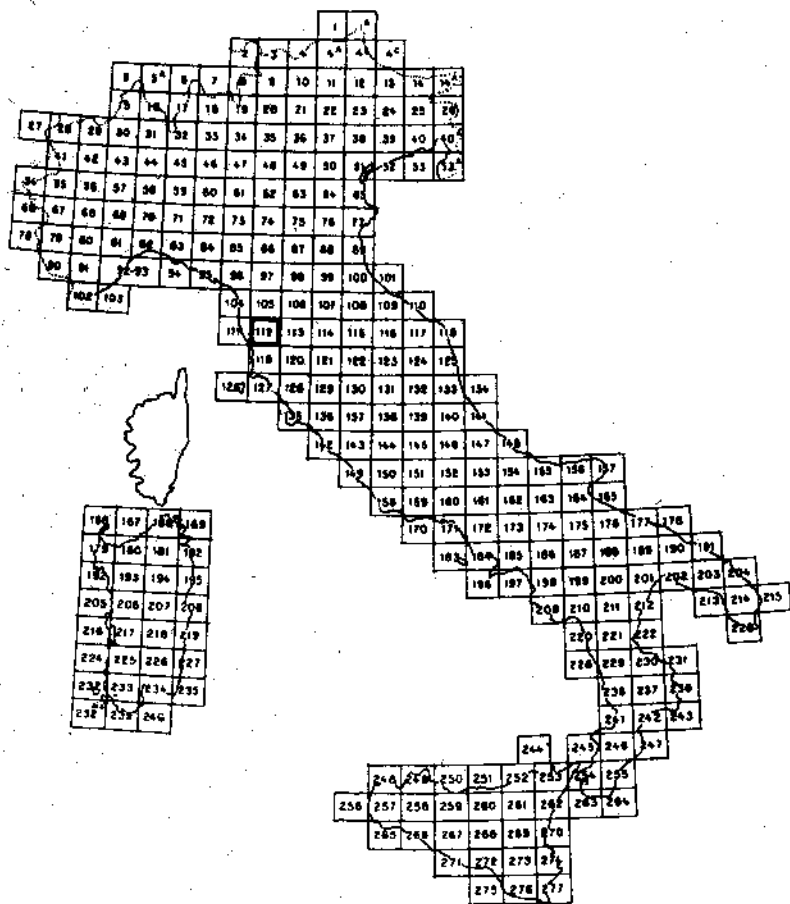


CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000



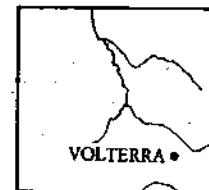
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 112
VOLTERRA

L. DALLAN - G. RAGGI - P. SQUARCI - L. TAFFI - L. TREVISAN



POLIGRAFICA & CARTEVALORI
ERCOLANO (NAPOLI)
1969



MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE

della

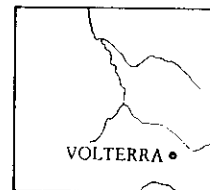
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1: 100.000

FOGLIO 112

VOLTERRA

L. DALLAN - G. RAGGI - P. SQUARCI - L. TAFFI - L. TREVISAN



POLIGRAFICA & CARTEVALORI
ERCOLANO (NAPOLI)

1969

S O M M A R I O

I	—	INTRODUZIONE E CENNI STORICI	Pag.	7
II	—	SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME	»	8
III	—	STRATIGRAFIA	»	9
		Complesso I — Formazioni di tipo toscano	»	9
		» II — Gruppo dell'Alberese	»	14
		1) Formazioni affioranti presso Rocca Montanino (tra Ca-		
		sciana Terme e Chianni)	»	14
		2) Formazioni affioranti presso il Torrente Fosce (circa 3 km		
		a W di Orciatico	»	18
		» III — Gruppo del Flysch cretaceo (tipo M. Antola McA?)	»	20
		» IV — Gruppo delle Argille scagliose ofiolitifere	»	22
		» V — Terreni senza connessioni visi-		
		bili con serie definite	»	26
		» VI — Terreni neoautoctoni	»	29
		1) Depositi lacustri del Miocene superiore	»	29
		2) Evaporiti del Miocene supe-		
		riore	»	31
		3) Depositi marini del ciclo pliocenico	»	39

