

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000



MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE

della

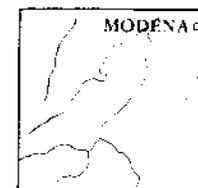
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 86

MODENA

U. LOSACCO



ROMA
LA LITOGRAF
1967



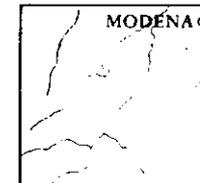
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 86
MODENA

U. LOSACCO



ROMA
LA LITOGRAF
1967

S O M M A R I O

I - INTRODUZIONE	Pag. 5
II - SGUARDO D'INSIEME	» 8
III - CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE	» 9
IV - STRATIGRAFIA	» 12
A - TERRENI AUTOCTONI (Serie toscana)	» 13
1) Macigno arenaceo (mg)	» 14
2) Macigno siltoso-marnoscistoso (mg')	» 15
B - TERRENI ALLOCTONI	» 16
3) Alloctono indifferenziato (argille scagliose p.p.)	» 17
a - Alloctono indifferenziato caotico (c)	» 17
b - Alloctono indifferenziato a giacitura intra- formazionale (o)	» 22
4) Calcari di Coscogno (cmC)	» 23
C - CCMPLESSI EMILIANI (in parte semiautoctoni)	» 25
5) Calcari di Serramazzoni (cs)	» 25
6) Arenarie di Gombola (aG)	» 28
7) Formazione del Rio Giordano (agG e moG)	» 30
8) Marne di Montepiano (mM)	» 32
9) Arenarie o molasse di Ranzano (moR)	» 34

10) Molasse dei Sassi di Rocca Malatina (moRc) .	Pag. 36
11) Serie di Antognola (moA e mA)	» 37
12) Serie di Bismantova (aBi, moBi, mBi)	» 39
13) Strati di Montegibbio (s-agM)	» 43
D - TERRENI NEOAUTOCTONI	» 44
14) Formazione delle argille con gessi (Mag)	» 44
15) Formazione delle argille grigio-azzurre (Pag)	» 45
16) Sabbie, ghiaie e conglomerati (Cal)	» 47
17) Formazioni continentali (Qcg, Q_{1m}, Q_{1r}, Q_{1t}, Q_{2a}, Q_{2r}, dt)	» 47
V - TETTONICA	» 49
1) Tettonica dell'autoctono	» 50
2) Tettonica del complesso indifferenziato	» 50
3) Tettonica dei complessi emiliani	» 53
4) Tettonica del neautoctono	» 57
VI - MORFOLOGIA	» 61
VII - GEOLOGIA APPLICATA	» 64
1) MATERIALI DA COSTRUZIONE	» 64
2) RICERCHE DI IDROCARBURI	» 65
3) FRANE	» 68
4) SORGENTI	» 69
5) POZZI	» 70
6) SORGENTI MINERALI	» 72
7) LITOLOGIA DI SUPERFICIE	» 72
VIII - BIBLIOGRAFIA	» 75

1. — INTRODUZIONE

Il rilevamento geologico per la nuova edizione del foglio n. 86 « *Modena* » venne affidato, nell'aprile 1961, allo scrivente che ebbe a sua disposizione tre soli rilevatori: Dott. G. D. GHIZZONI, Dott. A. PISTOLESI e Dott. E. SERPAGLI, il che comportò da parte dei medesimi il massimo impegno e un notevole sacrificio. Le difficoltà furono aumentate dal fatto che il primo di essi dovette abbandonare il lavoro, e al suo posto subentrò, per un brevissimo periodo, il Dott. A. ZAPPELLI, per interessamento del Servizio Geologico. Ad essi vadano i miei più vivi ringraziamenti per l'ottima volontà e la capacità dimostrate. In modo speciale ringrazio il Dott. PISTOLESI, che, oltre a compiere lo studio fotogeologico regionale, si addossò la gravosa cura della presentazione grafica dei risultati.

Un particolare ringraziamento rivolgo al mio assistente Dott. P. FAZZINI, che seguì costantemente le operazioni di rilevamento, mettendo a disposizione i risultati delle proprie ricerche, e dando inoltre un notevole contributo alla raccolta e al coordinamento dei dati e alle ricerche bibliografiche dopo la fine del lavoro di campagna.

Molta gratitudine debbo all'AGIP MINERARIA, che tramite il personale interessamento dell'Ing. TIZIANO ROCCO, pose a disposizione dati di sondaggio e un gran numero di analisi micro-paleontologiche riguardanti i terreni affioranti nell'area del foglio « *Modena* ». Molti altri campioni da noi raccolti furono esaminati e datati presso la stessa sede. L'AGIP MINERARIA fornì inoltre tutte le indicazioni riguardanti la struttura profonda del territorio, riportate integralmente sulla nostra carta.

Altri aiuti e dati furono offerti da Società ed Enti vari, oltre che da singole Persone: tra queste ultime ricordo la mia collega Prof. E. MONTANARO GALLITELLI, che con la sua profonda conoscenza geologica e paleontologica del Modenese mi è stata di aiuto per la selezione della bibliografia e con chiarimenti su problemi incontrati nel corso del lavoro. Ricordo poi il Prof. M. BERTOLANI, per le notizie riguardanti le ofioliti, il carsismo e i materiali da costruzione, e l'Avv. P. SEVERI che mi ha comunicato i dati relativi alle stazioni preistoriche della regione. Altre informazioni furono fornite dalla Società Petrolifera Italiana, che mise inoltre a nostra disposizione le fotografie aeree del territorio, e dalla Sezione di Parma dell'Ufficio Idrografico del Po e dall'Ufficio del Genio Civile di Reggio Emilia, per le indicazioni sui pozzi della pianura reggiano-modenese. A tutti vadano i più vivi ringraziamenti.

II. — SGUARDO D'INSIEME

La zona studiata fa parte delle provincie di Modena e Reggio Emilia, e comprende territori di pianura, di collina, e di bassa montagna, con un aumento graduale di altezza, procedendo da nord verso sud, sino a raggiungere gli 800-1000 m s.l.m. Grandi ed ampie vallate solcano da SSO a NNE la regione, percorse da corsi d'acqua a regime molto variabile: il T. Crostolo e il Tresinaro, il Secchia, ed i suoi affluenti: Secchiello, Dragone e Rossenna, e il Panaro.

Le condizioni di esposizione dei terreni sono generalmente discrete, e anche buone nella parte più elevata; qualche difficoltà è data dalle frane e dalla natura stessa di certe formazioni, poco coerenti e tendenti alla franosità, che non hanno sempre permesso di fissare con sicurezza i limiti. Nella zona collinare più bassa, altre difficoltà sono date dalla presenza delle coltivazioni. La percorribilità della regione è buona, e pure buona la rappresentazione cartografica.

III. — CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE

La conoscenza delle condizioni geologiche del territorio modenese si iniziò molto precocemente, pur tenendo conto che molti fra i primi scritti furono dedicati a fenomeni del tutto particolari: alle acque salienti dei famosi *pozzi modenesi*, intorno ai quali scrisse per primo B. RAMAZZINI alla fine del XVII secolo, e alle salse e altre manifestazioni di idrocarburi, di cui si occuparono lo stesso RAMAZZINI e F. ARIOSTI, seguiti da BOCCONE, GENTILI, GALEAZZI, SPALLANZANI e VALLISNIERI. Questi ultimi, e due maggiori studiosi, dettero anche altre notizie d'interesse geologico sul Modenese, e così pure fecero GALEAZZI e MARSILI in uno scritto in cui descrivevano quanto avevano osservato viaggiando tra Bologna e San Pelgrino in Alpe.

Ma la ricerca geologica di carattere più prettamente scientifico, e condotta con metodi rigorosi, si sviluppò soprattutto verso la metà del secolo scorso. Molti studiosi si occuparono specialmente della raccolta e della descrizione delle faune rinvenute nella regione, specialmente di quelle neogeniche: tra essi si possono ricordare F. COPPI (1880, 1882), A. FERRETTI, M. MALAGOLI (1884), e P. MANTOVANI. Contributi di carattere geologico furono portati da BIANCONI, COPPI, STÖHR e soprattutto dal DODERLEIN, che pubblicò alcune note illustrative alla sua carta geologica del Modenese (1870-1872). I lavori più importanti sono citati nella bibliografia; per gli altri si rimanda agli accurati elenchi pubblicati dal BENTIVOGLIO (v.) o alla completa *Bibliografia geologica dell'Emilia*, curata da R. SELLI e in corso di stampa nella serie edita dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Ai precedenti seguirono, verso la fine del secolo scorso, D. PANTANELLI, che oltre a contributi prettamente geologici, dedicò per anni, una parte della sua attività alle acque sotterranee della pianura modenese (1883 a, 1883 b, 1885, 1888, 1895, 1898, 1903,

<i>Quattro Castella</i>	<i>Scandiano</i>	<i>Rubiera</i>	<i>Modena</i>
<i>Casina</i>	<i>Viano</i>	<i>Sassuolo</i>	<i>Formigine</i>
<i>Carpineti</i>	<i>Baiso</i>	<i>Serramazzoni</i>	<i>Levizzano</i>
<i>Villa Minozzo</i>	<i>Montefiorino</i>	<i>Polinago</i>	<i>Pavullo nel Frignano</i>

FIG. 1. - Le tavolette del foglio « Modena ».

1908) e F. SACCO con pubblicazioni di carattere sintetico sulla geologia dell'Appennino, destinate a illustrare le proprie carte geologiche (1892 *a*, 1892 *b*, 1932 *a*, 1932 *b*).

Il problema che più di ogni altro ha interessato gli studiosi tra la fine del secolo scorso sino ad oggi, e riguardante non solo il Modenese, ma tutto l'Appennino settentrionale, è quello relativo alla « formazione » delle argille scagliose, cioè a quell'insieme eterogeneo di terreni a posizione stratigrafica e tettonica incerta, da noi indicato come alloctono indifferenziato. Se ne occuparono l'UZIELLI e il LOTTI, il DE STEFANI e il SACCO, e molti altri Autori ancora, italiani e stranieri, con discussioni e polemiche che durarono decenni e che non possono dirsi nemmeno oggi cessate. Discussa ne fu l'età: se eocenica o cretacea, e discussa la giacitura: se in posto o alloctona e occupante la posizione attuale a seguito di fatti di ricoprimento e scivolamento. Come è noto quest'ultima interpretazione ha finito per prevalere, come ha prevalso l'opinione che una parte almeno del complesso sia di età cretacea. Una esauriente esposizione delle questioni riguardanti tale argomento si può trovare in una importante pubblicazione del MERLA, contenente anche una convincente ipotesi sul meccanismo di messa in posto del complesso e accompagnata da una vasta bibliografia (1951). Una esposizione più breve si trova in un'altra pubblicazione dello stesso Autore (1957).

Veramente notevoli furono le ricerche compiute da ANELLI (1918, 1922-1923 *a*, 1923 *b*, 1923 *c*, 1929, 1932, 1933) non solo nel Modenese, ma in tutta la regione appenninica settentrionale; specie nei riguardi della tettonica e della datazione di molte formazioni. L'A. fu inoltre il primo a illustrare certe particolari modalità di giacitura delle « argille scagliose », che hanno trovato la loro definitiva spiegazione solo in epoca molto recente.

In questi ultimi anni E. MONTANARO GALLITELLI ha notevolmente approfondito la conoscenza dei corallari e delle faune a molluschi della regione, provenienti dai livelli riferiti da noi alla

serie dei *complessi emiliani*, e contribuendo inoltre, con le sue ricerche micropaleontologiche, alla datazione delle argille scagliose e della formazione di Serramazzone (1931 *a*, 1931 *b*, 1935-1939, 1943 *a*, 1943 *b*, 1947 *a*, 1947 *b*, 1947 *c*, 1948, 1949, 1950, 1954 *a*, 1954 *b*, 1955, 1958 *a*, 1958 *b*).

Tra i nomi dei più giovani ricorderò, infine, quelli di BERTOLANI (1963), DIECI (1959, 1961), FAZZINI (1961, 1963), PAREA (1961*a*, 1961 *b*) e SERPAGLI (1961, 1962, 1963). Un cenno a parte meritano due recenti e notevoli pubblicazioni di carattere sintetico, riassuntive delle ricerche compiute dai geologi dell'AGIP MINERARIA sotto la guida di L. LUCCHETTI (1962) e di M. PIERI (1961).

A parte ricordiamo la cartografia: una prima carta geologica alla scala 1 : 144.000 venne pubblicata dal DODERLEIN (1870-72), ad essa seguirono, molti anni dopo, quella del SACCO dell'Appennino dell'Emilia (1892), e quella dell'Appennino Modenese del PANTANELLI, alla scala 1 : 150.000 (1895). Dopo parecchi anni ancora fu la volta del foglio « Modena », n. 86 della Carta Geologica d'Italia, rilevato dal SACCO (1932). Una carta a colori alla scala 1 : 25.000 della zona di Castelvetro, venne pubblicata da E. MONTANARO GALLITELLI (1954); ad essa sono seguite le due belle carte al 100.000, pure a colori, che accompagnano le citate pubblicazioni di LUCCHETTI (1962) e di PIERI dell'AGIP MINERARIA (1961).

IV. — STRATIGRAFIA

Nella classificazione dei terreni sarà seguita l'opinione, condivisa dalla maggior parte degli Autori che si occupano oggi della geologia dell'Appennino settentrionale, e tendente a riunirli in gruppi, distinti a seconda delle vicende tettoniche subite in epoca

posteriore al deposito; avremo cioè: i *terreni della serie autoctona*; i complessi facenti parte della *copertura alloctona*, poggianti sui precedenti e occupante la posizione attuale a seguito di movimenti a notevole componente orizzontale; e i *terreni neoautoctoni*, depositatisi sull'alloctono dopo la sua messa in posto.

La serie autoctona è rappresentata nella regione solo dalla formazione del macigno; nella copertura alloctona distingueremo un *alloctono indifferenziato*, costituito da terreni in gran parte caoticizzati dai movimenti subiti e di varia natura ed età, da una serie complessa depositatasi prevalentemente sul precedente nel corso del suo spostamento e in parte *semiautoctona*. Questa serie comprende i cosiddetti *complessi emiliani*. Del neoautoctono fanno parte, infine, i livelli di età recente, interessati solo dagli ultimi movimenti tettonici e da fatti di frana intraformazionale.

A - TERRENI AUTOCTONI (Serie toscana)

Come è stato accennato poco sopra, l'unico elemento appartenente alla serie autoctona a *facies* toscana che affiori nell'area del foglio « Modena » è il macigno, che pur non essendo il termine più antico è, geometricamente, il più profondo. In base a quanto sappiamo dalle zone vicine, questa formazione costituisce la parte sommitale delle serie autoctone, affiorando da sotto la copertura alloctona.

Anche in questa zona, come in tutto l'Appennino settentrionale e in Toscana, la serie del macigno si presenta con due diverse litofacies, ben distinguibili sul terreno: arenacea più o meno grossolana, indicata anni fa dal SIGNORINI come macigno tipo A e nota coi nomi di *arenaria macigno*, *macigno s.s.* o *pietra serena*, e siltoso-marnoscistosa (**mg'**) cui passa la precedente verso l'alto, chiamata dal SIGNORINI macigno B e corrispondente, almeno in parte, al *galestro* dei vecchi autori.

1) **mg** - Macigno arenaceo: *Arenarie torbiditiche grigio-azzurre con intercalazioni scistose (Oligocene)*.

Questa varietà di macigno si presenta, litologicamente, sempre con gli stessi caratteri in tutta una vastissima area di affioramento, che dalla Liguria raggiunge il Trasimeno: si tratta di un'arenaria di colore grigio-azzurro (pietra serena), generalmente grossolana, a elementi del diametro medio intorno al millimetro, ma in strati chiaramente gradati e con passaggio a materiale sempre più fine andando verso l'alto. Questa caratteristica fa sì che oggi si ritenga, concordemente, che il macigno arenaceo sia una torbidite, cioè una roccia clastica originata per risedimentazione, dai materiali delle nuvole di torbida originate da frane sottomarine dei depositi costituenti una scarpata continentale. La parte arenacea dei singoli strati ha spessore molto variabile, da alcuni metri a qualche decimetro e passa verso l'alto a letti siltosi — formati, cioè, da materiale a diametro compreso fra 1/10 e 2/100 di millimetro — depositatisi per sedimentazione normale, nelle pause fra un episodio torbiditico e l'altro. Queste intercalazioni siltose tendono ad aumentare progressivamente di frequenza e di spessore, andando verso l'alto della serie.

Gli elementi che costituiscono l'arenaria sono in prevalenza quarzosi e feldspatici (ortoclasio e plagioclasio); abbondanti anche le miche, muscovite e biotite, quest'ultima trasformata generalmente in clorite, per alterazione. Nella massa della roccia compaiono di frequente lenticelle argillose di colore grigio-scuro, derivanti dalla consolidazione di « focchi » pelitici discesi insieme alle sabbie nel corso della torbida.

Questo tipo litologico affiora esclusivamente in una piccola area nella parte meridionale della tavoletta « Villa Minozzo », in posizione basale rispetto al resto della formazione e in buone condizioni di esposizione sui due fianchi della valle del Dolo, a monte della confluenza del rio della Costa. Lo spessore totale della parte visibile della serie del macigno è di circa 500 m.

2) **mg'** - Macigno siltoso-marnoscistoso: *Marne grigio-avane con intercalazioni siltoso-arenacee (Oligocene)*.

Anche questa parte della serie, rappresentata da un tipo litologico più fine del precedente, affiora, con ottime esposizioni, sui due lati della valle del Dolo, e inoltre in tutto il versante orientale di M. Surano e in quasi tutto il M. delle Coste, sopra Ceresola (tav. « Villa Minozzo » e « Montefiorino »).

La serie è formata in prevalenza da marnoscisti talora sabbiosi, a fratturazione lamellare, galestrina, e di colore grigio chiaro tendente superficialmente al giallastro, per alterazione. La stratifica-

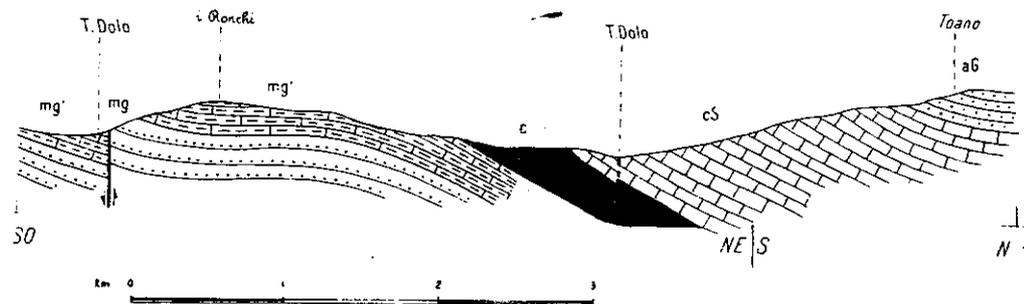


FIG. 2. - Rapporti tra autoctono e alloctono nella valle del Dolo, fra Cadignano e Toano (tav. « Villa Minozzo »). **mg**, macigno arenaceo; **mg'**, macigno siltoso-marnoscistoso; **c**, complesso indifferenziato caotico; **cs**, calcare di Serramazzone; **aG**, arenaria di Gombola.

zione è distinguibile solo quando ai letti marnosi si accompagnano intercalazioni siltoso-arenacee; queste ultime aumentano d'importanza verso il basso, determinando un passaggio graduale al tipo arenaceo. Gli strati di arenaria hanno struttura gradata e corrispondono a saltuarie venute di torbida, che interrompevano di quando in quando una sedimentazione di tipo normale. Negli strati siltosi, invece, la gradazione degli elementi non è evidente. Non mancano

materiali ancor più grossolani: certe grosse lenti di arenarie poco cementate, molassiche, affioranti ad esempio lungo la nuova strada che segue la valle del Dolo, passano presso Angera a letti conglomeratici, con elementi che si mantengono in media fra i 2 e i 3 centimetri di diametro, ma che possono raggiungere anche i 10-15 cm.

I rapporti della serie del macigno con le altre formazioni sono sempre tettonici: nel versante settentrionale del monte della Costa, il macigno siltoso-marnoscistoso s'immerge sotto al complesso indifferenziato caotico di Macognano. Altrove, come sulla groppa di Monte Surano e nel versante ovest di M. delle Coste, i contatti con l'indifferenziato e con la formazione dei calcari di Serramazzone sono per faglia.

Riguardo all'età, nessuna indicazione fornisce il macigno arenaceo, sempre privo di resti fossili, salvo nella parte basale, che qui non affiora. Nel macigno marnoscistoso le faune rinvenute, caratterizzate da associazioni a *Vulvulina spinosa* CUSHMAN, *Nodosarella robusta* D'ORBIGNY, *Gyroidina girardana* REUSS, *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN e BERMUDEZ), *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Anomalina pompilioides* GALLOWAY e HEMINWAY, *Planulina renzi* CUSHMAN e STAINFORTH, *Cibicides cushmani* NUTTALL, indicano un'età oligocenica.

