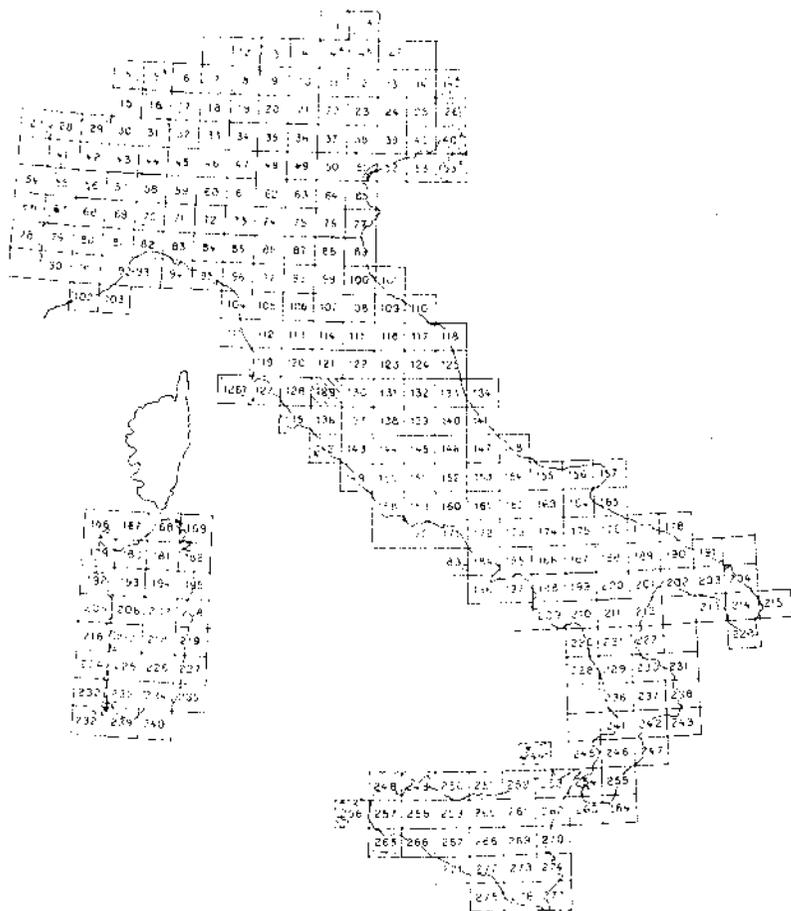


CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'INTONNE DEI FOGLI AL 100,000



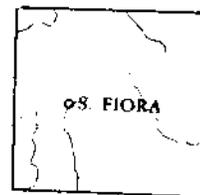
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE  
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1:100.000

FOGLIO 129  
**S. FIORA**

A. JACOBACCI - G. MARTELLI  
e  
G. NAPPI  
*per le rocce magmatiche*



ROMA  
LA LITOGRAF  
1967

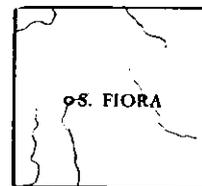


MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE  
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

---

NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA  
ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 129  
**S. FIORA**  
A. JACOBACCI - G. MARTELLI  
e  
G. NAPPI  
*per le rocce magmatiche*



ROMA  
LA LITOGRAF  
1967

## SOMMARIO

I - INTRODUZIONE . . . . .	pag. 7
II - CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE . . . . .	» 8
III - SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . . . .	» 11
IV - STRATIGRAFIA	
<i>a)</i> Depositi mesozoici e cenozoici . . . . .	» 14
<i>b)</i> Depositi neozoici . . . . .	» 38
<i>c)</i> Rocce magmatiche plio-pleistoceniche . . . . .	» 40
V - TETTONICA . . . . .	» 47
VI - MORFOLOGIA . . . . .	» 50
VII - GEOLOGIA APPLICATA	
<i>a)</i> CAVE . . . . .	» 52
<i>b)</i> MINIERE . . . . .	» 53
<i>c)</i> GAS NATURALI - SOFFIONI - RICERCHE PER FORZE ENDOGENE . . . . .	» 55
<i>d)</i> SORGENTI . . . . .	» 55
<i>e)</i> FRANE . . . . .	» 57
VIII - ERRATA CORRIGE PER IL FOGLIO GEO- LOGICO . . . . .	» 58
IX - BIBLIOGRAFIA . . . . .	» 59

## I - INTRODUZIONE

Nel febbraio 1959 ebbe inizio, da parte del Servizio Geologico d'Italia, il nuovo rilevamento del F° 129 « Santa Fiora » per la preparazione della 2ª edizione. All'uopo furono incaricati i geologi JACOBACCI, MALFERRARI, MARTELLI e PERNO che condussero a termine il lavoro entro l'estate 1961, revisionando successivamente alcune limitate zone nell'estate del 1963.

Il rilevamento geologico fu eseguito sulla normale base topografica dell'I.G.M. in scala 1 : 25.000, mentre per la revisione di alcune aree dei quadranti occidentali del Foglio furono utilizzati ingrandimenti in scala 1 : 10.000. Quest'ultima parte del lavoro fu eseguita allo scopo di chiarire meglio alcune situazioni litostratigrafiche, secondo anche il parere del Comitato Geologico.

Le analisi delle microfaune furono eseguite da T. LIPPARINI e da S. ZANFRÀ, per i campioni prelevati nel 1959 e nel 1960, mentre G. RASTELLI esaminò le microfaune dei campioni prelevati nel 1961 e nel 1963.

L'analisi petrografica dei campioni di rocce vulcaniche fu eseguita da G. NAPPI e, in parte, dall'Istituto di Petrografia e Mineralogia dell'Università di Padova.

La determinazione delle macrofaune è stata eseguita da A. MALATESTA e M. L. NICOSIA.

## II - CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE

La breve disamina storica sulle conoscenze geologiche via via acquisite nell'area del F° 129 « Santa Fiora » può prendere le mosse da B. LOTTI che per primo, con la sua carta geologica al 100.000 pubblicata nel 1905 e parzialmente illustrata nelle « Memorie descrittive » del 1910, presentò un quadro, per quei tempi completo, di tutta la regione.

Le conclusioni di ordine generale raggiunte da questo Autore, relativamente alla successione stratigrafica dei sedimenti, contemplavano una serie geologica che, a partire dai calcari compatti o cavernosi del Retico, giungeva fino ai sedimenti marini del Pliocene attraverso una prima lacuna posteriore al Lias superiore (« trasgressione Batoniana » del Suess) e una seconda lacuna « più generale e notevole » determinata dalla trasgressione dei sedimenti della « scagliascisti policromi » senoniani su uno qualsiasi dei termini più antichi (« trasgressione Cenomaniana » di Suess). Una terza lacuna sarebbe stata infine riconosciuta tra i sedimenti dell'Eocene e quelli del Miocene superiore, di facies continentale, ai quali seguivano i depositi del Pliocene marino.

Alcune delle conclusioni di ordine stratigrafico riportate dal LOTTI erano basate sui risultati paleontologici e stratigrafici presentati nel 1887-1889 da M. CANAVARI e nel 1892 da V. SIMONELLI.

Nel 1905 A. FUCINI illustrò gli aspetti paleontologici e stratigrafici di questa zona, pubblicando la carta al 50.000 del M. Cetona.

D'altra parte G. STEFANINI si occupò nel 1923 dei terreni retici e dei loro fossili negli affioramenti dei dintorni di Selvena.

Tralasciando i pochi successivi riferimenti bibliografici sulle zone in esame, è però da citare il lavoro di sintesi di G. MERLA che, nel 1951, riassunse i dati geologici fino ad allora noti per esporre una nuova ipotesi sulla interpretazione strutturale dell'Appennino settentrionale. In questo lavoro furono tuttavia appena accennati alcuni dei problemi relativi ai sedimenti mesozoici affioranti nel F° 129 « Santa Fiora » anche perché le aree di questo settore della Toscana meridionale erano di relativo interesse per quella sintesi.

Successivamente U. LOSACCO e P. ELTER si sono occupati del rilevamento geologico di limitate aree circostanti il monte Amiata, applicando qui direttamente alcune delle conclusioni generali già espresse da G. MERLA.

Sono infine da ricordare le comunicazioni degli Autori del rilevamento di questa seconda edizione del F° « Santa Fiora », comunicazioni nelle quali sono state presentate alcune osservazioni ed interpretazioni che saranno riprese nel corso di queste note illustrative. Altri lavori sono stati pubblicati in questi ultimi due anni e di essi si è avuta conoscenza durante la preparazione di queste « Note » o dopo la loro presentazione.

Per la parte relativa alle rocce magmatiche si può dire che il complesso amiatino risulta essere stato quello relativamente più studiato in tutta la regione: numerosi sono infatti gli studi petrografici pubblicati a partire dalla metà del secolo scorso.

Piuttosto scarsi e non troppo recenti sono invece i lavori di un certo interesse petrografico relativi alle manifestazioni degli apparati vulcanici vulsini.

Ormai superata è pure la gran parte della bibliografia relativa agli studi di carattere minerario. Si hanno notizie in dettagliate relazioni già dalla seconda metà del '700 mentre in tempi più recenti tutti i dati riguardanti le ricerche per il materiale cinabrifero, interessanti tanto le aree periferiche del monte Amiata quanto le valli dei fiumi Fiora e Siele, sono stati esposti, in sintesi, da DE CASTRO. Infine

dalla letteratura si ricavano pochi lavori riguardanti le farine fossili ed i modesti ritrovamenti di lignite.

Non ancora noti sono invece i risultati delle ricerche di forze endogene, ricerche che dalla fine del 1958 hanno messo in luce l'esistenza di importanti giacimenti di vapore nel settore meridionale del monte Amiata.

### III - SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

I più antichi sedimenti riconosciuti entro l'area del F° « Santa Fiora » sono formati da rocce stratificate, prevalentemente calcaree e dolomitiche, del Trias superiore.

A queste seguono i « calcari massicci » del Lias inferiore e quindi i calcari selciferi, ben stratificati, cronologicamente riferiti al restante Lias. Al Dogger s.l. corrispondono i calcari e le marne, bianche o rosate, in cui assai frequenti possono ritrovarsi le *Posidonomya*. La soprastante formazione è costituita dai « diaspri », cui segue il complesso calcareo-selcifero noto con il nome di « maiolica » comprendente piani del Malm superiore e della base del Cretaceo.

Questa serie si presenta in evidente continuità di sedimentazione; pertanto viene confermata la mancanza della « trasgressione batoniana », già sostenuta da AA. a noi precedenti, in contrasto con quanto invece il LOTRI asseriva essere documentata anche in questa regione.

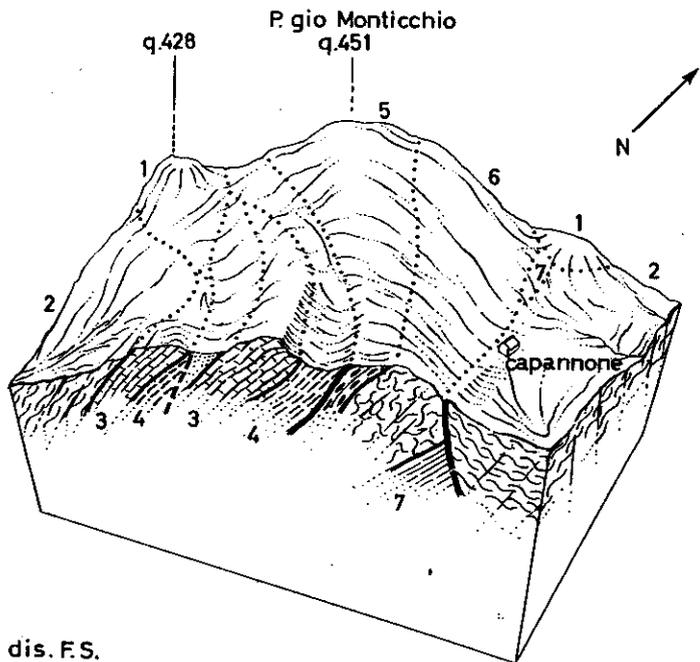
In un periodo successivo alla deposizione della « maiolica » si è sedimentato, in discontinuità, il complesso delle facies di flysch. All'intervallo di tempo intercorso tra la fine del ciclo di sedimentazione prevalentemente calcarea e l'inizio di quello a facies terrigena dovrebbe essere riferita quella lacuna che in precedenza era stata indicata come « trasgressione cenomaniana »; in effetti la grande fase trasgressiva sembrerebbe essere avvenuta, nell'ambito del foglio in esame, in tempi posteriori.

Durante questa trasgressione si sarebbe manifestato un intenso processo di erosione conseguente al ciclo orotettonico che avrebbe causato parziali emersioni. Ciò risulterebbe dimostrato dalla variabilità

dei rapporti tra i sedimenti di facies flyschioide e quello che allora rimaneva delle formazioni precedenti.

Il ciclo di sedimentazione del flysch viene da noi riferito all'Oligocene-Miocene medio.

Al termine di questo ciclo si sarebbe iniziata una nuova emersione e quindi una nuova fase di sedimentazione con facies dapprima continentali e poi, con l'avvento del Pliocene, con facies marine che si mantennero tali fino alla fine di questo periodo.



dis. F.S.

FIG. 1 - L'affioramento di Poggio Monticchio, ad oriente di S. Martino sul Fiora

- 1 - arenarie quarzose-calcaree (pt<sup>1</sup>)
- 2 - argilloscisti con arenarie, calcari, calcareniti e calcari marnosi (ac)
- 3 - calcareniti, calcari e brecciole calcaree (cl<sup>1</sup>)
- 4 - scisti argillosi varicolori (sv)
- 5 - calcari con selce del Lias medio-superiore (G<sup>1</sup>)
- 6 - calcari massicci del Lias inferiore (G<sup>1</sup>)
- 7 - calcari scuri e marne del Trias superiore (Ts)

La fase orogenica si sarebbe quindi esaurita con una manifestazione magmatica così intensa da dar luogo all'apparato vulsinio e ad una serie di effusioni di materiali acidi (M. Amiata). Aree assai vaste del Foglio risultano quindi tuttora ricoperte dal rapido accumulo di depositi piroclastici.

Per la nuova morfologia conseguente alle suddette manifestazioni vulcaniche si formarono conche lacustri ove si accumularono « farine fossili », attorno alla base del monte Amiata, e depositi ciottolosi o tuftici, nell'ambito degli apparati vulsini.