	4) Selagiti	Pag.	43
	5) Depositi del Quaternario	»	43
	ROCCE IGNEE	»	47
IV	— TETTONICA	»	49
	Complesso I	»	50
	Complesso II - III - IV - V	»	51
	Complesso VI (Neoautoctono)	»	53
V	— MORFOLOGIA	»	54
VI	— GEOLOGIA APPLICATA	»	57
	1) STABILITÀ DEI TERRENI	»	57
	2) IDROGEOLOGIA	»	57
	3) GIACIMENTI MINERARI	»	61
VII	— BIBLIOGRAFIA	»	65

I — INTRODUZIONE E CENNI STORICI

La prima edizione della carta geologica al 100.000 del foglio Volterra risale al 1906. Il rilevamento era stato eseguito dal 1883 al 1885 da B. LOTTI e da M. CANAVARI per la zona di Colle Salvetti e Fauglia.

Da allora ad oggi le conoscenze geologiche sono notevolmente aumentate, sia per quanto riguarda nuove visioni di insieme dell'Appennino settentrionale in generale, sia per quanto riguarda l'interpretazione del significato paleogeografico di varie formazioni, sia infine perché la zona è stata oggetto di nuovi rilevamenti di dettaglio, specialmente da parte del Centro di Studi per la Geologia dell'Appennino (Consiglio Nazionale delle Ricerche), Sezione di Pisa.

La prima edizione della carta al 100.000 era stata fatta considerando tutte le formazioni presenti come appartenenti ad una successione sedimentaria unica, formata e corrugata sul posto.

Oggi si distinguono varie successioni di depositi sedimentari, diverse tra loro, nelle quali i terreni della stessa età spesso hanno facies differenti. Si ammette pertanto che si siano formate in bacini di sedimentazione diversi e che, di conseguenza, alcune formazioni siano sovrapposte ad altre a causa di movimenti tettonici con forti componenti orizzontali di movimento.

Le « Pietre verdi » o « ofioliti » (serpentine, gabbri, diabasi) e le formazioni sedimentarie che le accompagnano (diaspri, argille scagliose con calcari « palombini », alberesi, etc.), già considerate tutte eoceniche, sono risultate, secondo gli studi di numerosi geologi, a cominciare da L. DE LAUNAY (1907) e G. STEINMANN (1913) come appartenenti ad una coltre alloctona i cui terreni più antichi sono attribuiti al Giurassico superiore. Non è qui il caso di ripetere la storia dell'evoluzione delle conoscenze geologiche nell'Appennino settentrionale, ampiamente trattata da G. MERLA nel 1952.

Nel decennio successivo a questa opera, gli studi sul « Complesso delle argille scagliose ofiolitifere » sono proseguiti con una più minuta analisi delle varie formazioni alloctone.

La nuova carta è stata rilevata col criterio di considerare come unità cartografabile fondamentale la *formazione*. Per questo motivo le suddivisioni sono spesso diverse da quelle della vecchia carta.

Le attribuzioni di varie formazioni ad età diverse da quella designata nella vecchia carta, sono dovute in parte a studi eseguiti in altre zone dell'Appennino settentrionale, in parte a studi paleontologici eseguiti nell'area del foglio Volterra.

La documentazione paleontologica verrà sommariamente indicata nel capitolo dedicato alla stratigrafia.

