomorfologico e paleogeografico di PASA (1953), le ricerche micropaleontologiche sui sedimenti cretacici di MONCHARMONT-ZEI (1954) e ZAMPERELLI (1963) ed il rilievo pedologico di LIPPI BONCAMBI (1962).

Recentemente sono apparse, infine, tre pubblicazioni che si possono considerare un complemento alle presenti note illustrative. Esse riguardano le caratteristiche strutturali del Gargano orientale (MARTINIS, 1965), le facies carbonatiche della regione, studiate secondo i moderni metodi d'indagine (MATTAVELLI e PAVAN, 1965) e la stratigrafia dettagliata del foglio « Monte S. Angelo » (PAVAN e PIRINI, 1966).

III - SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

Nel promontorio del Gargano affiorano quasi esclusivamente terreni calcarei e dolomitici di età compresa tra il Giurassico superiore ed il Miocene. Sedimenti marini più recenti, attribuiti al Plio-Pleistocene, si rinvengono soltanto ai piedi dei rilievi, dai dintorni di Manfredonia ai laghi di Lesina e Varano (fig. 1).

L'elemento di maggior rilievo, sia dal punto di vista stratigrafico che strutturale, è dato da una formazione organogena di scogliera (tipo *banck-reef*), di età giurassica, che separa due zone litologicamente ben differenziate: la zona nord-orientale, caratterizzata da sedimenti in facies pelagica (« maiolica » e « scaglia ») e quella occidentale con sedimenti in facies litorale e neritica. Senza approfondire l'esame particolare del « Complesso di scogliera », conveniamo di distinguere [2] alcune zone in funzione della distribuzione areale e della successione stratigrafica dei terreni affioranti (fig. 2).

a) Zona di scogliera propriamente detta (*reef-wall*), costituita da una formazione calcareo-dolomitica occupante tutta la fascia centrale del promontorio, dal lago di Varano a Mattinata. Età: Giurassico superiore.

b) Zona di retroscogliera (*back-reef*) [3], comprendente i sedimenti calcarei e dolomitici che ricoprono tutta l'area occidentale del Gargano. Età: Giurassico superiore - Cretacico superiore, con lembi sparsi di sedimenti miocenici.

c) Zona di avanscogliera (*fore-reef basin*), caratterizzata da

(2) Questa distinzione si basa sui concetti contenuti in alcune recenti pubblicazioni relative alle formazioni di scogliera ed in particolare nei lavori di HENSON F.R.S. (*Cretaceous Tertiary Reef Formations and Associated Sediments in Middle East.* « Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. », vol. XXXIV, n. 2, pp. 215-238, Tulsa 1950) e di FERASIN F. (*Il complesso di scogliera cretaceo del Veneto centro-orientale.* « Mem. Ist. Geol. Univ. Padova », vol. XXI, fig. 1-14, tav. I-II, Padova 1958).

(3) Nel caso del Gargano la retroscogliera corrisponde ad una zona subsidente compresa tra la scogliera ed una linea di costa indefinita.

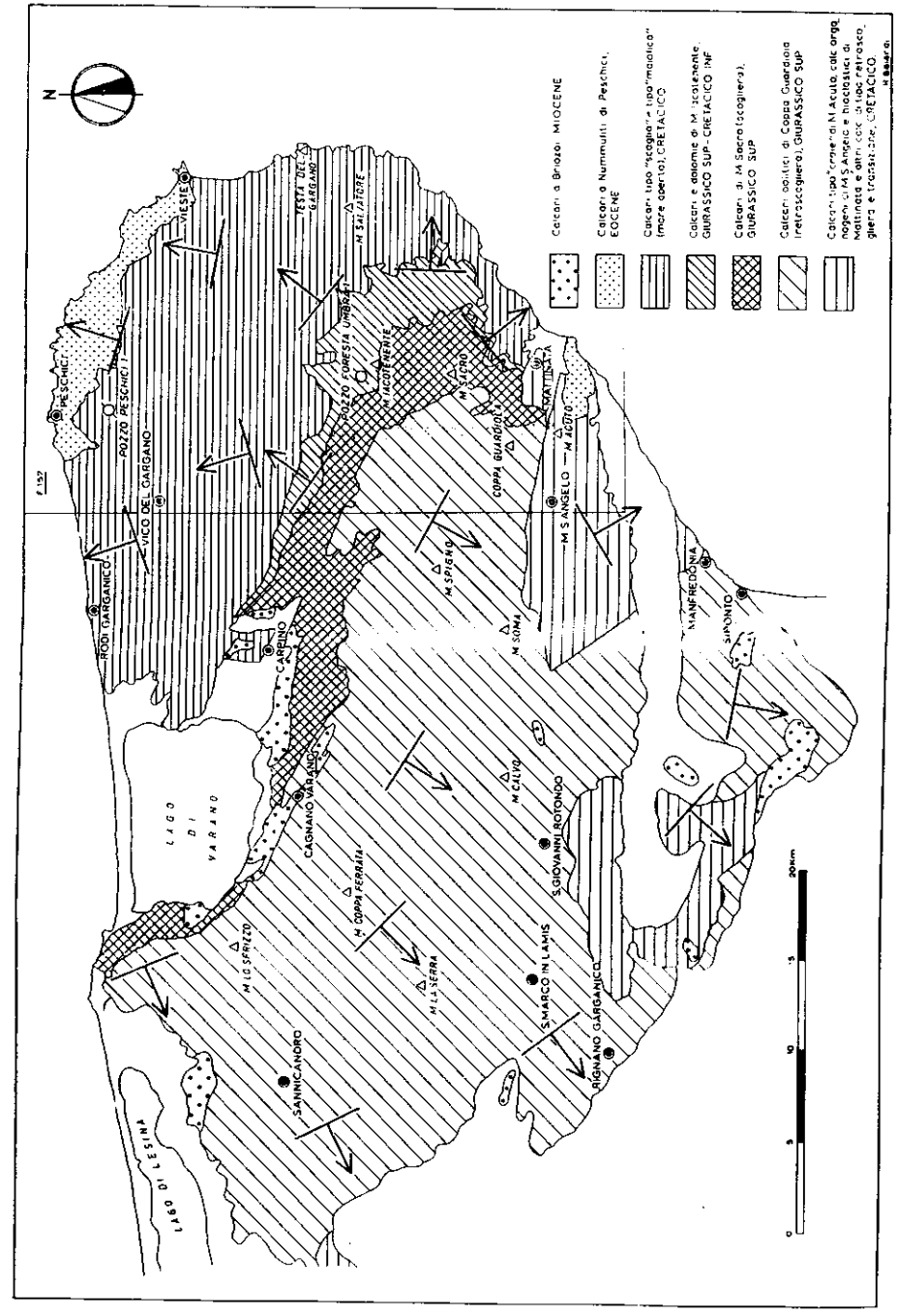


Fig. 1 - Schema geologico del Gargano con l'ubicazione dei pozzi Foresta Umbra 1 e Peschici 1.

una serie calcarea in facies pelagica sviluppantesi su tutta la parte nord-orientale del promontorio. Età: Giurassico superiore - Eocene.

d) Zona intermedia tra la retroscogliera ed il mare aperto con sedimenti parte in facies pelagica e parte in facies neritica, ricoprenti l'area sud-orientale del Gargano. Età: Cretacico inferiore - Eocene.

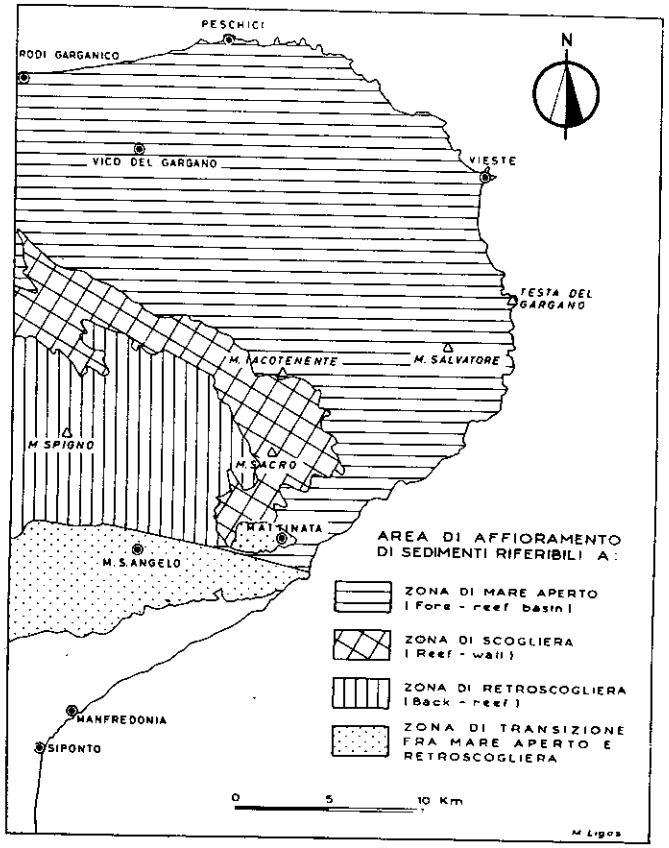


FIG. 2 - Distribuzione dei terreni, in funzione dell'ambiente di sedimentazione, nel Gargano orientale.

Dal punto di vista litostratigrafico, sono state distinte le seguenti unità (fig. 3), dal basso verso l'alto [4]:

1) **Gc_1** - *Calcari di scogliera di M. Sacro*: calcari organogeni non stratificati in facies di scogliera (Giurassico superiore).

2) **Gc_2** - *Calcari oolitici di Coppa Guardiola*: calcari oolitici, pseudoolitici e detritici, brecce calcaree e calcari compatti (Giurassico superiore).

3) **Cd** - *Calcari e dolomie di M. Iacotenente*: dolomie, calcari bioclastici e detritici con o senza selce (Giurassico superiore - Cretacico inferiore).

4) **Cm** - *Calcari tipo « maiolica »*: calcari compatti con selce (Cretacico inferiore).

5) **Cc_1** - *Calcari bioclastici di Mattinata*: calcari organogeni, calcari detritici, brecce e calcari compatti con selce (Cretacico inferiore).

6) **Cc_2** - *Calcari organogeni di Monte S. Angelo*: calcari a Rudiste (Cretacico superiore).

7) **Csc** - Calcari tipo « *scaglia* »: calcari selciferi con marne intercalate (Cretacico inferiore e superiore).

8) **Cc_3** - *Calcari tipo « craie » di M. Acuto*: calcari bianchi granulosi, spesso friabili (Cretacico superiore).

9) **Ec** - *Calcari a Nummuliti di Peschici*: calcari organogeni, calcari compatti e calcareniti (Paleocene-Eocene).

Il pozzo profondo Foresta Umbra 1, perforato dall'AGIP MINERARIA a scopo stratigrafico ed ubicato nella zona di M. Iacotenente

(4) La sigla che precede il nome della formazione è quella riportata sulla carta geologica. Essa è composta in genere da due lettere di cui la maiuscola si riferisce all'età della formazione e la minuscola al tipo litologico prevalente. Il numero che talora segue le lettere serve a distinguere due formazioni appartenenti ad uno stesso sistema ed aventi lo stesso litotipo fondamentale.

(Tav. III NO), al di sotto della formazione calcareo-dolomitica di scogliera, attraversata per 3145 m, ha incontrato a 3291 m una formazione evaporitica analoga a quella affiorante a Punta delle Pietre Nere e attribuita al Triassico superiore (Formazione delle Anidriti di Burano, MARTINIS e PIERI, 1962).

Un secondo pozzo, Peschici 1, perforato dalla stessa Società nei pressi di Peschici, ha attraversato per i primi 150 m circa i Calcari tipo « scaglia » e fino a 600 m i Calcari tipo « maiolica »; successivamente ha incontrato, fino a 787 m, calcari dolomitici con selce attribuiti al Giurassico superiore; da 787 m a 924 m calcari dolomitici con livelli di calcari marnosi e marne del Giurassico medio ed inferiore; da 924 m a 1275 m (fondo pozzo) dolomie cristalline di età imprecisabile, ma probabilmente giurassiche s.l.

Dal punto di vista strutturale, il promontorio del Gargano si può definire come un grande *Horst* leggermente piegato ad anticlinale.

Il nucleo della struttura corrisponde all'area di affioramento della scogliera giurassica attorno alla quale i vari sedimenti sono disposti a periclinale.

Ad una tettonica leggermente plicativa, avvenuta in parte già alla fine del Cretacico, si sovrappone una tettonica distensiva che può essere in parte riferita al Pliocene o addirittura al Quaternario. Questa ha dato luogo ad un sistema di faglie normali a direzione appenninica (NO-SE) accompagnato da due altri sistemi secondari, uno normale (NE-SO) ed uno a direzione E-O.

IV - STRATIGRAFIA

Come accennato nella premessa, la descrizione che segue è fatta per unità formazionali, in cui sono state distinte, in base allo studio

micropaleontologico, alcune Zone di Associazione. La descrizione dei calcari è stata integrata con la classificazione di FOLK [1].

1) **Gc**$_1$ - *Calcari di scogliera di M. Sacro*: calcari organogeni non stratificati, in facies di scogliera (Kimmeridgiano-Titonico): spessore affiorante circa 300 m.

Questa unità corrisponde ad una formazione organogena di scogliera (di tipo *bank-reef*) che si sviluppa, in affioramento, lungo una fascia continua dal lago di Varano a Mattinata.

Essa è costituita da calcari organogeni non stratificati, compatti, spesso vacuolari, di color grigio o rosato, definiti petrograficamente come biolititi e biospariti. La morfologia è tipica dei terreni carsici con doline, campi solcati e depositi di « terra rossa ».

Questa formazione viene a contatto, verso sud-ovest con i Calcari oolitici di Coppa Guardiola che in parte la ricoprono ed in parte la sostituiscono per fenomeni eteropici. Lungo il limite settentrionale invece, essa risulta ricoperta dai Calcari e dolomie di M. Iacotenente.

