

PUBBLICAZIONE EDITA SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
E DELLA SOCIETÀ MONTECATINI

LEO OGNIBEN

LE "ARGILLE BRECCIATE", SICILIANE

Con i rilievi di dettaglio di GROTACALDA (Valguarnera, Enna),
PASSARELLO (Licata, Agrigento), ZUBBI (S. Cataldo, Caltanissetta).

(36 figure nel testo e 5 tavole)



PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1954

Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova

Volume XVIII



PREMESSA

Il progresso delle conoscenze geologiche sulla zona solfifera siciliana si riassume attraverso tre autori. Per BALDACCI (1886 - Descrizione geologica dell'isola di Sicilia) si hanno terreni autoctoni e semplice tettonica di corrugamento; per BEHRMANN (1938 - Appunti sulla geologia della Sicilia centro - meridionale), che riflette anche gli altrui studi posteriori a BALDACCI, si hanno terreni autoctoni e tettonica anormale per fenomeni di diapirismo e di « microdiapirismo », questi ultimi manifestamente assurdi; con BENEIO infine (1949 a - Sul « Microdiapiro » di Leonforte e su quelli a N di Gela (Sicilia centrale e meridionale)) i « microdiapiri » vengono logicamente riconosciuti come inclusi esotici contenuti in masse argillose soggette a traslazione. In successive note (1949 b - Tentativo di sintesi tettonica dell'Appennino; 1950 a - Le possibilità petrolifere della Sicilia; 1950 b - Sulla identità tettonica esistente fra la Sicilia ed il Rif (Nord Marocco); 1951 - Appunti sulla elaborazione di una diagnosi strutturale della Sicilia), BENEIO precisa che nel trasporto orogenico delle masse argillose (A. S.) furono coinvolti anche terreni parautoctoni dall'Eocene superiore al Messiniano o Serie Solfifera, con smembramento dovuto alla traslazione, e pieghe e faglie dovute ad una precedente deformazione tettonica.

Le idee di BENEIO sono attualmente oggetto di discussione (LAZZARI - Alcune considerazioni in merito al problema degli idrocarburi in Sicilia - 1952). E' mancata finora la pubblicazione di rilievi di dettaglio tali da servire di materiale d'appoggio per le varie sintesi teoriche.

Lo scrivente ha iniziato nel gennaio 1951 lo studio dei terreni solfiferi siciliani per la « Montecatini ». Ha perciò dovuto controllare l'ipotesi della parautoctonia e smembramento della Serie Solfifera, trovandola non verificata anche per quanto riguarda i terreni immediatamente sottostanti. E' rimasta impregiudicata, dati i limiti del lavoro, la questione dell'alloctonia delle ancora sottostanti A. S. -

Non è ancora possibile pubblicare tutti i rilievi eseguiti. Le idee del presente lavoro si basano tuttavia, oltre che sui rilievi qui presentati, anche sui rilievi di dettaglio della fascia costiera fra Agrigento e Licata, di estese zone nella regione Serradifalco - S. Caltardo - Caltanissetta, della zona di Valguarnera - Piazza Armerina - Barrafranca, e di numerose altre piccole aree, nonché su numerosissime escursioni in tutta la zona solfifera. La presente pubblicazione si limita a produrre come documenti dimostrativi i rilievi di grande dettaglio di tre piccole aree comprendenti concessioni minerarie e state rilevate in gran parte al 5.000; sono sufficienti per la dimostrazione dei problemi strati-

grafici, meno sufficienti invece per la discussione dei problemi tettonici. Si cercherà di pubblicare i rimanenti rilievi non appena possibile.

Le determinazioni micropaleontologiche qui riportate sono state eseguite dal Dr. Enrico DI NAPOLI ALLIATA; gli esami di carattere corrente sono stati eseguiti dallo scrivente; il tutto in misura limitata alle necessità del rilievo.

La limitazione dei dati micro- e macropaleontologici, l'assenza di determinazioni petrografiche precise e la ridotta bibliografia vanno ascritte al carattere industriale dello studio, svoltosi lontano da qualsiasi laboratorio e da qualsiasi biblioteca.

I problemi delle « argille brecciate » sono stati discussi col Dr. Marco MARCHETTI della « Gulf Oil Co. ». Note riassuntive sono in corso di stampa nel Bollettino del Servizio Geologico d'Italia e nel Neues Jahrbuch für Mineralogie.

Il presente lavoro esce nelle Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova sotto gli auspici e con il contributo finanziario del Centro di Studi di Petrografia e Geologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche e della Società « Montecatini »; si ringraziano quindi vivamente i Professori Angelo BIANCHI e Giambattista DAL PIAZ, Direttori del Centro Studi, e l'Ing. Giulio ROSTAN, Capo del Settore Miniere della « Montecatini »; quest'ultimo anche per il permesso di pubblicazione.

GROTTACALDA

La concessione mineraria di Grottaalda, in territorio di Valguarnera e di Piazza Armerina (provincia di Enna), comprende le due solfate di Pietragrossa e di Grottaalda, ubicate all'incirca sotto le rispettive discariche di rosticci (ginesi). Il bacino minerario continua verso NW con le solfate Floristella, Gallizzi, Volparella ed altre minori.

Il rilievo fu eseguito nel Settembre - Ottobre 1951 alla scala 1:5.000.

STATIGRAFIA

TERRENI PRESOLFIFERI

Marne argillose a globigerine, o Formazione di Licata. - E' il terreno più antico dell'area rilevata, rappresentato a N M. Scavo da marne argillose (15-30 % CaCO_3) grigio-chiare a fessurazione nodulare. La stratificazione è talora resa visibile da sottili bande ferruginose che separano banchi spessi da 30 cm. a più di 1 m. -

Contengono abbondantissimi foraminiferi quasi esclusivamente planctonici;

Globigerinoides sacculifera (BRADY);

Globorotalia hirsuta (D'ORB.);

Globorotalia scitula (BRADY);

Cibicides italicus DI NAPOLI;

Orbulina universa D'ORB. (in grossi individui);

Vulvulina pennatula (BATSCH).

La formazione rappresenta il Miocene medio, ed è stata identificata con sicurezza per mezzo di numerose determinazioni in molte località diverse della zona solfifera. I migliori affioramenti sono stati finora osservati nella zona di Licata, da cui la denominazione usata nel presente lavoro, senza riferimento a studi stratigrafici dettagliati di profili tipici.

Formazione delle argille brecciate (A. B. II). - La denominazione « argille brecciate » (abbreviata come nome di formazione in A. B.) viene usata, quantunque impropria, per parallelismo con le « argille scagliose ». Una denominazione esatta sarebbe « argillomarno-brecce argillose », che non conviene per uso corrente, mentre « brecce argillose » può riferirsi a brecce di qualsiasi composizione purchè a cemento argilloso.

Si osservano sotto il tripoli della solfara Pietragrossa; nel nucleo di una stretta anticlinale calcarea a nord della stazione di Grottaalda; attorno alle marne tortoniane sopra descritte. Sono date da un impasto di frammenti angolosi di varia grandezza, per lo più da pochi mm. a frazioni di mm., di marne grigio-chiare e di argille rosse, grigie, bru-

ne e nere. Le frazioni fini dell'impasto sono prevalentemente argillose e costituiscono una vera pasta fondamentale a grana microscopica. La caratteristica più evidente della roccia sono i frammenti di marna chiara che spiccano sul fondo argilloso scuro, con aspetto grossolanamente porfirico.



FIG. 1 - Argille brecciate tipiche - Gr. nat.

Le argille brecciate contengono frequenti piccoli inclusi angolosi fino a pochi dm. di diametro, e meno frequenti grossi inclusi di parecchi m., costituiti da arenarie quarzose variamente cementate, da calcari marnosi bianco-verdastri straterellati con selce violacea, da calcari semicristallini bianchi brecciati, da calcari corallini a miliolidi, e da altri tipi meno frequenti.

Le marne chiare dei frammenti provengono dalla Formazione di Licata, con microfaune identiche a quella sopra descritta o leggermente più antiche. Le argille brecciate in generale sono micropaleontologicamente caratterizzate dalla presenza di più microfaune di diverse età, provenienti dai diversi componenti della breccia. Si può osservare un rimaneggiamento solo nei microfossili contenuti nella pasta fondamentale a grana fina, mentre quelli contenuti nei frammenti maggiori non sono usciti dal loro incassamento originario.

In affioramenti direttamente sottoposti al tripoli di Pietragrossa sono stati osservati:

Globorotalia menardii (D'ORB.);
Globorotalia scitula (BRADY);
Globigerinoides sacculifera (BRADY);

Globigerinoides rubra (D'ORB.);
Cibicides pseudoungerianus (CUSHMAN);
Orbulina universa D'ORB. (in grossi individui);

riferibili al Tortoniano dei frammenti marnosi provenienti dalla Formazione di Licata; e inoltre:

Globigerina rotundata D'ORB.;

Cylammina sp.;

Globigerina dissimilis CUSHMAN & BER-
MUDEZ;

Bathysiphon sp.;

Haplophragmoides sp.;

derivate dalle argille del Miocene inferiore o dell'Oligocene.

La presenza di microfaune tortoniane e la sottoposizione alla Serie Solfifera precisano che queste argille appartengono alla parte superiore del Tortoniano.

Il livello di A. B. immediatamente sottostante alla Serie Solfifera viene considerato come secondo a partire dal basso (A. B. II), perchè a NE di Serradifalco (Caltanissetta), in zona non descritta nel presente lavoro, venne rilevata una formazione di A. B. sottoposta ad altri terreni tortoniani di tipo normale (località Cozzo Pietra Rossa, Liccalzi, C. Lumera). Con A. B. I si intendono pertanto i livelli di argille brecciate intercalati nel Tortoniano, con A. B. II invece il livello direttamente sottoposto alla Serie Solfifera, sopra al Tortoniano.

SERIE SOLFIFERA

Vengono compresi nella « Serie Solfifera » i quattro piani costituiti dai tripoli, calcari di base, gessi e trubi, e dalle loro intercalazioni mineralizzate a zolfo, marnose (« partimenti »), arenacee ed argillose. La serie rappresenta approssimativamente il Miocene superiore ed il passaggio al Pliocene (come verrà discusso più avanti), ed ha carattere di intercalazione chimico-biogeno in una lunghissima colonna di depositi terrigeni mesozoico-terziario-quadernari.

Tripoli. - Presente nelle zone della solfara Pietragrossa e di M. Stella, assente nella zona della solfara Grottacalda. Come normalmente, è costituito da alternanza di strati marnosi biancastri con faune a globigerine, e da strati candidi di diatomite, di spessore variabile da pochi dm. al metro. In profondità gli strati marnosi sono grigi o nerastri e tutto il complesso è più o meno impregnato di idrocarburi. L'odore relativo è caratteristico per tutta la parte inferiore della Serie Solfifera, fino ai banchi inferiori dei gessi.

La potenza dei tripoli varia da pochi m. a qualche diecina di m. -

Calcare di base. - Corrisponde al calcare siliceo di MOTTURA (1871) ed al calcare concrezionato di BALDACCIO (1886). E' bianco compatto, in straterelli inferiori ai 2 cm., con struttura a bande di 1,5 mm. o meno dovute a ritmi di deposizione. L'originaria stratificazione è generalmente obliterata dalla risedimentazione, che ha prodotto grossi banconi di uno o più metri di breccia calcarea grossolana a vario grado di cementazione, intercalati da sottili zone marnose a straterelli calcarei di sedimentazione primaria. Finora la roccia è risultata priva di fossili, e la migliore sua caratteristica sono i vacuoli cubici, isolati od aggruppati, lasciati dalla dissoluzione di originari cristalli di NaCl.

Poggia sul tripoli o direttamente sulle A. B. II. Se ne osserva la scomparsa a N di Pietragrossa, dove i trubi giacciono direttamente sulle A. B. II.

Potenze complessive variabili da 0 a 45 m. -

Formazioni mineralizzate. - Intercalati nella base della formazione dei gessi si trovano: a) il minerale di zolfo a tenori normali, che in affioramento dà luogo al *briscale*, roccia gessosa bianca poco coerente, dovuta a solfatizzazione superficiale della matrice calcarea dello zolfo, in seguito all'ossidazione e scomparsa di questo; b) minerale a basso tenore, che non viene solfatizzato in superficie, ma dà luogo al *calcare perciuliato* (MORTURA 1872), con strutture vacuolari dovute ad originaria presenza di zolfo, analoghe alla struttura del minerale « soriato ». Esso può passare lateralmente a breccie risedimentarie non distinguibili dal calcare di base.

Nella sinclinale di Pietragrossa la formazione è rappresentata a giorno da 15 e più m. di calcare perciuliato, e sopra questo da uno spessore quasi uguale di briscale; si restringe poi in profondità fino a scomparire nel sondaggio eseguito nei pressi di q. 634.

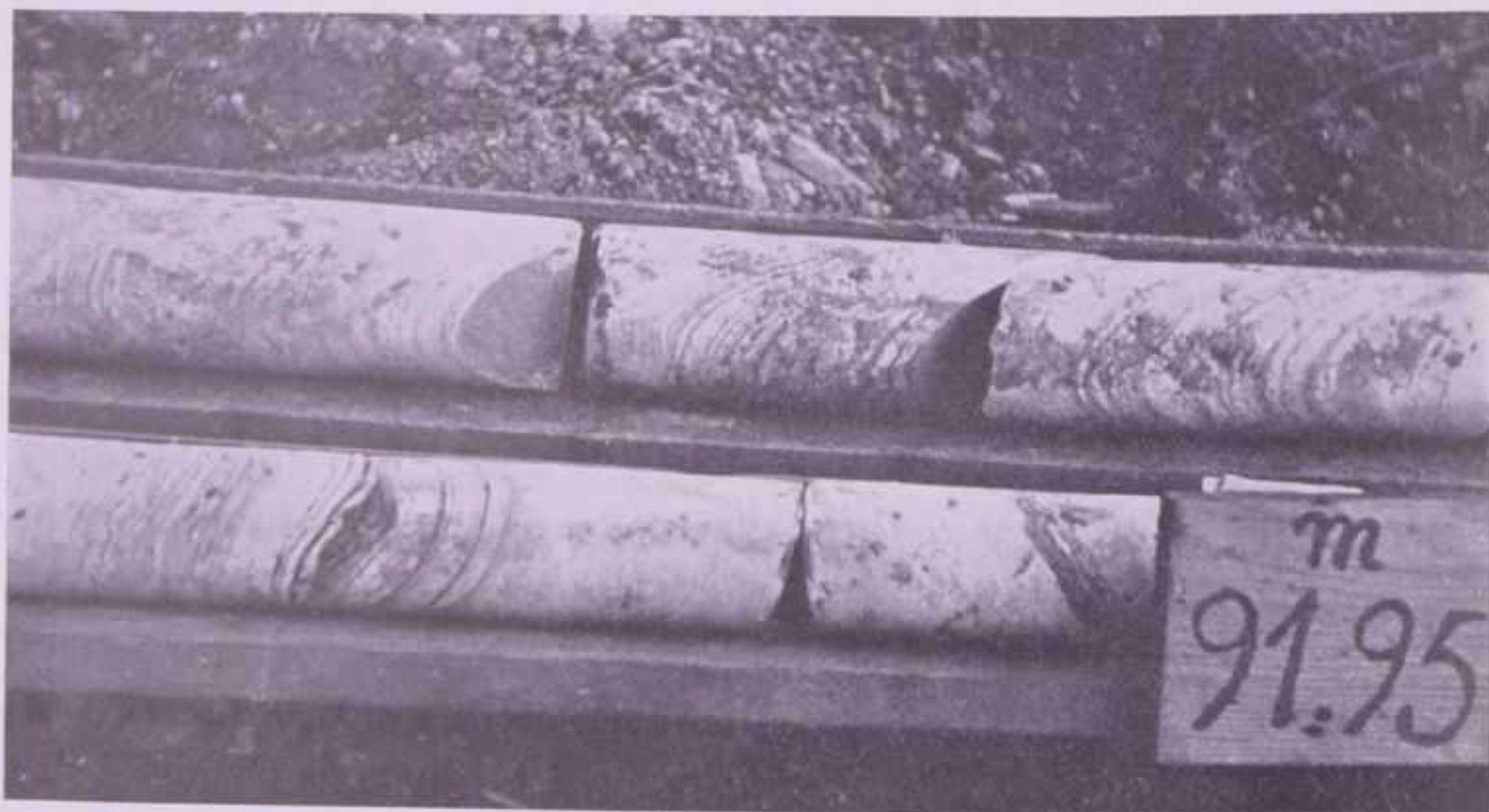


FIG. 2 - Gesso « balatino », nelle carote di un sondaggio.

Nella sinclinale Grottacalda - Floristella si osserva sul M. Pietragrossa (q. 703) la presenza del briscale alla base della serie gessosa. Nella miniera Grottacalda la serie dei gessi si limitava alla parte basale contenente gli strati di minerale, restringendosi verso la zona corrispondente alla q. 666 (zona del Pozzo Mezzena) fino a poco più di 10 m. di minerali a basso tenore, calcari perciulati e marne.

Gessi - Sono per lo più in banconi potenti fino a parecchi metri, costituiti da una zona basale di qualche dm. di gesso « balatino », o alabastro a bande di stratificazione inferiori a 5 mm., e per il rimanente da gesso « spicchiolino », ossia un aggregato di selenite in cristalli lunghi per lo più alcuni cm., geminati secondo (100) (« a coda di rondine »), orientati subparallelamente con [001] normale allo strato e con l'apice della

« coda di rondine » verso il letto dello strato e l'angolo rientrante verso il tetto, in modo da offrire un sicuro criterio per distinguere l'ordine di successione degli strati.

Questa regola d'orientazione va denominata « Regola di MOTTURA » in quanto da lui riconosciuta (1871), benchè non correttamente interpretata.



FIG. 3 - Gesso « spicchiolino », a metà della gr. nat.
Faccia superiore dello strato corrispondente all'alto della pagina, faccia inferiore al basso.

Alla base della formazione si osservano talora uno o due banchi interamente costituiti da gesso « balatino ». In totale possono aversi 6 - 7 - 8 o più banchi diversi, separati da sottili « partimenti » di marna per lo più verde, talora bituminosa nerastra, che nella parte superiore del « partimento » diventa spesso gessosa ed assume una struttura a bande di stratificazione come il gesso « balatino » immediatamente soprastante, costituente la fascia basale del bancone di gesso « spicchiolino ».

I gessi sono conservati solo nelle sinclinali impostate anteriormente al deposito dei trubi; la limitazione è dovuta in parte a lacune di deposizione, in parte ad erosione, come dimostra la presenza di formazioni detritiche gessose. La potenza della formazione gessosa varia pertanto da oltre 70 m. fino a 0.

Dai sondaggi e dai piani della miniera Grottacalda sembra risultare la presenza di A. B. a contatto con i gessi. Questa formazione va distinta come A. B. III e verrà descritta più avanti per Passarello e Zubbi.

Arenazzolo. - All'estremo ENE dell'anticlinale calcarea di S. Elia il gesso è ridotto ad un banco sottile che passa verso sud a sabbie più o meno coerenti, talora gessose, dette « arenazzolo » (MOTTURA 1871), nome col quale vengono però localmente chia-

mati anche banchi compatti di gesso a struttura detritica e minerali di zolfo pure a struttura detritica.

Queste sabbie furono incontrate con potenze di 2 m. alla base dei trubi sia in miniera che nel Sond. 5°.



FIG. 4 - Banconi di gesso "spicchiolino", a Grottacalda, divisi dal "partimento" marnoso e con sottile base di gesso "balatino", visibile sotto il bancone superiore.



FIG. 5 - Particolare dell'affioramento precedente.

Trubi. - Marne calcaree bianco-crema passanti a calcari marnosi teneri (dal 45 % all'85 % CaCO_3 circa), in strati di pochi dm. alternativamente più e meno coerenti, con fessurazione che spesso maschera la stratificazione, come nel « bisciaro » marchigiano. Gli strati meno coerenti possono essere anche vere marne argillose, di colore grigio azzurro e a bassa percentuale di CaCO_3 .



FIG. 6 - Trubi fra Grottacalda e Valguarnera, con stratificazione da sinistra in alto a destra in basso, e fessurazione da destra in alto a sinistra in basso, con scorrimento.

L'abbondantissima microfauna di questa formazione prevalentemente organogena mostra grande predominio di forme planctoniche:

| | |
|---|---|
| <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; | <i>Orbulina universa</i> D'ORB.; |
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Globorotalia hirsuta</i> (D'ORB.) ecc. |
| <i>Globigerinoides sacculifera</i> (BRADY); | |

Fra le specie bentoniche:

| | |
|---|---------------------------------------|
| <i>Cibicides italicus</i> DI NAPOLI; | <i>Uvigerina pygmaea</i> D'ORB.; |
| <i>Planulina ariminensis</i> D'ORB.; | <i>Robulus</i> sp. |
| <i>Pleurostomella alternans</i> SCHWAGER; | <i>Bulimina inflata</i> SEGUENZA ecc. |

I trubi si stendono trasgressivamente sulle A. B. II (zona di M. Scavo), sui calcari di base e sui gessi, con potenze da 0 a 100 m. o poco più.

Formazioni delle argille brecciate associate ai trubi (A. B. IV). - Le A. B. sono interposte fra i trubi e le marne plioceniche dalla zona di q. 592 a WNW di M. Pietragrossa fino alla stazione ferroviaria di Grottacalda, con potenze fino a 60 m. - A ovest di M.

Pietragrossa si ha un gruppo di inclusi esotici con diametri di vari metri, costituiti da calcare marnoso bianco a lamellibranchi e gasteropodi mal determinabili, a globigerine e nodosarie con numerose coste, di età incerta fra Eocene medio-superiore ed Oligocene. Altri inclusi sono dati da arenarie quarzose ben cementate e da grossi blocchi di marne chiare della Formazione di Licata. Uno di questi ha mostrato una microfauna elveziana, con forte prevalenza di specie planctoniche:

| | | |
|--|-----------------|--|
| <i>Globorotalia mayeri</i> CUSH. & ELLISOR; | preva- lenti | <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; |
| <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB.; | | <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); <i>Ellipsoidina ellipsoides</i> SEGUENZA ecc. |

Dai piani di miniera e dalle descrizioni dei fori di sonda risulta presente un'altra massa di A. B. potente fino a 150 m., in parte interposta fra formazione mineralizzata e trubi, in parte intercalata nei trubi. Il Sond. 5° ha attraversato una ripetuta alternanza fra trubi ed argille brecciate, nella parte alta dei trubi. Tutti questi vari livelli di A. B. nei trubi vengono riuniti nel gruppo delle A. B. IV. .

La formazione dei trubi, generalmente attorno ai 100 m. di potenza, viene variabilmente ingrossata dalla presenza delle A. B. IV, arrivando nella zona di Grottacalda fino a 200 m., talora quasi interamente dati da A. B. con poche decine di m. di trubi.

SISTEMA PLIOCENICO, FACIES DI GROTTACALDA

Formazione siltoso-marnosa. - I terreni soprastanti ai trubi coprono tutta la parte W-SW-S della concessione, con potenze superiori a 1000 m. verso M. Castellazzo, ed ancora maggiori più a sud ed a SW.

La massa principale è marnoso-siltosa nei livelli inferiori, visibili nella zona delle solfare, e prevalentemente siltosa o finemente sabbiosa nei livelli superiori costituenti il ciglione che sovrasta Grottacalda (Cozzo Capitone, Varco Ramata, M. Castellazzo, Portella Farina, M. della Forma, Portella Grottacalda, M. Stella). Il complesso può ricordare i sedimenti tipo loess, con la grana inferiore a 0,1 mm., il colore giallo in superficie e l'aspetto massiccio. Sono frequenti le concrezioni calcaree tipo « bambole del loess ». Si tratta però di un deposito litorale con foraminiferi di facies costiera e frequenti grossi molluschi, specialmente Ostree, dato da granuli di quarzo e di calcare non arrotondati, senza caratteri di trasporto eolico.

Per l'impossibilità di rilevarle separatamente sono state sulla carta riunite le marne siltose, le silt e le sabbie fini. La parte più bassa del complesso sembra quella antistante alla miniera Pietragrossa, data da marne siltose bianco-crema come i trubi, dai quali differiscono radicalmente come fauna, presentando resti di pesci, echini, spugne, briozoi, e non abbondanti foraminiferi di tipo costiero, associati con forme generalmente tipiche del Pliocene superiore e con globorotalie rimaneggiate del Tortoniano:

| | |
|--|--|
| <i>Rotalia beccarii</i> (L.); | <i>Bulimina echinata</i> D'ORB.; |
| <i>Discorbis orbicularis</i> TERQUEM; | <i>Uvigerina peregrina</i> CUSH.; |
| <i>Nonion umbilicatum</i> (MONTAGU); | <i>Bolivina catanensis</i> SEG.; |
| <i>Cassidulina laevigata</i> D'ORB. var. <i>carinata</i> | <i>Globorotalia hirsuta</i> (D'ORB.) (rim.); |
| SILVESTRI; | <i>Globorotalia menardii</i> (D'ORB.) (rim.) |
| <i>Bulimina elongata</i> D'ORB. e sue varietà; | ecc. |

I rapporti di posizione con i trubi non sono molto chiaramente visibili; le risultanze micropaleontologiche non sono molto in accordo con l'andamento rilevabile sul terreno.

All'estremo N del rilievo (Sorgente Pietra Pizzuta) le marne plioceniche poggiano in discordanza sui trubi e sulle A. B. presolfifere. Verso sud giacciono in penaccordanza sui trubi delle due solfare e sulle A. B. IV associate; da S. Elia verso M. Stella tagliano in discordanza un'anticlinale con trubi, calcari di base e tripoli.

Intercalazioni di arenarie e di A. B., ben visibili sul terreno le prime ed imperfettamente le seconde, separano vari livelli nella formazione siltoso-marnosa. Nell'affioramento di marne argillose azzurre a NE di q. 618 (WSW M. Pietragrossa) si distingue un'associazione tipica del Pliocene inferiore: frustoli vegetali, frequenti resti di echini, rari resti di pesci, abbondanti foraminiferi sia planctonici che bentonici, fra cui un'associazione di:

| | |
|---|---|
| <i>Bulimina inflata</i> D'ORB.; | <i>Angulogerina fornasini</i> SELLi; |
| <i>Bulimina</i> cfr. <i>elongata-echinata</i> D'ORB.; | <i>Siphonina reticulata</i> (CZJZEK) ecc. |
| <i>Planulina ariminensis</i> D'ORB. (grossi individui); | |

In un affioramento di marne argillose azzurre nel fossato a sud del K. 41 (SE S. Elia) si ha una associazione pure riferibile al Pliocene inferiore, con resti di echini e di pesci ed abbondanti foraminiferi fra cui:

| | |
|---|---------------------------------------|
| <i>Planulina ariminensis</i> D'ORB. (grossi individui); | <i>Globigerinoides triloba</i> REUSS; |
| <i>Marginulina costata</i> BATSCH; | <i>Orbulina universa</i> D'ORB.; |
| <i>Vaginulina legumen</i> (L.); | <i>Siphonina reticulata</i> (CZJZEK); |
| <i>Globigerinoides rubra</i> (D'ORB.); | <i>Bulimina inflata</i> SEGUENZA; |
| <i>Globigerinoides helicina</i> D'ORB.; | <i>Uvigerina pygmaea</i> D'ORB. |

Questa fauna non si distingue sostanzialmente da quella dei trubi. Si può pertanto ritenere sicuramente presente il Pliocene inferiore nei livelli bassi della Formazione marnoso-siltosa di Grottacalda.

Altri campioni provenienti da livelli medi ed alti della stessa formazione sono stati riferiti genericamente al Pliocene. Solo un affioramento di silt marnoso 400 m. a SE del K. 120 (SE Varco Ramata) ha dato risultati più precisi: resti di pesci, lamelibranchi, gasteropodi, ostracodi, echinidi, vegetali ed abbondantissimi foraminiferi sia planctonici che bentonici fra cui l'associazione:

Cassidulina laevigata D'ORB. var. *carinata* SILV.;

Uvigerina peregrina CUSH. ;
Bulimina marginata D'ORB. ecc. ;

riferibile al Pliocene sup. o Calabriano inf., con:

Rotalia beccarii (L.);
Nonion boueanum (D'ORB.);
Nonion umbilicatum (MONTAGU);

Discorbis (vari);
Elphidium (vari);

che conferiscono all'insieme una facies sublitorale.

Appena a NW del K. 120 le silt argillose azzurre contengono forme del Pliocene inferiore, Tortoniano ed Oligocene, evidentemente rimaneggiate, con *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV. e gran numero di foraminiferi di facies costiera (*Rotalia beccarii* (L.), *Nonion*, *Elphidium*, *Discorbis*, ecc.). A Portella Farina le silt argillose azzurre, in uno dei più alti livelli rilevati, contengono oltre a molluschi, echini e vegetali, molto abbondanti foraminiferi sia planctonici:

Globigerina bulloides D'ORB. ;
Globigerinoides triloba (REUSS);

Orbulina universa D'ORB. ;

che costieri, come *Rotalia beccarii* (L.), vari *Nonion*, *Elphidium*, *Discorbis*, ed infine l'associazione:

Cassidulina laevigata D'ORB. var. *carinata* SILV. ;

Uvigerina peregrina CUSH. ;
Bulimina cfr. *echinata-elongata* D'ORB. ;

riferibile al Pliocene probabilmente medio. Altri affioramenti di silt discordanti sulla Serie Solfifera ad E della Solfara Pietragrossa contengono associazioni del Pliocene medio-inferiore a S di q. 685:

Bulimina inflata SEG. ;
Bulimina echinata D'ORB. ;
Bulimina elongata D'ORB. ;
Uvigerina uncinata MARIANI ;
Ehrenbergina bradyi CUSH. ;

Globigerinoides triloba (REUSS);
Globigerinoides conglobata (BRADY);
Globigerina bulloides D'ORB. ;
Angulogerina fornasini SELLI ecc.

In livelli superiori, appena a nord di q. 685, l'associazione risulta tendere al Pliocene superiore, con qualche fossile più antico rimaneggiato:

Cassidulina laevigata D'ORB. var. *carinata* SILV. ;
Globorotalia hirsuta (D'ORB.);
Globorotalia menardii (D'ORB.);

Globigerina bulloides D'ORB. ;
Globigerinoides triloba (REUSS);
Globigerinoides conglobata (BRADY);

ed i soliti foraminiferi di facies litorale.

Nei residui di lavaggio dei campioni di questa formazione sono frequenti concrezioni di pirite, frammenti di quarzo e glauconite e talora mica.

Quarzareniti calcaree. - Nella Formazione siltoso-marnosa sono intercalati (nell'area rilevata) sette livelli di arenarie giallastre date da elementi psammitici prevalentemente quarzosi e da cemento calcareo, spesso passanti ad una breccia di frammenti di lamellibranchi. In alcune zone il cemento prevale fino a dare un calcare grigio più o meno arenaceo (est di solfara Pietragrossa). Nelle zone di assottigliamento e scomparsa dei banchi arenacei questi passano spesso a sabbie quarzose poco o niente cementate non fossilifere; estese formazioni di queste sabbie si hanno inoltre nella zona del Vallone Scavo e di Cozzo Scavo, con rari resti fossili e con cementazione variabile. Questa è talora limitata a noduli o bambole più o meno collegate a formare irregolari intercalazioni. I singoli noduli costituiscono rilievi allungati paralleli corrispondenti ad originarie strutture a coste (ripple marks).

La buona cementazione della roccia è collegata con la presenza di abbondanti resti fossili, per deposizione in ambiente litorale subacqueo; le sabbie sciolte possono invece esser dovute a deposizione litorale subaerea. La cementazione non è dovuta a riprecipitazione diagenetica del carbonato di calcio proveniente dai fossili o da elementi calcarei della sabbia, ma a CaCO_3 di precipitazione chimica, come dimostrano i passaggi laterali delle quarzareniti calcaree a veri e propri calcari di deposito chimico.

Le sabbie sono a grana uniforme attorno ai 0,2 mm., costituite per tre quarti da granuli di quarzo lucente a spigoli vivi, raramente arrotondati, e per il rimanente da granuli calcarei e da non abbondanti microfossili. Si tratta perciò di sabbie di breve trasporto fluviale con poca usura costiera, rapidamente ricoperte dai sedimenti successivi. E' diffusa la stratificazione incrociata, o stratificazione di corrente.

I singoli depositi arenacei si ingrossano verso nord fino a potenze rilevanti. Il livello più basso, che costituisce con una stretta sinclinale la valle del T. Scavo a nord della solfara Pietragrossa, taglia in discordanza la Serie Solfifera e le A. B. II, con potenze di 170-180 m. al Cozzo Scavo, che scendono a zero davanti alla solfara Grottacalda. Gli altri livelli arenacei sono meno potenti, ma raggiungono spesso le varie decine di metri.

Un affioramento sabbioso del 1° livello arenaceo (dal basso) a sud del fondo valle a q. 513 a NE della solfara Pietragrossa ha mostrato rari resti di echini e scarsi foraminiferi erosi e spatizzati, fra cui:

Globotruncana sp. del Cretaceo;

Globorotalia menardii (D'ORB.);

ed altre forme mioceniche, ed infine:

Cassidulina laevigata D'ORB. var. *carinata* SILV.;

Astigerina planorbis (D'ORB.);

Elphidium crispum (L.) (grossi individui);

Nonion granosum (D'ORB.);

Rotalia beccarii (L.);

indicativi della facies costiera pliocenica.

Un affioramento del 3° livello arenaceo (dal basso) a 350 m. circa a NNE Masseria Ramata è risultato contenere una scarsa fauna costiera del Pliocene medio-superiore:

Rotalia beccarii (L.);

Nonion boueanum (D'ORB.);

Discorbis (varie specie);

Elphidium advenum CUSH.;

Elphidium decipiens (COSTA);

Cassidulina laevigata D'ORB. var. *carinata* SILV.;

con numerosi resti di echini e di pesci e con ostracodi. L'affioramento è dato da sabbie quarzose sciolte costituenti l'estremità sud del deposito arenaceo cementato.

La forte discordanza del sistema pliocenico sui terreni sottostanti e le connesse variazioni di potenza sono chiare nell'andamento del 1° livello arenaceo, che copre da nord a sud le A. B. II, la Serie Solifera, ed infine i terreni del sistema pliocenico per una potenza massima di 650 m.; e nel 6° livello arenaceo che a M. Castellazzo ricopre circa 1000 m. di sedimenti pliocenici sovrastanti ai trubi, mentre nella zona di M. Stella è separato da questi mediante 20 m. circa di marne siltose azzurre.

La facies prevalente di questi depositi è quella di arenarie quarzose a cemento calcareo: più concisamente « quarzareniti calcaree » o « quarzo-arenarie calcaree »; subordinate sono le facies sabbiose, quelle di lumachella arenacea e quelle prevalentemente calcaree.

Formazioni delle argille brecciate associate ai terreni pliocenici (A. B. V). - Intercalati nella formazione siltoso-marnosa si trovano nell'area rilevata, oltre ai livelli arenacei, anche cinque livelli di A. B., visibili sul terreno in modo incerto, talora solo in base ad allineamenti di grossi « esotici », per lo più presumibilmente spostati. Vi è comunque sicurezza sulla presenza dei cinque livelli, senza escludere che ve ne siano molti altri (di cui quattro rivelati dalle descrizioni degli antichi sondaggi). Minore sicurezza si ha sul loro andamento, che nella carta geologica è rappresentato approssimativamente, in concordanza con la formazione siltoso-marnosa e con le sue intercalazioni arenacee. Le potenze dei singoli livelli sono per lo più sui 20 m., con estremi da zero a 40-50 m. -

La prima fascia (dal basso) scompare o si riunisce nella zona della solfara Grotta-calda con le A. B. IV già descritte. In un affioramento di questa fascia a S di q. 596 sono state determinate forme prevalentemente planctoniche delle marne tortoniane:

Orbulina universa D'ORB. (grossi individui);

Globigerinoides sacculifera (BRADY);

Globigerinoides conglobata D'ORB.;

Globigerinoides rubra (D'ORB.);

Globigerina inflata (D'ORB.);

Globorotalia menardii (D'ORB.) (grossi individui);

Globorotalia hirsuta (D'ORB.) (grossi individui);

Cibicides italicus DI NAPOLI;

Ellipsoidina ellipsoides SEGUENZA ecc.;

e forme arenacee che sembrano derivare da terreni oligocenici, o più antichi, come *Cyclammia* sp., *Bathysiphon* sp., *Haplophragmoides* sp. ecc. Mancano le forme costiere che abbiamo visto sempre presenti nei terreni pliocenici.

Un grosso « esotico » di calcare marnoso straterellato verdognolo della stessa località mostra una microfauna simile a quella delle marne tortoniane, con una associazione quasi esclusivamente planctonica:

| | |
|---|---------------------------------------|
| <i>Globigerina</i> (varie specie); | <i>Globorotalia hirsuta</i> (D'ORB.); |
| <i>Orbulina universa</i> D'ORB. (grossi individui); | <i>Cibicides italicus</i> DI NAPOLI; |
| <i>Globorotalia menardii</i> (D'ORB.); | <i>Planulina ariminensis</i> D'ORB.; |
| | Radiolari ecc. |

Nella seconda fascia dal basso si osservano vari grossi blocchi di arenaria quarzosa a cemento quarzoso e di un calcare rosato con abbondante calcite cristallina in grosse concrezioni e vene, con odore caratteristico di idrocarburi, simile a quello dei calcari e tripoli della Serie Solfifera. Presso q. 603 si ha un gruppo di blocchi di questo calcare, con diametri oltre i 2 m.. Un vicino affioramento di A. B. mostra microfaune rimaneggiate di varie età, elveziano-langhiana o più antica, con prevalenti:

| | |
|--------------------------------------|---|
| <i>Globorotalia menardii</i> D'ORB.; | <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB. ecc.; |
|--------------------------------------|---|

e varie forme arenacee, come *Haplophragmoides* sp., *Ammodiscus* sp., *Cyclammina oligocaenica* HERRMANN. Le marne chiare contenute in queste A. B. sono probabilmente più antiche del Tortoniano.

La terza fascia mostra numerosi blocchi del calcare rosato fetido già nominato, con fori di litodomi che negli « esotici » delle A. B. sono in generale frequenti. La quarta fascia è caratterizzata dalla mancanza di grossi blocchi e contiene numerosi frammenti di uno o pochi dm. di diametro di arenaria quarzosa e di calcari di vario tipo. Un affioramento a W del K. 120 mostra un assieme di associazioni tortoniane:

| | |
|---|---|
| <i>Cibicides italicus</i> DI NAPOLI; | <i>Globorotalia menardii</i> (D'ORB.); |
| <i>Orbulina universa</i> D'ORB. (grossi individui); | <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); |
| <i>Vulvulina capreolus</i> (D'ORB.); | <i>Globigerinoides conglobata</i> (BRADY); |
| | <i>Globigerinoides sacculifera</i> (BRADY); |

ed elveziano-langhiane:

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Globigerina altispira</i> CUSH. & JARVIS; | <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB.; |
|--|--------------------------------------|

provenienti dagli inclusi marnosi chiari, e forme oligoceniche:

| | |
|-------------------------|--|
| <i>Bathysiphon</i> sp.; | <i>Lagena orbignyana</i> SEGUENZA var. <i>trinitatensis</i> NUTTALL; |
|-------------------------|--|

provenienti dalla pasta argillosa.

La quinta fascia, sul versante NNE di M. Castellazzo, situata molto in alto nella colonna dei terreni pliocenici, mostra blocchi di vari metri di diametro di calcare rosato fetido e di arenaria quarzosa a cemento quarzoso.

Si ha grande sviluppo delle A. B. V nella zona del Vallone Scavo, dove si confondono con le A. B. II e vengono distinte solo in base all'andamento delle arenarie intercalate. Una potente massa di A. B. V giace sopra le arenarie già descritte di Cozzo Scavo, costituendo il fondo valle dell'ansa di Vallone Scavo. Un affioramento a 100 m. a NE di q. 473 nell'ansa ha dato: frustoli vegetali carboniosi o piritizzati, denti ed altri resti di pesce, radioli di echini, piccoli lamellibranchi ed abbondante microfauna, fra cui:

Globorotalia hirsuta (D'ORB.); *Cibicides italicus* DI NAPOLI;
Globorotalia menardii (D'ORB.);

associazione riferibile al Tortoniano;

Cyclamina oligocaenica HERRMANN;

e varie *Globigerine* e *Globorotalie* di affinità oligo-eocenica; inoltre un'associazione di facies costiera:

Rotalia beccarii (L.); *Nonion granosum* (D'ORB.) ecc.;
Nonion boueanum (D'ORB.);

ed infine poche forme tipicamente plioceniche:

Cassidulina laevigata (D'ORB.) var. *carinata* SILV.; *Uvigerina peregrina* CUSH. ecc.