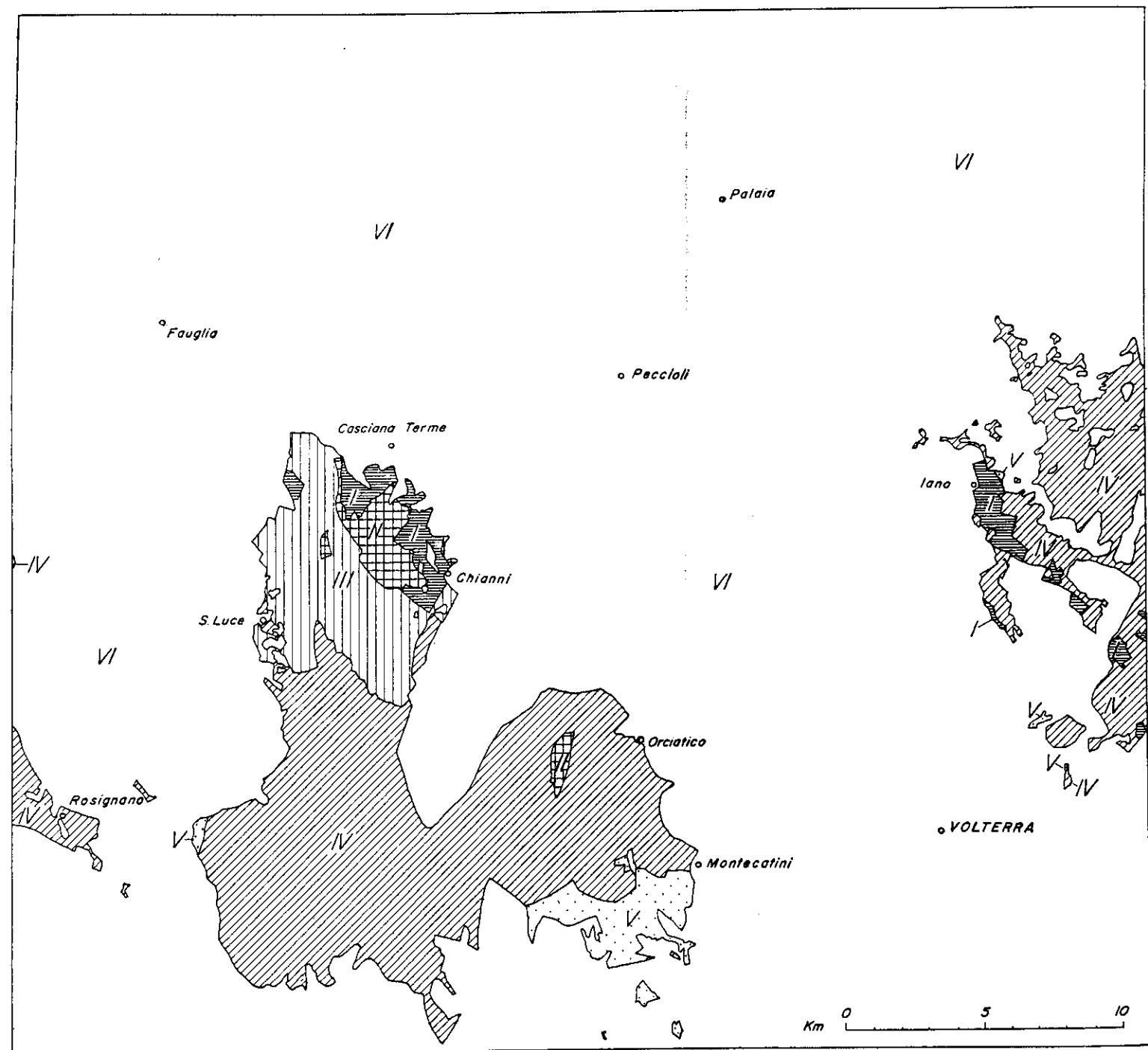
II — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

La formazione più antica affiorante nel foglio Volterra appartiene al Carbonifero superiore, documentato dalle flore fossili già esattamente determinate da P. SAVI e G. MENEGHINI nel 1851.

Nell'Appennino gli altri affioramenti di terreni del Carbonifero paleontologicamente datato sono quelli da tempo noti di Villa Massagli sui Monti Pisani, di Rio Albano all'Isola d'Elba e quelli, recentemente studiati da T. COCOZZA (1965) in Val di Farma nel Gruppo Monticiano-Roccastrada, dove è presente anche il Carbonifero medio.