Gli elementi distintivi più caratteristici sono rappresentati dalla abbondanza di Idrozoi, soprattutto *Ellipsactiniae*, di Coralli e di Alghe, dalla mancanza di selce e dall'assenza di piani di stratificazione. In alcuni casi non è stato possibile tracciare limiti precisi a causa della diffusa dolimitizzazione di questa formazione e delle unità a contatto.

La massima esposizione si osserva a M. Sacro dove la potenza raggiunge circa 300 m.

Il pozzo Foresta Umbra 1 ha attraversato questa unità, in facies dolomitica, per uno spessore di 3145 m, incontrando successivamente la formazione delle Anidriti di Burano del Triassico superiore.

In base ai fossili più diffusi, è stata riconosciuta nei Calcari di scogliera di M. Sacro una Zona di Associazione ad *Ellipsactiniae*, altri Idrozoi indeterminabili, Coralli ed Alghe.

Nelle microfacies si rinvengono inoltre *Codiaceae, Dasyclada-*

(1) FOLK *R.L., Pratical Petrographic Classification of Limestones.* « Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. », vol. XLIII, n. 1, pp. 1-38, Tulsa, 1959.

ceae, Solenopora, resti probabili di *Petrasculus,* frammenti di *Valvulinella jurassica* (HENSON), di Crinoidi e di Molluschi. Tra questi ultimi, ricordiamo che sono stati segnalati esemplari di *Diceras escheri* DE LORENZO e *Natica immanis* GEMELLARO (BUCCA, 1881).

L'associazione faunistica rinvenuta, e soprattutto le *Ellipsactiniae,* permettono di riferire questa formazione al Giurassico superiore e precisamente al Kimmeridgiano-Titonico.

2) **Gc₂** - *Calcari oolitici di Coppa Guardiola*: calcari oolitici, pseudoolitici e detritici, brecce calcaree e calcari compatti (Kimmeridgiano-Titonico); spessore affiorante da pochi metri ad alcune centinaia di metri.

I sedimenti che ricoprono la parte occidentale del foglio, definita come zona di retroscogliera, sono costituiti da una alternanza irregolare di calcari oolitici, pseudoolitici e pisolitici, di calcari detritici e detritico-organogeni, di brecce calcaree e di calcari compatti a grana fine. Petrograficamente essi corrispondono ad oospariti, intrasparíti fossilifere, intramicriti fossilifere e micriti.

La stratificazione è generalmente evidente, con banchi di spessore variabile da pochi centimetri ad un metro.

Questa formazione ricopre ed in parte sostituisce lateralmente i Calcari di scogliera di M. Sacro; il passaggio tra le due formazioni è graduale, con sedimenti prevalentemente bioclastici nella zona di contatto e, successivamente, di calcari oolitici e di micriti. Nella zona sud-occidentale del Gargano (foglio 156) la serie continua con i sedimenti cretacici in facies biostromale (murgiana).

A questa unità è associato anche il complesso dolomitico (**d**) affiorante tra Coppa del Sacramento e Contrada Sferracavallo. Si tratta di dolomie cristalline grige, in banchi di spessore variabile, le quali, nelle zone debolmente dolomitizzate, presentano le stesse caratteristiche litologiche dell'unità in esame.

Lo spessore di questa formazione varia da pochi metri, misurabili al contatto con la formazione di scogliera, ad alcune centinaia di metri nella zona occidentale del Gargano.

L'esame micropaleontologico ha permesso di riconoscere alla base della formazione la Zona di Associazione ad *Ellipsactiniae,* altri Idrozoi indeterminabili, Coralli ed Alghe. Essa ha le stesse caratteristiche già viste per i Calcari di scogliera di M. Sacro con l'aggiunta in taluni livelli di Radiolari e spicole di Spugne. Segue una Zona di Associazione a *Trocholinae* e *Pseudocyclamminae* in cui le *Trocholinae* sono presenti con esemplari corti e lunghi; quest'ultimi sono attribuibili a *Trocholina elongata* (LEUPOLD) ed a *Pseudocyclammina lituus* (YOKOYAMA). Accanto a queste forme caratteristiche, che permettono di riferire la Zona di Associazione al Giurassico superiore, si rinvengono anche frammenti di Alghe, Echinidi e piccoli Gasteropodi.

3) **Cd** - *Calcari e dolomie di M. Iacotenente*: dolomie, calcari bioclastici e detritici con o senza selce (Giurassico superiore - Cretacico inferiore); spessore variabile da qualche decina ad alcune centinaia di metri.

Questa formazione comprende i sedimenti che contornano ed in parte ricoprono la scogliera giurassica lungo il bordo settentrionale ed orientale della sua area di affioramento. Essa è esposta lungo una fascia che si estende dai limiti occidentali della Foresta Umbra ai pressi di Mattinata.

I tipi litologici più diffusi sono:

— Dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici a stratificazione variabile, generalmente con noduli e lenti di selce brecciata; questa facies predomina nella zona nord-orientale del foglio.

— Calcari bioclastici e detritici, corrispondenti petrograficamente a biomicriti intraclastiche, a liste e noduli di selce. Si osservano abbondanti resti indeterminabili di Coralli ed elementi di demolizione e rimaneggiamento della scogliera.

— Calcari compatti a grana fine (intramicriti e micriti), nocciola o ceroidi, a stratificazione variabile. Si osservano alcuni livelli fossiliferi a Brachiopodi, talora silicizzati.

La facies calcarea interessa essenzialmente il bordo sud-orientale della scogliera, tra Mattinata e Mattinatella.

Questa unità ricopre stratigraficamente la formazione organogena giurassica; il limite inferiore è segnato praticamente dalla presenza della selce e dalla comparsa dei piani di stratificazione. Esso è meno evidente nel caso in cui la dolomitizzazione interessi entrambe le formazioni a contatto. Le dolomie ed i calcari compresi in questa unità passano superiormente ai Calcari tipo « maiolica » tranne che nella zona meridionale del foglio dove detta formazione viene sostituita dai Calcari bioclastici di Mattina. Il limite è evidente passando dalle dolomie ai Calcari tipo « maiolica »; esso diventa meno preciso nella zona meridionale, dove predomina la facies calcarea.

La potenza, misurabile solo per la parte direttamente soprastante la scogliera, varia da 50 a 70 m. Il pozzo Foresta Umbra 1 ha attraversato 150 m di questi sedimenti.

Verso la zona di mare aperto l'unità in esame dovrebbe sostituire lateralmente la formazione di scogliera e raggiungere quindi spessori molto più potenti, dell'ordine di alcune centinaia di metri.

Paleontologicamente si può distinguere una Zona di Associazione a *Tintinopsellae* in cui si rinvengono con frequenza *Tintinopsella oblonga* (CADISCH) e *Tintinopsella longa* (COLOM) accanto a rari esemplari di *Tintinopsella carpathica* MURGEANU e FILIPPESCU. Sono presenti inoltre *Calpionella elliptica* CADISCH, *Calpionellites darderi* (COLOM), *Stenosemellopsis* sp., Radiolari e, talora, frammenti di biolitite algale, Molluschi, Crinoidi, Coralli, Idrozoi, rare *Textulariidae* e qualche esemplare di *Neotrocholina*. Nella formazione sono frequenti anche livelli a Brachiopodi tra i quali predomina *Rhynconella peregrina* BUCH.

Questa associazione è indicativa del Cretacico inferiore (Berriasiano-Valanginiano). Nella zona della Foresta Umbra è stato riconosciuto qualche esemplare di *Trocholina* che estenderebbe al Giurassico superiore la parte basale della formazione [5].

(5) Non sono stati rinvenuti in affioramento sedimenti sicuramente giurassici d'ambiente pelagico. Nel pozzo Peschici 1, invece, alla base dei Calcari tipo « maiolica » è riconoscibile una zona di Associazione a *Calpionella alpina* Lorenz analoga a quella della « Maiolica » ed in parte degli « Scisti ad Aptici » dell'Umbria e delle Marche, di età titonica.

4) **Cm** - *Calcari tipo « maiolica »*: calcari compatti con selce (Neocomiano); spessore affiorante circa 450 m.

La zona di avanscogliera (*fore-reef basin*), corrispondente alla parte settentrionale ed orientale del foglio, è caratterizzata da sedimenti in facies pelagica. Alla precedente unità si sostituisce, verso l'alto, una formazione costituita da calcari compatti bianchi, nocciola o ceroidi, a frattura concoide, con liste e noduli di selce. Petrograficamente essi corrispondono a micriti e micriti fossilifere. Nel suo insieme, questa formazione è paragonabile alla « Maiolica » umbro-marchigiana; si differenzia per una certa frequenza di livelli detritici (micriti intraclastiche), specialmente nella zona nord-occidentale del foglio. La stratificazione è regolare con strati di 10-40 cm di spessore; sono frequenti suture stilolitiche e vene di calcite; la selce si presenta spesso in noduli sferici molto caratteristici.

L'intera formazione è a volte interessata da fenomeni di dolomitizzazione secondaria, più o meno estesi ed irregolarmente distribuiti **(d)**.

Verso l'alto si osserva un passaggio graduale ai Calcari tipo « scaglia » sottolineato dalla comparsa di intercalazioni marnose.

La potenza complessiva della formazione in esame non è esattamente misurabile in superficie a causa dell'intensa tettonizzazione che ne interrompe la continuità; dalle ricostruzioni stratimetriche essa risulta di 400-500 m. Il pozzo Peschici 1 ha attraversato questi sedimenti per circa 450 m.

L'esame micropaleontologico ha permesso di riconoscere una Zona di Associazione a Radiolari e spicole di Spugne attribuita, anche per confronti diretti con la facies umbro-marchigiana, al Neocomiano. Tra i Radiolari prevalgono *Dictyomitra* e *Cenosphoera*. Sono presenti inoltre rari resti di Molluschi e di *Codiaceae* ed in alcune zone, nella parte inferiore della formazione, esemplari di Tintinnidi (*Tintinopsellae*).

5) **Cc**$_1$ - *Calcari bioclastici di Mattinata*: calcari organogeni, calcari detritici, brecce calcaree e calcari compatti con selce (Cretacico inferiore); spessore affiorante circa 350 m.

Nella zona compresa tra Mattinata e Monte S. Angelo ai Calcari e dolomie di M. Iacotenente segue, verso l'alto, una formazione costituita da una alternanza di calcari bioclastici, brecce calcaree e calcari compatti con liste e noduli di selce, in strati di spessore variabile da 50 cm a 2 m; la selce è più frequente verso l'alto dove si intercalano anche sottili livelli di marne.

Dal punto di vista petrografico questi calcari corrispondono a biomicruditi, biomicriti e micriti fossilifere.

I sedimenti compresi in questa formazione possono essere definiti di facies mista, in parte pelagica ed in parte biostromale. Essi caratterizzano l'area compresa tra la zona di mare aperto e quella di retroscogliera, localizzata nella parte meridionale del foglio.

Il limite inferiore di questa unità coincide con la comparsa dei primi livelli di calcare compatto a grana fine (micriti fossilifere) intercalati a banchi di brecce e di calcari bioclastici. Superiormente si passa ai Calcari orgonogeni di Monte S. Angelo con limite generalmente netto. La massima potenza affiorante è di circa 350 m.

Nella formazione è stata riconosciuta inferiormente una Zona di Associazione a Radiolari e spicole di Spugne simile a quella osservata nei Calcari tipo « maiolica ». A questa zona, che contiene anche alcuni esemplari di probabile *Neotrocholina*, segue una Zona di Associazione ad *Orbitolinae* con molti esemplari di *Orbitolina conoidea* GRAS ed altri, più rari, di *Orbitolina* cf. *discoidea* GRAS. Si notano individui di *Ticinella roberti* (GANDOLFI) e *Pseudovalvulineria lorneiana* (D'ORBIGNY), resti probabili di *Coskinolina* e *Dictyoconus* o *Orbitolinopsis* oltre a frammenti di Molluschi, Echinidi, Idrozoi, *Codiaceae* e *Dasycladaceae*.

Il passaggio tra le due zone è graduale; mentre la zona inferiore è riferibile al Neocomiano, analogamente a quanto fatto per la formazione precedente, la Zona di Associazione ad *Orbitolinae* è attribuibile all'Aptiano-Albiano.