## IV - STRATIGRAFIA

### a) DEPOSITI MESOZOICI E CENOZOICI

#### 1) *La serie mesozoica.*

**Ts** - Il termine stratigrafico più basso sicuramente riconosciuto è rappresentato dal Retico con i calcari e le marne a bacrilli e ad *Avicula contorta* PORTLOCK. Questi sedimenti affiorano estesamente nel M. Cetona e le faune in essi contenute furono illustrate da SIMONELLI [1892] e FUCINI [1905]. Sempre al M. Cetona sono presenti anche facies di « calcare cavernoso » e di calcari dolomitici nelle quali non sono stati individuati elementi faunistici tali da consentirne un sicuro riferimento al Norico, sebbene in affioramenti analoghi e relativamente vicini ELTER [1955] indichi la presenza di calcari dolomitici della « formazione del calcare cavernoso » (Norico).

In altri affioramenti di calcare retico lo STEFANINI riconobbe [1923] le seguenti specie di fossili: *Dimyodon intusstriatum* (EMMR), *Cardita austriaca* (HAUER.), *Pseudodiadema silbinense* n. sp., *Striac-taeonella capellini* n. sp.

In corrispondenza degli affioramenti di calcari nerastrati, spesso fetidi, sono frequenti le associazioni di piccoli lamellibranchi, gasteropodi e rarissimi foraminiferi non determinabili.

Lo spessore di **Ts** non è definibile per mancanza di una serie completa verso la base. Questa è stata però incontrata in un sondaggio, effettuato presso Bagni S. Filippo, del quale LOSACCO riporta [1959 b] la colonna stratigrafica. Da ciò risulta che il Retico è stato attraversato per 310 m circa, mentre al disotto si è rimasti per circa 1100 m nella « formazione calcareo-anidritica », riferita al Norico.

Il Trias superiore affiora, oltre che al già citato M. Cetona e dintorni e presso Selvena, associato a gessi (STEFANINI [1923]), anche presso San Martino sul Fiora e al Poggio Zoccolino. Poco a monte di quest'ultima località affiorano, forse come olistoliti entro i sedimenti flyschiodi, due blocchi di un calcare nerastro anch'esso attribuito al Retico.

**Gi<sup>p</sup>** - In continuità di sedimentazione su **Ts** seguono i calcari massicci ed i calcari stratificati del Lias inferiore. Dei primi, di colore biancastro con fiamme rosate e di aspetto saccaroide o ceroidi, erano già noti gli affioramenti al M. Cetona, al Poggio Zoccolino e presso Selvena. Altri sono stati individuati in vari luoghi del settore sud-occidentale del Foglio.

Sebbene il « calcare massiccio » sia piuttosto scarso di resti fossili, CANAVARI [1889], SIMONELLI [1892] e FUCINI [1905] vi riconobbero alcune forme che permisero di datarlo come Hettangiano.

Dei calcari stratificati FUCINI riconobbe l'età sinemuriana. Si tratta di un calcare rosso, a luoghi un poco marnoso, a struttura amigdalare, talvolta abbastanza ricco di ammoniti (come nelle cave a SE della cima del M. Cetona), che passa lateralmente a facies così poco colorate da confondersi con il soprastante calcare selcifero del Lias medio-superiore. Nel calcare sinemuriano FUCINI riconobbe 151 diverse forme fossili tra specie e varietà che gli permisero il riferimento all'orizzonte con *Phylloceras*, *Oxynoticeras*, *Arietites* e *Decoceras*.

Affioramenti con *Arietites* si incontrano sia al Poggio Zoccolino che presso il Poggio Sasso e nella sua continuazione verso Sud, come pure presso S. Martino sul Fiora.

Lo spessore dell'Hettangiano varia tra i 200 e i 280 m, mentre quello del Sinemuriano non sembra di solito superare i 20 m.

**Gi<sup>m</sup>** - I calcari grigi ben stratificati, talora con sottili interstrati argillosi, di solito con abbondanti arnioni di selce, seguono in continuità sedimentaria sul Sinemuriano. Riferendosi alle indicazioni del

FUCINI [1905] ed alle considerazioni esposte da MERLA [1951, § 30], questa facies dovrebbe rappresentare il Lias medio e superiore. In ogni modo non è stato possibile accertare se vi sia compresa anche la parte più alta del Lias inferiore (Lotharingiano) e la parte più bassa del Dogger (Baociano).

Dei sedimenti mesozoici, quelli del gruppo **G<sup>m</sup>** sono i più estesi in affioramento. Essi appaiono al M. Cetona, attorno a M. Rotondo, presso S. Martino sul Fiora, nella valle del F. Albegna, alcuni chilometri a S di Samprugnano ed al Poggio Zoccolino.

Il loro spessore varia da 100 a 120 m, ma attorno al M. Rotondo esso sembra raggiungere i 400 m. Tale estensione verticale non è però sicura sia perché può essere dovuta a possibili dislocazioni non rilevabili in superficie, sia perché non se ne conosce, localmente, la base.

**G<sub>m</sub>** - La serie mesozoica si sviluppa ulteriormente con i calcari e le marne varicolori caratterizzate dalla relativa abbondanza di gusci di *Posidonomya alpina* GRAS. Una indagine critica intesa a precisare la specifica determinazione di questo fossile [MERLA 1951] consentirebbe di attribuire questi sedimenti al Batoniano-Calloviano, mentre LOSACCO [1959 a] attribuisce più genericamente gli « strati a *Posidonomya* » al Dogger.

La formazione **G<sub>m</sub>** è visibile in quasi tutte le località già citate. A circa 3 km a S di S. Casciano dei Bagni, sotto i diaspri del Malm affiorano degli strati calcarei bianchi, selciferi, di facies simile alla « maiolica ». In questi calcari si osservano però, in sezione sottile, ammassi di gusci simili a quelli delle *Posidonomya*. Poiché non si sono potuti trarre elementi sicuri per definire questo affioramento come un lembo di serie rovesciata, si dovrebbe ammettere che gli « strati a *Posidonomya* » abbiano qui facies prevalentemente calcarea, così come MERLA [1951, § 32] aveva già messo in evidenza per altre zone.

Lo spessore di **G<sub>m</sub>** varia da 20 a 40 m.

**G<sub>s</sub>** - Assai spesso nell'ambito del F° « Santa Fiora » la serie mesozoica termina con la « formazione dei diaspri » ove si possono ritrovare anche partimenti argillosi o calcarei. Di solito i diaspri sono alterati; perdendo durezza e compattezza questi sedimenti danno luogo ad estesi manti detritici di colore rosato o aranciato, mentre la colorazione originaria varia dal verdognolo al rosso cupo o al nerastro.

L'età di questa formazione, dovrebbe comprendere gran parte del Malm. MERLA [1951] e LOSACCO [1959 b] ritengono possibile la loro estensione cronologica fino al Cretacico inferiore. In base a questa considerazione si dovrebbe ammettere una variazione laterale di facies tra la parte alta dei diaspri e la parte bassa della « maiolica » che segue sui primi.

Ad eccezione dell'area del Poggio Monticchio, ad E di S. Martino sul Fiora, la « formazione dei diaspri » affiora in tutte le altre

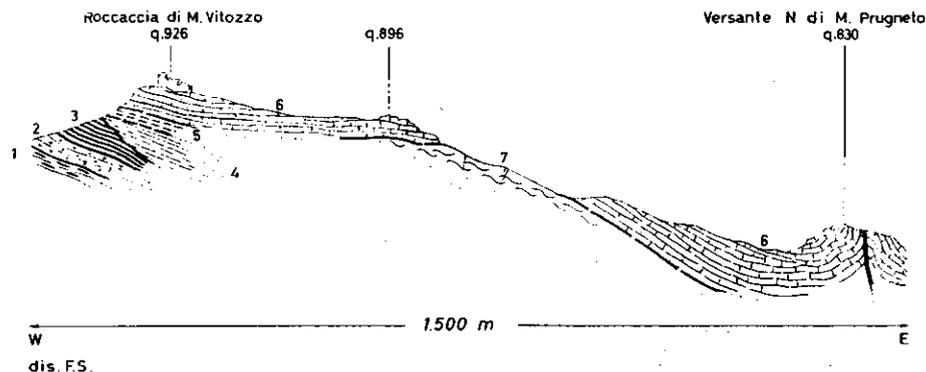


FIG. 2 - Rapporti tra i sedimenti mesozoici ed i vari complessi in facies di flysch nella zona a SO di Montevitotzo

- 1 - calcari con selce del Lias medio-inferiore (**G<sup>m</sup>**)
- 2 - « strati a *Posidonomya* » del Dogger s.l. (**G<sub>m</sub>**)
- 3 - « diaspri » del Malm (**G<sub>s</sub>**)
- 4 - marne rosse con calcari, brecciole e calcareniti (**sv**)
- 5 - argilloscisti varicolori (**sv**)
- 6 - calcari, calcareniti e brecciole (**cl<sup>1</sup>**)
- 7 - argilloscisti e marnoscisti siltosi di colore grigio-giallastro, con strati di calcareniti, calcari, calcari marnosi ed arenarie (**ac**)

località già indicate. A queste si devono aggiungere alcune piccole placche a NO di Sarteano, ad O di Poggio Camporeale, e l'affioramento messo in luce in un piccolo scavo fatto 1 km circa a N di S. Martino sul Fiora.

Lo spessore di questa formazione è di solito inferiore ai 30 m. Solamente attorno al M. Rotondo essi sembrano raggiungere, come già aveva comunicato DE CASTRO [1914], gli 80 m di potenza. Ciò accade in concomitanza con l'aumento di spessore dei sottostanti calcari selciferi **Gi**<sup>1</sup>.

**Ci-Gs** - Anche se talvolta i locali affioramenti della serie mesozoica terminano con i « diaspri », assai più spesso al disopra di questi si sviluppa la « maiolica », cioè una successione di strati calcarei e calcareo-marnosi biancastri con noduli e lenticelle di selce. L'età di questa formazione dovrebbe comprendere la parte più alta del Giura superiore ed il Neocomiano, ma, per quanto detto nel precedente paragrafo, potrebbe essere limitata al solo Neocomiano.

Come già aveva osservato LOSACCO [1959 b], affioramenti di calcare selcifero del tipo « maiolica » possono far parte del complesso degli « scisti argillosi varicolori ».

Lo spessore della « maiolica » non è definibile, nell'ambito del F° « Santa Fiora », per la mancanza del suo tetto stratigrafico. Infatti anche là dove un affioramento di questa formazione sembra far passaggio graduale ad una successione di strati del tipo « scisti policromi » — come si vede, ad esempio, lungo la strada proprio a N della quota di Poggio Zoccolino — le microfaune contenute in campioni prelevati entro queste argille (*Glomospira gordialis* (JON. e PARK.), *Gl. charoides* (JON. e PARK.), *Gl. perplexa* (FRANKE), *Lenticulina* sp., *Siphonodosaria* sp. sembrerebbero indicare, sia pure con qualche riserva, una età oligocenica superiore.

## 2) Le « ofioliti ».

Serpentine (σ), gabbri (ε), diabasi (δ).

La posizione stratigrafica delle « ofioliti » affioranti nell'ambito

del F° « Santa Fiora » non può qui essere presa in considerazione che in senso relativo alla loro giacitura.

Ad eccezione di quei pochi blocchi di ofioliti inclusi negli olistostromi pliocenici, le masse più estese, isolate o concentrate in aree delimitate, sono sempre collegate ai sedimenti del flysch oligo-miocenico, cioè al complesso **ac** e in un sol posto (1 km circa a S di Roccalbegna) al complesso **sv**. Riteniamo che esse presentino anche in questi casi una giacitura secondaria.

Si tratta di rocce magmatiche basiche interessate da processi metamorfici, anche con la formazione di amianto (presso M. Rufeno, nella valle del F.so Mandrione). Quasi ovunque si presentano in facies di serpentine, a luoghi associate ad eufotidi (presso M. Rufeno) o di gabbri (a Triana ed a S di Abbadia S. Salvatore). Rocce di tipo diabasico affiorano invece nell'area centro-meridionale del foglio, attorno a M. Rosso.

## 3) Le serie cenozoiche.

I - Al disopra dei lembi della serie mesozoica, o negli immediati dintorni di essi, affiorano sedimenti argilloso-marnosi caratterizzati da vivace e intensa policromia. Questi sedimenti erano noti con il nome di « scisti policromi », di età cretaceo-eocenica, e ritenuti depositi in continuità di sedimentazione sulla « maiolica ». Per questa ragione era stata sostenuta, da MERLA e da altri Autori, la mancanza della « trasgressione cenomaniana » che il LOTTI aveva invece generalizzato per tutta la Toscana. Ma poichè nell'ambito del F° « Santa Fiora » si osserva veramente l'assenza o una notevole riduzione di spessore della « maiolica », ciò fu interpretato da LOSACCO [1959 a] o come difetto di accumulo o come scollamento tettonico di almeno una parte di detta « maiolica ».

In effetti gli autori di questa 2<sup>a</sup> edizione del Foglio hanno constatato che i cosiddetti « scisti policromi » fanno parte del complesso delle facies flychioidi e che giacciono in discontinuità e talvolta in evidente discordanza sui lembi di serie mesozoica. Si è giunti ad indivi-

duare l'«unicità» litostratigrafica del flysch potendo correlare quasi ovunque tra di loro i vari complessi, o associazioni litologiche a giacitura lenticolare, che lo compongono e che saranno di seguito brevemente illustrate.

L'insieme delle facies di flysch comprese tra la «maiolica» neocomiana e i depositi continentali del Miocene superiore, potrebbe costituire la «formazione del flysch» sia per la costanza dei caratteri della sedimentazione terrigena, o prevalentemente tale, sia per la continuità dei rapporti sedimentari che legano tra di loro i vari complessi litologici, sia ancora per l'omogeneità delle sue condizioni strutturali.

A questi sedimenti con facies di flysch gli autori hanno attribuito, in contrasto con le conclusioni di altri, una età oligo-miocenica, comunque non superiore all'Elveziano.

**ac** - Le argille, le argille marnose e le marne variamente siltose, con differente grado di costipazione e scistosità, per lo più grigiastre ma localmente anche varicolori, costituiscono il sedimento più diffuso tra quelli delle facies del flysch. Frequenti, e talvolta predominanti per notevole estensione, sono gli interstrati calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici, di frequente associati ad arenarie, a puddinghe, a molasse e a scisti diasprini. I rapporti tra **ac** e uno qualsiasi degli altri complessi con facies di flysch sono assai spesso determinati da passaggi graduali delle litofacies.

Di solito questo complesso è ben stratificato, ma dove predomina il sedimento pelitico questo presenta anche zone di visibile dissesto stratimetrico con arricciamento, stiramento e frammentazione degli strati, dissesto talvolta spinto al punto da dare luogo a giaciture caotiche locali [BOCCALETTI-SAGRI 1964], però non necessariamente legate a grandi processi di traslazione di masse sedimentarie.

Nella maggior parte dei sedimenti che nel F° «Santa Fiora» sono stati indicati come **ac** non si rinvennero microfaune in associazioni sicuramente significative. E' comunque relativamente frequente

la presenza di forme cretacee ed eoceniche [BOCCALETTI-PIRINI 1964, BORTOLOTTI 1962] come *Globotruncana*, *Heterohelix*, *Schakoima*, *Globorotalia*, *Gümbelina*.