Risulta chiara l'età pliocenica e la presenza di forme mioceniche, oligoceniche e forse eoceniche rimaneggiate.

Al di sopra di queste A. B. V si ha una fascia poco potente di sabbie quarzose poco cementate, che si estende in direzione di Cozzo Volpotto fuori della cartina della Tav. I, formando una sinclinale sovrapposta alla Serie Solfifera. Sopra di essa si ha un'altra massa di A. B. V, che verso sud ricopre direttamente le A. B. II sottostanti ai tripoli di Pietragrossa. Nel calanco a sud di q. 501, sotto ai tripoli a ENE di Pietragrossa, affiora in modo da sembrare sottoposta ai tripoli; contiene insieme a rari resti di pesci e di echini, un'abbondante microfauna sia bentonica che planctonica:

Globigerinoides triloba (REUSS); *Cibicides pseudoungerianus* (CUSH.);
Globigerinoides rubra (D'ORB.); *Uvigerina schwageri* BRADY;
Globigerinoides sacculifera (BRADY); *Globorotalia hirsuta* (D'ORB.);
Cibicides italicus DI NAPOLI; *Globorotalia menardii* (D'ORB.);

associazione riferibile al Tortoniano, proveniente dai frammenti marnosi. Inoltre si rinven-
gono forme arenacee di affinità oligocenica e globotruncane cretacee, ed infine:

Cassidulina laevigata D'ORB. var. *carinata* SILV.; *Ehrenbergina bradyi* CUSH.;
Nonion granosum (D'ORB.) ecc.;

che permettono di datare come Pliocene con associazioni più antiche rimaneggiate, in prevalenza tortoniane.

La presenza di associazioni plioceniche è infrequente nelle microfaune delle A. B. V associate ai terreni pliocenici. La presenza di queste associazioni plioceniche nella zona del Vallone Scavo è una fortunata circostanza, che permette di confermare quanto già suggerito dall'andamento delle arenarie intercalate.

Nel complesso delle A. B. V si ha un limite comune molto netto verso S, con assottigliamento e chiusura a lente all'altezza del parallelo della solfara Grottacalda.

I residui di lavaggio delle A. B., dalle I alle V, hanno mostrato caratteri costanti oltre che nelle microfaune anche nella parte minerale, costituita da elementi psammitici per lo più di quarzo ialino od opaco, da abbondanti cristalli ed aggregati cubici ed ottaedrici e da concrezioni di pirite, da cristalli di gesso, da glauconite, lamine di mica, frammenti di argille rosse ed altre rocce non disgregate; così pure nei rimanenti resti fossili, dati da frustoli vegetali carboniosi o piritizzati, radioli di echini, radiolari, resti di pesci, frammenti di gusci di molluschi.

Il complesso della Formazione siltoso-marnosa con le intercalazioni delle quarzare-niti calcaree e delle A. B. V costituisce uno sviluppo particolare del sistema pliocenico, il quale verso sud ed est è invece costituito da marne, silt ed arenarie prive di A. B., ed ancora più a sud verso la costa meridionale è dato da sole argille e marne, con arenarie sovrapposte anzichè intercalate. Il complesso comprende abbastanza sicuramente il Pliocene inferiore e medio, e probabilmente il Pliocene superiore verso S: non è però raggiunto nella zona rilevata il limite superiore costituito dal Calabriano. Si ha qui pertanto una facies particolare del sistema pliocenico siciliano: « facies di Grottacalda ».

ALLUVIONI RECENTI

La piana della solfara Grottacalda è coperta di alluvione argilloso-sabbiosa del tutto recente.

GEOSTRUTTURE

Si usa questo termine per indicare le strutture dovute ai fenomeni sia tettonici che sedimentari, in quanto la sedimentazione lagunare della Serie Solfifera offre discontinuità e complicazioni non minori di quelle di origine tettonica.

Il margine ENE della zona rilevata da Sorgente Pietra Pizzuta a M. Stella mostra la Serie Solfifera in pieghe dirette SW - NE con discesa assiale (20° - 35°) verso SW sotto i terreni pliocenici discordanti o penaccordanti, che assorbono le pieghe della Serie Solfifera in un'unica ampia anticlinale con asse scendente con 15° - 20° verso SW da M. Pietragrossa verso Masseria S. Antonino, ed una marcata sinclinale con asse scendente dapprima verso WSW da Vallone Scavo a Masseria Ramata, poi verso SSW da Masseria Ramata verso M. Castellazzo.

I terreni pliocenici mostrano in questa sinclinale dislocazioni anormalmente forti. L'esteso affioramento arenaceo del Vallone Scavo mostra nel fondo valle un fianco sud raddrizzato o leggermente rovesciato, ed il fianco nord inclinato in media a 45° , ma in qualche punto verticale o leggermente rovesciato. La sinclinale taglia obliquamente un'anticlinale di terreni solfiferi e tortoniani con asse NE - SW. Il raccordo fra le due direzioni avviene gradualmente attraverso ai trubi.

E' da rilevare nella zona del Vallone Scavo la forte discordanza del sistema pliocenico sui terreni sottostanti. Le arenarie di Cozzo Scavo e quelle ad esse parallele a S di q. 482, con le A. B. V ad esse intercalate, costituiscono un potente fianco nord di sinclinale, mentre manca completamente in questo tratto il fianco sud. L'asse del piegamento corre pertanto nella zona di assottigliamento e scomparsa del sistema pliocenico, con evidente significato meccanico.

La Serie Solfifera si estende verso le altre solfare (Floristella, Gallizzi) fuori dell'area rilevata verso NE. Dai sondaggi e da altri dati di miniera essa risulta restringersi e scomparire verso SW, per discontinuità di deposito visibili nell'assottigliamento dei banchi mineralizzati e nelle discordanze angolari fra di essi, e per erosione anteriore ai trubi (presenza di sabbie gessose sotto ai trubi).

I trubi ricoprono trasgressivamente la Serie Solfifera con le sue zone di erosione, e verso Sorgente Pietra Pizzuta anche i terreni presolfiferi. La loro estensione originaria era maggiore dell'attuale, poichè i depositi terrigeni pliocenici hanno ricoperto trasgressivamente una nuova superficie di erosione posteriore al corrugamento dei trubi, come si osserva nelle zone di M. Stella e di Pietra Pizzuta. Nella zona delle due solfare e dell'anticlinale calcarea del M. Pietragrossa la sedimentazione sembra essere continuata in penaccordanza dai trubi e dalle A. B. IV alle marne siltose infraplioceniche.

Le varie faglie rilevate sono prive di importanza e di direzione sistematica: interessano specialmente i calcari di base e sono dovute alla rigidità relativa di questi nei confronti dei sedimenti incassanti. Ben visibile è la divisione in blocchi di faglia della formazione calcarea alla solfara Pietragrossa.

Nel corrugamento della Serie Solfifera non si hanno vergenze evidenti.

PASSARELLO

La concessione mineraria di Passarello si trova nella zona della stazione ferroviaria di Favarotta, ed è compresa nel comune di Licata, ai limiti con quello di Campobello di Licata (provincia di Agrigento).

Il rilievo geologico è stato eseguito nel Febbraio 1951, alla scala di 1:5.000. L'area rilevata comprende la solfara Passarello, estesa nella zona approssimativamente indicata dalle discariche di ginesi della contrada omonima, ed inoltre la piccola solfara Bifara, le abbandonate solfare Giordano (SE Favarotta) e Giammaccarrone (ovest di Favarotta), oltre a qualche piccola lavorazione per zolfo nel vallone a nord della stazione di Favarotta.

STRATIGRAFIA

TERRENI PRESOLFIFERI

Argille scagliose (A. S.). - I terreni più antichi visibili nella zona, costituenti il nucleo d'anticlinale di Cozzo Spogliapadrone, sono dati da un impasto indecifrabile di argille scagliose di epoca oligocenica, eocenica e forse cretacea, con grosse zolle e scaglie di altre rocce di simile età. Corrispondono pertanto all'aspetto ed alla struttura delle A. S. in senso lato secondo BENE0 (« argille scagliose » mesozoico-eoceniche e terreni più recenti con esse tettonicamente implicati), a parte la loro eventuale alloctonia, che in questo lavoro non viene discussa per la limitatezza degli affioramenti osservati e per la loro posizione basale. Per questi terreni verrà usata in questo lavoro la comoda e generica denominazione A. S., riservando il termine « argille scagliose » al suo ristretto significato litologico.

Il tipo prevalente è un'argilla scagliosa bruno-grigia, non omogenea, talora variegata, generalmente priva di CaCO_3 , con microfossili a vario tipo di fossilizzazione e di varie età, fra cui prevalgono associazioni come:

Globigerina rotundata D'ORB.;

Haplophragmoides sp.;

Globorotalia mayeri CUSH. & ELLISOR;

Rhabdammina discreta BRADY ecc.;

Globoquadrina dehiscens CHAPMAN;

che possono essere riferite all'Oligocene o al Miocene superiore. Inoltre globotruncane del Cretaceo, ed infine forme che possono lasciar supporre che si tratti di terreni più recenti, come *Gyroidina altiformis* STEWART & STEWART e *Cibicides praecinctus* (KARRER), ed altre globigerine. Si ritiene che la massa sia oligocenica, e che possano esservi intimamente comprese piccole scaglie non ben distinguibili di terreni langhiano-elveziano-tortoniani, come apparirà meglio nella descrizione dei terreni immediatamente soprastanti alle A. S. - Si rinvennero infatti anche associazioni come:

- | | |
|---|--|
| <i>Globigerinoides sacculifera</i> (BRADY); | <i>Globorotalia</i> cfr. <i>scitula</i> (BRADY); |
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Globorotalia canariensis</i> (D'ORB.); |
| <i>Globigerinoides conglobata</i> (BRADY); | <i>Bulimina inflata</i> SEGUENZA; |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> (BRADY); | <i>Bulimina diluvata</i> REUSS; |
| <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; | <i>Cibicides boueanus</i> D'ORB.; |
| <i>Orbulina universa</i> D'ORB.; | <i>Siphonina reticulata</i> (CZJZEK); |
| <i>Globorotalia hirsuta</i> (D'ORB.); | |

che si rinvencono comunemente nel Tortoniano.

Nella massa sono compresi numerosi blocchi con diametri fino ad alcune decine di metri, principalmente di un calcare organogeno piuttosto cristallino, spesso brecciato, dato da ammassi di foraminiferi, litotamni ecc., contenente milioliti (*Quinqueloculina*), grossi *Eponides*, *Discocyclina*, nummuliti radiate, ossia un'associazione di epoca eocenica medio-superiore. Altri blocchi sono di arenarie glauconitiche o quarzose o di calcari straterellati verdognoli talora con fucoidi, oppure bianchi tipo lattimusa.

A nord di Cozzo Spogliapadrone si hanno tre grosse zolle di argille rosse collegate con scaglie di calcari contenenti brecciole nummulitiche. Questi sembrano appartenere all'Eocene medio, mentre nelle argille rosse sono stati riconosciuti:

- | | |
|---|--|
| <i>Globigerina dissimilis</i> CUSH. & BERMUDEZ; | <i>Globorotalia</i> cfr. <i>crassula</i> (D'ORB.); |
|---|--|

e prevalenti forme arenacee:

- | | |
|---|-------------------------------|
| <i>Rhabdammina discreta</i> BRADY; | <i>Ammodiscus</i> sp.; |
| <i>Trochamminoides proteus</i> (KARRER); | <i>Haplophragmoides</i> sp. - |
| <i>Trochamminoides irregularis</i> WHITE; | |

Le forme arenacee ricordano quelle dell'Oligocene, ma le forme planctoniche inducono a pensare che si tratti di Eocene, come indicato anche dallo stretto collegamento con i calcari nummulitici.

La cresta di Cozzo Spogliapadrone è costituita da una grossa scaglia affiorante in direzione EW per 600 m. circa, inclinata di 45° a nord, di una marna argilloso-arenacea (schlier) molto compatta, giallo-bruna, in cui sono stati rinvenuti resti di echini e di pesci, frustoli carboniosi ed inoltre scarsi foraminiferi prevalentemente planctonici:

- | | |
|---|---|
| <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB.; | <i>Globigerina dissimilis</i> CUSH. & BERMUDEZ; |
| <i>Globigerina venezuelana</i> HEDBERG; | |

e fra i bentonici:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <i>Uvigerina auberiana</i> D'ORB.; | <i>Nodosaria longiscata</i> D'ORB.; |
| <i>Gyroidina soldanii</i> D'ORB. var. <i>subangulata</i> PLUMMER; | <i>Bathysiphon</i> sp.; |
| <i>Fronicularia budensis</i> (HANTKEN); | <i>Haplophragmoides</i> sp. - |

E' probabile che si tratti di Oligocene (*Glob. venezuelana* e *G. dissimilis*).

Zona a scaglie marnoso-argillose, o Zona di Passarello. - E' un impasto di scaglie di grandezza varia sia in spessore che in lunghezza, per lo più allungate fino a decine di metri, e potenti da meno di un metro a pochi metri, di tre tipi di rocce:

1) Marne compatte grigio-chiare o azzurrognole a globigerine, con sottili intercalazioni ferruginose ad abbondanti grosse orbuline. Queste intercalazioni corrispondono ad arresti della sedimentazione terrigena, con aumento relativo dei componenti biogeni e degli ossidi di ferro. Fessurazione caratteristicamente nodulare.

2) Marne compatte grigio-nerastre con fessurazione nodulare alquanto più minuta.

3) Argille brune scagliose, talora con sottili straterelli lenticolari di calcare marnoso fortemente piritoso, all'affioramento ridotto per lo più a noduli limonitizzati. Le argille sono caratterizzate anche da veli argillosi giallo-arancio depositi in affioramento sui piani di scagliosità, di sedimentazione, di frattura.



FIG. 7. - Vallone di Favarotta fra T. Urrà e Vanelle. Affioramento tipico della Zona a scaglie, con visibile alternanza di scaglie chiare ed oscure.

Prevalgono le scaglie marnose, mentre quelle argillose hanno aspetti simili a filoni intrusi fra le scaglie marnose. L'orientamento comune mostra subverticali e subparalleli sia la stratificazione che la scagliosità che l'allungamento.

Nei tagli naturali del T. Passarello, del T. Urrà, del Vallone di Favarotta e del F. Salso si osserva anche da lontano l'alternanza delle marne biancastre e nerastre e delle argille bruno-arancione.

Nel rilievo sono stati riportati gli elementi direzionali prevalenti, fossero contatti tettonici o superfici di stratificazione o andamenti complessivi della scagliosità (piano degli angoli acuti dei due sistemi coniugati di superfici di scorrimento), poichè questi elementi sono praticamente coincidenti, essendo le scaglie allungate secondo la stratifi-

cazione della roccia e dislocate e deformate secondo l'allungamento. Si osservano spesso scaglie contorte ad uncino, con raffigurazione di scorrimenti inomogenei.

Il contatto tettonico fra le scaglie è finemente impastato per alcuni millimetri od alcuni centimetri, e spesso seghettato secondo sistemi coniugati di superfici di successivo scorrimento. Questa deformazione è particolarmente evidente al contatto fra marne chiare e marne scure.



FIG. 8. - Scaglia dello spessore di m. 0,5 di marna scura nelle marne chiare. In alto a sinistra si osserva un accenno di seghettatura del contatto.

1) Le argille brune sono il termine più antico della Zona a scaglie e corrispondono al tipo prevalente nelle A. S. già descritte per la zona di Cozzo Spogliapadrone. In vari affioramenti, alla confluenza del T. Urrà col Vallone di Favarotta, nel Vallone stesso un centinaio di m. a SE e poco più di 100 m. a NE della confluenza, sono state trovate nelle argille brune microfaune identiche, di tipo frequente nell'Oligocene di facies abissale, con prevalenza di forme arenacee:

Glomospira cfr. *gordialis* (JONES & PARKER);

Rhabdammina discreta BRADY;

Rhabdammina abyssorum SARS;

Ammodiscus excertus CUSH.;

Ammodiscus sp.;

Haplophragmoides carinatum CUSH. & RENZ;

Ammobaculites cfr. *foliaceus* (BRADY);

Sphaeroidina bulloides D'ORB.;

Globigerinoides triloba (REUSS);

Nodosaria longiscata D'ORB. (numerosa).

Abbondano nel residuo di lavaggio anche cristalli di gesso, concrezioni di pirite, frustoli carboniosi, e si trovano rari denti di pesce.

Più a monte nel Vallone di Favarotta si trova una microfauna tipicamente oligocenica con numerose forme arenacee analoghe a quelle ora citate, con l'aggiunta di *Bathysiphon appenninicus* SACCO, e forme planctoniche meno frequenti:

Globigerinoides triloba (REUSS);

Globigerina altispira CUSH. & JARVIS;

e scarse forme bentoniche:

Planulina renzi CUSH. & STAINFORTH;

Lagena orbignyana SEGUENZA var. *trinitatensis* NUTTALL;

Anomalina alazanensis NUTTALL var. *spisiformis* CUSH. & STAINFORTH;

Le argille brune della parte più elevata della Zona di Passarello, al passaggio con la Formazione di Licata, nel Vallone di Favarotta presso Cozzo Vanelle, mostrano una prevalenza di foraminiferi planctonici:

| | |
|---|--------------------------------------|
| <i>Globorotalia mayeri</i> CUSH. & ELLISOR; | <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; |
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Globigerina concinna</i> REUSS; |

meno numerosi i bentonici:

| | |
|--|--|
| <i>Eponides crebbsi</i> HEDBERG; | <i>Plectofrondicularia</i> cfr. <i>alazanensis</i> |
| <i>Nodosaria longiscata</i> D'ORB. (numerosa); | CUSH.; |
| | <i>Ellipsoidina ellipsoides</i> SEGUENZA; |

ed infine frammenti di forme arenacee non specificabili:

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| <i>Ammodiscus</i> sp.; | <i>Haplophragmoides</i> sp. - |
| <i>Bathysiphon</i> sp.; | |

E' una fauna probabilmente ancora oligocenica ed inframiocenica.

Le argille brune della Zona a scaglie di Passarello sembrano nell'assieme di età oligocenica.

2) Seguono come età le marne grigio-nerastre, con forme planctoniche relativamente abbondanti, sia pure talora con prevalenza delle forme arenacee. Nei residui di lavaggio oltre ai foraminiferi si hanno anche denti di pesci, radiolari, spicole di spugne, concrezioni di pirite. Una scaglia del gomito del T. Urrà a SW q. 144 ha dato:

| | |
|--|---|
| <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB.; | <i>Rhabdammina abyssorum</i> SARS; |
| <i>Ellipsoglandulina multicostata</i> (GALLOWAY & MORREY); | <i>Listerella cyclostomata</i> (GALLOWAY & MORREY); |
| <i>Eponides crebbsi</i> HEDBERG; | <i>Ammodiscus</i> sp.; |
| <i>Bulimina</i> cfr. <i>ovata</i> D'ORB.; | <i>Haplophragmoides</i> sp.; |
| <i>Rhabdammina discreta</i> BRADY; | <i>Bathysiphon</i> sp.; |

microfauna riferibile all'Aquitaniense (od Oligocene).

Poco a monte della confluenza T. Urrà - Vallone di Favarotta un'altra scaglia ha dato prevalenti foraminiferi planctonici ed arenacei:

| | |
|---|---|
| <i>Globorotalia mayeri</i> CUSH. & ELLISOR; | <i>Glomospira gordialis</i> (JONES & PARKER); |
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Haplophragmoides carinatum</i> CUSH. & RENZ; |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> (BRADY); | |
| <i>Listerella cyclostomata</i> (GALLOWAY & MORREY); | <i>Bathysiphon</i> sp.; |

e scarse forme bentoniche:

Nodosaria longiscata D'ORB.;
Ellipsonodosaria recta CUSH.;

Gyroidina soldanii D'ORB. (grossi individui);

microfauna che si può riferire all'Aquitaniense o all'Oligocene di facies abissale.

Più a monte nel Vallone di Favarotta, non lontano dal passaggio alla Formazione di Licata, si ha una fauna prevalentemente planctonica con:

Globorotalia mayeri CUSH. & ELLISOR;
Globigerinoides triloba (REUSS);
Globigerinoides sacculifera (BRADY);

Orbulina universa D'ORB.;
Astigerina sp.;

e scarsamente bentonica:

Siphonina reticulata (CZJZEK);
Nodosaria longiscata D'ORB.;

Ellipsonodosaria recta CUSH.;
Plectofrondicularia sp.;

ed alcune specie arenacee:

Haplophragmoides foliaceum BRADY;

Haplophragmoides sp. -

Nell'insieme la fauna potrebbe esser riferita all'Aquitaniense-Langhiano.

Un'altra scaglia al contatto con la Formazione di Licata verso Cozzo Vanelle porta una microfauna del tutto simile, con numerosi radiolari e foraminiferi prevalentemente planctonici:

Globigerina bulloides D'ORB.;
Globigerina rotundata D'ORB.;
Orbulina universa D'ORB.;

Globigerinoides triloba (REUSS);
Globorotalia cfr. *scitula* (BRADY);
Globorotalia mayeri (CUSH. & ELLISOR);

e scarsi bentonici:

Ellipsonodosaria recta CUSH.;
Plectofrondicularia diversicostata (NEUGEBORN);
Uvigerina auberiana D'ORB.;

Gyroidina soldanii D'ORB. (grossi individui);
Nonion pompilioides (FICHEL & MOLL);
Sigmoilina tenuis CZJZEK;

e grossi frammenti di *Bathysiphon*. Riferibile all'Aquitaniense-Langhiano come la precedente.

Le marne nerastre della Zona a scaglie mostrano microfaune di epoche da oligocenica ad aquitaniana a langhiana: sono pertanto nel complesso certamente più recenti delle argille brune prima descritte, e possono rappresentare approssimativamente il Miocene inferiore (Aquitaniense e parte del Langhiano).

3) Il terzo termine della Zona a scaglie è dato dalle marne grigio-chiare, caratterizzate da un contenuto in CaCO_3 maggiore che nelle marne nerastre (fino al 30 %) e dalla grande prevalenza dei foraminiferi planctonici, con rari altri fossili come denti

di pesci, ostracodi, radiolari, spicole di spugne e radioli di echini, con qualche concrezione di pirite ed accenni di spatizzazione dei foraminiferi.

Nel gomito del T. Urrà a SW q. 144 una scaglia ha dato foraminiferi quasi tutti planetonici, quali:

| | |
|---|---|
| <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; | <i>Globigerinoides conglobata</i> (BRADY); |
| <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB.; | <i>Globigerinoides sacculifera</i> (BRADY); |
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Globigerinella aequilateralis</i> (BRADY); |

e scarsi bentonici:

| | |
|---|---|
| <i>Nodosaria longiscata</i> D'ORB.; | <i>Gyroidina soldanii</i> D'ORB. (grossi indivi- dui); |
| <i>Ellipsoidina ellipsoides</i> SEGUENZA; | |
| <i>Siphonina reticulata</i> (CZJZEK); | <i>Nodosaria</i> sp.; |

e frammenti di arenacei. L'associazione è riferibile all'Elveziano-Langhiano.

A 100 m. a SE della confluenza T. Urrà-Vallone di Favarotta un'altra scaglia mostra una simile associazione planetonica, con l'aggiunta di *Globorotalia mayeri* CUSH. & ELLISOR e con maggiore rarità di forme bentoniche (*Siphonina reticulata* (CZJZEK)). Completamente simile è anche la microfauna di una scaglia situata alla confluenza anzidetta.

Poco a monte di questa un'altra scaglia mostra microfauna prevalentemente planetonica, con numerosi radiolari:

| | |
|--|---|
| <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; | <i>Globoquadrina</i> cfr. <i>dehiscens</i> CHAPMAN; |
| <i>Globigerina rotundata</i> D'ORB.; | <i>Eponides crebbsi</i> HEDBERG; |
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Nodosaria acuminata</i> HANTKEN; |
| <i>Globorotalia</i> cfr. <i>scitula</i> (BRADY); | <i>Anomalina mantaensis</i> GALLOWAY & MORREY; |
| <i>Globorotalia mayeri</i> (CUSH. & ELLISOR); | |

con caratteri complessivi di epoca elveziano-langhiana.

Una scaglia non lontana dal passaggio alla Formazione di Licata mostra un'associazione di individui molto sviluppati di:

| | |
|---|---|
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); | <i>Globoquadrina dehiscens</i> CHAPMAN; |
| <i>Globigerinoides sacculifera</i> (BRADY); | |

in genere caratteristica del Langhiano.

Una scaglia presso il passaggio alla Formazione di Licata verso Cozzo Vanelle porta una microfauna prevalentemente planetonica:

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS) (prevalente); | <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; |
|--|--------------------------------------|

e scarsi bentonici:

Karriella bradyi CUSH.;
Nodosaria longiscata D'ORB.;
Ellipsoidina ellipsoides SEGUENZA;

Lagena marginata WALKER & JACOB
 (grossi individui);
Eponides umbonatus (REUSS);

e frammenti di *Bathysiphon* e *Ammodiscus*. L'insieme si può attribuire all'Elveziano o al Tortoniano inferiore; l'affioramento è infatti prossimo alle marne tortoniane della Formazione di Licata.

Nella zona nord Cozzo Spogliapadrone - Poggio Scuderi si ha una grande scaglia, o lama, o forse sinclinale, di marne grigio-chiare diretta WSW - ENE per oltre 1500 m. di lunghezza, che per queste dimensioni è stata tenuta distinta nel rilievo. Un affioramento a NNW Cozzo Spogliapadrone ha dato:

Nodosaria longiscata D'ORB.;
Nodosaria acuminata HANTKEN;
Planulina wuellerstorfi SCHWAGER (numerosa);
Planulina sp.;
Nonion soldanii (D'ORB.);
Bulimina cfr. *ovata* D'ORB.;
Ellipsoidina ellipsoides SEGUENZA;

Eponides umbonatus REUSS var. *stellata* SILV.;
Bigennerina nodosaria D'ORB.;
Chilostomelloides sp.;
Globorotalia mayeri CUSH. & ELLISOR;
Globorotalia menardii D'ORB.;
Globigerinoides triloba (REUSS);
Orbulina universa D'ORB. -

Nell'Italia settentrionale si trovano faune simili, ricche di planuline, in marne di epoca langhiano-elveziana.

Nell'insieme le marne grigio-chiare della Zona a scaglie sono certamente più recenti delle marne nerastre, e possono approssimativamente rappresentare l'Elveziano e parte del Langhiano, con passaggi al Tortoniano.

La Zona a scaglie di Passarello è quasi priva di inclusi « esotici », a differenza delle A. S. - I pochi rilevati (arenarie quarzose) si trovano al margine con queste ultime, in quanto fra i due impasti tettonici non esiste limite netto. Al margine fra Zona di Passarello e Formazione di Licata si hanno spesso lenti di sabbie quarzose sciolte e spezzoni e blocchi di arenarie quarzose originariamente intercalate nelle marne e corrispondenti a formazioni detritiche molto più sviluppate a nord della zona solfifera siciliana. Rari esotici più antichi (calcarei nummulitici, calcari di scogliera paleogenici) sono probabilmente apportati alla Zona di Passarello dalla frazione argillosa di essa, proveniente dalle A. S. - Inoltre si hanno piccoli inclusi di calcare marnoso grigio, originariamente intercalato in lenticelle alle marne elveziano-tortoniane.

Nei tre diversi terreni costituenti la Zona di Passarello sembra esservi una variazione continua sia litologica, da argille scagliose grigio-brune a marne argillose grigio-scuri, a marne meno argillose grigio-chiare; sia microfaunistica, dalla prevalenza di forme arenacee delle argille grigio-brune, alle associazioni miste delle marne grigio-scuri, alla prevalenza di forme planctoniche delle marne grigio-chiare. Questa serie sedimentaria ha evidenti caratteri di continuità, anche se successivamente è stata ridotta all'impasto tettonico che è stato qui chiamato Zona a scaglie marnoso-argillose, o Zona di Passarello.

Marne argillose a globigerine, o Formazione di Licata. - Si trovano marne argillose a globigerine anche nel Pliocene inferiore, con fauna simile a quella dei trubi, che sono invece essenzialmente marne calcaree. Non devono essere confuse con quelle che verranno ora descritte, che sono immediatamente sottostanti in concordanza alla Serie Solfifera e che si possono chiamare « Formazione di Licata » perchè tipicamente sviluppate sulle scarpate della costa di Licata, e perchè rappresentano una facies pelitico-biogenica meridionale di terreni che verso N tendono a diventare esclusivamente pelitici, oppure psammitici, ed infine conglomeratici. Come già ricordato, non è però stato ancora eseguito lo studio di profili stratigrafici tipici di questa formazione.

Si tratta di marne argillose grigio-chiare compatte, a fessurazione nodulare, spesso con intercalazioni limonitiche di 1-3 cm, ricche di grosse orbuline e corrispondenti a momenti di minor sedimentazione pelitica, con accenni di gradazione, che delimitano strati di marna da 0,10 ad 1-2 m. - Presente anche qualche straterello di calcare marnoso grigio-chiaro di pochi cm. o dm. di spessore, poco continuo o a lenticelle.

La potenza della formazione è molto variabile, sia per condizioni primarie, sia perchè essa partecipa in misura variabile all'impasto tettonico della Zona di Passarello, da cui può risultare anche completamente assorbita, come nel lato meridionale della solfara di Passarello. La formazione sembra aumentare di potenza verso sud, passando dalle diecine o dal centinaio di m. visibili a NE della solfara Passarello ai forse 300 metri del versante settentrionale di Pizzo Porretta.

Calcimetricamente si va da tipi di argille marnose al 15 % a marne argillose al 30 % di CaCO_3 .

Nei calanchi del Cozzo S. Angelo la formazione contiene abbondanti foraminiferi in prevalenza planctonici:

| | |
|---|---|
| <i>Orbulina universa</i> D'ORB. (grossi individui); | <i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS); |
| <i>Globigerina bulloides</i> D'ORB.; | <i>Globorotalia hirsuta</i> (D'ORB.); |

e scarsi bentonici come:

| | |
|--|-----------------------------------|
| <i>Cibicides italicus</i> DI NAPOLI; | <i>Uvigerina schwageri</i> BRADY; |
| <i>Spiroplectammina carinata</i> (D'ORB.); | |

che lasciano supporre un'età tortoniana.

Uno straterello arenaceo della stessa località mostra la medesima associazione planctonica con qualche forma costiera come *Rotalia beccarii* (L.) e *Nonion boueanum* (D'ORB.).

Dall'affioramento del Vallone di Favarotta a SE del Cozzo Vanelle si sono avuti risultati simili: microfauna quasi esclusivamente planctonica, tale da far supporre condizioni ambientali già simili a quelle che si verificheranno nel Sarmaziano (ambiente euxinico, avvelenato al fondo, con scomparsa delle specie bentoniche), oppure, meno verosimilmente, condizioni batiali simili a quelle degli attuali « fanghi a globigerine »:

Globigerina bulloides D'ORB.;
Globigerina concinna REUSS;
Globigerinoides triloba (REUSS);
Globigerinoides conglobata BRADY;

Orbulina universa D'ORB.;
Orbulina bilobata D'ORB.;
Globorotalia cfr. *scitula* (BRADY);
Globigerinella aequilateralis (BRADY);

e rarissime specie bentoniche fra cui *Siphonina reticulata* (CZJZEK). Questa associazione si rinviene comunemente nella parte alta del Tortoniano.

Per questi risultati e per il passaggio concordante verso l'alto ai tripoli la Formazione di Licata nell'area di Passarello rappresenta il Tortoniano, più o meno completo a partire dall'alto. La formazione continuava evidentemente nelle scaglie di marne chiare della Zona di Passarello e doveva perciò originariamente rappresentare Tortoniano, Elveziano e parte del Langhiano.

Formazione delle argille brecciate direttamente sottostante alla Serie Solfifera (A. B. II). - Risalendo il T. Urrà si osserva il passaggio dalla Zona di Passarello alla Formazione di Licata, alle A. B. II ed infine alla Serie Solfifera. Si ha quindi una formazione di A. B. sottoposta alla Serie Solfifera e sovrapposta alla Zona di Passarello con l'intermezzo della Formazione di Licata. Questo ultimo dato è poco sicuro perchè potrebbe trattarsi di una grossa scaglia della Zona di Passarello. La diretta sottoposizione delle A. B. alla Serie Solfifera si osserva anche sotto la stazione di Favarotta e a nord della Rocca S. Benedetto.



FIG. 9. - Noduli limonitico - marnosi delle A. B. - Circa $\frac{1}{4}$ gr. nat.

Corrispondono a quelle già descritte per Grottacalda. Dagli affioramenti a nord di Rocca S. Benedetto si sono avute le tipiche mescolanze di forme tortoniane ed elveziane dovute ai frammenti marnosi (planctonici prevalenti, con *Globigerinoides triloba* (REUSS) e *G. sacculifera* (BRADY)), di forme di affinità oligocenica provenienti dalle argille (arenacei deformati, come *Haplophragmoides* sp. ed *Ammodiscus* sp.). Frammenti marnosi esaminati separatamente hanno fornito microfaune esclusivamente planctoniche in cui la presenza di *Globigerina rotundata* D'ORB. lascia supporre la presenza di terreni più antichi del Tortoniano, probabilmente elveziano-langhiani.

Un elemento distintivo delle A. B. della regione di Passarello sono i noduli limonitico-marnosi a zone concentriche, di forma globulare o piriforme od ovoidale, con diametri da 5 a 15 cm.

Sono un prodotto di frammentazione ed alterazione degli straterelli marnoso-piritosi contenuti nelle argille grigio-brune oligoceniche delle A. S. e della Zona di Passarello. Nelle argille grigio-brune gli straterelli sono interi o frammentati, freschi o con vario grado di ossidazione se esposti in affioramento. Nelle A. B. sono invece sempre trasformati in noduli profondamente alterati e completamente ossidati con strutture concentriche, anche se non esposti a giorno. Deve pertanto trattarsi di ossidazione fossile, datante dall'epoca della messa in posto delle A. B., alla cui formazione le argille grigio-brune partecipano in modo essenziale. Le strutture concentriche sono tipiche per simili prodotti di ossidazione e diffusione di pirite su calcare. Da MOTTURA (1872) erano stati ritenuti concrezioni, talora appiattite durante il lento rassodamento.

SERIE SOLFIFERA

Tripoli. - Ben sviluppato come alternanza di banchi di 0,5 - 1 m. di marne bianco-crema e di diatomiti candide caratteristicamente leggere, con potenze complessive fino a 30 m. - In profondità le marne sono grigie.

Può mancare per ragioni tettoniche, come ad est del Cozzo S. Angelo, dove la Formazione di Licata è completamente assorbita nella Zona di Passarello; generalmente la sua assenza è invece dovuta ad erosione in epoca solfifera o a lacuna di deposizione, come nell'estesa area Rocca S. Benedetto - Favarotta - Cozzo Vanelle.

Tra la solfara Passarello e la Masseria Passarello il tripoli è molto esteso e piuttosto piegheggiato.

Calcare di base. - Si osserva bene nel Vallone Favarotta a SE del Cozzo Vanelle, dove giace verticalmente con circa 25 m. di potenza, in grossi banchi di breccia risedimentaria come già descritto per Grotta-calda, alternati con marne calcaree chiare con straterelli di calcare, oppure con marne bituminose a bande bianche. Le bande sono di spessore inferiore al centimetro, con struttura gradata esprimente l'andamento della sedimentazione chimica calcarea in rapporto a quella pelitica, col margine più calcareo verso il tetto. I banchi del calcare vanno da 5 m. di potenza a m. 2,5 e a potenze minori.



FIG. 10. - Formazione del calcare di base, in giacitura verticale, alle Vanelle.

Potenze complessive simili o alquanto maggiori si hanno nelle solfate Passarello, Bifara, Giordano, al Cozzo S. Angelo ed al Pizzo Porretta, mentre si ha riduzione e scomparsa del calcare, come pure del tripoli, dalla Rocca S. Benedetto al Cozzo Vanelle. Non sembra trattarsi di erosione, perchè l'andamento dei gessi presso Cozzo Giordano (sud di q. 231) indica una lacuna di deposizione del tripoli, del calcare di base e dei banchi inferiori dei gessi, che si vedono chiudere lateralmente contro le discor-



FIG. 11. - Formazione dei gessi, in giacitura subverticale, alle Vanelle. A destra il calcare di base della FIG. 10.

danti argille brecciate presolfifere, mentre continuano verso sud i banchi superiori dei gessi. Inoltre non si osservano depositi clastici di materiale proveniente dal calcare di base o dal tripoli.

Fra la solfara Passarello e la Masseria Passarello si ha forte riduzione del calcare, potente 1 - 2 m. e forse discontinuo.

Formazioni mineralizzate. - Si trovano in banchi alla base della formazione dei gessi ed intercalate nel calcare di base. Nell'affioramento a SE del Cozzo Vanelle la zona mineralizzata ha una potenza di m. 12, dati dal basso da uno strato di m. 1,5 di minerale o briscale, poi da un'alternanza di strati di calcare e di marna bituminosa o no, infine da un bancone di m. 3,5 di calcare e da un grosso partimento di m. 4,5 di marna a straterelli. Il calcare è del tipo « perciulato » già descritto, e passa lateralmente a breccia risedimentaria non distinguibile dal calcare di base.

Alla miniera Passarello la zona mineralizzata alla base dei gessi è potente da 20 a 30 m., di cui un terzo dato da « partimenti » ossia sottili intercalazioni di marne stratificate, ed il rimanente da banchi di minerale, di calcare perciulato o di calcare di base, in numero variabile per la discontinuità dei « partimenti » marnosi.

Gessi. - Come in tutta la zona solfifera, i gessi sono in banchi alternanti con partimenti di marne per lo più verdi, e costituiti generalmente da un sottile strato basale di gesso « balatino » e da un banco sovrapposto di selenite o gesso « spicchiolino », geminato secondo (100) con orientazione secondo la regola di MOTTURA (v. descrizione per Grottacalda). L'ordine di successione degli strati è reso determinabile sia dalla struttura del gesso « spicchiolino » che dalla successione (dal basso) marna - balatino - spicchiolino - marna ecc.

La serie pressochè verticale è esposta a S di Cozzo Vanelle nell'affioramento già nominato, con 86 m. complessivi di potenza, di cui 36 appartenenti ad una intercalazione di A. B. fra il primo ed il secondo banco di gesso dal basso. La potenza effettiva dei gessi con le marne intercalate è pertanto di 50 m. - Si hanno 6 banconi di selenite, con potenze da 11 a 5 m., per lo più con basamenti di « balatino » spessi da 0,10 a 1 m. -

Alla solfara Passarello le potenze complessive dei gessi affioranti in zona d'anticlinale sono simili a quelle delle Vanelle; con i sondaggi nella sinclinale sono state attraversate maggiori potenze ed inoltre intercalazioni di A. B.: con queste si giunge a complessivi 200-250 m., di cui 80-150 dovuti alle A. B. intercalate e 80-100 ai gessi con relative marne verdi. Anche qui i banconi gessosi sono 5 o 6, di cui i tre superiori (potenti da 6 a 40 m.) sono dati da selenite geminata con o senza sottili zone basali di gesso « balatino »; il quarto da circa 4 m. di anidrite saccaroide, passante a selenite verso l'affioramento; infine uno o due banconi inferiori, da 7 a 15 m. ciascuno, sono totalmente costituiti da gesso « balatino ».

Sabbie sotto ai gessi. - Nella zona Rocca S. Benedetto - Cozzo Vanelle sono assenti il tripoli, il calcare di base ed una aliquota variabile dei banchi di gesso inferiori, e si ha invece una formazione sabbioso-marnosa giallo-bruna (55 % CaCO_3) con elementi psammitici di quarzo e di gesso e fauna planctonica corrispondente a quella dei tripoli (globigerine e radiolari), con potenze variabili da 1 a parecchi m.. La zona era emersa durante la prima parte dell'epoca della Serie Solfifera, e la formazione sabbioso-marnosa indica la trasgressione avvenuta.

Formazioni delle argille brecciate associate ai gessi (A. B. III). - Raramente visibili, per la facile erodibilità e perchè mancano nelle zone di anticlinale che generalmente costituiscono gli affioramenti. Si osservano nel profondo taglio naturale del Val-



FIG. 12. - A. B. III nell'incisione del Vallone Favarotta alle Vanelle.

lone Favarotta a sud del Cozzo Vanelle, dove raggiungono i 36 m. di spessore fra il 1° ed il 2° banco di gesso (da letto), con aspetto tipico, a frammenti angolosi di marna chiara proveniente dalla Formazione di Licata, in un impasto scuro di argille più antiche, principalmente oligoceniche. I frammenti di marna raggiungono diametri fino a qualche dm.