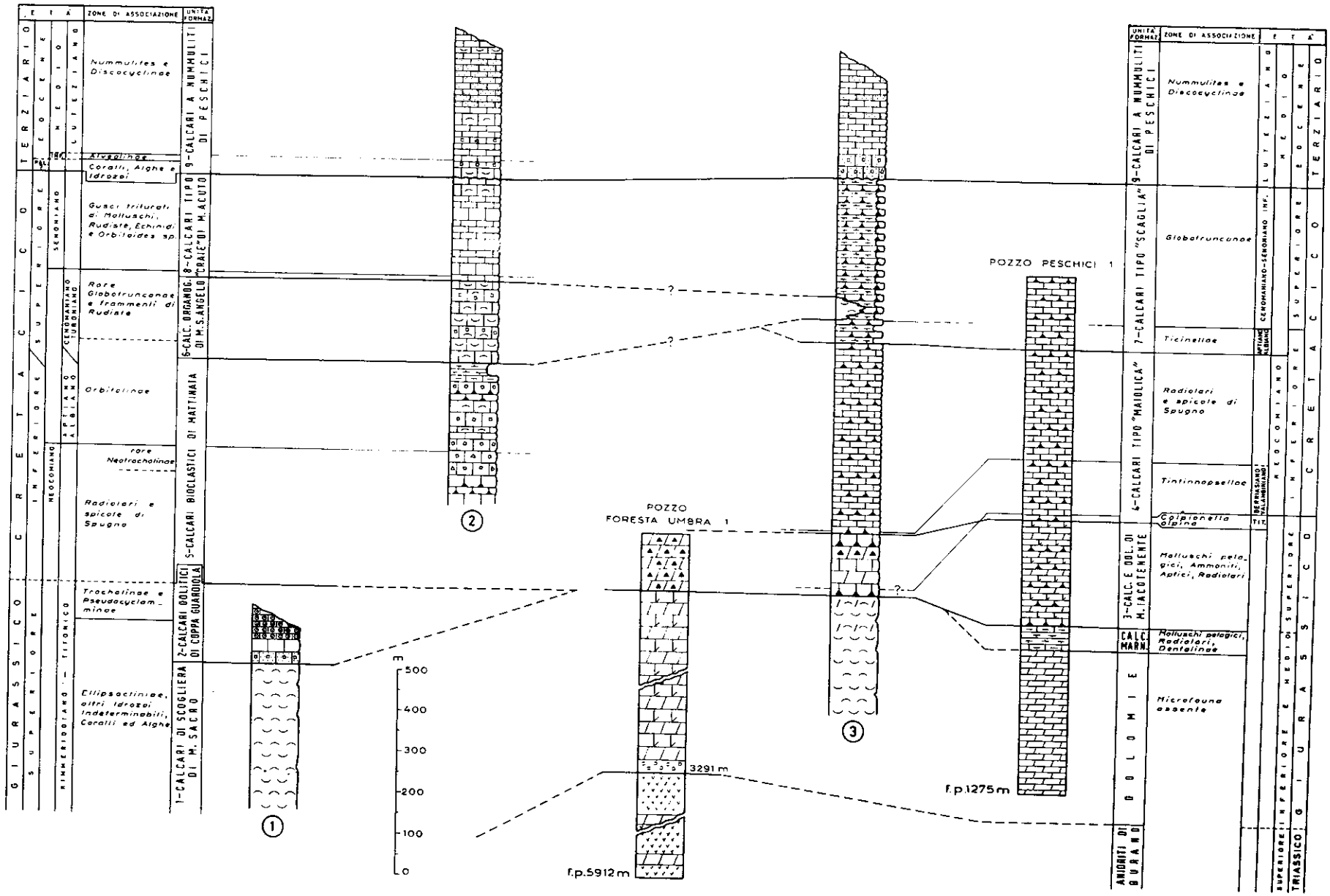


FIG. 3 - Quadro stratigrafico riassuntivo: 1 - serie affiorante nella zona di retroscogliera entro il foglio 157 « Monte S. Angelo »); 2 - serie affiorante nella zona di transizione tra il retroscogliera ed il mare aperto; 3 - serie affiorante nella zona di mare aperto. Il pozzo Foresta Umbra 1 ha attraversato una serie giurassica in facies calcareo-dolomitica corrispondente alla zona di scogliera; il pozzo Peschici 1 ha interessato le formazioni cretaciche e giurassiche in facies pelagica.

6) **Cc_2** - *Calcari organogeni di Monte S. Angelo*: calcari a Rudiste (Cenomaniano-Turoniano); spessore circa 200 m.

Questa formazione affiora con maggiore estensione nella monoclinale di Monte S. Angelo, continuandosi fino a Mattinata. Una seconda zona di affioramento si osserva tra Vico del Gargano e Ischitella, mentre altri lembi sparsi si rinvengono tra la Foresta Umbra e Testa del Gargano. Essa è caratterizzata da una successione di grossi banchi di calcare organogeno biancastro, spesso vacuolare, contenente abbondanti resti di Rudiste, Coralli ed Idrozoi; intercalati si notano calcari detritici, brecce calcaree e, più raramente, calcari compatti a grana fine. La stratificazione è molto irregolare, con spessori variabili degli strati da alcuni centimetri a qualche decina di metri. Dal punto di vista petrografico questa unità è costituita in massima parte da biomicriti e biospariti con rare intercalazioni di micriti e micriti fossilifere.

Nella zona di Monte S. Angelo - Mattinata la formazione succede regolarmente ai Calcari bioclastici di Mattinata e verso l'alto passa gradualmente ai Calcari tipo « craie » di M. Acuto. Nella zona di Vico del Gargano essa risulta inserita nei Calcari tipo « scaglia » ed è alquanto limitata in estensione e potenza. Anche in questo caso il limite inferiore è bene individuabile, mentre quello superiore non è sempre evidente.

La potenza è molto variabile; i valori massimi si osservano nella monoclinale di Monte S. Angelo dove l'intera formazione misura circa 200 m; a Vico del Gargano lo spessore varia da 40 a 80 m.

Lo studio micropaleontologico ha permesso di riconoscere la Zona di Associazione ad *Orbitolinae* già descritta, seguita verso l'alto da una Zona di Associazione a *Globotruncanae* e frammenti di Rudiste. Le *Orbitolinae* sono di tipo biconvesso-alto, le *Globotruncanae* sono presenti con *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Globotruncana* aff. *stuarti* (DE LAPPARENT) e *Rotalipora apenninica* (RENZ). Si rinvengono

inoltre *Oligosteginae* e Radiolari. Questa associazione è databile al Cenomaniano-Turoniano [6].

7) **Csc** - *Calcari tipo « scaglia »* : Calcari selciferi con marne intercalate (Aptiano-Senoniano inferiore); spessore affiorante circa 400 m.

Nell'area settentrionale del foglio la serie cretacica in facies pelagica si continua, al di sopra dei Calcari tipo « maiolica », con una formazione costituita da un'alternanza di calcari bianchi, spesso farinosi, a frattura scagliosa (micriti), calcari marnosi (micriti argillose), calcari marnosi silicizzati, porcellaniti verdastre (marne e argille molto silicizzate) e marne più o meno calcaree e selcifere. La selce è abbondante sia diffusa che in noduli ed in straterelli; la stratificazione è generalmente molto sottile e regolare. Sono frequenti i fenomeni di « slumping » che in qualche punto hanno determinato un accumulo di materiale indifferenziato.

Il passaggio dalla formazione sottostante avviene gradualmente e corrisponde alla comparsa delle intercalazioni marnose, inizialmente molto sottili, e degli straterelli verdastri di porcellaniti. Il limite superiore è segnato dalla trasgressione, con evidente discordanza angolare. dei terreni eocenici (Luteziano). Questi, in generale poggiano su di un livello di calcari bianchi, granulosi e teneri che sostituiscono verso l'alto le alternanze calcareo-marnose.

La potenza è stata calcolata di circa 400 m.

Dal punto di vista micropaleontologico si possono distinguere due Zone di Associazione. Nella zona inferiore, a *Ticinellae,* prevale *Ticinella roberti* (GANDOLFI) alla quale si associano *Pseudovalvulineria lorneiana* (D'ORBIGNY), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Gyroidina nitida* REUSS, *Tristix, Textularia, Tritaxia, Dentalina, Cristellaria,* rari Ostracodi e frequenti Radiolari. Questa associazione è riferibile all'Aptiano-Albiano (PAVAN e PIRINI 1966).

La seconda Zona di Associazione, a *Globotruncanae,* si sviluppa

(6) Dai terreni cenomaniano-turoniani di Monte S. Angelo proviene una ricca fauna, con Rudiste, segnalata da PARONA (1916).

superiormente ed è indicativa del Senoniano. Essa è caratterizzata da *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Rotalipora* cf. *globotruncanoides* SIGAL e dalla comparsa dei primi esemplari di *Globotruncana linnei* (D'ORBIGNY). Sono presenti inoltre *Globigerinidae* e *Oligosteginae* e, nella parte inferiore, *Rotalipora apenninica* (RENZ), nella sua forma tipica, con frequenti *Heterohelix.*

8) **Cc₃** - *Calcari tipo « craie » di M. Acuto*: calcari bianchi granulosi, spesso friabili (Senoniano); spessore circa 250 m.

In corrispondenza della monoclinale di Monte S. Angelo, al di sopra dei calcari a Rudiste, si ha una formazione costituita da calcari bianchi granulosi, spesso friabili, in strati di 30 cm - 1 m di spessore. Petrograficamente essi corrispondono a biospariti e, subordinatamente, a micriti.

Questa unità presenta una litofacies piuttosto uniforme che richiama quella della « craie » [7] o dei calcari tipo « chalk » degli Autori americani. In alcuni punti si possono osservare intercalazioni di calcare più compatto e ricco di Rudiste, come a M. Caramanica, a Jazzo Ognissanti ed a Coppa Turanda; in altri si hanno livelli di calcare compatto, a grana fine, sottilmente stratificato e con qualche lista di selce.

Il passaggio dalla formazione sottostante avviene generalmente attraverso una zona di transizione nella quale i tipi litologici delle unità a contatto si alternano irregolarmente. Il limite superiore è segnato dalla trasgressione dei sedimenti paleocenici ed eocenici.

La potenza massima osservata per l'intera formazione è di circa 250 m.

L'esame micropaleontologico ha permesso di distinguere soltanto una Zona di Associazione a gusci triturati di Molluschi, Rudiste, Echinidi e di *Orbitoides.* Talora sono riconoscibili frammenti di *Orbitoides*

(7) Sedimento bianco, tenero, affiorante su vaste zone nel bacino di Parigi, formato unicamente da piccoli frammenti organici e da minerali clastici terrigenti; esso è di età senoniana.

aff. *media* D'ARCHIAC e *Siderolites* oltre ad abbondanti resti organici indeterminabili.

Mancando elementi paleontologici significativi, questa Zona di Associazione è stata attribuita al Senoniano s.l. sia per la posizione stratigrafica della formazione, sia per confronto con microfacies analoghe note nei calcari detritico-organogeni della zona del Gran Sasso (AGIP MINERARIA, 1959).

9) **Ec** - *Calcari a Nummuliti di Peschici*: calcari organogeni, calcari compatti e calcareniti (Paleocene-Eocene); spessore affiorante circa 350 m.

Questa unità comprende i sedimenti eocenici affioranti lungo la costa settentrionale del Gargano e nella monoclinale di Monte S. Angelo dove sembra sia presente anche il Paleocene.

Essa inizia generalmente con un livello di calcari organogeni, a stratificazione indistinta, ricchi di Coralli, Idrozoi, Molluschi ed Echinidi. Talora i calcari organogeni sono localmente sostituiti da brecce calcaree, da calcareniti grossolane o da una « lumachella » a Gasteropodi, Lamellibranchi e Branchiopodi. Segue verso l'alto un'alternanza irregolare di calcari più o meno compatti, calcari grossolani e calcareniti biancastre, spesso friabili. Il contenuto organico è abbondante quasi dovunque, ed è dato da Alveoline, Nummuliti e resti di Molluschi. I calcari si definiscono petrograficamente come biolititi, biospariti, biomicriti, intraspariti e micriti intraclastiche. Gli strati hanno spessori variabili da pochi centimetri ad un metro.

Il limite inferiore è ovunque ben distinguibile; nella zona settentrionale del foglio questa unità giace in discordanza sui Calcari tipo « scaglia », nella monoclinale di Monte S. Angelo essa poggia, sempre in discordanza, sui Calcari tipo « craie » di M. Acuto.

Lo spessore massimo affiorante si aggira sui 350 m.

Dallo studio micropaleontologico è stato possibile riconoscere, dal basso in alto:

— Zona di Associazione a Coralli e Idrozoi.

— Zona di Associazione ad *Alveolinae*.

— Zona di Associazione a *Nummulites* e *Discocyclinae*.

Nella prima zona, riconosciuta soltanto nella monoclinale di Monte S. Angelo, oltre a Coralli ed Idrozoi, abbondano resti di Gasteropodi, Rudiste, Echinidi ed Alghe (in prevalenza *Codiaceae*). Nelle microfaune sono riconoscibili *Textulariidae, Miliolidae* e talora

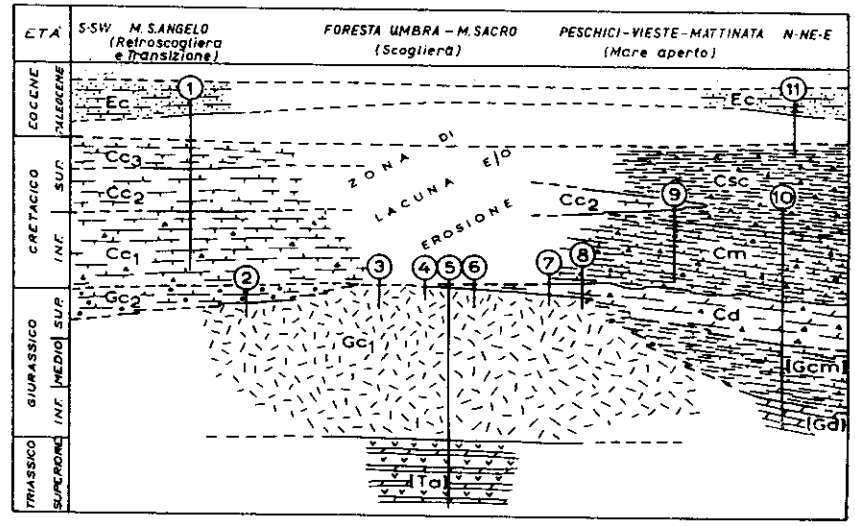


FIG. 4 - *Diagramma ipotetico dei rapporti tra le diverse formazioni del foglio 157 « Monte S. Angelo ».*

Ec - Calcari a Nummuliti di Peschici; **Cc_3** - Calcari tipo « craie » di M. Acuto; **Csc** - Calcari tipo « scaglia »; **Cc_2** - Calcari organogeni di Monte S. Angelo; **Cc_1** - Calcari bioclastici di Mattinata; **Cm** - Calcari tipo « maiolica »; **Cd** - Calcari e dolomie di M. Iacotenente; **Gc_2** - Calcari oolitici di Coppa Guardiola; **Gc_1** - Calcari di scogliera di M. Sacro; **Gcm** - Complesso calcareo-marnoso; **Gd** - Complesso dolomitico; **Ta** - Anidriti di Burano.
Gli spessori non sono in scala. Le linee verticali rappresentano schematicamente gli intervalli corrispondenti alle località tipo di affioramento delle formazioni e le serie attraversate dai pozzi: 1 - Monte S. Angelo; 2 - Coppa Guardiola; 3 - M. Sacro; 4 - Foresta Umbra; 5 - Pozzo Foresta Umbra 1; 6 - Coppa Filisillo; 7 - « Incoronata »; 8 - Coppa di Montelci; 9 - Vico del G.; 10 - Pozzo Peschici 1; 11 - Peschici.