Nel vecchio foglio 86, rilevato dal SACCO, al macigno veniva attribuita una assai maggiore distribuzione spaziale, anche in aeree ove affiorano terreni di ben diversa natura: arenarie di Gombola e livelli non arenacei.

B - TERRENI ALLOCTONI

Nella descrizione dei terreni formanti la copertura alloctona, poggiante sull'autoctono, terremo distinto il cosiddetto alloctono indifferenziato dai livelli facenti parte delle serie più o meno regolari e complete, che abbiamo indicato col nome di complessi emiliani e che in parte sono semiautoctoni.

3) Alloctono indifferenziato (*argille scagliose p.p.*).

Con questo termine, introdotto di recente e impiegato anche in altri fogli di seconda edizione della Carta Geologica d'Italia, viene definito un complesso insieme di terreni di varia età e di diversa natura, ad assetto generalmente disordinato, e corrispondenti, almeno in gran parte, alle *argille scagliose* di altri autori e agli *argilloscisti ofiolitiferi* del SACCO. Queste ultime denominazioni sono già sufficienti a dare indicazioni sulla prevalente natura litologica del complesso.

E' discutibile se tutto l'insieme possa venir considerato una vera e propria formazione, alla stregua delle altre, derivante da una unica serie eterogenea tettonizzata, o se provenga invece da varie unità stratigrafiche originariamente ben distinte ma successivamente scomposte da fatti tettonici, tanto da raggiungere, qualche volta, una condizione caotica, tale da rendere generalmente impossibile la ricostruzione della successione originaria dei termini. Nella leggenda della carta geologica si è preferito impiegare il termine complesso indifferenziato, anziché di alloctono indifferenziato, che ha un significato tettonico ben preciso e che, per obiettività, si è cercato di non fare apparire sulla carta. Nella descrizione che segue è stato distinto l'alloctono indifferenziato a struttura caotica, ma a giacitura normale, dalle masse che invece sono apparse in posizione intraformazionale od olistostromica.

a) c - Alloctono indifferenziato caotico: *Complesso argilloso-litoide a struttura caotica (età varia: cretaceo-eocenica).*

Nella regione studiata l'alloctono indifferenziato a struttura generalmente caotica presenta un notevole sviluppo, specialmente nelle tavolette del II quadrante ove supera per distribuzione quella delle altre formazioni; ben rappresentato è inoltre nella tavoletta « Baiso » e in una stretta fascia submarginale, nel tratto compreso fra Canossa e il corso del Secchia.

Le caratteristiche del complesso variano da zona a zona, specialmente per quanto riguarda il grado di scomposizione della serie: in alcune località permane evidente la stratificazione, rivelata allora, come si osserva sulla sinistra del Panaro, dalla presenza di letti argilloscistosi rossi, ben riconoscibili anche a distanza. Altrove, invece, l'assetto stratificato manca di continuità e ha solo valore locale tanto da far pensare alla giustapposizione di pacchi di strati, talora separati da zone fortemente scompagnate. Più di frequente, e con maggiore estensione, prevale una condizione di assoluta caoticità, come intorno a Canossa, al Monte della Sella, ecc.; e in tal caso gli affioramenti appaiono formati da argilloscisti, inglobanti blocchi e massi litoidi dispersi nella massa, senz'ordine. Non si può escludere, tuttavia, che in certi casi lo scompaginamento sia più apparente che reale, determinato da fatti gravitativi di frana o cedimento, superficiali o subsuperficiali, che hanno interessato i versanti.

Altre differenze riguardano la costituzione litologica del complesso, sempre variabile da punto a punto. L'elemento fondamentale della serie, per quanto contenuto in proporzioni diverse nelle singole zone, è rappresentato da scisti argillosi di colore grigio cinereo, possedenti una marcata tendenza a scomporsi per disseccamento in squame o scaglie a superfici lucidate dai movimenti differenziali subiti dalla massa, e coperte talora da tenui veli calcitici. Da ciò il nome di *argille scagliose* o *squamose*, impiegato da molti Autori. Agli argilloscisti, però, si accompagnavano, originariamente, ripetute e più o meno fitte e potenti intercalazioni di strati litoidi di varia natura: calcari marnosi, calcari silicei sublitografici tipo *calcare palombino*, arenarie fini e grossolane, ecc. A seguito dei movimenti subiti dalla massa nel corso della sua traslazione, — perché si ritiene che essa si sia depositata molto più a **SO**, nell'area dell'attuale Tirreno, — e di successivi fatti di assettamento e colamento gravitativo, le intercalazioni litoidi si sono segmentate e scomposte, disperdendosi nella massa sotto forma d'inclusi.

In certi casi si è trattato di una scomposizione limitata, e i segmenti di uno stesso strato conservano ancora un certo andamento

allineato o a rosario; più spesso ogni traccia di stratificazione è andata perduta e l'assetto è propriamente caotico. Sempre dipendente dai movimenti differenziali subiti dalla massa, è anche l'evidente struttura fluidale che assume la pasta argilloscistosa intorno agli inclusi litoidi. Blocchi e blocchetti appaiono patinati, coperti da lucidi veli di argilla e circondati da letticelli concentrici di questa stessa natura. A ciò si deve il termine *scisti farciti*, impiegato da alcuni autori per definire tali strutture. La componente litoide, naturalmente, non si presenta solo sotto forma di massi o blocchi isolati, ma anche come pacchi di strati più o meno grandi.

Altri elementi frequenti e caratteristici del complesso, che il SACCO, si ricordi, chiamava degli *argilloscisti ofiolitiferi*, sono le masse di rocce intrusive ed effusive di tipo basico, serpentine lherzolitiche, gabbri e diabasi, che nell'area del foglio «*Modena*» sono sempre piccole, più di quelle affioranti intorno a Frassinoro, nel foglio 97 «*San Marcello Pistoiese*», o delle masse ancor più imponenti della Liguria e della Toscana. Nella nostra zona si tratta spesso di modesti blocchi, provenienti dalla scomposizione di masse di maggiori dimensioni e inglobati disordinatamente nel complesso argilloscistoso, specie a **S** di Villa Minozzo, sullo sperone compreso fra Prignano sul Secchia e Serramazzoni, sui due lati del Panaro, ecc. Contrariamente a quanto si verifica in altre parti dell'Appennino settentrionale e in Toscana, le ofioliti mai appaiono qui «*in serie*», legate cioè a livelli diasprini o a calcari a Calpionelle, ma inglobate nell'indifferenziato in zone a struttura caotica, insieme a materiali di svariata natura.

A queste masse si aggiungono, qua e là, blocchi di breccia (**Br**) formata in parte da elementi ofiolitici e in parte calcarei o arenacei, cementati da carbonato di calcio. Sulla sinistra del Panaro, presso C. Castiglione, compare infine un blocco di granito milonitizzato, fraccato cioè dagli sforzi tettonici subiti, e inglobato, come le ofioliti, nel complesso indifferenziato.

Letti o inclusi di natura calcarea sono i più frequenti e diffusi nel complesso, che originariamente doveva consistere, in prevalen-

za, di alternanze di argilloscisti e calcari: i più comuni sono di calcari marnosi, ma di frequente ne compaiono anche di un calcare siliceo, verdognolo, biancastro, o anche grigio del tipo *palombino*, a Calpionelle. Oltre che sotto forma di blocchi isolati, i calcari si presentano, nelle zone meno sconvolte, come intercalazioni o pacchi di strati. Altre intercalazioni o massi isolati sono di natura arenacea, generalmente a grana fine, di tipo simile all'arenaria di Gombola, ma talora anche più grossolane. Un altro elemento caratteristico, presente in alcune località, — presso Canossa, nella valle del Panaro, ecc. — è rappresentato da una brecciolina grigiastra, zonata, a fasce chiare e scure e formata da elementi arrotondati, del diametro di 1-2 millimetri e più, di calcari a Calpionelle ed altri resti organici, mentre la pasta inglobante contiene forme non caratteristiche, ma probabilmente di età più recente.

In analoghe condizioni di giacitura, inglobate nell'indifferenziato ma estranee ad esso, si trovano anche masse stratificate di termini facenti parte dei « complessi emiliani »; cioè di quelle serie sedimentate sull'alloctono in parte precedentemente e in parte nel corso della traslazione, e di cui ci occuperemo in seguito. Queste masse minori si sono separate dalle principali per fatti di scomposizione e slittamento, rimanendo così inglobate o galleggianti sull'indifferenziato; nella carta sono state indicate solo quelle di dimensioni sufficientemente grandi.

Un ultimo elemento, ben riconoscibile e litologicamente ben differenziato, è dato da letti o lembi di scisti argillosi rossi, talora un po' marnosi e privi di resti fossili, che compaiono in molte località, anche in serie abbastanza regolari, come sulla sinistra del Panaro. Sull'origine di questi scisti rossi P. GALLITELLI (1949) e E. MONTANARO GALLITELLI (1947 *b*, 1948, 1949) dettero anni fa un'interessante interpretazione, indicandoli come possibili prodotti di alterazione di masse diabasiche.

La scarsità e la contraddittorietà dei resti fossili contenuti nella massa argilloscistosa e negli inclusi litoidi, e lo stato di sconvolgimento e di caoticizzazione in cui si trova l'insieme, rendono difficile

stabilire l'età di questo complesso. Senza riesaminare la questione minutamente, basterà dire che una parte dei vecchi autori propendeva, in relazione ai rapporti col macigno, considerati allora stratigrafici, per una attribuzione del complesso all'Eocene superiore, mentre altri, come il SACCO, lo consideravano cretaceo, in base a rinvenimenti di Cicadee, Pentacrinidi, Inocerami ed Ittiosauri. Ma le condizioni di ritrovamento erano in genere poco chiare e imprecise, e molti resti venivano considerati dubbi o rimaneggiati, o attribuiti anche a forme non cretacee.

E' interessante notare che secondo uno dei primi studiosi che si occuparono delle argille scagliose, l'UZZELLI (1883), l'età di queste era da ritenersi quella della loro messa in posto locale, trattandosi di una formazione soggetta a spostamenti e suscettibile di subire movimenti gravitativi. E' questa una opinione ripresa in considerazione di recente per quanto riguarda gli olistostromi o giaciture di frana intraformazionale.

La componente argillosa del complesso è normalmente sterile, e i numerosi campioni esaminati nel corso della ricerca non hanno dato indicazioni significative. Nei dintorni di Varana, però, fra Montebanzone e Serramazzone, e nei pressi di Castelvechio, E. MONTANARO GALLITELLI descrisse anni fa (1943 *a*, 1943 *b*, 1947) sicure faune cretacee. In altre località l'età cretacea viene testimoniata dalla presenza, negli inclusi litoidi, di Calpionelle, di resti di Orbitoline e di probabili Ticinelle. Ma accanto a queste indicazioni cretacee, se ne trovano, non meno significative, di età eocenica: brecciole a Nummuliti e microfaune a Globorotalidi. Ciò, ad esempio, nella zona sottostante alla placca calcarea cretacea di Serramazzone, che evidentemente occupa la posizione in cui si trova, a seguito di fatti tettonici di slittamento, che l'hanno condotta a sovrapporsi a terreni di età più recente. In base a quanto è stato esposto, si può ritenere che il complesso derivi da una serie comprensiva cretaceo-eocenica.

In alcuni casi si può anche pensare che tra alloctono indifferenziato e altri livelli di età ben definita esistano rapporti stratigra-

fici poco o punto turbati: così, ad esempio, con gli scisti della formazione di Montepiano, affioranti sulla destra del Panaro, e passanti alla loro volta, in alto, all'arenaria dei Sassi di Rocca Malatina.

b) **o** - Alloctono indifferenziato a giacitura intraformazionale: *Complesso caotico in olistostromi (età varia)*.

Condizioni di giacitura del tutto particolari, sono presentate dal complesso alloctono in superficie, in alcune piccole aree, e in scala ben più grande in profondità, come è stato mostrato da perforazioni eseguite in questi ultimi anni nella zona subappenninica. In questi casi l'indifferenziato caotico appare intercalato in serie regolarmente stratificate e di età più recente, a seguito di frane o colamenti sottomarini, che sono venuti a interrompere una sedimentazione di tipo normale. Si tratta di fenomeni da tempo noti, descritti col termine di *olistostromi* in altre regioni, e originanti rapporti formazionali che in passato venivano attribuiti a fatti di salienza diapirica o d'« intrusione » di lame di *argille scagliose*.

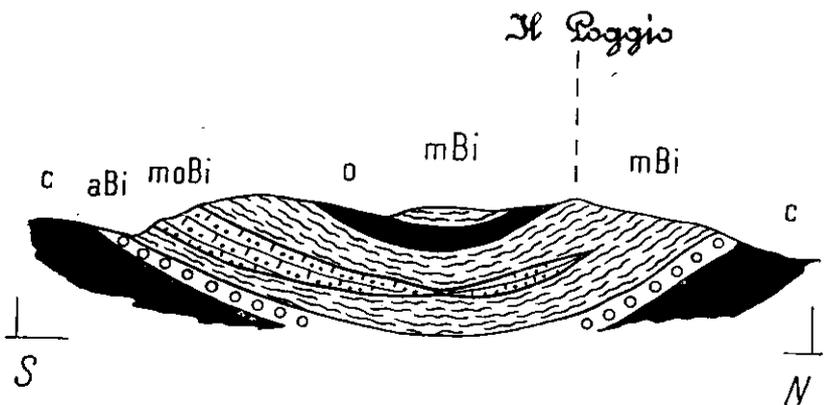


FIG. 3. - Sezione geologica attraverso la sinclinale di Montebaranzone (tav. « Serramazzone »). **c**, complesso indifferenziato caotico; **o**, complesso indifferenziato a giacitura intraformazionale; **aBi**, arenarie e calcari arenacei di Bismantova; **mBi**, marne di Bismantova con lenti arenaceo-molassiche (**moBi**). Scala 1:25.000.

Nel foglio « Modena », un esempio di giacitura intraformazionale si osserva intorno a Montebaranzone (tav. « Serramazzone »), un tre o quattro chilometri a **S** di Montegibbio, ove colate di indifferenziato sono intercalate nella serie di marne grigio-cenere della formazione di Bismantova, di età elveziana. Altri fatti del genere si osservano altrove: associati alle molasse di Antognola, nella parte assiale della sinclinale di Viano, e forse anche al Pliocene, nella zona di Veggia, sulla sinistra del Secchia presso Sassuolo.

Analoghi fatti di frana o di colamento intraformazionale, sono stati rivelati dalle perforazioni eseguite dall'AGIP MINERARIA e dalla SPI in varie località. Tra Levizzano e Modena una potente colata di indifferenziato, dello spessore di circa 2500 m, appare interposta fra Pliocene inferiore e Pliocene superiore, con un massimo di avanzata frontale di oltre sei chilometri. Nella parte nord-occidentale dell'area studiata, un'altra perforazione dell'AGIP ha rivelato la presenza di una massa intraformazionale della stessa natura, potente 200 m circa, compresa entro il Miocene superiore. E' dimostrata, così, l'esistenza di estesi fenomeni gravitativi in epoca molto recente.

4) **cmC** - Calcari di Coscogno: *Calcari marnosi e marne chiare con brecciole nummulitiche (Eocene)*.

Questa serie calcarea a distribuzione assai limitata, è da considerarsi, in base alle condizioni di giacitura, strettamente associata al complesso indifferenziato; non viene a contatto, nemmeno tettonico, con nessun'altra formazione e potremmo, anzi, definirla una parte litologicamente differenziata del complesso, e per questa sua caratteristica, appare una formazione a sè stante. Con identici caratteri essa affiora nell'attiguo foglio 87 « Bologna », rilevato da LIPPARINI, che la considera come un livello alto delle « argille scagliose » (strati calcareo marnosi di M. Montanara). Nel nostro foglio, gli affioramenti sono tutti di modeste dimensioni, e limitati alla parte orientale del

Il quadrante (tav. « Pavullo » e « Levizzano »), intorno a Coscogno, Festà e Salata, Poggio Ca' Giuliani, presso Ospitaletto, ecc.

Litologicamente si tratta di calcari marnosi quasi bianchi, che si alternano con marne verdine e, con minore frequenza, di calcari grigio-azzurri, di arenarie e anche di veri letti argillosi. Abbastanza di frequente compaiono lenti di brecciole organogene. In quanto all'assetto, esso varia di punto a punto, e lo spessore della serie non può essere valutato con sufficiente approssimazione.

In complesso, si tratta di una serie che ricorda quella pure calcarea di Serramazzone, di cui ci occuperemo tra poco, differendone, tuttavia, non solo per l'età, che è eocenica anziché cretacea superiore, ma anche litologicamente, presentandosi meno eterogenea e formata da materiale più marnoso. Un'altra differenza sta nel colore più chiaro della roccia, che appare, inoltre, più sottilmente stratificata. In qualche caso, ad esempio a nord di Festà, i rapporti con l'indifferenziato sono sicuramente tettonici, mentre altrove si può supporre l'esistenza di un legame stratigrafico, non dimostrabile peraltro sul terreno.

L'età dei calcari di Coscogno è sicuramente eocenica, come è mostrato dalle faune rinvenute, a Nummuliti, Discocicline e Alveoline, e dalle microfaune a *Globorotalia aragonensis* NUTTALL. Anche a questo riguardo i calcari di Coscogno appaiono equivalenti a quelli di M. Montanara, del foglio « Bologna ».

Nella vecchia edizione del foglio « Modena », rilevato dal Sacco, le placche di calcari di Coscogno venivano indicate poggianti sugli « argilloscisti ofiolitiferi » (Asc) considerati cretacei dall'A., ma attribuite, insieme ai calcari della serie di Serramazzone, alla formazione dei « Calcari marnosi argillosi con Fucoidi ed Helminroidi » del Liguriano (e^{1,2}). Gli affioramenti apparivano anche per forma e dimensioni diversi da quelli da noi rilevate. Pure nella recente carta pubblicata dall'AGIP MINERARIA [77] i calcari di Coscogno non vengono distinti da quelli di Serramazzone, ma attribuiti insieme a questi alla serie detta di Monte Dosso.

C - COMPLESSI EMILIANI (in parte semiautoctoni)

Come è stato accennato alcune pagine innanzi, in questo gruppo sono state riunite le formazioni che mostrano di essersi depositate sull'alloctono indifferenziato in parte in epoca precedente e in parte durante le fasi del suo spostamento dell'area tirrenica verso NE; si tratterebbe quindi di livelli che hanno partecipato al movimento di traslazione in misura maggiore o minore a seconda dell'età, e quindi, almeno alcuni di essi, semiautoctoni.

Si tratta di terreni in serie, ma che per la presenza di fatti di variazione laterale non formano una successione unica. Oltre ai cambiamenti di *facies*, frequenti e notevoli sono anche le variazioni di spessore. Un'altra difficoltà è data dalla dispersione subita dalle masse in epoca posteriore al deposito. Si tratta infatti di formazioni sedimentate sopra un substrato in movimento, ma le cui parti si spostavano in maniera differenziale: pertanto la serie di copertura si è scomposta in placche, galleggianti sull'indifferenziato ma seguendo lo spostamento di questo in maniera indipendente l'una dall'altra. La variabilità di *facies* in formazioni contemporanee, trova la sua spiegazione nelle diverse e mutevoli condizioni di profondità della zona di sedimentazione.

5) Cs - Calcari di Serramazzone: *Calcari marnosi grigi, calcareniti, marne, ecc. (Cretaceo superiore).*

Con questa formazione di età cretacea si inizia la potente serie dei complessi emiliani, che costituisce una buona parte del territorio collinare e montuoso del foglio « Modena ».

Gli affioramenti più estesi si trovano nella sezione meridionale del foglio (tav. « Villa Minozzo », « Monteforino » e « Serramazzone »), ma altri ancora compaiono alla base della serie del Tresinaro (tav. « Viano » e « Casina »), presso Baiso, ecc.

Litologicamente si tratta di una formazione eterogenea, costituita da alternanze di calcari marnosi, arenacei e detritici e di marne e argilloscisti nerastri, in proporzioni variabili. A formare la serie,

entrano anche arenarie a cemento calcareo-argilloso, che aumentano di frequenza verso l'alto, al passaggio con le arenarie di Gombola. Lo spessore della serie calcarea, come è stato riconosciuto anche dal PIERI (1961), si aggira intorno ai 1500-1600 m. L'elemento predominante è però rappresentato da calcari marnosi e detritici, generalmente biancastri o anche grigio-azzurri, in strati che da qualche decimetro di spessore possono raggiungere i 4-6 m, sfumanti in alto, a letti più teneri e marnosi.