A luoghi si rinvencono breccie calcaree o calcareniti con frammenti di nummuliti, alveoline e discocicline.

Talvolta si hanno associazioni di forme di età differente. Nei pressi di Palazzone, ad E di S. Casciano dei Bagni, si sono trovati, nello stesso campione, fossili cretacei (*Globotruncana stuarti*, LAPPARENT, *Gl. lapparenti* BROTZEN), paleocenici (*Gümbelina globulosa* EHREMBERG) e miocenici (*Globorotalia praemenardi* CUSH e STAINFORTH, *Gl. fohsi fohsi* CUSH e ELLISOR, *Gl. opima nana* BOLLÍ).

Alcuni campioni prelevati nella trincea stradale presso il bivio Termine del Gioco, sulla via che da Monticello Amiata conduce a Grosseto, hanno mostrato associazioni cretaceo-paleoceniche o eoceniche mentre uno solo di essi ha rivelato una più recente associazione oligo-miocenica: *Globigerinoides* cfr. *trilobus* (REUSS), *Globigerina*

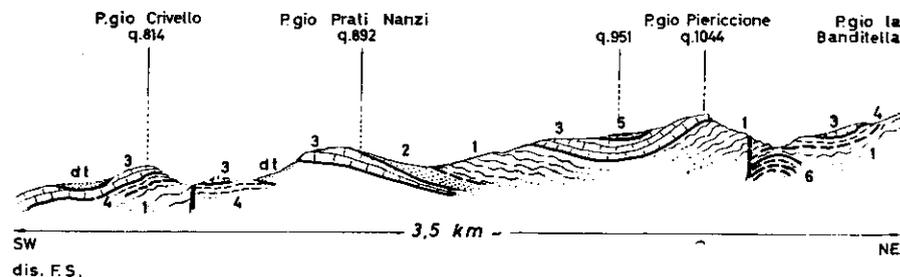


FIG. 3 - Rapporti intercorrenti tra i vari complessi in facies di flysch nell'area a sud di M. Labbro

- 1 - complesso argilloso-calcareo (**ac**)
- 2 - arenarie quarzoso-calcaree (**pt**<sup>1</sup>)
- 3 - calcari, calcareniti e breccie calcaree (**cl**<sup>1</sup>)
- 4 - marne, marne calcaree e argilloscisti varicolori (**sv**)
- 5 - calcari arenacei ed arenarie gialle, poco cementate con fauna del Pliocene superiore (**P**<sub>3</sub>)
- 6 - calcari banchi con selce del Cretaceo inf. - Giurassico superiore (**Ci** - **Gs**)

*venezuelana*, HEDBERG, *Gl. trilocolimoides* PLUMMER, *Pleurostomella bellardi* HANTKEN, *Globorotalia mayeri* CUSH e ELLISOR.

Ancora associazioni di forme di età ben diversa si sono potute determinare in campioni raccolti in prossimità della strada che dalla stazione di Monte Amiata conduce a Castelnuovo dell'Abate. Qui, in prossimità di affioramenti di arenarie tipo « pietraforte » si sono individuate: *Gümbelina* sp., *Globigerina conglomerata* SCHWAGER, *Globigerinella* cfr. *aequilateralis* (BRADY), *Nonium padanum* PERCONIG e varie forme agglutinanti.

**av** - Argilloscisti rossastri, associati a marne bianche e rosate, a calcareniti e a calcari, ed indicati con questa sigla, sono stati distinti da **sv** perché soprastanti alle arenarie **pt<sup>1</sup>** sia direttamente, come attorno a Montenero, sia per l'interposizione di sedimenti del complesso **ac**, come si vede a S di Seggiano.

Anche qui le microfaune sono di solito scarse e vi si rinvengono *Globigerina*, *Gümbelina* e radiolari.

Nella zona di Montenero si osserva un passaggio sedimentario graduale dalle sottostanti facies arenacee di tipo « pietraforte » ad argilloscisti grigi e rosati con calcareniti e quindi ad **av**.

Nell'affioramento a S di Seggiano il complesso **av** sembra costituire una lente con passaggi verticali al complesso **ac**.

**pt<sup>1</sup>** - Tutte le arenarie affioranti nel F° « Santa Fiora » furono definite da LOTTI, nella 1ª edizione [1910, pag. 86], come « arenarie inferiori » e sarebbero state corrispondenti al « macigno ». LOSACCO [1958] invece aveva classificato la maggior parte di queste psammiti come « pietraforte di facies maremmana », considerandole di età cretacea.

Si tratta di arenarie prevalentemente quarzoso-calcaree, a luoghi con caratteri di sedimentazione torbidica, con lenticelle o « nuvole » di puddinghe minute, poligeniche, note con il nome di « cicerchina ». Gli strati arenacei alternano a scisti argillosiltosi e talvolta a strati più micaceo-feldspastici con cemento argilloso-marnoso.

Queste arenarie affiorano nei dintorni di Castiglioncello sul Tronoro, dove è visibile il rapporto sedimentario con il sottostante complesso **ac**, e attorno al M. Cetona. Alcuni di questi ultimi affioramenti, già indicati come « macigno » [LOSACCO 1958, JACOBACCI, MALFERRARI, MARTELLI, PERNO 1959], circondano i sedimenti mesozoici o poggiano su di essi.

Questa litofacies affiora pure sulla sommità del M. Rufeno e, più estesamente, in varie zone delle aree occidentali del Foglio, quasi ovunque in rapporti sedimentari con il complesso **ac**.

Sebbene LOSACCO [1958] e BOCCALETTI-SAGRI [1964] escludano ogni rapporto sedimentario tra queste arenarie e i cosiddetti « nummulitico » e « macigno » (dai rilevatori di questa 2ª edizione considerati complessi della formazione del flysch), i rapporti visibili tra il complesso **pt<sup>1</sup>** e ciascuno degli altri complessi costituenti il flysch confermano invece il loro reciproco rapporto sedimentario. Mentre di solito **pt<sup>1</sup>** giace al disopra o in mezzo ad **ac**, a Seggiano e dintorni si osserva invece che queste arenarie affiorano anche a letto del più basso elemento stratimetrico di **ac**. Si deve quindi constatare l'esistenza di almeno due distinti complessi di queste arenarie.

In vari luoghi, come ad esempio, attorno a Poggio Capanne e ad occidente di Elmo, le arenarie **pt<sup>1</sup>** si associano alle arenarie **mc** del tipo « macigno ».

Dal punto di vista micropaleontologico, le arenarie tipo « pietraforte » non hanno dato fossili. Le intercalazioni argillosiltose contengono invece solo frequenti microfaune agglutinanti che non ne hanno permesso una sicura datazione.

**pt<sup>2</sup>** - A S di S. Casciano dei Bagni, al Poggio Roccone, ad occidente di Samprugnano, presso Monticello Amiata e a N del M. Amiata, gli argilloscisti siltosi si associano, predominandovi, agli strati di arenarie del tipo indicato nel precedente paragrafo.

Questi complessi si trovano o intercalati o alla base di **pt<sup>1</sup>** oppure, in mancanza di quest'ultimo, direttamente sovrapposti ad **ac**.

Le rare microfaune rinvenute entro questi sedimenti sono in prevalenza agglutinanti e non hanno permesso di datare con sicurezza i campioni raccolti.

**mc** - Arenarie quarzoso-micaceo-feldspatiche, del tipo litologico che già era stato indicato, nell'ambito di questo foglio, con il nome di « macigno », affiorano in vari luoghi. Queste arenarie si presentano in rapporto con **cl**<sup>1</sup> e con **cl**<sup>2</sup> nella zona di M. Aquilaia e di Poggio d'Arna, mentre attorno al nucleo mesozoico di M. Rotondo e presso la fontana del Carpino, tra Selvena e Castell'Azzara, esse presentano rapporti sedimentari con **sv**. Pure visibili sono i rapporti sedimentari tra queste arenarie macigno e il complesso **ac**, come, ad esempio, presso le sorgenti dell'Albegna e a Poggio Capanne. In quest'ultima località, ma anche altrove, le facies quarzoso-micaceo-feldspatiche possono associarsi a facies simili a quella di **pt**<sup>1</sup>.

**cl**<sup>1</sup> - Con questa sigla è stato indicato il complesso di sedimenti ben stratificati le cui prevalenti facies calcareo-clastiche alternano a facies argillose e argilloso-marnose. Questo complesso, normalmente posto al tetto sedimentario degli argilloscisti varicolori **sv**, corrisponde a ciò che il LOTTI aveva indicato con la sigla **e**<sub>v</sub><sup>1</sup> nella 1<sup>a</sup> edizione del Foglio e a quello che altri Autori avevano successivamente indicato come « nummulitico ».

Il LOTTI ammetteva un passaggio laterale e verticale di questi sedimenti con le « arenarie inferiori » [1910, pag. 86]; LOSACCO [1959 a] ed ELTER [1955] li considerano invece come termini alti della locale serie autoctona toscana.

Il complesso **cl**<sup>1</sup>, entro il quale le breccie e le calcareniti presentano di norma i caratteri di roccia risedimentata [PAREA 1962], affiora tra Castell'Azzara e Selvena in facies calcarea nerastra a vene di calcite bianca (« calcare screziato ») e con breccie, calcareniti e marne alternanti a lenti di scisti varicolori.

Tra Montevitozzo ed Elmo il complesso mostra uno spessore

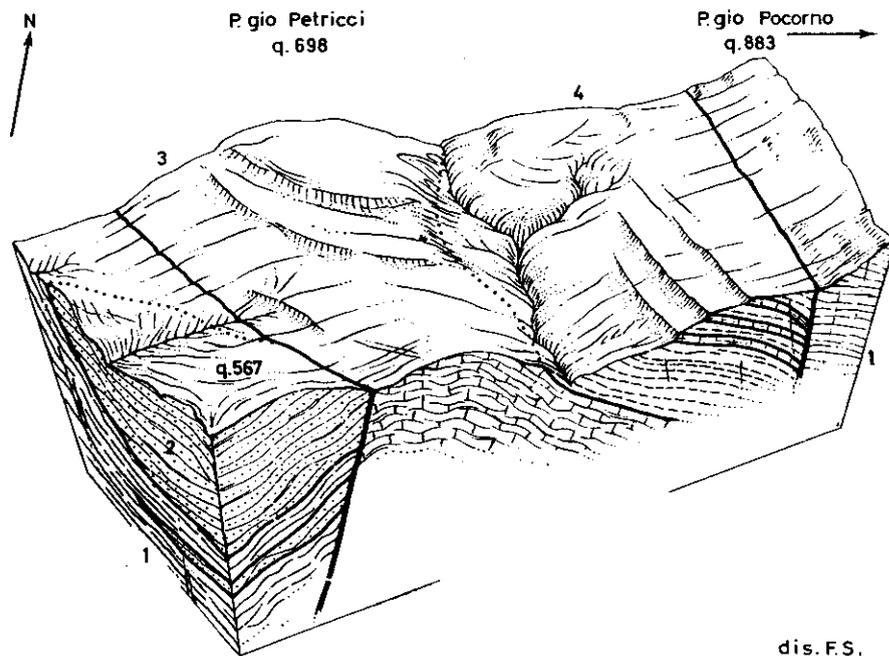


FIG. 4 - Particolari litostratigrafici e tettonici nei complessi in facies di flysch dell'area a NO di Elmo

- 1 - argilloscisti con calcari, calcari marnosi, marne ed arenarie (**ac**)
- 2 - arenarie quarzoso-feldspatico-micacee alternanti con arenarie quarzoso-calcaree (**mc**)
- 3 - calcareniti e breccie calcaree, calcari grigi con vene di calcite spatica (**cl**<sup>1</sup>)
- 4 - argilloscisti e marne varicolori con strati di calcareniti, breccie e marne calcaree (**sv**)

massimo non inferiore ai 100 m e pure notevole è il suo spessore alla Ripa di Cellena.

Tra i tanti affioramenti di **cl**<sup>1</sup> solo i lembi attorno al M. Aquilaia risultano ricoperti da sedimenti più recenti, costituiti da arenarie tipo « macigno », in apparente discordanza.

Le microfaune ritrovate in questo complesso variano da forme del Cretacico a quelle dell'Oligo-Miocene.

Negli affioramenti compresi tra Selvena, Castell'Azzara, Montevitozzo ed Elmo si sono ritrovate, anche mescolate tra loro, le seguenti forme: *Globigerinidae*, *Globorotalidae*, *Nonion* sp., *Alveolina* sp., *Discocyclusina* sp., *Nummulites* sp., grosse *Rotalidae*, radiolari, piccole *Anomalina* sp., *Globotruncana stuarti* LAPPARENT, *Gl. contusa* (CUSH.), *Flosculina* sp., *Operculina* sp., *Fabiania* cfr. *cassis* (OPPENHEIM) che non consentono datazioni precise.

Alla Ripa di Cellena sono state ritrovate, tra le altre forme, alcune *Lepidocyclusina* e, forse, *Miogypsina*.

Nelle brecciole e nelle calcareniti prelevate attorno a Cadirossi si è potuta determinare la presenza di: *Nummulites* cfr. *aturicus* JOLY e LEYMERIE, *Discocyclusina* e *Alveolina*, *Flosculina pasticillata* SCHWAGER, *Lepidocyclusina*, *Anomalina*, *Orbulina* (con *Orb. universa* D'ORB. abbastanza probabile). *Globorotalia aragonensis* NUTTAL, *Gl. aequa* CUSH e RENZ, *Gl. withei* WEISS, *Globigerina triloculinoides* PLUMMER, *Globotruncana stuarti* (LAPPARENT), *Gl. appenninica* (RENZ), *Gl. contusa* (CUSH.) *Rotalina cayeuxi* DE LAPPARENT, frammenti di calcare con tintinnidi, *Lithothamnium*.

Nei vari affioramenti di M. Labbro e dintorni il complesso  $cl^1$  ha dato le seguenti forme fossili: *Globigerinidae*, *Globigerina triloculinoides* PLUMMER, *Amphistegina*, *Operculina*, *Miogypsina*, *Globorotalia aragonensis* NUTTAL, *Lepidocyclusina*, *Nummulites aturicus* JOLY e LEYMERIE, *Alveolinidae*, *Discocyclusina* sp., grossi *Rotalidae*, resti di echinidi, *Lithothamnium*.

Altre serie di campioni prelevate in strati calcareoclastici attorno a Stribugliano e M. Aquilaia mostrano le medesime associazioni faunistiche.

$cl^2$  - Il complesso  $cl^2$ , pur costituito da associazioni litologiche simili a quelle che formano il complesso  $cl^1$ , è stato distinto da quest'ultimo in quanto esso presenta rapporti sedimentari con  $ac$  e non con  $sv$ .