Microcodium oppure *Rotaliidae, Halimeda* e *Pseudolithothamnium;* quest'ultima forma è ritenuta caratteristica del Paleocene (PAVAN e PIRINI, 1966).

Al Paleocene, segnalato per la prima volta nella regione, viene pertanto riferita la Zona di Associazione in esame.

Anche la seconda zona è stata riconosciuta soltanto nella monoclinale di Monte S. Angelo. Le forme più frequenti sono rappresentate da *Alveolina oblonga* D'ORBIGNY e *Alveolina* cfr. *fornasini* CHECCHIA RISPOLI, cui si uniscono *Flosculinae,* rare Nummuliti e *Discocyclinae* e talora *Miliolidae, Textulariidae* ed *Orbitolites camplanatus* LAMARCK. In base a questi elementi paleontologici, questa seconda zona viene riferita all'Eocene inferiore (Ypresiano).

La Zona di Associazione a *Nummulites* e *Discocyclinae,* che è la più sviluppata, viene riferita all'Eocene medio (Luteziano) in base alle seguenti forme riconosciute: *Nummulites aturicus* JOLY-LEYMERIE, *Nummulites striatus* (BRUGUIÈRE) *Nummulites atacicus* LEYMERIE, *Nummulites gizehensis* FORSKAL, *Nummulites* cf. *millecaput* BOUBÉÉ *Discocyclina sella* (D'ARCHIAC), *Discocyclina* cf. *discus* (KAUFMANN). Sono state inoltre osservate *Orthophragminae, Assilinae, Operculinae, Amphisteginae,* rare *Alveolinae, Rotalia viennoti* GREIG, *Rotaliidae, Miliolidae,* frammenti di Echinidi, Molluschi e *Lithothamnium.* Nel cemento delle brecce calcaree sono presenti talora esemplari di *Globigeriniidae* e *Globorotaliidae* del tipo *Globorotalia crassata* CUSHMAN.

10) **S** - *Sabbie costiere e dune recenti.*

I depositi costieri recenti costituiscono ristrette fasce sabbiose derivanti dall'avanzamento della linea di costa ed alcuni cordoni di dune disposti a qualche centinaio di metri dalla costa attuale e sopraelevati di una decina di metri.

Questi depositi si sviluppano essenzialmente lungo la costa settentrionale, tra Peschici e Vieste e sono costituiti da sabbie calcaree giallo-brune o rossastre, a grana a volte anche grossolana ed a stratificazione incrociata.

11) **a_1, a_2, a_3** - *Depositi alluvionali.*

Comprendono le alluvioni recenti, distinte in terrazzate (**a_1**) e non terrazzate (**a_2**) e le alluvioni attuali (**a_3**). Quest'ultime sono piuttosto limitate, essendo i corsi d'acqua di modesta portata ed a regime torrentizio, e sono costituite da ciottoli scarsamente arrotondati e di dimensioni variabili da pochi centimetri a qualche decimetro. Il rapporto fra gli elementi calcarei e quelli silicei dipende naturalmente dalla litologia dei bacini imbriferi.

Maggiore consistenza assumono i depositi che costituiscono le spiagge attuali.

Quando la costa è molto frastagliata ed a falesia, come nella parte orientale del promontorio, le spiagge sono prevalentemente ghiaiose e di estensione limitata. Nella zona settentrionale invece, dove tra gli affioramenti calcarei e la costa si interpone una larga fascia di sedimenti alluvionali, si hanno generalmente spiagge sabbiose, in certi tratti anche estese, come tra Vieste e Peschici.

Lungo la costa meridionale si sviluppa un ampio terrazzo alluvionale che risale, con debole pendenza, verso il rilievo di Monte S. Angelo. In corrispondenza circa della isoipsa di 100 m si sovrappongono ad esso altri depositi alluvionali non terrazzati corrispondenti a conoidi di deiezione recenti.

Il profilo della costa è segnato da una falesia che, in regione Gravaglione, raggiunge i 70 m di quota. Il terrazzo alluvionale è costituito da conglomerati e puddinghe, più o meno cementate, da ghiaie e da poche sabbie. Le alluvioni non terrazzate, meno coerenti, sono composte essenzialmente da ghiaie e sabbie; esse si addentrano nelle valli fino a circa 600 m di quota.

Tra Mattinatella e Vieste si susseguono lungo la costa alcune piccole piane alluvionali con spesso tracce di terrazzamento nel tratto a valle. A Mattinatella le alluvioni terrazzate si addossano al substrato calcareo con un'unghia che risale fino a 30 m di quota.

Questi depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie localmente ferrettizzate e da poche argille; in valle Carbonara ed a Mattinatella sono stati osservati anche alcuni livelli di materiale piroclastico.

Lungo la costa settentrionale i depositi alluvionali recenti ricoprono aree abbastanza estese e risultano costituiti da ghiaie, spesso ferrettizzate, da sabbie ed argille.

12) **dc** - *Depositi colluviali ed eluviali.*

I primi sono estesi prevalentemente nella zona centrale del foglio dove occupano soprattutto il fondo di depressioni e di doline. Essi sono costituiti per la maggior parte da « terra rossa » e da terriccio bruno. poco coerente, con inclusi abbondanti ciottoli di selce. Il loro spessore può essere localmente anche notevole come si osserva al Piano di S. Martino dove raggiunge qualche decina di metri.

I depositi eluviali, pur essendo sparsi un po' dovunque, sono sempre di modestissima estensione e potenza. Soltanto nella zona di M. Iacotenente essi raggiungono un certo sviluppo; è difficile però una distinzione esatta fra questi depositi e quelli colluviali.

13) **df** - *Detriti di falda.*

Sono accumulati in corrispondenza delle testate e lungo i fianchi delle valli oppure entro le vallette secondarie, specialmente nelle zone di affioramento dei Calcari tipo « maiolica » e dei Calcari tipo « scaglia ». Si tratta di materiali incoerenti, costituiti da un minuto brecciume calcareo con abbondanti elementi di selce, che difficilmente raggiungono un certo spessore pur ricoprendo la roccia sottostante per estensioni notevoli.

V - TETTONICA

Il rilievo geologico del foglio « Monte S. Angelo » non ha portato modifiche sostanziali all'interpretazione strutturale del promontorio garganico per il quale la maggior parte degli Autori ammettono una struttura a zolle, con forte predominio quindi dei fenomeni di-

sgiuntivi rispetto a quelli plicativi. Il Gargano pertanto è interpretato come un *Horst*, leggermente piegato ed appartenente all'avampaese adriatico.

Il rilievo di dettaglio ha permesso però di definirne meglio le caratteristiche, individuando anche una serie di elementi strutturali secondari.

Lo studio tettonico esposto nel presente lavoro è stato integrato con l'esame delle fotografie aeree, particolarmente utili per orientare e controllare le osservazioni di campagna.

L'area in esame comprende soltanto un settore del promontorio: essa è però sufficiente per definire il nucleo dell'*Horst* ed i suoi fianchi nord-orientale e meridionale.

Il nucleo si trova in corrispondenza degli affioramenti più antichi del Gargano, e cioè dei Calcari di scogliera di M. Sacro e dei Calcari oolitici di Coppa Guardiola di età giurassica; esso si sviluppa con direzione NO-SE, dal Lago di Varano a Mattinata. Le diverse formazioni sono disposte chiaramente a periclinale attorno ai depositi di scogliera e delineano quindi una piega a fianchi dolci che soltanto eccezionalmente raggiungono pendenze elevate.

Il fianco più sviluppato entro il foglio « Monte S. Angelo » è quello nord-orientale; in questo settore le immersioni variano entro il quadrante di NE e le pendenze oscillano attorno a 20°. In conseguenza di una certa plasticità dei terreni affioranti, sono abbastanza frequenti lungo questo fianco ondulazioni secondarie, di estensione però sempre limitata, come quella rilevabile ad est di Vico Garganico. Accanto a queste ondulazioni si osservano inoltre fenomeni di « slumping » oltre a fitti piegamenti degli strati, legati ad una dinamica gravitativa particolarmente manifesta tra Vieste e Peschici.

Il fianco sud-occidentale, poco sviluppato nel foglio in esame, può essere distinto in due settori separati dalla Valle Carbonara impostata, come vedremo, in corrispondenza di importanti dislocazioni. Nel settore settentrionale si osserva una generale immersione delle formazioni verso SO con pendenze medie variabili tra 15° e 30°. A sud della Valle Carbonara si sviluppa la monoclinale di Monte S. An

gelo, in cui gli strati immergono verso SSE e SE con pendenze tra 10° e 20°.

Il carattere dominante della tettonica locale è rappresentato dalle faglie, di tipo normale, che non soltanto delimitano l'*Horst*, sia verso l'Adriatico che verso la piana di Foggia, ma lo interessano in tutta la sua estensione, dividendolo in zolle secondarie (fig. 5).

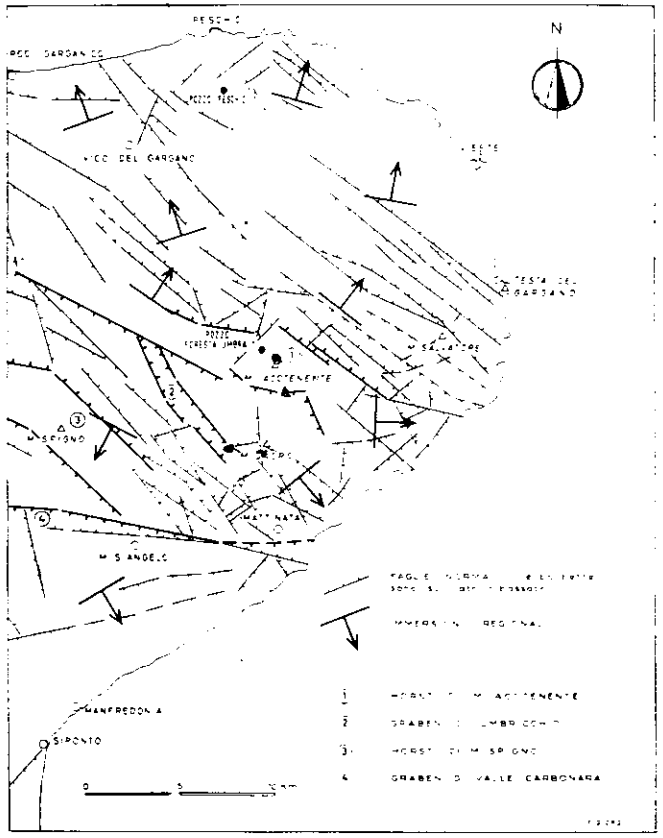


FIG. 5 - Schema tettonico del Gargano orientale (le faglie più significative sono segnate con una linea grossa).

Le fratture sono particolarmente evidenti sul terreno, con brecce e liscioni in faglia, in corrispondenza delle formazioni più rigide quali i Calcari di scogliera di M. Sacro ed i Calcari e dolomie di M. Iacotenente; altrove sono invece mal identificabili e spesso si possono definire soltanto in base a contatti anomali tra sedimenti di età diversa.

Non abbiamo ritenuto opportuno riportare sulla carta geologica tutte le fratture osservate poichè ciò sarebbe andato certamente a danno di una buona lettura. Ci siamo quindi limitati a segnalare le dislocazioni di una certa entità, sia per sviluppo lineare che per rigetto, e quelle che influiscono in modo sensibile sull'andamento dei limiti formazionali.

Alcune faglie mal identificabili sul terreno sono invece ben visibili sulle fotografie aeree. Ciò si verifica soprattutto nella zona orientale che risulta attraversata da una serie di fratture, ad orientamento NO-SE.

Il rigetto delle faglie è in genere di difficile determinazione, mancando nelle serie affioranti sicuri livelli di riferimento. A parte le faglie che limitano l'intero *Horst* ed alcune maggiori sviluppate all'interno dello stesso, si rilevano in genere rigetti modesti che non superano il centinaio di metri. I piani di faglia sono di norma molto inclinati e spesso si avvicinano alla verticale.

Le faglie osservate nella regione possono essere riunite in tre gruppi principali: quelle a direzione NO-SE, cioè appenninica, quelle normali alle precedenti e quelle a direzione E.O.

Le *faglie a direzione appenninica* sono predominanti ed appaiono con maggiore evidenza nella zona centrale dell'*Horst*, dove determinano, attraverso una serie di gradinate, l'affossamento del nucleo strutturale. Si viene pertanto a definire in questa zona un *Graben*, detto *Graben di Umbricchio*, che si estende a sud-ovest dell'allineamento Coppa del Sacramento-M. Sacro. Esso è delimitato da due *Horst* secondari, e precisamente a sud-ovest dall'*Horst di M. Spigno*, ed a nord-est dall'*Horst di M. Iacotenente* sul cui culmine è stato ubicato il pozzo Foresta Umbra 1 (fig. 5).

Anche nella zona nord-orientale le faglie appenniniche sono molto sviluppate. Tutta l'area compresa nella tavoletta « Testa del Gargano » è percorsa da una serie di rotture sub-parallele, visibili per parecchi chilometri, che danno luogo ad una successione di *Horst* e *Graben* secondari degradanti verso il mare. Molte di queste faglie attraversano certamente tutto il promontorio; esse però ad un certo punto non sono più seguibili sul terreno a causa dell'intensa copertura vegetale e detritica.