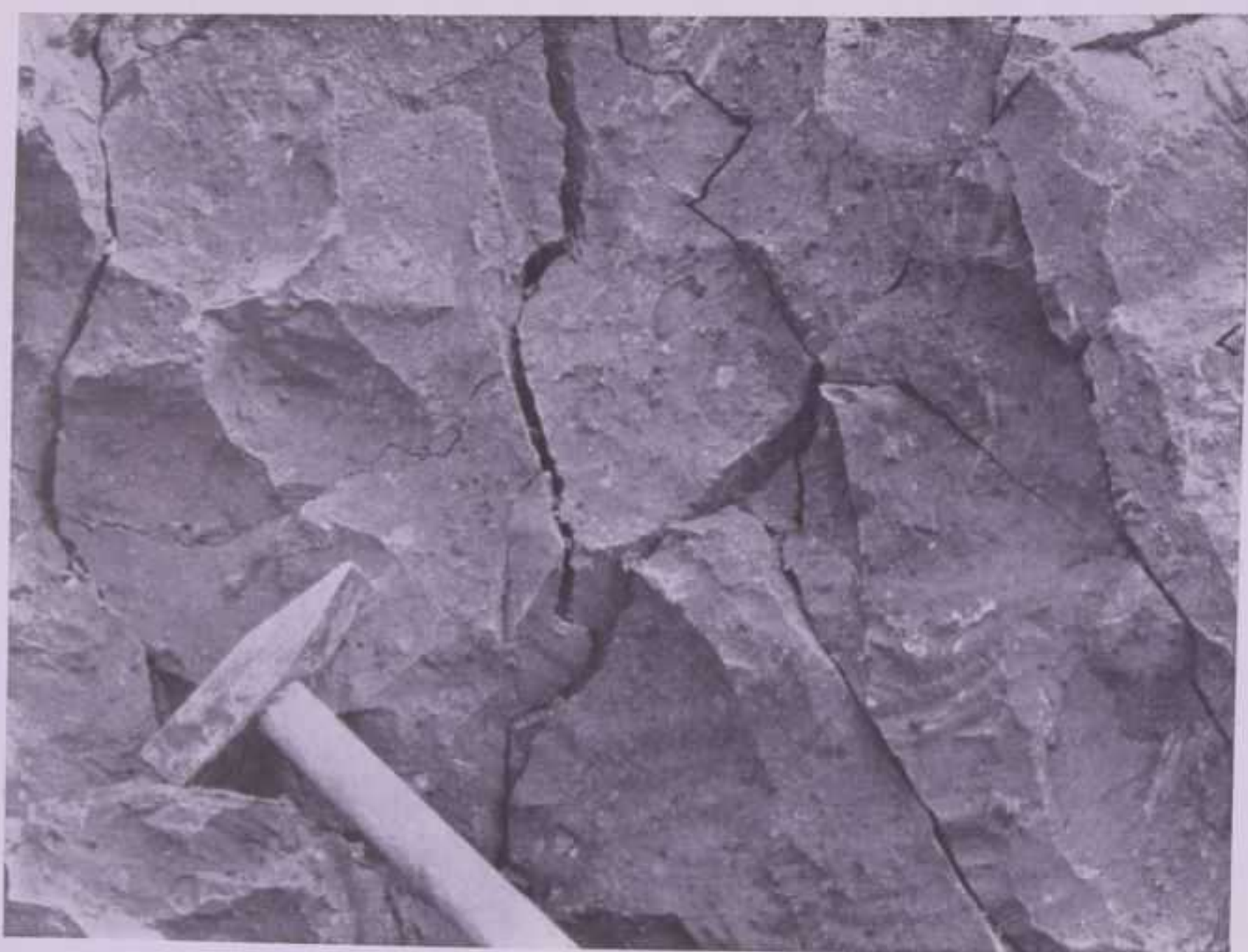


FIG. 13. - A. B. IV nel Vallone Favarotta, presso le Vanelle.

I sondaggi nella sinclinale di Passarello hanno attraversato potenti masse di A. B. intercalate fra i banchi di gesso in aggiunta ai normali « partimenti » marnosi, con tracce di reciproca intercalazione fra marne e A. B. - L'assenza di queste ultime agli affioramenti, che corrispondono alla volta dell'anticlinale, potrebbe esser dovuta ad un effetto tettonico di raccolta delle masse plastiche argillose verso il fondo della sinclinale, o più probabilmente ad una singenetica messa in posto sul fondo di un bacino in subsidenza corrispondente all'attuale sinclinale.

I livelli principali di A. B. sono tre, rispettivamente al di sotto dei tre banconi superiori di gesso, con potenze da 40 a 65 m. ciascuno, e si hanno inoltre varie minori intercalazioni di 1 o pochi m. fra i gessi o sotto il 4° banco dall'alto (anidrite). Le potenze complessive crescono verso l'asse della sinclinale: da 30 m. per un sondaggio più vicino agli affioramenti a 100 per un sondaggio intermedio e a 150 per uno più vicino al fondo del bacino.

La composizione del residuo di lavaggio è quella già descritta per tutte le argille brecciate, con la stessa mescolanza di microfaune, da quella tortoniana planctonica delle marne a quella a foraminiferi arenacei prevalentemente oligocenici delle argille, e con abbondanti concrezioni di pirite, frammenti angolosi psammitici di quarzo, cristallini autigeni prismatici di gesso e frammenti di roccia pelitica rossa, bruna e grigia.

Trubi. - Corrispondono alla descrizione già fatta per Grottacalda, con le medesime potenze variabili da 0 a 100 m. - Si trovano in trasgressione sui calcari di base in seguito ad erosione o lacuna di deposito dei gessi, o direttamente sui tripoli e sui terreni più antichi in seguito a probabile mancata deposizione dei sottostanti piani della Serie Solfifera. La trasgressione in qualche punto è già compiuta dagli ultimi banchi di gesso.

Formazioni delle argille brecciate associate ai trubi (A. B. IV) e Zona delle Vanelle. - Sono molto sviluppate come nucleo della sinclinale di Cozzo Vanelle; in masse minori come nuclei delle sinclinali a SW Cozzo Giordano, di Passarello e di Masseria Drauto. Nel Vallone Favarotta a sud di Cozzo Vanelle è visibile il passaggio (da SE a NW) dalla Serie Solfifera alle A.B. IV, dapprima con intercalazioni di argille brecciate nei trubi, poi con intercalazioni di trubi nelle argille brecciate, fino al prevalere di queste ultime, con rari strati intercalati di trubi. La prima intercalazione, a 30 m. circa dal limite gessi - trubi, mostra 6-7 m. di strati gradualmente passanti dai trubi alle argille brecciate, con aumento progressivo in argilla. Sono straterelli da 1 a 10 cm. grigi o bruno-rossastri, con argille brecciate tipiche intercalate ai 4 m., ripresa dei trubi ai 5 m. ed infine ritorno alle argille brecciate ai 6-7 m. - Gli strati grigi e bruno-rossastri di transizione sono dovuti a mescolanza del sedimento dei trubi con materiale pelitico apportato, poichè contengono microfauna dei trubi in proporzioni decrescenti insieme con la progressiva diminuzione della percentuale biogena della roccia; solo nelle vere e proprie argille brecciate compare la caratteristica mescolanza di microfaune di varie età.

Nei trubi alla base della zona di passaggio si ha un residuo dato quasi esclusivamente da foraminiferi, con rarissimi cristalli di quarzo:

Globigerinoides helicina (D'ORB.);
Globigerinoides triloba (REUSS);
Globigerinoides conglobata (BRADY);
Globigerinoides sacculifera (BRADY);

Orbulina universa D'ORB. (numerosi e grossi individui);
Uvigerina pygmaea D'ORB.
Cibicides italicus DI NAPOLI } più scarsi.



FIG. 14. - Intercalazione di trubi (subverticale) nelle A. B. IV nel Vallone Favarotta presso le Vanelle.

Gli strati di passaggio iniziali mostrano un residuo con numerosi cristalli autigeni di gesso identici a quelli che si trovano nelle argille brecciate, mentre la microfauna è ancora quella dei trubi, con:

Globigerinoides rubra (D'ORB.);

Globigerina bulloides D'ORB.;

Orbulina universa D'ORB. (grossi individui);

con scarse forme bentoniche:

Cibicides italicus DI NAPOLI;

Uvigerina pygmaea D'ORB.;

Siphonina reticulata (CZJZEK);

Pleurostomella alternans SCHWAGER.

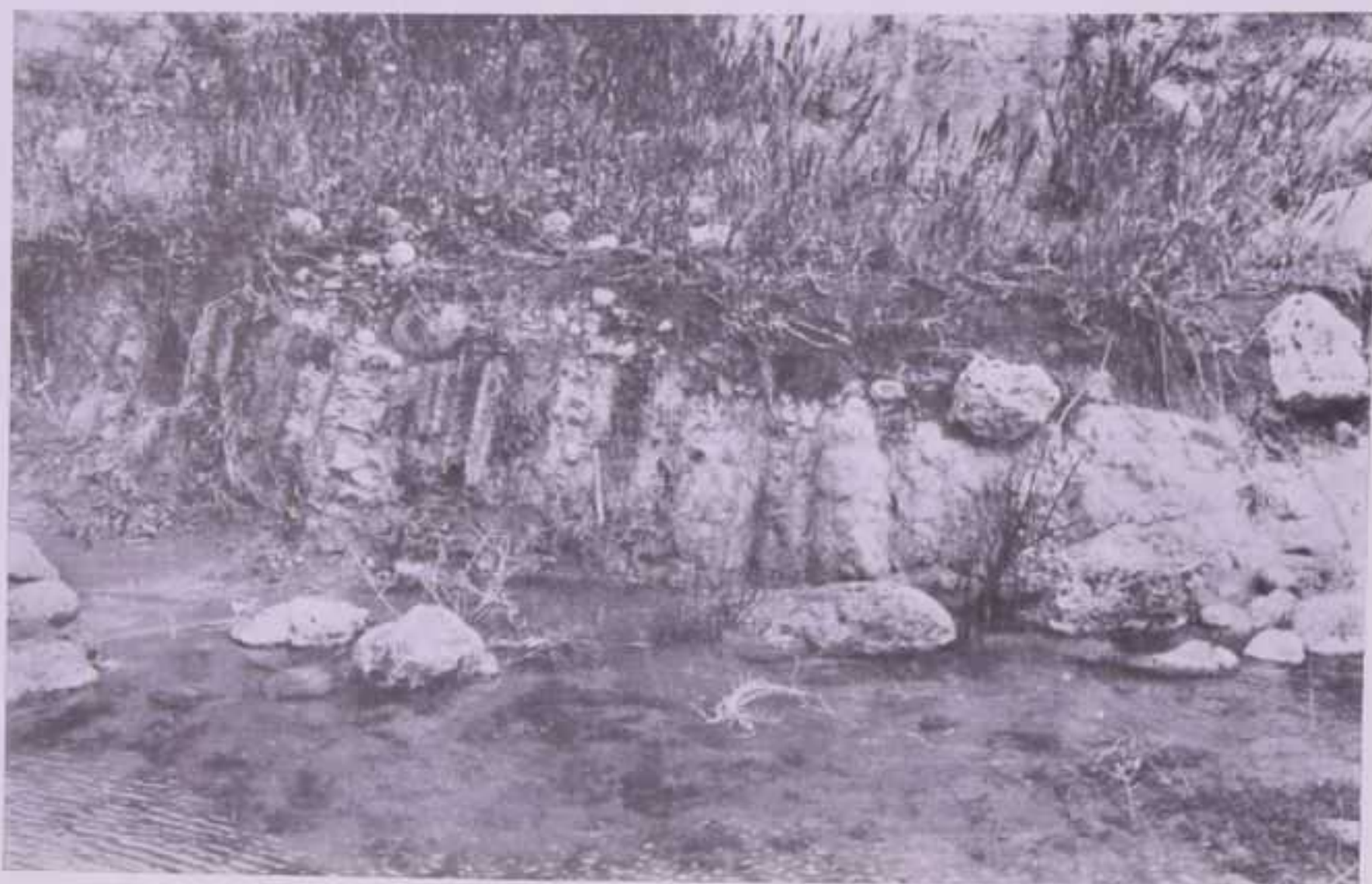


FIG. 15. - Strati di passaggio fra trubi (a destra) ed A. B. IV (a sinistra) nel Val-lone Favarotta presso le Vanelle. Martello visibile al centro.

Negli strati di passaggio prossimi alle argille brecciate il residuo è costituito quasi interamente dai caratteristici cristallini di gesso, autigeni, e da pochi radioli di echini con rarissimi foraminiferi che non differiscono da quelli dei trubi:

Globigerina bulloides D'ORB.;

Globigerinoides triloba (REUSS);

Globigerinoides rubra (D'ORB.);

Orbulina universa D'ORB. (grossi individui);

Uvigerina pygmaea D'ORB.;

Nodosaria sp. -

L'intercalazione di argille brecciate presente ai 4 m. mostra un residuo tipico, dove troviamo numerosi cristalli di gesso, pirite in concrezioni ed aggregati cubottaedrici, calcite e raro quarzo, inoltre frustoli vegetali carboniosi e piritizzati, radioli di echini, rari resti di pesci, ed abbondanti foraminiferi di varie età:

Globigerinoides triloba (REUSS);

Globigerinoides sacculifera D'ORB.;

Orbulina universa D'ORB.;

associazione riferibile ai trubi o al Tortoniano;

| | |
|--|------------------------------------|
| <i>Globorotalia mayeri</i> CUSH. & ELLISOR; | <i>Rhabdammina discreta</i> BRADY; |
| <i>Globorotalia</i> cfr. <i>scitula</i> (BRADY); | <i>Rhabdammina abyssorum</i> SARS; |
| <i>Globorotalia canariensis</i> (D'ORB.); | <i>Haplophragmoides</i> sp.; |
| <i>Globigerinoides rotundata</i> (BRADY); | |

associazione che può esser riferita al Miocene inferiore o all'Oligocene; infine forme di affinità eocenica come *Rotalia pynarensis* CUSH. -

Ai 5 m. si ha una microfauna identica a quella descritta sopra per i trubi di base, mentre ai 6-7 m. riprendono le argille brecciate con residuo di lavaggio e microfauna identici a quelli descritti ora.

Rimontando il Vallone di Favarotta si vedono ripetere le alternanze fra trubi ed argille brecciate in giacitura da verticale ad inclinata 45° NW. Dopo la zona di passaggio ora descritta si hanno 20 m. di argille brecciate; seguono trubi per 30 m.; strati di passaggio come quelli sopradescritti per 4 m.; trubi per 1,5 m.; strati di passaggio per 0,15 m.; trubi per 7 m.; infine definitivo passaggio alle A. B. potenti varie centinaia di m., contenenti in basso ancora qualche strato irregolarmente dislocato di trubi. In questi affioramenti le argille brecciate mostrano intercalazioni fini di natura sedimentaria, con andamenti lentiformi irregolari che conferiscono alla roccia aspetti che ricordano le miloniti.

La sinclinale di Cozzo Vanelle emerge assialmente verso sud con circa 45°, rendendo possibile osservarne la zona mediana: al contatto fra trubi ed A. B. si ha per più di 200 m. in direzione un allineamento di grossi blocchi di gesso variamente dislocati e fra essi, a cavallo della mulattiera, blocchi di calcare minutamente cataclastico. L'allineamento è regolare e collocato esattamente al passaggio trubi - A. B., così da far sospettare una provenienza diversa dalla frana dall'alto. Questa sarebbe possibile per i gessi, ma non per i calcari che affiorano sul versante opposto della cresta. La morfologia locale indica chiaramente forme di erosione selettiva e non superfici antiche su cui i blocchi calcarei abbiano potuto permanere. Si ritiene perciò che l'allineamento rappresenti l'affioramento di una zona di blocchi che si estende in profondità lungo il passaggio trubi - A. B., che acquista pertanto un carattere di contatto tettonico. La zona a blocchi potrebbe esser denominata « Zona delle Vanelle ».

Migliore osservazione e conferma del carattere di questa zona si sono avute con un sondaggio situato nelle A. B. IV di un'altra sinclinale, quella della solfara Passarello. Dopo m. 78,55 di argille brecciate è stata attraversata un'altezza di 64 m. (probabile potenza reale di 40 m.) di marne argillose gialle e di blocchi a varie orientazioni e dimensioni di gesso e di marne stratificate (« partimenti ») della serie dei gessi. Gli elementi di gesso vanno dal blocco alto 18 m. ai frammenti di 1-2 mm. costituenti prodotti di milonizzazione della selenite (gesso « spicchiolino »), chiaramente dovuti a cataclasi e non confondibili con i cristallini autigeni di gesso delle argille. Le marne argillose gialle contengono un residuo a microfauna planctonica corrispondente a quella dei trubi e della Formazione di Licata, misto con elementi provenienti dalle A. B., come foraminiferi arenacei, concrezioni di pirite e di calcite, cristallini di quarzo e di gesso. Le caratteristiche più importanti sono la frequente scarsezza del residuo ed uno stato di minuta frammentazione dei microfossili, accompagnati da frammenti miloni-

tici di selenite. Per questi caratteri e per la grana finissima e l'assenza di stratificazione, le marne argillose gialle sembrano costituire un materiale di frizione.

Al di sotto di esse compaiono i trubi, milonitizzati e piuttosto argillosi, da m. 142,50 a m. 202,20, per circa 45 m. di potenza reale. La mescolanza con scarso materiale argilloso delle A. B. risulta dal residuo di lavaggio, dove insieme con la tipica fauna planctonica si ritrovano rari foraminiferi arenacei, concrezioni di calcite, frammentini di gesso e di argille rosse e brune.

La zona di marne argillose gialle con blocchi e frammenti di gesso e di marne dei « partimenti » corrisponde alla Zona delle Vanelle prima descritta, e mostra di essere una zona di frizione con milonitizzazione ed impasto di gesso, trubi ed argille brecciate.

Milonitizzazione ed impasto dei trubi sottostanti alle A. B. IV sembrano dovuti alla presenza dei grossi blocchi di gesso, perchè dove manca la Zona delle Vanelle i trubi sottostanti alle A. B. IV non appaiono tettonizzati.

Le A. B. IV di Passarello e delle Vanelle sono povere di inclusi « esotici », consistenti solo in blocchi delle marne chiare della Formazione di Licata e nei noduli tondeggianti limonitico-marnosi già descritti per le A. B. II.

Uno dei più sicuri criteri distintivi delle A. B. IV nei confronti degli altri gruppi di A. B. è l'intercalazione di strati e lenti di trubi, visibili da lontano nella scura massa argillosa.

FORMAZIONI QUATERNARIE

Formazione lacustre di Agliastro. - Sabbie e marne sabbiose giallastre potenti fino a circa 10 m., che terminano in alcuni dm. di calcare grossolano, e mostrano dislocazioni di pochi gradi. Nel residuo di lavaggio si osservano elementi psammitici di quarzo a spigoli arrotondati ed abbondanti frammenti di lamellibranchi e di gasteropodi, principalmente *Planorbis*. Si tratta di un deposito lacustre antico, a quote di 220 - 225 m. -

Superfici antiche. - Una superficie di erosione impostata su un livello marino di base di alcune decine di m. più alto dell'attuale, raggiunge nella zona rilevata quote di 180-190 m. sul mare. L'unico resto ben conservato di essa si ha 800 m. a SSE della stazione di Favarotta, con resti di alluvione antica sopra le A. B. II.

Alluvioni recenti. - Nel letto del Salso si hanno estesi ed abbastanza spessi banchi di alluvioni ciottolose con grossi blocchi rocciosi (per lo più calcari della Serie Solifera e quarzareniti calcaree tardo-plioceniche).

GEOSTRUTTURE

La tettonica locale è caratterizzata dall'incrocio ad angolo retto di due sistemi di assi di piegamento, diretti rispettivamente NW - SE e NE - SW. Non vi sono elementi per stabilire la precedenza cronologica di uno dei due sistemi. L'intensità dei due pie-

gamenti è praticamente equivalente, e solo osservando zone prossime a quella rilevata si può localmente attribuire maggiore costanza ed estensione alle pieghe NW - SE.

Nella zona Passarello - Favarotta l'incrocio dei due sistemi delimita un quadrilatero di 2-3 km. di lato di terreni della Serie Solfifera, fiancheggiato da quattro anticlinali di terreni presolfiferi e comprendente al centro un quinto sollevamento anticlinale; in breve: una sinclinale complessa della Serie Solfifera ad andamento quadrilaterale. I fianchi esterni sono spesso verticali o rovesciati all'interno, mentre verso l'anticlinale interna le dislocazioni sono meno forti.

Il quadrilatero assiale dell'insieme di sinclinali presenta evidenti culminazioni a metà del lato SE (verso q. 229); a metà del lato NE (solfara Giordano a S Cozzo Giordano); a metà del lato SW (contrada Agliastro verso q. 271). Le culminazioni suddividono in quattro il quadrilatero, riunendosi nell'anticlinale centrale.

L'angolo sud della sinclinale quadrilaterale è relativamente conosciuto per la presenza di vecchi piani della solfara Passarello di cui costituisce l'estremo sud. I lavori si allargavano in profondità oltre i margini della sinclinale, dimostrando che i fianchi di questa sono rovesciati verso l'interno.

Sia l'angolo sud che l'angolo est (Vanelle) sono in forte depressione marcata dalla presenza di potenti masse di A. B. IV al nucleo delle sinclinali, in connessione genetica con le depressioni. Meno depressi invece gli angoli nord e ovest.

Fra le anticlinali esterne, tre hanno il nucleo dato dai terreni tettonizzati della Zona a scaglie di Passarello, la quarta dalle A. B. II, che costituiscono anche il sollevamento centrale.

Nelle A. B. non si può generalmente rilevare alcun elemento della dislocazione. Nella Zona a scaglie l'insieme degli elementi planari di stratificazione, contatti tettonici e scagliosità, mostra un andamento a ventaglio rovesciato (nella sezione trasversale), con inclinazioni minori verso i fianchi e giaciture prevalentemente verticali nelle zone mediane delle anticlinali. Le zone subverticali prevalgono largamente sulle zone laterali meno raddrizzate, osservabili solo presso le zone di minor dislocazione della Serie Solfifera. Il limite fra la Zona a scaglie e la sovrastante Formazione di Licata è puramente tettonico, e la seconda può essere assorbita nella Zona a scaglie fino a scomparire.

Il quadrilatero di terreni della Serie Solfifera si collega con le sinclinali solfifere di Ficuzza verso NW, di Sconfitta verso ovest, di Cozzo S. Angelo verso SW, e di Masseria Drauto verso sud; a mezzo della concordante e non tettonizzata Formazione di Licata si collega inoltre con la zona Cozzo Cuba - Favarottella, che fa parte del piastrone della Serie Solfifera di Campobello di Licata; con la zona della solfara Bifara; ed infine con la zona di Cozzo Porretta, che fa parte della grande sinclinale della Piana di Licata. Riassumendo: i terreni non tettonizzati, ma solo piegati (Serie Solfifera e Formazione di Licata), sono in continuità, mentre i terreni tettonizzati (Zona a scaglie) costituiscono essenzialmente dei nuclei anticlinali fra i primi.

A NE di Cozzo Porretta si ha il massimo sollevamento anticlinale dell'area, con la comparsa entro la Zona a scaglie del nucleo anticlinale delle A. S. di Cozzo Spogliapadrone. Gli elementi planari di esso mostrano inclinazioni prevalenti verso N, forse attribuibili a rovesciamento vergente a S.

Il più importante elemento geostrutturale di origine sedimentaria è dato dall'assottigliamento della Serie Solfifera in una zona est - ovest estesa sopra Rocca S. Benedetto - Stazione Favarotta - Cozzo Vanelle, per mancata deposizione dei tripoli, dei calcari e di parte dei gessi, con formazione di un deposito detritico trasgressivo fra gli ultimi strati dei gessi e le A. B. II che ne costituiscono il substrato. Il fenomeno è chiaramente analizzabile nella gamba E dell'anticlinale della solfara Giordano (sud di Cozzo Giordano). La zona di emersione sembra in relazione con la presenza della massa di A. B. II. Il sollevamento anticlinale centrale coincide con quest'area di minore sviluppo della Serie Solfifera, e quindi di minore resistenza. Sembra esservi una connessione fra zone di riduzione della Serie Solfifera e movimenti positivi delle argille pre-solfifere, tanto più che fenomeni analoghi sono stati osservati nella zona della solfara Lucia presso Agrigento, e sembrano presenti anche alla solfara Bifara, dove le scaglie della Zona di Passarello intagliano direttamente la sinclinale solfifera.

Z U B B I

La concessione mineraria di Zubbi a NE S. Cataldo (Caltanissetta) è compresa nei comuni di S. Cataldo e Caltanissetta presso la strada nazionale Caltanissetta - Canicatti.

Il rilievo geologico è stato eseguito nel Giugno 1952 alla scala di 1:10.000 per una piccola area comprendente la concessione ed alcuni permessi di ricerca adiacenti.

STRATIGRAFIA

TERRENI PRESOLFIFERI

Zona a scaglie marnoso-argillose (Zona di Passarello). - E' messa a giorno dalla nuova strada che dalla nazionale si dirige verso SE presso q. 575. Si ha il solito impasto di argille scagliose brune o grigio-verdastre ($\text{CaCO}_3 = 0.4\%$), con microfauna a radiolari, ellipsonodosarie, *Globorotalia mayeri* CUSH. & ELLISOR, foraminiferi arenacei, indicante ambiente marino profondo ed età riferibile all'Aquitaniense od al massimo Oligocene superiore; in seno a queste si trovano scaglie di marne chiare ($\text{CaCO}_3 = 41\%$) larghe 1-2 m. e lunghe parecchi metri, contenenti abbondantissima fauna a globigerine, con la normale associazione della Formazione di Licata.

L'orientazione delle scaglie è in piani subverticali diretti E-W o NE-SW.

Formazione delle argille brecciate direttamente sottostante alla Serie Solfifera (A. B. II). - Affiorano nell'anticlinale di Contrada Drezzeria, in quella di Contrada S. Leonardo, nell'angolo NW ed in quello SW della zona rilevata. Corrispondono alle argille brecciate finora descritte, con frammentini di marna chiara a globigerine proveniente dalla Formazione di Licata, in un impasto grigio-azzurro con frammenti di argille bru-

ne, rosse ecc. - Si hanno frequenti blocchi inclusi di quarzareniti a cemento quarzoso o calcareo, di arenarie glauconitiche, di breccie calcaree di scogliera semicristalline probabilmente eoceniche.

SERIE SOLFIFERA

Tripoli. - Ben sviluppato con un'alternanza potente 25 m. di strati di diatomite (da 13 a 15) spessi da m. 0,50 a m. 1,50, e di marne grigie più o meno bituminose con spessori attorno ad 1 m. - La serie è stata coltivata come scisto bituminoso in piccole lavorazioni sull'affioramento della Serra dei Gessi.

Calcare di base. - Mentre il tripoli è uniformemente sviluppato nella zona, scomparendo solo nell'angolo SE, dove manca quasi tutta la Serie Solfifera, il calcare di base è ben sviluppato verso le contrade Giorgibello - Belvedere - Fazzotto e scompare a NW verso la Serra dei Gessi. L'aspetto è quello già descritto a grossi banconi di breccia risedimentaria; nella Contrada S. Leonardo, in zona di passaggio alla Serra dei Gessi, mostra invece poca potenza e sviluppo a straterelli sottili non risedimentari, con fitte intercalazioni marnose.

Formazioni mineralizzate. - Alla base della formazione dei gessi, occupano un'area resa evidente a giorno dalle discariche dei rosticci delle solfare, intermedia fra gli affioramenti della Serie Solfifera priva di gessi verso SW e SE, e gli affioramenti privi del calcare di base verso NW.

Consistono in un'alternanza di 15 m. circa di minerale (fino a 4 strati) e di marne sottilmente stratificate (« partimenti ») grigie con bande bianche di 0,5-1 cm., con accenni di gradazione. Verso le contrade Belvedere e Fazzotto a SE, verso la Serra dei Gessi e Contrada Giorgibello a W, la zona mineralizzata si restringe fino a scomparire.

Gessi. - La formazione giunge a massimi di 70 - 80 m. di potenza verso NW (Serra dei Gessi) e si assottiglia verso sud e verso est (Contr. S. Leonardo) per scomparire nelle località Giorgibello - Belvedere - Fazzotto.

I singoli banconi di gesso, potenti fino a 10 m., hanno varie strutture: alla base si ha un banco di « balatino » molto marnoso, segue verso l'alto una zona detritica con qualche strato di arenaria compatta costituita da gesso detritico (che potrebbe esser chiamata « gessarenite » evitando il nome di « arenazzolo » che MOTTURA (1871) ha dato ad un'altra formazione al passaggio fra gessi e trubi), e con alcuni metri di breccia risedimentaria a grossi elementi di gesso « balatino » o di selenite geminata (« spicchiolino ») in matrice gessoso-marnosa verde. Al di sopra si ritrovano il balatino (2 o 3 banconi) ed infine 5 banchi di gesso spicchiolino con base più o meno sottile di balatino. Tutti i banchi gessosi sono separati da più sottili partimenti di marna argillosa verde.

Formazioni delle argille brecciate associate ai gessi (A. B. III). - In qualche sondaggio sono stati incontrati uno o due orizzonti di argille brecciate, poco al di sopra della breccia gessoso-marnosa prima nominata, con spessori fino a 6 m. e con aspetto e struttura corrispondenti ai tipi già descritti.

La presenza di orizzonti di A. B. III si avverte anche in superficie poiché nelle zone di affioramento dei gessi si incontrano rari blocchi di arenarie quarzose, che possono provenire solo dallo stesso piano dei gessi.

Arenazzolo. - E' un orizzonte interposto fra gessi e trubi, con potenze fino a 10 m., di sabbie poco gessose pressoché sciolte, con zone basali di breccia grossolana argilloso-gessosa. Ben sviluppato nella zona delle solfare, corrisponde ad erosione in parte dei gessi, in parte probabilmente di piani sottostanti, con carattere di formazione discontinua in zone di attuali sinclinali ed originari bacini di sedimentazione.

Trubi. - Corrispondono alle descrizioni già fatte, con la medesima potenza variabile da 0 a 100 m. - Si trovano in trasgressione sui calcari di base, sui gessi e sull'arenazzolo, e nell'angolo SE (appena fuori della zona rilevata) anche sulle argille pre-solfifere. Assumono generalmente potenze minori dove ricoprono le formazioni più recenti (arenazzolo e gessi) e maggiori dove giacciono direttamente sui calcari di base, ossia nella metà sud della zona rilevata.

Qualche strato di trubi è intercalato o sottoposto all'arenazzolo (Contrada Drez-zaria). Sembra pertanto che quest'ultimo sia contemporaneo a parte dei trubi, e li sostituisca proprio in zone di ridotto spessore di questi.

Formazioni delle argille brecciate associate ai trubi (A. B. IV). - Costituiscono il nucleo della sinclinale principale che attraversa da ovest ad est l'area rilevata, ed il terreno più recente della zona. Raggiungono potenze sul centinaio di metri, aumentate dal corrugamento, e contengono grossi esotici di arenarie a cemento quarzoso e di calcari semicristallini brecciati a coralli, e minori esotici di calcare marnoso variegato tipo « scaglia ».

Per lo più sviluppate in modo tipico con tessiture prive di stratificazione, hanno mostrato nelle carote di sondaggio frequenti passaggi a tipi stratificati, con intercalazioni di argille fini o di strati classificati di frammenti argillosi o marnosi a grana psammitica o psefitica, o di brecciolina calcarea corrispondente agli esotici, o di sabbie grossolane.

Sul fianco nord della sinclinale si rintraccia nelle A. B. una intercalazione di trubi di pochi cm. di potenza.

GEOSTRUTTURE

L'area di Zubbi è costituita da una grande sinclinale complessa, con asse piegato dal caratteristico incrocio di direzioni già visto per Passarello. Il tratto occidentale (C. Cali) è diretto ovest-est lungo la Serra dei Gessi che ne costituisce il fianco nord. Seguono un tratto diretto NW-SE ed uno successivo SW-NE. Quest'ultimo si complica con due ondulazioni del fianco NW che formano altrettante anticlinali secondarie (Contrada Drez-zaria ed estremo est di Contrada S. Leonardo).

Il fianco sud della sinclinale complessa presenta i trubi ed i calcari di base rovesciati verso nord sopra le A. B., con pendenze negative spesso minori di 45°, con so-

vrascorrimenti verso nord a C. Caia e verso est in Contrada Fazzotto dove i tripoli giacciono direttamente sui trubi.

A ovest dell'abitato di S. Cataldo si hanno varie piccole ondulazioni, e a sud di Contrada Fazzotto si ha una sinclinale con trubi direttamente appoggiati sui terreni presolfiferi.

ARGILLE BRECCIATE

Le argille brecciate negli studi precedenti. - MOTTURA (1871-72) riconosce le argille brecciate presolfifere, quelle intercalate ai gessi, ed infine le A. B. IV di cui mette in rilievo l'associazione con i trubi (« marne intercalate con i trubi ») ed il fatto che in mancanza di questi è difficile classificarle cronologicamente.

La formazione delle A. B., designate come « marne ed argille azzurre », ebbe causa nella presenza di rilievi argillosi, nei quali per azione delle acque le argille si rammolirono dando origine a frane considerevoli specialmente alla base del Pliocene; rovinarono anche le rocce compatte intercalate alle argille, come i calcari nummulitici e le arenarie. Viene messa in rilievo la grande importanza di queste frane in Sicilia. Interessante è l'osservazione che la formazione di un deposito marnoso somigliante ad una puddinga si verifica ancora attualmente nei valloni e nei fiumi: se il cammino percorso dai frammenti di marna non è troppo lungo essi non hanno il tempo di disfarsi completamente. Quando vi sono blocchi calcarei ed arenacei incassati nelle argille, significa che vi fu vera frana.

Vengono citate come tipiche le argille delle solfate di Trabia-Tallarita e di Juncio.

BALDACCIO (1886) riconosce in varie località della zona solfifera una formazione di « argille associate ai trubi », con strati intercalati di questi, oppure interposte fra questi ed i gessi. Esse debbono essere cronologicamente ascritte ai trubi, e si trovano p. es. allo Juncio, fra Aragona e Comitini, nei dintorni di Naro ecc. - Talvolta offrono i caratteri delle argille eoceniche (= « argille scagliose ») cioè la scagliosità e gli esotici. Sono formate a spese della formazione eocenica (= « argille scagliose ») la quale, demolita da forti correnti o anche per mezzo di grandi frane, andava a depositarsi sul fondo del mare pliocenico.

Il riconoscimento si limita pertanto alle A. B. IV.

BEHRMANN (1938) non distingue litologicamente le argille brecciate. Si possono riconoscere nella sua carta e nella sua descrizione le A. B. IV, considerate come flysch argillo-marnoso eocenico ed inframiocenico con lembi di trubi in parte tettonizzati, « intruso » diapiricamente con strutture milonitiche nei nuclei delle sinclinali della Serie Solfifera; ad esempio a Cipolla (Riesi), a Trabia-Tallarita, a S. Elisabetta (Raffadali), ad Aragona-Comitini, a sud di Mussomeli, a Bosco-Stincone (Serradifalco). Mentre non appaiono riconosciute nemmeno come « flysch » le A. B. IV della sinclinale di Juncio (Caltanissetta), di Deli (Agrigento), ed altre minori.

BENEO (1949-51) non fa distinzione fra A. S. ed A. B. -

FRANCAVIGLIA (1951) vede le « argille associate ai trubi » di BALDACCIO formare una evidente falda di ricoprimento.

MOTTA (1951) non distingue le A. B. dalle A. S., che vede « insaccare » spezzoni della Serie Solfifera, e disegna stereogrammi per i quali le sinclinali p. es. di Bosco-Stincone e di Aragona-Comitini sono solamente apparenti. In un altro lavoro (1952) definisce « tracce evidenti di tettonizzazione » le caratteristiche strutturali delle A. B., che risultano tali dalla sua descrizione, anche se è da invertire nei termini cronologici la definizione secondo LIPPARINI da lui riportata: « argilla tortoniana a stratificazione obliterata, contenente frammenti esotici di una marna oligocenica ».

Al di fuori della Sicilia sono descritte rocce comparabili alle argille brecciate nel Sudamerica. BALDRY (1938) e BARRINGTON BROWN (1938) descrivono strati di argilla brecciata spiegandoli come formazioni di frizione per scivolamento a piccolo angolo di pendenza di formazioni già consolidate. DORREEN (1951) descrive depositi di breccia argillosa con inclusi rocciosi di dimensioni fino a parecchi metri, spiegandoli mediante colate o correnti fangose subacquee provenienti da soglie sottomarine di faglia, e considerandoli prodotti di deposizione secondaria, definita come redistribuzione sottomarina di sedimenti in contrapposto alla normale erosione che produce depositi primari.

Caratteristiche generali. - Le argille brecciate sono state osservate con caratteristiche comuni in tutta la zona solfifera siciliana. Litologicamente si ha una certa variabilità dei componenti argillosi, provenienti da varie formazioni, ed una grande variabilità degli inclusi « esotici », insieme con la costante presenza dei frammenti di marna chiara tortoniano-elveziana a globigerine della Formazione di Licata. Nella microfauna è costante la mescolanza di associazioni di facies ed epoche diverse, con diverso grado di rimaneggiamento e con prevalenza delle specie planctoniche della Formazione di Licata e delle specie arenacee delle argille grigio-brune oligoceniche. Anche le A. B. V intercalate ai sedimenti pliocenici non mostrano foraminiferi più recenti di quelli tortoniani, tolto qualche reperto nella zona del Vallone Scavo (Grottacalda), contenente poche forme tipicamente plioceniche, oppure di facies litoranea probabilmente plioceniche.

Giacitura. - Le varie masse di A. B. costituiscono intercalazioni lentiformi nei sedimenti dal Tortoniano al Pliocene, con esclusione del tripoli e del calcare di base, per quanto osservato finora. La convenzionale divisione dei vari affioramenti di A. B. in cinque gruppi permette di distinguere fra numerosi orizzonti discontinui e di livello incostante, ed in parte corrisponde a raggruppamenti naturali.

Le A. B. I sono sottoposte a sedimenti tortoniani: la presenza in esse di frammenti marnosi della Formazione di Licata dimostra che non sono anteriori al Miocene medio. Sono state osservate presso Serradifalco, nelle zone di Contrada Licalzi, C. Lumera e Agliastretto - Cozzo Pietrarossa, in estese masse sottoposte a sedimenti marnoso-sabbiosi tortoniani.

Le A. B. II sono direttamente sottoposte alla Serie Solfifera e sovrapposte alla Formazione di Licata oppure alla Zona di Passarello. In quest'ultimo caso si osservano scaglie di argille brecciate comprese nella Zona a scaglie, indicanti che la formazione tettonica di questa è posteriore alla messa in posto delle A. B. II.

1) A Passarello la giacitura delle A. B. II si osserva solo ad E di Cozzo Vanelle, con affioramenti che ne mostrano l'incassamento fra Serie Solfifera e Formazione di Licata oppure Zona di Passarello.