Alla base della grande placca di Serramazzone, in località poste nelle tavolette « Polinago » e « Pavullo », affiora un caratteristico livello di scisti rossi, non segnalato sinora e litologicamente affine a quello oligocenico delle marne di Montepiano (MM). Le migliori esposizioni si osservano lungo il rio Torto, a monte di Molino di Sopra. Anche se i rapporti con la sovrastante formazione di Serramazzone non possono essere stabiliti con assoluta certezza, il fatto che gli scisti rossi compaiano esclusivamente alla base della placca, fa ragionevolmente supporre che debba trattarsi di un orizzonte stratigraficamente ad essa legato. Del resto le ricerche eseguite da SERPAGLI (1963), hanno messo in evidenza una microfauna cretacea a *Heterobelix* e *Globigerinella*, caratterizzata, inoltre, dalla presenza di *Praeglobotruncana* cf. *stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora appenninica* (RENZ) e di *Shackoina gandolfii* REICHEL — oltre a quella dubbia di *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), — attestanti un'età Cenomaniana superiore-Turoniana, in accordo con quella un poco più recente del calcare di Serramazzone.

Gli affioramenti di scisti rossi compaiono in piccolissimi lembi sotto Faeto; più ad est in una fascia regolare, lunga circa 3 km, fra Caterona e C. Ghiñelli, continuantesi nella tavoletta « Pavullo » sin oltre Rio Torto, ove viene troncata da una faglia.

Riguardo all'età della formazione di Serramazzone, sono da ricordare i numerosi esemplari di *Inoceramus* segnalati da Parea nei dintorni di Serramazzone, e quelli raccolti nel corso del nostro rilevamento a Siggiola (tav. « Levizzano ») e nella serie del Tresinaro. Un'attribuzione cronologica precisa, già si conosceva, dopo le ricerche

di E. MONTANARO GALLITELLI sui calcari di Serramazzone (1954, 1955, 1958, 1958), le cui microfaune a *Globotruncana*, *Heterobelix*, *Shackoina* e *Gümbeline* indicano un'età cretacea superiore, o più esattamente, Campaniano-Maestrichtiana, per la presenza di *Globotruncana arca* (CUSHMAN), *G. leupoldi* BOLLI, *G. stuarti* (DE LAPARENT), *G. contusa* (CUSHMAN), *Praeglobotruncana citae* BOLLI. Anche certi nostri campioni, provenienti da altre località (tra Fossa e Tiepido, dintorni di Villa Minozzo, ecc.) hanno dato analoghe indicazioni.

Secondo un'opinione espressa recentemente da PIERI [77], la serie potrebbe comprendere in alto anche l'Eocene inferiore e forse anche il medio. Questa ipotesi non sembra ovunque accettabile, perché normalmente la serie di Serramazzone passa in alto alle arenarie di Gombola, caratterizzate anch'esse dalla presenza di Inocerami e da microfaune del Cretaceo superiore; può invece darsi che ciò si verifichi dove i calcari di Serramazzone giungono sino al tetto della serie fliscioide, come a sud delle sinclinale di Viano, ove passano in alto, direttamente, alle marne di Montepiano, sostituendo localmente l'arenaria di Gombola.

I rapporti basali della serie di Serramazzone sono chiari solo nei riguardi del livello basale di scisti rossi, che affiora, però, solo lungo il margine sud della placca ove sorge l'omonimo paese, e assente altrove, probabilmente, per laminazione. A questo riguardo si fa notare che il livello non è stato incontrato nella perforazione Serramazzone 1, che impostata un tre chilometri circa a NO del paese si mantenne per 385 m nei calcari, passando poi direttamente all'indifferenziato. Ovunque le placche calcaree, grandi e piccole, poggiano geometricamente sull'indifferenziato caotico, senza traccia di alcun legame stratigrafico; che questo originariamente sia esistito è possibile. Il fatto che in certe località, come a sud della placca di Serramazzone, l'indifferenziato dia indicazioni di età paleogenica, e contenga inglobate masse di calcare di Coscogno, eoceniche, indica rapporti di carattere tettonico con le placche calcaree. Non si può infine escludere che fra l'indifferenziato e i calcari di Serramazzone

possano intercorrere rapporti di eteropia; purtroppo le condizioni di assetto dei terreni non permettono di provare la validità di questa supposizione.

La nostra formazione di Serramazzone, indicata anche dagli autori recenti col nome di *Flysch calcareo*, corrisponde, nel vecchio foglio «Modena», ai *Calcari marnosi argillosi con Fucoidi ed Helminthoidi* che il SACCO attribuiva all'Eocene (Liguriano l.s.), dando loro una estensione sensibilmente maggiore, perché l'A. vi comprendeva anche le arenarie di Gombola. Essa corrisponde inoltre alla serie dei calcari di Monte Dosso, distinta nella recente carta dell'AGIP MINERARIA; con questa differenza: di essere sottostante e non di sovrastare all'arenaria di Gombola.

6) aG - Arenarie di Gombola: *Arenarie torbiditiche quarzoso-calcaree con intercalazioni scistose (Cretaceo sup. - Eocene inferiore)*.

Con questo nome formazionale, impiegato per la prima volta da PIERI (1961), viene distinta una potente serie arenacea affiorante soprattutto nella parte meridionale del foglio (tav. «Montefiorino» e «Polinago»), e generalmente sovrastante ai calcari di Serramazzone, e sostituita da questi solo in rari casi. Le migliori esposizioni si osservano presso Gombola, ove la serie affiora in grandi lastronate; in posizione rovesciata essa si presenta, inoltre, a NNO di Polinago sino a Saltino, intorno a Montefiorino, ecc.

Da alcuni Autori la serie viene indicata col nome di *Flysch arenaceo*; si tratta infatti, in prevalenza, di arenarie dure a cemento calcareo, a grana media e fine e di colore grigio-azzurro se fresche, bruno se alterate, con intercalazioni di argilloscisti scuri. Gli strati arenacei hanno uno spessore molto variabile, sempre maggiore di quello dei letti argillosi, e si mantengono in media fra i 30 e i 50 cm, pur potendo raggiungere e superare il metro. Nelle tavolette «Pavullo» e «Levizzano» prevale un tipo litologico finemente stratificato, tale da poter apparire come una formazione a sé stante;

associato ad esso però troviamo anche strati di arenaria più potenti, accompagnati da marne cerulee.

Riguardo all'origine, si tratta di una formazione torbiditica, originata da fatti di risedimentazione, come è mostrato da alcune caratteristiche: struttura gradata, controimpronte di piste, tracce fisiologiche e solchi sulle superfici inferiori di strato; intercalazioni argilloscistose di sedimentazione normale, ecc. Comuni sono anche le strutture tipo *convolute-laminations*, che interessano la parte superiore dei singoli strati.

Per questi suoi caratteri, oltre che per il contenuto fossilifero e l'età, la formazione di Gombola presenta una certa analogia con quella della *pietraforte* toscana; tra l'altro, in una cava aperta nei pressi di Barigazzo, fuori dell'ambito della nostra carta (foglio n. 97 «San Marcello Pistoiese»), fra gli strati arenacei compaiono intercalazioni di tipo più grossolano, ricche di elementi calcarei e selciosi neri, e analoghe ai letti di *cicerchina* della *pietraforte* dei dintorni di Firenze.

La posizione stratigrafica di queste arenarie, non presenta dubbi, essendo ovunque sovrastanti ai calcari di Serramazzone; se si verifica l'opposto, ciò si deve ai fenomeni di rovesciamento che interessano i terreni del *Flysch* nella parte SO del foglio «Modena». L'età cretacea superiore dell'arenaria di Gombola, — identica a quella della *pietraforte* toscana e dell'arenaria di Monghidoro, nel Bolognese, — è confermata dai numerosi resti di Inocerami rinvenuti in varie località: lungo il Dragone, in una cava tra Montefiorino e Palagano, ecc., e da faune a Globotruncane, provenienti dalle intercalazioni di materiale fine. Nelle arenarie della cava di Barigazzo, già ricordata, il Dott. BORTOLOTTI, dell'Istituto di Geologia della Università di Firenze, ha rinvenuto di recente un'ammonite, attribuita alla specie *Pachydiscus levyi* DE GROSSOUVRE di età senoniana, e, con maggior precisione, forse coniaciana. Nella parte più alta della serie, invece, le faune danno indicazioni eoceniche, per la presenza di Globorotalie, ad esempio nei pressi di Maranello di Gombola.

Nella parte centrale dell'area studiata, si osserva in maniera abbastanza evidente una variazione del tipo litologico; procedendo da S verso N, la proporzione di strati arenacei tende progressivamente a diminuire, mentre aumentano, per converso, le intercalazioni argillose. L'arenaria, inoltre, da dura e ben cementata, come nei pressi di Gombola e Polinago, passa, nei pressi di Lugo, a un tipo a cemento argilloso-calcareo, o a vere molasse; ad esempio intorno a Levizzano e fra Baiso e Prignano sul Secchia.

La posizione delle arenarie di Gombola, ove non siano interessate da rovesciamenti, è di sovrapposizione al calcare di Serramazzone e di passaggio verso l'alto alla formazione di Montepiano; in molti casi, però, masse di arenaria emergono direttamente dall'indifferenziato, sia con assetto normale sia rovesciato: così intorno a Gombola, sulla sinistra del Panaro e nei pressi di Monteggiano e Radiano (tav. « Levizzano »). Qualche volta si tratta semplicemente del risultato di una scomposizione, per effetto di movimenti differenziali, di affioramenti di maggiore estensione, con formazione di placche e zolle isolate; in altri casi non si può escludere l'esistenza di legami; che cioè l'indifferenziato passasse originariamente, per fatti di variazione laterale, ai termini di Serramazzone e di Gombola.

Nella carta del SACCO, l'arenaria di Gombola veniva riferita, unitamente al calcare di Serramazzone, alla formazione calcareo-marnosa a Fucoidi, o confusa, anche, col macigno. E' solo nella carta dell'AGIP MINERARIA che essa viene indicata come formazione a sé, col nome qui conservato.

7) **agG** e **moG** - Formazione del Rio Giordano: *Argille con ciottoli e molasse grossolane (Eocene)*.

Questa formazione, riconosciuta per la prima volta nel corso del rilevamento del foglio « Modena », appare costituita da due serie ben distinte, una argillosa, di scarsa potenza, e una molassica di notevole spessore e di maggiore estensione superficiale.

Il livello delle *argille del Rio Giordano (agG)* affiora esclusivamente nel versante **N** e **NE** di M. Moro (tav. « Polinago »), formato in prevalenza da argille di colore grigio-scuro e intercalazioni di marne argillose verdastre e di letti sabbiosi e arenacei sempre più frequenti verso l'alto, ove si passa al membro molassico della formazione. Le migliori esposizioni della zona di passaggio compaiono nel solco del Rio delle Borre. Le argille sono ricche di ciottoli di svariatissime dimensioni; in prevalenza calcarei della serie di Serramazzone, e in minor quantità di arenaria di Gombola.

Riguardo all'età, le ricerche di SERPAGLI (1962) hanno condotto ad una attribuzione eocenica, in base alla presenza di associazioni a *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN e BERMUDEZ), *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Globorotalia aragonensis* NUTTALL, *G. crassata* (CUSHMAN).

Il livello ha uno spessore di circa 100-150 m e si continua in alto con le molasse del Rio Giordano, mentre riposa sui calcari di Serramazzone o sulle arenarie di Gombola, ai quali tuttavia non appare legato stratigraficamente. Anche in relazione alle condizioni di assetto, si può ritenere che il complesso argille-molasse del Rio Giordano costituisca una placca slittata verso nord, e venuta a contatto tettonico con i termini surricordati.

Nella carta del SACCO questo livello non appariva distinto, ma era compreso nelle « marne dell'Elveziano », insieme alle molasse sovrastanti, attribuzione errata sotto ogni riguardo. Cronologicamente può corrispondere, forse, a una variazione laterale delle marne di Montepiano (**mM**).

La potente serie molassica che costituisce la maggior parte della formazione, — *molasse del Rio Giordano (moG)*, — affiora al margine sud dell'area rilevata, costituendo la parte più elevata di M. Moro ed estendendosi a est di questo (tav. « Polinago ») e ancor più verso sud, fuori dell'area del foglio « Modena ».

Litologicamente si tratta di molasse, in grossi strati dello spessore di 1-3 m, a elementi generalmente molto grossolani e varia-

mente cementati; talora in misura così scarsa da dar luogo a fatti di completa arenizzazione, con passaggio a un vero sabbione. I granuli hanno natura quarzosa e feldspatica, mentre sotto forma di intercalazioni compaiono di quando in quando letti argilloso-marnosi, spessi poco più di un decimetro. Lo spessore della serie si aggira intorno ai 700 m; le migliori esposizioni si hanno lungo il corso del R. Giordano, intorno a M. Moro, e inoltre lungo la Statale dell'Abetone, prima di Lama Mocogno, fuori del foglio «Modena».

La presenza di Nummuliti e Discocicline, in gran numero e in ottime condizioni di conservazione, almeno in apparenza non rimaneggiate, fa attribuire alla formazione una età eocenica; che nella sua parte più alta sia compreso l'Oligocene è possibile, per quanto nessun ritrovamento giustifichi questa supposizione.

Nel suo insieme si tratta di una formazione litologicamente simile alle molasse dei Sassi di Rocca Malatina (**moRc**), e ancor di più alle molasse di Loiano affioranti nel foglio «Vergato», considerate entrambe, però, oligoceniche per la presenza di Lepidocicline. Anche l'arenaria di Ranzano (**moR**), di cui ci occuperemo in seguito, è ricca di Nummuliti e Discocicline, però sicuramente rimaneggiate, essendo miste a microfaune oligoceniche.

Le molasse passano inferiormente, come abbiamo veduto, alle argille del Rio Giordano; nella parte orientale dell'affioramento, a **O** di Pavullo, riposano sull'indifferenziato, il che rafforza quanto è stato detto sulla probabile posizione tettonica della serie. I movimenti subiti dalla placca avrebbero determinato la scomparsa per laminazione di un gran parte del termine argilloso. Verso l'alto non seguono altre formazioni, e la serie si chiude con le molasse.

Nel vecchio foglio «Modena» le molasse del Rio Giordano venivano confuse con le marne arenacee dell'Elveziano.

8) **mM** - Marne di Montepiano: *Argille e marne rosse e verdi (red-beds) (Eocene - Oligocene inf.)*.

Questa formazione, caratteristica per la sua natura e per il colore, generalmente rosso, segue regolarmente in serie alle arenarie di Gom-

bola, o, dove queste mancano, ai calcari di Serramazzone, come si verifica nel fianco sud della sinclinale di Viano. Le migliori condizioni di esposizione si hanno a nord di Maranello di Gombola, nella valle del Tresinaro, sulla destra del Panaro a monte del Mulino di Samone, ecc.

La formazione viene indicata da alcuni Autori col termine di *Red-beds*: si tratta di una serie generalmente più argillosa che marnosa, varicolore, ma più spesso rossa che grigia o verdognola. Abbastanza comuni sono le intercalazioni di varia natura che ne interrompono la monotonia: si tratta in genere di arenarie fini e siltose, o talora molassiche grossolane, di un colore grigio verdastro che contrasta con quello vivace delle argille. Oltre alle arenarie, che si presentano anche in piccole serie, compaiono, più di rado, letti di calcare verdognolo. Queste intercalazioni litoidi permettono di riconoscere l'assetto dove questo sia poco o punto evidente, data la natura argilloso-marnosa della serie. In genere, però, l'assetto è tranquillo, specie alla base, ove si passa regolarmente all'arenaria di Gombola. Le marne di Montepiano differiscono dal livello rosso affiorante alla base della serie di Serramazzone per età e per la presenza di intercalazioni litoidi. Nella parte più alta, contengono inoltre orizzonti ricchi di concrezioni globose, note col nome di septarie.

Riguardo all'età, i campioni esaminati, provenienti da molte località: strada Toano-Quara (tav. «Villa Minozzo», da **O** di Brugna e dal margine della placca di Paderba (tav. «Casina»), da **SSO** di Ca' del Rio, da **SE** di Pianazza e dalla sinistra del Rio Pedrocchi (tav. «Serramazzone»), hanno dato risultati diversi a seconda dei livelli di provenienza. Quelli dei livelli inferiori danno indicazioni eoceniche per la presenza di *Globorotalia crassata* (CUSHMAN) e di *G. crassula* CUSHMAN e STEWART; mentre quelli provenienti dalla parte alta, caratterizzati da associazioni a base di *Vulvulina spinosa* CUSHMAN, *Stilostomella nuttalli* (CUSHMAN e BERMUDEZ), *S. nuttalli* subsp. *gracillima* (CUSHMAN e JARVIS), *Nodosarella robusta* CUSHMAN, *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN e BERMUDEZ), *Globi-*

gerina venezuelana HEDBERG, *Cibicides grimsdalei* NUTTALLI, *C. micrus* BERMUDEZ, permettono una attribuzione oligocenica.

Lo spessore della serie di *Red-beds* di Montepiano non può essere stabilito con esattezza, a causa della natura e del comportamento meccanico del materiale; sembra variare dagli 80-90 m della zona posta a **NE** di M. Santa Giulia (tav. « Montefiorino ») ai 150 della valle del Panaro ed ai 300 m e più di quella del Tresinaro.

Sui rapporti orizzontali che la serie di Montepiano può avere con altre formazioni, si può dire solo che esista una corrispondenza cronologica con i calcari marnosi di Coscogno (**cmC**) e con le argille del Rio Giordano (**agG**). I rapporti verticali sono chiari: inferiormente si passa all'arenaria di Gombola, con un livello di transizione ben riconoscibile a Maranello di Gombola (tav. « Polinago »), e soltanto nel fianco meridionale della sinclinale di Viano si mostrano legati direttamente al calcare di Serramazzone. In questa stessa zona, e più a sud, si passa in alto all'arenaria di Ranzano (**moR**), mentre sulla destra del Panaro, ove questa è assente, seguono le marne grigio azzurre di Antognola.

Nel foglio « *Modena* » rilevato dal SACCO, le marne di Montepiano non apparivano distinte dagli « Argilloscisti ofiolitiferi »; sono indicate come formazione a sé nella recente carta dell'AGIP MINERARIA (1961), sia pure con una distribuzione abbastanza diversa da quella da noi riscontrata.

9) **moR** - Arenarie o molasse di Ranzano: *Arenarie e molasse torbiditiche grossolane (Oligocene)*.

Questa potente formazione arenaceo-molassica è ampiamente sviluppata nella parte occidentale del foglio, alla base delle grandi placche semiautoctone, arenaceo-marnose e di età oligomiocenica, caratteristiche di questa parte dell'Appennino modenese-reggiano. Nell'area centrale, la serie di Ranzano costituisce solo piccoli lembi residui intorno a Montegibbio, mentre manca completamente nella valle del Panaro, sulla destra del quale appare sostituita dalla formazione di Antognola.

La serie di Ranzano ha uno spessore di 250-300 m ed è costituita da arenarie e molasse grigio-verdognole, ben stratificate e in banchi dello spessore di 40-100 cm, nettamente gradati e di origine torbiditica. Abbastanza di frequente compaiono intercalazioni marnose grigie, mentre nella parte inferiore della formazione, alle molasse si alternano letti conglomeratici a elementi ben arrotondati, del diametro medio di 4-6 cm e di varia natura: ofiolitici, calcareo-marnosi, granitici, ecc.

Le migliori condizioni di esposizione si hanno nei pressi dell'abitato di Castellarano, alla confluenza del Rio Borrazze col Rio delle Bagole a **SO** di Montegibbio, e a C. Borella (tav. « Sassuolo »); lungo il Rio della Rocca presso Montebabbio e a **S** del ponte di Viano sul Tresinaro (tav. « Viano »). Buoni affioramenti di livelli conglomeratici compaiono a **NO** di Trari, un tre chilometri a **O** di Villa Minozzo.

Le molasse contengono di frequente resti fossili: piccole Nummuliti e Discocicline, sicuramente rimaneggiate, mentre i letti marnosi hanno microfaune attribuibili all'Oligocene e caratterizzate dalla presenza di *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN e BERMUDEZ), *Planulina renzi* (CUSHMAN e STAINFORTH) e *Cibicides grimsdalei* NUTTALL. Anche la base della formazione non ha dato indicazioni di età eocenica; del resto i livelli superiori delle marne di Montepiano, sui quali poggiano le molasse di Ranzano, sono già oligocenici.

Verso l'alto la serie di Ranzano passa gradatamente alle marne arenacee grigie di Antognola (**moA**), mentre sulla destra del Secchia, nella parte centrale del foglio, costituisce masse e blocchi isolati, emergenti dall'indifferenziato, ma con rapporti solo tettonici con questo.

La formazione di Ranzano corrisponde *grosso modo* al *Tongriano* del vecchio foglio « *Modena* », ma con una estensione sensibilmente minore, avendo attribuito il SACCO, ad esso, anche i livelli della formazione di Antognola (**moA** e **mA**). Col nome da noi man-

tenuto la formazione venne distinta nella carta di PIERI e altri (1961), sia pure con distribuzione abbastanza diversa; tenendo conto di una sensibile variazione di costituzione, la parte alta della serie è stata attribuita da noi, infatti, alle marne arenacee di Antognola (**moA**).