Il sistema di *faglie a direzione NE-SO* è rappresentato da fratture di entità generalmente modesta che, intersecando le precedenti, determinano una ulteriore suddivisione a zolle dell'*Horst* garganico.

Anche il sistema di *faglie a direzione est-ovest* è poco rappresentato. Nel foglio in esame esso è limitato soprattutto alle dislocazioni della Valle Carbonara che, come s'è già detto, interrompe il fianco sud-occidentale dell'*Horst* separando a sud la monoclinale di Monte S. Angelo. Inoltre, lungo la stessa valle, si hanno contatti anomali tra sedimenti di diversa età che denunciano un abbassamento della monoclinale rispetto ai terreni esposti più a nord.

Un esame dettagliato della valle, entro l'area del foglio, ha portato ad identificare più faglie documentate anche dalla presenza di brecce di frizione sul fondovalle e liscioni di faglia soprattutto lungo il fianco meridionale. La dislocazione principale, che può essere costituita da più rotture, è quella che ha dato luogo alle brecce ed ha determinato l'abbassamento della monoclinale di Monte S. Angelo. Il suo rigetto, calcolabile soltanto in forma approssimativa, sembra non inferiore a 500 m. E' possibile che questa dislocazione abbia determinato anche un certo spostamento orizzontale.

Lungo il fianco meridionale della Valle Carbonara sono presenti alcuni liscioni di faglia, che s'immergono verso nord con pendenze di 70° e sono particolarmente visibili sotto l'abitato di Monte S. Angelo. Essi sono il prodotto di una frattura che ha abbassato i Calcari organogeni di Monte S. Angelo del Cenomaniano-Turoniano portandoli a contatto con la parte più bassa dei Calcari bioclastici di Mattinata del Cretacico inferiore. Questa faglia ha determinato quindi

un abbassamento verso nord, in senso contrario cioè alla frattura vista in precedenza; il suo rigetto è valutabile a non meno di 200 m.

Riteniamo quindi che la Valle Carbonara si possa interpretare come un *Graben*, stretto ed allungato in direzione est-ovest. La faglia o le faglie che lo limitano verso nord e che non sono localizzabili con esattezza sul terreno causa l'abbondante detrito provocato dalla fratturazione della roccia, hanno un'intensità e quindi un rigetto notevolmente superiore a quello della faglia meridionale. Per queste ragioni tutta la monoclinale di Monte S. Angelo è abbassata rispetto ai sedimenti che affiorano più a nord.

Oltre alle faglie della Valle Carbonara, fratture a direzione est-ovest si trovano anche più a sud, nel corpo della monoclinale di Monte S. Angelo di cui determinano un graduale abbassamento verso la piana di Manfredonia.

VI - CENNI SULL'EVOLUZIONE GEOLOGICA DELLA REGIONE

A completamento di quanto esposto, riteniamo utile fare un cenno sui principali avvenimenti che hanno interessato la zona in esame.

Abbiamo visto che i sedimenti più antichi affioranti sono costituiti dai Calcari di scogliera di M. Sacro. Il pozzo Foresta Umbra 1, però, ha permesso di riconoscere al di sotto di questi calcari dapprima una serie dolomitica, quindi una formazione ad anidriti. Quest'ultima è riferibile alle Anidriti di Burano ed indica che durante il Triassico superiore si sviluppa nel Gargano centro-orientale una sedimentazione evaporitica accertata sia in altre regioni d'Italia, ed in particolare nel vicino affioramento della Punta delle Pietre Nere, sia al di là dell'Adriatico e dello Jonio nella Dalmazia e nella Grecia occidentale.

Questa sedimentazione, che avviene probabilmente in vaste lagune, è seguita da una deposizione calcareo-dolomitica che precede l'istaurarsi di sicure scogliere di età giurassica.

L'ambiente non si mantiene quindi uniforme nella regione: la zona di scogliera, di tipo *bank-reef*, che si sviluppa nel Giurassico superiore al centro dell'attuale promontorio, separa infatti due ambienti diversi. Ad oriente si ha il mare aperto (*fore-reef basin*) con la deposizione dei calcari di ambiente pelagico incontrati nel pozzo Peschici 1. Ad occidente si sviluppa una zona di retroscogliera (*back-reef*) con la deposizione dei Calcari oolitici di Coppa Guardiola; si tratta di sedimenti talora clastici per l'apporto di elementi rimaneggiati dalla scogliera, talora di natura prevalentemente chimica.

La separazione tra i due ambienti di sedimentazione persiste anche nel Cretacico pur arrestandosi l'accrescimento delle scogliere in seguito all'arresto della subsidenza oppure ad un graduale sollevamento dell'area. E' possibile, però, che la scogliera abbia avuto anche una vita più lunga e che la sua assenza sia dovuta in parte a successiva erosione.

Durante il Cretacico la sedimentazione di mare aperto continua quindi nel settore orientale ed è rappresentata dai Calcari tipo « maiolica » e tipo « scaglia », mentre quella di retroscogliera persiste nel settore occidentale. Ad ovest del foglio in esame, e precisamente nella zona di S. Giovanni Rotondo e di Rignano Garganico, si sviluppa lo stesso ambiente instauratosi nelle vicine Murge con la deposizione di calcari microdetritici e bioclastici.

Nei dintorni di Monte S. Angelo, invece, si ha una sedimentazione calcarea caratteristica della zona di transizione tra il mare aperto e la retroscogliera.

Il sollevamento che interessa la regione, soprattutto durante il Cretacico inferiore, portando la formazione di scogliera alla completa emersione, determina il primo abbozzo della struttura del Gargano che assume l'aspetto di una dorsale, a direzione NO-SE, leggermente piegata.

Questo sollevamento sembra confermato dalle variazioni di facies che caratterizzano la serie affiorante nella monoclinale di Monte S. Angelo. Anche la presenza nella zona di Vico Garganico di sedimenti organogeni a Rudiste entro i Calcari tipo « scaglia » indica possibili movimenti del fondo marino con conseguenti variazioni delle

condizioni di sedimentazione. Nelle formazioni più plastiche, inoltre, i frequenti fenomeni di scivolamento gravitativo (*slumping*) possono essere legati, oltre ad una subsidenza differenziale, al sollevamento della regione.

Analogamente a quanto osservato nelle vicine Murge, si può ritenere che il sollevamento abbia la sua intensità massima durante il Cretacico superiore. Esso raggiunge anche un grado abbastanza elevato poichè la successiva trasgressione riporta i sedimenti marini soltanto ai margini della regione in esame.

Bisogna rilevare però, al proposito, che la limitata distribuzione di sedimenti terziari può essere semplicemente dovuta a fenomeni erosivi, tanto più che questi terreni hanno sempre una facies essenzialmente detritica o detritico-organogena ed una stratificazione irregolare propria di depositi litorali.

La trasgressione terziaria ha inizio nel settore meridionale del promontorio, dove sono riconosciuti sedimenti non soltanto dell'Eocene inferiore (Ypresiano), rappresentati da calcari a Alveoline, ma anche del Paleocene. Quest'ultimo è rappresentato da calcari a Coralli, Alghe ed Idrozoi, affioranti, come i sedimenti dell'Eocene inferiore, nella monoclinale di Monte S. Angelo. Nella parte settentrionale del promontorio il mare si estende soltanto successivamente depositando i calcari di età mesoeocenica (Luteziano) che giacciono direttamente, con discordanza angolare, sui calcari senoniani.

Alla sedimentazione eocenica seguono altri sollevamenti del promontorio accompagnati anche da fratture. Mancano nella regione in esame sedimenti più recenti del Luteziano che si rinvengono invece nel vicino foglio « S. Marco in Lamis ». La regione in esame pertanto è rimasta in gran parte emersa oppure le tracce delle ingressioni successive, soprattutto miocenica e pliocenica, sono state cancellate dall'erosione.

Successivi movimenti, sia di ulteriore sollevamento che di assestamento, danno luogo soprattutto ad una serie di faglie normali che caratterizzano, come si è visto, la tettonica della regione. Questi movimenti, intensi anche durante il Quaternario, quando il Gargano ter-

mina di essere un'isola per congiungersi al continente, sono tuttora attivi. Lo testimoniano, infatti, i frequenti sismi che avvengono in particolare nella zona di Monte S. Angelo e le registrazioni dei mareografi che denunciano un lento sollevamento di tutta la costa del promontorio garganico.

VII - MORFOLOGIA

Il Gargano costituisce, dal punto di vista morfologico, un esteso altopiano completamente isolato dai rilievi vicini: l'Appennino ad occidente, le Murge a sud.

Limitando l'esame morfologico all'area compresa entro il foglio, si possono riconoscere tre zone principali (centro-occidentale, orientale e meridionale) distinte sia per i diversi litotipi affioranti sia per gli effetti che su di essi hanno avuto la tettonica prima e l'erosione poi.

1) *Zona centro-occidentale* - Comprende la fascia di affioramento dei sedimenti più antichi e cioè dei Calcari di scogliera di M. Sacro, dei Calcari oolitici di Coppa Guardiola e dei Calcari e dolomie di M. Iacotenente. Questi terreni, che costituiscono in pratica il nucleo strutturale dell'intero *Horst* garganico, già emerso alla fine del Cretacico, hanno maggiormente subìto l'attività erosiva. Il paesaggio brullo ed arido, dove affiora la roccia, si ravviva sul fondo delle depressioni e delle doline maggiori dove l'accumulo di « terra rossa » permette lo sviluppo di colture.

In questa zona si raggiungono le quote maggiori del foglio: oltre 800 m con M. Sacro, M. Iacotenente, Coppa Impagniatello, Coppa del Sacramento, Coppa Croce e Coppa dei Prigionieri. Si tratta però di rilievi a pendii piuttosto dolci ed uniformi; fa eccezione il M. Sacro che si stacca nettamente dal paesaggio circostante con la sua forma tronco-conica.

Il carsismo superficiale, favorito dalla fratturazione della roccia e dalla dolce pendenza degli strati, si manifesta con tutte le sue forme caratteristiche, dalle doline semplici e multiple, ai campi solcati, alle valli inattive.

Accanto al carsismo superficiale è presente nella zona un carsismo ipogeo, ancora però pochissimo conosciuto. Tra le cavità note si possono ricordare quelle di Piano Canale (tav. III NO) ed in particolare la Grava di Fornetto; quelle in Regione Iacotenente come la Grotta omonima, la Grotta di Trojano e l'Abisso presso Mass. Basso; nella zona coperta dalla Foresta Umbra sono segnalate la Vora di Coppa delle Stelle, presso la Val del Finocchio, e la Vora presso pozzo Impagnatiello (tav. III NO).

La tettonica, oltre ad avere influito notevolmente sul carsismo della zona, ha determinato anche alcuni elementi che rendono movimentata la morfologia dell'altopiano. Le maggiori faglie, infatti, hanno originato una serie di gradini morfologici che delimitano il *Graben* di Umbricchio tra gli *Horst* di M. Iacotenente e di M. Spigno. Sul fondo del *Graben* si osservano estesi depositi di « terra rossa » dilavata dai rilievi circostanti ed accumulata particolarmente in Regione Piscina Nuova ed al Piano di S. Vito.

2) *Zona orientale* - Questa zona corrisponde agli affioramenti dei terreni mesozoici meno rigidi quali i Calcari tipo « maiolica » ed i Calcari tipo « scaglia » che danno luogo ad una morfologia nell'insieme meno aspra delle precedenti. Importanza minore, da questo punto di vista, hanno i sedimenti terziari poiché affiorano in genere con estensione e potenza limitate.

Un vasto settore di questa zona è coperto dalla Foresta Umbra, un bosco demaniale dove la vegetazione è molto fittta e la copertura eluviale, ricca di *humus*, è più o meno uniformemente distribuita. La morfologia è ravvivata da una serie di valli che si aprono a raggiera verso il mare. Sono valli strette ed incise che vanno via via allargandosi lungo i fianchi del promontorio. Allo stesso modo i rilievi si addolciscono fino ad arrivare ad una serie di colline, coperte dalla ti-

pica macchia mediterranea, degradanti verso la costa dove spesso terminano con ripide falesie.

Nel settore più orientale, tra la Foresta Umbra e la Testa del Gargano, la morfologia appare più aspra perché maggiormente influenzata dalle faglie che hanno determinato una serie di gradini e di piccole pareti scoscese. La costa, ripida e frastagliata, è resa ancora più mossa da qualche scoglio o piccola isola. L'erosione marina ha qui dato origine a forme caratteristiche come il « Pizzimunno », il torrione calcareo che s'alza presso Vieste, e le belle grotte che si aprono tra Cala S. Felice e Torre di Pugno Chiuso.

I fenomeni carsici, così sviluppati nella zona precedente, si mantengono frequenti nelle aree dove affiorano i Calcari tipo « maiolica » e le dolomie. Manca però anche in questa zona una ricerca speleologica sistematica per cui è possibile che il carsismo ipogeo abbia manifestazioni superiori a quanto finora noto. L'assenza di cavità a sviluppo orizzontale fa ritenere che il carsismo, in fase forse ancora giovanile, si sia qui maggiormente impostato dopo che la falda freatica si è portata gradualmente a quote inferiori.

Oltre alle cavità della Foresta Umbra, come la Vora in settore 33 (tav. III NO) e la Grave di Piscina Maiuri, a nord del monte omonimo (tav. IV SO), è segnalato un pozzo anche presso M. Salvatore (tav. III NE) sul fianco sud-orientale del promontorio.

3) *Zona meridionale* - Comprende la Valle Carbonara e la monoclinale di Monte S. Angelo.

La Valle Carbonara rappresenta forse l'esempio più vistoso, nel foglio, di influenza della tettonica sulla morfologia. Essa infatti è aperta in corrispondenza di una serie di dislocazioni che hanno prodotto un *Graben* stretto ed allungato in direzione est-ovest. Il fondovalle, in genere occupato da detrito, brecce di frizione ed accumuli di « terra rossa », presenta alcuni fenomeni carsici.