Il complesso  $cl^2$  è stato distinto a S di M. Rufeno e a N di

S. Martino sul Fiora come pure in destra del F. Fiora, tra Poggio Capanne e Corte Vecchia. Esso si ritrova ancora nell'area compresa tra M. Aquilaia, Monticello Amiata e Salajola.

L'associazione di calcareniti, brecciole, calcari marnosi, marne ed argille varicolori, che forma la piccola dorsale su cui sorge il Castello della Velona, è stata pure riferita al complesso  $cl^2$  poiché gli argilloscisti varicolori che affiorano alla sua base sembrerebbero più una variazione locale del complesso  $ac$  che non un lembo di  $sv$ .

Più ad occidente, il complesso  $cl^2$  è compreso tra gli argilloscisti grigi con arenarie tipo « pietraforte » e le arenarie tipo « macigno » del Poggio d'Arna.

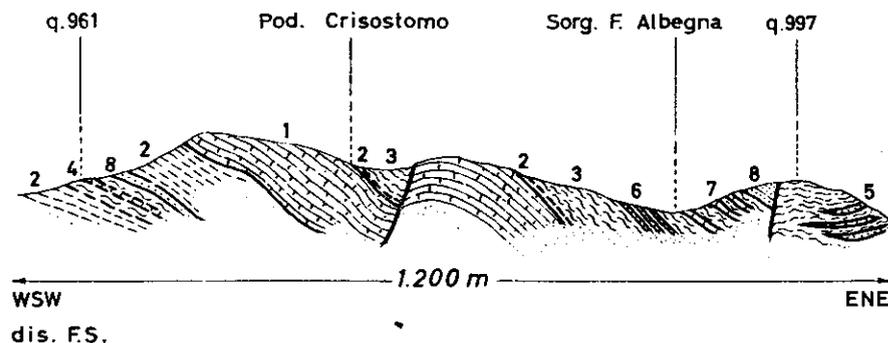


FIG. 5 - Rapporti tra i vari complessi in facies di flysch nella zona a nord di Roccalbegna

- 1 - calcareniti, brecciole calcaree, calcari con interstrati di argilloscisti e marnoscisti verso la parte superiore ( $cl^1$ )
- 2 - argilloscisti varicolori e marne rosate con interstrati calcarenitici, calcareo marnosi ed arenacei ( $sv$ )
- 3 - argilloscisti grigi e color tabacco, talora con interstrati di arenarie quarzoso-calcaree e di calcari marnosi ( $ac$ )
- 4 - lente di argilloscisti grigi e di vario colore con arenarie di vario tipo (vedere dettaglio fig. 6) e con calcari selciferi ( $ac$ )
- 5 - argilloscisti grigi con arenarie tipo pietraforte e strati di calcare marnoso ( $ac$ )
- 6 - arenarie quarzoso-calcaree associate ad argilloscisti e calcari marnosi ( $ac$ )
- 7 - calcari marnosi alternanti ad argilloscisti ( $ac$ )
- 8 - arenarie quarzoso-feldspatico-micacee ( $mc$ )

Le scarse microfaune presenti in una serie di campioni prelevati a NO di Salaiola indicherebbero una età eocenica, mentre nella serie del Castello della Velona la parte basale presenta: *Lepidocyclina*, *Amphistegina*, *Globorotalidae*, *Nummulitidae* e resti di molluschi. La parte sommitale presenta invece associazioni di *Gümbelina*, *Discocyclina*, *Anomalina*, *Alveolina*.

A S di Poggio d'Arna si sono rinvenute: *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Gl. conglomerata* SCHWAGER, *Discocyclina*, *Nummulites*, *Lepidocyclina*, grosse *Rotalidae* con resti di echinidi e *Lithothamnium*, il tutto associato a forme agglutinanti (*Trochammina*, *Ammodiscus*). In altro gruppo di campioni sono state rinvenute anche: *Glomospira*, *Bathysiphon*, *Lagena*, *Globorotalia withei* WEISS. Queste associazioni presentano forme di età eocenica miste a forme di età oligo-miocenica.

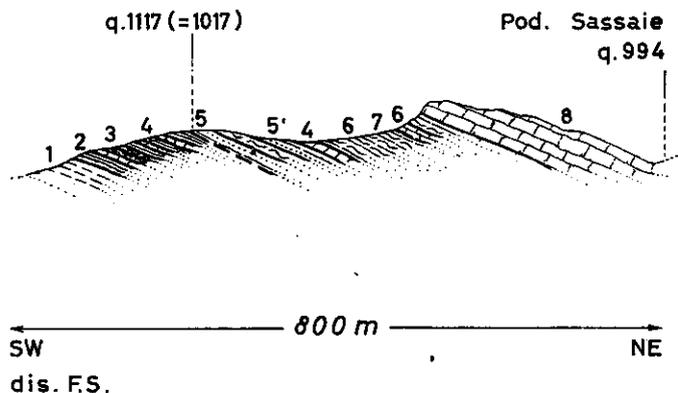


FIG. 6 - Particolare dell'estremità OSO della fig. 5

- 1 - marne e calcari marnosi rosati, argilloscisti varicolori (sv)
- 2 - argilloscisti grigi con calcari e calcari marnosi (sv)
- 3 - argilloscisti varicolori (sv)
- 4 - argilloscisti grigi con arenarie e calcareniti (ac)
- 5 - arenarie quarzoso-calcaree (pt<sup>1</sup>)
- 5' - arenarie quarzoso-feldspatico-micacee (mc)
- 6 - marne ed argille varicolori (sv)
- 7 - strati calcareo-marnosi, calcareniti rosate, brecciole (sv)
- 8 - calcareniti, brecciole e calcari con arnioni e noduli di selce (cl<sup>1</sup>)

sv - Già si è fatto cenno, all'inizio del capitolo, al significato stratigrafico e tettonico del complesso degli « argilloscisti varicolori ». Per quanto essi compaiano sovente addossati ai sedimenti mesozoici, pure non sempre costituiscono la base della serie del flysch né tanto meno, in questo foglio, il termine più alto della serie mesozoica.

Gli argilloscisti varicolori, a luoghi associati a marne rosate e a calcareniti con selce, ad arenarie quarzose e quarzoso-feldspastiche di tipo « macigno », a diaspri e scisti diasprini, frequentemente manganeseferi, costituiscono quel complesso di sedimenti già indicato nella letteratura [MERLA 1951, ELTER 1955, LOSACCO 1959 a e 1959 b] con il nome di « scisti policromi » o « scisti varicolori » o « scaglia » e riferito al Cretacico superiore-Eocene.

In effetti si possono osservare in più luoghi i rapporti di sv sia con le serie mesozoiche sia con il complesso ac.

Sul versante orientale del M. Cetona gli scisti varicolori sono subconcordanti sui « diaspri » Gs, ma separati da essi — come si vede in alcuni luoghi — da pochi metri di puddinga [JACOBACCI 1961, PASSERINI 1964]. Le microfaune rinvenute in alcuni dei campioni prelevati in queste zone hanno dato la seguente associazione di fossili: *Glomospira gordialis* (JON. e PARK.), *Gl. charoides* (JON. e PARK.), *Gyroidina* cfr. *altispira* CUSHMAN e STAINFORD, *Anomalina lorneiana* (D'ORB.), *Robulus oblongus* CORYELL e RIVERO, *Dentalina* sp., *Cristellaria depauperata* REUSS, associati a numerosi esemplari agglutinanti, che permetterebbero di riferire il sedimento all'Oligocene medio-superiore.

Nel rilievo di M. Civitella, tra Castell'Azzara e Selvena, gli « scisti varicolori » presentano elementi clastici alla base [LOSACCO 1959 a] e sono in discordanza sulla « maiolica » Ci-Gs, sui « diaspri » Gs, sui calcari selciferi del Lias G<sup>1</sup>. Lungo il Fosso Stridolone, a Sud di Castell'Azzara, essi presentano invece rapporti sedimentari, verso il basso, con il complesso ac. Le microfaune sono prevalentemente cretatiche, con relativa abbondanza di globotruncane, ma già alla loro base si ritrovano lenti di brecciole con frammenti

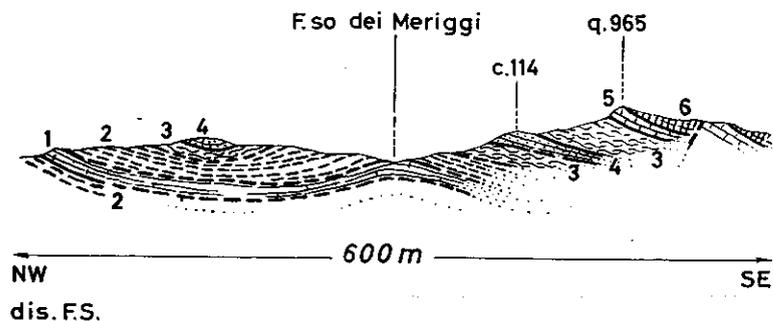


FIG. 7 - Rapporti di sedimentazione continua tra vari complessi in facies di flysch nella zona a NE di M. Aquilaia

- 1 - calcari, calcareniti e brecciole (sv<sup>c</sup>)
- 2 - scisti varicolori (sv)
- 3 - scisti argillosi grigiastri con calcari, calcari marnosi e arenarie (ac)
- 4 - arenarie quarzoso-feldspatico-micacee (mc)
- 5 - calcari grigiastri con calcite spatica associati a calcareniti (cl<sup>2</sup>)
- 6 - argilloscisti grigiastri con arenarie quarzoso-calcaree e marne arenacee verdastre (pt<sup>2</sup>)

di nummuliti, alveoline, discocicline e abbondanti globigerine nel cemento.

Negli scisti varicolori affioranti attorno alla Roccaccia di Montevitozzo, si sono individuate le seguenti forme: *Glomospira charoides* (JON. e PARK.), *Gl. charoides* (JON. e PARK.), var. *corona* (CUSH. e JARV.), *Gl. gordialis* (JON. e PARK.), *Lenticulina*, *Frondicularia*, *Globigerina inflata* (D'ORB.), *Gl. juvenilis* BOLLI, *Globorotalia opima nana* BOLLI, *Gl. cfr. opima opima* BOLLI, associate a forme agglutinanti, che permetterebbero un riferimento cronologico all'Oligocene-Miocene inferiore.

Ancora più a S, presso il Poggio Pietricci, si ritrovano forme agglutinanti mal conservate e associate a: *Glomospira charoides* (JON. e PARK.), *Gl. charoides* (JON. e PARK.) var. *corona* (CUSH. e JARV.), *Gl. gordialis* (JON. e PARK.). Quest'ultimo affioramento costituirebbe quell'orizzonte che LOSACCO [1959 a] indica, per zone vicine, come « sopranummulitico ».

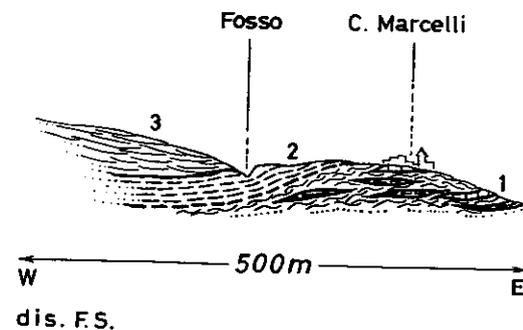


FIG. 8 - Rapporti di sedimentazione continua tra vari complessi in facies di flysch visibili a sud di Montevitozzo

- 1 - argilloscisti grigi con strati calcarei e con lenti di calcareniti, calcari marnosi e bande di argilloscisti varicolori (ac)
- 2 - scisti argillosi varicolori con interstrati calcareo-marnosi (sv)
- 3 - marne varicolori con argilloscisti, calcari marnosi, brecciole e calcareniti (sv)

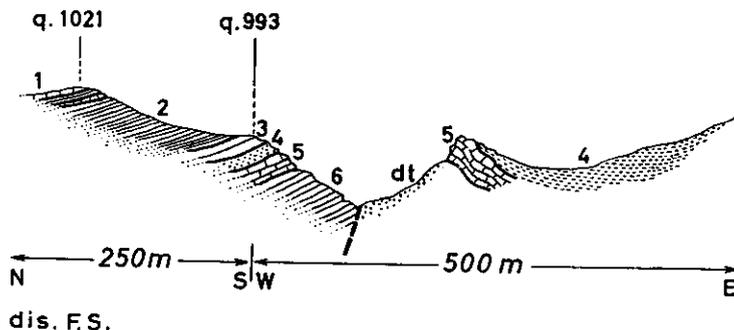


FIG. 9 - Rapporti di sedimentazione continua nell'area a NO di M. Aquilaia

- 1 - calcari marnosi, calcareniti e brecciole alternanti ad argilloscisti (cl<sup>2</sup>)
  - 2 - scisti argillosi grigi, bruni e giallastri con calcari marnosi e arenarie (ac)
  - 3 - calcari e calcari marnosi (cl<sup>2</sup>)
  - 4 - arenarie quarzoso-feldspatico-micacee (mc)
  - 5 - calcari e calcareniti (cl<sup>1</sup>)
  - 6 - scisti fogliettati grigi e varicolori con interstrati di marne, calcareniti ed arenarie (sv)
- dt - detriti

Nell'esteso affioramento compreso tra Roccalbegna e Samprugno in nessuno dei campioni prelevati si sono avute faune più recenti dell'Eocene superiore. Anche in questa zona si vedono rapporti sedimentari tra **ac** e **sv**.

Poco a SE di M. Labbro, al disopra di un piccolo affioramento di calcari selciferi **Ci-Gs**, affiorano delle argille verdastre con microfaune arenacee (*Trochammina galeata* BRADY, *Rabdammia* sp., *Bathysiphon* sp.) e con *Glomospira gordialis* (JON. e PARK.). Subito sopra affiorano calcari marnosi, marne e argilloscisti rossi e rosati con globorotalie tipiche dell'Eocene inferiore e globigerine riferibili a: *Globigerina triloculinoides* PLUMMER.

Sul versante nord-orientale di M. Labbro si osserva il complesso **cl<sup>1</sup>** poggiare, in regolare successione, tanto su **sv** quanto su **ac**.

**svc** - Entro gli scisti varicolori **sv** si presentano alcune piccole intercalazioni lenticolari formate dall'associazione di brecciole, calcareniti, calcari e calcari marnosi di solito con liste e noduli di selce.

Si tratta di associazioni simili a quelle del complesso **cl<sup>1</sup>** e affiorano presso M. Civitella, ad oriente di M. Aquilaia e a N di Cadirossi.

Alcuni dei campioni prelevati in questi sedimenti presentano le medesime associazioni già trovate nel complesso **cl<sup>1</sup>**. In uno di quelli presi ad E di M. Aquilaia vi abbondano briozoi, *Lithothamnium* e grosse *Rotalidae*.