10) **moRc** - Molasse dei Sassi di Rocca Malatina: *Arenarie e molasse quarzoso-feldspatiche (Oligocene)*.

Nel nostro rilevamento è stata considerata come formazione a sé la serie di arenarie e molasse affiorante sulla destra del Panaro e costituente, fra l'altro, i pittoreschi torrioni dei Sassi di Rocca Malatina. Dal punto di vista litologico la formazione è quasi indistinguibile da quella delle molasse del Rio Giordano, ma abbiamo ritenuto legittimo tener separate le due serie, tenendo conto della diversa età.

La serie dei Sassi di Rocca Malatina è formata da molasse e anche da arenarie ben cementate, a grana media o grossolana e passanti talora a conglomerati. Gli strati sono sempre ben evidenti e hanno uno spessore di 1-2 m. Il colore della roccia è grigio e tende al giallastro, interrotto solo da letti più scuri di natura argillosa. Oltre che nella ricordata zona dei Sassi, altri affioramenti molassico-arenacei compaiono più a sud, fra Gainazzo e Samone, sempre sulla destra del Panaro.

La formazione è stata considerata di età oligocenica per la presenza di Lepidocicline in ottime condizioni di conservazione, e quindi coeva della serie molassica di Loiano affiorante nel foglio « Vergato »; tuttavia più affine, litologicamente, a quella del Rio Giordano (**moG**). I rapporti verticali della formazione dei Sassi di Rocca Malatina sono tuttavia più chiari di quelli riguardanti quest'ultima. Essa riposa infatti sulle marne e le arenarie della serie di Antognola (**moA**) e passa superiormente a livelli alti di questa stessa serie, cui seguono, superiormente, i calcari arenacei di Bismantova (**aBi**); si tratta quindi di una formazione arenacea che sostituisce parzialmente

quella in prevalenza marnosa di Antognola. Sotto Samone, a sud dei Sassi di Rocca Malatina, alla serie molassico-arenacea segue quella di Bismantova, ma è probabile che ciò dipenda da fatti tettonici.

Nel foglio « Modena » rilevato dal SACCO, le molasse dei Sassi di Rocca Malatina non vengono distinte dalle marne arenacee con banchi conglomeratici che l'Autore attribuisce all'Elveziano (**m²**) e corrispondenti in gran parte alla nostra formazione di Bismantova. Anche nella carta dell'AGIP MINERARIA la serie appare compresa in quest'ultima.

11) **moA** e **mA** - Serie di Antognola: *Marne grigio-azzurre talora molassiche; marne grigio-verdastre (Oligocene)*.

In questa serie, che riposa quasi dappertutto sull'arenaria di Ranzano, abbiamo distinto due formazioni, litologicamente ben definite e facilmente riconoscibili sul terreno: una inferiore, di marne scure con intercalazioni arenacee fini (**moA**) e una superiore, di marne più chiare, con scarsi letti sabbiosi o anche arenacei (**mA**). Entrambe affiorano nella parte occidentale della zona rilevata, mentre in quella orientale, sulla destra del Panaro, compaiono solo pochi lembi di un'unica serie, probabilmente comprensiva, sostituita nella parte mediana dalle molasse dei Sassi di Rocca Malatina, e occupante una posizione stratigrafica particolare. Piccoli lembi si osservano anche nell'area centrale, sulla destra del Secchia.

Il termine inferiore, marnoso e arenaceo (**moA**), è rappresentato da marne con frequenti intercalazioni arenacee: le marne sono di colore scuro e tono grigio-verdastro, spesso siltose e micacee e sempre ben stratificate, in letti regolari generalmente sottili, dello spessore di 10-15 cm ma raggiungenti talora il metro. Le intercalazioni sono di arenarie tenere o, più spesso, di molasse a grana media, ricche anch'esse di mica, in strati che dai 30 cm giungono a un metro di spessore. La potenza della formazione non è sempre valutabile con esattezza, ed è certo variabile: dai 300-400 m della zona di Viano sino ai 700-800 m al margine della sinclinale di Car-

pineti. Può darsi che in questa ultima zona lo spessore reale risulti maggiore per la presenza di faglie, non riconoscibili tuttavia sul terreno e nemmeno dalle fotografie aeree.

Gli affioramenti più importanti si trovano nella metà occidentale del foglio: area centrale della sinclinale di Viano, zona a E di Canossa (tav. «Casina»), sinclinale di Carpineti (tav. «Carpineti» e «Villa Minozzo»). Le migliori condizioni di esposizione si hanno a Valfosca a nord del Castello di S. Valentino (tav. «Sas-suolo»), nella valle del Tresinaro a sud di Viano, ecc.

L'età oligocenica della formazione inferiore di Antognola è comprovata dalle microfaune rinvenute, caratterizzate da associazioni a *Nodosarella robusta* CUSHMAN, *Parrella mexicana* (COLE), *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN e BERMUDEZ), *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Anomalina alazanensis* NUTTALL var. *spissiformis* CUSHMAN e STAINFORTH, *Cibicides grimsdalei* NUTTALL, *Planulina marialana* HADLEY.

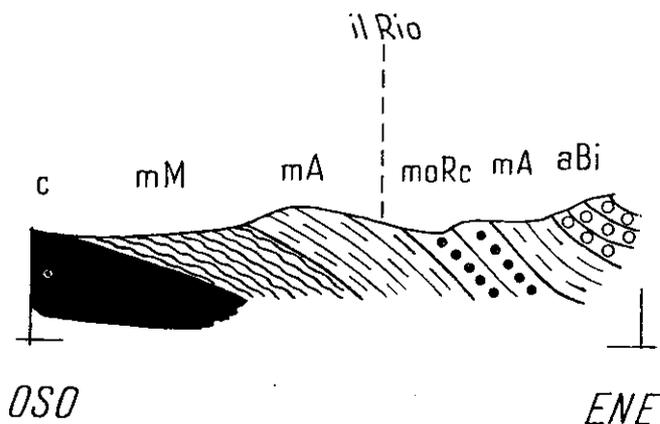


FIG. 4. - Sezione geologica attraverso il fianco destro della valle del Panaro, a sud dei Sassi di Rocca Malatina (tav. «Pavullo nel Frignano»). **c**, complesso indifferenziato caotico; **mM**, marne di Montepiano; **mA**, marne di Antognola; **moRc**, molasse dei Sassi di Rocca Malatina; **aBi**, arenacei e calcari arenacei di Bismantova. Scala 1:25.000.

Antognola inferiore poggia sull'arenaria di Ranzano, e passa in alto alle marne azzurrastre di Antognola superiore (**mA**) in tutta la metà occidentale del Foglio «Modena»; mentre in quella orientale, sulla destra del Panaro, non è possibile distinguere, come abbiamo detto, un termine inferiore da uno superiore, perché l'unica serie ivi affiorante, — di marne con straterelli arenacei e sostituita in parte dalle molasse di Rocca Malatina, — appare compresa, mancando qui l'arenaria di Ranzano, fra le marne di Montepiano e i calcarei arenacei di Bismantova, e contiene verso la base livelletti di selce nera.

Nella vecchia carta del SACCO, la serie di Antognola veniva compresa nel Tongriano, unitamente alla formazione di Ranzano.

Il termine superiore della serie di Antognola (**mA**), affiora anch'esso nella parte occidentale del foglio, nelle tavolette «Viano», «Villa Minozzo» e «Carpineti», compreso regolarmente in serie fra Antognola inferiore e i calcari arenacei di Bismantova.

Questo termine ha una potenza molto minore del precedente: dai 20-30 m della zona di Viano, ai 100-150 m e forse più, delle zone a S e N di Carpineti. Litologicamente si presenta formato da marne di colore verdastro chiaro, scarsamente sabbiose e con rare intercalazioni di arenaria, in straterelli spesso gradati dello spessore di 10-15 cm. Come età non appare separabile da Antognola inferiore, essendo caratterizzati entrambi da identiche associazioni microfaunistiche. Si può ricordare, semmai, che nella parte più alta di Antognola superiore compaiono orizzonti a Radiolari.

12) **aBi, moBi, mBi** - Serie di Bismantova: *Arenarie e calcari arenacei; molasse e sabbie gialle; marne grigio-cenere (Miocene inf e medio).*

Sui livelli superiori della formazione di Antognola, sia questa unica o duplice, segue ovunque, in successione regolare, una potente serie calcareo-arenacea in basso e generalmente molassica in alto, ove può essere sostituita talora da marne. Nella nostra carta la serie è

stata indicata col nome di formazione di Bismantova, convalidando il termine proposto da PIERI nella carta pubblicata dall'AGIP MINERARIA (1961), solo che in essa abbiamo distinto vari termini litologicamente ben definiti, e precisamente: calcari arenacei in basso (**aBi**) e molasse (**moBi**) o marne (**mBi**) in alto.

Il termine inferiore della formazione è rappresentato dai *calcari arenacei* (**aBi**), di colore grigio tendente al giallastro per alterazione, ben stratificati, in banchi che da pochi decimetri possono raggiungere un paio di metri di spessore. Come intercalazioni compaiono letti verdognoli di marna o argilla, la cui proporzione va progressivamente crescendo verso l'alto. Lo spessore della serie varia fra i 300 e i 450 m e tende a diminuire da est verso ovest.

Nella parte inferiore del termine calcareo-arenaceo sono state notate, in varie località: destra del Rio Borrazze (tav. « Sassuolo »), a E di M. Scisso (tav. « Serramazzone »), a Costa Carbognano (tav. « Casina »), intercalazioni, spesse pochi metri, considerate un tempo orizzonti di *tripoli* e riconosciute di recente, da FAZZINI e OLIVIERI (1961), come letti di sabbie vulcaniche di natura acida.

I più importanti affioramenti di calcari arenacei di Bismantova si trovano nella parte occidentale del foglio « Modena », presso Bedogno (tav. « Quattro Castella ») e nelle tavolette « Casina » e « Carpineti ». Più piccoli, e a diretto contatto con l'indifferenziato, sono gli affioramenti che nella parte centrale dell'area sottostanno alle marne di Montebanzone e Pigneto. Altri affioramenti ancora, poggianti in parte sull'indifferenziato e in parte sulla formazione di Antognola, interessati da faglie, compaiono, infine, nelle tavolette « Pavullo » e « Polinago ».

I letti marnosi intercalati fra i calcari di Bismantova sono ricchi di resti organici: Lamellibranchi, Gasteropodi, Coralli, ecc., che hanno dato faune note e studiate da tempo. Intercalazioni marnoso-argillose hanno fornito microfaune di età miocenica inferiore (Langhiano) caratterizzate dalla presenza di *Cassidulina subglobosa* BRADY, *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Glo-*

borotalia mayeri CUSHMAN e ELLISOR, *Planulina renzi* CUSHMAN e STAINFORTH, *Laticarinina pauperata* (PARKER e JONES).

Circa i rapporti con le altre formazioni, i calcari arenacei di Bismantova passano inferiormente, in maniera regolare e quasi dappertutto, alle marne più o meno sabbiose di Antognola superiore (**mA**), anche se rappresentate da ridottissimi spessori. Fanno eccezione le placche di C. Valle e Bedogno (tav. « Quattro Castella »), e quelle di Montebonello, Case Bortolucci e della zona compresa tra Pavullo e il corso del Panaro, che hanno, in tutto o in parte, rapporti diretti col complesso indifferenziato.

Nel vecchio foglio « Modena » la formazione calcareo-arenacea, considerata dal SACCO di età elveziana, appariva con una assai maggiore estensione, essendovi attribuite altre serie, diverse per natura ed età: marne e molasse di Bismantova (**mBi** e **moBi**), arenarie del Rio Giordano (**moG**), molasse dei Sassi di Rocca Malatina (**moRc**).

Sui calcari arenacei seguono le *marne di Bismantova* (**mBi**) solo nella parte centrale del foglio, mentre altrove succedono le molasse. La potenza della serie marnosa, che corrisponde nel senso più proprio al cosiddetto *Schlier* dei vecchi autori, si aggira sui 300-350 m. In assoluta prevalenza si tratta di marne dure, di colore grigio azzurro, e con una caratteristica tendenza alla scomposizione in masse arrotondate di piccole dimensioni; rare le intercalazioni arenacee o molassiche di vario spessore.

Gli affioramenti più tipici compaiono intorno a Pigneto, Montebanzone, Rocca Santa Maria e Montegibbio (tav. « Sassuolo » e « Serramazzone »). Buone esposizioni si osservano nel solco del Rio Pescarola.

L'età elveziana di questa sezione della serie di Bismantova risulta da microfaune con associazioni a *Robulus spinulosus* (COSTA), *Saracenaria italica* DEFRADE, *Vaginulina legumen* (LINNEO), *Uvigerina barbatula* MCFADYEN, *Eponides schreibersii* (D'ORBIGNY), *Globorotalia menardi* (D'ORBIGNY), *Globoquadrina debiscens* CHAPMAN, PARR e COLLINS, *Anomalina flinti* CUSHMAN, *Cibicides mexicanus*

NUTTALL subsp. *dertonensis* RUSCELLI. La formazione contiene anche piccoli ammassi o *nidi* di Lucine e di macrofossili studiati da tempo.

Nella vecchia edizione del foglio «Modena» le marne di Bismantova, insieme al termine sottostante **aBi**, venivano riferite in parte all'Elveziano e in parte alle *marne calcaree grigie con Pteropodi*, che l'A. considerava Langhiane e che nella nostra carta corrispondono alla parte superiore della formazione di Antognola. Nella carta dell'AGIP MINERARIA (1961) non vengono distinte dal resto della serie di Bismantova.

Un ultimo termine della serie di Bismantova, che sostituisce lateralmente le precedenti marne in maniera completa o incompleta, è rappresentato da alternanze arenaceo-molassiche (**moBi**), che in qualche caso poggiano direttamente sul calcare arenaceo precedentemente descritto. Altre volte, però, pacchi di molasse e arenarie compaiono solo come intercalazioni tra le marne di Bismantova, specie nella parte sommitale della serie, come ad esempio, a Montebaranzone, Volpogno, e Rocca Santa Maria (tav. «Serramazzone»).

Questa sezione clastica grossolana della serie di Bismantova, ha uno spessore massimo di circa 500 m e appare costituita, quasi esclusivamente, da molasse e arenarie ben cementate e dure, di colore giallastro e con letti intercalati di marne sabbiose. Abbastanza di frequente compaiono nella serie bancate ciottoloso-conglomeratiche, a elementi che possono raggiungere i 10-15 cm di diametro, ben arrotondati e di natura prevalentemente calcarea. Non mancano, inoltre, letti conchigliari. Tutto l'insieme è regolarmente stratificato, in banchi di medio e grande spessore.

L'età della formazione arenaceo-molassica è ben nota dalle ricerche di molti autori e concordemente considerata elveziana (Miocene medio); le microfaune sono caratterizzate dalla presenza di associazioni analoghe a quelle delle marne **mBi**, il che rafforza l'opinione di un rapporto eterogeneo fra le due serie. Superiormente non si passa con sicurezza a nessun'altra formazione; solo nella tavoletta «Sas-

suolo» si può pensare all'esistenza di un legame con gli strati di Montegibbio.

13) **s-agM** - Strati di Montegibbio: *Sabbie, marne e argille grigio-azzurre (Miocene sup.)*.

A questa serie, marnoso-sabbiosa, il cui spessore sembra aggirarsi intorno ai 150 m circa, sono da attribuirsi lembi isolati, affioranti nella parte centrale del foglio (tav. «Sassuolo» e «Serramazzone»), intorno alla località che ha dato il nome alla formazione, e inoltre, a quanto pare, alcuni minuscoli affioramenti a **N** di Puianello, da noi non ritenuti cartografabili; E. MONTANARO GALLITELLI (1954 *a*) li segnalò come prossimi a scomparire del tutto, per effetto del progredire delle frane dell'indifferenziato, contro il quale si appoggiano.

La serie è costituita da alternanze di sabbie gialle e di marne grigio-azzurre, e solo in ridottissima proporzione compaiono livelletti di argille nerastre, letti conchigliari ben cementati e anche ciottolosi. In alcune località, ad esempio nella parte più alta del Rio delle Bagole e a Ca' del Chierico, affiorano quasi esclusivamente sabbie gialle.

Le abbondanti malacofaune illustrate in parte da E. MONTANARO GALLITELLI (1935-1939 *b*), e le microfaune studiate da Dieci [25], permettono di attribuire il complesso al Tortoniano [25]. Le microfaune sono caratterizzate da associazioni a *Spiroplectammina carinata* (D'ORBIGNY), *Robulus echinatus* (D'ORBIGNY), *Bolivinoidea miocenicus* GIANOTTI, *Bolivina arta* MCFADYEN, *Uvigerina rutila* CUSHMAN, *Cassidulina laevigata* D'ORBIGNY, *Globorotalia scitula* (BRADY).

I rapporti degli strati di Montegibbio sono stratigrafici con le sottostanti marne di Bismantova (**mBi**), nel tratto superiore del Rio delle Bagole, mentre più a nord, lungo il Rio delle Vigne e Fosano, si ha giustapposizione per faglia.

Nella vecchia carta del Sacco, il Tortoniano veniva indicato con una estensione molto maggiore di quella realmente posseduta, e con

un andamento quasi continuo, accompagnando i terreni pliocenici tra Montegibbio e il corso del T. Guerro.

D - TERRENI NEOAUTOCTONI

Segue adesso la descrizione della serie di terreni che si sono depositati al termine della messa in posto del complesso alloctono, o almeno verso la fine del movimento principale di traslazione, perché alcuni di essi mostrano di aver partecipato alle ultime fasi di questo. Per tale ragione la distinzione fra terreni semiautoctoni e neautoctoni è meno netta di quanto si possa pensare.

14) Mag - Formazione delle argille con gessi (*Miocene sup.*).

E' questa una delle formazioni più note, affiorando, sia pur discontinuamente, lungo tutto il margine padano dell'Appennino, e anche per la presenza di masse o lenti di gesso formanti rupi, che impartiscono una nota caratteristica al paesaggio.

Si tratta quindi di una serie solo in parte evaporitica, costituita in maggiore o minor proporzione da argille grigie o verdastre, accompagnate, oltre che da lenti di gesso, da rari letti sabbiosi. In complesso una formazione che, a parte il gesso, non si distinguerebbe da quella delle sovrastanti argille grigio-azzurre, di età pliocenico-calabrianiana. Essa affiora estesamente nelle tavolette « Quattro Castella », « Scandiano » e « Viano », ove costituisce una serie di piccoli rilievi, — M. del Gesso, M. Lunetta, ecc., — sui due lati del Crostolo e del Tresinaro. Nella tavoletta « Sassuolo » compare solo un minuscolo lembo di argille senza gessi, sulla sinistra del Secchia, a N di Castellarano.

Le masse di gesso hanno dimensioni notevoli e in alcune località, come a Fornace sul Crostolo, vengono sfruttate in grandi cave. Gli affioramenti più evidenti e in migliori condizioni di esposizione si trovano lungo la carrozzabile che da Scandiano sale a Viano, sotto case Monte del Gesso, presso l'Osteria di Mazzalasio sul Tresinaro, alla Fornace già ricordata, ecc.

L'età della formazione è nota da tempo e concordemente ritenuta messiniana; le microfaune contenute nelle argille hanno dato associazioni a *Bulimina echinata* D'ORBIGNY, *B. dentellata* TAVANI, *Bolivina dilatata* REUSS, *Uvigerina tenuistriata* REUSS subsp. *siphonogenerinoides* LIPPARINI. Nelle sabbie è contenuta una caratteristica malacofauna salmastra a *Melania*, *Melanopsis*, *Neritina*, ecc.

La formazione delle argille con gessi costituisce una fascia discontinua, che dal corso di Campola, a O di Vezzano sul Crostolo, giunge sino a S di Scandiano; poggiando ovunque sul complesso indifferenziato, con assetti che talora raggiungono o superano la verticale, e acquisiti a seguito della spinta esercitata dall'alloctono. A questo riguardo si può notare che un sondaggio, impostato nella località i Gessi, presso Mazzalasio, si è mantenuto nella massa gessosa per oltre 1000 m, mentre si sa che lo spessore della serie messiniana non supera i centocinquanta. Superiormente le argille con gessi sembrano passare in continuità alle argille grigio-azzurre del Pliocene, ma è probabile che ne siano separate da una leggera discordanza.

Nel vecchio foglio « Modena » il SACCO attribuiva alle argille con gessi un'estensione molto superiore a quella reale, e una continuità di affioramento che invece manca; l'A. prolungava infatti la serie come una striscia ininterrotta, anche sulla destra del Secchia, sino al corso del T. Guerro, ovunque regolarmente compresa fra Tortoniano e Pliocene.

15) Pa-g - Formazione delle argille grigio-azzurre: *Argille più o meno marnose (Pliocene inf. - Calabrianio)*.