La monoclinale di Monte S. Angelo costituisce un unico elemento morfologico, un rilievo arido ed asimmetrico, che culmina con il M. degli Angeli situato oltre il limite occidentale del foglio in esame. Questo rilievo, interrotto bruscamente a nord dalla Valle Carbonara, degrada verso sud seguendo la generale immersione della serie affiorante. Esso è inciso da piccole valli, strette e profonde, sviluppate all'incirca normalmente alla direzione degli strati.

Anche in questa zona il carsismo è presente, soprattutto dove affiorano i calcari a Rudiste del Cenomaniano che danno luogo a doline ed a piccoli pozzi come quelli segnalati verso S. Maria di Pulsano, poco ad ovest del limite dell'area in esame. A parte le grotte artificiali, scavate in particolare nella regione di Macchia Libera, merita di essere ricordata la Grotta di Monte S. Michele famosa da secoli per essere sede di un frequentatissimo santuario.

VIII - GEOLOGIA APPLICATA

1) Miniere e Cave

Le risorse estrattive dell'area compresa nel foglio « Monte S. Angelo » sono piuttosto scarse e limitate praticamente ai materiali da costruzione. Anche questi ultimi, del resto, non danno luogo ad una intensa attività a causa della situazione logistica sfavorevole della zona; l'uso è pertanto limitato in genere ai fabbisogni strettamente locali.

Le cave di pietra infatti, quasi tutte inattive, si trovano distribuite un po' dovunque lungo le strade principali dove sono servite a produrre il materiale necessario alla costruzione della massicciata delle strade stesse, dei muri di sostegno e di altri manufatti.

Bauxite

La bauxite è sfruttata più a occidente dell'area in esame, nel contiguo foglio « S. Marco in Lamis ». Molto nota è infatti la miniera di S. Giovanni Rotondo, che si apre alcuni chilometri a sud del paese omonimo e dove il minerale è accumulato entro sacche e tasche scavate nei calcari cretacici.

L'età del giacimento di S. Giovanni Rotondo è stata definita soltanto recentemente, avendo accertato che la bauxite, presente in corrispondenza di una superficie di erosione, giace su calcari cenomanani-albiani ed è coperta da calcari attribuiti al Senoniano (CRESCENTI e VIGHI, 1964).

Nel foglio « Monte S. Angelo » mancano segnalazioni di accumuli bauxitici, che non sono stati rinvenuti nemmeno durante il presente rilevamento, pur essendovi talora alcune condizioni stratigrafiche favorevoli.

Mentre infatti mancano nella zona elementi per pensare ad accumuli nel corpo del Cretacico, che qui mostra continuità di sedimentazione, è possibile che giacimenti abbiano avuto luogo durante la emersione avvenuta alla fine del Cretacico e documentata dalla giacitura trasgressiva, e spesso evidentemente discordante, dei sedimenti eocenici. L'assenza di rinvenimenti in superficie fa ritenere però che, anche se formata, la bauxite sia stata completamente asportata dalla erosione per cui eventuali accumuli potrebbero essere presenti soltanto nel sottosouolo in corrispondenza della trasgressione eocenica.

Materiali da costruzione

I calcari e le dolomie, affioranti su gran parte dell'area del foglio, offrono abbondante materiale da costruzione con caratteristiche molto varie. Le cave sono infatti frequenti nella zona, molte però attualmente abbandonate.

Dai tipi litologici affioranti si possono ricavare sia materiali per murature ordinarie, come pietra concia, sia per murature speciali e cioè pietra da taglio con buona lavorabilità, tenacità e resistenza al tempo. Particolarmente usati allo scopo, per impieghi strettamente locali, sono i calcari teneri tipo « craie » e le calcareniti eoceniche che talora sono anche utilizzate nella composizione di malte, previa triturazione molto fine che da luogo ad un sabbione calcareo.

I calcari che meglio si presentano come pietra da taglio possono anche essere usati in alcuni casi come pietra ornamentale. Materiale del genere si può rinvenire, ad esempio, nella monoclinale di Monte

S. Angelo dove affiorano calcari subcristallini a Rudiste suscettibili di pulitura.

Un certo impiego come pietra ornamentale potrebbero avere anche i Calcari tipo « maiolica », analogamente a quanto viene fatto in Lombardia con la « Maiolica » e nel Veneto con il « Biancone ».

Sia i calcari che le dolomie offrono anche ottimo pietrisco per massicciate stradali e ferroviarie. La produzione di pietrisco, del resto, rappresenta l'unica attività estrattiva fatta su una certa scala. Particolarmente adatti allo scopo sono i Calcari tipo « maiolica » per la loro sottile stratificazione cui si unisce spesso una minuta fratturazione. La roccia può essere pertanto facilmente estratta e talora usata direttamente o con poco lavoro di frantumazione.

Materiali da calce e cemento

Le pietre da calce sono diffuse un po' dovunque; esse sono rappresentate talora da calcari molto puri che possono offrire calci normali, oppure da calcari impuri, spesso per la presenza di ossidi di magnesio, adatti per ottenere calci magre.

Non mancano infine calcari che per il loro contenuto in argilla potrebbero essere utilizzati per calci idrauliche. Rocce di questo tipo, ad esempio, si rinvengono in seno alle formazioni dei Calcari tipo « maiolica » e dei Calcari tipo « scaglia ».

In nessuna località della zona viene attualmente estratto il calcare per la produzione della calce. Un tempo però una modesta attività, legata al fabbisogno locale, si doveva avere nei dintorni di Monte S. Angelo come testimoniano alcune piccole fornaci abbandonate.

Accanto alla pietra da calce sono presenti entro l'area del foglio anche calcari marnosi idonei per ottenere cementi naturali. Affioramenti del genere si hanno soprattutto in corrispondenza dei Calcari tipo « scaglia » dove il contenuto in materiale argilloso può raggiungere i valori richiesti (25-30%). La mancata utilizzazione di questi materiali, avente buone qualità tecniche, si deve essenzialmente alla sfavorevole situazione logistica dell'area in esame.

Poichè nella zona i depositi argillosi sono praticamente assenti, non vi sono possibilità di ottenere con materiali in posto cementi artificiali.

Ricordiamo infine che venivano estratti nella regione, anche in tempi recenti, i noduli di selce (« sferuliti ») così abbondanti soprattutto nei Calcari tipo « maiolica ». Essi erano utilizzati per la molitura delle marne entro cilindri di acciaio (CHECCHIA RISPOLI, 1945).

2) RICERCHE DI IDROCARBURI

Le ricerche petrolifere nel Gargano iniziarono soltanto dopo l'ultima guerra, e precisamente nel 1954 quando l'AGIP MINERARIA prese in esame l'intero avampaese pugliese. Subito dopo altre società si interessarono alla regione ed in particolare la TERRA APULIAE e l'ADRIATICA PETROLI.

Il ritardo con cui iniziarono qui le ricerche ha molteplici e fondate ragioni. Tutto l'avampaese pugliese, infatti, era privo di manifestazioni petrolifere superficiali, così frequenti in altre regioni; le conoscenze stratigrafiche si limitavano soltanto alla parte più alta del Mesozoico ed era difficile far previsioni sui terreni sepolti; le condizioni tettoniche generali non erano tali da far intravvedere situazioni ben definite e favorevoli; la prospezione sismica, dimostratasi altrove indispensabile, era di impossibile o difficile impiego.

I risultati conseguiti nel 1953 in Sicilia, sull'altopiano ibleo, con la scoperta del giacimento di Ragusa entro terreni triassici, risvegliò però l'interesse all'avampaese pugliese per una ricerca appunto nel corpo del Mesozoico.

Il primo pozzo, Ugento 1, venne perforato nel Salento, sul culmine di una struttura di tipo anticlinale. Questo pozzo accertò una potenza eccezionale di sedimenti cretacici (4400 m) rimanendo a 4535 m di profondità in sedimenti del Giurassico senza mai aver attraversato livelli idonei a fungere da copertura. Dimostratisi quindi privi di interesse tutto il Cretacico e parte del Giurassico e praticamente irragiungibile il Triassico, sia nel Salento che nelle Murge, dove si potevano prevedere le stesse condizioni stratigrafiche, venne volta

l'attenzione sul Gargano. Qui infatti sono esposti al centro del promontorio, cui corrisponde il culmine di un esteso *Horst*, sedimenti coevi a quelli incontrati nel pozzo di Ugento 1 a oltre 4400 m di profondità.

A far prendere in esame il Gargano concorreva anche un altro elemento di carattere regionale acquisito nel corso della ricerca. La attività petrolifera condotta nell'Italia centrale aveva accertato l'estensione di una formazione evaporitica triassica, le Anidriti di Burano, ottima come roccia di copertura e con indizi di idrocarburi. Questa formazione, che affiora anche in un piccolo lembo non molto lontano dall'area in esame, e cioè alla Punta delle Pietre Nere (Lago di Lesina), in condizioni tettoniche piuttosto complesse, poteva essere raggiunta sul Gargano in posizione strutturale favorevole e tale da sperare di intaccare anche i sedimenti sottostanti costituenti un possibile obiettivo.

Preceduto da rilievi geologici e gravimetrici, il primo pozzo, Foresta Umbra 1, venne ubicato dall'AGIP MINERARIA sulla sommità del promontorio e dell'*Horst* di M. Iacotenente cui corrisponde anche una marcata anomalia gravimetrica positiva.

Questo pozzo, perforato nel 1960-1961, ha attraversato le Anidriti di Burano da 3291 m fino alla massima profondità raggiunta (5912 m).

In seguito (1961) l'AGIP MINERARIA perforò un secondo pozzo, Peschici 1, ubicato sul fianco settentrionale del promontorio con obiettivi esclusivamente stratigrafici. Il pozzo, dopo 595 m di Calcari tipo « scaglia » e tipo « maiolica », ha attraversato calcari marnosi e dolomie ritenuti giurassici fino a 1275 m di profondità (fondo pozzo).

3) IDROLOGIA

Prima di esaminare le caratteristiche idrologiche dell'area compresa nel foglio « Monte S. Angelo », distinguiamo brevemente i tipi di terreni qui affioranti in funzione della loro permeabilità; questa

ultima infatti rappresenta un fattore determinante sull'idrologia di una regione (fig. 6).

Terreni impermeabili. Ad essi vanno riferiti i Calcari tipo « scaglia », i Calcari tipo « maiolica » quando non siano fratturati ed i livelli argillosi delle alluvioni quaternarie.

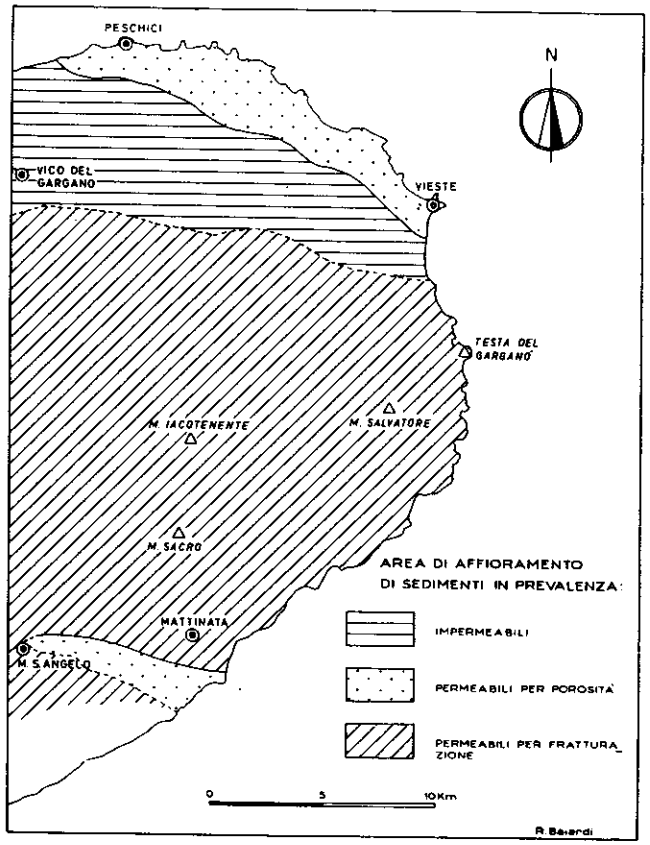


FIG. 6 - Schema orientativo della distribuzione dei terreni in funzione della loro permeabilità entro il foglio « Monte S. Angelo ».

Terreni permeabili per porosità. A parte i depositi alluvionali sabbiosi e ghiaiosi, le dune recenti ed i detriti di falda, la cui diffusione è molto limitata, possono presentare una discreta porosità i Calcari tipo « craie » di M. Acuto ed i Calcari a Nummuliti di Peschici. Talora sono porosi anche i Calcari bioclastici di Mattinata ed i Calcari organogeni di Monte S. Angelo.

Terreni permeabili per fratturazione. Questo tipo di permeabilità è il più diffuso ed interessa gran parte dei sedimenti calcarei e dolomitici affioranti e precisamente: i Calcari di scogliera di M. Sacro, i Calcari oolitici di Coppa Guardiola, i Calcari e dolomie di M. Iacotenente, i Calcari bioclastici di Mattinata ed i Calcari organogeni di Monte S. Angelo. La fratturazione è molto variabile e raggiunge talora un grado veramente elevato.

Ai terreni ora ricordati, si devono aggiungere in alcuni casi anche i Calcari tipo « maiolica » i quali, soprattutto nella zona di Testa del Gargano, sono talora intensamente fratturati e quindi hanno acquisito un elevato grado di permeabilità. Va inoltre ricordato che molti di questi terreni sono interessati da un carsismo molto accentuato.