Gli scisti del Carbonifero superiore sono i sedimenti più antichi del gruppo di formazioni di tipo toscano affioranti; il termine più recente è rappresentato dall'arenaria « macigno » di età oligocenica. I terreni di questo gruppo di formazioni nell'area del foglio Volterra affiorano con due nuclei di modeste dimensioni: quello di Casciana Terme (fino a pochi anni fa Bagni di Casciana) e quello di Iano.

Nel primo, il termine più antico affiorante è il calcare massiccio del Lias inferiore; nel secondo affiorano i termini più antichi, dagli scisti del Carbonifero al calcare « cavernoso » del Trias superiore. I depositi successivi al « cavernoso » risultano asportati con ogni probabilità, non da fenomeni erosivi, ma da processi tettonici.



TAV. I — Distribuzione nell'area del foglio Volterra dei vari complessi affioranti, secondo l'ordine di sovrapposizione dal basso verso l'alto.

- | | | |
|------------------------|---|--|
| Complessi
alloctoni | } | I — Formazioni di tipo toscano |
| | | II — Gruppo dell'Alberese (serie di Rocca Montanino, serie del T. Fosce) |
| | | III — Gruppo del Flysch cretaceo |
| | | IV — Gruppo delle argille scagliose ofiolitifere |
| | | V — Terreni senza connessioni visibili con serie definite |
| | | VI — Terreni neogenici e quaternari |

Alle formazioni di tipo toscano seguono, in ordine di sovrapposizione, vari complessi (Gruppo dell'Alberese eocenico, Gruppo del Flysch cretaceo), o parti di complessi che hanno perduto, per movimenti tettonici, le connessioni col loro substrato originario; segue il complesso delle argille scagliose ofiolitifere.

Mancano depositi riferibili al Miocene inferiore e medio, e tale mancanza è da attribuirsi ad emersione della zona. Nel Miocene superiore, dopo estesi depositi di carattere lacustre, il mare si riassume gradualmente sulla zona; nel Pliocene medio tutta l'area è sommersa ad eccezione di un'isola in corrispondenza del nucleo di Casciana Terme. Seguono i depositi del Pliocene superiore che testimoniano un rapido ritiro del mare e quelli del Quaternario marino che, in quest'area, contengono importanti giacimenti fossiliferi del Calabriano, a cominciare da quello ormai classico di Vallebiaia (a sud di Colle Salvetti) ad altri, non meno ricchi, scoperti negli ultimi anni da E. GIANNINI (1951), e G. TAVANI (1954).

Nella descrizione stratigrafica, che procede dai terreni più antichi ai più recenti, sarà trattato il gruppo di formazioni di tipo toscano in primo luogo, successivamente i vari complessi considerati alloctoni, nell'ordine di sovrapposizione, ed infine le formazioni neoautoctone (dai depositi lacustri del Miocene superiore ai depositi attuali) (Tav. I).

III — STRATIGRAFIA

COMPLESSO I — Formazioni di tipo toscano.

Una colonna stratigrafica dimostrativa di queste formazioni è data dalla fig. 1.

Csc — *Scisti psammitici e pelitici, con filliti* (Iano). — Carbonifero superiore (Stefaniano). Due piccoli affioramenti presso Iano.

Formazione debolmente metamorfica, costituita in prevalenza da argillo-scisti neri; subordinati sono gli strati e i banchi di arenarie grige a grana fine. Scistosità generalmente parallela alla stratificazione. Frequenti colori di alterazione rossi e zone sbiancate per caolinizzazione dovuta a vecchie vie di

circolazione di acque termali (che oggi vengono a giorno più in basso, a breve distanza). Connesse con esalazioni idrotermali sono frequenti le patine di zolfo nelle zone più fratturate.

La flora fossile che ha consentito la datazione al Carbonifero (P. SAVI e G. MENEGHINI 1851) e che fu riesaminata da C. DE STEFANI (1901) e L. BARSANTI (1903) fu trovata durante l'escavazione di una galleria di ricerca mineraria; da allora nessun altro ritrovamento di fossili è stato possibile.