Sulle argille con gessi del Messiniano, ove presenti, o sull'alloctono indifferenziato, o sopra placche di semiautoctono, segue una potente serie argilloso-marnosa, formante un'ampia fascia continua lungo tutto il margine appenninico, interrotta solo in corrispondenza dei corsi d'acqua. Si tratta di una formazione che per la sua natura è ben riconoscibile anche a distanza, spoglia com'è di vegetazione per

la più gran parte del tempo, di colore grigiastro e resa più squallida dai calanchi che la intagliano.

La serie è potente un migliaio di metri circa, e nel suo insieme pende moderatamente verso **NE** o **NNE**. Litologicamente è molto uniforme; da punto a punto varia il grado di marnosità delle argille, mentre rare sono le intercalazioni sabbiose. Alla base della formazione, ma discontinuatamente, in tutto il territorio a **E** del Secchia; intercalato invece fra le argille, sulla sinistra di questo, ma limitatamente alla zona di S. Valentino, a **N** di Castellarano, affiora un caratteristico livello clastico grossolano di sabbie e ciottolini, ben cementato, ricco di resti fossili di Lamellibranchi e Gasteropodi, e potente fra i 20 e i 100 m. Per la sua ricchezza in fossili il livello viene indicato col nome di *bancata conchigliare* (**b** in **Pag**).

Dal punto di vista cronologico la formazione delle argille azzurre è una serie comprensiva: il SACCO, nel vecchio foglio « *Modena* » lo riferiva al Piacenziano (Pliocene inferiore), mentre in realtà le microfaune rinvenute indicano un'età sempre più recente procedendo da monte verso valle. Sicuri livelli pliocenici inferiori compaiono solo sulla sinistra del Secchia, sotto la bancata conchigliare, ma la più gran parte della serie sarebbe pliocenica medio-superiore, tranne una fascia marginale, di età quaternaria antica (Calabriano).

I livelli pliocenici inferiori sono caratterizzati dalla presenza di associazioni a *Robulus cultratus* MONTFORT, *Marginulina costata* (BARTSCH), *Plectofrondicularia gemina* (SILVESTRI), *Uvigerina rutila* CUSHMAN, *Siphonina reticulata* (CZJZEK), *Anomalina helicina* (COSTA), *Planulina ariminensis* (D'ORBIGNY).

Fra Albinea e Vezzano sul Crostolo e intorno a Casagrande, sulla sinistra del Secchia; nei livelli argillosi più bassi poggianti sopra la bancata conchigliare, sulla destra, le argille contengono microfaune plioceniche superiori a *Nonion boueanum* (D'ORBIGNY), *Uvigerina peregrina* CUSHMAN, *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, *Orbulina universa* D'ORBIGNY, *Anomalina ornata* (COSTA), *A. semipunctata* (BAILEY), *Planulina ariminensis* (D'ORBIGNY), *Cibicides pseudoungerianus* (CUSHMAN).

Infine, lungo il margine della pianura, a monte di Albinea, sopra Fiorano, Maranello e Castelvetro, associazioni a *Bulimina marginata* D'ORBIGNY, *B. elegans* D'ORBIGNY, *B. fusiformis* WILLIAMSON, *Cassidulina laevigata* D'ORBIGNY, var. *carinata* SILVESTRI, e *Anomalina balthica* (SCHROEDER) permettono di attribuire i livelli argillosi affioranti al Quaternario marino antico (Calabriano).

16) **Cal** - Sabbie, ghiaie e conglomerati (*Calabriano*).

La serie neoautoctona marina si chiude con un complesso eterogeneo, formato in gran parte da sabbie di color giallo-dorato, talora consolidate in superficie tanto da formare crostoni dello spessore di alcuni decimetri, e accompagnate da ciottolami spesso cementati, come i conglomerati che costituiscono il cocuzzoletto di Fiorano. L'insieme poggia ovunque sulle argille grigio-azzurre (**Pag**), con lieve discordanza angolare.

A est del Secchia, sabbie e ghiaie sono ben rappresentate a monte di Maranello e Spezzano, e soprattutto intorno a Calvelvetto. La serie, che nel vecchio foglio « *Modena* » veniva riferita al Pliocene superiore (Astiano), fu riesaminata anni fa da E. MONTANARO GALLITELLI, che ne riconobbe l'età calabriana e pubblicò un lungo elenco di fossili (1950). Le associazioni tipiche di questa serie sono caratterizzate dalla presenza di *Dorothia gibbosa* (D'ORBIGNY), *Elphidium crispum* (LINNEO), *Bolivina alata* SEGUENZA, *B. catanensis* SEGUENZA, *Rotalia beccarii* (LINNEO), *Valvulineria bradyana* (FORNASINI), *Cibicides lobatulus* (WALKER e JACOB).

17) **Qcg, Q_{1m}, Q_{1r}, Q_{1t}, Q_{2a}, Q_{2r}, dt** - Formazioni continentali: Ghiaie e sabbie in prevalenza (*Quaternario*).

I terreni che ancora rimangono da esaminare spettano tutti al Quaternario e sono di origine continentale.

Il termine più antico sembra rappresentato da un piccolo lembo di conglomerati impastati da terra rossastra (**Qcg**), formante un velo

sulla superficie spianata di uno sperone compreso fra il T. Guerra e il Panaro, a **E** di Castelvetro. Il lembo, che occupa una ridottissima area del foglio « *Modena* » ma si estende notevolmente in quello adiacente « *Bologna* », dove stando al LIPPARINI contiene manufatti litici, riposa sulle argille calabriere o anche su quelle plioceniche superiori.

Seguono le alluvioni del *Diluvium medio* (**Q_m**), sabbioso-ghiaiose, impastate da terra giallastra, non propriamente ferrettizzate ma di colore giallo-ocraceo o rossastro solo nella parte superficiale. Esse formano i terrazzi più alti sui due lati del Secchia, a monte di Sassuolo, e mancano al margine della pianura, a **E** del fiume; sulla sinistra, invece, formano un evidente ripiano, limitato marginalmente da un gradino, fra Secchia e Tresinaro, fra Tresinaro e Crostolo e a **NE** di Quattro Castella.

A quota inferiore segue il *Diluvium recente* (**Q_r**), anch'esso terrazzato, e limitato a valle da un gradino alto 8-15 m rispetto alla pianura. Lo strato superficiale di alterazione ha qui uno spessore più ridotto e presenta un colore bruno caratteristico. Nel foglio « *Modena* » questo livello è ben sviluppato, formando una fascia larga circa 3 Km tra il Secchia e la collina di Solignano - Villa Rangoni, a valle di Maranello e Fiorano; ben rappresentato è anche sulla sinistra del Secchia sino a Scandiano, fra Bibbiano, Quattro Castella e Cantone, e fra questa località e S. Rigo.

Al *Diluvium recente tardivo* (**Q_t**) appartengono i terreni che costituiscono la massima parte della pianura modenese-reggiana, sino al margine del foglio, interrotti solo dal corso dei fiumi, in corrispondenza dei quali compaiono termini alluvionali di età ancor più recente. Si tratta in prevalenza di alluvioni ciottolose, tra le quali si intercalano lenti di sabbie o argille di modesto spessore.

L'*Alluvium medio recente* (**Q_{2a}**) ha una distribuzione assai limitata, formando lunule o bassi terrazzi lungo i corsi d'acqua più importanti. E' in prevalenza di natura sabbiosa, con lenti di limo; in parte è fissato dalla vegetazione e talora anche coltivato.

L'*Alluvium attuale* (**Q_{2r}**) è rappresentato dalle ghiaie e sabbie fresche, assolutamente inalterate, che costituiscono gli alvei attuali dei fiumi e torrenti, raggiungendo il massimo sviluppo in corrispondenza dell'ampio letto del Secchia.

Un ultimo termine di età quaternaria è dato, infine, dal *detrito di falda* (**dt**) che compare in lembi di varia estensione e di modesto spessore al piede dei pendii più ripidi, specie ove affiorano formazioni arenacee e molassiche.

* * *

Sulla nostra carta sono riportate, infine, con uno speciale segno convenzionale, le località di ritrovamenti litici o comunque preistorici: dobbiamo tali indicazioni alla cortesia dell'Avvocato P. SEVERI, che ha sull'argomento svariate pubblicazioni, solo in parte elencate nella bibliografia (1956 a, 1956 f).

Molti dati, e un elenco che può ritenersi completo, si trovano in un'altra recentissima opera sulla preistoria della regione (Autori vari, 1963).

V - TETTONICA

Nella descrizione delle condizioni strutturali della zona rappresentata nel foglio « *Modena* », ci riferiremo alle categorie in cui sono stati raggruppati i terreni affioranti, a seconda della rispettiva posizione tettonica: ci occuperemo quindi, separatamente, della tettonica dell'autoctono, di quella dell'alloctono, dei complessi emiliani, in parte semiautoctoni, e del neoautoctono, caratterizzate ognuna da proprie e diverse particolarità.

Si può precisare, ad ogni modo, che la tettonica della regione presenta una caratteristica comune a una gran parte del versante padano dell'Appennino settentrionale, di riferirsi esclusivamente ai ter-

reni della coltre alloctona o a quelli semiautoctoni, celanti le vere strutture del substrato autoctono.

1) *Tettonica dell'autoctono.*

L'area di affioramento del macigno, unico rappresentante della serie autoctona, ha dimensioni modeste, tanto da non poter fornire indicazioni sull'assetto dei terreni formanti il substrato. Si può solo supporre che alcune caratteristiche tettoniche della soprastante copertura alloctona e dei complessi emiliani poggianti su di essa, siano condizionate dall'andamento di strutture profonde.

Nell'unica zona di affioramento, sui due lati del Dolo, l'autoctono presenta un semplice assetto monoclinale, con immersione verso nord, turbato in parte da faglie. Anche se per la presenza di queste il macigno viene a contatto per giustapposizione con l'alloctono, nella parte settentrionale, a monte di Macognano, vi si immerge sotto, in maniera regolare (v. fig. 2). Più a nord, le perforazioni profonde eseguite dall'AGIP MINERARIA e dalla SPI (Società Petrolifera Italiana) in varie località, non hanno raggiunto l'autoctono, in nessun punto; in tal modo non abbiamo indicazioni sull'andamento di questo fuori dell'area surricordata. Sembra legittimo supporre, ad ogni modo, che la mancanza di corrispondenza fra gli affioramenti che si fronteggiano sui due lati del Secchia, a monte di Sassuolo, dipenda dalla presenza di una linea di dislocazione profonda, interessante l'imbasamento autoctono.

2) *Tettonica del complesso indifferenziato.*

Come è stato accennato nelle pagine precedenti, l'assetto del complesso indifferenziato è variabile da punto a punto ed esso, pur mostrando talora un andamento stratificato, è più spesso scomposto e caotico. Si ritiene trattarsi d'una condizione acquisita nel corso del movimento di traslazione, che ha portato il complesso dalla sua sede originaria, — l'alto Tirreno, — a quella attuale.

La traslazione dell'alloctono sarebbe avvenuta in fasi successive; accettando il modello, proposto dal MERLA alcuni anni fa, delle cosiddette frane orogeniche, la surrezione di strutture autoctone, di età sempre più recente procedendo verso **SO** verso **NE**, avrebbe più volte sollevato e fatto franare frontalmente la copertura alloctona, che andava sovrapponendosi su di esse. A parte i movimenti interessanti l'autoctono determinati da sforzi tettonici veri e propri, il movimento della coltre alloctona sarebbe stato passivo, di scivolamento gravitativo, e non dovuto a spinte, che del resto non avrebbero potuto agire a distanza in un complesso eterogeneo e scarsamente rigido quale è l'insieme di questi terreni. Si ricordi che l'entità dello spostamento sarebbe stata di almeno un centinaio di chilometri nella zona di Modena-Bologna, e molto di più, circa il doppio, più a **SO**, in Val Marecchia e a San Marino.

A parte i lati ancora oscuri che presenta, soprattutto dal punto di vista meccanico, il problema della traslazione di masse così ingenti, la possibilità di movimenti a componente orizzontale di notevole entità, appare confortata dall'esistenza di masse di indifferenziato a giacitura di frana intraformazionale (olistostromi), comprese entro serie di età più recente, e riconosciute in questi ultimi anni nelle perforazioni eseguite al margine della pianura padana.

Il grandioso movimento generale dell'alloctono non poté manifestarsi con uno spostamento uniforme, d'insieme, a causa delle enormi dimensioni della massa, del ridotto spessore di questa e delle condizioni di attrito incontrate alla base della coltre e diverse da punto a punto. In tal modo la traslazione si manifestò con una serie di movimenti differenziali, che provocarono la scomposizione della serie, — di natura eterogenea, — e poi il mescolamento dei livelli scomposti. Si ebbe, così, l'acquisizione di una struttura in gran parte caotica, e pure scomposte dai movimenti differenziali furono le serie semiautoctone, che si erano andate depositando sull'alloctono.

In alcuni casi, ad esempio sulla sinistra del Panaro, l'assetto stratificato permane ben conservato, anche per lunghi tratti, mentre altrove, come intorno a Serramazzoni, la generica concordanza di

andamento fra indifferenziato e serie calcarea con scisti rossi alla base, non prova l'esistenza di una continuità stratigrafica tra le due formazioni, ma è frutto di una sovrapposizione tettonica, per fatti di slittamento.

La condizione caotica è ben più frequente, e le località ove appare più tipica si osservano intorno a Canossa e a monte di Quattro Castella, fra Secchia e Panaro, a sud della sinclinale di Viano, ecc.

Ma le giaciture più interessanti dell'indifferenziato, sono quelle olistostromiche o di frana intraformazionale, ricordate nelle pagine precedenti. Come abbiamo accennato, si tratta di un particolare tipo di giacitura, originato da fatti gravitativi che hanno portato colate di materiale, proveniente da zone costiere, ad intercalarsi in mezzo a serie più recenti in corso di normale sedimentazione.

Nell'Appennino modenese fatti del genere, sia pure in piccola scala erano stati osservati da tempo, e la loro interpretazione aveva molto occupato gli studiosi della zona, che avevano riconosciuto l'esistenza di masse di « argille scagliose » comprese fra formazioni più giovani. Ne parlarono il SACCO e soprattutto l'ANELLI (1933), ma non si pensò a giaciture sedimentarie, bensì a fatti tettonici, di penetrazione meccanica, verticale od orizzontale, di terreni a comportamento plastico in soluzioni di continuità di terreni più rigidi. Venero impiegati, così, i termini di diapiro e pseudodiapiro, o ancor più comunemente nomi tolti dalla terminologia delle giaciture magmatiche: come intrusioni, filoni, filoni-strato ed apofisi. E' in epoca molto più recente che il fenomeno, osservato anche in altre regioni e su vasta scala, ha trovato la sua giusta interpretazione.

Nelle pagine precedenti abbiamo già ricordato le intercalazioni di indifferenziato fra le marne di Bismantova nella serie sinclinale di Montebanzone (v. fig. 3); altre analoghe si osservano nella zona assiale della sinclinale di Viano, interessanti le marne e arenarie della serie di Antognola.

Gli esempi più cospicui sono stati riconosciuti, però nel sottosuolo della regione pedeappenninica padana, attraverso i sondaggi e

le prospezioni geofisiche compiuti soprattutto dall'AGIP MINERARIA.

Nell'area del foglio « Modena », è sotto le zone comprese fra Vezzano sul Crostolo e Reggio Emilia, nella parte occidentale del foglio, e fra Levizzano e Modena in quella orientale, che è stata riconosciuta l'esistenza di questi fenomeni.

Nella prima zona la colata di frana intraformazionale ha uno spessore medio di circa 200 m e appare compresa, in un tratto a monte, fra marne tortoniane, alla base e argille con gessi al tetto; mentre più a NE, per effetto di una faglia inversa che interessa i terreni di appoggio, si continua tutta entro le argille con gessi. L'avanzamento frontale sarebbe stato di circa tre chilometri e mezzo.

Nella zona sottostante all'area compresa fra Levizzano e Modena, la massa di indifferenziato ha uno spessore molto maggiore, non meno di 2500 m sotto Torre Maina, e il colamento gravitativo ha fatto avanzare il fronte della colata di oltre sei chilometri. Il movimento è avvenuto, qui, in epoca più recente; l'alloctono appare compreso, infatti, fra le argille del Pliocene inferiore e sabbie di età pliocenica superiore.

3) *Tettonica dei complessi emiliani* (in parte semiautoctoni).

Assetti a sé stanti, e in complesso monotoni, a parte le aree ove si osservano estesi rovesciamenti, caratterizzano la serie dei terreni formanti i complessi emiliani. Come è stato accennato, questi affioramenti si presentano generalmente sotto forma di placche, di natura omogenea o eterogenea e delle più varie dimensioni, « galleggianti » sull'indifferenziato o seminglobate in esso. La distribuzione sembra dipendere in gran parte da fatti di scomposizione e di reciproco allontanamento, provocati dal movimento generale di traslazione della coltre alloctona, e dai movimenti differenziali con i quali ciò avveniva. Una importanza minore, nel processo di isolamento di questi resti di una copertura originariamente continua, hanno avuto i fenomeni erosivi.

Molti lembi o placche hanno un andamento sinclinaloide molto evidente, e la struttura che meglio lo mostra è quella di Viano: una vera sinclinale che si allunga da **ONO** a **ESE** per una lunghezza di poco inferiore ai quindici chilometri, fra la zona di Scarzola, sulla

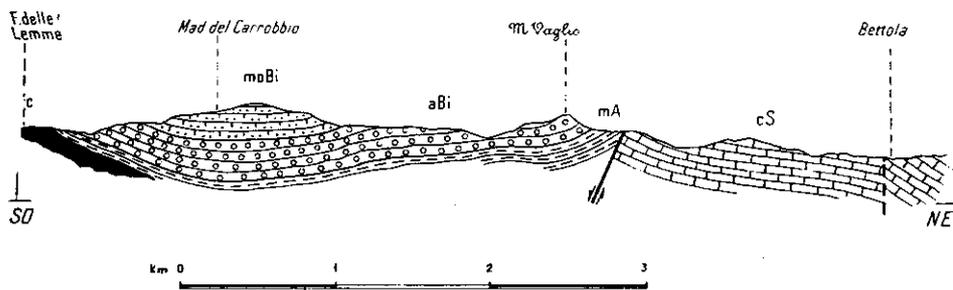


FIG. 5. - Sezione geologica fra il fosso delle Lemme e Bettola (tav. « Casina »). c, complesso indifferenziato caotico; mA, marne di Antognola; aBi, arenarie e calcari arenacei di Bismantova; moBi, molasse di Bismantova.

destra del Crostolo, e il corso del Secchia; la struttura è quasi simmetrica e troncata da una faglia all'estremità occidentale, mentre l'estremo opposto termina in corrispondenza del corso del fiume surricordato.

Strutture analoghe ma più semplici, di placca sinclinaloide poco allungata, più o meno complicate da faglie, sono quella di Casina-Carpineti, estesissima e formata da elementi della serie di Bismantova; in parte limitata da faglie e in parte poggiante su elementi della formazione di Antognola. Altre placche costituite da calcari del *Flysch* cretaceo sono quelle di Serramazzone e di Prignano sul Secchia, mentre di calcari arenacei e di marne di Bismantova sono le minori di Pigneto e di Montebaranzone.

Riguardo alle modalità di assunzione di questi assetti, si può pensare, tenendo conto delle particolari condizioni di giacitura, all'influenza di movimenti dei sottostanti blocchi autoctoni, sia pure attutiti e deviati dall'interposta copertura d'indifferenziato. E' anche pro-

babile, tuttavia, che l'andamento sinclinale sia dovuto in parte anche ad assettamento e leggero affossamento centrale delle placche, relativamente rigide e poggianti sopra un complesso plastico e tendente a rifluire lateralmente per effetto del peso.

Le placche di maggiori dimensioni, come quelle di Carpineti-Casina, di Villa Minozzo, di Serramazzone, di Monte Moro, ecc., appaiono scomposte in blocchi più o meno grandi da faglie non possedenti andamenti che facciano pensare ad un orientamento generale ben definito. Alcune di queste linee di rottura, sembrano originate dai fatti di assettamento surricordati, mentre in altri casi, mettendo a contatto blocchi ad assetto molto diverso, — normale e rovesciato, — sembrano legate a strutture fortemente piegate. Ciò vale, ad esempio, per la faglia inversa lungo la quale è avvenuto il sovrascorrimento della serie calcari di Serramazzone - marne di Montepiano, sull'indifferenziato affiorante sulla sinistra del Rossenna, a nord di Polinago.

Molte placche e zolle non occupano la loro posizione originaria rispetto all'indifferenziato, ma l'hanno raggiunta a seguito di fenomeni di slittamento, avvenuti nel corso della traslazione d'insieme, e tale sembra essere il caso, oltre che della placca di Serramazzone, di quella di M. Moro, formata dalla serie del Rio Giordano, e affiorante presso al margine sud del foglio.

Dove la scomposizione e i movimenti sono stati più intensi, placche e masse di semiautoctono hanno dimensioni ancor più ridotte, e oltre che galleggianti molte appaiono parzialmente incluse nell'indifferenziato, o giustapposte le une alle altre senz'ordine. I maggiori effetti di scomposizione e dispersione, di masse originariamente molto più grandi, si osservano nelle ofioliti talora presenti addirittura sotto forma di blocchi.