Idrologia superficiale

Mancano praticamente nell'area del foglio corsi d'acqua a carattere perenne. Le numerose valli che solcano il promontorio, scendendo quasi a raggiera dall'altopiano (fig. 7), sono sempre all'asciutto nonostante cadano in media nella regione 800 mm d'acqua all'anno.

L'assenza di acque superficiali perenni è dovuta alla permeabilità dei terreni affioranti, sia per fratturazione che per carsismo. Quasi tutte le acque meteoriche, pertanto, vengono rapidamente assorbite. Soltanto in seguito a temporali estivi od a prolungati periodi di pioggia, parte della massa d'acqua convogliata nelle valli raggiunge il mare scorrendo in superficie. La quantità che vi arriva è però sempre modesta poiché nell'assorbimento intervengono anche le stesse alluvioni dell'alveo, in genere sabbiose o più grossolane. Lungo la costa set-

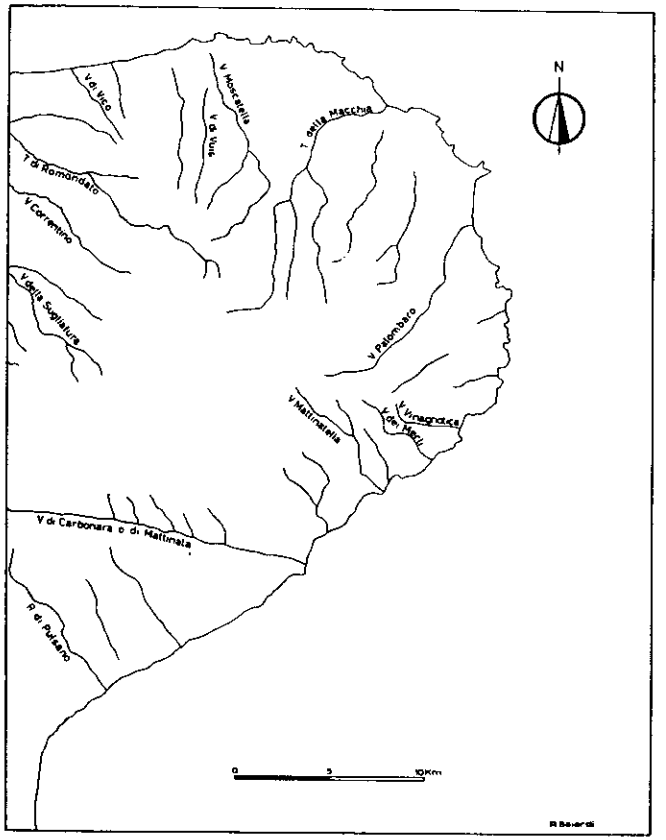


FIG. 7 - Principale rete idrografica del Gargano orientale.

tentrionale, ad esempio, i torrenti, dopo aver inciso per lungo tratto le alluvioni recenti, si perdono in meandri od in piccole paludi senza raggiungere visibilmente il mare.

Alla scarsità di acque superficiali suppliscono in parte le cisterne diffusissime nella regione e che raccolgono l'acqua piovana. Quest'ultima, inoltre, si raccoglie anche sul fondo di avvallamenti ed in

particolare sul fondo di doline rese impermeabili dal riempimento di « terra rossa ». Si formano così pozze che servono soprattutto per abbeverare il bestiame e la cui superficie si estende per qualche decina di metri quadrati. Queste raccolte superficiali d'acqua, chiamate localmente « piscine » e « cutini », scompaiono in genere durante la stagione secca.

Idrologia sotterranea e sorgenti.

Non sono stati fatti studi particolari sull'idrologia sotterranea della zona per cui le considerazioni che seguono derivano da analogie esistenti con regioni vicine dove il fenomeno è stato particolarmente osservato.

Poichè la permeabilità, soprattutto per fratturazione, investe gran parte della massa rocciosa, si può immaginare questa massa interessata da un reticolo irregolare di fessure e cavità intercomunicanti che permette all'acqua di defluire liberamente ed in modo abbastanza uniforme in profondità, raggiungendo la falda di base (o falda profonda). Verrebbe quindi ad essere notevolmente limitata la presenza di falde freatiche sospese di particolare interesse. Piccole falde di questo tipo possono essere sempre presenti sia a contatto con livelli impermeabili nei Calcari tipo « scaglia » e nei Calcari tipo « maiolica », sia in seno a depositi alluvionali, ma di entità modestissima ed in genere di facile esaurimento.

Le cavità dovute a fratturazione sono spesso allargate dal carsismo il quale però non ci risulta dia luogo a fenomeni profondi particolarmente intensi e tali da ritenere che si abbia una circolazione idrica concentrata piuttosto che diffusa.

Le condizioni di equilibrio alle quali viene a trovarsi questa falda nella zona in esame sono contemplate dalla teoria di GHYBEN e HERZBERG [8].

(8) Secondo questa teoria le condizioni e la potenza della falda profonda sono tali per cui una colonna **H** di acqua dolce è bilanciata da una colonna **h** di acqua marina equivalente a:

$$\mathbf{h} = \mathbf{q} \ / \ (\mathbf{dm} - \mathbf{1})$$

dove **q**, uguale a **H-h**, rappresenta la quota della falda sul livello del mare e **dm** e

La superficie della falda acquifera sale lentamente dalla costa verso l'interno della zona in esame con una cadente piezometrica che altrove, nelle aree pugliesi aventi condizioni pressoché simili, è stata valutata dell'ordine di 0,3-0,6 per mille (COTECCHIA, 1956) che equivale a circa 1 m ogni 2 km.

L'acqua marina, per effetto sempre dell'intensa permeabilità delle rocce e per il carsismo costiero, penetra nel sottosuolo del promontorio spingendosi a profondità sempre maggiori allontanandosi dal litorale. La falda di base, pertanto, viene a galleggiare sull'acqua marina, di cui ha una densità minore. La superficie di contatto tra acqua dolce e acqua salata è in funzione, in ogni punto, della differenza di densità tra le due acque e della quota della falda profonda sul livello del mare (fig. 8).

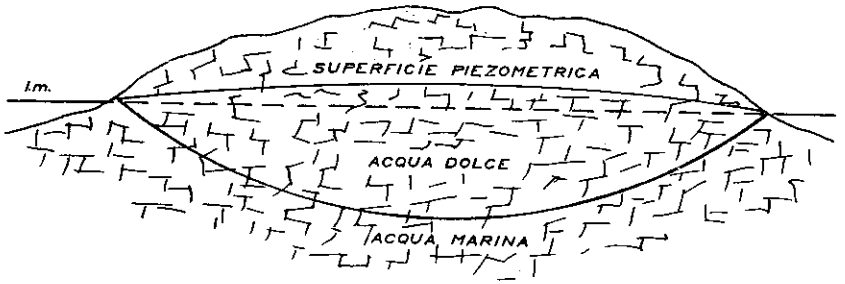


FIG. 8 - Schema dei rapporti tra la falda profonda e l'acqua marina in aree calcaree con permeabilità diffusa.

Bisogna inoltre tenere presente che per effetto della penetrazione dell'acqua marina nell'entroterra la superficie piezometrica della falda profonda può talora portarsi a quota zero prima di aver raggiunto il litorale.

In condizioni di equilibrio statico e tenendo conto della cadente piezometrica già ricordata, è possibile determinare la profondità di

la densità dell'acqua marina. Per semplicità l'acqua dolce della falda è considerata di densità 1.

questa superficie di separazione. Secondo le ricerche di COTECCHIA (1955-1956), questa profondità sotto il livello del mare, in altre aree calcaree pugliesi, è in media equivalente a circa 1/60 della distanza dalla costa. Ciò vuol dire, in pratica, che l'abbassamento dell'acqua marina, soggiacente alla falda profonda, verso entroterra, è stimato di circa 15 m ogni chilometro.

Quanto esposto riveste particolare importanza per le ricerche idriche nella zona poichè essendo in pratica disponibile soltanto la falda profonda, questa può essere facilmente inquinata dall'acqua marina, su cui galleggia, e pertanto il suo sfruttamento deve essere razionale e controllato.

L'esperienza acquisita nelle aree calcaree costiere delle Murge e del Salento, ha infatti dimostrato che tutte le acque provenienti dalla falda profonda, sia attraverso sorgenti che pozzi, sono più o meno influenzate dall'acqua marina.

L'acqua della falda profonda del Gargano non sembra fluire in modo uniforme lungo i fianchi del promontorio. Secondo COLACICCO (1953), ad esempio, essa sarebbe trattenuta verso sud ed ovest dalle argille plio-pleistoceniche della piana di Foggia che vengono a contatto per faglia con i terreni mesozoici del Gargano. Alcuni pozzi perforati per ricerche idriche hanno infatti incontrato la falda di base soltanto nel settore a monte della faglia che limita il blocco calcareo (faglia del T. Candelaro), mentre a valle i sedimenti mesozoici sono impregnati d'acqua salata pressochè al livello del mare.

Il deflusso delle acque nel sottosuolo del promontorio avverrebbe in forma regolare lungo il versante settentrionale dove alimenta i laghi di Lesina e Varano e le sorgenti della zona. Nell'area in esame, invece, la falda di base viene a giorno in alcune località lungo la costa oppure fuoriesce mediante sorgenti sottomarine.

Le sorgenti perenni note entro il foglio « Monte S. Angelo » non sono molte ed in gran parte riportate quasi tutte sulle tavolette al 25.000 dell'I.G.M. di recente pubblicazione (rilievo aerofotogrammetrico del 1957). Tutto il settore centrale dell'altopiano ne è privo.

Unica eccezione è la « Fontana Sfilzi », una sorgente considerata perenne e posta a quota 419 s.l.m. nel Vallone della Carpinosa. Questa sorgente può essere dovuta all'emergenza di una modesta falda freatica sospesa entro i Calcari tipo « maiolica ».

Alcune sorgenti di piccola portata si rinvengono nei dintorni di Vico del Gargano; esse emergono dai Calcari tipo « maiolica » o dai Calcari tipo « scaglia » a quote variabili tra 350 m e 184 m. La loro origine può essere simile a quella di « Fontana Sfilzi ».

Le sorgenti presenti lungo la costa sono invece da riferire alla falda profonda che emerge anche sotto il livello marino in polle facilmente visibili quando il mare è tranquillo. Le prime sono quindi sorgenti di semplice emergenza, mentre le seconde sono ascendenti subacquee.

Non è escluso che qualche sorgente costiera sia di trabocco per sbarramento, dovuto alla presenza di alluvioni impermeabili quaternarie oppure a variazioni di permeabilità dei calcari stessi. E' stato osservato ad esempio altrove, sempre in Puglia, che i calcari lungo la costa hanno talora le cavità completamente riempite da materiale argilloso, proveniente soprattutto da « terra rossa », depostosi per effetto della flocculazione subìta a contatto con l'acqua salata. I calcari in tal caso possono diventare impermeabili e quindi impedire il deflusso verso il mare dell'acqua di base che pertanto trabocca.

Soltanto un esame dettagliato permette di stabilire però se si tratta di una semplice emergenza della falda profonda oppure di una sorgente di trabocco per sbarramento.

Sorgenti di emergenza si rinvengono nell'area del foglio particolarmente lungo la costa orientale. Le più ricche sembrano quelle che sgorgano presso Torre di Portonuovo e Torre del Ponte, al contatto tra i calcari cretacici e le sabbie costiere; esse danno luogo a piccoli ruscelli sfocianti direttamente nel mare. La loro portata complessiva è valutata a circa 700 l/sec.; il contenuto salino dell'acqua si aggira sui 5-6 gr/l.

Un altro gruppo di sorgenti di una certa entità si trova nella

Cala di S. Felice; la loro portata è di 300 l/sec. e la salinità dell'acqua raggiunge 5-6 gr/l.

Quasi tutte le sorgenti costiere sono più o meno inquinate dall'acqua marina per cui riescono spesso di difficile utilizzazione. Lo stesso avviene, ovviamente, per l'acqua estratta mediante i piccoli pozzi sparsi lungo la costa.

Le sorgenti ascendenti subacquee sono di più difficile identificazione; non ci risulta che esse siano state oggetto di particolare attenzione. Alcune sono ben visibili lungo la costa orientale del promontorio, come a Torre dell'Aglio, a Portogreco, a Pugnochiuso ed alla Cala della Pergola.

IX - CENNI SUI GIACIMENTI PREISTORICI

Nel Gargano sono stati segnalati da numerosi studiosi interessanti ritrovamenti di industria litica e di ceramica. L'area più indiziata, limitatamente al foglio rilevato, corrisponde alla fascia costiera settentrionale.

Tra la collina di Macchia e Mare (attualmente denominata Pineta Marzini), la spiaggia, la piana di Calinella ed il M. Pucci (tav. IV NO), sono stati ritrovati, sia in superficie che in condizioni originarie di giacitura, abbondanti resti di ceramica grezza, tipica della facies campignata del Gargano ed altri di ceramica più leggera tipo Ripoli (PALMA DI CESNOLA, 1961; RELLINI, 1930-1931). Oltre alle ceramiche sono stati rinvenuti anche reperti litici che indicano la presenza di più orizzonti riferibili al Paleolitico con elementi di tipo acheuleano e di tipo clactoniano (BATTAGLIA, 1956; PALMA DI CESNOLA, 1959).

In Valle Sbernia (4 km a sud di Peschici) e nella Foresta Umbra sono stati ritrovati materiali di officine litiche campignane. Nella stessa Foresta Umbra (Vico del Gargano) sono segnalate alcune stazioni mousteriane (MANCINI e PALMA DI CESNOLA, 1959).

A Tagliacantoni (o Tagliachiglioni), presso Peschici, sono state riconosciute alcune cave per l'estrazione della selce, sfruttate in età eneolitica.