**d** - Entro il complesso **sv** si intercalano lenti, più o meno estese e potenti, di diaspri rossi con radiolari. Alcune di queste lenti, particolarmente estese, sono state indicate nell'area compresa tra M. Buceto e Stribugliano.

II - Nettamente discordanti sui sedimenti in facies di flysch seguono altri depositi cenozoici. Il nuovo ciclo di sedimentazione inizia con depositi di facies continentale e prosegue verso l'alto con depositi di facies marina.

**P<sub>1</sub>M<sub>3</sub>** - Lungo la valletta di un affluente del F. Orcia, nel tratto ad oriente della stazione di Monte Amiata, si osserva un complesso di sedimenti clastici, costituito da puddinghe e sabbioni intensamente colorati in rosso, poggiante sui sedimenti in facies di flysch. Sono questi i depositi basali del ciclo continentale, iniziatosi nel Miocene superiore, che contengono anche facies tripolacee (in sinistra del T. Ente, presso la confluenza con il F. Orcia) e ligniti. I sedimenti più argillosi contengono *Melanopsis*, *Potamides*, *Dreissena*. Risalendo verso i livelli superiori del complesso si incontrano, nella parte più settentrionale dell'affioramento della valle d'Orcia, livelli di argille azzurrine con cristalli di gesso e con microfaune forse già di età pliocenica.

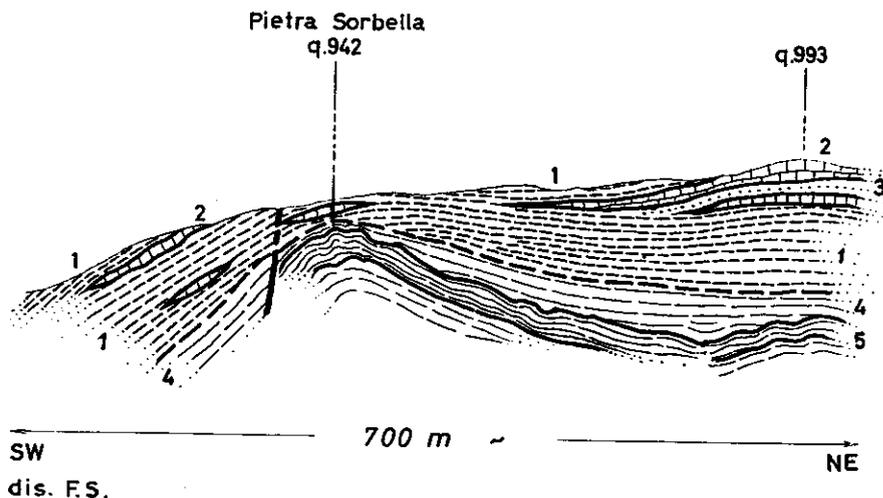


FIG. 10 - Successione delle facies litologiche di alcuni complessi in facies di flysch a NNE di Stribugliano

- 1 - argilloscisti grigio-bruni con interstrati calcareo-marnosi ed arenacei (**ac**)
- 2 - calcari marnosi e calcareniti associati a calcari grigiastri con vene di calcite spatica (**cl<sup>1</sup>**)
- 3 - arenarie quarzoso-feldspatico-micacee (**mc**)
- 4 - argilloscisti varicolori, marne rosate, interstrati di vario tipo litologico (**sv**)
- 5 - diaspri rossi e scisti diasprini (**d**)

Localmente il ciclo sedimentario sarebbe chiuso da altri potenti accumuli di puddinghe in banchi alternanti a sedimenti sabbioso-argillosi.

Altri ammassi di conglomerato, che per la facies litologica sono stati assimilati a quelli sopra descritti, affiorano al Poggio le Forche (ad E di Roccalbegna) e, più ad O, attorno a Poggio Conte.

Per analogia di litofacies, al complesso  $P_1M_3$  sono stati riferiti anche i più piccoli affioramenti di puddinga sparsi sui versanti del T. Ente.

Ancora a questo complesso sono state riferite le breccie, con elementi di calcari liassici e a cemento marnoso-arenaceo, che affiorano per breve estensione lungo una stradina a 3 km circa a N di S. Casciano dei Bagni. In nessuno dei campioni del cemento sono state individuate forme fossili.

**Pa** - Le argille siltose plioceniche, miste a letti sabbiosi e ciottolosi, sono ben sviluppate in vaste aree del F° « Santa Fiora ». Una prima zona è quella posta ad oriente del M. Cetona, ove i depositi argillosi delimitano ad ovest la Valle del Chiani. Il complesso **Pa** occupa, in genere, una posizione basale rispetto agli altri complessi litologici del Pliocene, ma ciò non significa che ne costituisce ovunque la parte inferiore. Queste argille siltose, i cui elementi stratimetrici risultano definiti dalle intercalazioni sabbiose, raggiungono in affioramento una potenza massima di oltre 300 metri.

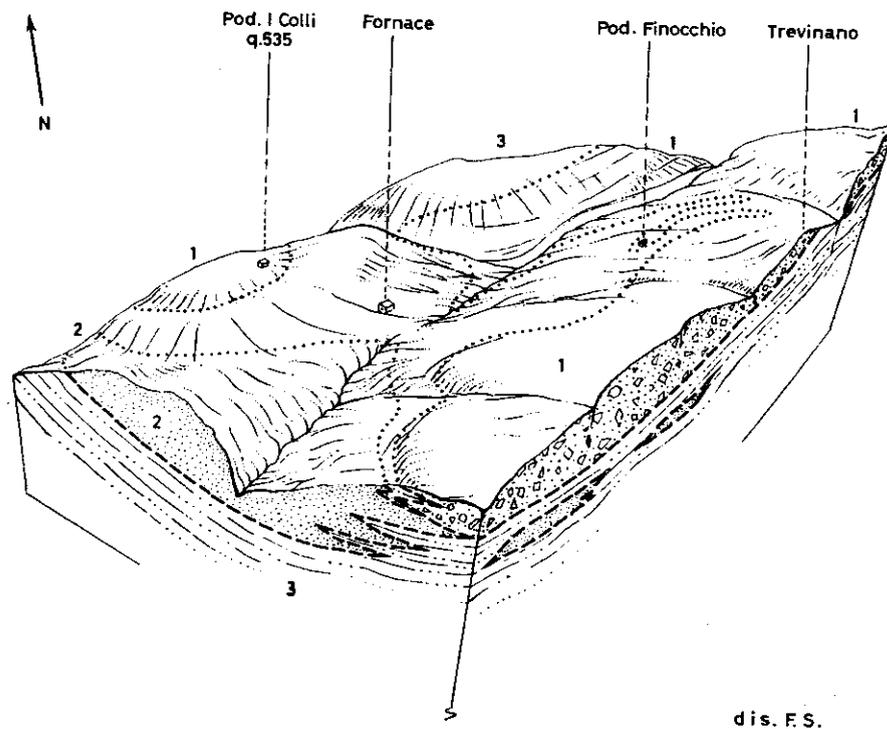
Una seconda zona, la più estesa e con spessori superiori a 400 m, costituisce il « canale » pliocenico tra il M. Cetona e l'attuale M. Amiata. Questo canale si estende ancora verso N, nel F° 121 « Montepulciano », mentre verso S viene ad essere ricoperto dai depositi piroclastici e dalle lave del gruppo vulcanico dei Vulsini.

Nelle argille siltose di questa zona si ritrovano, ad occidente di San Casciano dei Bagni, cristalli di gesso.

Una terza zona occupa l'area nord-occidentale del Foglio, lungo i due versanti del F. Orcia, dove talvolta le argille plioceniche sembrano essere in continuità su  $P_1M_3$ .

Una quarta zona infine affiora in lembi discontinui, nel settore sud-occidentale del Foglio, lungo il corso dei fiumi Fiora ed Albegna e del fosso Butrio.

Macrofaune, per lo più banali, si ritrovano un poco dovunque, soprattutto in frammenti. Esemplari ben conservati sono stati ritrovati ad E e NE di Cetona, ad ovest di Castiglioncello sul Trinoro, a SO di S. Casciano dei Bagni e a N di Castell'Azzara.



dis. F.S.

Fig. 11 - Rapporti fra le varie facies dei sedimenti pliocenici a SSO di Trevignano

- 1 - puddinghe a cemento sabbioso, a luoghi con breccie di probabile origine olistostromica (PP)
- 2 - sabbie con ciottoli in banchi o piccole lenti (Ps)
- 3 - argille ed argille sabbiose (Pa)

Le microfaune sono, nel loro insieme, indicative della facies e di una generica età pliocenica medio-inferiore.

**Po'-Po''** - Intercalati nei sedimenti **Pa** della zona compresa tra il M. Cetona ed il M. Amiata si osservano accumuli di materiale caotico, composti in prevalenza assoluta da elementi litoidi dei complessi del flysch (**Po'**, ad occidente) e del Mesozoico (**Po''**, ad oriente). Pochi di questi accumuli caotici, ripetutisi innumerevoli volte nel corso della sedimentazione pliocenica, raggiungono i 10 m di spessore massimo; essi sono sovente accompagnati da sedimenti gradati e presentano tutti gli aspetti dei depositi olistostromici [IACOBACCI, MALFERRARI, MARTELLI, PERNO 1960]; il loro maggiore sviluppo si osserva sul bordo occidentale dell'area sopra indicata ove si seguono per oltre 20 km di lunghezza e per 3-4 km di larghezza massima.

**Ps** - Sabbie, sabbie argillose, sabbie con lenti di argille e di puddinga costituiscono un'altra facies del Pliocene. I loro maggiori accumuli occupano di solito, nell'ambito del F° « Santa Fiora », una posizione superiore a quella del complesso **Pa**, e si rinvencono ad oriente del M. Cetona, attorno a Samprugno e a N di S. Martino sul Fiora.

**Pp** - Le puddinghe poligeniche, associate ad arenarie grossolane e a sabbie, occupano di solito i livelli più alti del Pliocene medio-inferiore. Ciò si constata sia a N di Campiglia d'Orcia, sia nelle aree a N di S. Martino sul Fiora come pure attorno a Trevinano, Acquapendente e S. Casciano dei Bagni. Queste puddinghe poggiano però anche sui sedimenti pre-pliocenici e si osserva il loro passaggio laterale ai depositi più sabbiosi o più argillosi. Pertanto il complesso **Pp** oltre che costituire il sedimento di regressione indica la persistenza della facies macroclastica in ambiente prossimo alla costa.

**P<sub>3</sub><sup>1</sup>, P<sub>3</sub><sup>2</sup>, P<sub>3</sub><sup>3</sup>** - Le condizioni di trasgressività evidenti quasi ovunque e, in più, l'abbondanza delle macrofaune permettono di distin-

guere un Pliocene superiore, particolarmente esteso attorno al M. Cetona. Nei settori meridionali, cioè ad E, a S e ad O della q. 1148 del M. Cetona, prevalgono le facies conglomeratiche a grosse ostreidi (**P<sub>3</sub><sup>1</sup>**) mentre più a N (Sarteano, Spineta, Cetona) prevalgono le facies calcareo-organogene (**P<sub>3</sub><sup>2</sup>**). Le lenti argillose (**P<sub>3</sub><sup>3</sup>**) sono intercalate, sia pure raramente, nell'una e nell'altra delle suddette lito-facies. Queste argille contengono: *Discorbis isabelleana* (BRADY), *D. orbicularis* (TERQUEM), *Elphidium crispum* L., *E. macellum* (FICHT. e MOLL), *Virgulina schreibersiana* CZJZER, *Cancris auriculus* (FICHT. e MOLL), *Bolivina spinescens* CUSH., *B. alata* SEGUENZA, *B. catanensis* SEGUENZA, *B. punctata* D'ORB., *B. dilatata* REUSS, *B. spatulata* WILL., *Cibicides lobatulus* (WALK e JACOB), *C. ungerianus* (D'ORB.), *C. floridanus* (CUSH.), *Rotalia beccarii* L., *Nonoin boueanum* (D'ORB.), *Textularia aciculata* D'ORB., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Orbulina universa* D'ORB., *Chilostomella ovoidea* (REUSS).

Nei dintorni di Fonte Vetriana il calcare organogeno si presenta a luoghi quasi totalmente formato da *Amphistegina lessonii* (D'ORB.), mentre altrove sono relativamente abbondanti anche: *Epi-stomina elegans* (D'ORB.), *Pullenia bulloides* D'ORB., *Marginulina tenuis* BORN., *Lagena bradyana* FORNASINI, *Quinqueloculina bicarinata* D'ORB., *Elphidium semistriatum* (D'ORB.).

Le macrofaune, particolarmente abbondanti tra Sarteano e Poggio Rotondo, sono costituite da una settantina di specie tra cui: *The-ricium (Gladiocerithium) varicosum* BROCCHI, *Moniliopsis (Bathytoma) cataphracta* BROCCHI, *Flabellipecten flabelliformis* BROCCHI e *Callista (Callista) pedemontana* LAMARCK.

Altri affioramenti di calcari organogeni ed arenarie si incontrano, associati a facies conglomeratiche, a NE di S. Angelo in Colle, a luoghi con abbondanti resti di *Clypeaster*.

Altrove, sia sulle argille plioceniche della Valle d'Orcia, sia sui conglomerati **P<sub>1</sub>M<sub>3</sub>** del Poggio Conte, sia sui sedimenti flyschiodi attorno a M. Labbro, si rinvencono sabbie e calcari organogeni ancora riferiti al Pliocene superiore.

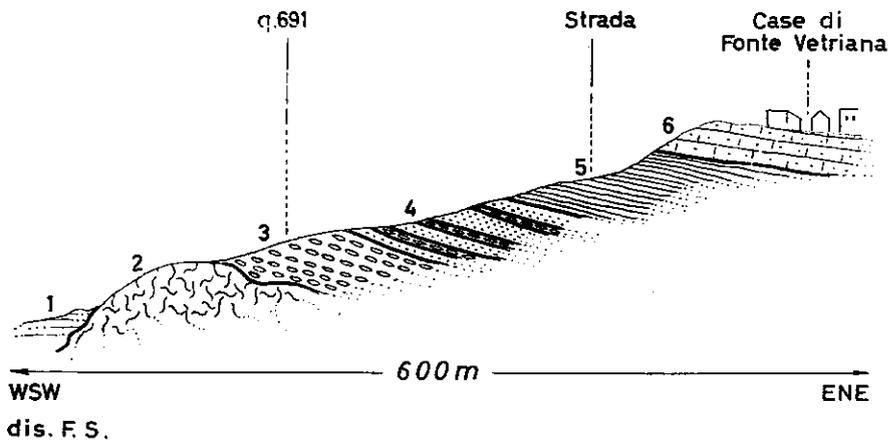


FIG. 12 - Sedimenti del Pliocene superiore a Fonte Vetriana (versante occidentale del M. Cetona)

- 1 - argille sabbiose del Pliocene medio-inferiore ( $P_a$ )
- 2 - calcari dolomitici e dolomie del Trias ( $T_s$ )
- 3 - breccie e puddinghe, con elementi derivati dai sedimenti mesozoici, del Pliocene superiore ( $P_3^s$ )
- 4 - arenarie e breccie ( $P_3^a$ )
- 5 - argille e sabbie argillose con lamellibranchi del Pliocene superiore ( $P_3^s$ )
- 6 - calcari e calcari arenacei ad *Amphistegina lessonii* ( $P_3^c$ )

La distribuzione altimetrica della base di questi sedimenti varia da un minimo di circa 300 m di quota, a ENE di Montenero, fino ad un massimo di circa 950 m di quota attorno al M. Labbro. Attorno al M. Cetona essi superano la q. 800 e scendono, verso la valle del Chiani, fino a q. 350 circa.