Le specie significative sono:

Pecopteris arborescens (SCHLOTHEIM) (*Asterotheca arborescens* secondo BARSANTI).

Pecopteris cyathea (SCHLOTHEIM) (*Asterotheca cyathea* secondo BARSANTI).

Callipteridium subelegans POTONIÉ.

Annularia stellata (SCHLOTHEIM).

Asterophyllites equisetiformis (SCHLOTHEIM).

Calamites suckowii BRONGNIART.

Secondo B. LOTTI (1879) i fossili vegetali sono stati trovati in strati argillosi bituminosi neri, sottostanti a strati grigiastri ardesiaci, con fossili animali. Questi ultimi sono rappresentati da dieci specie non significative dal punto di vista cronologico; alcune di esse sono marine, altre non è escluso che siano vissute in ambiente salmastro.

Poiché le flore del Carbonifero superiore sono state trovate in una galleria scavata in corrispondenza degli strati più bassi affioranti, non si può, almeno teoricamente, escludere che gli strati più alti della formazione possano appartenere al Permico più basso, come sui Monti Pisani.

Il più recente scritto sul Carbonifero superiore di Iano, con bibliografia, è di R. MAZZANTI (1961).

Nella parte superiore, mal distinguibile dagli scisti arenacei, esiste un banco di *porfiroide*, attribuibile al Permico, per analogia con altre regioni appenniniche e alpine (TREVISAN, BARBERI ecc., 1965).

v — « Verrucano ». *Conglomerati quarzosi (anageniti), quarziti biancastre e scisti quarziticci e sericitici violetti.* Trias (Ladinico? e Carnico).

Il passaggio dagli scisti paleozoici alla formazione del « Verrucano »

è molto male esposto. Se alla lacuna di sedimentazione corrisponde una discordanza angolare, questa non è apprezzabile. L'andamento generale è concordante.

La formazione del « Verrucano » comincia con un banco di arenaria grigia con ciottolotti di scisto nero e granuli di quarzo bianco. Seguono:

Arenarie quarzose rosa, con ciottoli di quarzo (circa 8 metri).

Conglomerato con ciottoli di quarzo bianco, rosa e violetto, di tormalinolite, di arenaria quarziticca. Cemento micaceo.

Arenarie quarziticco-micacee, con elementi quarzosi grigi, rosa, bianchi e violetti.

Scisti filladici, talora con intercalazioni di arenaria finissima, di colore violetto cupo.

Gli scisti viola predominano nella parte alta della formazione.

Strati di conglomerato (anagenite) si ripetono irregolarmente a vari livelli. La potenza del « Verrucano » è di circa 200 metri.

Per l'attribuzione al Carnico e forse al Ladinico si veda « *Atti del Symposium sul Verrucano* » (1966).

Tc — Formazione evaporitica. *Calcari dolomitici neri stratificati; calcari cavernosi e strati alternati di dolomia nera e anidrite.* Norico e Retico.

Questa formazione, come altrove in Toscana, presenta i seguenti tipi litologici:

a) breccia di Tocchi (frammenti di scisti cloritici e di quarziti in cemento calcareo giallo cupo); si trova alla base in contatto con gli scisti violetti del Verrucano.

b) Strati alterni di anidrite e dolomia.

c) Calcare cavernoso di colore grigio scuro, che rappresenta la trasformazione ad opera delle acque meteoriche degli strati b.

d) Calcare nero a strati sottili del tipo caratteristico degli strati ad *Avicula contorta* PORTL.

Gc' — *Calcari massicci grigi*; Gc — *Calcari rossi e rosei ad ammoniti*. Lias inferiore.

Mancanti nel nucleo di Iano, questi calcari rappresentano i più antichi terreni affioranti nel nucleo di Casciana Terme.

I calcari massicci (non stratificati) hanno colore variabile dal grigio al nero compatto, talora con struttura brecciata. Fossili: *Pecten amphiarotus* (DE STEF.), *Pecten textorius* (SCHLOTHEIM).

Spessore non valutabile. Etá; Hettangiano.