Nell'area studiata, hanno un notevole sviluppo, analogamente a quanto si verifica più a sud, nel foglio « San Marcello Pistoiese », estesi fatti di rovesciamento, che interessano alcune formazioni, soprattutto i calcari di Serramazzone e l'arenaria di Gombola, specie nella parte sud-occidentale del foglio, e a sud della sinclinale di Viano.

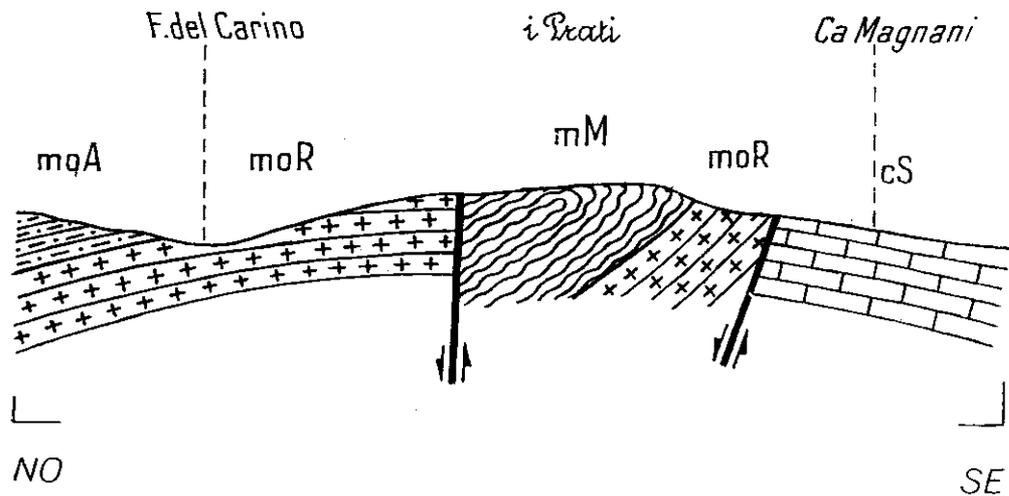


Fig. 6. - Sezione geologica attraverso la zona de i Prati, tra la valle del Dolo e quella del Secchiello (tav. « Villa Minozzo »). cS, calcare di Serramazzone; mM, marne di Montepiano; moR, molasse di Ranzano; moA, molasse di Antognola. Scala 1:25.000.

Il fenomeno appare particolarmente sviluppato a ovest di Pavullo, fra Polinago e Saltino, ove i calcari di Serramazzone appaiono rovesciati sull'arenaria di Gombola, questa, a sua volta, sulle marne di Montepiano, affioranti sulla sinistra della Val Rossenna, anch'esse in posizione rovesciata e sovrascorse sull'indifferenziato. Anche a ovest di M. Moro (tav. « Polinago »), il calcare di Serramazzone è rovesciato sull'arenaria di Gombola, affiorante fra Cinghianello e Frasinetti. Rovesciata è pure la serie di Gombola nello sperone di Montefiorino, compreso fra il corso del Dragone e quello del Dolo, e ugualmente ribaltata è la serie di Serramazzone, formante la parte orientale della placca di Toano sino al Dolo.

A quanto sembra, queste strutture rappresentano il fianco inferiore, rovesciato, di grandi pieghe sovrascorse, con vergenza verso i quadranti settentrionali e interessate e scomposte da faglie. A fatti

disgiuntivi si deve pure l'abbassamento relativo di blocchi ad assetto normale, con i quali le zolle rovesciate vengono bruscamente a contatto. Queste strutture si continuano a sud dell'area studiata, nel gruppo di M. Cantiere (foglio di « S. Marcello Pistoiese ») (FAZZINI, 1963).

4) Tettonica del neoautoctono.

Come è stato accennato poco sopra, una parte dei terreni considerati neoautoctoni, devono ritenersi in realtà semiautoctoni, avendo partecipato in varia misura, a seconda dell'età, ai movimenti di messa in posto delle colate intraformazionali del complesso indifferenziato, sul quale sedimentavano.

A parte le complicate strutture profonde, sulle quali ci tratteremo più oltre, i terreni neoautoctoni presentano quasi dappertutto un semplice assetto monoclinale, a pendenza generalmente moderata, che li porta ad immergersi sotto le alluvioni della Pianura Padana. E' solo nei pressi del limite a monte, ove vengono normalmente a contatto con l'indifferenziato, o con elementi dei complessi emiliani, che la pendenza raggiunge valori più elevati. Inclinatissimi, tanto da raggiungere e anche oltrepassare la verticale, sono i gessi che accompagnano le marne messiniane nella regione a ovest del Secchia, mantenendo tale assetto anche in profondità; ciò è stato mostrato dal sondaggio di Mazzalasio, sul Tresinaro, eseguito dall'AGIP MINERARIA e che si è mantenuto nella formazione gessifera per oltre 1000 m, pur essendo questa una formazione di modesta potenza: non più di 150 m.

Questa condizione di assetto, nella zona di appoggio della serie, può essere interpretata come una deformazione tarda, acquisita a seguito della pressione esercitata dalla massa dell'indifferenziato, sollecitata dalla gravità. Fenomeni del genere hanno provocato in qualche caso anche modesti ricoprimenti, che hanno portato l'indifferenziato sul Pliocene, come sembra verificarsi fra Fano e Borzano, sulla

sinistra del Tresinaro; di altri ancora parlò in passato l'ANELLI (1932).

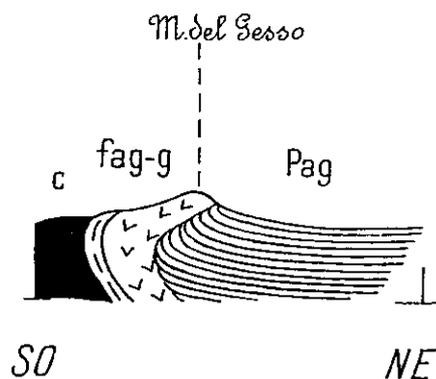


Fig. 7. - Rapporti tra complesso indifferenziato caotico (c) e formazione delle argille con gessi (fag-g) sulla sinistra del Crostolo, a sud di Vezzano (tav. «Quattro Castella»). Scala 1:25.000.

Ma oltre a questo assetto generalmente uniforme, il neoautoctono appare interessato da abbozzi di strutture di età recentissima, quaternaria, come la piatta anticlinale che E. MONTANARO GALLITELLI pose in evidenza nella zona di Castelvetro (1954 a).

Un interesse molto maggiore è offerto dalle strutture sepolte, che le perforazioni e la prospezione geofisica, — sismica e gravimetrica, — hanno rivelato nel sottosuolo della pianura modenese. Come nel resto della Pianura Padana, esse si presentano, qui, con le solite caratteristiche di asimmetria e sensibile vergenza verso N o NNE, e con tendenza ad accavallarsi in questa direzione, per effetto di faglie inverse che troncano i fianchi settentrionali delle pieghe.

Gli elementi anticlinali appaiono formati da serie di ellissoidi mediocrementemente allungate, interrotte da insellature o anche da faglie trasversali, che provocano sensibili e improvvisi spostamenti degli assi. In corrispondenza delle strutture positive, e specialmente delle

zone di culminazione, la parte più alta delle serie stratigrafiche locali, appare interessata, oltre che da disarmonie provocate dai movimenti subiti, da lacune e fatti trasgressivi testimonianti l'esistenza di periodi di emersione e di conseguente erosione, protrattisi per periodi anche relativamente lunghi. In genere sono i depositi pliocenici superiori che si presentano in discordanza sul Pliocene inferiore o anche, direttamente, sul Miocene più alto. Questi fatti appaiono con gran chiarezza nelle belle carte e tavole di sezioni rese note dall'AGIP MINERARIA alcuni anni or sono, in occasione di un *Convegno del Metano* (Autori vari, 1959) e più di recente, e migliorate dal progresso delle conoscenze, in altre pubblicazioni (LUCCHETTI, 1962).

Nel territorio che ci interessa, l'esplorazione dell'AGIP MINERARIA è stata condotta mediante una serie di perforazioni: pozzi Reggio Emilia 1, 2 e 3, Albinea 1, Rubiera 1, 2, 3 e Casalgrande, sulla sinistra del Secchia; e pozzi Levizzano 1, Formigine 1, 2, Modena 1, 2 e 3, sulla destra. I pozzi Reggio Emilia 1, Levizzano 1, e Modena 1, 2 e 3, appaiono nelle sezioni surricordate ⁽¹⁾.

In questa zona pedeappenninica la direzione generale delle strutture profonde è **ONO-ESE**, comune a tutto il tratto compreso fra Parma e Modena a differenza di quanto si verifica rispettivamente a

(1) Riportiamo a parte i dati riguardanti alcuni altri pozzi.

Pozzo Rubiera 1: impostato un paio di chilometri a E di Arceto. Alluvioni da m 0 a m 300; Quaternario marino e Calabriano dai 300 ai 1120 m; Pliocene superiore dai 1120 ai 1200; Pliocene inferiore dai 1200 ai 1260; Miocene dai 1200 m sino al termine della perforazione (m 1465).

Pozzo Albinea 1: impostato un paio di chilometri a NO del paese. Alluvioni: da m 0 a m 30; Quaternario marino e Calabriano da m 30 a m 500; Pliocene superiore dai 500 agli 825 m; Pliocene inferiore da 825 a 1060 m; Miocene superiore dai 1060 ai 1206 (termine della perforazione).

Casalgrande 1: impostato sulla sinistra del Secchia; incontrò alluvioni da 0 a 150 m; Quaternario marino e Calabriano dai 150 al 750; Pliocene superiore dai 750 ai 1160; Pliocene inferiore dai 1160 ai 1347 m; argille di età imprecisata dai 1347 ai 1620 m e argille messiniane con gessi dai 1620 ai 1648 m.

Formigine 1: impostato 4 chilometri a NE di S. Zeno. Da m. 0 a m. 145 alluvioni: Quaternario marino dai 145 ai 490 m; Pliocene superiore dai 490 ai 690 m; Pliocene medio dai 690 ai 750 m; Pliocene inferiore dai 750 ai 1125 m; Miocene superiore dai 1125 ai 1795 m; e Tortoniano dai 1795 ai 2001 m (termine della perforazione).

NO e a **SE** di queste località dove le direttrici tettoniche hanno un andamento **NO-SE**.

La struttura più importante è rappresentata dalla grande anticlinale sulla cui cerniera sono impostate le perforazioni Reggio Emilia 1, Rubiera 1 e Modena 1. L'asse ha un andamento ondulato, con varie culminazioni: a **S** di Reggio Emilia, a **SO** di Rubiera e a **SSO** di Modena, e si presenta inoltre interrotto e sensibilmente spostato da una faglia, diretta pressapoco da **N** e **S** e decorrente subito ad ovest del corso del Secchia, che ne ha provocato un evidente arretramento verso **S**, nella zona posta ad ovest del fiume.

La piega è sensibilmente asimmetrica, con vergenza verso **NNE**; il fianco settentrionale appare scomposto in lame da una serie di faglie, in parte normali e in parte inverse, che nel loro insieme hanno portato la struttura ad accavallarsi sul fianco meridionale dell'elemento tettonico successivo, l'anticlinale di Montepelato-Molza, decorrente nel sottosuolo subito a sud di Modena.

In relazione ai movimenti subiti, la serie stratigrafica presenta notevoli discordanze, evidenti soprattutto nelle zone di culminazione e rivelanti fasi di emersione di una certa durata. La perforazione Reggio Emilia 1 ha indicato che sopra un modesto spessore di Pliocene inferiore, poggiano con evidente discordanza i livelli pliocenici medio-superiori. Analogamente anche i pozzi Modena 1 e 2 hanno mostrato l'esistenza di una sensibile discordanza fra Pliocene inferiore, fortemente eroso, e il debole spessore di Pliocene superiore che lo ricopre.

Un ultimo elemento tettonico è dato dalla struttura detta di Montepelato-Molza, rivelata oltre che dalle ricerche geofisiche, dalla perforazione Modena 3: si tratta di una anticlinale rovesciata verso **N** e troncata, da questo lato, da due faglie inverse che l'hanno condotta a sovrascorrere sul fianco meridionale di una struttura più esterna, l'anticlinale di Albareto-Castelfranco Emilia, il cui decorso interessa un'area posta fuori della nostra carta. Nella cerniera della piega, il Pliocene alto poggia in discordanza su quello inferiore, o anche sul Miocene superiore.

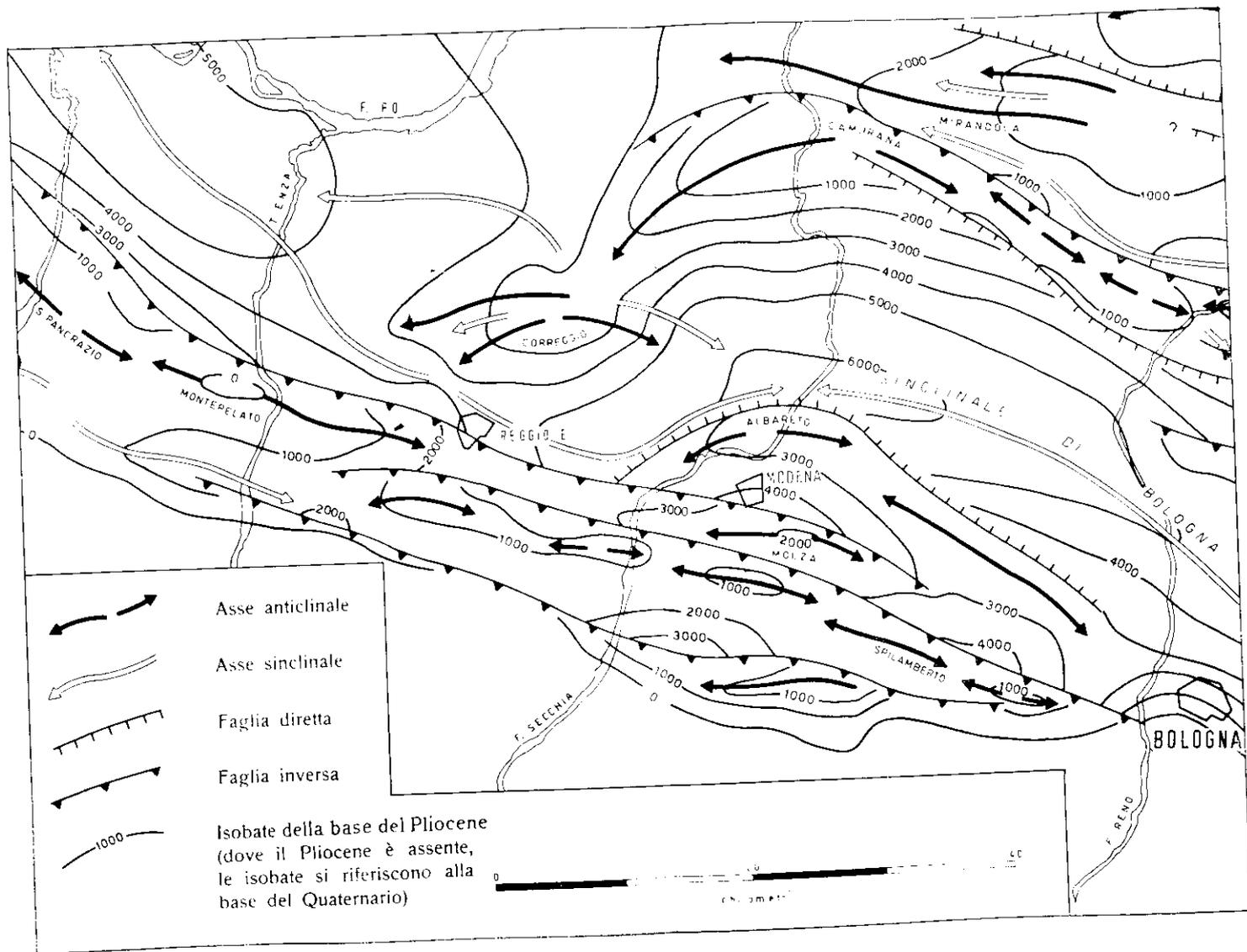


FIG. 8. - Carta schematica delle strutture profonde della zona circostante a Modena, costruita in base alle ricerche dell'AGIP MINERARIA (da « I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale », leggermente semplificata).

VI - MORFOLOGIA

Le forme del territorio collinare e montuoso compreso nel foglio « *Modena* », in accordo con la sua costituzione geo-litologica, presentano quasi dappertutto linee morbide e moderata incisione. Nella più gran parte della zona affiorano, infatti, tipi litologici mediocremente resistenti: argille e marne, scisti argillosi e molasse; solo nelle aree costituite da rocce più resistenti: calcari di Serramazzone, arenaria di Gombola, calcare arenaceo di Bismantova, ecc., compaiono forme di paesaggio più vivaci; ma si tratta quasi sempre di fatti locali.

Nei terreni meno resistenti e di natura argillosa, — formazione delle argille grigio-azzurre, complesso indifferenziato di natura prevalentemente argilloscistosa, — i versanti dei rilievi appaiono spesso incisi da calanchi, la cui presenza aumenta la sensazione di squallore di queste aree quasi prive di vegetazione. Il più tipico paesaggio a calanchi si osserva nelle argille plioceniche formanti la vasta area collinosa posta a **SE** di Sassuolo, fra il Secchia e il Fosso di Spezzano (tav. « *Sassuolo* »); inoltre sulla destra del T. Guerro, intorno a Villabianca (tav. « *Quattro Castella* ») sulla sinistra del Secchia, a **O** e **SO** di Cadiroggio, sui due lati del Crostolo presso Vezzano, ecc. Nell'indifferenziato vaste aree a calanchi si sono impiantate a **S** di Quattro Castella e a Canossa (tav. « *Casina* »); in quasi tutta la parte centrale della tavoletta « *Serramazzone* »; nella parte meridionale di quella « *Viano* »; a **S** di San Romano e ad **O** di Roteglia (tav. « *Baiso* ») e in ampi tratti della regione compresa fra T. Tiepido e Panaro (tav. « *Levizzano* »). Anche a distanza i calanchi incisi negli argilloscisti dell'indifferenziato si distinguono da quelli ospitati nelle argille grigio-azzurre, per la costante presenza, in essi, di inclusi calcarei bianchi.

Zone a calanchi compaiono, tuttavia, anche in altre formazioni, ove la natura litologica lo permette: nelle marne di Montepiano sulla destra del Panaro (tav. « *Pavullo nel Frignano* »), a **N** di Quercioli sulla sinistra del Secchia (tav. « *Villa Minozzo* ») e altrove. Calanchi sono ospitati nelle marne di Antognola, sui due lati del Secchia, (tav.

« Villa Minozzo » e « Carpineti »), nelle marne di Bismantova intorno a Montebaranzone (tav. « Serramazzone ») e infine anche nel magigno marnoscistoso della valle del Dolo (tav. « Villa Minozzo »).

I tipi litologici più resistenti, specie ove possono svilupparsi fatti di erosione differenziale, tendono a costituire masse nettamente rilevate, o più ripidi tratti di declivio, che spiccano nettamente sul resto del paesaggio. Così le placche di calcare di Serramazzone, la più grande delle quali forma il rilievo a tumulo ove sorge l'omonimo paese; le masse di arenaria di Gombola, che costituiscono la piccola gola del Rossenna, proprio sotto l'abitato; le zolle di calcari arenacei e arenarie di Bismantova, costituenti i rilievi di Vetto e Canossa; l'arenaria di Ranzano nell'incisione del T. Tresinaro, ecc. Le forme più pittoresche e meglio note sono rappresentate dalle guglie e dai torrioni dei Sassi di Rocca Malatina (tav. « Pavullo nel Frignano »), formati dalle arenarie ben cementate dell'omonima serie rimasti isolati per distacco di lame verticali, e nettamente contrastanti, con le loro forme ardite, con i pendii argilloso-marnosi di questo tratto della valle del Panaro.

Altri livelli o tipi litologici riconoscibili anche a distanza per la forma degli affioramenti o per il colore, sono le masse nerastre delle ofioliti, le scarpate corrispondenti alla bancata conchigliare, posta alla base delle argille grigio-azzurre sulla destra del Secchia, e le masse di gesso del Messiniano.

Una particolare forma di disfacimento tende a colpire le poco resistenti molasse grigio-chiare della formazione del Rio Giordano (tav. « Polinago »), che per la loro povertà di cemento tendono a disgregarsi ed arenizzarsi con grande facilità, originando sabbioni biancastri grossolani. Ciò si osserva soprattutto a **S** e **SO** di M. Moro, fuori del foglio « Modena », lungo la strada tra Pavullo nel Frignano e Lama Mocogno. Un fenomeno analogo interessa in qualche punto, ad esempio lungo il Rio della Rocca, l'arenaria di Ranzano, che tende anche essa ad arenizzarsi con facilità. I livelli arenacei di Bismantova tendono a acquistare per disfacimento forme globose, dipendenti da incompleta diagenesi e ben evidenti presso il Castello di Carpineti. Cu-

riose forme di erosione differenziale si osservano lungo la Statale del Cerreto, a monte di Bettola, nella serie dei calcari di Serramazzone, i cui strati più resistenti, drizzati alla verticale, sporgono come muri sul ripidissimo versante destro del Crostolo.