2) Un esempio di regolare incassamento delle A. B. II fra Serie Solfifera e Formazione di Licata è visibile nella zona a nord di Valguarnera - Contrada Càstani - Val-

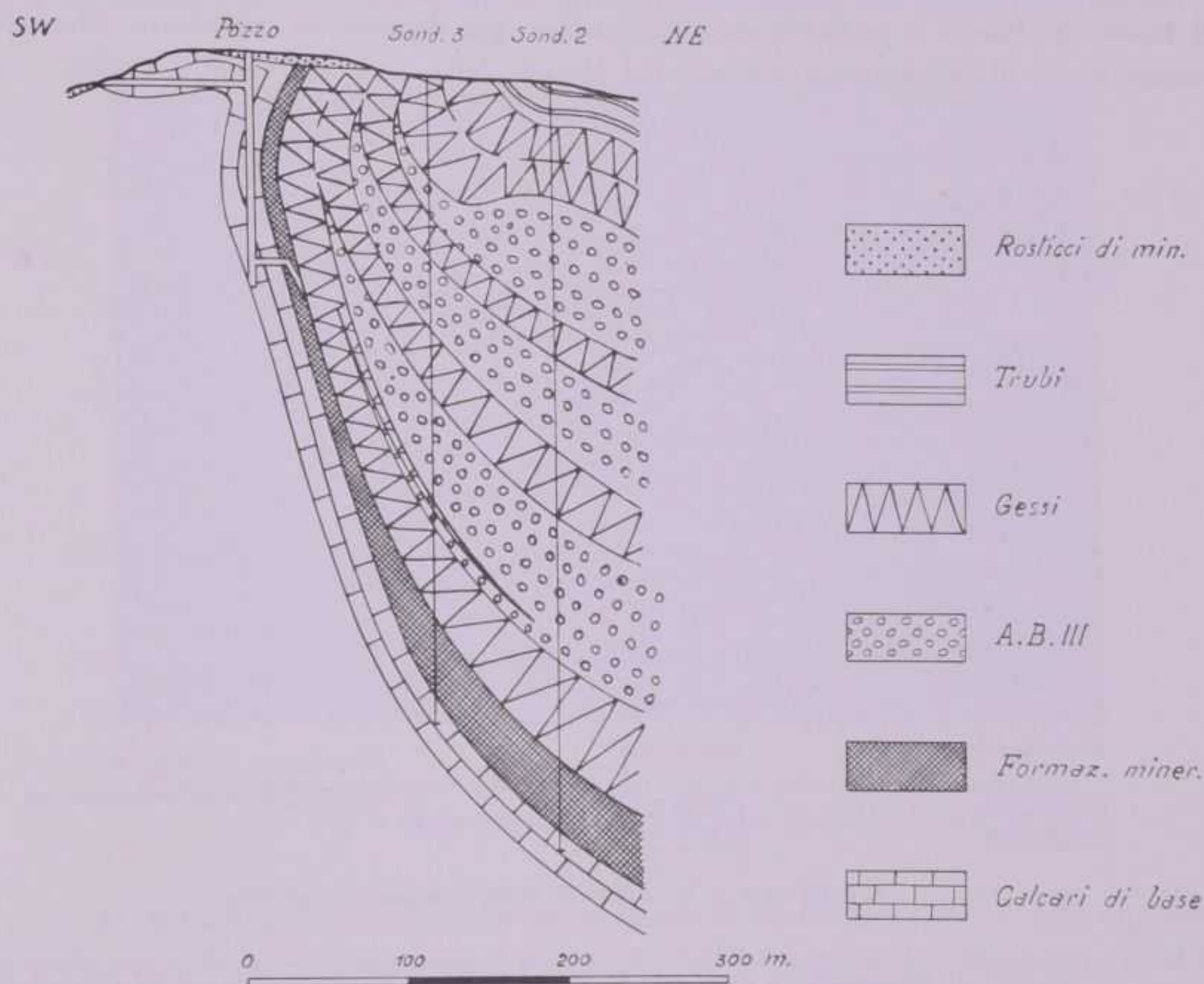


FIG. 16. - Passarello - Potenza crescente delle A. B. III in profondità.

lone Gresti, dove può esser seguito per vari km. - Le A. B. II vi raggiungono potenze superiori a 150 m., costituendo uno dei più estesi affioramenti del genere. Nella prossima area di Grottacalda le A. B. II sono molto estese, e la loro giacitura si può osservare, fuori del rilievo qui riportato, presso la macaluba di Floristella, collocata in un'anticlinale con nucleo di scaglie della Zona di Passarello, limitata verso est da una fascia di circa 80 m. di A. B. II, cui segue la Serie Solfifera della solfara di Floristella.

3) A Zubbi le A. B. II sono largamente presenti, con ben visibile sottoposizione alla Serie Solfifera.

Le A. B. III sono intercalate fra i gessi, come i normali « partimenti » di marne argillose, ma raggiungono potenze molto maggiori.

1) A Passarello sono visibili a giorno con potenza di 36 m. fra due banchi di

gesso dell'affioramento più volte citato delle Vanelle. E' chiaro sul terreno l'andamento lentiforme passante a stratiforme, concordante con i gessi.

2) Nella sinclinale della solfara di Passarello le A. B. III non sono visibili in superficie, ma sono state incontrate dai sondaggi come intercalazioni ripetute (fino a 6) fra i gessi, con potenze da meno di 1 m. a 65 m., crescenti verso il fondo della sinclinale.

La forma lenticolare concordante con la serie dei gessi e con spessori massimi verso il fondo del bacino è probabilmente singenetica, per deposito in subsidenza. Mancano infatti tracce di strizzamento tettonico dai fianchi della sinclinale verso il fondo.

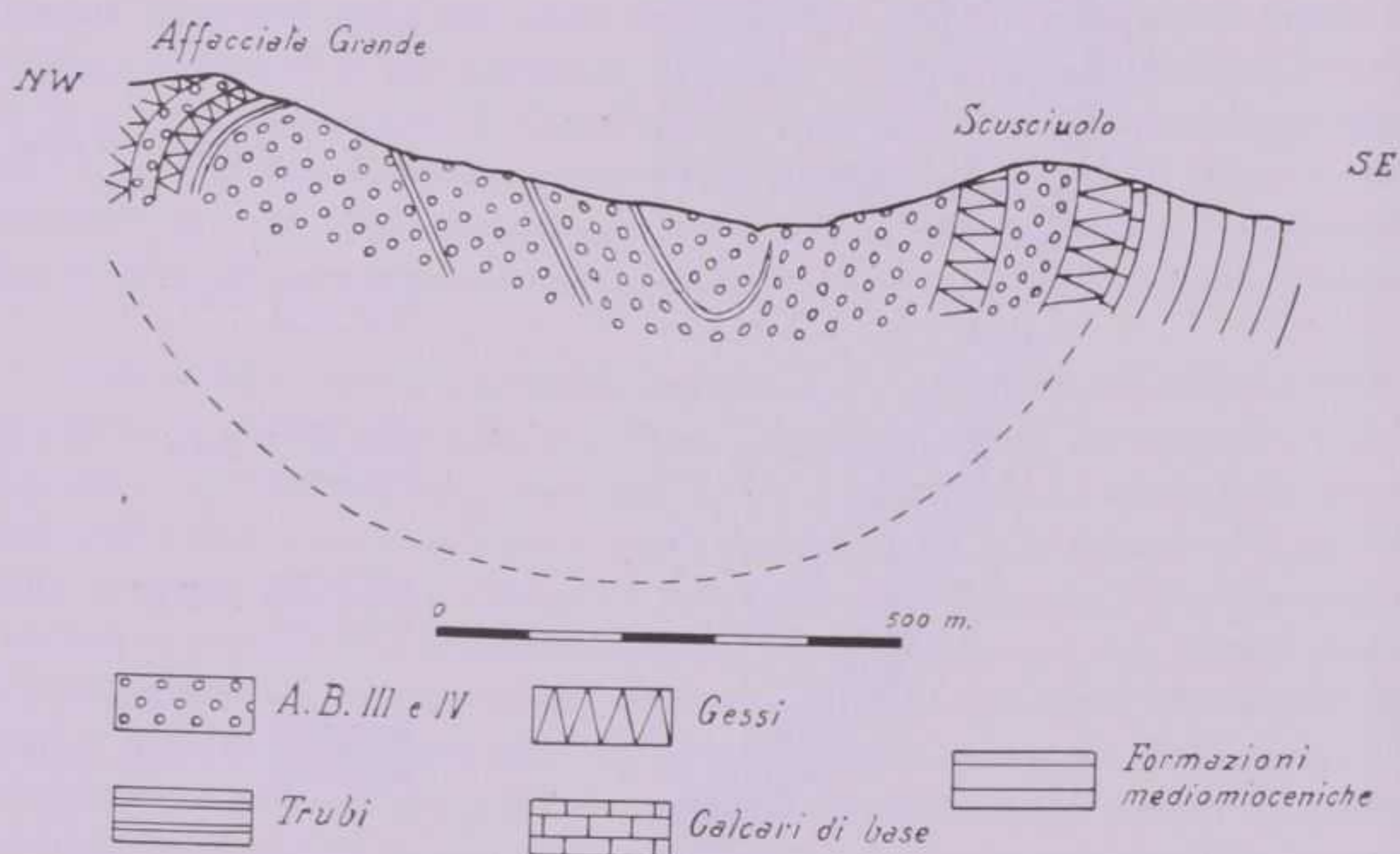


FIG. 17. - A. B. III ed A. B. IV a NW di Bosco - Stincone (Serradifalco).

3) A SW di Passarello è stata studiata con rilievi e con sondaggi la sinclinale di C. Bonanno, per ora non pubblicata. Le A. B. III sono intercalate alla base dei gessi, ed esiste una chiara inversione di sviluppo fra i due depositi. Verso NW si hanno 6 banchi di gesso non intercalati da argille brecciate. A metà del bacino rimangono i 3 o 4 banchi superiori, ed alla base si ha un'alternanza potente 70 m. di argille brecciate e di marne, con qualche traccia di gessi. Verso SE i gessi sono ridotti ad un banco interposto fra i trubi e le potenti A. B. III, direttamente passanti al calcare di base (v. Fig. 24).

4) A Zubbi la presenza delle A. B. III è dimostrata a giorno dalla presenza di blocchi di arenaria quarzosa nella zona di affioramento dei gessi. In due sondaggi è stata osservata una fascia potente da 1 a 6 m. di A. B. III, direttamente sovrapposta ad un deposito conglomeratico gessoso-marnoso dovuto a diastrofismi durante il deposito dei gessi. Si intravede una relazione causale fra questi fatti e la messa in posto delle A. B. III.

5) Estesi affioramenti di A. B. III si hanno nella zona di Affacciata Grande e di Pervolidda a nord della solfara Bosco presso Serradifalco.

Le A. B. IV sono associate ai trubi. Le masse maggiori sembrano ad essi sovrapposte, ma i sottili strati di trubi ad esse intercalati dimostrano che la sedimentazione di questi continuava durante la messa in posto delle A. B. IV.

Fra i vari gruppi delle A. B. questo è meglio riconoscibile perchè forma potenti nuclei oscuri nelle chiare sinclinali della Serie Solfifera. Costituisce una delle più estese formazioni della zona solfifera, potente spesso centinaia di metri, depositata e corrugata in concordanza con i trubi, con la discontinuità propria dei depositi lenticolari.



FIG. 18. - Solfara Stincone, con le A. B. IV del nucleo della sinclinale Bosco-Stincone, con le caratteristiche intercalazioni chiare dei trubi.

1) A Grottacalda è rilevabile sopra i trubi da M. Pietragrossa a S. Elia una lente potente circa 40 m. e lunga oltre 2 km. di A. B. IV caratterizzate dai grossi esotici di calcare bianco paleogenico a ovest di M. Pietragrossa, già descritti. Una seconda fascia entro i trubi, potente da m. 2,50 a m. 25 nella zona del Pozzo Grande, è ben documentata nei piani della miniera. In profondità ambedue le lenti aumentano di potenza, specialmente la seconda, che nella zona Pozzo Mezzena - Sond. 4° raggiunge i 150 m., ricoprendo direttamente in discordanza la formazione mineralizzata e probabilmente il calcare di base.

Il passaggio dalle A. B. ai trubi è stato osservato nei particolari nel Sond. 5°, che ha attraversato una ripetuta alternanza di trubi ed argille brecciate in strati da 0,3 m. a 2 m. a 17 m., con potenza complessiva di 61 m. - I singoli strati di trubi passano alle argille brecciate nettamente verso l'alto, gradualmente verso il basso: alcuni strati sono costituiti da conglomerato ad elementi argillosi e marnosi delle argille brecciate cementati dal sedimento dei trubi.

2) A Passarello le A. B. IV sono particolarmente evidenti nella sinclinale di Cozzo Vanelle, incisa dal Vallone di Favarotta. E' stata minutamente descritta (v. Passarello) la zona di passaggio dai trubi alle A. B. IV, potente poco meno di 70 m., con ripetute alternanze e con due zone di « strati di passaggio » dovuti a mescolanza del

sedimento dei trubi con torbida proveniente dalle argille brecciate, appena prima della messa in posto di queste.

3) La sinclinale della solfara Passarello è stata attraversata da un sondaggio che ha messo in evidenza le A. B. IV poco visibili a giorno, trovando fra di esse ed i trubi, anzichè un'alternanza di carattere sedimentario (come negli « strati di passaggio » delle Vanelle), una zona milonitica potente probabilmente 40 m., con gesso cataclastico da grossi blocchi a minuti frammenti, immerso in argilla marnosa gialla. Questa



FIG. 19. - Sond. Grottaacalda 5° - Trubi contenenti una brecciolina scura, argilloso-marnosa, delle A. B. IV.

sembra essere un materiale di frizione misto dei trubi e delle A. B. IV, caratterizzato da relativa scarsità o frammentarietà dei microfossili e degli altri componenti normali del residuo di lavaggio.

Nella sinclinale Vanelle una simile zona milonitica sembra presente nell'allineamento di blocchi di gesso e di calcare, visibile per circa 200 m. al limite trubi - A. B. IV, già minutamente descritto (v. Passarello) come Zona delle Vanelle.

4) Un piccolo nucleo di A. B. IV è stato rilevato nella sinclinalina a SW di Cozzo Giordano, ed uno simile esiste probabilmente nella sinclinale di Masseria Drauto presso Passarello.

5) A Zubbi le A. B. IV mostrano chiari rapporti di giacitura quale nucleo della grande sinclinale complessa est - ovest che occupa quasi tutta la zona rilevata. Il Sond. 1° al centro della sinclinale ha attraversato m. 95,45 di A. B. IV raggiungendo i trubi. Il Sond. 5° sul fianco sud rovesciato della sinclinale è entrato dopo m. 10,20 nelle A.

B. IV, fino a m. 86,60 dove ha raggiunto la formazione mineralizzata. Fra le q. 593 e 598 si estendono al di sotto delle A. B. IV i lavori della miniera Zubbi riportati da vecchi piani.

Un particolare locale è la presenza di frequenti orizzonti classificati e stratificati nella breccia argillosa.

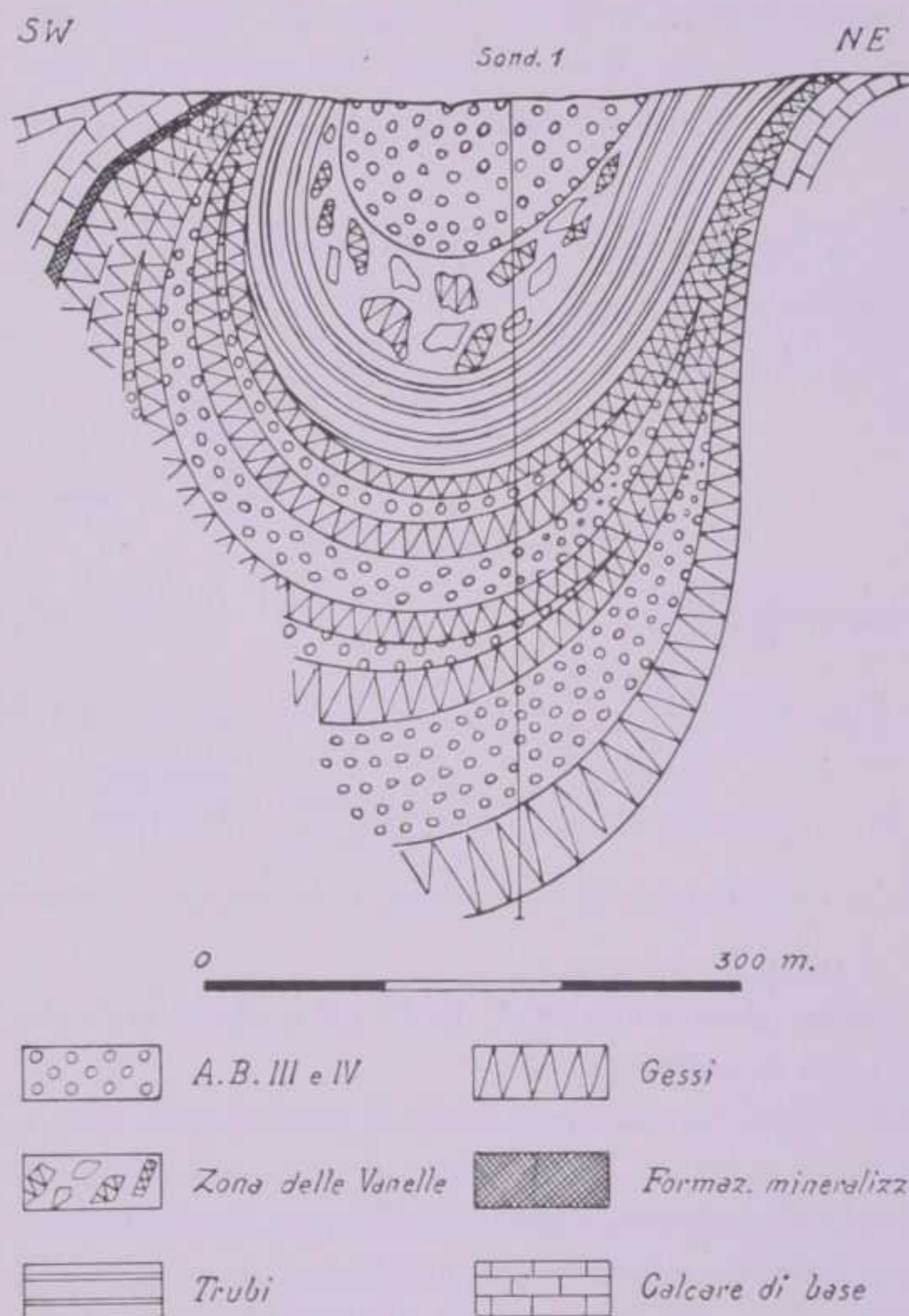


FIG. 20. - Passarello - A. B. IV, Zona a blocchi delle Vanelle ed A. B. III.

6) Un tipico nucleo di A. B. IV si ha nella sinclinale delle solfate Bosco - Rabbione - Stincone - Apaforte presso Serradifalco, il cui rilievo verrà pubblicato in seguito. Ben visibili sono le bande di trubi nelle A. B. della collina q. 381 (detta Cozzo Pilaciocchi) che domina la solfata Stincone (v. Fig. 18) e che costituisce il fianco NE della sinclinale diretta NW-SE; il fianco SW è rappresentato dalla zona di Vallone Lumera - Cugno del Principe, con trubi e marne tortoniane rovesciati verso NE sopra le A. B. IV; nella Serie Solifera mancano qui completamente i gessi, e quasi completamente i calcari ed i tripoli.

7) A NW della precedente si trova la sinclinale Affacciata Grande - Scusciolo, con nucleo parimenti costituito da A. B. IV con strati di trubi (v. Fig. 17).

8) Due piccoli nuclei sinclinali di A. B. IV si trovano nei trubi rispettivamente a 1 km. a NE della solfara Stinccone, ed appena a sud della solfara Apaforte, all'inizio della lunga e stretta sinclinale ENE-WSW di Mandra di Mezzo.

9) In un'altra zona rilevata e per ora non pubblicata è stato riconosciuto un grosso nucleo di A. B. IV nella sinclinale Deli - Falsirodda a NE delle solfate Ciavolotta - Lucia presso Agrigento.

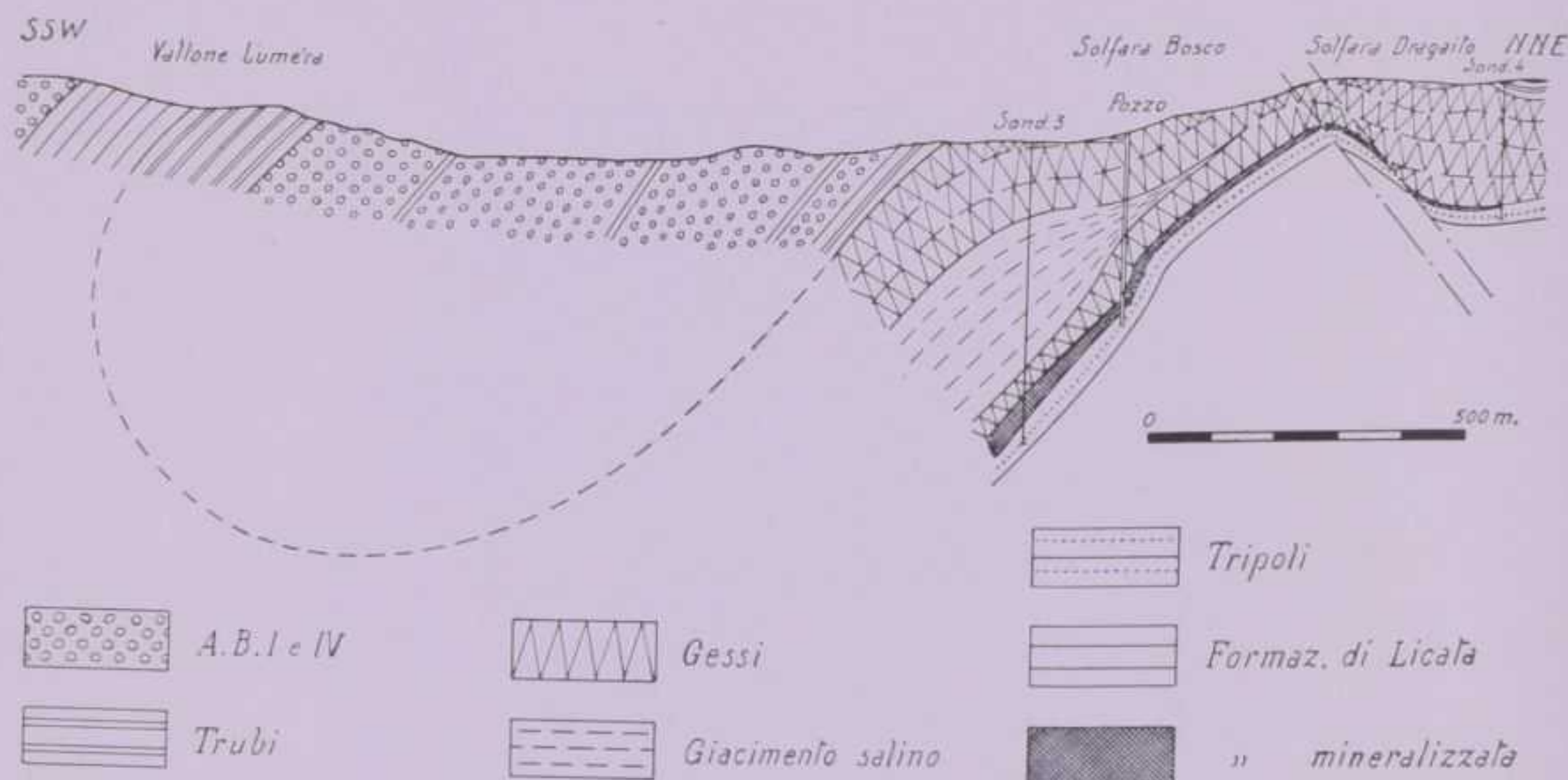


FIG. 21. - A. B. I ed A. B. IV nella sinclinale Bosco - Stinccone (Serradifalco).

Sono state inoltre riconosciute le A. B. IV nei nuclei di varie sinclinali non rilevate in dettaglio come le precedenti:

10) Sinclinale Juncio - Saponaro a NE di Caltanissetta, ben nota per le sue omonime solfate.

11) Sinclinale di Aragona - Comitini, sviluppata fra i paesi omonimi e a nord di essi, con importanti solfate lungo i suoi fianchi.

12) Sinclinale di S. Elisabetta a nord di Raffadali.

13) Sinclinale di Trabia - Tallarita attraversata dal Fiume Salso fra Sommatino e Riesi, con le solfate omonime: questa e quella di Aragona sono forse le due maggiori masse di A. B. IV riconoscibili nella zona solfifera siciliana.

14) Sinclinale della solfara Pintura presso Aidone, con la Formazione di Licata a letto della Serie Solfifera e le A. B. IV con sottili strati di trubi a tetto.

Tutte le masse di A. B. IV elencate mostrano di giacere come nuclei di sinclinale, con piegamento visibile nell'andamento delle intercalazioni di trubi. A Passarello, Zubbi e Bosco-Stinccone l'andamento delle sinclinali è stato controllato con sondaggi, ed altrettanto sembra stia accadendo col progredire delle ricerche minerarie in altri bacini solfiferi, come p. es. in quelli di Aragona-Comitini e di Juncio.

Le A. B. V sono intercalate ai sedimenti del sistema pliocenico, e sono state finora riconosciute a Grottacalda, con massimo sviluppo verso la Contrada Seavo, ed

estensione verso S fino all'altezza della solfara Grottacalda. Più ad est, verso Valguarnera, non sono state ritrovate, mentre sembrano continuare verso W (Valle Sciolta-bino).

Nella zona di Cozzo Scavo le A. B. V assumono forti potenze (circa 300 m.), alternandosi con due livelli di quarzareniti calcaree; l'andamento a sinclinale di queste ultime permette di distinguere approssimativamente le A. B. V dalle limitrofe A. B. II. La giustezza della distinzione viene confermata dalla presenza di scarsi foraminiferi pliocenici nelle A. B. V, in aggiunta alla normale mescolanza di microfaune.

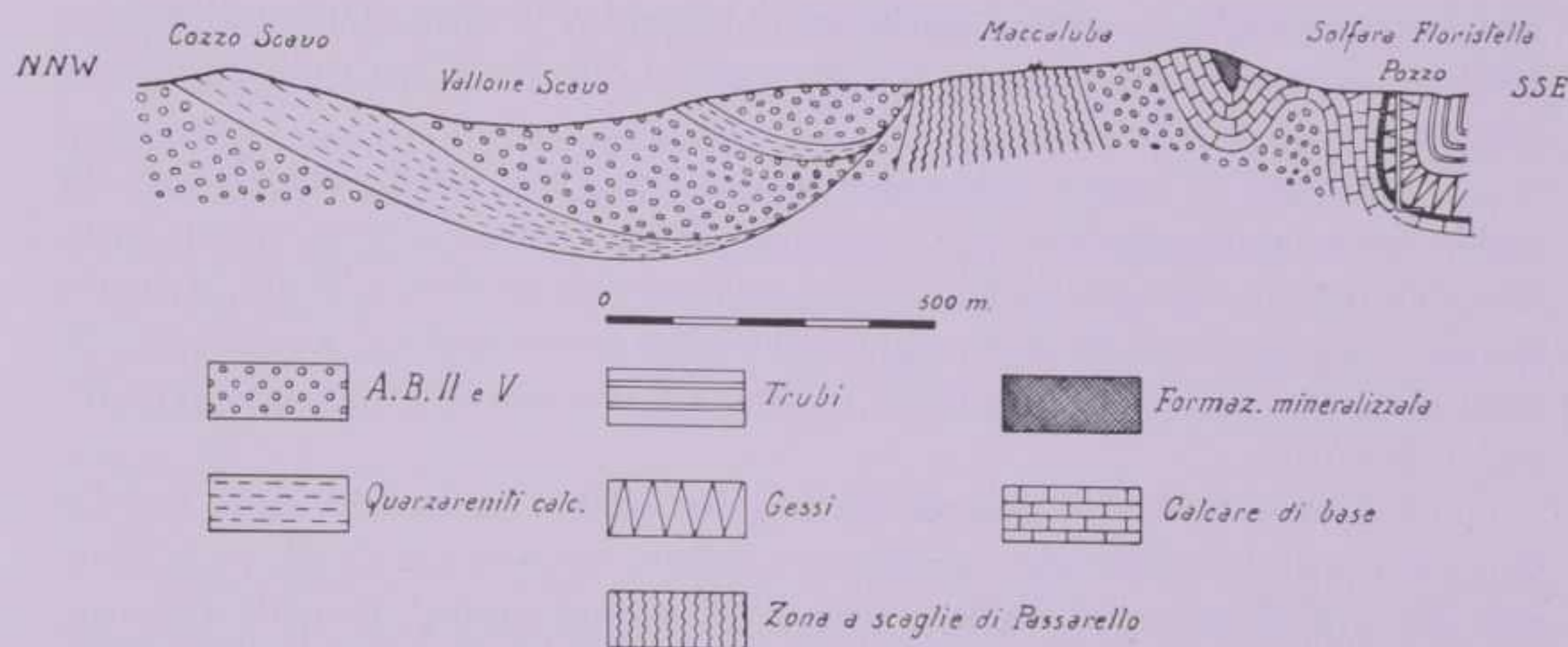


FIG. 22. - A. B. II ed A. B. V presso Floristella (Valguarnera).

Nella zona di Ramata si sviluppa il sistema pliocenico a facies siltoso-marnosa con intercalazioni di quarzareniti calcaree e di A. B. V (facies di Grottacalda). Le A. B. V si rilevano in modo sommario, ma il loro andamento complessivo è abbastanza sicuro e risulta in cinque estese lenti lunghe fino a 2 km. e potenti 20-25 m. ciascuna. Una sesta lente dello stesso tipo è stata attraversata dal Sond. 3° a SW della solfara di Pietragrossa. La giacitura delle lenti è concordante con quella dei sedimenti pliocenici, come si può dedurre dal parallelismo con le intercalazioni quarzarenitiche.

Significato della struttura brecciata. - Le argille brecciate sono state finora considerate sedimenti di frana (MOTTURA, BALDACCIO) oppure prodotti di cause tettoniche (MOTTA 1952). Anche BALDRY (1938) e BARRINGTON BROWN (1938) ammettono una produzione tettonica di simili brecce, secondo piani di scivolamento che possono essere considerati faglie normali a piccolo angolo d'inclinazione.

La deformazione plastica di rocce o materiali analoghi sollecitati oltre il limite di elasticità si verifica, come è noto, mediante scorrimento lungo due sistemi incrociati di superfici parallele, corrispondenti in partenza a « piani di taglio » a 45° dalle direzioni della sollecitazione. Nei livelli superiori della crosta terrestre le rocce coerenti

(ad elevato modulo di elasticità) subiscono deformazione discontinua, ossia rottura lungo i « piani di taglio », più o meno regolare secondo l'omogeneità del materiale, con formazione prima di cataclasi poi di miloniti. Le rocce incoerenti (a modulo di elasticità molto basso) come le argille subiscono invece deformazione continua, con scorrimenti negli originari « piani di taglio ». Le superfici di scorrimento diventano anche superfici di fissilità della roccia, che risulta divisibile in prismetti rombici. Il sovrapporsi di più sistemi di piani, e la divisibilità secondo superfici corrispondenti a fratture di tensione, fanno sì che più frequentemente la roccia si divida in scagliette romboidriche più o meno appiattite (v. ad es. SCHMIDT 1932).

A questo tipo appartengono le « argille scagliose » in senso litologico, che debbono essere considerate un tipo particolare di tettoniti di livello geologico molto superficiale; e vi appartiene quasi tutta la parte argillosa delle A. S. nel senso geotettonico secondo BENEÓ.

La struttura di breccia delle argille brecciate non è di origine tettonica, poichè argille notevolmente plastiche non possono per deformazione tettonica assumere strutture cataclastiche, ma solo quelle plastiche delle « argille scagliose ». Inoltre si osserva il passaggio a strati con elementi arrotondati e più o meno classificati e a zone di sedimentazione fine psammitica o pelitica. La struttura brecciata dev'essere perciò di origine sedimentaria.

Si formano attualmente depositi con struttura simile a quella delle argille brecciate, ossia i suoli delle formazioni argillose o marnose, che sono dati da una pasta di argilla fine o di frammentini argillosi, contenente elementi angolosi di argilla o di marina. Il fatto è stato osservato anche da MOTTURA (1872) nelle falde detritiche argillose di valle, ma esso si verifica anche direttamente sopra gli affioramenti delle formazioni argillose, senza trasporto a valle.

Si conclude che la struttura brecciata delle « argille brecciate » è dovuta a disintegrazione superficiale di argille e marne argillose ad opera dell'acqua, e a breve trasporto con grande velocità di deposizione, così da impedire una più completa disintegrazione. L'azione dell'acqua potrebbe essere stata sia sottomarina che subaerea.

Una distinzione fra argille brecciate ed argille scagliose si ha nell'ordine di grandezza dei loro elementi, che nelle argille brecciate vanno dalle particelle pelitiche a frammenti di pochi mm., con eccezionali blocchi maggiori; nelle argille scagliose, anche nei casi di spinto impasto tettonico, si hanno plaghe o scaglie di materiale omogeneo dell'ordine di grandezza almeno dei metri o dei decimetri. Queste scaglie presentano la divisibilità in prismetti o scagliette prima descritta, e forme stirate od arriciate conseguenti alla deformazione plastica, mentre mancano le strutture elastiche caratteristiche delle argille brecciate.

Caratteristiche di significato sedimentario. - E' stata già ricordata la presenza di elementi arrotondati e di inizi di classificazione e stratificazione. Un altro importante carattere sedimentario sono le intercalazioni dei trubi nelle A. B. IV, che come è stato già ricordato da MOTTA (1952) mostrano transizione graduale alle argille brecciate verso il basso e passaggio netto verso l'alto. Questo deposito gradato ha il normale significato di rallentamento dell'apporto detritico, qui rappresentato dalle argille

brecciate, marcato da conseguente aumento relativo del deposito pelitico e biogeno dei trubi, con successiva subitanea ripresa dell'apporto detritico.

Le intercalazioni di trubi sono limitate alle A. B. IV che ne vengono caratterizzate. Non è stata mai osservata la presenza di trubi più antichi della Serie Solfifera, a meno di non confonderli con le marne argillose grigie della Formazione di Licata, che ne differiscono sia litologicamente che micropaleontologicamente, poichè nei trubi sono molto più frequenti le specie bentoniche. La denominazione « trubi » può pertanto essere usata sia in senso litologico per le marne calcaree a globigerine, che in senso stratigrafico per indicare il piano superiore della Serie Solfifera (o piano inferiore del Pliocene secondo RUGGIERI e SELLI 1948) senza possibilità di equivoci.

Talora le intercalazioni dei trubi marcano altrettante linee geostrutturali nei nuclei di sinclinale costituiti dalle A. B. IV, come a Bosco-Stincone (Serradifalco). Le intercalazioni possono mostrare andamenti irregolari, come alle Vanelle presso Passarello, o strutture cataclastiche come in qualche affioramento presso il Pozzo Apaforte 1° della solfara omonima, dovute a successivi movimenti della massa delle A. B. -

Intercalazioni di carattere sedimentario sono presentate anche dalle A. B. III che in Contrada Scusciolo a NE della miniera Bosco (Serradifalco) contengono parecchi straterelli di gesso di pochi cm. o dm. di spessore, evidentemente stratificati in alternanza con le A. B. III.

Inclusi rocciosi (« esotici »). - Non rientra nel quadro sedimentario la presenza degli « esotici ». Il loro trasporto non eccede meccanicamente le possibilità delle normali frane, poichè i blocchi maggiori non superano la diecina di metri di diametro. La loro provenienza esce invece dal raggio d'azione delle frane normali per entrare in quello delle frane orogeniche.

Nelle A. B. II di Contrada Càstani (E Valguarnera) si è potuta constatare una evidente provenienza dei numerosissimi blocchi di arenarie quarzose da analoghi terreni affioranti a distanza di 1-2 km. (v. Fig. 36). Generalmente invece gli esotici (calcarei e brecciole nummulitiche, calcari di scogliera semicristallini brecciati e talora selciosi, calcari verdognoli tipo alberese con fucoidi, calcari verdognoli con selce violacea, calcari nerastri a crinoidi, calcari rosati fetidi con calcite concrezionata, frammenti di straterelli di aragonite fibrosa, arenarie a cemento quarzoso o calcareo, conglomerati a grossi ciottoli, basalti amigdaloidi ecc.) non appartengono a formazioni individuabili nelle immediate vicinanze, e non possono esser stati trasportati da una normale frana per quanto notevole.

Nella Contrada Scusciolo (Serradifalco) le A. B. III con intercalazioni di gesso già descritte contengono abbondanti ciottoli arrotondati di rocce di vario tipo, formando quasi un conglomerato a matrice argillosa. Si tratta invece di esotici provenienti come ciottoli già arrotondati dai conglomerati medio-miocenici, che non sono visibili nelle vicinanze.

Gli esotici sono frequentemente forati da litodomi, specialmente nelle A. B. IV ed A. B. V. Questo significa una permanenza litoranea prima o durante il trasporto per frana, e si collega alla conclusione già esposta, che la struttura clastica delle argille brecciate è dovuta a disintegrazione fisica delle argille da parte dell'acqua.

Un caratteristico tipo di esotici è rappresentato dai noduli limonitici dovuti ad ossidazione fossile di frammenti delle marne piritose intercalate nelle argille grigio-brune oligoceniche. La loro presenza si collega con quella degli esotici forati da litodomi, ad indicare una permanenza subaerea del materiale delle A. B. -

Zona delle Vanelle e strati di passaggio. - La Zona delle Vanelle è un orizzonte di grossi blocchi calcarei e gessosi immersi in argille gialle probabilmente limonitiche dovute a mescolanza di trubi e argille brecciate, con frammenti cristalloclastici di selenite, al limite fra i trubi e le sovrastanti A. B. IV, visibile nella sinclinale delle Vanelle ed attraversato con un sondaggio nella sinclinale della solfara Passarello. La presenza dei blocchi si spiega ammettendo un fenomeno di perforazione (= diapirismo) della Serie Solfifera da parte del materiale argilloso che ha poi costituito le A. B. IV, con trascinamento di blocchi sopra i trubi, con schiacciamento di questi e parziale distruzione dei microfossili, con produzione di farina gessosa grossolana. I blocchi calcarei sono minutamente cataclastici, a differenza di quelli gessosi.

Analoghi trascinamenti di blocchi si hanno, a scala talora molto maggiore, nelle A. S. toscano-emiliane e nelle grandi zone a scaglie fra le falde alpine. Con questo le frane delle A. B. si avvicinano al carattere di frane orogeniche.

Sono state descritte per le Vanelle anche zone di « strati di passaggio » fra trubi ed A. B. IV, dove in circa 4 m. i trubi vengono progressivamente intorbidati da materiale pelitico e da cristallini di gesso caratteristici delle A. B., mentre la microfauna, che rimane quella tipica dei trubi, si rarefa progressivamente coll'aumentare dell'apporto estraneo. Al 4° metro si hanno tipiche argille brecciate, cui seguono altre intercalazioni di trubi nelle argille brecciate, con accenni di deposizione gradata e con altri strati di passaggio simili a quelli descritti.

Gli « strati di passaggio » hanno significato diverso da quello delle intercalazioni gradate. Queste sono dovute a rallentamento e pausa nel deposito delle argille brecciate, in modo che il lento e costante deposito dei trubi si rende visibile. Negli « strati di passaggio » la transizione va dai trubi alle argille brecciate, e queste vi partecipano solo con apporto di materiale pelitico fine e con cristallini di gesso che sembrano neoformati, ossia apportati in soluzione. Mancano altri elementi psammitici, e manca la microfauna delle argille brecciate. La percentuale di sedimento dei trubi e la relativa microfauna diminuiscono gradualmente fino agli ultimi strati di passaggio, il cui residuo è costituito quasi interamente di cristallini di gesso. Ai 4 m. si ha il brusco passaggio alle argille brecciate.

Il passaggio netto si ha anche sopra le intercalazioni gradate e si spiega ammettendo che le argille brecciate in via di deposito possedessero una fronte ben definita, di frana od eventualmente di torbida molto densa. In qualche caso questa fronte dovette esser preceduta da un'onda di torbida fine che produsse gli strati di passaggio inquinando progressivamente i trubi, pure senza introdurvi la microfacies delle A. B. - La causa del fenomeno dovette essere una erosione, appena accennata, della massa delle A. B. in via di deposito. Fatte le debite proporzioni, si ha qualche cosa di analogo ai depositi di avanfossa successivamente ricoperti dal trasporto orogeno.

Distribuzione verticale. - I vari gruppi di A. B. sembrano essersi formati in corrispondenza con fasi di diastrofismo, come i normali depositi detritici. Le A. B. I possono corrispondere ai depositi detritici medio-miocenici della Sicilia centro-settentrionale dovuti al sollevamento del margine N della geosinclinale siciliana.

Le A. B. II furono deposte alla fine del Tortoniano, prima del tripoli: in questa fase il sollevamento nord-siciliano si trasmise alla zona solfifera, creando le condizioni morfologiche necessarie per la sedimentazione evaporitica. Le numerose piccole aree emerse tornarono sott'acqua, ma non completamente, solo nell'età dei trubi. Si osservano lacune di deposizione corrispondenti al piano dei tripoli (Grottacalda, Passarello) o a quello dei calcari di base (Bosco-Stincone), o ai tre piani inferiori della Serie Solfifera (tripoli, calcari, gessi) come alle Vanelle presso Passarello, nella zona di Pietra Pizzuta presso Grottacalda, in quella di Cugno del Principe presso Bosco.

I tripoli ed i calcari di base si depositarono tranquillamente in bacini in via di restringimento. I tripoli in misura maggiore ed i calcari in misura minore mostrano estensioni ed uniformità non raggiunte dai gessi. In questo periodo non si hanno depositi di A. B., nè altri depositi detritici, all'infuori di qualche straterello di arenaria nel tripoli (10 cm. di spessore ad est di Masseria Borraiti, est di Agrigento).