#### b) DEPOSITI NEOZOICI

##### 1) Pleistocene.

I depositi continentali del Pleistocene sono in prevalenza connessi con l'evoluzione idrogeologica della regione. Si hanno così i

depositi fluvio-lacustri costituiti dai conglomerati, spesso arrossati, disposti in prevalenza sul versante settentrionale del F. Orcia ( $f_2$ ) e le vaste superfici terrazzate, di solito con deposito ciottoloso, lungo i fiumi Paglia, Fiora e Albegna ( $f_3$ ). Queste ultime, in base alla loro distribuzione altimetrica, risulterebbero essere più recenti dei primi.

Tra i depositi di facies lacustre sono stati indicati quelli con argille, livelli torbosi, terre coloranti e farine fossili a diatomee [CLERICI 1903, VERRI 1903 a] e resti di ittiofauna, costituenti il riempimento di piccoli bacini disposti a corona del rilievo del M. Amiata ( $l_2$ ). Altri testimoni di deposito lacustre si incontrano ancora presso S. Egidio, a NO di Acquapendente: essi sono formati da puddinghette di natura prevalentemente silicea o calcarea ( $P_3$ ).

Ad accumuli in piccole conche lacustri potrebbero essere genericamente attribuiti i depositi ciottolosi visibili a SE di Montevitozzo, derivati dal disfacimento dei vicini sedimenti conglomeratici pliocenici.

Nell'angolo nord-orientale del foglio, gli scavi operati in profondità per l'apertura di nuove cave hanno invece portato a giorno sedimenti argillosi, ciottolosi e sabbiosi con resti di *Elephas* e *Cervus* associati a manufatti litici attribuibili al Paleolitico medio-superiore ( $P_3^s$ ). E' da porre in evidenza il fatto che al disopra di questi depositi si osservano potenti accumuli sabbiosi e concrezioni lenticolari con fossili marini pliocenici; questi fossili pur essendo ben conservati, soprattutto nelle forme più piccole, sono sicuramente rimaneggiati anche se talvolta simulano facies originali calcareo-organogene.

##### 2) Olocene.

Depositii calcarei travertinosi ( $tr$ ), talora di notevole potenza, si estendono a N del M. Cetona, presso Samprugnano, nella valle dell'Albegna, ad occidente di Castelnuovo dell'Abate e presso Bagni S. Filippo. Altre piccole plaghe si incontrano sul versante orientale del Poggio Zoccolino, presso S. Casciano dei Bagni, alle sorgenti dell'Albegna e a S di Sorano. Si tratta di rocce formatesi in prossimità

di grandi fratture attraverso le quali l'attività idrotermale si è mantenuta per lungo tempo: si osservano infatti travertini più antichi, ben diagenizzati, e travertini in via di formazione. Tipico è l'esempio di Bagni S. Filippo dove l'età dei travertini varia da monte a valle con il progressivo abbassarsi della quota delle sorgenti.

Gli altri depositi olocenici sono infine i detriti (dt) ed i depositi ciottolosi che si incontrano nel fondo delle valli fluviali e torrentizie (a); localmente assumono particolare sviluppo gli accumuli eluviali e colluviali di alcune zone (M. Cetona) in cui l'alterazione delle rocce circostanti consente un continuo adunarsi in situ dei residui della degradazione esogena (e).

### c) ROCCE MAGMATICHE PLIO-PLEISTOCENICHE

#### 1) *La messa in posto.*

L'inizio dell'attività magmatica nella zona potrebbe essere riferito alla risalita di un magma che, a seconda delle condizioni di raffreddamento, avrebbe dato luogo da una parte ai filoni di selagite della valle del T. Senna e di Castiglioncello sul Trinoro e dall'altra alle lave di Radicofani. Non è da escludersi che lo stesso magma si sia potuto espandere in una zona sottostante quella in cui si sarebbero poi effuse le vulcaniti dell'Amiata. Questo spiegherebbe la presenza dei numerosi inclusi basici nelle quarzolititi del rilievo amiatino che, da una serie di fratture lineari, probabilmente isorientate con gli allineamenti tettonici locali, sarebbero successivamente fuoriuscite con formazione di nubi ardenti generatrici delle ignimbriti e delle reo-ignimbriti. Infine la risalita, lungo le stesse fratture, di un magma degassificato, e quindi più viscoso, avrebbe determinato il formarsi di una serie di edifici lavici cupoliformi e, a luoghi, di vere e proprie colate vetrose.

La venuta a giorno delle andesiti augitiche di Pian delle Macinaie e della vetta del M. Amiata segnerebbe la fine delle effusioni di questo apparato. Probabilmente questa ultima fase sarebbe coincisa,

grosso modo, con l'inizio dell'attività vulcanica del sistema Vulsinio. Quivi le lave di tipo tefritico poggiano direttamente su sedimenti pliocenici, o più antichi, ed anche su livelli di depositi piroclastici.

Sugli espandimenti tefritici si vedono, sovrapposte, le lave trachibasaltiche e leucitiche; su queste ultime si rinviene una serie di orizzonti piroclastici che inizia con un tufo giallo pomiceo a grosse scorie nere e si continua verso l'alto con una successione di livelli cineritici, variamente pomicei, anche di ambiente palustre o lacustre. Nella parte superiore della serie piroclastica si osserva un tufo lapideo giallo ad inclusi leucititici ed a piccole pomici gialle. Questi depositi tufacei hanno generato delle superfici pianeggianti su cui si è espansa una nuova lava: la latite. Questa, a M. Landro, risulterebbe a sua volta sottoposta alle successive colate laviche di leucititi passanti a basalti leucitici.

#### 2) *Primi prodotti dell'attività magmatica.*

ττ - Selagiti della Valle del T. Senna e di Castiglioncello sul Trinoro.

Fu il DE BENEDETTI [1958, 1959] a riconoscere dei filoni selagitici in alcuni affioramenti nella Valle del T. Senna. Recentemente il GHERARDI [1962] si è interessato ad essi spiegando la loro genesi come dovuta a fenomeni di sostituzione in posto.

Le selagiti presentano una giacitura in filoni o in piccoli laccoliti. Sono quasi sempre accompagnate da metamorfismo di contatto esercitato sulle rocce incassanti, come si può bene osservare anche presso la strada a Sud di Castiglioncello sul Trinoro. Al microscopio rivelano l'associazione di biotite, olivina, pirosseno augite ed apatite in una pasta di fondo a microliti feldspatici.

α" - Andesite e trachibasalti di Radicofani.

RODOLICO [1935, 1938] sostiene che le lave di Radicofani possono essere costituite da una colonna di andesite olivinica intrusa nelle

argille plioceniche; questa roccia si sarebbe differenziata dal basso verso l'alto in funzione della velocità di raffreddamento. MARINELLI [1962] invece considera l'« andesite olivinica » una differenziazione pneumatolitica prodottasi in seno al condotto.

Mentre la base dello spuntone lavico di Radicofani mostra la associazione mineralogica dell'andesite olivinica, la parte alta dello stesso è da considerarsi come un trachibasalto. Nella lava trachibasaltica si osservano due facies diverse. Immediatamente sopra alle andesiti la roccia è grigia ed è caratterizzata da una fratturazione prismatica; al microscopio rivela una struttura porfirica ipocristallina con fenocristalli di sanidino, plagioclasio bytownitico-anortitico ed olivina alterata immersi in una pasta di fondo a microliti di sanidino, plagioclasio ed olivina. Più in alto questa lava fa passaggio ad una facies vacuolare rossiccia, che, al microscopio, rivela un maggiore contenuto in olivina trasformata in iddingsite.

### 3) *Vulcaniti quarzolatitiche del M. Amiata.*

RITTMANN [1958] afferma che la maggior parte delle rocce del complesso amiatino sono da ascrivere a fenomenologie legate a « nubi ardenti traboccanti », e vi distingue, in funzione della loro genesi, le ignimbriti, le reoignimbriti e le cupole di ristagno.

Il MARINELLI [1962], accettando in parte la tesi genetica del RITTMANN, vi distingue anche i seguenti tipi litologici: inclusi delle coltri ignimbritiche, due colate di lava basica e vulcaniti quarzolatitiche.

Le vulcaniti quarzolatitiche rappresentano il prodotto della fase principale del vulcanismo amiatino e sono comprensive della coltre ignimbritica, delle lingue e delle colate reoignimbritiche, delle cupole di materiale lavico e delle colate stratificate.

#### 1° - Ignimbriti.

La massa ignimbritica avrebbe uno spessore medio di 300 m con un valore massimo di 650 m [MARINELLI 1962]. In superficie

l'aspetto della copertura ignimbritica è generalmente tufaceo-conglomeratico ad elementi angolosi. La tessitura è tipicamente pseudo-fluidale. In considerazione dello spessore rilevante della ignimbrite, si deve concludere che questa si è formata per sovrapposizione di materiali effusi per un continuo succedersi di eruzioni lineari. La roccia rivela, al microscopio, una associazione di sanidino, plagioclasio labradoritico, biotite, pirosseno rombico e monoclinico, poco quarzo.

#### 1° - Reoignimbriti.

La sovrapposizione di più coltri ignimbritiche avrebbe determinato nelle zone periferiche un fenomeno di costipazione e fluidazione da cui trarrebbero la loro genesi le reoignimbriti. MARINELLI [1962] distingue le reoignimbriti, a seconda del tipo di giacitura, in « colata » e in « lingua ».

Questo Autore accetta l'ipotesi genetica del RITTMANN solo per le reoignimbriti giacenti sul substrato sedimentario. Per le reoignimbriti che poggiano sulla coltre ignimbritica propende per una genesi da fratturazione basale delle cupole di ristagno con fuoriuscita di fluidi capaci di formare le reoignimbriti.

#### λ - Cupole di ristagno e colate laviche vetrose.

Ben quattro delle sei cupole laviche del Monte Amiata si sarebbero impostate lungo una frattura diretta ENE-OSO; le altre formano il poggio Trauzzolo (1200 m) e il rilievo della q. 1303.

La composizione della lava delle cupole non differisce molto da quella delle ignimbriti; le analisi, eseguite su alcuni campioni prelevati dalle cupole della vetta, rivelano una struttura petroselciosa ed una massa fondamentale a microliti di plagioclasio acido, sanidino e scarso pirosseno.

#### α' - Colate di andesite olivinica.

Queste lave si conoscono in due colate (vetta del M. Amiata e Pian delle Macinaie) e poggiano entrambe sulle ignimbriti e reo-

ignimbriti. Al microscopio mostrano struttura porfirica, vetrosa, con fenocristalli di andesina-labradorite, pirosseno monoclinico ed olivina.

#### 4) Rocce dell'apparato Vulsinio.

α - Trachibasalti e trachibasalto olivinicico di Torre Alfina.

La parte inferiore delle colate di trachibasalto, visibili fra i km 6 e 7 della strada da Acquapendente a Torre Alfina, è molto compatta e di colore generalmente grigioverde. La parte superiore invece è scoriacea e bollosa e mostra fenocristalli di pirosseno e plagioclasio. In sezione sottile la struttura è porfirica ipocristallina; la tessitura è intersertale con fenocristalli di bytownite, augite, biotite, sanidino; nella pasta di fondo invece prevale il plagioclasio di tipo labradoritico su pirosseno e biotite.

La colata di trachibasalto olivinicico affiora a partire dall'abitato di Torre Alfina e si estende verso NE. La parte superficiale della colata è scoriacea e rivela, al microscopio, una struttura porfirica ipocristallina e tessitura intersertale con fenocristalli di olivina, pirosseno diopsidico-augitico e bytownite; la pasta di fondo presenta plagioclasio calcico, pirosseno e olivina.

#### β' - Basaniti e Tefriti leucitiche.

Le basaniti affiorano attorno al M. Rosso con una colata grigio-scura molto compatta dalla cui massa fondamentale risaltano fenocristalli di olivina. Al microscopio rivelano una struttura porfirica ipocristallina con fenocristalli di olivina ed egirinaugite e, in via subordinata, di bytownite, sanidino e biotite. La pasta di fondo è costituita da microliti di olivina, leucite e plagioclasio.

Le tefriti leucitiche sono presenti con estese colate affioranti attorno ad Acquapendente. Le tefriti visibili lungo il versante destro del F. Paglia, sui due versanti del F. Stridolone, (indicato sul foglio al 100.000 come F. Stridone), si differenziano dalle altre per l'abbondanza di fenocristalli di leucite e per l'alterazione che le tra-

sforma in un sabbione rossastro. In sezione sottile entrambe mostrano fenocristalli di leucite in una pasta di fondo con leucite, labradorite, egirinaugite, sanidino.

#### s-p - Scorie e pomici di Monte Rosso.

Il conetto vulcanico del M. Rosso è costituito da un ammasso di scorie gialle, brune e nerastre che si accumulano per oltre 70 m di spessore. Sul versante opposto del fosso che scorre ad oriente di M. Rosso si incontra un orizzonte pomiceo di colore grigiastro con elementi di grandezza media pugillare. Non è stato possibile definire localmente se queste pomici appartengano al complesso di tufi inferiori o se siano collegate all'attività del cono di M. Rosso.

#### λ - Latiti.

Queste rocce affiorano in estese colate tra S. Lorenzo Nuovo ed il fosso del Subissone. Esse si presentano ora compatte, ora scoriacee, ma sempre con fenocristalli allungati di sanidino. Al microscopio la struttura è porfirica ipocristallina; la tessitura è fluidale. Il sanidino è associato a labradorite, biotite e augite.

#### β'' - Leucititi passanti a tefriti leucitiche e a basalti leucitici.

Le leucititi e le leucititi passanti a tefriti sono rocce grigio-scuere, compatte, a grana molto minuta. Esse si rinvencono in colate a superficie bollosa presso S. Lorenzo Nuovo, ad E di Acquapendente, presso Sorano e presso Grotte di Castro. Al microscopio mostrano una struttura porfirica ipocristallina con fenocristalli di egirinaugite e scarsa leucite ed una pasta di fondo con leucite, egirinaugite e labradorite in percentuali variabili da punto a punto.