Una morfologia del tutto particolare, carsica, si osserva, infine, nelle aree di affioramento di alcuni particolari tipi litologici, più precisamente dei calcari arenacei della serie di Bismantova e soprattutto dei gessi.

Grotte e doline, con notevole sviluppo di una rete di circolazione sotterranea si osservano con gran frequenza nei gessi, che accompagnano le argille messiniane nella regione posta a ovest del Secchia. Le masse di gesso si presentano in tre affioramenti principali: sui due lati del Tresinaro a sud di Scandiano, dove ospitano doline e inghiottitoi; nella lunga fascia fra T. Lodola e R. Vendina, ove oltre a forme simili alle precedenti, troviamo anche una bella grotta, detta della Mussina, possedente uno sviluppo di oltre 100 m, e altre cavità minori. Nell'ultima zona gessosa, più occidentale, estesa a sud di Vezzano su entrambi i lati del Crostolo, si osservano doline nella località i Gessi, sulla sinistra del fiume, mentre sulla destra si apre la tana della Verina.

Fenomeni analoghi si osservano anche nei calcari arenacei della serie di Bismantova; per quanto si possa ritenere che il fenomeno sia accompagnato qui da fatti di disfacimento, è stato notato, tuttavia, che la sua intensità sembra procedere di pari passo col contenuto in carbonato di calcio della roccia.

Sono note le grotte della zona di Vallestra, a est di Carpineti: la bella grotta Malavolti, la più grande, che possiede uno sviluppo di circa 200 m, e altre minori, come la grotta di S. Maria Maddalena, di San Michele, ecc. Doline e inghiottitoi compaiono, sempre entro la stessa formazione, a **NE** di Pavullo, presso Iddiano e Benedello, e con assai maggior frequenza nella zona di Samone, sulla destra del Panaro, dove si osservano, oltre a minori forme, anche grotte.

Di altra origine, veramente pseudocarsiche, sono le grotticelle e le nicchie di disfacimento ospitate negli spuntoni arenacei dei Sassi

di Rocca Malatina, mentre è attribuibile a un fatto di erosione differenziale, la grotta del Pescale, sulla destra del Secchia a SO di Castellarano.

Per terminare questa breve rassegna morfologica, si possono ricordare infine, i quattro ordini di terrazze che il LIPPARINI (1935) segnalò molti anni fa nelle valli del Secchia e del Panaro.

VII - GEOLOGIA APPLICATA

In questo capitoletto sono state raccolte notizie sui materiali utili, le condizioni idrologiche e qualche altra questione riguardante la geologia applicata del territorio rilevato.

1) MATERIALI DA COSTRUZIONE

In relazione alla sua costituzione geologico-litologica l'area compresa nel foglio « *Modena* » è povera di materiali da costruzione (v. BONI, 1874) o comunque utili, a meno che non si tratta di argille da laterizi, o impiegate per la fabbricazione di mattonelle da impiantiti. Per queste ultime sono apparsi particolarmente adatti gli scisti rossi che compaiono sotto forma di intercalazioni o di lembi inglobati nell'indifferenziato; ma a tale scopo vengono impiegate anche le argille grigio-azzurre del Pliocene. Le cave alimentano una serie di fabbriche sorte, per la maggior parte in questi ultimi anni, lungo il margine pedepenninico, specialmente fra Sassuolo e Scandiano.

Le argille grigio-azzurre, plioceniche o calabriane, vengono impiegate soprattutto per la fabbricazione di laterizi; le cave, che si aprono a sud di S. Venanzio, a sud di Maranello, sopra Castelvetro, a Casalgrande di Scandiano, ecc., alimentano fornaci locali. Altre fornaci impiegano invece materiale proveniente dalle argille delle alluvioni di pianura, e si trovano a S. Antonio di Formigine, Baggiovara, ecc.

Materiale adatto come pietra da calce e cemento, è il calcare marnoso di Coscogno, che tuttavia, nell'area che ci interessa, affiora

in lembi di modeste dimensioni e in località di scomodo accesso. Come tipo litologico esso corrisponde, infatti, al calcare di Monte Montanara affiorante nel foglio « *Bologna* » che viene cavato sulla destra del Panaro.

Degne di nota sono poi le cave di gesso, aperte in varie località, presso la Fornace a monte di Vezzano sul Crostolo, ai Gessi presso Mazzalasio sul Tresinaro, ecc. Il materiale viene cotto sul posto in modesti stabilimenti.

Come materiali da costruzione propriamente detti, si possono ricordare diversi tipi: l'arenaria di Gombola, di cui esistono varietà a cemento calcareo, resistenti e simili alla pietraforte toscana, ma accanto ad esse se ne hanno anche di molassiche e gelive. Materiali adatti sono anche i calcari della serie di Serramazzone, e il calcare arenaceo della formazione di Bismantova. Varie cave sfruttano quest'ultimo, aperte fra Casina e S. Giovanni in Querciola (sotto M. Predale), alle pendici di M. Vallestra, ecc. Utilizzato è pure il macigno arenaceo, in cave che si aprono nella valle del Dolo presso Fontanaluca, fuori dell'ambito della nostra carta. Anche le ofioliti vengono impiegate, però come pietrisco stradale, e a tale scopo sono estratte quelle di Varana. Pure presso questa località affiora un mediocre travertino.

Modeste cave di sabbia si aprono in varie formazioni: alcune nel Calabriano, come a Puianello, nei pressi di Castelvetro e Solignano, a Capitello di Montegibbio, ecc. Altre utilizzano le alluvioni della pianura o prodotti di disaggregazione di arenarie o molasse: una di queste si apre sul Rio della Rocca presso Montebabbio, nella formazione di Ranzano, mentre altre sfruttano il sabbione grossolano della molassa di Rio Giordano.

2) RICERCHE DI IDROCARBURI

Tra le sostanze utili, un interesse molto maggiore offrono le manifestazioni di idrocarburi, tanto frequenti nella regione e che hanno interessato gli studiosi sin da tempi lontani. E' del 1698 uno scritto

dell'Ariosti, cui collaborò anche il RAMAZZINI: *De Oleo Montis Zibinii seu Petroleu Agri Mutinensis*, dedicato a quelle che oggi si chiamerebbero le manifestazioni di Montegibbio. In questa zona, tra la fine del XVII e il XVIII secolo, si ebbe anche un inizio di sfruttamento, e altrettanto si verificò a Monfestino; del fatto se ne ebbe a occupare anche il Vallisnieri, ma si trattò di una estrazione di scarsa consistenza.

Un uguale interesse destarono anche, prima ancora che ne venisse stabilita l'origine, le *salse*, i caratteristici « vulcanetti » di fango legati anch'essi al fenomeno petrolifero. Nel XVII secolo se ne occupò BOCCONE, e nel successivo VALLISNIERI e GENTILI, seguiti nell'Ottocento da BRIGNOLL di BRUHNOF, FERRETTI, FUCHS, PANTANELLI, STÖHR e altri. E' ai primi del nostro secolo che troviamo una pubblicazione fondamentale sull'argomento: *Le salse dell'Appennino settentrionale* del BIASUTTI (1907), cui seguirono altre, d'interesse locale, di BIANCHI, DE BUCI, GOVI, ecc. Le notizie più recenti su questo fenomeno si trovano in uno scritto di BERTOLANI-MARCHETTI (1953).

Le salse, dette anche impropriamente vulcani di fango, consistono in emissioni di idrocarburi gassosi, che mettono in movimento le acque d'infiltrazione vadosa e stemperando le argille presso la zona di efflusso, giungono in superficie formando conetti alti pochi metri. Sulla sommità di questi si aprono fessure, — i cosiddetti spiragli lutivomi, — dai quali, con varia portata dipendente dai rapporti tra pressione interna ed esterna, si ha l'emissione del fango insieme a grosse bolle gassose. La pressione in qualche caso può essere tale da provocare lanci violenti di melma, rombi e brontolii che hanno fatto dare a queste manifestazioni i nomi locali di *hombi* e *barboi*.

Naturalmente si tratta di un fenomeno soggetto talora a pause o anche a rapida scomparsa. Tra le salse attive più note, sono da ricordare quella multipla — formata da conetti alti qualche metro di Nirano, di cui parlò anche lo STOPPANI nel *Bel paese*, ospitata sul fondo di un ampio anfiteatro aperto nelle argille plioceniche a quattro chilometri a **SE** di Sassuolo; e quella pure notissima di Regnano, posta

subito dopo la strada che dal paese conduce a Fondiano. Estinte da tempo sono le salse di Montegibbio, celebri per le violenti esplosioni che ebbero il secolo scorso; mentre caratterizzata da una attività molto saltuaria è la Bomba della Cintora, posta a **SSE** di Montebaranzone. Altre salse attive sono invece quella di Ospitaletto — i cosiddetti Bombi della Lama — un chilometro circa a **NO** dell'omonimo paesetto, e l'altra di Puianello, situata presso Torre Maina, sul dorso separante la valle del Tiepido da quella del Traino.

Nella carta sono state indicate, oltre alle salse, anche altre manifestazioni di idrocarburi, superficiali o scoperte nello scavo di qualche pozzo. Venute gassose sono note presso Regnano, e inoltre in varie località tra le argille plioceniche affioranti fra Nirano e il corso del Secchia, a **S** di Sassuolo. Meno frequenti le impregnazioni o modestissimi stillicidi di petrolio, segnalati presso Gozzano e in altre zone vicine, nell'area interposta fra Montegibbio e Sassuolo e intorno Campodolio. Qui le manifestazioni compaiono presso al contatto fra la placca calcarea di Serramazzone e l'indifferenziato. Altre ancora si hanno più a nord nelle vallecole del Tiepido e del T. Fossa, presso Varana.

Per notizie più precise sulle manifestazioni petrolifere nel territorio di Modena, si può rimandare alle vecchie ma interessanti pubblicazioni di CAMERANA e GUALDI (1911, 1923), agli scritti del SACCO e del FOSSA MANCINI contenute nel volume dedicato alla ricerca del petrolio in Italia (Autori vari, 1926) e ad una nota di CORNI e TOGNOLI (1929) accompagnata da una carta alla scala 1:200.000. I dati riportati sulla nostra carta provengono dall'AGIP MINERARIA e dalla SPI.

Le numerose perforazioni di accertamento, eseguite specialmente dalle due Società ricordate, hanno fatto progredire notevolmente la conoscenza del sottosuolo della regione, ma nei riguardi della produzione i risultati sono stati nulli o comunque non incoraggianti. Infatti, non si sono ottenute in genere che modeste emissioni gassose o tenui efflussi di petrolio: gli unici pozzi produttivi oggi in attività, della Società Mipetrol di Milano, sono scaglionati di lato alla carroz-

zabile Serramazzone-Pavullo, tra le località Berzigale e Rovinalta. Le piccole quantità di petrolio estratte provengono da poche centinaia di metri di profondità e sono di tipo assai fluido. Le salienze provengono dall'indifferenziato, ove erano contenute in tasche o sacche arenacee fini, o nella massa argillosa stessa.

3) FRANE

In relazione alla sua particolare costituzione litologica, il territorio di cui ci siamo occupati è tristemente noto, come del resto tutto il versante padano dell'Appennino settentrionale, per le frane e gli altri movimenti gravitativi, che ne minano la stabilità e rappresentano una minaccia continua per gli abitati e le vie di comunicazione. Si tratta di un fenomeno che per la sua estensione e per la gravità meriterebbe un vasto e organico studio a sé, mentre dobbiamo limitarci, qui, a fornire solo poche notizie.

Il tipo più comune di movimento è rappresentato da frane di ammolimento, che talora si manifestano, più che come vere e proprie frane, sotto forma di lento e inarrestabile cedimento dei versanti, discontinuo nel tempo, con riprese di movimento in corrispondenza dei periodi piovosi. Il fenomeno interessa i versanti a costituzione argillosa e argilloscistosa, vale a dire una buona parte dell'area compresa nel nostro foglio, ma in modo speciale le zone di affioramento del complesso indifferenziato (*argille scagliose*). A questo riguardo, lo sviluppo del fenomeno è tale da esimerci da ricordare le singole frane, che del resto sono indicate sulla carta; si può dire che tutti i versanti in cui affiora questo complesso, tendano a franare, con un movimento regolato dallo scalzamento operato alla base dai corsi d'acqua, dall'appesantimento provocato dalle infiltrazioni nell'interno della massa, dalla generale diminuzione di attrito interno e quindi, in gran parte, dalle vicende stagionali. La penetrazione dell'acqua avviene principalmente attraverso le fessure di essiccamento, che si formano durante la stagione asciutta, ma è favorita anche dalla natura eterogenea del complesso. Ad ogni modo la zona più

duramente colpita è quella fiancheggiante il Secchia, in modo speciale i versanti sottostanti a Levizzano e Baiso, e inoltre anche il fianco destro del Panaro, sotto Rocca Malatina e Samone.

Movimenti di tipo diverso, di scivolamento lungo piani ben definiti, si verificano nelle formazioni stratificate; in questo caso, anzi, sono le superfici stesse di strato che permettono il movimento franoso, quando si abbiano assetti a franapoggio, caratterizzati, cioè, da immersione verso l'esterno del versante. Movimenti del genere sono abbastanza frequenti nelle aree di affioramento delle arenarie di Gombola e dei calcari di Serramazzone, favoriti dalla presenza d'intercalazioni di natura argillosa tra uno strato litoide e l'altro. Se ne osservano nella valle del Dolo e in quella del suo affluente Dragone, da un poco a valle di Cerredolo sin sotto Montefiorino.

Le cronache locali del passato riportano in gran numero fatti del genere, come troviamo ricordato in una nota pubblicazione di ALMAGIÀ (1907). L'ultimo movimento franoso di una certa importanza si verificò nel 1960 nella valle del Secchia, poco più di un chilometro a monte della confluenza del Dolo (SPANO, 1961). La frana, che interessò una superficie di circa mezzo chilometro quadrato, si staccò dal fianco destro della valle, formato da calcari della serie di Serramazzone immersi a franapoggio con media inclinazione, e interruppe il corso del Secchia formando un lago di notevoli dimensioni. Quest'ultimo si è già in gran parte svuotato per cedimento del cumulo franoso che lo chiudeva a valle.

4) SORGENTI

Passando all'idrogeologia, si può notare che il territorio collinare e montano compreso nel foglio « Modena » appare relativamente povero di sorgenti, e le poche che vi si trovano sono di modesta importanza. In genere si tratta di sorgenti di contatto, fluenti al limite fra formazioni permeabili e impermeabili, ove le condizioni di assetto lo permettono.

Sorgenti del genere appaiono lungo il margine NE della placca calcarea di Serramazzone, poggiante sull'indifferenziato; altre ancora

alla base della placchetta di Montebonello, formata da arenaria di Bismantova riposante anch'essa sull'indifferenziato. Condizioni analoghe regolano gli efflussi al margine delle piccole masse di arenaria e calcari arenacei della serie di Bismantova affioranti a Vetto, a NE di Canossa, e del cocuzzolo sormontato dal Castello di Baiso, galleggianti entrambe sul complesso indifferenziato. In relazione all'assetto sinclinaloide posseduto da qualcuna di tali masse, formate da rocce permeabili e riposanti sopra un fondo impermeabile, può darsi che alcune sorgenti siano del tipo detto di trabocco. Un poco più importante è forse la sorgente detta del Mulino delle Vene, posta circa 3 Km a NE di Carpineti, poco sopra il contatto tra la serie di Antognola e i soprastanti calcari arenacei di Bismantova e le cui acque hanno un certo potere incrostante.

5) POZZI

La zona modenese di pianura è nota sin da tempi molto lontani per le sue acque salienti, donde trassero il nome i *pozzi modenesi*, e i cosiddetti *fontanazzi*, cavità naturali ove pullulavano acque artesiane. E' all'ultimo quarto del secolo XV che risale la notizia di un pozzo artesiano scavato, mentre in epoca più tarda si occuparono del fenomeno il RAMAZZINI, nel suo *De Fontium Mutinensis admiranda scaturigine*, del 1691, e successivamente il VALLISNIERI; più di recente COSTA, DEL PRATO e MAZZETTI. Uno studio più rigoroso delle acque sotterranee del Modenese venne compiuto, mediante lunghe indagini, dal PANTANELLI fra la fine del secolo scorso e i primi anni di quello attuale e fu illustrato da numerose pubblicazioni (1888, 1898, 1903).

Il PANTANELLI accertò che nel sottosuolo della pianura modenese, oltre alla falda freatica, poggiate sopra un letto impermeabile a 5-7 m di profondità, e il cui livello si manteneva fra i due metri e i pochi decimetri al di sotto del piano di campagna, esistevano altri due livelli acquiferi. Il primo di essi, posto fra i 20 e i 32 m, sarebbe stato duplice per la presenza di un letto argilloso intermedio, mentre il secondo ben più profondo, si sarebbe trovato fra i 70 e i 90 m,

con un carico piezometrico massimo fra gli 80-90 m. Entrambi sarebbero stati caratterizzati da salienze sin presso il piano di campagna.

In epoca ben più recente, ricerche sono state compiute dall'Ing. C. CESARI (1931) e dalla Sezione di Parma dell'Ufficio Idrografico del Po, e di queste ultime dette notizia il direttore, Ing. M. VISENTINI (1931, 1931, 1935); si può dire che esse abbiano affinato ma non mutato fundamentalmente le nostre conoscenze a questo riguardo. Molto interessante è la ricerca del CESARI, che venne condotta sui dati offerti da 5500 pozzi, oltre la metà dei quali si trovavano nel perimetro urbano di Molena, mentre gli altri appartenevano all'area compresa fra Secchia e Panaro, anche oltre i limiti della nostra carta.

I livelli acquiferi riconosciuti dall'Ing. CESARI furono nove; alcuni di essi erano però caratterizzati da una modestissima estensione, mentre gli ultimi tre si trovavano a una profondità superiore a quella investigata dal PANTANELLI, di modo che le divergenze con questo Autore appaiono minori di quanto potrebbe sembrare a prima vista. Secondo il CESARI, un primo livello si troverebbe fra gli 8 e 13 metri; un secondo fra i 15 e 30; un terzo fra i 40 e i 45, un quarto fra i 60 e i 65 m; un quinto fra i 70 e 75 m e un sesto fra gli 80 e i 100 m. A quota più profonda seguirebbero gli ultimi tre livelli: fra i 110 e i 115 m il primo; a 138 il secondo e fra i 150 e i 160 il terzo, nono dell'intera serie.

L'andamento dei livelli artesiani segue quello dei letti costituenti le due grandi conoidi sepolte del Secchia e del Panaro, che giungono a incontrarsi e confondersi nella zona sottostante Modena. Sempre secondo l'A. ricordato, che esaminò pure la natura dei sedimenti associati ai singoli livelli acquiferi, le due falde più elevate proverrebbero dal Secchia, la terza e la quarta dal Panaro, le due successive da una fusione delle due conoidi; la settima e l'ottava ancora dal Panaro e l'ultima dal Secchia.

Una ricerca precisa presenta oggi molte difficoltà: il numero dei pozzi è ancora aumentato, mentre per converso il grado di salienza è sensibilmente diminuito a causa della sempre crescente quantità di acqua utilizzata. La maggior parte dei *fontanazzi* è scomparsa, com-

presa, e da tempo, la famosa Fonte d'Abisso, che si trovava nella piazza fronteggiante l'Accademia Militare di Modena. Nella nostra carta, per ragioni grafiche, il numero dei pozzi è sensibilmente minore a quello che ci è stato comunicato dalla Sezione di Parma dell'Ufficio Idrografico del Po di Parma, e dall'Ufficio del Genio Civile di Reggio Emilia, che hanno messo a nostra disposizione i dati di cui erano in possesso. Le difficoltà di studio sono accresciute dal fatto che oltre ai pozzi « ufficiali », molti altri ne esistono, scavati ex-novo o approfonditi, e di cui non esiste notizia.

6) SORGENTI MINERALI

Scarse anche le manifestazioni idrominerali, nessuna delle quali è termale (CUOGHI-COSTANTINI, 1877); la più nota è quella della Salvarola, sfruttata in un piccolo stabilimento indicato impropriamente col nome di Terme. Fluisce dall'indifferenziato, e l'acqua è di tipo salso-bromo-jodica alcalina con una portata di 90 litri al minuto primo. Come le altre analoghe della regione, è da considerarsi una sorgente legata, — come ritenne GORTANI, — a fenomeni naftogenetici e quindi alle manifestazioni petrolifere e d'idrocarburi esistenti nella zona, ove si trovavano le salse di Montegibbio. Intorno a questa sorgente scrissero in passato BENASSI (1910), DODERLEIN, PANTANELLI (1908) e vari altri autori. In vicinanza, sgorga anche una modesta sorgente solfurea.