I calcari rossi e rosei soprastanti ben stratificati, con strati variabili da 4 a 20 centimetri, presentano impronte di ammoniti per lo più in cattivo stato. Tuttavia C. BORRI (1913) ha potuto determinare diciotto specie, che denotano che questi calcari, come altri in Toscana, devono riferirsi al piano Sinemuriano. Lo spessore si aggira sui 30 metri.

Gcs — *Calcari compatti stratificati, con liste di selce*. Lias medio-superiore e Dogger.

Hanno colore grigio più o meno chiaro con selci per lo più nerastre, talvolta biancastre e giallognole. Sono presenti strati più marnosi e plaghe di marne a *Posidonomya alpina* GRAS (Dogger). Spessore mal valutabile, aggirantesi sui 50 metri.

Gd — *Radiolariti rosse e nerastre*. Affiorano presso Casciana Terme. Malm.

Presentano un caratteristico aspetto a strati ben distinti con spessore di pochi centimetri, di colore rosso, roseo, talora nerastro negli strati più bassi. Frequenti le intercalazioni argillose di natura illitica, dovuta probabilmente ad alterazione da acque termali solfatiche (F. BORGATO, 1952).

Lo spessore si aggira su un centinaio di metri. Nell'affioramento di Botro Riguardio (2,5 chilometri a SE di Casciana Terme) al tetto della formazione dei diaspri si notano due banchi dello spessore di circa mezzo metro di calcare grigio chiaro a grana finissima del tipo « maiolica » (formazione

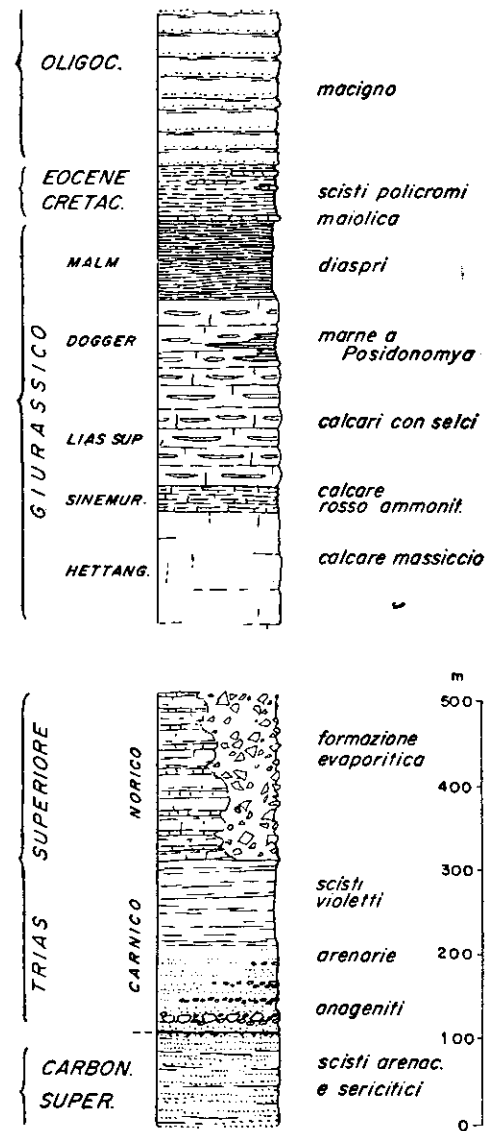


Fig. 1 — Colonna stratigrafica delle formazioni di tipo toscano affioranti nel foglio « Volterra ».

— La parte inferiore corrisponde ai terreni affioranti nel nucleo di Iano.

— La parte superiore corrisponde ai terreni affioranti nel nucleo di Casciana Terme.

che ha notevole sviluppo in Toscana a nord dell'Arno). Per analogia a quanto è stato determinato altrove, poiché gli strati più bassi della maiolica appartengono al Tortonico superiore, i diaspri sono da riferire al Tortonico inferiore nella loro parte alta, e non è escluso che corrispondano a quasi tutto il Malm.

SP — *Scisti policromi e microbreccie calcaree a Nummuliti intercalate*. Cretaceo ed Eocene.