Le colate di leucititi passanti a basalti leucitici si alternano, nei dintorni di M. Landro, a banchi di lapilli e scorie e si spingono fino all'abitato di S. Lorenzo. Al microscopio si differenziano dalle leucititi per la presenza di olivina tra i fenocristalli.

*t<sub>3</sub> - Tufi gialli a pomici grige.*

Poggiano direttamente tanto sul flysch e sul Pliocene quanto sulle colate di lava e su altri tipi di piroclastiti e raggiungono una potenza considerevole che supera anche i 50 m. Essi sono caratterizzati da grosse pomici grige e da scorie nere del diametro di 20-30 cm. Alla base inglobano numerosi frammenti di lava e di calcari marinosi.

*t<sub>2</sub> - Tufi gialli a pomici chiare.*

I tufi gialli a piccole pomici sono molto compatti e generalmente riempiono paleovalli scavate o nei sedimenti pliocenici o nei tufi gialli a grosse pomici grige.

Con questa sigla sono pure indicati dei livelli di tufi simili ai precedenti ma con inclusi leucitici, a luoghi con potenza superiore anche ai 20 m, nonché alcuni orizzonti di tufi gialli a scorie nere. Sicuramente i vari tipi litologici provengono da bocche eruttive diverse. In genere questi orizzonti sono separati da paleosuoli che talora mostrano fenomeni di cottura, il che fa pensare che questi livelli possano essersi impostati con fenomenologia analoga a quella delle ignimbriti.

*t<sub>1</sub> - Tufi terrosi.*

Col termine di tufi terrosi si è indicata un'alternanza di strati di lapilli, di pomici e di cineriti separati da paleosuoli neri, ciascuno avente uno spessore variabile da 10 cm a 2 m circa. Questa alternanza di prodotti piroclastici generalmente chiude una serie effusiva locale.

## V - TETTONICA

Dalla succinta descrizione delle serie litostratigrafiche risulta che tra la serie mesozica — riconosciuta continua dal Trias superiore al Cretacico inferiore — ed i complessi costituenti il flysch — di età in parte oligocenica e del Miocene inferiore e medio — esiste una lacuna di sedimentazione. In altre parti della Toscana si può invece osservare che, al disopra dei sedimenti del Cretacico inferiore, la serie, sia pure interessata da piccole lacune, continua con gli « scisti policromi » cretacico-eocenici, il « nummulitico » ed il « macigno » eo-oligocenici. Le litofacies di questi sedimenti sono talvolta simili a quelle di taluni complessi costituenti il flysch del F° « Santa Fiora », ma da queste differenti per una più antica età.

L'aspetto unitario dei complessi flyschiodi, il rinvenimento in essi di microfaune oligo-mioceniche miste a faune più antiche e la presenza, a luoghi, di brecce o puddinghe alla base di alcune delle sue facies inducono ad ammettere l'esistenza di un periodo di emersione durante il quale i terreni mesozoici ed eventualmente quelli paleocenici ed eocenici, sono stati sottoposti ad erosione.

A questo intervallo di tempo può essere riferita una prima fase orogenica che potrebbe avere determinato la dislocazione delle rocce già formate, secondo un sistema di faglie con direzione assai prossima alla meridiana. E' probabile che, iniziata la sedimentazione del flysch, lungo alcune di queste faglie i movimenti tettonici si siano ripetuti nel tempo; ed è per questa ragione che qualcuno dei contatti tra i sedimenti flyschiodi e quelli mesozoici è stato rappresentato con una linea di faglia. Altrove invece i sedimenti flyschiodi si sono depositi direttamente sulle formazioni mesozoiche erose, subendo solo piccoli

assestamenti. Tutto questo si osserva nella zona tra Selvena e Castel-l'Azzara, lungo gli affioramenti che dal Poggio Sasso giungono fino al F. Albegna, e per una parte almeno degli affioramenti posti attorno al Poggio Zoccolino. Che movimenti tettonici, soprattutto di piegamento, ed anche fenomeni erosivi si siano manifestati pure durante la sedimentazione dei complessi flyschiodi sembra essere comprovato dalla struttura di alcuni strati, contorti e stirati, verosimilmente determinatasi quando ancora essi erano in stato di imperfetta diagenesi, e dal fatto che le facies flyschiodi, come ad esempio quelle affioranti attorno al M. Cetona, sono in parte interessate dallo stesso piegamento delle formazioni mesozoiche ed in parte si appoggiano direttamente sui sedimenti liassici già erosi [IACOBACCI 1961]. Si aggiunga, a conforto della tesi sostenuta, che anche i sedimenti oligo-miocenici affioranti nei vicini fogli 122 « Perugia » e 130 « Orvieto » presentano intercalazioni clastiche con ciottoli ben arrotondati di diaspri del Malm e calcari con *Posidonomya* del Dogger, quasi per confermare il persistere di fasi erosive nel tempo della sedimentazione del flysch affiorante nel F° « Santa Fiora ».

In sostanza, l'azione orotettonica, iniziata prima della sedimentazione del flysch, si è protratta per lungo tempo con fasi alterne di compressione e di distensione e si è manifestata lungo direttrici dapprima orientate NS e successivamente NO-SE e SO-NE. Delle fasi di compressione la più evidente è quella che ha originato il rovesciamento della serie mesozoica e di parte dei sedimenti flyschiodi attorno al M. Cetona.

Una nuova pulsazione della crosta avrebbe poi fatto emergere i sedimenti del flysch riportando questa regione, sul finire del Miocene, di nuovo in regime di sedimentazione e permettendo dapprima accumuli di facies continentale e poi depositi marini.

Il mare pliocenico si sarebbe quindi adattato alle condizioni morfologiche preesistenti, in gran parte determinate dalla evoluzione tettonica precedente, articolandosi in canali di diversa ampiezza e pro-

fondità e determinando una paleomorfologia con coste a falesia e con isole e isolotti.

Alcune delle antiche superfici di dislocazione sarebbero rimaste ancora attive e a questa particolare causa possono essere attribuite le continue frane di flysch e di lembi di formazioni mesozoiche dalle zone costiere fino dentro le aree di sedimentazione. Del resto si deve tener presente che, sia pure ancora marginalmente, l'area in esame cominciava a subire i primi effetti della messa in posto del plutone granitico toscano. Ed invero allorchè il mare pliocenico accennò a regredire si era probabilmente ancora nel Pliocene medio. Poco dopo, sul finire dell'era cenozoica, si sarebbe manifestata una nuova, ultima ingressione terminata quindi con la chiusura definitiva del ciclo sedimentario marino.

Questi vari movimenti, verificatisi durante la più giovane epoca cenozoica e subito dopo, hanno lasciato poche tracce evidenti che, in sede di rilevamento, non è stato possibile trasformare in elementi tettonici cartografabili; le direttrici intuibili sembrano comunque orientate soprattutto in direzione SO-NE.

Dopo il Pliocene, cominciarono a venire a giorno le rocce magmatiche e si manifestò ancora un movimento « a bilancia » il cui risultato fu un particolare innalzamento delle formazioni geologiche poste attorno al M. Cetona e attorno al M. Labbro-M. Amiata e con un relativo abbassamento delle aree più meridionali, occupate in gran parte dei depositi piroclastici e pliocenici.

## VI - MORFOLOGIA

Dalla sommità del M. Amiata, che si eleva fino alla quota di 1736 m s.m. dominando tutta l'area del Foglio, si può esaminare, quasi con veduta aerea, l'insieme dei circostanti caratteri morfologici.

Ad occidente, un crinale, talvolta a profilo aspro ma in genere assai morbido, si allunga da N a S con quote superiori ai 900 m. Al M. Labbro si raggiunge la quota massima di 1193 m s.m. Parallelamente a questo crinale si sviluppano i corsi dei fiumi Albegna e Fiora che incidono sedimenti prevalentemente argillosi. Le estremità N e S di questo crinale corrispondono ad aree di minore altitudine media con affioramenti pliocenici e quaternari.

Le diversità litologiche comportano variazioni nelle condizioni morfologiche generali: ai sedimenti flyschiodi corrisponde una morfologia a forti incisioni, con versanti di valle assai scoscesi, frequentemente instabili per frane di cedimento. Ai sedimenti argilloso-sabbiosi del Pliocene corrisponde invece una morfologia più morbida, solo a luoghi caratterizzata da forme calanchive.

Ad oriente del M. Amiata si osserva la larga depressione morfologica corrispondente alla zona tettonicamente ribassata in cui si sono accumulati i sedimenti pliocenici. Questa area è interessata da uno sviluppo della rete idrografica principale su direttrici prevalentemente disposte NNO-SSE (F. Orcia, F. Paglia); corsi d'acqua secondari, generalmente a carattere torrentizio, hanno invece uno sviluppo trasversale alle suddette direttrici.

L'altimetria media di questo antico canale pliocenico non supera i 500 m. Vi sono però due zone in cui il Pliocene supera le quote massime di 700; esse corrispondono ad aree in cui l'erosione delle ar-

gille è stata in un certo modo ostacolata da coperture più resistenti alla degradazione esogena. Ciò si verifica attorno a Piancastagnaio e Radicofani ove le rocce magmatiche hanno infatti consentito una migliore conservazione delle sottostanti argille plioceniche. In corrispondenza di tali aree è però evidente lo squilibrio morfologico, con profili altimetrici assai pronunciati lungo i quali è manifesta la formazione di calanchi e di coperture detritiche di frana e di falda, continuamente rimosse dalle acque ruscellanti.

Ancora più ad oriente si erge la piccola catena del M. Cetona che si eleva fino a 1148 m di quota.

A S della quota massima il profilo conserva in parte quello modellato dall'erosione marina manifestatasi nel Pliocene superiore e, in parte, durante la sedimentazione del flysch.

Nell'area a sud di Acquapendente la superficie morfologica dei terreni è caratterizzata da una serie di spianate, più o meno profondamente incise da valli con prevalente direzione meridiana, che corrispondono ai più recenti depositi di materiali piroclastici eruttati dal vicino apparato vulcanico vulsinio.

Lungo le incisioni fluviali, talvolta anche assai pronunciate come quella del corso del F. Paglia, si sviluppano depositi ghiaiosi su terrazzi elevati da 5 a 20 m sull'alveo attuale dei vari corsi d'acqua.

## VII - GEOLOGIA APPLICATA

### a) CAVE

#### 1) *Materiali da costruzione.*

In tutta l'area compresa nel Foglio, sugli affioramenti di calcari e diaspri mesozoici esistono numerosissime cave di pietrisco e di pietra da calce. Così al M. Cetona, al Poggio Zoccolino ed a Samprugno.

Sul versante orientale del M. Cetona ed a Poggio Sasso (a S di Roccalbegna) si hanno invece saltuarie attività di cava per pietre ornamentali nei livelli del calcare « rosso ammonitico » del Sinemuriano.

Una breccia calcarea di bell'effetto si rinviene presso Castelnuovo dell'Abate ove è cavata insieme al travertino entro al quale si trova. Cave di travertino si incontrano anche a Poggio Samprugno a S di Poggio Santo ed a Bagni S. Filippo.

Sono ancora da ricordare le cave nelle pietre verdi di M. Rufeno, per belle lastre ornamentali, e quelle nei tufi a N di Castell'Ottieri.

Cave, oggi abbandonate, si osservano negli affioramenti di gesso del Poggio Zoccolino.

L'industria dei laterizi è presente in due fornaci che sfruttano le argille plioceniche affioranti poco a N di Acquapendente e nell'area delimitata dall'estremo nord-orientale del Foglio.

#### 2) *Farine fossili - Terre coloranti.*

Noti da tempo ed oggetto di una ben qualificata produzione sono i depositi di farine fossili disposti attorno a M. Amiata, in una

fascia compresa fra le quote 650-900 m s.m. I giacimenti più notevoli sono quelli presso Bagnore, S. Fiora e Bagnolo. Altri, più modesti, si trovano distribuiti nei dintorni di Abbadia S. Salvatore e di Piancastagnaio.

Ai depositi silicei di farine fossili sono anche legati i sedimenti ocracei, finissimi, noti come « terre bolari » o « terre di Siena », anche essi da tempo sfruttati per la produzione di un materiale colorante di particolare pregio ed assai ricercato. Le cave più ragguardevoli sono situate nei dintorni di Castel del Piano e di Arcidosso. Per entrambi questi materiali utili notizie si hanno nel lavoro del CLERICI [1903].

### b) MINIERE.

#### 1) *Mercurio.*

L'area delimitata dal Foglio è, nella sua parte centrale, di altissimo interesse minerario per i considerevoli giacimenti di mercurio, legati ai fenomeni vulcanici del M. Amiata, la cui coltivazione assicura al Paese una posizione di primissimo piano sul mercato mercurifero internazionale.

Le zone interessate dalla mineralizzazione a mercurio, e del resto già note fino dal tempo degli Etruschi, sono adunate attorno al Monte Amiata e precisamente a Selvena, ad Abbadia S. Salvatore, nelle valli del Siele e della Senna, nell'area di Corte Vecchia. Il minerale è diffuso come cinabro nei sedimenti del flysch, al di sotto della copertura lavica, ora in vene e filoncelli, ora entro cavità colonnari causate nei materiali calcarei dalle soluzioni acide mineralizzanti e riempite dai detriti e dai residui dell'attacco chimico. Nella valle del Siele la mineralizzazione è adunata al contatto fra grosse lenti di calcare marnoso, anch'esse mineralizzate, ed i livelli argilloscisti che le circondano. In genere la mineralizzazione è legata alla presenza di livelli calcarei che, probabilmente, hanno funzionato da filtranti selettivi delle correnti mineralizzatrici. Sulla genesi dei giacimenti cinabiferi del M. Amiata esiste una discreta letteratura alla quale si ri-

manda anche per una eventuale conoscenza delle varie teorie chimiche e biologiche avanzate al riguardo. Lo stesso dicasi per le mineralizzazioni complementari di *ferro* e di *antimonio*.

Al di fuori degli adunamenti sopra citati, ed in corrispondenza dei quali esistono notevoli impianti di estrazione e di trattamento del minerale, tutta la zona circostante il M. Amiata, ed in particolare quella meridionale, rivela tracce di mineralizzazione a cinabro; ma, in genere, questi adunamenti secondari non sono ritenuti, oggi, di un vero valore commerciale e comunque, per tenore o giacitura o condizioni di coltivazione, tali da giustificare l'impianto di una efficiente industria estrattiva.

### 2) *Antimonio - Fluoro - Manganese.*

A circa 500 m ad E del paese di S. Martino sul Fiora esiste una fascia di terreni mesozoici interessati da una fitta rete di piccoli filoncelli ricchi di *stibina* in una ganga di *fluorite* e *calcite*. Questo adunamento di minerali è stato oggetto di coltivazioni nel passato ed oggi è saltuariamente ripreso in considerazione, anche se incerta è la relativa attività estrattiva.