L'età dei gessi (e delle formazioni mineralizzate intercalate alla base) ebbe movimenti che segnarono il massimo della regressione dell'epoca solfifera e l'inizio della trasgressione successiva. Da ciò i numerosi depositi di gesso a struttura psammitica (« gessareniti ») e di conglomerati gessoso-marnosi nella parte inferiore della serie, e la successiva ripresa della regolare sedimentazione evaporitica; da ciò la frequentissima assenza dei gessi o la loro forte riduzione fra calcari di base e trubi; l'esistenza di discordanze negli stessi gessi e specialmente nella zona mineralizzata, rilevabile anche dai piani di miniera a Grottacalda.

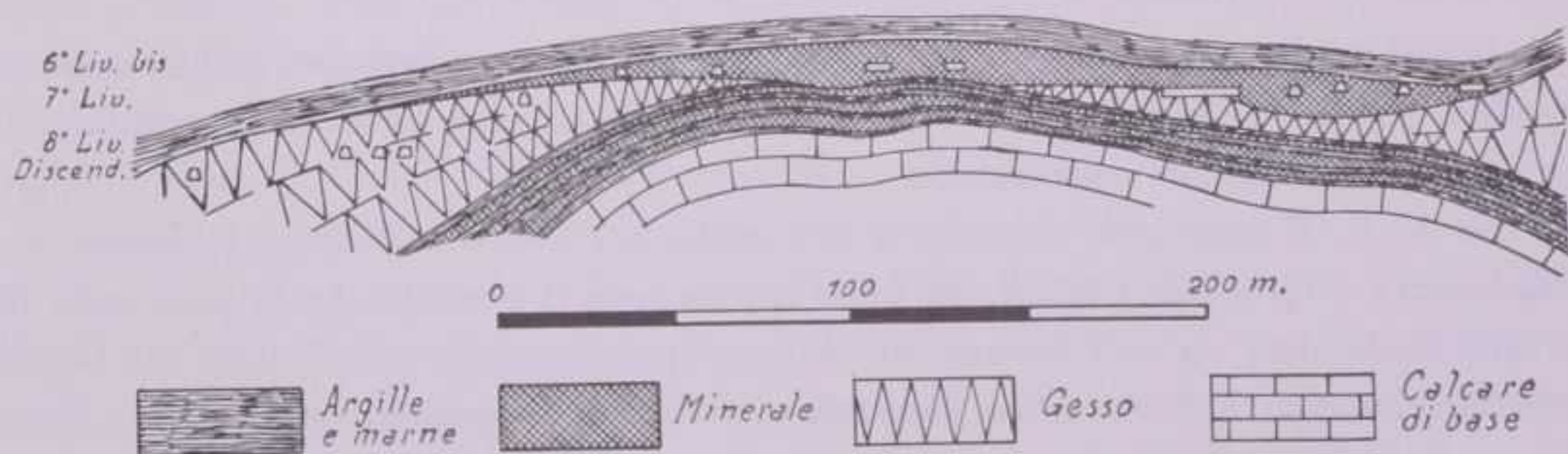


FIG. 23. - Discordanza fra le formazioni mineralizzate inferiori ("giasfaglie,,) e superiori ("strato grande,,) in una sezione trasversale tipica della solfara Grottacalda.

Anche secondo MOTTURA (1872) i movimenti di corrugamento cominciarono durante l'epoca solfifera.

Conseguentemente si ebbero nei gessi le intercalazioni delle A. B. III, che impedirono talora il deposito di parte di essi, come p. es. a C. Bonanno presso Portella Corso (Licata).

Le A. B. IV, verso la fine dell'età dei trubi, coincidono col maggiore corrugamento della geosinclinale siciliana. In corrispondenza di questo fatto esse costituiscono il massimo deposito di A. B., in più riprese marcate dalle intercalazioni dei trubi.

Al deposito dei trubi (marne calcaree!) e delle A. B. IV segue in molti bacini il deposito penaccordante di marne argillose azzurre con fauna dei trubi, e poi di argille marnoso-siltose grigio-scure con macro- e microfauna di tipo più decisamente plioceni-

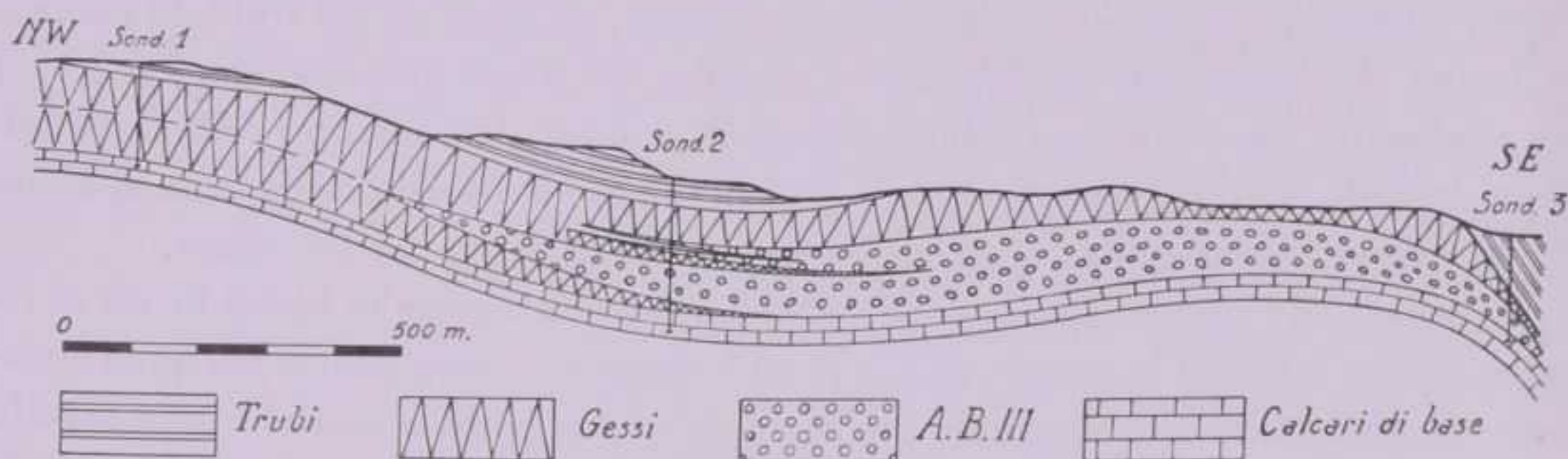


FIG. 24. A. B. III presso Portella Corso (Licata).

co e di ambiente più vicino alla costa (zona di Palma Montechiaro, zona M. Grande-Ciavolotta ad est di Agrigento, zona Robiato - M. Navone ad E di Barrafranca, zona della miniera Grottacalda). Fuori di questi bacini (p. es. Valguarnera - Piazza Armerina - Friddani) si hanno depositi deltizi trasgressivi medio- e supra-pliocenici fortemente discordanti sui terreni presolfiferi e solfiferi e sui sedimenti pliocenici prima descritti. Alla fase regressiva infra-medio-pliocenica sembrano corrispondere le A. B. V di Grottacalda, intercalate in più riprese ed in piccole masse dal Pliocene inferiore al medio.

Distribuzione orizzontale. - I rilievi eseguiti non comprendono aree sufficientemente estese per lo studio della distribuzione delle A. B. in superficie. Si possono riportare solo alcuni dati di osservazione.

Le A. B. II sono state osservate a Passarello, a Zubbi e nella zona Grottacalda - Valguarnera - Contrada Càstani. In quest'ultima zona si è notato che in prossimità di un'anticlinale data da una formazione marnoso-quarzarenitica nel Vallone di Gresti (provvisoriamente indicata come Formazione di Gresti, di epoca inframiocenica e forse oligocenica), le A. B. II sono anormalmente ricche di blocchi delle stesse arenarie quarzose. Il fatto suggerisce una provenienza del materiale delle A. B. dalla zona di anticlinale.

A Passarello una caratteristica accomuna le A. B. II, le A. B. III e le A. B. IV: esse sono praticamente prive di blocchi, a parte qualche grossa zolla di marne a globigerine della Formazione di Licata. Ciò suggerisce una comune provenienza per i tre orizzonti di A. B., in relazione con l'anticlinale occupata dalla Zona a scaglie di Passarello ad E delle sinclinali Vanelle e Miniera Passarello. L'anticlinale è costituita da marne ed argille medio-infra-mioceniche ed oligoceniche, prive di materiali rocciosi coerenti, tranne le intercalazioni calcareo-marnose piritose delle argille oligoceniche.

Questo è l'unico materiale ritrovato nei tre orizzonti di A. B., sotto forma dei noduli limonitici già descritti.

Troppo scarse notizie si hanno sulle A. B. I, sulle A. B. II, sulle A. B. III e sulle A. B. V per quanto riguarda la distribuzione regionale. Le A. B. IV sono state osservate in tutta la zona solfifera ma senza continuità: sembrano assenti nella zona di Caltagirone; presenti a Grottacalda ed assenti nella zona Floristella - Valguarnera; presenti nella zona Caltanissetta - S. Cataldo - Serradifalco - Aragona - Favara - Naro - Passarello - Riesi; assenti nella fascia costiera Agrigento - Palma Montechiaro - Licata; largamente assenti nella zona Barrafranca - Piazza Armerina, tranne forse alla solfara Mintina e in una piccola lente a SW di M. Torre. Le osservazioni eseguite non sono sufficienti per dire quale sia la continuità delle A. B. IV nella estesa zona Caltanissetta - Aragona - Passarello - Riesi, ma sembra che anche qui esistano in vari punti passaggi diretti fra trubi ed argille marnose plioceniche, come a N di Sommatino e nella zona di Delia.

Si conclude che le osservazioni fatte mostrano discontinuità dell'orizzonte delle A. B. IV, e varie provenienze locali del materiale di esso. Occorre tuttavia in proposito uno studio regionalmente più completo.

Quadro riassuntivo. - Le A. B. sembrano dovute ad un medesimo fenomeno, ripetutosi più volte con materiali analoghi. Differenze di composizione nelle varie località (specialmente negli esotici) sembrano indicare pluralità di provenienze, mentre si nota costanza di composizione nei vari orizzonti di una stessa località, come a Passarello.

La loro velocità di deposito dovette essere molto grande. La misura di ciò si ha nella presenza di intercalazioni di trubi in corrispondenza di pause nel deposito delle A. B. IV; nonostante la sedimentazione dei trubi, per le sue caratteristiche, dovesse essere continua, nella massa delle A. B. il materiale dei trubi non è percettibile al di fuori delle intercalazioni.

Il trasporto dei blocchi « esotici » e della Zona delle Vanelle fornisce la prova di un fenomeno di frana, ossia di una velocità di deposito molto grande.

Le intercalazioni dei trubi mostrano che vi furono varie riprese di deposito delle A. B. IV, e così l'alternarsi delle A. B. III ed A. B. V con i sedimenti normali. Anche dove le A. B. appaiono giacenti in grandi masse, il deposito può essersi verificato in varie riprese. Le singole masse risultano, dove analizzabili a mezzo delle intercalazioni, potenti da pochi dm. a qualche diecina di metri e più, e corrispondono bene ad un quadro di successive colate di frana.

Questa dovette essere in parte subaerea; condizioni litoranee sono attestate dagli esotici forati da litodomi, ed una giacitura subaerea ha prodotto l'ossidazione fossile delle marne piritose provenienti dalle argille oligoceniche.

La struttura brecciata delle argille, caratteristica di disintegrazione superficiale, potrebbe essersi prodotta sia in ambiente subaereo che subacqueo. L'uniforme diffusione della struttura mostra che tutto il materiale costituente la frana fu rimaneggiato in superficie; non vi furono pertanto le dimensioni della « frana orogenica », produttrice

e portatrice di « argille scagliose », ma si rimase nel campo della frana sedimentaria. Si ha qualche massa di poche decine di m. di diametro di argille scagliose nelle A. B. II a SE di Valguarnera (Abbeveratoio Acqua Inchiavata), ciò che indica una tendenza alla scala delle frane orogeniche. Nella vallata del Bèlici (Marianopoli) questa tendenza sembra molto sviluppata, in colate intratortoniane.

Se il trasporto delle A. B. potè essere in parte subaereo, la deposizione è evidentemente subacquea, come indica l'alternanza con i normali sedimenti. Il deposito avvenne spesso sul fondo di bacini in subsidenza, causando l'andamento lentiforme delle A. B. III a Passarello, e soprattutto la generale assenza di nuclei di sinclinale più recenti in seno alle A. B. IV, che colmarono completamente le sinclinali dei trubi in corrugamento, prima dell'ulteriore deposito pliocenico.

In qualche caso però l'accumulo dovette essere subaereo, oppure creò rilievi tali da venire poi facilmente messi in emersione. Gli esempi più evidenti si hanno nella zona della stazione di Favarotta (Passarello), dove l'accumulo delle A. B. II non permise il successivo deposito dei tripoli, dei calcari di base e della parte inferiore dei gessi, e nel bacino di C. Bonanno a SW di Passarello, dove l'accumulo delle A. B. III limitò lateralmente il deposito dei gessi, che poterono ricoprire completamente le A. B. III solamente con l'ultimo bancone (v. Fig. 24).

Le caratteristiche finora esposte sono in parte proprie delle frane (blocchi, accumulo rapido di notevoli spessori, ripetute ma limitate riprese di deposito), in parte proprie dei sedimenti (struttura detritica, intercalazioni stratificate e classificate, alternanza con altri sedimenti). La maggior tendenza al carattere di frana orogenica è data dalla presenza degli « esotici » di provenienza difficilmente individuabile, tranne in pochi casi. Si può osservare che in tutta la zona di diffusione delle A. B. i nuclei di anticlinale corrispondono per aspetto e composizione alle formazioni note come A. S. secondo BENEQ: studi più completi potranno rintracciare eventualmente in questi nuclei, che non mancano certo di inclusi rocciosi, la provenienza degli « esotici » delle A. B. -

La presunta provenienza delle A. B. II di Contrada Càstani ad est di Valguarnera dall'anticlinale del Vallone di Gresti implica un trasporto da S-SE verso N-NW; la provenienza delle A. B. II - A. B. III - A. B. IV di Passarello dall'anticlinale T. Urrà - Vallone Favarotta - F. Salso implica un trasporto da est verso ovest. Da questi due soli casi non si rileva uniformità di direzioni, nè accordo con il senso delle vergenze tettoniche e dei trasporti detritici, che in Sicilia si verificarono prevalentemente da nord verso sud.

Fra le possibilità di provenienza delle A. B. e dei loro esotici, non bisogna dimenticare la eventuale ripresa degli orizzonti più profondi delle stesse A. B. -

Conclusioni teoriche. - Le argille brecciate sono un sedimento a struttura detritica. Si è già esposta la differenza fra questa struttura e quella delle argille scagliose. Mentre queste possono essere chiamate « tettoniti », per le argille brecciate converrebbe coniare una denominazione sul genere di « franiti ».

Estensione e potenza delle argille brecciate pongono le frane che ne hanno causato il deposito quasi al limite fra il campo sedimentario e quello geotettonico, in pros-

simità di quel tipo estremo di falda di ricoprimento descritto da MIGLIORINI (1933; 1945), BENEÒ ed altri col nome di frana orogenica (massa alloctona, A. S. ecc.).

Il rimaneggiamento sedimentario delle argille brecciate ha rielaborato le varie rocce originarie in un'unica roccia nuova; le dimensioni degli elementi detritici sono rimaste notevoli, in gran parte maggiori di quelle dei foraminiferi in essi contenuti. Questo spiega come le associazioni di microfaune diverse caratteristiche delle argille brecciate mostrino scarsi segni di rimaneggiamento.

Il deposito di frana è sufficiente a spiegare il trasporto degli « esotici ». L'origine di questi, e di tutto il materiale delle A. B., è stata ipoteticamente posta nei nuclei di anticlinale costituiti da materiale del tipo delle A. S., ricco di « esotici ». In questi nuclei i fenomeni tettonici acquistano grande importanza, come verrà discusso più avanti (v. Zona a scaglie di Passarello).

Depositi simili alle A. B. sono considerati da DORREEN (1951) quali prodotti di deposizione secondaria da scarpate sottomarine al pari dei depositi gradati e di quelli pieghettati per scivolamento parasedimentario. Le argille brecciate siciliane escono però dall'ambito intraformazionale, in quanto derivano dalla distruzione di formazioni anche molto più antiche di quelle nelle quali sono intercalate, con evidenza di fenomeni subaerei. Manca inoltre qualsiasi associazione con depositi gradati e con forme sottomarine paragonabili alle scarpate delle soglie continentali. Si può perciò considerarle un sedimento di carattere primario.

SERIE SOLFIFERA

La zona solfifera siciliana presenta in tutto il Terziario una serie piuttosto uniforme di riempimento terrigeno, con formazioni prevalentemente detritiche e pelitiche. La maggiore intercalazione estranea al complesso terrigeno corrisponde all'incirca al Miocene superiore, o Sarmaziano - Pontico, o Messiniano, o Serie Solfifera, con terreni di deposito chimico-biogeno e subordinate intercalazioni pelitiche.

Nella Serie Solfifera si hanno dal basso: tripoli, calcari di base, formazioni mineralizzate, gessi, trubi. Tripoli e trubi sono stati generalmente tenuti distinti dalla Serie Solfifera. Si ritiene più opportuno comprendervi sia perchè spesso sono a contatto con le formazioni mineralizzate, entrando nella formazione solfifera del linguaggio minerario, sia perchè in seno al complesso detritico-pelitico terziario risultano geneticamente e strutturalmente legati agli altri membri della Serie Solfifera.

Tripoli. - Dato da alternanza di strati marnosi e silicei di pochi dm. di potenza. Gli strati silicei, candidi e leggeri, sono da tempo stati riconosciuti come diatomite; ma tutto il deposito è dovuto ad accumulo di resti organogeni: foraminiferi planctonici, radiolari e diatomee con percentuale di foraminiferi all'incirca proporzionale al contenuto in CaCO_3 . Nei foraminiferi si notano tendenze degenerative (nanismo, atassia) che indicano anormali condizioni ambientali; questa è anche la causa della mancanza di forme bentoniche, che in parte si nota già nella sottostante Formazione di Licata.

Queste condizioni vengono attribuite da DI NAPOLI (1951 e 1952 b) a chiusura del bacino e crescente concentrazione salina, anzichè alla profondità. Anche per NIGGLI (1952) lo sviluppo di diatomee e radiolari non dipende dalla profondità, quando vi sia un arricchimento in silice per cause particolari.

Concordano in questo le osservazioni geologiche, che mostrano notevole ma non completa continuità del deposito, con lacune dovute generalmente a rilievi delle A. B. II (Favarotta, Grottacalda), e con qualche strato arenaceo (E. Masseria Borraiti, ad E di Agrigento). Il deposito dei tripoli è talora trasgressivo su terreni più antichi della Formazione di Licata (v. zona ad est di Barrafranca). Una breve fase diastrofica deve pertanto aver permesso l'erosione di questa, nonchè la formazione dei depositi detritici descritti come A. B. II. Generalmente la sedimentazione dei tripoli ha però carattere piuttosto regressivo, per la frequente intercalazione delle masse detritiche di A. B. II fra di esso e la Formazione di Licata, e per le lacune che queste masse determinano nel tripoli stesso.

Complessivamente l'area di sedimentazione dei tripoli doveva possedere caratteristiche lagunari, che verranno conservate per quasi tutta l'epoca solfifera, con eccezionale estensione in superficie (Mediterraneo ed oltre), con acque in Sicilia poco profonde e qualche zona di emersione o di secca. Concentrazione salina crescente e fondali privi di ossigenazione provocano l'assenza di forme bentoniche, la conservazione dei resti di pesci e la putrefazione della materia organica in idrocarburi. Sono le condizioni di transizione ai successivi depositi evaporitici, e di fatto fra tripoli e calcare di base non vi è transizione semplice, ma spesso alternanza, con deposito di forti spessori di tripoli anche fra calcari e gessi, come nella zona fra la solfara Lucia e M. Narbone ad E di Agrigento. Altrove i tripoli sono a diretto contatto con le formazioni mineralizzate o con i gessi (solfara Bosco-Stincone a Serradifalco, solfara Zubbi a S. Cataldo).

Calcare di base. - (Calcare siliceo secondo MOTTURA 1871). E' il deposito iniziale della serie di evaporazione, dovuto a concentrazioni saline tali da impedire la vita animale, tanto da essere privo sia di macro- che di microfauna, ad eccezione forse di rari banchi basali con lamellibranchi (zona del Vallone di Favara presso Agrigento). Corrisponde ad una lunga fase di concentrazione di un bacino non chiuso, che ha permesso l'accumulo di CaCO_3 fino ad alcune decine di metri di potenza nelle zone siciliana e calabrese. La sedimentazione è ritmica, con straterelli di 1-2 cm. composti di sottili bande di 1 mm. o poco più. La sedimentazione primaria è nascosta generalmente dalla risedimentazione in banconi da vari dm. a più metri di breccia a vario grado di cementazione. La breccia è generalmente cavernosa, e le cavità talora sono ben formate e si rivelano come vacuoli cubici lasciati da originari cristalli di NaCl. Sono state rinvenute pseudomorfofisi della calcite sulle pareti dei vacuoli, con successiva disintegrazione del sedimento calcareo e messa in vista dei cubi calcitici.

I calcari di base sono stati così denominati nel presente lavoro per la loro posizione nella serie evaporitica. Sono meno estesi dei tripoli, in seguito al progredire della regressione. Non si osservano durante l'epoca della Serie Solfifera fenomeni di erosione o depositi detritici con materiale del calcare di base, a parte la risedimentazione.

Le lacune dei calcari di base corrispondono generalmente a zone di diretto deposito dei gessi (e delle formazioni mineralizzate) sul tripoli. In questi casi non si può parlare di discordanza, ma solo di deposizione lenticolare propria dell'ambiente lagunare, in concordanza complessiva.



FIG. 25. - Breccia risedimentaria vacuolare del calcare di base. Bancone in giacitura verticale nell'incisione del Vallone di Favarotta alle Vanelle.

La risedimentazione mostra che i calcari si formano a fior d'acqua. Non si notano tuttavia formazioni costiere, ma solo le sottili intercalazioni marnoso-calcaree prive di fauna, dovute ad apporti pelitici dall'esterno o anche dall'interno del bacino, data la presenza in esso di rilievi argillosi.



FIG. 26. - Pseudomorfosi calcitiche ($\frac{3}{4}$ gr. nat.) di cristalli di NaCl per riempimento di vacuoli lasciati nella breccia risedimentaria del calcare di base. Vallone di Favarotta.

Contrariamente a quanto si ritiene generalmente per le formazioni evaporitiche, nel calcare di base non è stata finora rintracciata dolomite in quantità macroscopiche.

Formazioni mineralizzate. - Notoriamente singenetiche, si trovano in alternanza con la parte superiore dei calcari di base e con la parte inferiore dei gessi. In qualche caso (Grottacalda, La Grasta presso Sommatino, Musta presso Caltanissetta ecc.) si tro-

vano anche sopra i gessi, oppure fra calcari e trubi, oppure fra tripoli e calcari, ma si tratta di incompleto deposito delle singole formazioni.

Le lenti mineralizzate sono le meno estese fra le formazioni della Serie Solfifera, sia perchè dovute a condizioni ambientali particolarissime, sia perchè coincidenti con una regressione vicina al massimo, come si vede nei gessi. Si hanno passaggi laterali

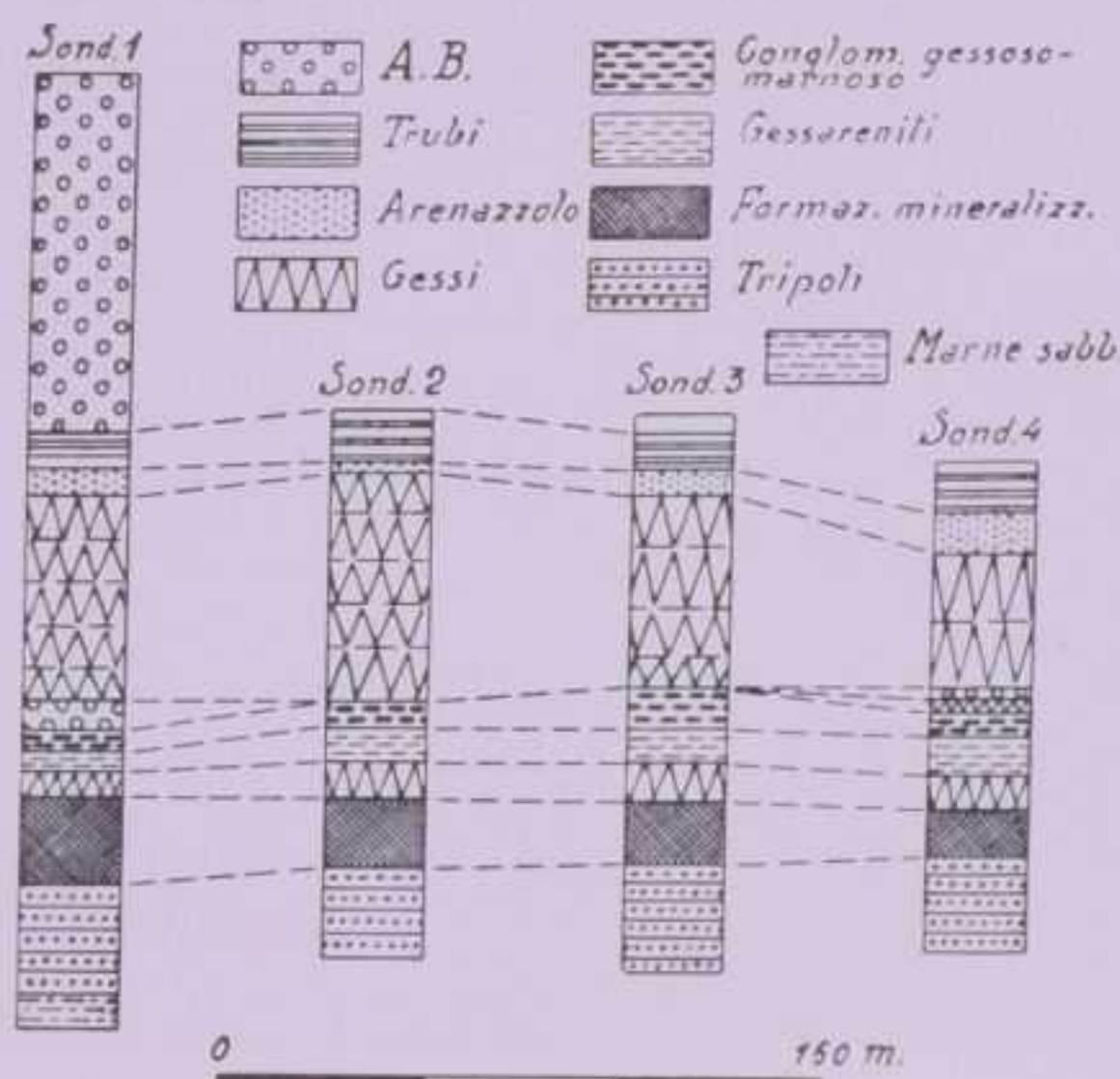


FIG. 27. - Zubbi - Sondaggi 1°-2°-3°-4°, con formazioni detritiche nella serie dei gessi sopra il minerale.

del minerale a gessareniti (solfara Lucia presso Agrigento); più frequentemente gessareniti e conglomerati gessoso-marnosi si trovano appena al di sopra delle formazioni mineralizzate, come a Zubbi (S. Cataldo) e a Bosco-Stincone (Serradifalco). E' perciò probabile che buona parte delle formazioni mineralizzate sia stata distrutta poco dopo la deposizione.

Un'approfondita descrizione delle formazioni mineralizzate viene rimandata, perchè richiede una trattazione a parte.

Gessi e marne associate. - La serie di evaporazione inizia col carbonato di calcio, continua col solfato di calcio per finire col cloruro di sodio e poi con gli altri sali. Il solfato di calcio viene depositato inizialmente come gesso, successivamente come anidrite quando la normale acqua marina dei tempi attuali è concentrata ad un quinto del volume, oppure anche a concentrazioni minori in un intervallo di temperatura attorno a 35° - 42°: al di sopra di 42° il deposito di CaSO_4 dall'acqua marina avviene sempre come anidrite (NIGGLI 1952).

La formazione gessosa mostra a giorno esclusivamente gessi ed in profondità qualche banco anidritico. Le strutture dei gessi dimostrano però che la deposizione primaria attraversò più volte la linea di trasformazione gesso-anidrite, e che gran parte dei gessi attuali sono secondari, dovuti a trasformazione di anidrite.

In Sicilia i banchi inferiori di gesso sono generalmente dati da alabastro a grana fine con stratificazione a bande di qualche mm., talora con sottili interstrati marnosi

(localmente detto « balatino »). Dello stesso tipo di gesso sono costituite anche le fasce basali dei banconi successivi, con 10-20-30-50 cm. di balatino contro vari metri di potenza dei banconi; questa base è frequentemente assente nei banconi superiori.

A parte le forme detritiche, che escono evidentemente dalle regole della deposizione evaporitica, l'altro tipo di gesso che costituisce i banconi è dato nella zona sol-

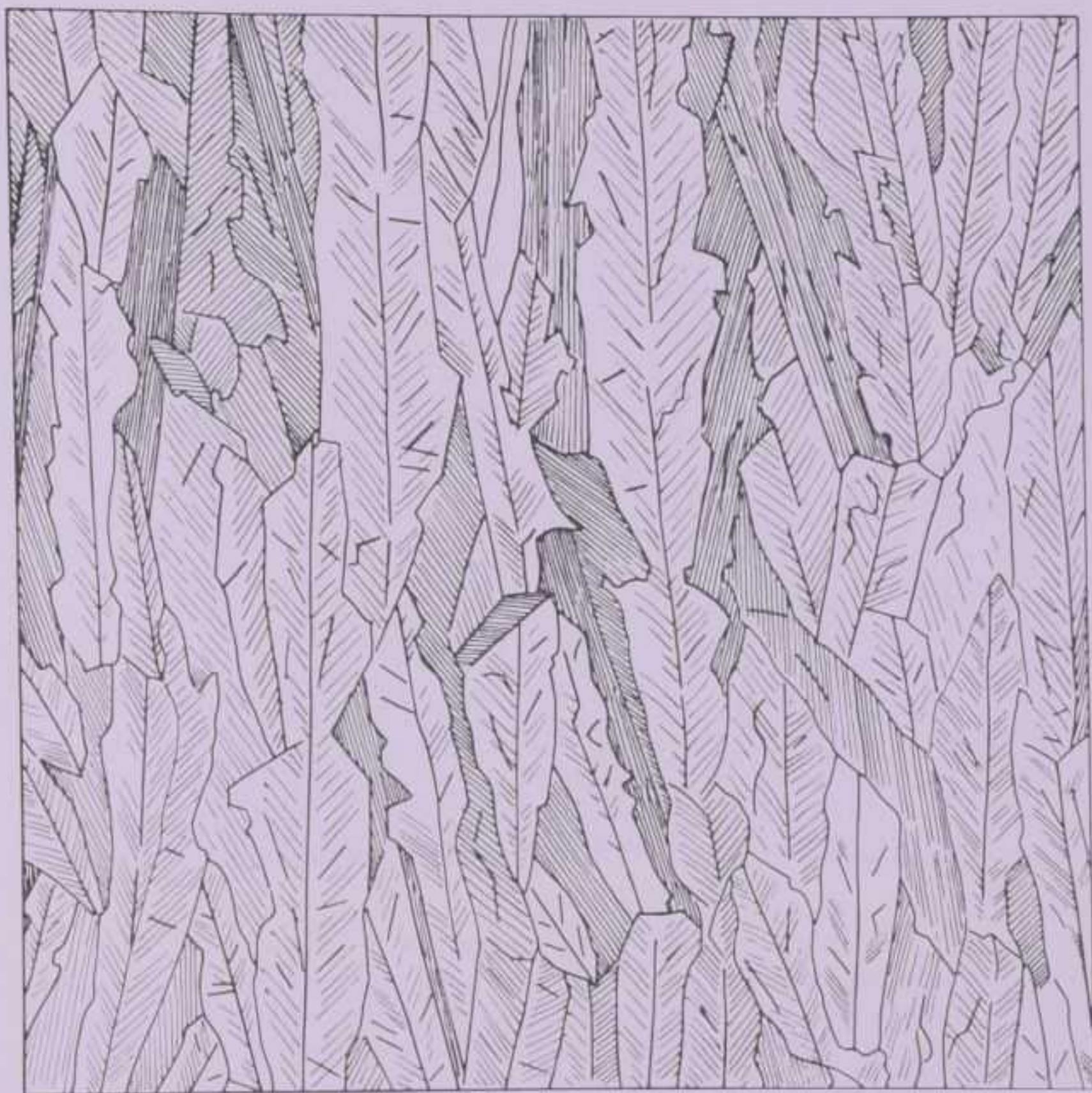


FIG. 28. - Schema a gr. nat. dell'aggregato di selenite geminata a coda di rondine con angolo rientrante verso il tetto dello strato (alto) e apice verso il letto (basso).

fifera della Sicilia generalmente da selenite in un aggregato di geminati sec. (100) (« a coda di rondine ») già descritto (localmente detto « spicchiolino »). I geminati sono orientati parallelamente, con (010) e col piano di geminazione (100) normali allo strato, e con l'angolo rientrante della « coda di rondine » verso tetto (Regola di MOTTURA).

Il letto del bancone, a contatto con la base di balatino e col « partimento » marnoso, è una superficie piana: la faccia superiore del bancone è invece ondulata a larghi mammelloni a raggio di curvatura che va da valori molto grandi a meno di un metro. L'ondulazione viene assorbita dal partimento marnoso soprastante, senza influenzare la base del bancone successivo verso l'alto: il balatino non presenta perciò mai questa ondulazione.

L'aggregato della selenite geminata, fibroso normalmente allo strato e quindi in origine secondo la verticale, potrebbe risultare da libero accrescimento dei cristalli di gesso sulla superficie di deposito; l'ondulazione della superficie superiore mostra in-

vece che esso risulta dall'aumento di volume conseguente alla trasformazione da anidrite in gesso, avvenuta posteriormente alla deposizione e quindi con rigonfiamento dello strato verso l'alto.

La prova migliore della deformazione che ha causato la struttura mammellonare è lo stato di più o meno evidente tettonizzazione dei « partimenti » marnosi, chiaramente deformati in misura decrescente verso l'alto, dove si appoggia ad essi la superficie piana del banco superiore (v. Fig. 31).



FIG. 29. - Grottacalda - Visibile la parte superiore di un banco inferiore di gesso, ad andamento mammellonare; segue verso l'alto un partimento marnoso che assorbe la deformazione dovuta alla struttura mammellonare. Più in alto la parte inferiore di un banco superiore, piana, con base di gesso balatino di 30 cm. di spessore.

Alla base dei banchi selenitici e nelle strutture mammellonari della loro parte superiore si vede chiaramente l'originaria impostazione fibroso-raggiata della selenite di trasformazione, ed è la reciproca influenza dei vari gruppi fibroso-raggiati in accrescimento che ha prodotto la struttura fibrosa parallela normalmente al banco.

L'orientazione è stata riconosciuta da MOTTURA (1872), ma fu erroneamente attribuita a libero accrescimento dei cristalli sulla superficie di deposito. Anche questo caso particolare è però stato realmente osservato in grandi geodi nei gessi, tanto che la regola di MOTTURA ha piena validità anche nel significato da lui voluto, ma non riferendosi ai banchi selenitici come risulta dalle sue descrizioni. In questi banchi si ha invece una neocristallizzazione dovuta a trasformazione, con accrescimento orientato parallelamente verso l'alto in seguito alla pressione dovuta all'aumento di volume. Ne risulta una struttura geopeta secondo SANDER (1950).

Considerazioni sulla pressione e sulla temperatura della trasformazione da anidrite a gesso limitano la possibilità di essa alla fase di diagenesi; successivamente sarebbe possibile piuttosto la trasformazione contraria, da gesso in anidrite (fino a che l'anidrite non fosse riportata in zone superficiali dall'erosione). L'idratazione fu provocata

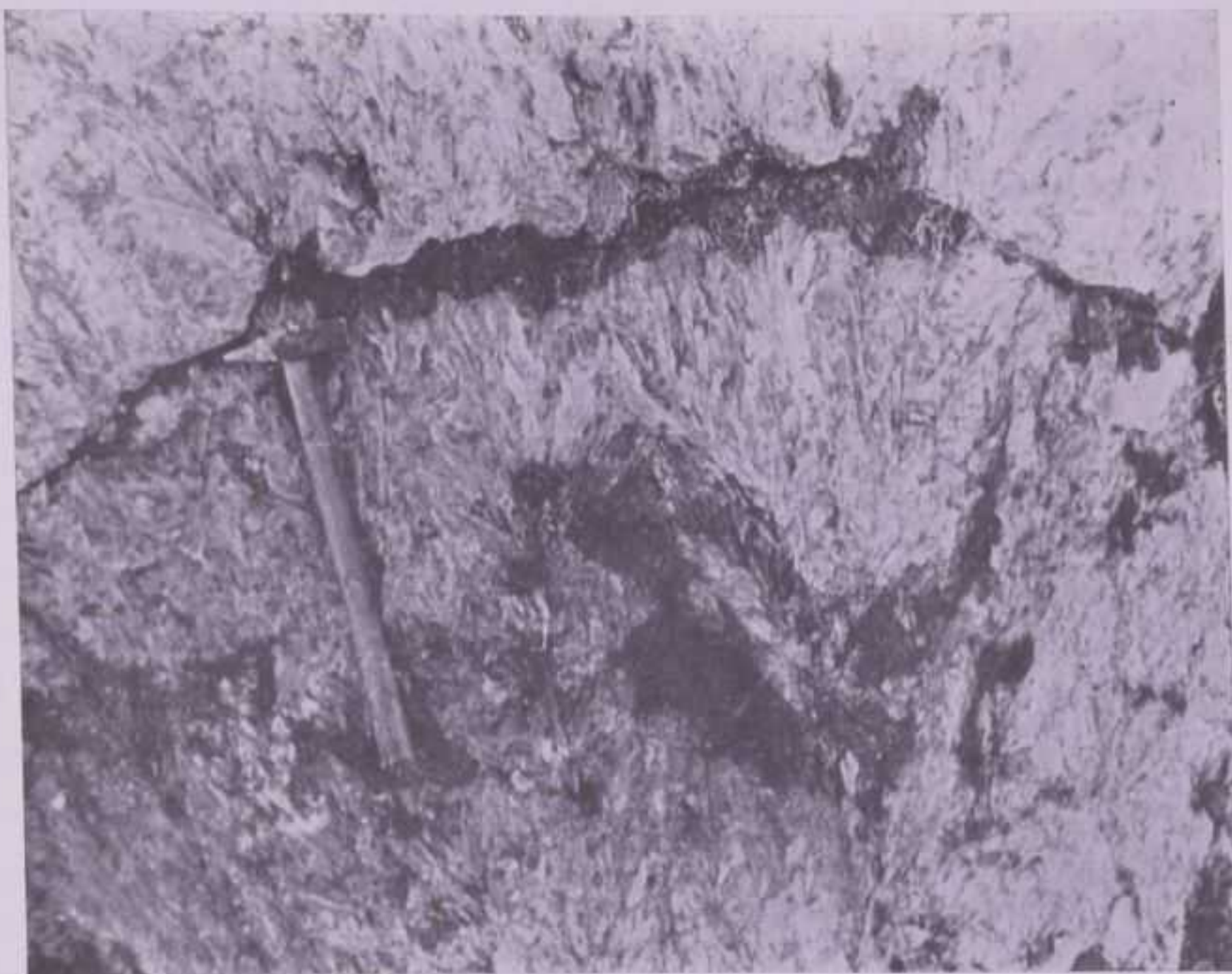


FIG. 30. - Particolare dell'affioramento di FIG. 29: struttura fibroso-raggiata di un mammellone di selenite geminata (raggio di curvatura circa m. 2).