Altre sorgenti di quest'ultima natura si osservano in varie località, ma tutte di scarsissima importanza: alcune compaiono fra Campodolio e Sassomorello (tav. « Serramazzone ») in una zona ricca di manifestazioni di idrocarburi; altre nei pressi di Pavullo, intorno a Vitriola, ecc. Una sorgente salsa è nota a Castelvetro.

7) LITOLOGIA DI SUPERFICIE

Altri dati, che non è stato possibile indicare sulla nostra carta, nelle aree di pianura, riguardano la *litologia superficiale*, limitatamente alla percentuale di argilla contenuta nel terreno. Questi dati

non sono stati ricavati direttamente da noi, ma elaborati da pubblicazioni di carattere pedologico. Si tratta dei risultati di ricerche condotte sotto la direzione di A. DRAGHETTI intorno al 1935, e pubblicate insieme a due serie di tavole pedologiche relative ai settori modenese e reggiano della pianura (DRAGHETTI, 1935).

Da queste tavole e da altri dati, è stato possibile classificare i terreni in tre categorie, a seconda che il contenuto in argilla fosse inferiore al 40%, compreso fra il 40 e il 60% o superiore al 60 per cento. I primi, ad alto contenuto di sabbie e di ciottoli, costituiscono una fascia di varia ampiezza lungo tutto il margine della zona collinosa, con un prolungamento accompagnante il corso del Secchia. Le aree a massimo contenuto argilloso (oltre il 60%), formano isole separate, di varia ampiezza: una a N di Albinea, nella zona attraversata dal canale del Secchia, un'altra, di forma complessa sulla destra del Secchia, e altre di minori dimensioni a sud di Modena. Sembrano corrispondere a zone rimaste palustri sino ad epoca recente. Nel resto della pianura affiorano i terreni a granulometria intermedia.

Istituto di Geologia dell'Università Modena, marzo 1964

Ultime bozze restituite il 24 gennaio 1967

VIII - BIBLIOGRAFIA

- ALMAGIÀ R. (1907), *Studi geografici sulle frane in Italia*, I, « Mem. Soc. Geogr. It. », XIII.
- ANELLI M. (1918), *Contributo alla morfologia dell'Appennino modenese e reggiano*. « Boll. Soc. Geol. It. », XXXVII.
- ANELLI M. (1922), *I dintorni di Rossena*, « Boll. Soc. Geol. It. », XLI.
- ANELLI M. (1923 a), *Tettonica dell'Appennino parmense e reggiano. Cenni su alcune località presentanti manifestazioni di idrocarburi*, « Boll. Soc. Geol. It. », XLII.
- ANELLI M. (1923 b), *Sul comportamento tettonico delle argille scagliose nell'Appennino emiliano*, « Rend. R. Acc. Naz. d. Lincei Cl. d. Sc. Fis. Mat. e Nat. », (5), XXXII.
- ANELLI M. (1923 c), *Sulla presenza dell'Oligocene nel subappennino reggiano*, « Boll. Soc. Geol. It. », XLII.
- ANELLI M. (1929), *Su alcuni fenomeni di ricoprimento nell'Appennino emiliano*. « Rend. R. Accad. Naz. d. Lincei. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », (6), X.
- ANELLI M. (1932), *Ricoprimento di terreni pliocenici nell'Appennino reggiano*, « Rend. R. Acc. Naz. d. Lincei. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », (6), XV.
- ANELLI M. (1933), *Cenni geologici sulla regione collinosa fra il F. Secchia e il T. Tiedo (prov. di Modena)*, Roma, Anon. Tip. Ed. Laziale.
- Autori vari (1926), *Studi geologici per la ricerca del petrolio in Italia*, « Mem. Descr. Carta Geol. d'It. », XX.
- Autori vari (1959), *I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*, « Atti d. Conv. Milano, 1957 », Acc. Naz. d. Lincei, Roma.
- Autori vari (1963), *Preistoria dell'Emilia e Romagna, II - Nuovi contributi. Repertorio di scavi e scoperte*, A. Forni Ed. Bologna.
- BENASSI G. G. (1910), *Acqua della Salvarola*, « Atti Soc. Med. Chirurg. d. Modena ».
- BENTIVOGLIO T., *Bibliografia geo-mineralogica e paleontologica delle provincie di Modena e Reggio Emilia: 1469-1900*, « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », 4, III, 1901; con suppl. (1901-1920): *id. id.*, (4), XI, 1909; (4) XIV, 1912; (5) IV, 1918; (6) VIII, 1925.
- BERTOLANI M., CAPEDE S., LIGABUE G. (1963), *Le ofoliti della Valle dello Scoltenna (Appennino modenese)*, « Mem. Soc. Geol. It. », IV, Bologna.
- BERTOLANI MARCHETTI D. (1953), *Il popolamento vegetale delle stazioni salse della valle padana*, « Webbia », IX.
- BIASUTTI R. (1907), *Le salse dell'Appennino settentrionale*, « Mem. Geogr. d. G. Dainelli », II, Firenze.
- BONI C. (1874), *Sulla natura e resistenza alla pressione dei minerali e materiali editizi della provincia di Modena*, Modena, Tip. P. Toschi.

CAMERANA E. (1923), *Le manifestazioni di idrocarburi nell'Emilia*, « Boll. Soc. Geol. It. », XLII.

CAMERANA E. e GALDI B. (1911), *I giacimenti petroliferi dell'Emilia*, « Mem. Descr. d. Carta Geol. d'It. », XIV, Bologna.

CESARI C. (1931), *Le acque salienti nel sottosuolo modenese fra il Secchia e il Panaro*, Tip. Lit. Galloni e Bertazzoni, Modena.

COPPI F. (1880), *Del terreno tabiano modenese e de' suoi fossili*, « Boll. R. Com. Geol. d'It. », XI.

COPPI F. (1882), *Paleontologia modenese o guida al paleontologo*, « Atti Soc. Nat. Modena », 3^a ser., I.

CORNI G. e TOGNOLI E. (1929), *Contributo allo studio delle manifestazioni petrolifere della provincia di Modena*, « Mem. Acc. d. Sc. Modena », 4^a ser., II.

CUOGHI-COSTANTINI A. (1877), *Le acque minerali della provincia di Modena*, Tip. Moneti, Modena.

DE BUCI L. (1931), *L'eruzione della salsa di Regnano (Reggio Emilia) del 19 ottobre 1930*, « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », LXII.

DIECI G., (1959), *I foraminiferi tortoniani di Montegibbio e Castelvetro (App. modenese)*, « Paleont. Ital. », LIV.

DIECI G. (1961), *Pteropodi langbiani di Rio della Bògole (Montegibbio, App. settent. modenese)*, « Boll. Soc. Paleont. It. », I.

DODERLEIN P. (1870-72), *Note illustrative alla Carta geologica del Modenese e Reggiano, con carta geol. alla scala 1:144.000*, « Mem. R. Accad. d. Sc. Modena », XII-XIII.

DRAGHETTI A. (1935 a), *Generalità sulla carta geoagronomica dell'Emilia*, « Ann. d. Sperim. Agr. », XVIII.

DRAGHETTI A. (1935 b) (direttore) e CURINI GALLITTI A., PANTOLI B., FABBRI A., MACCINI L. (sperimentatori), *Tavole pedologiche della pianura reggiana*, « Ann. d. Sperim. Agr. », allegato al vol. XXX.

FAZZINI P. (1961), *Alcune osservazioni geologiche nella zona di Montefiorino (App. modenese)*, « Atti d. Soc. d. Nat. d. Modena », XCII.

FAZZINI P. (1963), *Osservazioni geologiche nel gruppo del Monte Cantiere (App. modenese)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXII.

FAZZINI P. e OLIVIERI R. (1961), *Osservazioni geologiche e mineralogico-petrografiche su alcuni affioramenti di sabbie vulcaniche nell'App. modenese e reggiano*, « Atti e Mem. Acc. Naz. d. Sc. Lett. e Art. d. Modena », 6^a ser., III.

FAZZINI P. e TACOLI M. L. (1963), *La serie oligo-miocenica del versante padano dell'Appennino settentrionale e la sua posizione: nella tettonica regionale*, « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », XCIV.

FOSSA MANCINI E. (1923), *Osservazioni preliminari sulla zona petrolifera modenese*, « Boll. Soc. Geol. It. », XLII.

GALLITELLI P. (1949), *The redationship between the Diabase and Clays of the Apennin Clayschist formation*, « Clay Minerals Bulletin », n. 3.

GHIZZONI G. D. (1961), *Nota micropaleontologica-stratigrafica sui terreni terziari della valle del Tresinaro (Reggio Emilia)*, « Boll. Soc. Geol. It. », XXX.

LANDI M. (1930), *Gli Echinidi neogenici di Montegibbio (Appennino modenese)*, « Giorn. d. Geol. », 2^a ser., IV.

LIPPARINI T. (1935), *I terrazzi fluviali dell'Emilia*, « Giorn. d. Geol. », 2^a ser., IX bis.

LIPPARINI T. (1964), *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 foglio 87 « Bologna »*, Serv. Geol. d'It., Roma.

LUCCHETTI L., ALBERTELLI L., MAZZEI R., THIEME R., BONGIORNI D., DONDI L. (1962), *Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino Padano*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXI.

MALAGOLI M. (1884), *Tortoniano di Montebanzone*, « Atti Soc. d. Nat. d. Modena », (III) II.

MALAVOLTI F. (1943), *Fenomeni carsici nei calcari arenacei del Miocene medio emiliano*, « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », LXXIV.

MALAVOLTI F., TRANI R., BERTOLANI MARCHETTI D., MOSCARDINI C. (1954), *La zona speleologica del basso Appennino reggiano*, « Atti III Congr. Naz. d. Speleol. », Trieste.

MALAVOLTI F., BERTOLANI M., MOSCARDINI C. (1957), *Le grotte dell'Appennino modenese - Inquadramento geologico e dati speleologici e faunistici*, « Rassegna Frignanese », III.

MERLA G. (1951), *Geologia dell'Appennino settentrionale*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXX.

MERLA G. (1957), *Essay on the Geology of the Northern Apennines*, « Atti d. Conv. d. Milano », a cura d. Acc. d. Lincei.

MONTANARO GALLITELLI E. (1931 a), *Coralli dell'« Schlier » di Pantano (Reggio Emilia)*, « Boll. Soc. Geol. It. », L.

MONTANARO GALLITELLI E. (1931 b), *Coralli pliocenici dell'Emilia*, « Paleont. Ital. », XXXI.

MONTANARO GALLITELLI E. (1935-1939), *Studi monografici sulla malacologia miocenica modenese. I. I molluschi tortoniani di Montegibbio*, « Paleontogr. Ital. », XXXV, XXXVII, XXXIX.

MONTANARO GALLITELLI E. (1943 a), *Per la geologia delle argille ofiolitifere appenniniche. Nota I. L'argilla scagliosa di Varana (Modena)*, « Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat. », LII.

MONTANARO GALLITELLI E. (1943 b), *Per le argille ofiolitifere appenniniche. Nota II. Foraminiferi delle argille scagliose di Varana*, « Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat. », LII.

MONTANARO GALLITELLI E. (1947 a), *Per la geologia delle argille ofiolitifere appenniniche. Nota III. Foraminiferi dell'argilla scagliosa di Castelvecchio*, « Mem. Soc. Tosc. Sc. Nat. », LIV.

MONTANARO GALLITELLI E. (1947 b), *Argillificazione del diabase e genesi di alcune argille scagliose rosse appenniniche*, « Rend. Acc. d. Lincei », II.

MONTANARO GALLITELLI E. (1947 c), *Brevi cenni geologici sul Calabrian trasgressivo nel Modenese*, « Mem. Acc. Sc. Lett. Art. d. Modena », VII.

MONTANARO GALLITELLI E. (1948), *Tentativo di interpretazione genetica di certe argille appenniniche alla luce dei reperti oceanografici*, « Intern. Geol. Congress, XVIII Sess. Gr. Brit. Londra », VIII.

MONTANARO GALLITELLI E. (in collaborazione con P. Gallitelli) (1949), *Risultati di ricerche geologiche e mineralogiche sopra argille ed ofioliti appenniniche*, « La Ric. Scient. », XIX.

- MONTANARO GALLITELLI E. (1950), *Il postpliocene marino nella regione collinare a sinistra del Secchia (Appennino modenese-reggiano)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXIX.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1954 a), *Qualche appunto sulla stratigrafia e la tettonica della regione di Castelvetto (Modena)*, « Acc. d. Sc. Lett. e Arti d. Modena », 5^a ser., XII.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1954 b), *Marne ed argille a Shackoina e Gumbelina nella formazione a Fucoidi ed Elmintoidi di Serramazzone (Modena)*, « Acc. Sc. Lett. e Arti d. Modena, Mem. », 5^a ser., XII.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1955), *Foraminiferi cretacei delle marne a Fucoidi di Serramazzone (Appennino modenese)*, « Acc. Sc. Lett. e Arti d. Modena », 5^a ser., XIII.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1958), *Globotruncane campaniano-maestrichtiane nella formazione a facies di flysch di Serramazzone nell'Appennino settentrionale modenese*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXVII.
- MONTANARO GALLITELLI E. (1958), *Specie nuove e note di Foraminiferi del Cretaceo superiore di Serramazzone (Modena)*, « Atti e Mem. Acc. Sc. Lett. Arti d. Modena », 5^a ser., XVI.
- PANTANELLI D. (1883), *Note geologiche sull'Appennino modenese e reggiano*, « Rend. R. Ist. Lomb. », 2^a ser., XVI.
- PANTANELLI D. (1883), *Sezioni geologiche nell'Appennino modenese e reggiano*, « Boll. R. Com. Geol. », XIV.
- PANTANELLI D. (1885), *La vallata dello Scoltenna e del Panaro*, « Atti Soc. Nat. Modena », 3^a ser., II.
- PANTANELLI D. (1888), *Le acque sotterranee della provincia modenese*, « Atti Soc. Nat. Modena », 3^a ser., VII.
- PANTANELLI D. (1895), *Geologia*, in « L'Appennino modenese », Cappelli, Rocca San Casciano.
- PANTANELLI D. (1898), *Sulle variazioni di livello delle acque sotterranee di Modena*, « Pubbl. d. R. Osserv. Geof. d. Modena », n. 10, « Mem. R. Accad. Sc. Lett. ed Arti in Modena », ser. 3^a, I.
- PANTANELLI D. (1903), *Andamento delle acque sotterranee nei dintorni di Modena*, « Mem. R. Acc. Sc. Lett. e Arti in Modena », 3^a ser., V.
- PANTANELLI D. (1908), *Sorgenti della Salvarola*, « Giorn. d. Geol. Prat », VI.
- PAREA G. C. (1961 a), *Il Flysch ad Elmintoidi di Serramazzone (App. modenese). Strutture sedimentarie e modo di deposizione*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX.
- PAREA G. C. (1961 b), *Contributo alla conoscenza del Flysch ad Elmintoidi dell'Appennino settentrionale. Strutture sedimentarie, modo di deposizione e direzione di apporto*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX.
- PIERI M., GHELARDONI R., SEGNI A., MAIOLI P., MARCHESI R., THIEME R., PIRINI C. (1961), *Note sul rilevamento del versante appenninico padano eseguito nel 1955-59 dai Geologi dell'AGIP Mineraria*, « Boll. Geol. It. », LXXX.
- PROMETTI A. M. (1949), *Una faunula calabriana a molluschi presso Castelvetto di Modena*, « Atti Soc. Nat. e Mat. Modena », LXXX.
- ROVERI E. (1960), *Indagine sulle cause che hanno provocato il cedimento del ponte sul Secchia della Via Emilia a Rubiera*, « Asfalti, Bitumi, Catrami », Milano.

- ROVERI E. (1961), *Conservazione, ampliamento e utilizzazione di un lago di frana nella valle del Secchia*, « La Mercanzia ». Cam. di Commercio di Bologna.
- RUGGIERI G. e SELLI R. (1948), *Il Pliocene e il Pleistocene dell'Emilia*, « Giorn. di Geol. », 2^a ser., XX.
- SACCO F. (1892), *L'Appennino dell'Emilia. Studio geologico sommario*, « Boll. Soc. Geol. It. », XI.
- SACCO F. (1892), *Carta geologica dell'Appennino dell'Emilia, scala 1:100.000*, Torino.
- SACCO F. (1932), *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 foglio 86 « Modena »* (in collab. con Anelli), Serv. Geol. d'It., Roma.
- SACCO F. (1932), *Note illustrative alla carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, fogli di Modena, Reggio, R. Off. Geol. d'It., Roma.*
- SERPAGLI E. (1961), *Contributo alla conoscenza dei terreni Oligomiocenici del Subappennino modenese*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX.
- SERPAGLI E. (1962), *Età paleogenica e miocenica della formazione di Rio Giordano tra Pavullo e Lama Mocogno (Appennino settentrionale modenese)*, « Rend. Acc. Naz. d. Lincei. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », 8^a ser., XXXIII.
- SERPAGLI E. (1963), *Livello ad argille variegata del Cenomaniano sup. - Turoniano alla base del Flysch ad Elmintoidi (Appennino settentrionale)*, « Rend. Acc. Naz. d. Lincei. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », 8^a ser., XXX.
- SEVERI P. (1956), *Guida archeologica dei Colli modenesi*, Soc. Tip. Ed. Modenese, Modena.
- SEVERI P. e BENEDETTI B. (1956), *Il Paleolitico modenese*, Ed. « Lo Scoltenna », Pavullo nel Frignano.
- SPANO B. (1961), *La frana e il lago di Cerredolo*, « Atti XVII Congr. Geogr. It. Trieste », 1961 (ripubl. in « L'Universo »), XLII (1962).
- STEFANINI G. (1908-09), *Echinidi del Miocene medio dell'Emilia*, « Paleont. Ital. », XIV.
- TACOLI M. L. e MANTOVANI M. P. (1952), *Foraminiferi delle « marne turchine » del Rio Corlo (Fiorano di Modena)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », LIX.
- UZIELLI G. (1883), *Memoria sulle argille scagliose*, « Boll. Soc. Geol. It. », II.
- VISENTINI M. (1931), *Le acque freatiche della pianura emiliana fra Trebbia e Panaro*, Uff. Idrogr. d. Po, pubbl. 9, Roma.
- VISENTINI M. (1931), *Sul regime delle acque freatiche nella pianura emiliana fra Trebbia e Panaro*, Min. d. Lav. Pubbl. Servizio Idrogr. It., Roma.
- VISENTINI M. (1933), *Ricerche sulle acque sotterranee nell'alta pianura modenese fra Secchia e Panaro*, Serv. Idrogr. d. Minist. d. Lav. Pubbl. Uff. Idrogr. d. Po, Pubbl. n. 9, IV, Roma.
- Si aggiungono a completamento dell'elenco alcuni lavori comparsi tra la data di consegna del manoscritto e la stampa.
- BARBIERI F. e altri (1965), *Guida alle escursioni della LXIII adunanza estiva della Società Geologica Italiana*, Parma.
- DIECI G. (1964), *Radiolari cretacei delle « Argille scagliose » di Puanello (Modena)*, « Boll. Soc. Paleont. It. », III.
- DIECI G. (1965), *Età luteziana delle « argille di Rio Giordano » (Appennino settentrionale modenese). Documentazione micropaleontologica*, « Boll. Soc. Paleont. It. », IV.

- DIECI G. e RUSSO A. (1964), *Alcune specie nuove di Ostracodi tortoniani dell'Appennino settentrionale*, «Atti d. Soc. Nat. e Mat. di Modena», XCV.
- PAPANI G. (1963), *Su un olistostroma di «Argille scagliose» intercalato nella serie oligomiocenica del subappennino reggiano*, «Boll. Soc. Geol. It.», LXXXII.
- PAREA G. C. (1965), *La provenienza dei sedimenti del Flysch campaniano-maestrichtiano dell'Appennino settentrionale tra il passo dei Giovi e la valle del Panaro*, «Boll. Soc. Geol. It.», LXXXIV.
- ROVERI E. (1965), *Sul ciclo di erosione rinovatosi lungo i corsi d'acqua dell'Appennino emiliano*, «Boll. Soc. Geol. It.», LXXXIV.
- SERPAGLI E. (1964), *Ritrovamento di Flysch tipo M. Sporno nell'Appennino modenese; osservazioni geopaleontologiche*, «Boll. Soc. Paleont. It.», III, 1964.
- SERPAGLI E. (1964), *Primo studio di Dinoflagellati e Istricosferidi del Mesozoico italiano (Cretaceo superiore - Appennino settentrionale)*, «Boll. Soc. Paleont. It.», III.
- VENZO S. (1965), *Carta geologica alla scala 1:100.000 della provincia di Parma e zone limitrofe*, pubblicata in occasione della LXIII Riunione estiva della Soc. Geol. It., Parma.