Di mineralizzazione a *fluorite* si hanno tracce a N di Catabbio.

Infine tracce e residui di ricerche per minerali di *manganese* si osservano ad O di Camporsevoli entro gli scisti varicolori sv.

### 3) *Combustibili fossili.*

Tracce di depositi lignitiferi esistono poco a N della stazione ferroviaria di Monte Amiata. Il toponimo indicato sulla Carta Geologica indica con buona approssimazione il luogo ove un antico pozzo dava accesso al banco di lignite di circa 1 m di spessore e situato, secondo notizie raccolte sul posto, ad una profondità di alcune decine di metri dal piano di campagna. Il giacimento, di cui non sono note né le caratteristiche né la capacità, ha dato luogo, specie intorno al 1900, ad una modesta, locale industria estrattiva. La qualità del combustibile è da considerarsi buona, trattandosi di lignite picea, nera.

### c) GAS NATURALI - SOFFIONI - RICERCHE PER FORZE ENDOGENE.

Numerose manifestazioni gassose, solfidriche e carboniche (puttizie), si hanno in tutta l'area circostante al grosso rilievo del M. Amiata. Fra l'altro si ricorda che a SO di Bagni S. Filippo, lungo i Fossi Gallerione e Rondinaio, si hanno venute di idrogeno solforato; ad ONO del nucleo abitato di Bagnore e ad E di Poggio Petriccione si osservano gruppi di piccole manifestazioni di idrogeno solforato e di anidride carbonica, molte delle quali gorgoglianti in modeste pozze d'acqua. Infine sorgenti di idrogeno solforato, talora notevoli, si incontrano a ESE di S. Fiora, a S di Poggio del Nibbio ed a Poggio Fontenassa.

In anni recenti, a seguito di sondaggi esplorativi per ricerche minerarie, è stato individuato attorno al M. Amiata un copiosissimo giacimento di vapor d'acqua naturale assai povero di contenuto salino, che ha dato luogo ad una interessante ed oltremodo positiva industria estrattiva. Oggi, girando la zona amiatina, specialmente sui versanti meridionali ed occidentali del M. Amiata, è possibile scorgere le trivellazioni in corso ed i numerosi soffioni aperti ed imbrigliati dopo una serie di felici perforazioni la cui profondità varia da 600 a 1000 m circa. Il vapore viene utilizzato in posto per la produzione di energia elettrica grazie alla recente costruzione di una centrale di raccolta e di sfruttamento sul versante sud-occidentale del M. Amiata.

### d) SORGENTI.

#### 1) *Sorgenti di acqua potabile.*

Tutto il rilievo del M. Amiata è sede di un copioso adunamento di acque che poi vengono a giorno attraverso notevoli sorgenti naturali in una fascia altimetrica fra i 600 e gli 850 m s.l.m., generalmente lungo il contatto fra le rocce vulcaniche ed i terreni più impermeabili del flysch di base.

Naturalmente, in corrispondenza della fascia sopra indicata, si sono impostati e sviluppati i più importanti centri abitati della zona amiatina, alcuni dei quali sono divenuti famosi, attraverso i tempi, anche per l'abbondanza e l'ottima qualità della locale acqua potabile.

Dall'insieme delle numerose sorgenti viene a giorno una quantità di acqua superiore ai 2500 litri al secondo per cui sono state realizzati, anche di recente, notevoli opere di presa e capaci acquedotti per convogliare tale ricchezza verso centri abitati, talora anche molto distanti come Siena, Grosseto e Follonica.

Per le notizie dettagliate sulle sorgenti dell'Amiata, e per le quali non è qui possibile fare la dovuta trattazione, si rimanda alla chiara nota di G. TRABUCCO [1921]. Numerose altre sorgenti, di gran lunga più modeste delle precedenti, si ritrovano sia nei pressi degli affioramenti di terreni mesozoici, come Fonte Vetriana al Monte Cetona, sia per locali situazioni litologiche nei terreni del flysch, quali quelli dei dintorni di Selva, dell'Elmo e di Selvena, sia infine per livelli impermeabili nei tufi, come presso Cerreto, Onano, Grotte di Castro e S. Lorenzo Nuovo.

## 2) *Sorgenti minerali e termominerali.*

All'estremità meridionale dell'affioramento di terreni mesozoici del M. Cetona, a circa 1 km a S dell'abitato di S. Casciano Bagni, attraverso una serie di sorgentelle, viene a giorno un'acqua termominerale, ricca di cloruri e di carbonati, con una temperatura variante fra i 30° ed i 40°. Questa manifestazione è nota da lungo tempo ed attualmente sul posto sorge uno stabilimento termale che utilizza queste acque per fanghi, bagni e docce con esiti riconosciuti assai positivi.

Presso il paese di Bagni S. Filippo, vengono a giorno, attraverso sorgenti note fino dall'antichità, acque termominerali, sulfuree ad una temperatura di circa 45°. Uno stabilimento termale utilizza oggi queste acque assai rinomate e di provato effetto per molte affezioni morbose. In questa stessa località è da ricordare anche una sorgente di

acqua ferruginosa, anch'essa utilizzata nella cura di malattie interne. In tutta l'area circostante tali sorgenti si hanno estesi e spessi depositi travertinosi, anche a quote notevolmente più alte di quella delle sorgenti attuali: probabilmente, nel tempo si è avuto un abbassamento sia della quota di fuoriuscita delle acque, sia della stessa portata delle sorgenti.

Si ricordano ancora due sorgentelle debolmente termominerali presso il Poggio Bagno Santo, all'estremità sud-occidentale del Foglio.

Infine si segnala che presso Sarteano, in una zona ricca di travertini, da una ricchissima sorgente termale, viene a giorno un'acqua a circa 20° oggi utilizzata in una ampia e nota piscina pubblica.

## e) *FRANE.*

Sebbene la maggior parte dei terreni delimitati dal foglio sia costituita da argillocisti e da argille del flysch e del Pliocene, non si hanno, per la verità, vistosi fenomeni di frana. Infatti, a parte le zone detritiche sulle aree limitrofe alle vulcaniti del M. Amiata e di Radicofani ed agli affioramenti dei terreni mesozoici, tralasciando le zone calanchive del Pliocene della valle dell'Orcia ed i piccoli fenomeni locali, si osservano frane di una qualche entità solo presso Acquapendente, sul bordo settentrionale della colata basaltica, e nei dintorni di Piancastagnaio, di Selva, di Roccalbegna e di Seggiano, nei terreni argillocistosi del flysch.

*Servizio Geologico d'Italia, dicembre 1965.*

*Ultime bozze restituite il 10 aprile 1967.*

## VIII - "ERRATA CORRIGE" PER IL FOGLIO GEOLOGICO

Dall'esame del F° 129 « S. Fiora » sono stati riscontrati alcuni errori di stampa. I più evidenti fra questi sono:

- le sigle **SV**, **SV'** e **SV''** vanno corrette, in leggenda e sulla carta, in **sv**, **sv'** e **sv''**;
- a sud di Sorano, l'affioramento di scisti varicolori di M. Selvi è stato indicato con la sigla **Gm** anziché con la sigla **sv**;
- il gabbro di Triana è stato indicato con la sigla  $\sigma$  anziché con la sigla  $\epsilon$ ;
- sulla strada da Sarteano verso S. Bartolomeo, nel tratto a nord di una sorgente indicata nella Carta Geologica, non risulta colorato e siglato un affioramento di **Gs** e di **Ci-Gs**;
- una grande plaga di detrito è stata lasciata in bianco nell'area posta immediatamente a sud di Abbadia San Salvatore;
- una piccola area bianca sotto Poggio la Banditella, 4,5 km a OSO di S. Fiora, corrisponde ad un affioramento di **Ci-Gs**;
- in corrispondenza della sigla **Ci-Gs** si deve leggere, in leggenda, « Cretacico inf. » anziché « Cretacico sup. »;
- nella sezione geologica, in calce al foglio, le sigle **i'** e **i''** vanno invertite.

## IX - BIBLIOGRAFIA

- BOCCALETTI M., SAGRI M. (1964), *Strutture caotiche dell'Appennino* 1) Età, assetto e giacitura del complesso argilloso-calcareo affiorante nella parte occidentale del F. 129 « S. Fiora ». Boll. Soc. Geol. It., vol. 83, Pisa.
- BOCCALETTI M., PIRINI G. (1964), *Ritrovamento di Schakoina nel complesso argilloso-calcareo del F. 129 « S. Fiora »*. Paleont. Ital., vol. 59, Pisa.
- BORTOLOTTI V. (1962), *Contributo alla conoscenza della stratigrafia della serie pietraforte-alberese*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 81, Pisa.
- CANAVARI M. (1889), *Notizia di alcuni gasteropodi del Lias inferiore di Cetona*. Proc. verb. Soc. Tosc. Sc. Nat., vol. 6, p. 201, Pisa, 1887-89.
- CLERICI E. (1903), *Resoconto sommario delle escursioni fatte nei dintorni di Siena e M. Amiata nel settembre 1903*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 22, p. CXXIX-CLVIII, Roma.
- DE BENEDETTI A. (1958), *Sulle cosiddette rocce ofolittiche della valle della Senna (M. Amiata)*. Rend. Soc. Min. It., vol. 14, pp. 157-164, Pavia.
- DE BENEDETTI A. (1959), *Altre notizie sulle selagiti della regione del M. Amiata*. Rend. Soc. Min. It., vol. 15, Pavia.
- DE CASTRO C. (1914), *Le miniere di mercurio della Toscana*. Mem. descr. della Carta Geol. d'It., vol. 16, Roma.
- ELTER P. (1955), *Geologia della regione di Castell'Azzara a Sud del M. Amiata*, Boll. Soc. Geol. It., vol. 74, Pisa.
- FUCINI A. (1905), *Note illustrative della carta geologica del M. Cetona*. Pisa.
- GHERARDI S. (1962), *Sui caratteri diagnostici del processo di sostituzione in posto*. Memorie Soc. Geol. It., vol. 4, Bologna, 1964.
- JACOBACCI A. (1961), *La serie rovesciata del M. Cetona (Toscana meridionale)*. Boll. Serv. Geol. d'It., vol. 83, Roma, 1963.
- JACOBACCI A. (1962), *Nuovi orientamenti nello studio del flysch appenninico*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 4°, fasc. 2, Bologna, 1964.
- JACOBACCI A., Malferrari N., Martelli G., Perno U. (1959), *Osservazioni e considerazioni sulle formazioni terziarie pre-pontiche affioranti nel F. 129 « S. Fiora »*. Boll. Serv. Geol. d'It., vol. 81, Roma, 1961.

- JACOBACCI A., MALFERRARI N., MARTELLI G., PERNO U. (1960), *Gli olistostromi di età pliocenica nel F. « S. Fiora »*. Boll. Serv. Geol. d'It., vol. 81, Roma, 1961.
- JACOBACCI A., MARTELLI G. (1962), *Il significato degli olistostromi nel flysch appenninico*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 4, fasc. 2, Bologna, 1964.
- LOSACCO U. (1958), *Osservazioni geologiche sulle arenarie della Toscana meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 77, Pisa.
- LOSACCO U. (1959 a), *Ricerche geologiche nella Toscana meridionale. I) Stratigrafia e tettonica del gruppo M. Civitella-M. Elmo (Grosseto)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 78, Pisa.
- LOSACCO U. (1959 b), *Ricerche geologiche nella Toscana meridionale. III) Stratigrafia e tettonica del Poggio Zoccolino (M. Amiata)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 78, Pisa.
- LOSACCO U. (1961), *Ricerche geologiche nella Toscana meridionale. V) Minori affioramenti autoctoni e alloctoni della regione Vulsina*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 80, Pisa.
- LOTTI B. (1910), *Geologia della Toscana*. Mem. Descrittive della Carta Geol. d'It. vol. 13, Roma.
- LOTTI B. (1905), *Foglio 129 « S. Fiora » (1ª edizione)*. R. Comit. Geol. d'It., Roma.
- MARINELLI G. (1962), *Genesi e classificazione delle vulcaniti recenti toscane*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., S. A, vol. 68, pp. 74-116, Pisa.
- MERLA G. (1938), *Il Tevere*. Monografia idrologica. Pubbl. n. 22 del Serv. Idrogr. Ministero LL.PP., Roma.
- MERLA G. (1951), *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 70, Roma.
- MERLA G. (1964), *Centro di studio per la geologia dell'Appennino - 1ª sezione - Firenze - Attività svolta nel periodo 1951-1963*. Supp. « La Ric. Scient. », anno 34, ser. 2ª, vol. 3, Roma.
- MODERNI P. (1903), *Contribuzione allo studio geologico dei Vulcani Vulsini*. Boll. R. Com. Geol. It., vol. 34, pp. 121-147, 179-244, 333-375, Roma.
- MODERNI P. (1904), *Contributo allo studio geologico dei Vulcani Vulsini*. Boll. R. Com. Geol. It., vol. 35, pag. 198-234, Roma.
- PAREA G. C. (1962), *Noduli di selce metasomatica nelle torbiditi calcaree dell'Appennino centro-settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 4, fasc. 1, Bologna, 1964.
- PASSERINI P. (1964), *Il Monte Cetona (Provincia di Siena)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 83, Pisa, 1965.
- RITTMANN A. (1958), *Cenni sulle colate di ignimbriti*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., ser. 4ª, vol. 4, fasc. 10, Catania.
- RODOLICO F. (1935), *Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. III) Le rocce del M. Amiata. IV) Le rocce di Radicofani*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., vol. 45, Pisa.
- RODOLICO F. (1938), *Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. VII) Sguardo d'insieme*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. - Mem., vol. 47, Firenze.
- SABATINI V. (1910), *Analogie tra M. Amiata e M. Cimino*. Rend. R. Acc. Lincei, s. 5, 2º sem., vol. 19, pp. 284-290, Roma.
- SABATINI V. (1912), *Vulcani Vulsini*. Boll. R. Com. Geol. It., vol. 43, Roma.
- SAVELLI F. (1929), *Risorse Minerarie Italiane (Siena-Grosseto)*, Siena.
- SIMONELLI V. (1892), *Fossili retici della Montagna di Cetona*. Bologna.
- STEFANINI G. (1923), *Il Retico dei dintorni di Selvena*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 42, Roma.
- TRABUCCO G. (1921), *Le Sorgenti del M. Amiata*. Mondo Sotterraneo, anno 17º, Udine.
- VERRI A. (1903 a), *Il M. Amiata*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 22, p. 9, Roma.
- VERRI A. (1903 b), *Sull'andesite augitica di Piano delle Macinaie nel M. Amiata*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 22, p. 361, Roma.