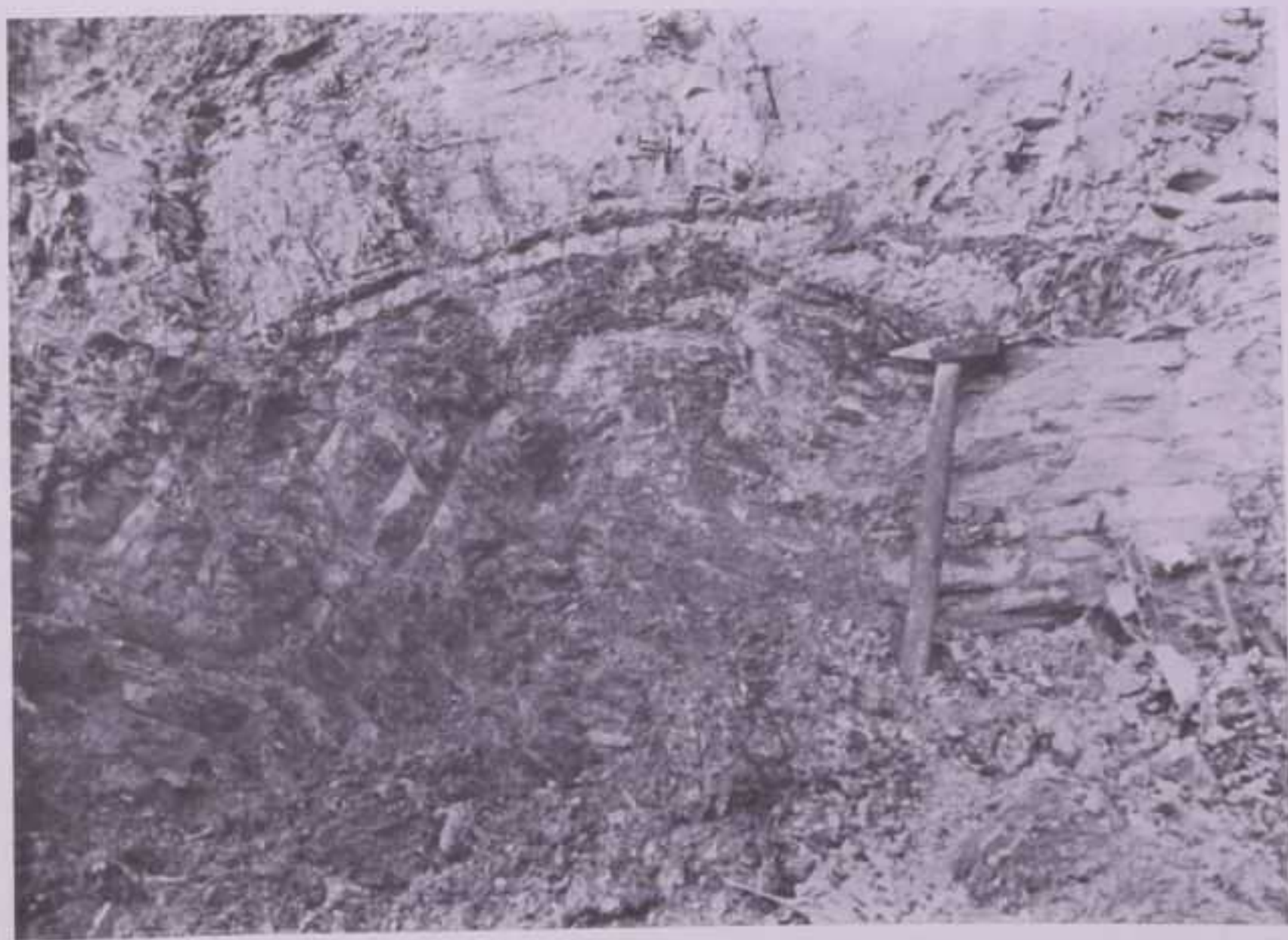


FIG. 31. - Particolare dell'affioramento di FIG. 29: marne dei "partimenti", tettonicamente deformate fra la superficie superiore, mammellonare, del banco sottostante e quella inferiore, piana, del banco soprastante.

dalla salienza delle acque di costipazione delle argille, già nello stadio di assestamento meccanico o in quello di disidratazione secondo HEDBERG (1936), che ponevano l'anidrite in contatto con soluzioni saline meno concentrate di quella della fase di deposizione, e quindi fuori equilibrio con l'anidrite, non essendo la temperatura dovuta alla profondità ancora sufficiente per rendere stabile quest'ultima.

Nei gessi della Serie Solfifera della penisola sono poco frequenti i banconi di selenite macrocristallina. I punti di passaggio primario da gesso ad anidrite sono per lo

più riconoscibili come passaggio secondario da gesso alabastrino a bande indeformate (simile al balatino) a gesso serpentino con le notissime strutture di rigonfiamento che si traducono in contorsioni degli strati, con ampiezze proporzionali agli spessori.

La differenza strutturale fra il gesso serpentino e la selenite o gesso « spicchiolino » potrebbe esser dovuta ai minori spessori ed alle maggiori intercalazioni pelitiche del primo. In questo furono possibili una rapida neocristallizzazione con rigonfiamento degli straterelli incassati in argille poco consolidate, e strutture microcristalline. In Sicilia la deformazione per contorsione dei banchi fu ostacolata dalla loro stessa potenza, e la lenta neocristallizzazione condusse ad una grana macrocristallina, di alcuni cm. in media.

Potrebbe darsi che in Sicilia abbia agito anche una temperatura media maggiore: questo potrebbe coincidere col fatto che la percentuale di gesso primario (« balatino ») è molto maggiore nelle Marche che non in Sicilia. Il deposito dell'anidrite sarebbe per-

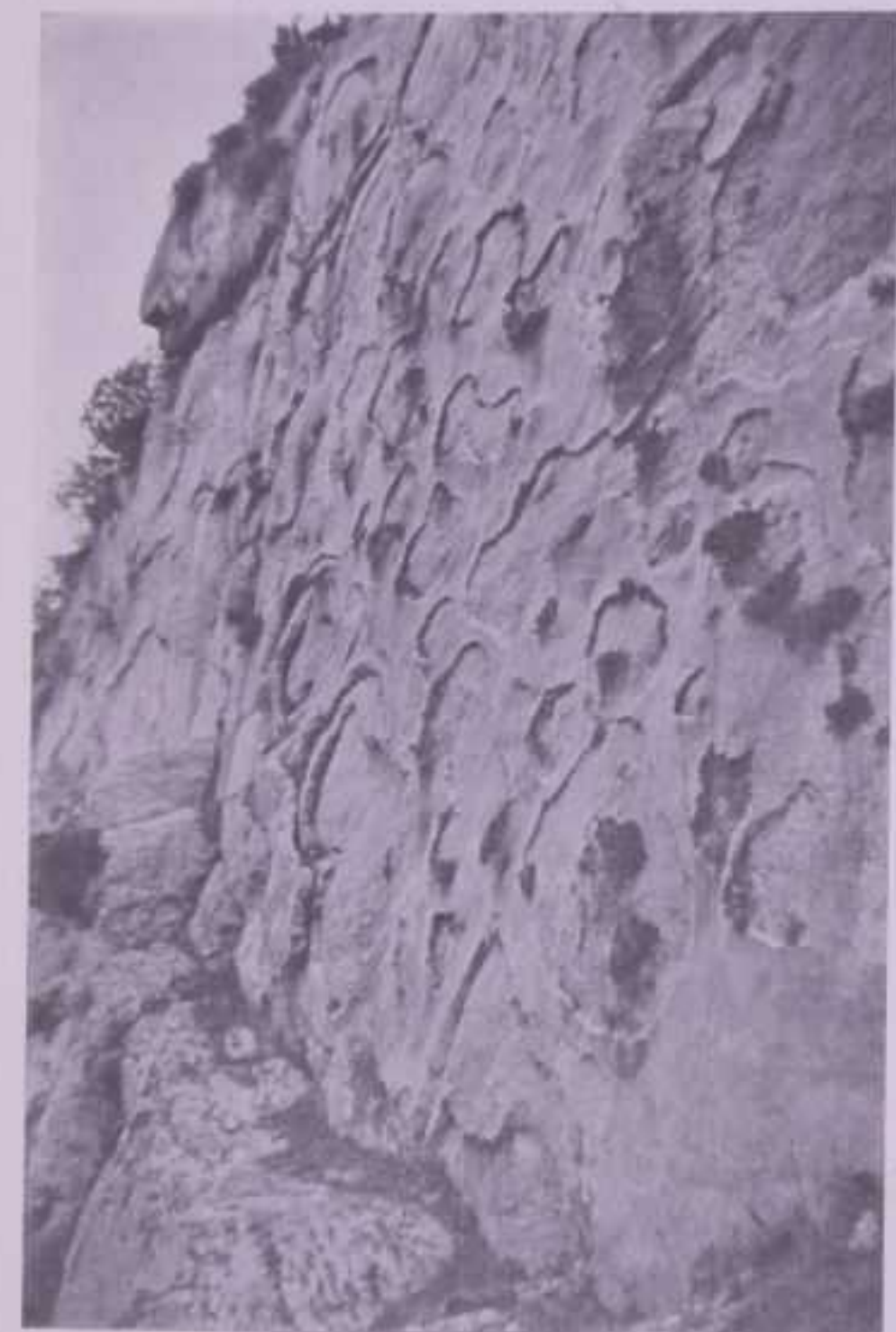


FIG. 32. - Vanelle - Faccia superiore mammellonare di un bancone verticale di selenite, con struttura marcata da desquamazione di piani di stratificazione secondari.

tanto iniziato più tardivamente nel Nord che nel Sud, o per differenze di temperatura a parità di concentrazione salina, o per differenze di concentrazione dovute nel Nord a maggiori apporti di acque marine o dolci.

A nord dell'approssimativa linea F. Dittàino - Caltanissetta - Aragona, dove dalla « zona solfifera » siciliana si passa gradualmente nella « zona salifera », al posto della selenite geminata (« spicchiolino ») si osserva in maggior misura un gesso a noduli bianchi irregolari di ringonfiamento per trasformazione da anidrite (detto localmente « marmorigno »). La formazione gessosa diventa molto più potente che non nella « facies normale » della zona solfifera, per l'enorme aumento di potenza delle intercalazioni argillose (« facies salifera »). Le cause dell'irregolare struttura di rigonfiamento del « marmorigno », che lo distingue dai regolari gessi « spicchiolino » e « serpentino », non sono ancora state studiate. Potrebbe trattarsi di gesso di trasformatio-

ne recente, anzichè paradiagenetica, da anidrite, avvenuta in modo graduale od incompleto all'approssimarsi di quest'ultima alla superficie esterna in seguito all'erosione dei materiali soprastanti.

Come appare dalle descrizioni precedenti, la serie dei gessi ha avuto varie riprese di deposito, iniziando con banchi di gesso, continuando poi con banchi di gesso ed anidrite, per finire spesso con banchi di sola anidrite, attualmente visibile come gesso se-



FIG. 33. - Vanelle - Piano di stratificazione secondario prossimo alla faccia superiore di un bancone verticale di selenite, che permette di vedere la struttura mammellonare su una faccia negativa.

condario. Le riprese del deposito chimico sono marcate da fasi di deposito pelitico, con apporto di nuove acque al bacino di evaporazione. I depositi di marne così formate, verdi oppure nere per contenuto in idrocarburi, costituiscono nella zona solfifera i « partimenti » dei gessi e del minerale, generalmente potenti pochi decimetri e non molto continui. Nei pochi campioni finora studiati le microfaune non rimaneggiate sono costituite da piccole globigerine o da ostracodi, ma più spesso le marne sono sterili e contengono abbondante gesso.

La successione verso l'alto: partimento marnoso - gesso primario - gesso derivato dall'anidrite, e l'orientazione dei geminati di selenite rendono possibile il riconoscimento della successione degli strati. Questi due criteri possono essere aggiunti ai numerosi elencati nel trattato di SHROCK (1948).

Nella serie di deposito chimico non rientrano le intercalazioni detritiche dovute al fatto che la massima regressione si è avuta nella prima metà dell'età dei gessi. Ciò è visibile nelle discordanze fra i banchi di gesso e minerale a Grottacalda e nella posizione delle gessareniti e dei conglomerati gessoso-marnosi entro la metà inferiore della serie gessosa (v. Fig. 27).

Ai depositi detritici non sembrano partecipare prodotti d'erosione dei tripoli e del calcare di base, che non risultano perciò notevolmente dislocati ed intaccati duran-

te la regressione. In armonia con ciò si vedono i gessi occupare generalmente aree più ristrette che non i tripoli ed i calcari. E' frequentissimo il diretto deposito dei trubi sui calcari, caratteristico delle aree di anticlinale (v. Grottacalda). Lo sviluppo dei gessi coincide invece in gran parte con aree di odierne sinclinali, e verso il fondo di queste si vedono aumentare le potenze dei gessi (v. Passarello).



FIG. 34. - Struttura a noduli passanti a brecciolina, di significato moderatamente risedimentario, nei trubi del Sond. Grottacalda 5°.

La serie evaporitica continua nella zona salifera della Sicilia con il deposito in sinclinale dei giacimenti salini, erroneamente ritenuti finora tortoniani. Si verifica allora un'altra anomalia nella serie evaporitica, ossia la presenza di sola anidrite in prossimità del giacimento salino (v. Bosco presso Serradifalco ecc.), in parte evidentemente secondaria per trasformazione di gessi balatini, gessareniti e conglomerati gessosi. In questo caso il giacimento salino ha determinato la costante presenza, anche durante e dopo la diagenesi, di soluzioni saline sature, impedendo la trasformazione anidrite-gesso, e provocando la trasformazione contraria, inevitabile a partire da temperature di 35° in presenza delle soluzioni saline sature (NIGGLI 1942). Queste temperature sono state facilmente raggiunte già con piccoli carichi di depositi soprastanti.

Arenazzolo. - Al limite fra gessi e trubi, secondo MOTTURA (1872) segnerebbe il passaggio dalle pretese formazioni lacustri a quelle marine.

Si tratta di sabbie o sabbie argillose, e raramente di arenarie quarzoso-micacee a cemento calcareo, riconosciute a Grottacalda, a Zubbi, a Bosco-Stincone ed altrove. Sono state depositate in zone di sinclinale corrispondenti ad originari bacini di sedimentazione. Per trovarsi fra i gessi più elevati, che segnano l'inizio della trasgressione, ed i trubi che la completano, risulta trattarsi di un deposito trasgressivo contemporaneo alla sommersione dei rilievi a limiti variabili che esistevano durante il deposito dei tripoli, calcari e gessi.

Trubi. - Secondo MOTTA (1951) esiste discordanza angolare non forte fra gessi e trubi. In realtà i trubi sono concordanti con i banchi superiori dei gessi, e trasgressivi sui banchi inferiori, sui calcari di base, sui tripoli e su formazioni tortoniane come le A. B. II e la Formazione di Licata. La trasgressione si osserva a Grottacalda, a Bosco (Serradifalco), presso Zubbi appena ad est della zona presentata in questo lavoro, nella zona Bévaro-Musta presso Caltanissetta ed in innumerevoli altri casi

I trubi sono stati considerati sedimenti batiali per le caratteristiche della microfauna prevalentemente planctonica con forme bentoniche ben rappresentate (DE AMICIS in DI NAPOLI 1952 a, 1952 b). Contro questa interpretazione stanno: la giacitura trasgressiva; la frequente discontinuità non dovuta a successiva erosione; i casi di rimaneggiamento del materiale delle A. B. IV entro i trubi, come breccie di elementi argillosi (v. Fig. 19, dal Sond. Grottacalda 5°); le strutture di impasto a noduli o di brecciolina appena visibile, dovute a moderata risedimentazione, diffuse ovunque e qui riportate dal Sond. Grottacalda 5° (v. Fig. 34). Non conformi alla sedimentazione batiale sono anche la presenza di pieghe parasedimentarie e di rari orizzonti a lamelli-branchi, gasteropodi e ditrupe, tutti ridotti a modelli (Solfara Anime del Purgatorio, sul Naro a NE della solfara Lucia, Agrigento).

Ciò che ha portato alla determinazione dei trubi come sedimento batiale è l'errato riferimento batimetrico agli attuali fanghi a globigerine. Al concetto di sedimentazione batiale od abissale conviene forse sostituire la sedimentazione fondotema secondo RICH (1951), che ha solo significato di deposito di mare aperto e fuori dell'azione delle onde, con strati piuttosto grossi e con scarse strutture risedimentarie. I trubi corrispondono a queste caratteristiche, con passaggi ai sedimenti undatemi (di acque basse, neritici), visibili nelle breccie argillose e nelle strutture risedimentarie.

Nel complesso è un sedimento prevalentemente biogeno con minori e variabili percentuali di apporto pelitico, causato dal forte sviluppo dei foraminiferi in acque di temperatura e concentrazione probabilmente ancora leggermente superiori al normale, come nei tripoli. Il bacino di sedimentazione non era più chiuso e quindi aveva possibilità di vita bentonica, a differenza del tripoli e nonostante la frequenza dei noduli piritici dovuti a sviluppo di H_2S sul fondo. Queste condizioni sono un ultimo riflesso di quelle che hanno determinato il deposito della serie biogeno-evaporitica.

Formazioni delle argille brecciate associate con la Serie Solfifera. - Estesamente descritte più addietro, con i gruppi delle A. B. III ed A. B. IV, oltre alle A. B. II alla base della Serie Solfifera. Sono un elemento di alterazione sia della potenza che della giacitura della Serie Solfifera, che raggiunge spessori complessivi molto maggiori di quelli dovuti al solo deposito chimico-biogeno, e trova nell'irregolare deposito di masse di A. B. un'ulteriore causa di discontinuità nella sedimentazione dei singoli orizzonti. Inalterato resta invece il carattere dell'epoca solfifera, di stasi nella sedimentazione detritico-pelitica per assenza di vicine zone di denudamento (nella « zona solfifera »!) e per ormai completo riempimento della geosinclinale. Infatti le A. B. non sono normali sedimenti detritici provocati da distruzione di rilievi marginali, ma sono espandimenti di frane argillose probabilmente provenienti da molteplici punti all'interno della geosinclinale ormai colmata, per fenomeni tettonici discussi più avanti (v. Zona a scaglie di Passarello).

Sedimentazione della Serie Solfifera e geostrutture risultanti. - Le osservazioni finora riferite concordano con le precedenti conoscenze sulla geologia siciliana nel presentare la zona solfifera siciliana come un grande bacino a sedimentazione lagunare con depositi discontinui ad andamento lenticolare. BEHRMANN (1938) vi distingue una

zona geosinclinale mediana compresa fra Enna - Caltanissetta - Aragona a sud e Nicosia - Cammarata - Sciacca a nord, coincidente con la « zona salifera ». Le zone qui descritte si trovano a sud della geosinclinale, nella regione meridionale a facies litorale e a sedimentazione normale secondo BEHRMANN (« zona solfifera »), mentre nella geosinclinale si ha maggiore apporto pelitico-detritico e diminuito deposito chimico-biogeno.

La grandezza del bacino a sedimentazione evaporitico-lagunare è mostrata dalla estensione della Serie Solfifera con caratteristiche nel complesso costanti. Nei particolari appare però chiara la suddivisione in numerosi bacini più o meno comunicanti spazialmente e continui temporalmente, in parte impostati sulle attuali sinclinali. La sedimentazione mostra variazioni già nei tripoli e nei calcari, in modo particolare poi nei gessi e senza eccettuare infine i trubi, che pure sono il piano più esteso e costante, dato il passaggio trasgressivo a condizioni di mare aperto.

La sedimentazione discontinua lagunare con finale allargamento trasgressivo è il carattere principale della geologia della zona solfifera siciliana, ed è importante tenerlo presente nel lavoro geologico di campagna. Affioramenti apparentemente isolati della Serie Solfifera, di cui sono visibili specialmente le lenti calcaree fortemente dislocate (le cosiddette « puntare »), e dove un attento esame trova generalmente rappresentati anche tripoli e gessi, fanno seguito verso l'alto ad affioramenti continui di trubi, che costituiscono il filo che tiene unito il rosario delle lenti calcareo-gessose. I trubi disegnano in modo completo l'elemento strutturale, per lo più sinclinale, che non si sarebbe potuto ricostruire con certezza in base ai soli piani inferiori della Serie Solfifera. La penaccordanza dei trubi sui piani sottostanti è importante in quanto sovrapposizione di formazione trasgressiva continua a formazioni discontinue in parte regressive, senza interposizione di vere fasi tettoniche; quanto occorre per documentare sul terreno la continuità della Serie Solfifera, spesso non esistente nei tre piani inferiori (tripoli - calcari - gessi). Tipico a questo proposito l'affioramento della solfara Musta sul fiume Salso presso Caltanissetta, con le isolate « puntare » calcareo-gessose collegate dai soli trubi, al di sotto dei sedimenti pliocenici. Analoghi casi sono stati rilevati presso Valguarnera (Mandrascati) e presso Barrafranca (Friddani).

Le zone di rilievo presentate in questo lavoro non costituiscono la documentazione di questa osservazione: altre estese zone a tutt'oggi rilevate offrono però caratteristiche sufficienti e verranno pubblicate non appena possibile.

Oltre che per mezzo dei trubi le strutture della Serie Solfifera sono qualche volta rilevabili per mezzo della Formazione di Licata, che passa in concordanza ai tripoli e perciò è da considerare complessivamente in concordanza con la Serie Solfifera, nonostante le evidenti tracce della erosione di essa prima della trasgressione gessi-trubi, e verso Barrafranca sembra anche prima dei tripoli.

Come appare dalle tre zone presentate in questo lavoro la Serie Solfifera è soggetta a tettonica di piegamento, con irregolarità di second'ordine dovute a due particolari condizioni: l'incassamento fra terreni grandemente plastici, e la sua stessa inomogeneità tecnologica, in quanto costituita da lenti discontinue di materiali diversi. Non si osserva una tettonica di smembramento, come sarebbe necessario per poter dedurre un trasporto della Serie Solfifera in posizione parautoctona. I lembi della Serie Solfi-

fera finora osservati mostrano un collegamento continuo, che si può seguire per estensioni dell'ordine di grandezza delle centinaia di km., e che esce largamente dall'ordine di grandezza delle decine di km. osservate per le maggiori placche dell'Appennino Settentrionale state soggette a trasporto orogenico.

Limite Miocene - Pliocene. - La massima regressione dell'epoca solfifera è stata indicata nella prima parte dell'età dei gessi, e documentata con la posizione delle gessareniti, dei conglomerati gessosi, delle A. B. III, delle discordanze intraformazionali di Grottacalda, ed in via generale con la limitata estensione dei gessi in confronto con i terreni sottostanti e soprastanti.

La trasgressione ha inizio con gli ultimi banchi di gesso (v. Cozzo Giordano a Passarello, Contrada Mandrascati presso Valguarnera, Contrada Palo presso Serradifalco ecc.); continua con l'arenazzolo, deposito detritico nei bacini dei gessi, contemporaneo alla trasgressione dei trubi sulle aree di secca, in parte sottoposto ed in parte intercalato ai trubi (v. Zubbi); si completa coi trubi.

Nella presente trattazione sono state designate come trubi le marne calcaree a globigerine, passanti a calcari marnosi, con tenori dal 45 % all'85 % CaCO_3 , color bianco-crema, con alternanza di intercalazioni più argillose tendenti al grigio (tufi palombini secondo MOTTURA 1872). Le marne calcaree sono concordanti con gli ultimi gessi e quindi praticamente con tutta la Serie Solfifera, ed intimamente comprese nel corrugamento di questa in strette sinclinali che non hanno altro nucleo che questi trubi oppure le contemporanee A. B. IV. Sopra queste pieghe, con discordanza molto evidente perfino nelle direzioni assiali, si stendono terreni pliocenici nei quali le relativamente poche determinazioni finora effettuate non hanno trovato termini sicuramente inferiori al Pliocene medio (margini della piana di Licata, zona di Valguarnera, zona di Cozzo Comune a NE di Barrafranca, ecc.).

In zone di ampia sinclinale poco corrugata (solfara Monteleone - Ciavolotta ad est di Agrigento, zona di Palma Montechiaro, zona a sud di M. Torre ad est di Barrafranca, ecc.) si vedono invece spesso i trubi passare gradualmente in concordanza a marne argillose azzurro-chiare con microfauna simile a quelle dei trubi e con rari piccoli molluschi. Queste passano poi in concordanza o penaccordanza alle marne argilloso-siltose scure a molluschi e microfauna costiera del Pliocene medio e superiore.

Il Pliocene trasgressivo prima nominato è siltoso-arenaceo nelle zone di Valguarnera - Piazza Armerina - Barrafranca, e marnoso a nord di Licata; i sedimenti concordanti o penaccordanti sui trubi sono invece sempre marnosi, e talora leggermente sabbiosi, passando più in alto in concordanza o penaccordanza a sedimenti marnoso-siltoso-arenacei che si collegano a quelli del Pliocene trasgressivo (v. M. Navone ad est di Barrafranca).

Si conclude che i trubi in senso stretto (marne calcaree bianco-crema) vengono corrugati assieme con la Serie Solfifera, mentre rimangono ampie zone stabili non soggette al corrugamento, dove la sedimentazione cambia per maggiore apporto terrigeno, dovuto alla fase di corrugamento e regressione che progredisce fino alla nuova trasgressione approssimativamente medio-pliocenica. L'oscillazione ha varie riprese, come sembra dimostrare il ripetersi delle A. B. V a Grottacalda. Dopo la trasgressione si

hanno riprese corrispondenti alle intercalazioni arenacee dei sedimenti tardo-pliocenici, e forse calabrianici finora non accertati. Non si hanno però più dislocazioni paragonabili a quelle che hanno interessato la Serie Solfifera compresi i trubi.

Si osservano elementi detritici grossolani solo alla base della trasgressione medio-pliocenica, come frammenti sfatti di trubi (zone di Valguarnera e di Barrafranca) e blocchi di calcari di base (zona di Valguarnera).

L'analisi di cui sopra è incerta nei particolari perchè non è stato eseguito uno studio stratigrafico completo, ed è stata riportata solo per chiarire per quanto possibile il collegamento dei trubi con la Serie Solfifera. Si ritiene comunque che la trasgressione dei trubi non possa essere considerata come l'inizio del ciclo sedimentario pliocenico, perchè essa è la continuazione di un movimento negativo iniziatosi durante il deposito dei gessi. Se i depositi gessoso-solfiferi sono sincronici in tutta Italia ed oltre, come è da ritenere in base alla grande scala che dovettero presentare i fenomeni geotettonici, climatici e biologici da essi presentati, questa trasgressione è ancora lontana dalla fine del Miocene, che coincide forse con i primi piegamenti della Serie Solfifera.

Secondo RUGGIERI e SELLI (1948) e DI NAPOLI (1952 a) i trubi vengono dal punto di vista paleontologico più agevolmente compresi nel Miocene che nel Pliocene. Da un punto di vista generale la sedimentazione biogena dei trubi si collega con i depositi chimici e biogeni della Serie Solfifera, e non con i depositi terrigeni del Pliocene.

Nell'Appennino i gessi sono generalmente seguiti da formazioni marnoso-argillose messiniane che rappresentano una tendenza trasgressiva rispetto alle evaporiti. Al di sopra di queste vengono depositi sintettonici, dati da potenti conglomerati, molasse ecc., di età pontica od infrapliocenica. Nel Crotonese la Serie Solfifera è sormontata da potenti molasse di età prevalentemente infrapliocenica. Questi depositi sono rappresentati in Sicilia dalle marne argillose azzurre a microfauna dei trubi, che segnano la ripresa della sedimentazione terrigena dopo la Serie Solfifera, con un apporto pelitico terrigeno prevalente sul deposito biogeno. Esse sono il primo deposito dell'epoca che intercorre fra l'inizio del corrugamento della Serie Solfifera e la trasgressione medio-pliocenica, limitatamente ad aree stabili dove la Serie Solfifera non viene corrugata se non più tardi e nella moderata misura comune a tutto il sistema pliocenico. Potrebbero esser chiamate Formazione di Palma, dato il buon sviluppo nella zona di Palma Montechiaro, dove il profilo stratigrafico potrebbe venire studiato, e sembrano rappresentare essenzialmente il Pliocene inferiore.

ZONA A SCAGLIE DI PASSARELLO

Le zone di mescolanza tettonica. - Le ricerche che hanno originato il presente lavoro erano limitate ai terreni solfiferi, ed hanno compreso solo piccole zone anticlinali di terreni più antichi.

Con queste limitazioni, si osservò che la Serie Solfifera poggia sulla Formazione di Licata (tortoniano-elveziana), con o senza interposizione di A. B. e talora di depositi argilloso-sabbiosi (Serradifalco). La Formazione di Licata a sua volta poggia su nuclei di terreni più antichi, prevalentemente paleogenici ed inframiocenici, a facies di A. S. - Tra Formazione di Licata ed A. S. si ha spesso una zona di mescolanza tettonica, ampiamente descritta per Passarello ed osservata con caratteri analoghi a Zubbi, nella zona di Valguarnera (anticlinali di Floristella, Mandrascati, nord di Valguarnera, C. S. Giovanni ad est di Rocche dei Càstani, SE di C. Càstani), di Barrafranca (sinclinale di Contrada Criti), della solfara Lucia presso Agrigento (anticlinali di Lucia, di Contrada Sottile, di Contrada Gelardo), di Palma Montechiaro (anticlinale F. Burraitto - Contr. Perciata, anticlinale Contrada Biticchiè - Vallone Saladino) ed in altre zone.

La larghezza della zona di mescolanza varia da zero a molte centinaia di metri: dove essa è maggiore, è minore lo sviluppo della Formazione di Licata, a spese della quale la Zona è formata. La caratteristica più visibile, utilizzata nel rilievo di campagna, è la presenza delle scaglie chiare della Formazione di Licata sul fondo scuro o variegato delle A. S. - Verso il basso si passa ad A. S. prive delle scaglie chiare, verso l'alto alla Formazione di Licata priva di A. S. -

L'affioramento più evidente è stato osservato a Passarello, e per questa ragione la Zona a scaglie argilloso-marnose generalmente interposta fra Formazione di Licata ed A. S. può esser chiamata « Zona di Passarello ». In questo affioramento si hanno tre tipi di scaglie: marne chiare; marne grigio-nerastre inframioceniche; argille grigio-brune oligoceniche. Negli altri affioramenti sopra ricordati si incontrano le marne chiare e quelle grigio-nerastre, anche se non sempre bene sviluppate come a Passarello; le argille paleogeniche o più antiche possono anche essere verdastre o rosse, con spezzoni e blocchi calcarei (a nummuliti, ad alveoline, a coralli, a fucoidi, a rudiste) ed arenacei, in relazione con la composizione delle più vicine A. S..

Strutture caratteristiche. - E' stato descritto per Passarello l'alternarsi delle scaglie dei tre tipi, subverticali ed allungate parallelamente all'asse dell'anticlinale. I blocchi marnosi chiari e scuri a forma di lente sono a contatto tettonico fra di loro oppure con le argille grigio-brune filoniformi. L'insieme è descrivibile come zona di impasto tettonico a scaglie, naturalmente con essenziali differenze rispetto alle « zone a scaglie » alpine, di origine, di scala e soprattutto di metamorfismo dinamico. Nelle scaglie della Zona di Passarello si raggiungono decine e raramente centinaia di metri in direzione, pochi decimetri o metri e raramente decine di metri di larghezza. Non si ha traccia di metamorfismo, nonostante siano presenti nella roccia segni evidenti di

movimenti differenziali che si possono unire in un quadro complessivo di deformazione e movimento, ciò che corrisponde alla definizione di tettoniti secondo SANDER (1948). Deformazione e movimento si sono svolti in zona talmente superficiale da non cambiare minimamente la facies mineralogica dei sedimenti pelitici.

Sono state ricordate le zone di impasto microscopico dello spessore di alcuni mm. o pochi cm., che costituiscono con frequenti liscioni il contatto fra le diverse scaglie. Queste formazioni non sono state esaminate al microscopio, ma costituiscono sicuramente delle normali zone di frizione da materiale pelitico.

Le scaglie mostrano un inizio di deformazione tettonitica tipo A. S., più avanzato nelle argille, meno nelle marne a causa della minore plasticità. Non sono ancora state fatte misurazioni su larga scala e loro elaborazioni statistiche secondo SANDER (1948), ma in generale si può dire trattarsi di superfici oblique di rottura e scorrimento, in due sistemi incrociandosi parallelamente all'asse dell'anticlinale. La roccia resta

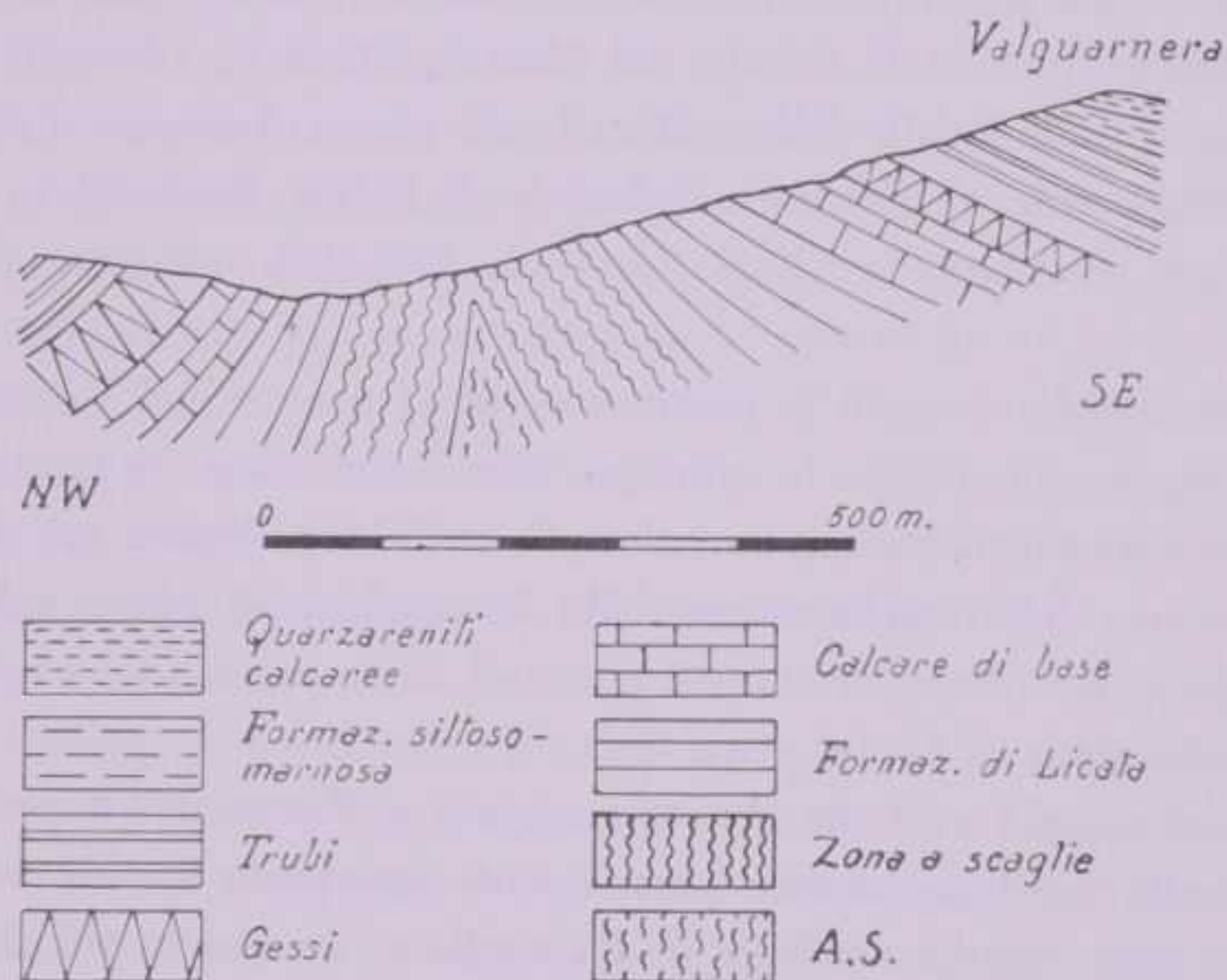


FIG. 35. - Valguarnera - Esempio schematico di anticlinale con struttura "a ventaglio rovesciato".

fessurata in prismetti rombici con allungamento suborizzontale e simmetrico dell'angolo acuto subverticale, come la scaglia stessa. Il complesso degli scorrimenti differenziali corrisponde a stiramento della scaglia nel piano dei suoi diametri maggiori (subverticale), con compressione nella direzione del diametro minore. Come già ricordato, deviazioni delle superfici di rottura o presenza di superfici secondarie provocano generalmente un'ulteriore suddivisione del clivaggio prismatico in scagliette romboedriche.

Il quadro è completato dalla giacitura d'insieme delle scaglie, subverticali in una larga zona mediana delle anticlinali ed inclinate invece nei fianchi in armonia con l'inclinazione delle sovrastanti Formazione di Licata e Serie Solifera. Questa struttura « a ventaglio rovesciato » si spiega con lo schiacciamento preferenziale delle anticlinali costituite di materiali più plastici e con la minor deformazione delle sinclinali date dalle più rigide Serie Solifera e Formazione di Licata. Le scaglie inclinate si limitano alle immediate vicinanze delle sinclinali solifere, e spesso la giacitura non verti-

cale può venire osservata solo in queste ultime, mentre tutta la Zona a scaglie mostra andamento subverticale. Il « ventaglio rovesciato » è pertanto costituito da tutto l'insieme del nucleo e dei fianchi dell'anticlinale. La struttura descritta è chiara a Passarello, nelle anticlinali della zona di Valguarnera, della solfara Lucia, sul F. Burraio presso Palma Montechiaro ecc. -

A Passarello lo studio micropaleontologico ha trovato accenni di successione stratigrafica a partire dall'asse dell'anticlinale verso i fianchi. Le argille grigio-brune sembrano passare da associazioni francamente oligoceniche ad associazioni di tipo sopraoligocenico-aquitano, con aumentata percentuale di foraminiferi planctonici; le marne nerastre mostrano un parallelo andamento nella percentuale dei foraminiferi planctonici, passando da associazioni di tipo oligocenico-aquitano ad associazioni aquitano-langhiane; la successione è ancor più evidente nelle scaglie di marna chiara, che arrivano da faune elveziano-langhiane a faune tortoniane in prossimità del passaggio alla Formazione di Licata, in quel punto sicuramente tortoniana. Questa complessiva regolarità di successione stratigrafica in una zona di mescolanza tettonica di tre diverse formazioni merita conferma da parte di studi ancor più dettagliati, e non sembra facile a spiegare, come viene ipoteticamente tentato più avanti.

Trasporto orogenico per traslazione. - Le Zone a scaglie sono evidentemente dovute a trasporto orogenico, con scorrimenti differenziali e deformazioni e quindi produzione di tettoniti con strutture corrispondenti al tipo del trasporto.

Secondo le ipotesi più attuali (BENEO 1949 e segg.) si tratterebbe di traslazione gravitativa di A. S. alloctone e di terreni parautoctoni dall'Eocene superiore al Miocene superiore (Serie Solfifera), in parte intimamente mescolati in facies di A. S. - In questo caso la Zona di Passarello sarebbe dovuta a traslazione in posizione parautoctona del complesso Serie Solfifera - Formazione di Licata, con scorrimenti differenziali rispetto al sottostante impasto tettonico delle A. S. - Il differente comportamento e la presenza di una Zona a scaglie fra il complesso inferiore e quello Formazione di Licata - Serie Solfifera potrebbero essere spiegati con la maggiore rigidità del complesso superiore e con la tardiva e ridotta partecipazione di esso al trasporto orogenico, così da non essere coinvolto nell'intensa mescolanza tettonica degli altri terreni alloctoni e parautoctoni, per amore di brevità comprensivamente chiamati A. S. - La struttura a « ventaglio rovesciato » delle anticlinali con nuclei della Zona di Passarello e delle A. S. sarebbe spiegata mediante schiacciamento prodotto dal corrugamento posteriore al trasporto orogenico che produsse le scaglie.

Questa spiegazione incontra varie gravi obiezioni. Innanzi tutto presuppone una straordinaria tranquillità ed uniformità della traslazione della Serie Solfifera, perchè le geostrutture di questa non mostrano di averne risentito. La sedimentazione si è svolta in bacini spesso costanti nel tempo, con prolungata subsidenza e finale corrugamento in sinclinali ad essi corrispondenti. La trasgressione dei trubi è regolarmente partita da questi bacini, allargandosi sui terreni più antichi che ne costituivano i margini.

La serie è inomogenea per lo sviluppo lenticolare dei vari piani, ma non vi si osservano fenomeni uscenti dalla discontinuità della sedimentazione lagunare-evapori-

tica. Le forti discontinuità e variazioni di potenza dovevano costituire altrettanti punti di rottura per un quadro complessivo di tettonica di smembramento, che invece è assente. Anche le faglie sono poco frequenti, relativamente alle forti dislocazioni ed alla rigidità dei calcari che costituiscono l'ossatura della Serie Solfifera. E' già stata descritta la reale regolarità delle strutture della Serie, che vengono seguite sul terreno specialmente attraverso i trubi, che collegano le varie formazioni lenticolari sottostanti, sedimentate in bacini diversi ma non smembrate tettonicamente.