Stazioni umane che sembrano interessare un periodo compreso tra il Neolitico superiore e forse tutta l'età del bronzo, sono segnalate sia lungo la costa settentrionale (Malanotte, Pila Frabbale, Manaccore, ecc. ad est di Peschici) che nella piana di Mattinata (PUGLISI, 1948, ZORZI, 1954; PALMA DI CESNOLA, 1959).

Nella Grotta Drisiglia, in Regione Intraseglio (tav. IV SE), sono stati riconosciuti quattro livelli culturali: l'inferiore è probabilmente riferibile all'epipaleolitico e soggiace ad un livello con industria campignana; seguono, verso l'alto, un livello subappenninico ed uno dell'età del ferro. Caratteristiche analoghe presenterebbero la stazione di Punta Manaccore ed il Villaggio di Molinella, subito a nord di Grotta Drisiglia.

Nel corso del nostro rilevamento abbiamo rinvenuto, in superficie, abbondante materiale litico nelle alluvioni, verso la foce del Vallone Vignanotica (tav. III NE; PAVAN e VEGGIANI, 1964).

Un certo interesse presenta infine la necropoli, riferita al VII-VI secolo a.C., messa in luce a M. Saraceno (Mattinata). Essa comprenderebbe circa 200 tombe scavate nel calcare eocenico e ricoperte da lastroni dello stesso calcare.

Data di presentazione del manoscritto: 1° aprile 1966.

Ultime bozze restituite il: 26 giugno 1967.

X - BIBLIOGRAFIA

Nel presente elenco bibliografico sono comprese, oltre alle opere citate nel testo, le voci ritenute di maggiore interesse per lo sviluppo delle conoscenze geologiche della regione.

ABBOLITO E. (1946), *Sulle sferuliti silicee del Monte Gargano*. « La Ricerca Scient. », anno XVI, n. 1, pp. 925-928, 2 figg., Roma.

ACQUAOTTA P. (1929), *Nuova fauna sopracretacica del Monte Gargano*. « Boll. R. Uff. Geol. », vol. LIV, n. 4, pp. 1-44, 2 tav., Roma.

AGIP MINERARIA (1959), *Microfacies italiane (dal Carbonifero al Miocene medio)*. Vol. in 4° di 35 pp., 145 tav., S. Donato Milanese.

BALDACCI O. (1957), *Per una sistematica ricognizione speleogica nel Gargano*. « Boll. Soc. Geogr. Ital. », s. 8ª vol. X, pp. 431-456, 2 figg., 5 tav., Roma.

BATTAGLIA R. (1956), *Manufatti litici di tipo clactoniano del Preappennino Emiliano e del Promontorio Garganico*. Vol. in mem. del Prof. Malvolti a cura del Com. Scient. della Sez. di Modena del C.A.I., pp. 39-56, 11 figg., Modena.

BUCCA L. (1881), *Appunti geologici sui Monti del Gargano, in provincia di Capitanata*. « Boll. Com. Geol. Ital. », vol. XII, pp. 556-563, fig. 1, Roma.

CANAVARI M., CORTESE E. (1883), *Rilevamento geologico del Gargano*, « Proc. Verb. Soc. Tosc. Sc. Nat. », vol. IV, 24 pp., Pisa.

CANAVARI M., CORTESE E. (1884), *Nuovi appunti geologici sul Gargano*. « Boll. R. Com. Geol. It. », s. 2ª, vol. V, n. 7-8, pp. 225-240; n. 9-10, pp. 289-304, Roma.

CAPPA G., DE MATTEIS G. (1962), *Osservazioni speleologiche nel Gargano sud-occidentale (Puglia)*. « Atti Soc. Ital. Sc. Nat. », vol. CI, fasc. III-IV, pp. 207-236, 4 figg., Milano.

CAVINATO A. (1947), *Geologia e genesi delle bauxiti*. « Mem. Ist. Geol. Univ. Padova », vol. XV, 50 pp., 12 figg., Padova.

CAVINATO A. (1953), *Il deposito di bauxite di S. Giovanni Rotondo*. « Ind. Mineraria », anno IV, n. 11, pp. 497-503, 4 figg., Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1902), *Gli Echinidi eocenici del Monte Gargano*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. XXI, pp. 50-72, 2 tav., Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1916), *Su alcuni Echinidi eocenici del Monte Gargano*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. XXXV, fasc. 3, pp. 81-94, tav. 1, Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1916), *Osservazioni geologiche nei dintorni di Vico (M. Gargano)*. « Rend. R. Acc. Lincei, Sc. Fis. », s. 5ª, vol. XXV, pp. 332-334, Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1928), *Carta geologica d'Italia* - F° 157 1 : 100.000 (*Monte S. Angelo*). « R. Uff. Geol. Ital. », Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1928), *Carta geologica d'Italia* - F° 156 1 : 100.000 (*S. Marco in Lamis*). « R. Uff. Geol. Ital. », Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1932), *Carta geologica d'Italia* - F° 155 1 : 100.000 (*S. Severo*). « R. Uff. Geol. Ital. », Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1934), *Carta geologica d'Italia* - F° 164 1 : 100.000 (*Foggia*). « R. Uff. Geol. Ital. », Roma.

CHECCHIA RISPOLI G. (1945), *Ricerche sulle sferuliti di selce contenute nella formazione neocomiana del Monte Gargano.* « Ricerca Scient. e Ricostr. », anno XV, n. 6, pp. 555-556, Roma.

COLACICCO G. (1953), *La carta delle acque sotterranee nel Tavoliere.* Consorzio Gen. Bonif. e Trasf. Fond. Capitanata, 1° Suppl., vol. in 4° di 164 pp., 1 carta idrol. al 200.000, Foggia.

COLAMONICO C. (1925), *Note geografiche sul Gargano.* « Ann. Ist. Sup. Sc. econ. comm. Bari », Estr. op. in 8°, pp. 14, Bari.

CORTESE E., CANAVARI M. (1884), *Nuovi appunti geologici sul Gargano.* « Boll. Com. Geol. Ital. », vol. XV, pp. 225-240 e 288-304, tav. I, Roma.

COTECCHIA V. (1955), *Influenza dell'acqua marina sulle falde acquifere in zone costiere con particolare riferimento alle ricerche d'acqua sotterranee in Puglia.* « Geotecnica », n. 3, pp. 1-24, 12 figg., Milano.

COTECCHIA V. (1955-56), *Sulle caratteristiche delle sorgenti e sulle modalità di rinvenimento della falda profonda nella penisola Salentina in rapporto alla struttura dei calcari cretacici della regione.* « Ann. Fac. Ing. Univ. Bari », vol. II, pp. 3-19, 6 figg., 2 tav., Bari.

CREMA G. (1930), *La bauxite nel promontorio del Gargano.* « La Miniera Ital. », vol. XIV, pp. 52-54, fig. 1, Roma.

CRESCENTI U., VIGHI L. (1964), *Caratteristiche, genesi e stratigrafia dei depositi bauxitici cretacici del Gargano e delle Murge; cenni sulle argille con pisoliti bauxitiche del Salento (Puglie).* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXXIII, (1964), fasc. 1, pp. 286-338, 2 figg., 11 tav., Roma.

DE AUGUSTINIS M. (1845), *Del Monte Gargano e dei suoi marmi.* « Ann. Geogr. Ital. », n. 17, Bologna.

D'ERASMO G. (1934), *Il mare pliocenico della Puglia.* « Mem. Geol. e Geogr. di G. Dainelli », vol. IV, pp. 47-138, 1 carta geol. al 500.000, 1 carta movim. vertic. al 1.000.000, Firenze.

DE TCHIHATCHEFF P. (1841), *Description geognostique du Monte Gargano, Royaume de Naples.* « Boll. Soc. Geol. France », T. XII, pp. 412-415, Paris.

DI STEFANO G. (1892), *Sulla presenza dell'Urgoniano in Puglia.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. XI, pp. 677-682, Roma.

GRAMZOW E. (1913), *Geomorphologische Untersuchungen in Monte Gargano.* « Zeitschrift für Naturwis », Bd. LXXXIV, pp. 97-147, h. 2, Leipzig.

LIPPI-BONCAMBI C. (1958), *Rilevamento. geo-pedologico del Gargano.* Vol. in 8° di 105 pp., 12 tab., 20 figg., 1 carta geoped. al 100.000, Perugia.

MANCINI F., PALMA DI CESNOLA A. (1959), *Contributi alla conoscenza della Preistoria del Gargano - La regione fra Rodi ed il lago di Varano.* « Mem. Museo Civ. St. Nat. Verona », vol. VI, pp. 25-115, 12 figg., 3 tav., Verona.

MARTELLI A. (1909), *Di alcune recenti idee sulla struttura dell'Appennino e specialmente di un preteso carreggiamento appulo-garganico.* « Riv. Geogr. Ital. », anno VI, vol. XV, pp. 193-207, Firenze.

MARTINIS B. (1965), *Osservazioni sulla tettonica del Gargano orientale.* « Boll. Serv. Geol. Ital. », vol. LXXXV (1964), pp. 45-61, 6 figg., 8 tav., Roma.

MARTINIS B., PIERI M. (1963), *Alcune notizie sulle formazioni evaporitiche del Triassico dell'Italia centrale e meridionale.* « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. IV, pp. 649-678, 18 figg., Bologna.

MATTAVELLI L., PAVAN G. (1965), *Studio petrografico delle facies carbonate del Gargano.* « Rend. Soc. Mineral. Ital. », vol. XXI, pp. 207-245, 4 figg., 3 tav., Pavia.

MENEGHINI G. (1884), *Ellipsactinia del Gargano e di Gebel Ersas in Tunisia.* « Proc. Verb. Soc. Tosc. Soc. Nat. », vol. IV, pp. 106-113, Pisa.

MONCHARMONT-ZEI M. (1955), *Nota preliminare sulla presenza del genere Globotruncana Cush. in una serie calcareo-marnosa a liste di selce presso Rodi G. (Foggia).* « Boll. Sc. Nat. », vol. LXIII, pp. 63-64, tav. 1, Napoli.

PALMA DI CESNOLA A. (1959), *Industrie litiche rinvenute nei depositi eolici ed alluvionali di Calinella (Vico del Gargano).* « Natura », vol. L, fasc. 2, pp. 56-70, Milano.

PALMA DI CESNOLA A. (1961), *Risultati di un saggio di scavo a M. Pucci (Promontorio del Gargano).* « Natura », vol. LII, fasc. 1, pp. 1-12, Milano.

PALMA DI CESNOLA A. (1961), *Risultati paletnologici di una prima esplorazione della Foresta Umbra.* « Boll. Paletn. Ital. », vol. LXX, pp. 42-48, Roma.

PARONA C. F. (1916), *Cenni sulle faune sopracretacee a Rudiste del M. Gargano.* « Rend. Acc. Lincei, El. Sc. Fis. », s. 5ª, vol. XXV, fasc. 5, pp. 271-274, Roma.

PASA A. (1953), *Appunti geologici per la paleogeografia delle Puglie.* « Mem. di biogeogr. Adriatica », vol. II, pp. 175-286, 16 figg., 11 tav., Padova.

PAVAN G., PIRINI C. (1966), *Stratigrafia del Foglio 157 « Monte S. Angelo ».* « Boll. Serv. Geol. Ital. », vol. LXXXVI (1965), Roma.

PAVAN G., VEGGIANI A. (1964), *Giacimento di manufatti litici alla foce del Vallone Vignanotica (Gargano).* « Natura », vol. LV, pp. 49-56, 1 tav., Milano.

PILLA L. (1839-1840), *Relazione diretta all'Intendente di Capitanata sopra la struttura geologica del M. Gargano (in data 29 gennaio 1840).* « Giorn. Atti Soc. Econ. di Capitanata », vol. V, pp. 100-109, Napoli.

PUGLISI S. M. (1948), *Le culture dei capannicoli sul Promontorio del Gargano.* « Mem. Acc. Naz. Lincei », cl. Sc. Mat. St. e fil., s. VIII, vol. II, pp. 3-57, fig. 16, tav. 5, Roma.

RELLINI U., BATTAGLIA R., BAUMGAERTEL E. (1930-31), *Rapporto preliminare sulle ricerche paletnologiche condotte sul Promontorio del Gargano. Le prime esplorazioni 1929-1931.* « Boll. Paletn. Ital. », vol. L/LI, pp. 43-47, Roma.

SACCO F. (1910), *L'Appennino meridionale: studio geologico sintetico.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. XXIX, pp. 287-367, tav. VIII, 1 carta geol. al 500.000, Roma.

SACCO F. (1911), *La Puglia, schema geologico.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. XXX, fasc. 3, pp. 529-638, tav. XX, 1 carta geol. al 500.000, Roma.

SACCO F. (1912), *La geotectonica dell'Appennino meridionale.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. XXXI, pp. 379-387, 1 carta geol. al 1.000.000, Roma.

SEIDLITZ (VON) W. (1931), *Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Mittelmeer.* Vol. in 8°, di 649 pp., 140 figg., 14 tav., Berlin, Gebrüder Boutroeger.

TELLINI A. (1890), *Le Nummuliti della Maiella, delle Isole Tremiti e del Promontorio Garganico.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. IX, fasc. 2, pp. 358-418, tav. 4, Roma.

VIOLA C., CASSETTI M. (1893), *Contributo alla geologia del Gargano.* «Boll. Com. Geol. d'Ital. », vol. XXIV, pp. 101-129, tav. 1, 1 carta geol. al 300.000, Roma.

ZAMPERELLI V. (1963), *Livello a Saccocoma nel Gargano.* « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. IV, 9 pp., 4 tav., Bologna.

ZORZI F. (1954), *Ricerche paletnologiche effettuate nel Gargano ed alle Tremiti durante il* 1954 (*Relazione preliminare*). « Mem. Museo Civ. St. Nat. Verona », vol. IV, pp. 231-243, 2 tav., Verona.

Distribuzione e vendita:

LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA VERDI, 10 - ROMA, (ITALIA).