Una terza circostanza poco favorevole all'ipotesi traslativa si ha nella concordanza di facies dei successivi terreni della Zona di Passarello, della Formazione di Licata e della Serie Solfifera. Alle argille grigio-brune oligoceniche con microfaune prevalentemente abissali succedono associazioni abissali-planctoniche nelle marne scure infraplioceniche, indi associazioni planctoniche con progressiva esclusione della fauna bentonica nelle marne chiare mediomioceniche. Si arriva così alle intercalazioni a microfauna planctonica talora degenerata della Serie Solfifera, con completa esclusione dei foraminiferi bentonici che riappaiono solo nei trubi. La concordanza è completata dalla gradualità di variazione nella sedimentazione, pelitica con tenore in CaCO_3 progressivamente crescente fino ai depositi evaporitici. Le graduali variazioni litologiche e faunistiche si accordano con una sedimentazione concordante in un bacino oligocenico-miocenico costante, piuttosto che con una traslazione o con una sedimentazione della Serie Solfifera e della Formazione di Licata su terreni eventualmente estranei al proprio bacino di sedimentazione. Vedere in proposito le differenze fra la serie terziaria marchigiana e quella toscano-emiliana.

Un quarto punto che non appoggia l'ipotesi traslativa è la corrispondenza fra le strutture a « ventaglio rovesciato » ed i quadri di deformazione delle scaglie. Se si considera uno schiacciamento delle anticlinali posteriore alla deformazione traslativa delle scaglie, si trova che questi materiali altamente plastici mostrano le tracce di un solo atto di deformazione piuttosto semplice. Per questo è sufficiente lo schiacciamento finale, e vengono a mancare le tracce di una precedente deformazione per traslazione.

Trasporto orogenico per diapirismo. - La concordanza tra giacitura delle scaglie e loro deformazione si può spiegare ammettendo che uno stesso atto di trasporto orogenico abbia deformato le scaglie e prodotto il « ventaglio rovesciato ». Il trasporto orogenico deve in tal caso avere avuto direzione verticale e senso verso l'alto, con localizzazione nelle anticlinali (sede delle scaglie verticali), e con possibile perforazione di esse. La causa del fenomeno diapirico sta nella plasticità delle formazioni argillose, capaci di scaricare idrostaticamente la pressione del corrugamento verso i punti di minore resistenza, ossia verso l'alto.

La struttura di impasto in numerose scaglie, anziché di semplice stiramento delle formazioni, potrebbe esser dovuta a pieghettatura iniziale, successivamente spezzata e compressa lateralmente fino alla deformazione in tettoniti ad orientazione subverticale. Questo tipo di trasporto orogenico subverticale limitato alle anticlinali potrebbe esser definito come « diapirismo di corrugamento », e mostra analogie con le « pieghe diapire » di MRAZEC (1914-1915).

La limitazione della deformazione alle anticlinali è incompatibile con un trasporto orogenico non diapirico, ossia di traslazione. Non si conoscono le strutture delle formazioni sottostanti alla Serie Solfifera nelle sinclinali, ma in questa e nelle sue potenti intercalazioni argillose non si osservano deformazioni per trasporto orogenico.

E' caratteristica inoltre della zona solfifera siciliana la mancanza di residui di erosione di una originaria copertura di terreni della Serie Solfifera sulle anticlinali o cupole o in generale strutture positive costituite dalle formazioni argillose sottostanti alla Serie Solfifera. Se la copertura fosse stata originariamente presente sarebbero tuttora visibili i residui delle sue formazioni coerenti, specialmente dei calcari di base. Questo si osserva infatti in alcune zone dove lembi di copertura effettivamente esistevano (p. es. zona Gibil Gabib - Bésaro presso Caltanissetta, ed alcune placche a nord di Rocche dei Castani ad est di Valguarnera), ed in analoghe formazioni calcaree sovrapposte ad argille, come p. es. i calcari mediomiocenici sovrapposti alla A. S. della zona M. Fumaiolo - M. Carpegna nelle Marche settentrionali. In tutti questi casi l'erosione si esercita a spese delle argille sottostanti, non riuscendo ad eliminare la copertura calcarea, ma riducendola a blocchi più o meno spostati eluvialmente dalla posizione originaria.

La Serie Solfifera risulta in Sicilia così fortemente raccorciata dal corrugamento da far ritenere che essa sia tuttora in gran parte conservata malgrado l'erosione. Se nei profili tettonici ricavati dal rilievo di campagna si collegano le varie sinclinali della Serie Solfifera con immaginarie ricostruzioni delle anticlinali strizzate, si ottengono fortissime elevazioni ed enorme ispessimento delle formazioni così compresse e raccorciate. Tutto ciò è evidentemente incompatibile con la facies mineralogica estremamente superficiale di queste formazioni, e con il chiaro collegamento di fenomeni sedimentari e tettonici, per cui molta parte dei sedimenti delle sinclinali si è formata contemporaneamente e a causa del corrugamento stesso fino alle sue ultime fasi, e non poté evidentemente essere condotta in profondità dal corrugamento.

Si ritiene pertanto che la Serie Solfifera non si estendesse al di sopra delle strutture positive, che furono impostate dal corrugamento a pieghe di compressione tangenziale, ma successivamente allargate e definite dal trasporto diapirico verso l'alto dei materiali argillosi sottostanti alla Serie Solfifera.

In armonia con il carattere diapirico delle anticlinali a scaglie è la presenza delle maccalube. Nota a questo proposito è la vasta zona cupolare presso Aragona, ma più tipica la maccaluba di Floristella, che affiora in una ristretta cupola a scaglie marnoso-argillose costituente il maggiore sollevamento della zona Grottacalda - Floristella (v. Fig. 22).

L'approssimativa regolarità di successione stratigrafica nell'insieme delle varie scaglie a Passarello può essere pure dovuta a fenomeni diapirici anzichè traslativi. Le « intrusioni » delle formazioni inferiori in quelle superiori non cancellano l'originaria successione di queste, e a loro volta nelle zone mediane dell'anticlinale provengono da orizzonti più profondi che non sui fianchi di essa.

Relazioni fra Zona di Passarello e A. B. - Le formazioni delle A. B. e delle Zone a scaglie chiariscono reciprocamente la propria natura e provenienza. Le A. B. rap-

presentano un sedimento di frana in grande stile, al limite con il fenomeno geotettonico delle frane orogeniche, o falde del tipo A. S. - La provenienza di esse è da zone molto vicine perchè il rimaneggiamento delle peliti, frammentate in breccia più o meno angolosa, è tale da ammettere solo un breve trasporto, più su scala eluviale che non alluviale. Fra i pochi casi finora studiati due, già citati, sembrano dimostrare questa prossimità di provenienza. A Passarello le A. B. II, A. B. III ed A. B. IV sono prive di « esotici », contengono i noduli già descritti di ossidazione fossile, e sono costituite da argille e marne oligoceniche ed infra-medio-mioceniche; la stessa composizione è presentata dalla grande anticlinale a scaglie del T. Urrà - Vallone Favarotta - F. Salso - T. Passarello, con la sola differenza della struttura tettonica a scaglie anzichè di breccia sedimentaria. Le distanze minime fra i due complessi vanno da zero a poche centinaia di metri, le massime ad alcuni km. - Sembra che le formazioni argillose dell'anticlinale, portate progressivamente in superficie dal trasporto diapirico, siano state assorbite nelle frane che colmavano il finitimo bacino, che darà poi luogo alla sinclinale.

Un secondo caso molto evidente è stato rilevato a ESE Valguarnera, dove le A. B. II dell'affioramento di Contrada Càstani sono zeppe di blocchi di arenaria a cemento spesso quarzoso, riferibili alla vicina anticlinale arenaceo-marnosa di Torre di Gresti, ossia provenienti da SE. Le distanze fra i due complessi sono inferiori al km. (v. Fig. 36).



FIG. 36. - A. B. II a blocchi di arenaria della vicina anticlinale di Gresti, fra Valguarnera e Raddusa.

In altre zone i rilievi eseguiti non sono così estesi da comprendere le varie anticlinali limitrofe ai bacini delle A. B., oppure la corrispondenza fra i materiali delle anticlinali a scaglie e quelli delle A. B. non offre l'evidenza dei due particolarmente semplici casi citati.

La provenienza locale e plurima delle A. B. è deducibile anche dalla discontinuità dei depositi e dalla struttura sedimentaria, « franitica » senza caratteri tettonici. Reciprocamente si spiega il quadro cinematico della deformazione tettonica nelle Zone a scaglie, offrendo una destinazione finale ai materiali trasportati verso l'alto, mediante disintegrazione con frane delle anticlinali diapiriche, contemporaneamente alla loro stessa formazione.

Rimane chiarita per quanto sopra la correlazione fra A. B. e fasi di corrugamento, già intravista in base alla loro natura di sedimenti elastici ed alla loro concomitanza con altri sedimenti di questa natura, o con le tracce visibili del corrugamento.

La posizione delle A. B. al limite fra formazione tettonica e deposito sedimentario è conseguenza della loro particolare origine. Puramente tettonica è la fase che supprime il materiale portandolo in superficie mediante il diapirismo delle Zone a scaglie; di carattere sedimentario è invece la disintegrazione delle formazioni pelitiche mano a mano queste si presentano a giorno, e la stessa scala in cui avvennero le frane, presumibilmente dell'ordine di grandezza dei chilometri piuttosto che delle decine di chilometri.

Le A. S. dei nuclei anticlinali. - Al disotto della Serie Solifera e della Formazione di Licata, qui considerate autoctone per le loro caratteristiche strutturali, si ha la Zona a scaglie già descritta, di carattere probabilmente diapirico e costituente zona di mescolanza tettonica e passaggio graduale dalla Formazione di Licata alle A. S. - Queste ultime sono state rilevate come complesso unico, comprendente terreni inframiocenici, paleogenici e più antichi, senza potervi fare distinzioni soprattutto perchè lo studio delle aree solifere interessava le A. S. solo per piccole zone.

L'analisi delle formazioni soprastanti alle A. S. porta però a conseguenze ipotetiche anche nei riguardi di queste. Secondo BENEÒ (1950 a) le A. S. corrispondono in Sicilia ad una falda del tipo frana orogenica, proveniente da N, alloctona nei suoi termini più antichi e parautoctona dall'Eocene superiore in poi fino alla Serie Solifera compresa. Secondo il presente studio, e nelle zone finora osservate, la Serie Solifera e la Formazione di Licata risultano invece autoctone, e dovrebbero pertanto essere postorogene di fronte ad un eventuale ricoprimento delle A. S. - In queste ultime potrebbero in tal caso essere compresi terreni parautoctoni al più fino al Miocene inferiore, e a quest'epoca dovrebbe riferirsi la fine del trasporto traslativo delle A. S. -

Per Passarello si può osservare che vi è continua e graduale variazione di facies litologica e micropaleontologica nelle varie formazioni della Zona a scaglie. E' probabile la costanza del bacino di sedimentazione della Formazione di Licata, delle marne nerastre inframioceniche e delle argille grigio-brune oligoceniche.

La distinzione di campagna fra Zona di Passarello ed A. S. è stata fatta esclusivamente in base alla presenza delle scaglie chiare della Formazione di Licata, facilmente visibili sul terreno. Dove cessavano le scaglie chiare venivano per ragioni pratiche considerate presenti le A. S. - In queste sono così state comprese forti aliquote di terreni inframiocenici (scaglie di marne nerastre) sia a Passarello che specialmente presso Valguarnera (anticlinali N Valguarnera e Mandrascati); molti nuclei anticlinali considerati A. S. risultano formati essenzialmente da argille oligoceniche, grigio-brune ma anche verdi o rosse (Passarello, zone di Valguarnera e Barrafranca, ecc.).

Nelle anticlinali a scaglie presso Palma Montechiaro (T. Burraito e Vallone Saladino), date da scaglie di marne chiare e di A. S. di vario tipo fittamente alternate, è caratteristica la presenza di zone larghe non più di qualche decina di metri, prive di marne chiare e collocate esattamente sull'asse mediano della Zona a scaglie, e composte di scaglie di marne scure inframioceniche e di argille prevalentemente oligoceniche. Questi sottili affioramenti sono per la loro posizione mediana da considerare come nuclei anticlinali costituiti da A. S. nel senso inteso sopra. Le loro strutture sono ben osservabili, e risultano identiche al rimanente della Zona a scaglie.

Grandi nuclei anticlinali di A. S. variegati, dove si osserva bene la struttura a scaglie subverticali, si trovano a nord di Valguarnera come già detto (anticlinale di Contrada Dainamare), e presso Barrafranca (anticlinali di Incaria e di Cozzo Pupazzo). Il passaggio dalla Zona a scaglie alle A. S. è anche qui contrassegnato dalla sola scomparsa delle scaglie delle marne chiare; a tutt'e due le formazioni tettoniche è comune la struttura a scaglie subverticali con la deformazione già descritta di stiramento verticale, senza traccia di altre precedenti o differenti deformazioni.

La mescolanza di scaglie provenienti da differenti formazioni sembrerebbe più caratteristica di lunghi trasporti orogenici traslativi di falde tipo A. S., che non di trasporti verticali dovuti a diapirismo di corrugamento, del resto non ancora ben conosciuti. Invece le continuità della struttura delle A. S. dei nuclei anticlinali con quella delle Zone a scaglie marnoso-argillose che li racchiudono può suggerire una comune origine per tutto il nucleo di terreni plastici a deformazione tettonica. Tenendo conto delle osservazioni fatte sulla giacitura della Serie Solfifera e della Formazione di Licata, questa comune origine sarebbe dovuta a trasporto diapirico verso l'alto nelle anticlinali, causato dalla compressione tangenziale del corrugamento.

Questa supposizione sembra appoggiata dal fatto che si osservano grandi zone anticlinali o cupolari meno intensamente corrugate di quelle finora descritte, dove la mescolanza tettonica dei terreni non è spinta come nei nuclei anticlinali schiacciati e strizzati che perforano la Serie Solfifera. Tipica a questo proposito è la grande anticlinale compresa fra Imera, Villarosa ed Enna, dove si osservano terreni dal Sopracretaceo al Pliocene, senza molta mescolanza tettonica. Vi sono limitati fenomeni di smembramento dei piani calcarei ed arenacei incassati nella serie argillose, ma non impediscono di vederne la continuità originaria. I fenomeni di diapirismo non mancano anche qui, come ad es. nell'affioramento delle argille rosse del nucleo anticlinale sulla strada nazionale Villarosa-Enna, contenenti qualche blocco di calcare a rudiste e dotate di una pieggettatura minuta corrispondente a quella tipica dei diapiri salini.

CONCLUSIONI

Caratteristiche geostrutturali generali. - Nella zona solfifera siciliana si possono distinguere tre diversi complessi sedimentari a diverso tipo di tettonica:

1°) Una copertura marnoso - siltoso - arenacea del Pliocene medio-superiore (e forse Calabriano, non visto nelle zone rilevate), con dislocazioni talora notevoli ma non paragonabili al corrugamento delle formazioni sottostanti, e perciò in questo senso posttettonica.

2°) La serie biogeno-evaporitica del Miocene superiore, che costituisce una intercalazione di strati competenti in una colonna di sedimenti per lo più argilloso-marnosi. Gli strati competenti sono costituiti da materiale rigido e facile alle rotture (calcari di base), o da materiali molto meno rigidi (gessi e trubi). Nel complesso questa serie reagisce al corrugamento con un piegamento di tipo normale; irregolarità di se-

cond'ordine sono dovute al suo incassamento in una lunga colonna di sedimenti plastici.

3°) Il rimanente della colonna sedimentaria della zona solfifera è dato da argille e marne con minori intercalazioni arenacee o calcaree: comprende i terreni sottostanti alla Serie Solfifera, le intercalazioni argillose di questa talora molto potenti, ed in qualche caso le marne argillose infraplioceniche con microfauna dei trubi.

Le argille della Serie Solfifera sono poco deformate e costituiscono i nuclei delle sinclinali, nelle quali si sono depositate sintettonicamente. Le marne argillose infraplioceniche sono conservate in qualche piastrone sinclinale poco dislocato che non aveva partecipato al corrugamento della Serie Solfifera. Le argille e marne presolfifere sono visibili nelle anticlinali, e mostrano una struttura a scaglie stirate verticalmente nelle zone mediane ed inclinate sotto i fianchi delle sinclinali, formando complessivamente un « ventaglio rovesciato ». La Formazione di Licata mesomiocenica partecipa parzialmente a questa struttura a scaglie, rimanendo negli orizzonti superiori sottoposta in concordanza alla Serie Solfifera.

Il « ventaglio rovesciato » viene interpretato come deformazione diapirica dell'anticlinale, con stiramento subverticale dovuto alla compressione laterale del corrugamento (« diapirismo di corrugamento »). Le pieghe, inizialmente impostate nella Serie Solfifera, subiscono modificazioni per eccessiva plasticità dei nuclei argillosi delle anticlinali, mentre nelle sinclinali si ha l'ossatura resistente dei vari piani della Serie Solfifera. Alla deformazione rotatoria del piegamento si sostituiscono scorrimenti secondo sistemi di piani coniugati con direzione complessivamente verticale e senso evidentemente verso l'alto. Ne risultano la rottura assiale e l'allargamento delle anticlinali, con fuoruscita dei materiali argillosi del nucleo.

Argille brecciate (A. B.). - Le formazioni sedimentarie di frana, con qualche caratteristica di frana orogenica, prodotte con i materiali portati a giorno dai fenomeni diapirici, sono state descritte come A. B. (« argille brecciate »). Mentre la deformazione tettonica per diapirismo di corrugamento caratterizza le anticlinali, questi prodotti sedimentari del diapirismo mostrano i massimi accumuli nelle sinclinali dovute al medesimo corrugamento, e ne formano spesso il nucleo sintettonico. Questo è evidente per le A. B. IV alla sommità della Serie Solfifera, ma anche per gli altri gruppi di A. B. si intravede una connessione con fasi diastrofiche, come già accennato. In qualche caso si può dimostrare la provenienza delle A. B. dall'anticlinale più vicina, in base alla corrispondenza dei rispettivi materiali. Si ritiene perciò che i vari orizzonti delle A. B. abbiano molteplici punti d'origine, e che si siano formati in masse separate più o meno corrispondenti a differenti bacini.

Il gruppo meglio conosciuto è quello delle A. B. IV, caratterizzate dalle intercalazioni dei trubi. L'interpretazione più corretta e completa fu quella di MOTTURA (1871-1872) che aveva riconosciuto anche le A. B. presolfifere e quelle intercalate ai gessi. BALDACCIO (1886) segue l'interpretazione di MOTTURA ma si limita a riconoscere le A. B. IV. Manca in queste antiche interpretazioni un riconoscimento dei fenomeni diapirici.

Più tardi la caratteristica associazione di microfaune presolfifere non venne riconosciuta come dovuta all'associazione di elementi clastici sedimentari delle argille e marne presolfifere, e la struttura brecciata venne interpretata come prodotto di fenomeni tettonici. Nella carta di BEHRMANN (1938) le A. B. IV sono state rappresentate come nuclei diapirici o di ricoprimento nelle sinclinali della Serie Solfifera. Quest'ultima risulterebbe sfondata diapiricamente nelle sinclinali, cosa che non sembra meccanicamente verosimile. Negli stereogrammi di MOTTA (1951) alcune note sinclinali della Serie Solfifera risulterebbero costituite da isolati spezzoni separati da un nucleo antico, che nella realtà è invece dato dalle A. B. IV.

Serie Solfifera. - I calcari di base ed i gessi, ossia i piani meno erodibili della Serie Solfifera, sono discontinui perchè depositati in masse lenticolari in bacini lagunari. Più continui sono i due piani di accumulo biogeno, ossia i tripoli alla base e specialmente i trubi alla sommità della Serie.

La relativa regolarità delle strutture della Serie è visibile nell'andamento dei trubi, che collegano e completano i discontinui affioramenti dei piani sottostanti. I collegamenti sono spesso difficili a vedere perchè mascherati dalle estese coperture eluviali prodotte dalle formazioni argillose incassanti. Per questo fatto, e per le intense e non sempre regolari dislocazioni dei calcari e dei gessi, è stata creduta presente nella zona solfifera siciliana una tettonica di smembramento per traslazione parautoctona della Serie Solfifera sulle A. S., che non è stata confermata dai rilievi geologici a grande scala che diedero origine a questo lavoro.

La tettonica della Serie Solfifera risulta invece caratterizzata da forte piegamento, ed è evidente la lunga persistenza di molti bacini di sedimentazione fino al corrugamento in sinclinali. Il raccorciamento della formazione in seguito al piegamento è tale che non è ammissibile una sua originaria continuità al di sopra delle odierne anticlinali. Queste sarebbero pertanto state rotte ed allargate dai fenomeni diapirici. Si ha conferma di ciò nella mancanza di resti di erosione dei calcari e dei gessi al di sopra della maggior parte delle anticlinali o cupole argillose.

Il forte corrugamento della Serie Solfifera sembra a tutta prima essere stato messo in vista da una notevole erosione, con strutture positive profondamente denudate. Se invece si considera la larga presenza di sedimenti sintettonici, la facies mineralogica di zona estremamente superficiale (argille a plasticità completa), e l'identità di sviluppo delle strutture a giorno con quelle che si immergono sotto la copertura pliocenica, si deduce che la parte dei terreni della Serie Solfifera e più antichi asportata dall'erosione dopo il corrugamento è molto scarsa, con ordine di grandezza medio di decine di metri piuttosto che di centinaia. Questo è dovuto soprattutto alla protezione esercitata dai calcari di base, intercalazione difficilmente erodibile che nella zona solfifera costituisce l'ossatura di una morfologia di erosione selettiva a spese delle formazioni argillose.

Anche per questa via si può pertanto ammettere che le strutture anticlinali o cupolari delle argille presolfifere non siano state messe in vista da erosione profonda, ma siano state private della copertura della Serie Solfifera già dai fenomeni tettonici, di cui si conferma così il carattere diapirico.

Limite Miocene - Pliocene. - Nella Serie Solfifera sono stati compresi quattro piani: tripoli, calcari di base, gessi e trubi, insieme con le variabili intercalazioni marnose dei « partimenti » ed argillose delle A. B. -

Occorre distinguere i trubi, bianco-crema con tenori fino all'85 % di CaCO_3 , corrugati con la Serie Solfifera e coperti in discordanza dai depositi medio-suprapliocenici, dalla formazione delle marne argillose grigio-azzurre a microfauna dei trubi (Formazione di Palma), sempre largamente inferiori al 50 % CaCO_3 , limitate ai grandi piastroni sinclinali poco corrugati della Serie stessa dove concordano sui trubi, e passanti verso l'alto in penaccordanza ai depositi marnoso-detritici medio-suprapliocenici, insieme con i quali sono poi state debolmente piegate. La microfauna è molto simile a quella dei trubi, con alquanto maggior percentuale di individui bentonici e qualche forma in più.

I trubi sono stati compresi nella Serie Solfifera in quanto non possono costituire l'inizio di un ciclo sedimentario pliocenico, facendo parte di una trasgressione di second'ordine iniziata col deposito della parte superiore dei gessi. Data la più che probabile sincronia del deposito di questi in tutta Italia ed anche fuori, i trubi vengono a corrispondere alle notevoli formazioni di sedimenti fini esistenti nella penisola fra i gessi e le successive molasse, pontiche verso il Nord ed infraplioceniche verso il Sud. La corrispondenza risulta esclusivamente dalla successione delle fasi del corrugamento e della sedimentazione; non vi è invece corrispondenza nelle microfaune, per la completa differenza dell'ambiente, che in Sicilia era lontano da rilievi montuosi emergenti, e pertanto privo di apporti terrigeni, ed acquistò caratteristiche di mare aperto, sia pure poco profondo, in anticipo sulla Penisola.

La Formazione di Palma registra una ripresa di deposito terrigeno contemporaneamente al corrugamento dei trubi, e può pertanto costituire un equivalente delle molasse prima accennate, che in Sicilia mancano. Data l'interposizione concordante o penaccordante fra i trubi ed i sedimenti medio-suprapliocenici, la Formazione di Palma corrisponde all'incirca al Pliocene inferiore, mentre i trubi segnano la fine del Miocene, rimanendo compresi nel ciclo di deposito non terrigeno e nelle geostrutture della Serie Solfifera.

Argille scagliose (A. S.). - La mancanza di tettonica di smembramento e di deformazioni tettoniche nella Serie Solfifera e nella parte superiore della Formazione di Licata rende inverosimile che queste due formazioni siano state coinvolte in un eventuale trasporto traslativo delle A. S. -

La Formazione di Licata continua verso il basso nella Zona a scaglie, dove è mescolata a terreni inframiocenici e paleogenici. Se si esclude un trasporto traslativo dei terreni soprastanti (Serie Solfifera e Formazione di Licata) bisogna ammettere che questa zona tettonizzata sia prodotta da trasporto diapirico, cosa che concorda con vari particolari strutturali già descritti.

I terreni sottostanti alla Zona a scaglie sono stati designati complessivamente come A. S. nel senso di BENE0 (1949 e seguenti). La loro traslazione non potrebbe essere più recente del Miocene inferiore, se la Serie Solfifera e la Formazione di Licata sono autoctone. Su di essi sono state fatte poche osservazioni, in quanto nelle zone studiate

sono limitati a piccoli affioramenti. Si può solamente osservare che la struttura della Zona a scaglie continua con identiche caratteristiche nelle A. S. situate nelle zone mediane delle anticlinali a costituirne il nucleo. L'unica differenza è data dalla presenza delle marne chiare medio-mioceniche nella Zona a scaglie, e dalla loro assenza nelle A. S. - Identica è la deformazione tettonica per stiramento subverticale, ed identica la giacitura delle varie scaglie (marne scure, argille di vario colore, intercalazioni arenacee o calcaree) pure complessivamente subverticali.

Le osservazioni eseguite non sono sufficienti per confermare od escludere l'alloctonia delle A. S. locali, ma permettono di ritenere che queste abbiano partecipato ai fenomeni di diapirismo. Si può fare l'ipotesi che la struttura tettonica di esse sia dovuta a questo tipo di trasporto orogenico, anzichè a traslazione.

RIASSUNTO

Vengono presentati i rilievi a grande scala di tre ristrette aree minerarie della zona solfifera siciliana, con descrizione della stratigrafia e delle geostrutture: 1) Grottacalda presso Valguarnera (prov. Enna); 2) Passarello presso Licata (prov. Agrigento); 3) Zubbi presso S. Cataldo (prov. Caltanissetta).

La parte descrittiva serve di base per la discussione di tre punti fondamentali per la geologia della zona solfifera. Mentre i problemi stratigrafici ne risultano sufficientemente documentati, per la discussione dei problemi tettonici sarebbe stato desiderabile presentare più estese aree, che sono state di fatto già rilevate, ma la cui pubblicazione non è per ora possibile.

Un primo punto fondamentale è dato dal riconoscimento delle « argille brecciate » (abbreviate in A. B. come nome di formazione), estese masse di uno speciale tipo di sedimento di frana, al limite con le frane orogeniche tipo « argille scagliose », ma dotato di struttura sedimentaria elastica ad elementi argillosi e marnosi, anzichè di struttura tettonica come le « argille scagliose ».

Sono state distinte, per una certa corrispondenza con distinte fasi diastrofiche e per comodità descrittiva, in cinque gruppi: A. B. I, intratortoniane; A. B. II fra il Tortonianiano e la Serie Solfifera; A. B. III associate con i gessi; A. B. IV associate con i trubi; A. B. V associate con sedimenti francamente pliocenici fino a medio - superiori.

Il secondo punto riguarda la Serie Solfifera che qui viene fatta comprendere i quattro piani dei tripoli, calcari di base, gessi, trubi, con le relative intercalazioni marnose e con le potenti intercalazioni delle A. B. III e delle A. B. IV. Le strutture della Serie Solfifera sono dovute a piegamento, senza tettonica di smembramento. Questa è talora simulata dalla discontinuità dei calcari di base e dei gessi e dalla apparente interposizione di masse argillose presolfifere. Gli affioramenti discontinui dei depositi evaporitici sono in realtà collegati dalla formazione dei trubi, trasgressivamente estesa a gran parte della zona solfifera; le masse argillose interposte si rivelano appartenenti alle A. B., ossia a prodotti di rimaneggiamento delle argille presolfifere.

Il terzo punto riguarda la struttura delle anticlinali, dove compaiono le marne ed argille presolfifere impastate in scaglie stirate subverticalmente, specialmente nelle zone assiali. Il passaggio fra i terreni non tettonizzati (marne chiare a globigerine della Formazione di Licata mediomiocenica) e quelli tettonizzati (non particolarmente studiati in questo lavoro e indicati comprensivamente come A. S. nel senso di BENEÒ) è specialmente visibile sul terreno per la presenza delle scaglie di marne chiare, e vien distinto col nome di « Zona a scaglie di Passarello ». La Zona occupa gran parte delle piccole anticlinali, con limitati nuclei assiali di A. S. -

La giacitura della Serie Solfifera permette di escluderne la traslazione in posizione parautoctona. La struttura di deformazione tettonica della Zona di Passarello viene pertanto attribuita a fenomeni diapirici causati dalla pressione del corrugamento. Non si esclude che anche la tettonizzazione dei nuclei anticlinali indicati come A. S. sia opera dei fenomeni diapirici.

Società MONTECATINI (Settore Miniere)

Milano, Gennaio 1953.

BIBLIOGRAFIA

- BALDACCI L. - *Descrizione geologica dell'isola di Sicilia*. Mem. descr. della Carta Geol. d'Italia, vol. I, 1886.
- BALDRY R. A. - *Slip Planes and Breccia Zones in the Tertiary Rocks of Peru*. Quar. Jour. Geol. Soc. London, vol. 94, 1938, pagg. 347-358.
- BARRINGTON BROWN C. - *On a Theory of Gravitational Sliding applied to the Tertiary of Ancon, Ecuador*. Quar. Jour. Geol. Soc. London, vol. 94, 1938, pagg. 359-370.
- BEHRMANN R. B. - *Appunti sulla geologia della Sicilia centro-meridionale*. Roma, 1938.
- BENEO E. - *Sul "Microdiapiro", di Leonforte e su quelli a N di Gela (Sicilia centrale e meridionale)*. Rend. Acc. Lincei (Cl. Sc. fis., mat. e nat.), Serie VIII, vol. VII, fasc. 1-4, 1949 a, pagg. 108-113.
- BENEO E. - *Tentativo di sintesi tettonica dell'Italia peninsulare ed insulare*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LXVIII, 1949 b, pagg. 66-80.
- BENEO E. - *Le possibilità petrolifere della Sicilia*. Rivista Min. Siciliana, n. 5-6, 1950 a, pagg. 185-193.
- BENEO E. - *Sull'identità tettonica esistente fra la Sicilia e il Rif (Nord Marocco)*. Boll. Serv. Geol. d'Italia, vol. LXXII, fasc. 1, 1950 b, pagg. 9-16.
- BENEO E. - *Appunti sulla elaborazione di una diagnosi strutturale della Sicilia*. Boll. Serv. Geol. d'Italia, vol. LXXIII, fasc. 2, 1951, pagg. 409-438.
- DI NAPOLI ALLIATA E. - *Considerazioni sulle microfaune del Miocene superiore italiano*. Ist. Geol. Milano, Serie G, Pubbl. n. 66, 1951.
- DI NAPOLI ALLIATA E. - *Cibicides italicus nuova specie di foraminifero del Neogene italiano*. Riv. Ital. Pal. e Strat., Vol. LVIII, n. 1, 1952 a, pagg. 1-15.
- DI NAPOLI ALLIATA E. - *Foraminiferi pelagici e facies in Italia*. Atti VII Conv. Naz. del Metano e del Petrolio, vol. I, 1952 b, pagg. 221-254.
- DORREEN J. M. - *Rubble bedding and graded bedding in Talara formation of north-western Peru*. Bull. Am. Ass. Petr. Geol., vol. 35, n. 8, 1951, pagg. 1829-1849.
- FRANCAVIGLIA A. - *La ricerca del minerale solfifero in Sicilia*. Riv. Min. Siciliana, n. 7, 1951, pagg. 28-32.
- HEDBERG H. D. - *Gravitational compaction of clays and shales*. Am. J. Sci. 231, 1936, pagg. 241-287.
- LAZZARI A. - *Alcune considerazioni in merito al problema della ricerca degli idrocarburi in Sicilia*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Napoli, vol. IV, 1951, pagg. 69-73.
- MIGLIORINI C. I. - *Considerazioni su di un particolare effetto dell'orogenesi*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LII, 1933, pagg. 293-304.
- MIGLIORINI C. I. - *Sull'origine delle breccie ofiolitiche della regione appenninica settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LXIV, 1945, pagg. 23-25.

- MOTTA S. - *La serie gessoso-solfifera (S. S.) nel quadro delle più recenti vedute sulla struttura geologica della Sicilia*. Riv. Min. Siciliana, n. 7, 1951, pagg. 10-21.
- MOTTA S. - *Le argille scagliose della maccaluba di Terrapelata (Caltanissetta) e particolari stratigrafico-strutturali relativi alla loro messa in posto*. Atti VII Conv. Naz. del Metano e del Petrolio, vol. I, 1952, pagg. 291-295.
- MOTTURA S. - *Sulla formazione terziaria nella zona solfifera della Sicilia*. Mem. del R. Comit. Geol. d'Italia, vol. I, 1871.
- MOTTURA S. - *Appendice*, 1872. Ristampa, Caltanissetta, 1910.
- MRAZEC L. - *Les plis diapirs et le diapirisme en général*. C. R. séances Inst. Géol. Roum., VI, 1914-1915, stamp. 1927, pagg. 226-270.
- NIGGLI P. - *Gesteine und Minerallagerstätten. II. Exogene Gesteine und Minerallagerstätten*. Basel, 1952.
- RICH J. L. - *Three critical environments and criteria for recognition of rocks deposited in each of them*. Bull. Geol. Soc. Am. 62, 1951, pagg. 1-20.
- RUGGIERI G. e SELLI R. - *Il Pliocene ed il Postpliocene dell'Emilia*. Giorn. Geol., serie 3, vol. 20, 1948, pagg. 1-14.
- SANDER B. - *Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. I. Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil*. Wien und Innsbruck, 1948.
- SANDER B. - *Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. II. Die Korngefüge*. Wien und Innsbruck, 1950.
- SCHMIDT W. - *Tektonik und Verformungslehre*. Berlin, 1932.
- SHROCK R. R. - *Sequence in layered rocks*. New York, 1938.

I N D I C E

| | |
|--------------------|--------|
| PREMESSA | Pag. 3 |
|--------------------|--------|

G R O T T A C A L D A

| | |
|---|------|
| STRATIGRAFIA | " 5 |
| TERRENI PRESOLFIFERI | " 5 |
| <i>Marne argillose a globigerine, o Formazione di Licata</i> | " 5 |
| <i>Formazione delle argille brecciate (A. B. II)</i> . . . | " 5 |
| SERIE SOLFIFERA | " 7 |
| <i>Tripoli</i> | " 7 |
| <i>Calcare di base</i> | " 7 |
| <i>Formazioni mineralizzate</i> | " 8 |
| <i>Gessi</i> | " 8 |
| <i>Arenazzolo</i> | " 9 |
| <i>Trubi</i> | " 11 |
| <i>Formaz. delle argille brecciate associate ai trubi (A. B. IV)</i> | " 11 |
| SISTEMA PLIOCENICO, FACIES DI GROTACALDA | " 12 |
| <i>Formazione siltoso-marnosa</i> | " 12 |
| <i>Quarzareniti calcaree</i> | " 15 |
| <i>Formazioni delle argille brecciate associate ai terreni</i> <i>pliocenici (A. B. V)</i> | " 16 |
| ALLUVIONI RECENTI | " 19 |
| GEOSTRUTTURE | " 19 |

P A S S A R E L L O

| | |
|--|------|
| STRATIGRAFIA | " 21 |
| TERRENI PRESOLFIFERI | " 21 |
| <i>Argille scagliose (A. S.)</i> | " 21 |
| <i>Zona a scaglie marnoso-argillose, o Zona di Passarello</i> | " 23 |
| <i>Marne argillose a globigerine, o Formazione di Licata</i> | " 29 |
| <i>Formazione delle argille brecciate direttamente sottostante</i> <i>alla Serie Solfifera (A. B. II)</i> | " 30 |
| SERIE SOLFIFERA | " 31 |
| <i>Tripoli</i> | " 31 |
| <i>Calcare di base</i> | " 31 |
| <i>Formazioni mineralizzate</i> | " 32 |

| | |
|--|---------|
| Gessi | Pag. 33 |
| Sabbie sotto ai gessi | „ 33 |
| Formaz. delle argille brecciate associate ai gessi (A. B. III) | „ 33 |
| Trubi | „ 35 |
| Formazioni delle argille brecciate associate ai trubi (A. B. IV) e Zona delle Vanelle | „ 35 |
| FORMAZIONI QUATERNARIE | „ 38 |
| Formazione lacustre di Agliastro | „ 38 |
| Superfici antiche | „ 38 |
| Alluvioni recenti | „ 38 |
| GEOSTRUTTURE | „ 38 |

Z U B B I

| | |
|--|------|
| STRATIGRAFIA | „ 40 |
| TERRENI PRESOLFIFERI | „ 40 |
| Zona a scaglie marnoso-argillose (Zona di Passarello) | „ 40 |
| Formazione delle argille brecciate direttamente sottostante alla Serie Solfifera (A. B. II) | „ 40 |
| SERIE SOLFIFERA | „ 41 |
| Tripoli | „ 41 |
| Calcare di base | „ 41 |
| Formazioni mineralizzate | „ 41 |
| Gessi | „ 41 |
| Formaz. delle argille brecciate associate ai gessi (A. B. III) | „ 41 |
| Arenazzolo | „ 42 |
| Trubi | „ 42 |
| Formaz. delle argille brecciate associate ai trubi (A. B. IV) | „ 42 |
| GEOSTRUTTURE | „ 42 |

ARGILLE BRECCIATE

| | |
|---|------|
| Le argille brecciate negli studi precedenti | „ 43 |
| Caratteristiche generali | „ 44 |
| Giacitura | „ 44 |
| Significato della struttura brecciata | „ 51 |
| Caratteristiche di significato sedimentario | „ 52 |
| Inclusi rocciosi ("esotici,,) | „ 53 |
| Zona delle Vanelle e strati di passaggio | „ 54 |
| Distribuzione verticale | „ 55 |
| Distribuzione orizzontale | „ 56 |
| Quadro riassuntivo | „ 57 |
| Conclusioni teoriche | „ 58 |

SERIE SOLFIFERA

| | |
|------------------------------------|------|
| Tripoli | „ 59 |
| Calcare di base | „ 60 |
| Formazioni mineralizzate | „ 61 |
| Gessi e marne associate | „ 62 |
| Arenazzolo | „ 68 |
| Trubi | „ 68 |

| | |
|---|---------|
| <i>Formaz. delle argille brecciate assoc. con la Serie Solfifera</i> | Pag. 69 |
| <i>Sedimentazione della Serie Solfifera e geostrutture risultanti</i> | „ 69 |
| <i>Limite Miocene-Pliocene</i> | „ 71 |

ZONA A SCAGLIE DI PASSARELLO

| | |
|--|------|
| <i>Le zone di mescolanza tettonica</i> | „ 73 |
| <i>Strutture caratteristiche</i> | „ 73 |
| <i>Trasporto orogenico per traslazione</i> | „ 75 |
| <i>Trasporto orogenico per diapirismo</i> | „ 76 |
| <i>Relazioni fra Zona di Passarello e A. B.</i> | „ 77 |
| <i>Le Argille Scagliose (A. S.) dei nuclei anticlinali</i> | „ 79 |

CONCLUSIONI

| | |
|--|------|
| <i>Caratteristiche geostrutturali generali</i> | „ 80 |
| <i>Argille brecciate (A. B.)</i> | „ 81 |
| <i>Serie Solfifera</i> | „ 82 |
| <i>Limite Miocene-Pliocene</i> | „ 83 |
| <i>Argille Scagliose (A. S.)</i> | „ 83 |

| | |
|--------------------------------------|------|
| RIASSUNTO | „ 84 |
| BIBLIOGRAFIA | „ 86 |
| INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI | „ 91 |

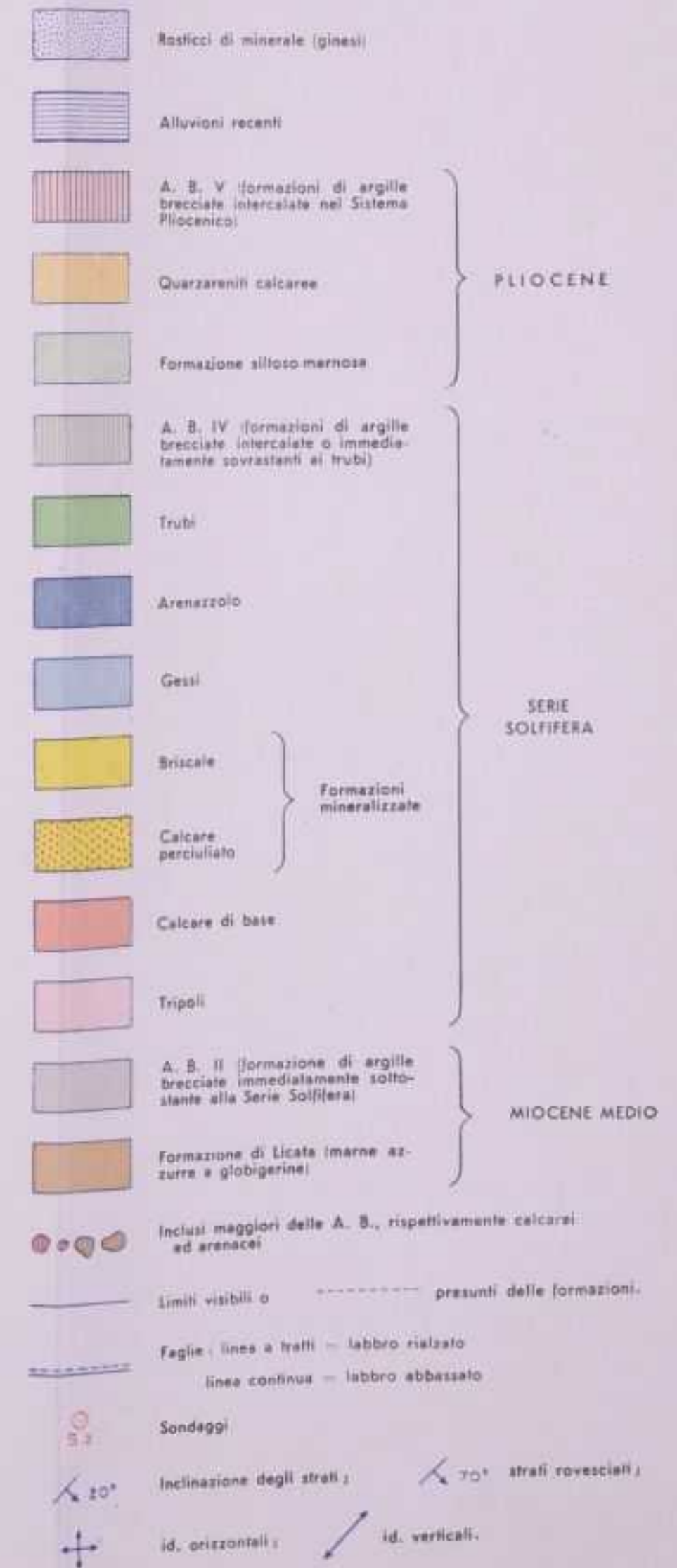
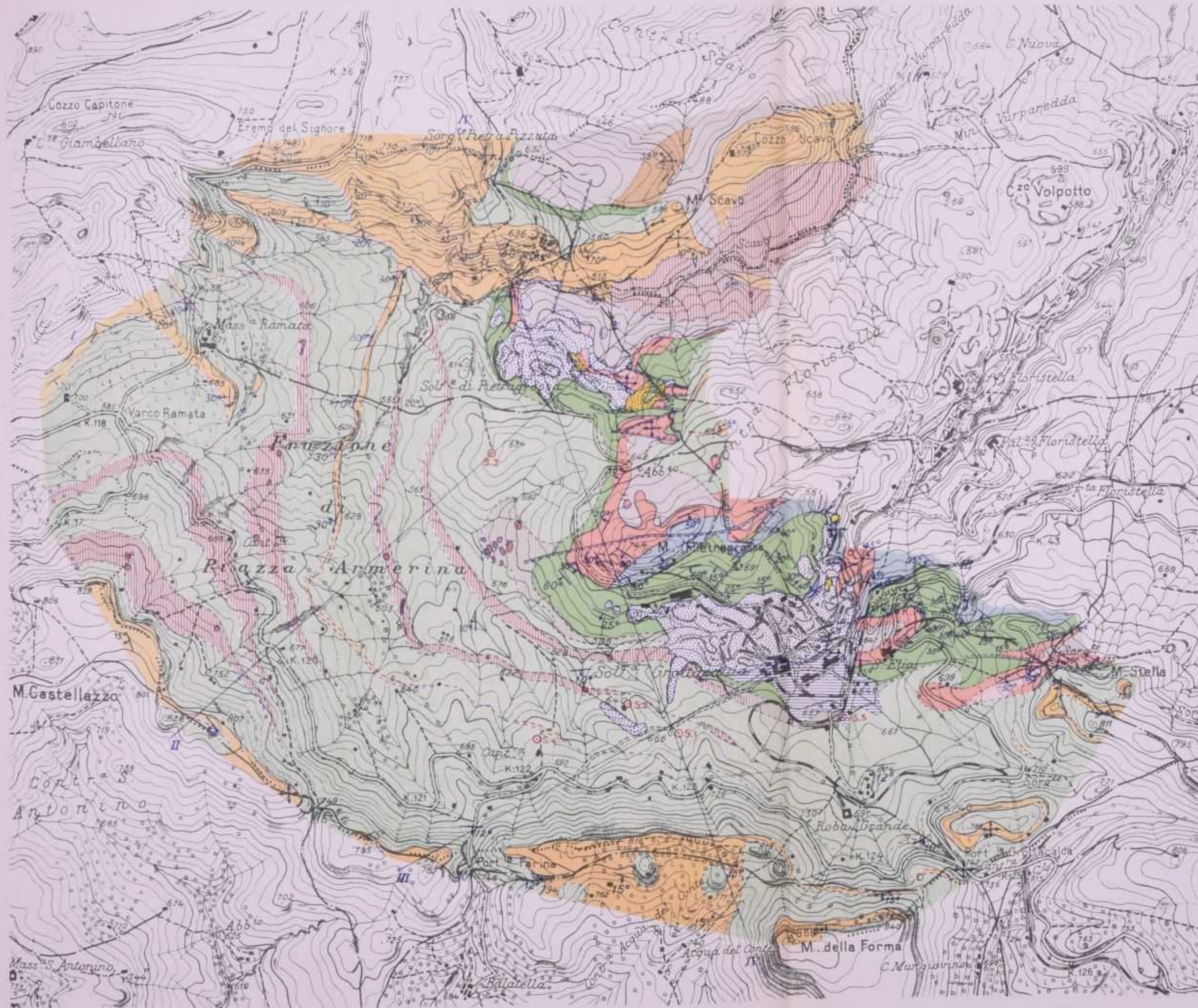
INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI

| | | |
|--------|---|--------|
| FIG. 1 | - Argille brecciate tipiche - Gr. nat. | Pag. 6 |
| „ 2 | - Gesso "balatino,, nelle carote di un sondaggio | „ 8 |
| „ 3 | - Gesso "spicchiolino,, a metà della gr. nat. - Faccia superiore dello strato corrispondente all'alto della pagina, faccia inferiore al basso | „ 9 |
| „ 4 | - Banconi di gesso "spicchiolino,, a Grottacalda, divisi dal "partimento,, marnoso e con sottile base di gesso "balatino,, visibile sotto il bancone superiore | „ 10 |
| „ 5 | - Particolare dell'affioramento precedente | „ 10 |
| „ 6 | - Trubi fra Grottacalda e Valguarnera, con stratificazione da sinistra in alto a destra in basso, e fessurazione da destra in alto a sinistra in basso, con scorrimento | „ 11 |
| „ 7 | - Vallone di Favarotta fra T. Urrà e Vanelle. Affioramento tipico della Zona a scaglie, con visibile alternanza di scaglie chiare ed oscure | „ 23 |
| „ 8 | - Scaglia dello spessore di m. 0,5 di marna scura nelle marne chiare. In alto a sinistra si osserva un accenno di seghettatura del contatto | „ 24 |
| „ 9 | - Noduli limonitico-marnosi delle A. B. - Circa $\frac{1}{4}$ gr. nat. | „ 30 |
| „ 10 | - Formazione del calcare di base, in giacitura verticale, alle Vanelle | „ 31 |
| „ 11 | - Formazione dei gessi, in giacitura subverticale, alle Vanelle. A destra il calcare di base della FIG. 10 | „ 32 |
| „ 12 | - A. B. III nell'incisione del Vallone Favarotta alle Vanelle | „ 33 |
| „ 13 | - A. B. IV nel Vallone Favarotta, presso le Vanelle | „ 34 |
| „ 14 | - Intercalazione di trubi (subverticale) nelle A. B. IV nel Vallone Favarotta presso le Vanelle | „ 35 |
| „ 15 | - Strati di passaggio fra trubi (a destra) ed A. B. IV (a sinistra) nel Vallone di Favarotta presso le Vanelle. Martello visibile al centro | „ 36 |
| „ 16 | - Passarello - Potenza crescente delle A. B. III in profondità | „ 45 |
| „ 17 | - A. B. III ed A. B. IV a NW di Bosco-Stincone (Serradifalco) | „ 46 |
| „ 18 | - Solfara Stincone, con le A. B. IV del nucleo della sinclinale Bosco-Stincone, con le caratteristiche intercalazioni chiare dei trubi | „ 47 |
| „ 19 | - Sond. Grottacalda 5° - Trubi contenenti una brecciolina scura, argilloso-marnosa, delle A. B. IV | „ 48 |
| „ 20 | - Passarello - A. B. IV, Zona a blocchi delle Vanelle ed A. B. III | „ 49 |
| „ 21 | - A. B. I ed A. B. IV nella sinclinale Bosco-Stincone (Serradifalco) | „ 50 |
| „ 22 | - A. B. II ed A. B. V presso Floristella (Valguarnera) | „ 51 |

| | | |
|---------|---|---------|
| FIG. 23 | - Discordanza fra le formazioni mineralizzate inferiori ("giafagliole,,) e superiori ("strato grande,,) in una sezione trasversale tipica della solfara Grottacalda | Pag. 55 |
| „ 24 | - A. B. III presso Portella Corso (Licata) | „ 56 |
| „ 25 | - Breccia risedimentaria vacuolare del calcare di base. Bancone in giacitura verticale nell'incisione del Vallone di Favarotta alle Vanelle | „ 61 |
| „ 26 | - Pseudomorfofosi calcitiche ($\frac{3}{4}$ gr. nat.) di cristalli di NaCl per riempimento di vacuoli lasciati nella breccia risedimentaria del calcare di base. Vallone di Favarotta | „ 61 |
| „ 27 | - Zubbi - Sondaggi 1° - 2° - 3° - 4°, con formazioni detritiche nella serie dei gessi sopra il minerale | „ 62 |
| „ 28 | - Schema a gr. nat. dell'aggregato di selenite geminata a coda di rondine con angolo rientrante verso il tetto dello strato (alto) e apice verso il letto (basso) | „ 63 |
| „ 29 | - Grottacalda - Visibile la parte superiore di un bancone inferiore di gesso, ad andamento mammellonare; segue verso l'alto un partimento marnoso che assorbe la deformazione dovuta alla struttura mammellonare. Più in alto la parte inferiore di un bancone superiore, piana, con base di gesso balatino di 30 cm. di spessore | „ 64 |
| „ 30 | - Particolare dell'affioramento di FIG. 29: struttura fibroso - raggiata di un mammellone di selenite geminata (raggio di curvatura circa m. 2) | „ 65 |
| „ 31 | - Particolare dell'affioramento di FIG. 29: marne dei "partimenti", tettonicamente deformate fra la superficie superiore, mammellonare, del banco sottostante e quella inferiore, piana, del banco soprastante | „ 65 |
| „ 32 | - Vanelle - Faccia superiore mammellonare di un bancone verticale di selenite, con struttura marcata da desquamazione di piani di stratificazione secondari | „ 66 |
| „ 33 | - Vanelle - Piano di stratificazione secondario prossimo alla faccia superiore di un bancone verticale di selenite, che permette di vedere la struttura mammellonare su una faccia negativa | „ 67 |
| „ 34 | - Struttura a noduli passanti a brecciolina, di significato moderatamente risedimentario, nei trubi del Sond. Grottacalda 5° | „ 68 |
| „ 35 | - Valguarnera - Esempio schematico di anticlinale con struttura "a ventaglio rovesciato,, | „ 74 |
| „ 36 | - A. B. II a blocchi di arenarie della vicina anticlinale di Gresti, fra Valguarnera e Raddusa | „ 78 |

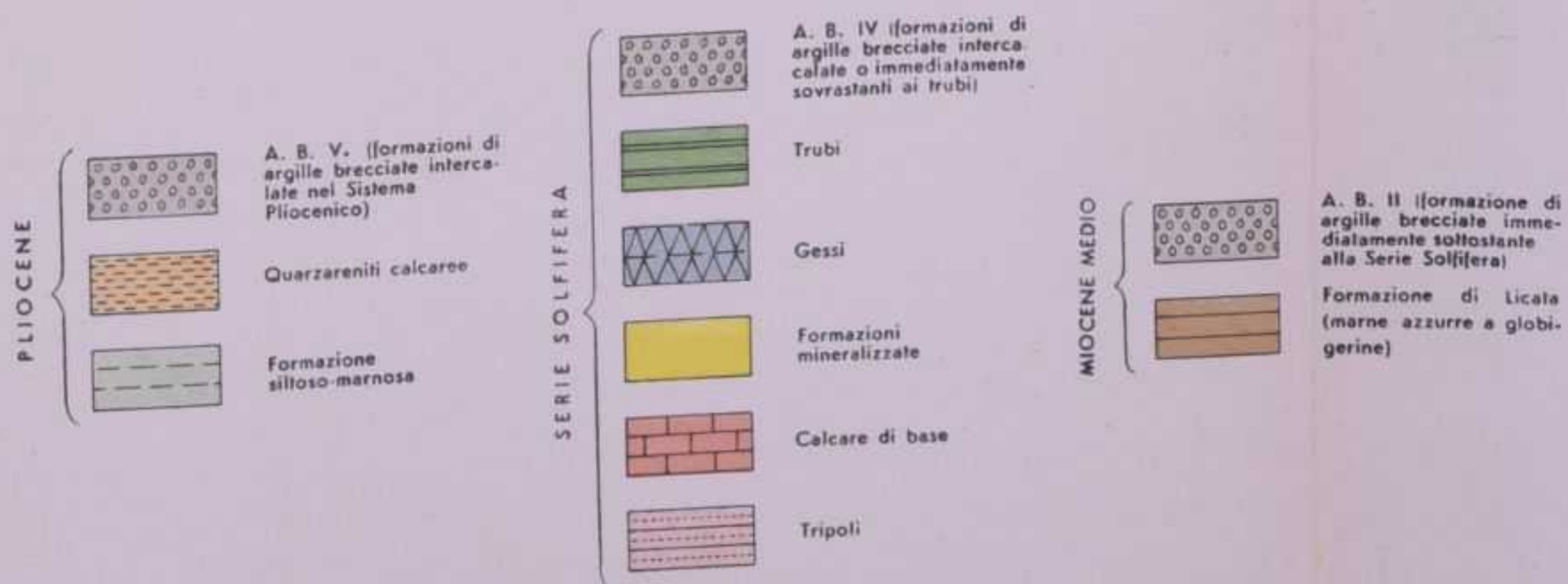
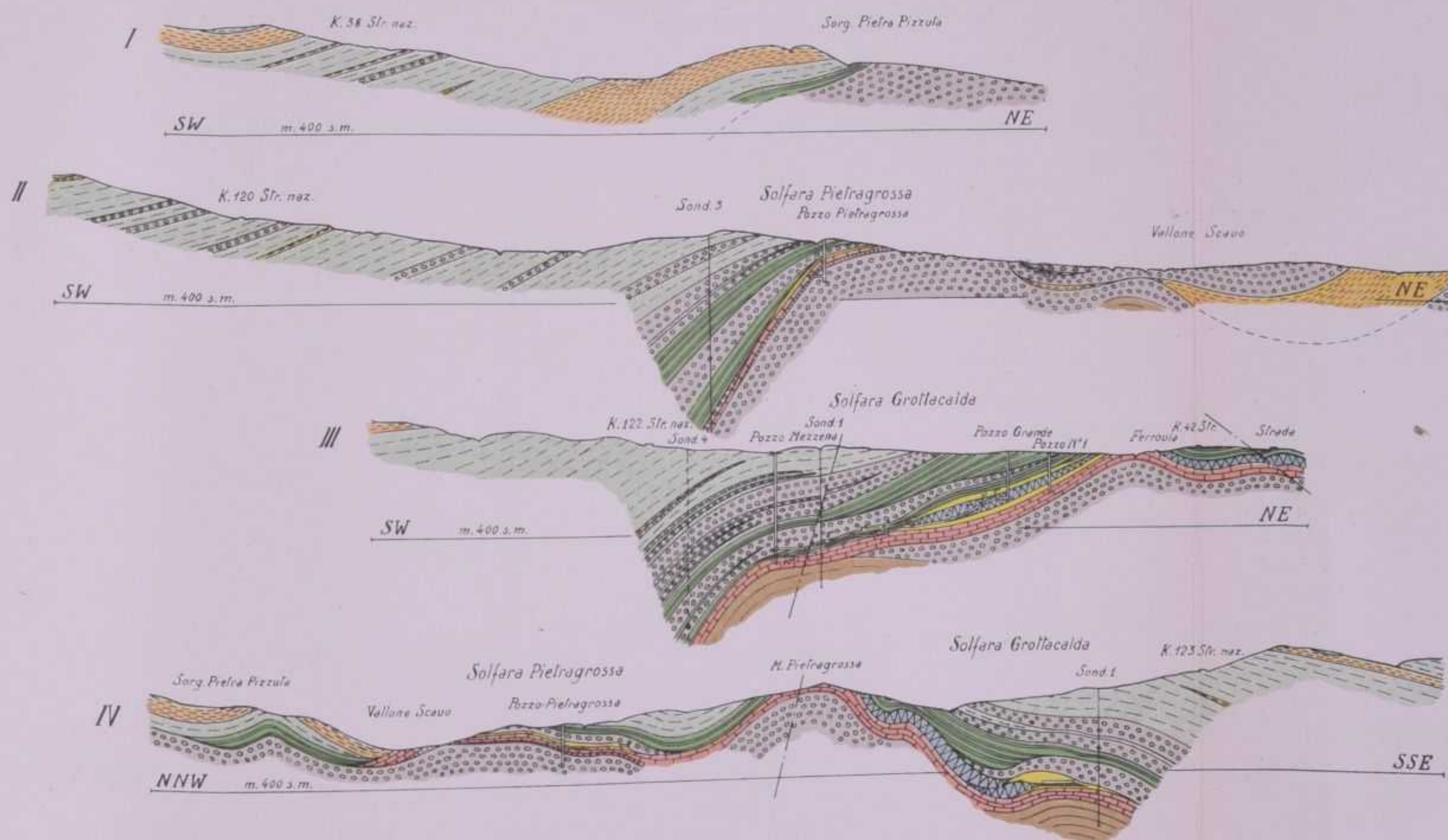
GROTTACALDA - Rilievo geologico

Scala 1: 20.000



GROTTACALDA - Profili

Scala 1: 20.000

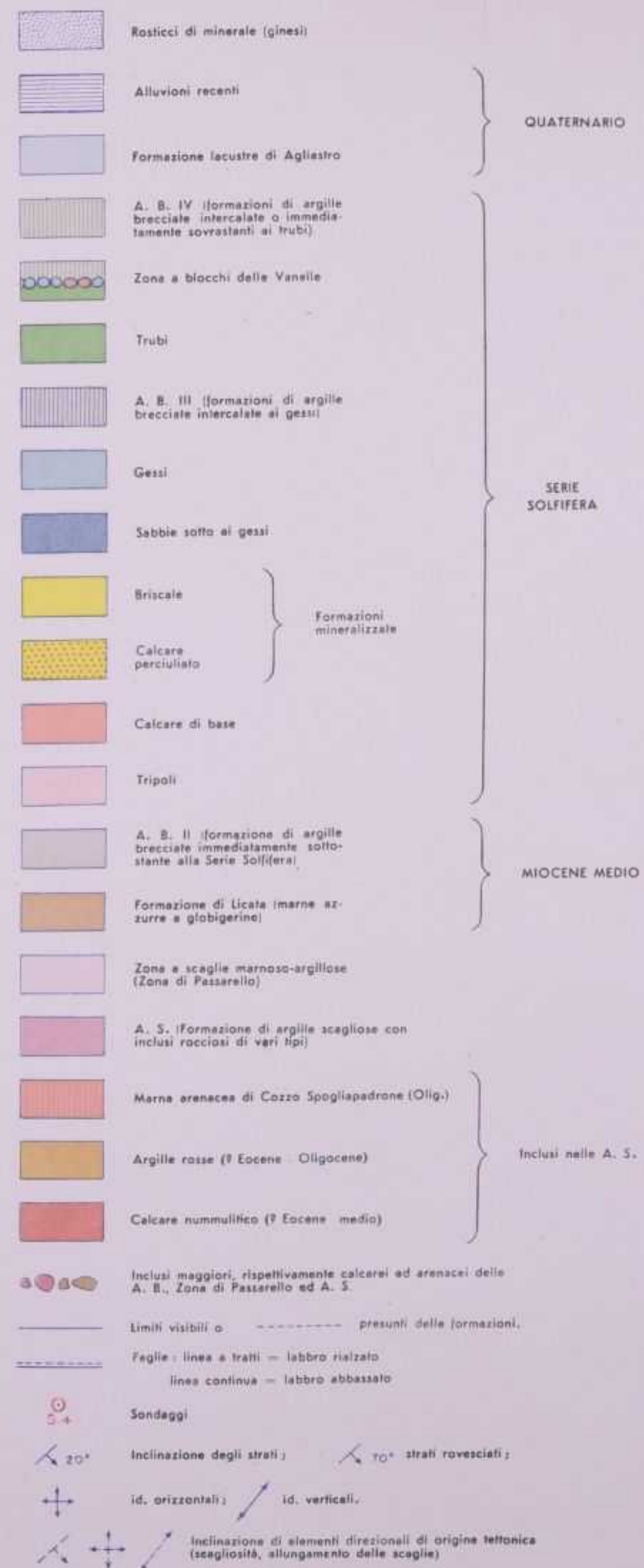
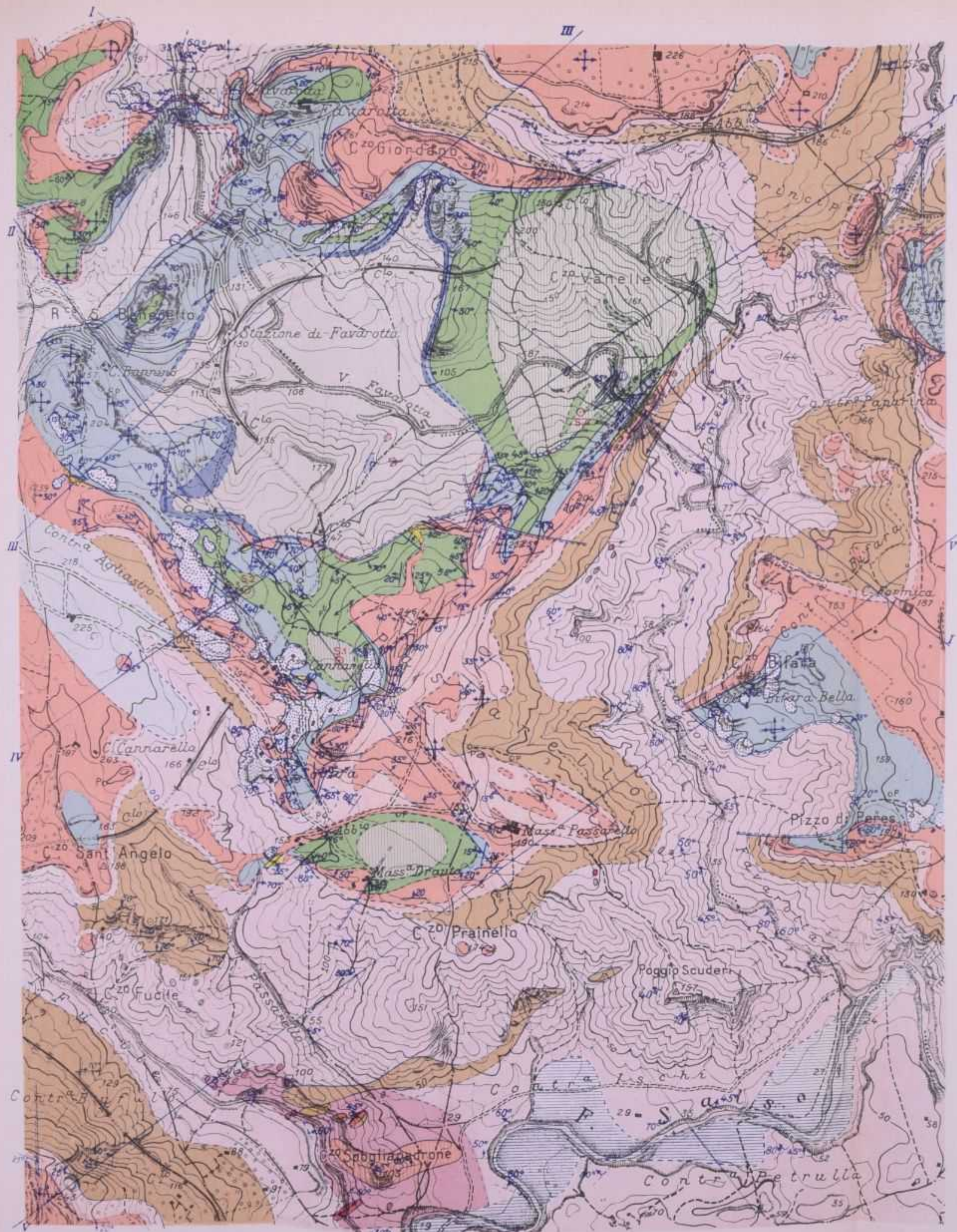


L. OGNIBEN - Le argille brecciate, siciliane

Tav. III

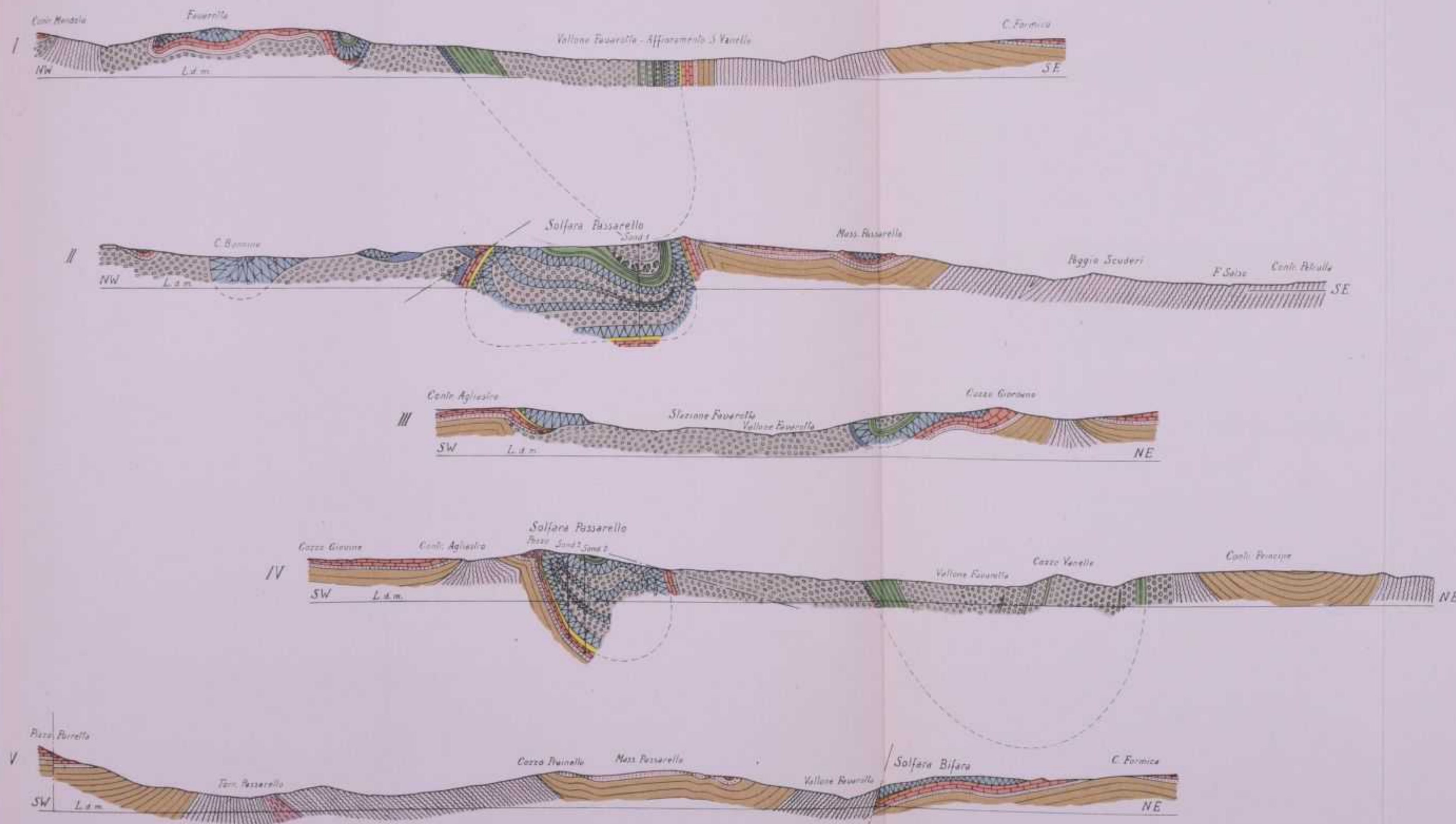
PASSARELLO - Rilievo geologico

Scala 1: 20.000



L'OGNIBEN - Le argille brecciate, siciliane

TAV. IV



PASSARELLO - Profili

Scala 1: 20.000

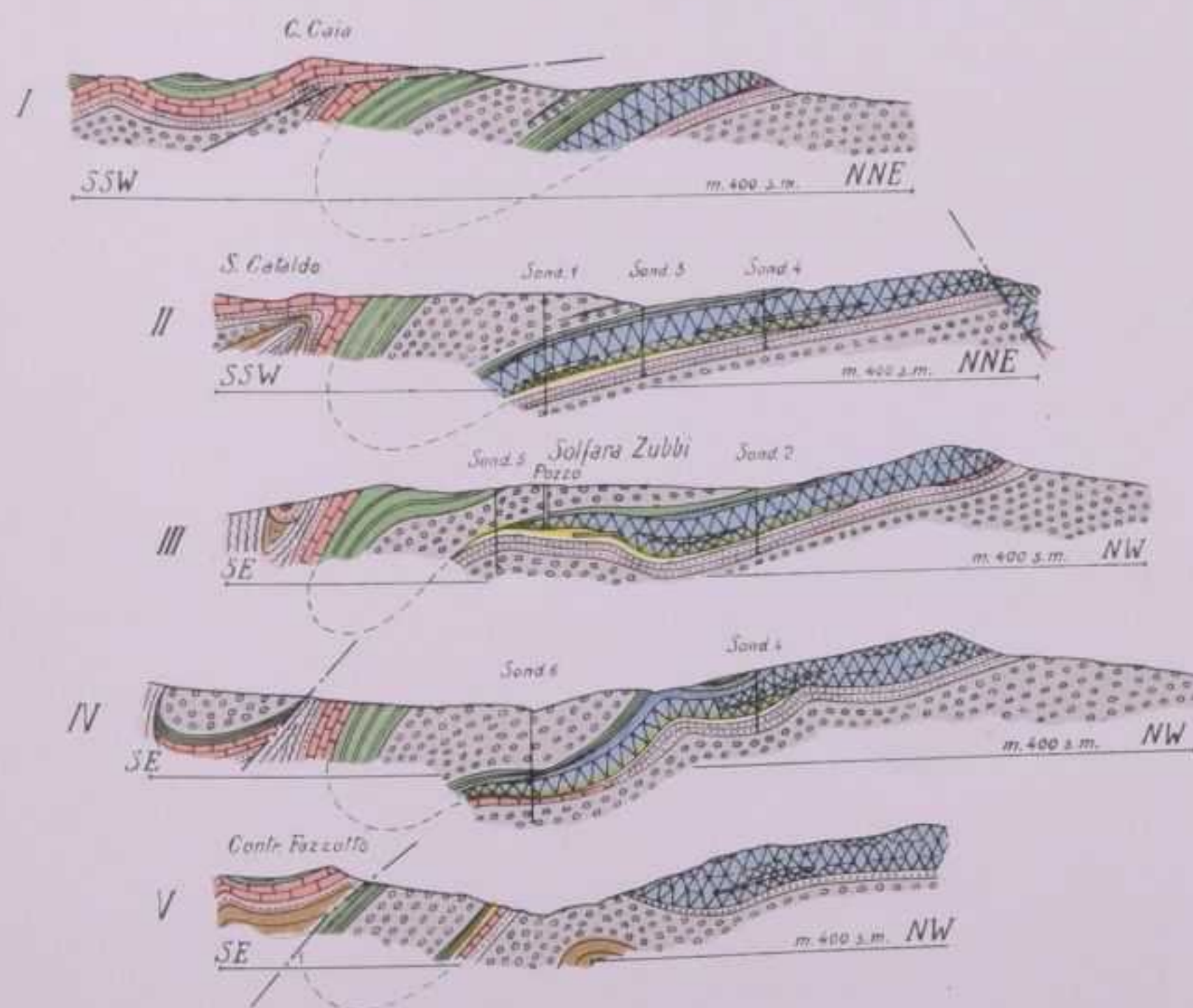
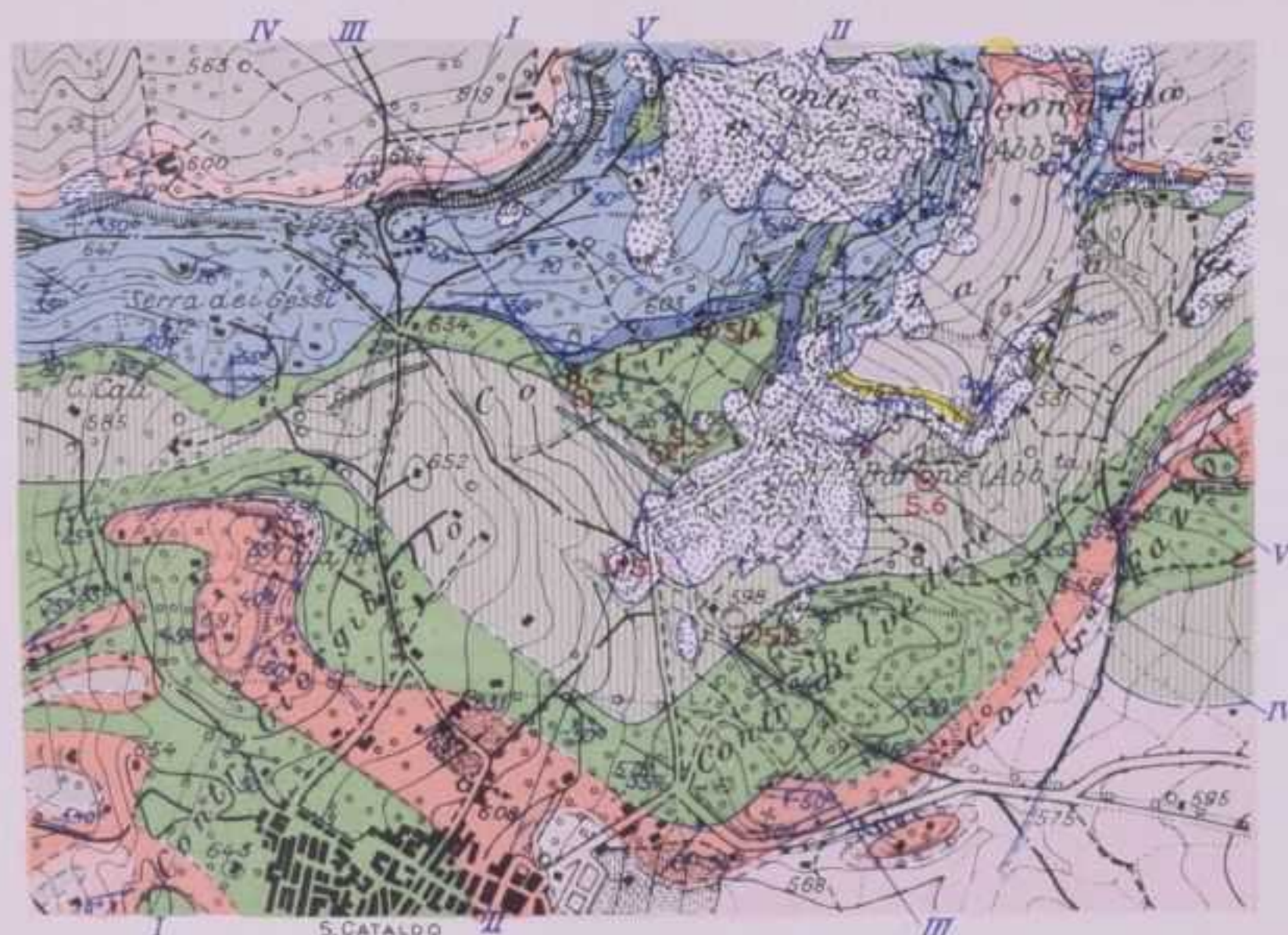
| | | |
|--|--|----------------|
| | Formazione lacustre di Agliastro | QUATERNARIO |
| | A. B. IV (formazioni di argille brecciate intercalate o immediatamente sovrastanti ai trubi) | SERIE SOLIFERA |
| | Zona a blocchi delle Vanelle | |
| | Trubi | |
| | A. B. III (formazioni di argille brecciate intercalate ai gessi) | |
| | Gessi | MIOCENE MEDIO |
| | Sabbie sotto ai gessi | |
| | Formazioni mineralizzate | |
| | Calcare di base | |
| | Tripoli | MIOCENE MEDIO |
| | A. B. II (formazione di argille brecciate immediatamente sottostante alla Serie Solifera) | |
| | Formazione di licata (marna azzurra e globigerine) | |
| | Zona a scaglie marnoso-argillose (Zona di Passarello) | |
| | A. S. (formazione di argille scagliose con inclusi rocciosi di vari tipi) | |

L. OGNIBEN - Le "argille brecciate", siciliane

ZUBBI - Rilievo geologico e Profili

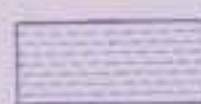
Scala 1: 20.000

Tav. V



RILIEVO

PROFILI



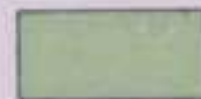
Rosticci di scisti bituminosi (tripoli)



Rosticci di minerale (ginesi)



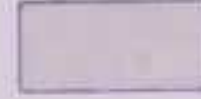
A. B. IV (formazione di argille brecciate intercalate o immediatamente sovrastanti ai trubi)



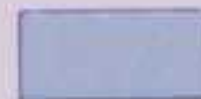
Trubi



Arenazzolo



A. B. III (formazione di argille brecciate intercalate ai gessi)



Gessi



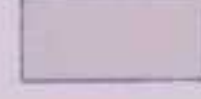
Formazioni mineralizzate



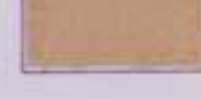
Calcare di base



Tripoli



A. B. II (formazione di argille brecciate immediatamente sottostante alla Serie Solfifera)



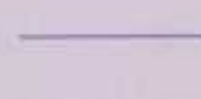
Formazione di Licata (marne azzurre a globigerine)



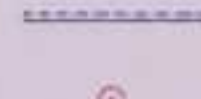
Zona a scaglie marnoso-argillose (Zona di Passarello)



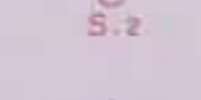
Inclusioni maggiori delle A. B., rispettivamente calcarei ed arenacei (visibili anche sui gessi sopra Contrada Drezzaria)



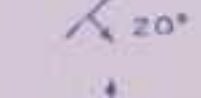
Limiti visibili o presunti delle formazioni.



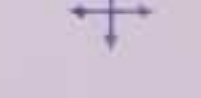
Faglie: linea a tratti - labbro rialzato



linea continua - labbro abbassato



Sondaggi



Inclinazione degli strati 20° strati rovesciati;



id. orizzontali; id. verticali.



SERIE SOLFIFERA

MIOCENE MEDIO