Questa formazione (detta anche della « scaglia rossa »), è costituita da un sedimento pelitico argilloso o marnoso, di colore rosso, violaceo, verdastro, e grigio, con tipica frattura scagliosa o prismatica. Frequenti vene di quarzo e talora interstrati con biossido di manganese. Rare intercalazioni di calcari compatti e calcareniti con Nummuliti e Globigerine, talora con guscio silicizzato. Le intercalazioni calcaree presentano talvolta liste di selce. Le condizioni tettoniche non consentono una valutazione dello spessore.

mg — *Formazione del « macigno » (arenaria feldspatica e marne intercalate: torbidite)*. Oligocene.

Affiora nella zona di Chianni e di Gello Mattaccino. Si presenta con strati di arenaria granuloclassata di spessori variabili da pochi centimetri a qualche metro. Gli interstrati marnoso-argillosi hanno in generale spessore minore degli strati arenacei. Presenta chiaramente i caratteri di una « torbidite ». Il contatto tra la formazione degli scisti policromi e quella del macigno è visibile nella zona « Le Case » (un chilometro a SE di Chianni): è manifesta la concordanza. Sopra i primi strati di arenaria macigno si trova qualche intercalazione di un sedimento argilloso arenaceo contenente radi ciottoli (con diametro fino a 15 centimetri) di scisti cristallini diversi e di quarziti. Si attribuisce all'Oligocene per analogia con altre località.

Con la formazione del macigno termina il gruppo di formazioni di tipo toscano.

COMPLESSO II — Gruppo dell'Alberese.

1) Formazioni affioranti presso Rocca Montanino (tra Casciana Terme e Chianni).

sv — *Argille varicolori, calcari, calcari marnosi e microbreccie calcaree con Nummuliti*. Cretaceo sup. (?), Paleocene e Eocene.

Questa formazione è caratterizzata da due associazioni litologiche: una essenzialmente argillosa, l'altra calcareo-marnosa.

La prima è costituita da argille di colore grigio, violetto, verde, rossastro: alternati alle argille senza alcuna regola o ritmo si notano:

- a) marne nere e grigie in strati di esiguo spessore.
- b) calcari grigio-plumbei, compatti, talora silicei del tipo « palombino ».
- c) calcari e calcari marnosi in straterelli sottili di colore verde;
- d) banchi di arenaria con piccolo spessore (20-30 cm), di colore grigio, a grana fine e notevolmente cementata;
- e) rari straterelli silicei con biossido di manganese.

La seconda è costituita essenzialmente da marne e calcari marnosi grigio-scuri; intercalati ai calcari marnosi ed alle marne si notano calcari grigio-chiari, a frattura concoide, in strati dello spessore di 50 cm - 1 m. Inoltre sono presenti straterelli di calcareniti dello spessore massimo di 20-30 cm, talora con liste di selce, e banchi di arenaria a grana fine, povera o priva di mica.

I rapporti di giacitura, laddove l'esposizione è buona, mostrano che le argille con interstrati calcarei ed arenacei sottostanno stratigraficamente ai calcari e alle marne.

Nei calcari e nelle calcareniti della parte alta della serie, si rinvengono microfaune abbondanti costituite prevalentemente da foraminiferi planctonici e macroforaminiferi.

Le forme determinate sono:

Globigerine di tipo terziario, con grosse perforazioni del guscio;

Globorotalia del gruppo *G. aragonensis* NUTTALL;
Globorotalia del gruppo *G. velascoensis* (CUSHMAN);
Globorotalia cfr. *crassata* (CUSHMAN);
Globorotalia sp.;
Globotruncana del gruppo *G. lapparenti* BROTZEN.

In associazione, e specialmente frequenti nelle calcareniti grossolane, vi sono Nummuliti, Assiline, Alveoline, Orbitoidi (*Discocyclina*?).

La microfauna, di tipo nettamente terziario, contiene tuttavia forme cretacee (*Globotruncana*) che debbono quindi essere considerate rimaneggiate.

Il complesso delle specie determinate indica l'Eocene inferiore-medio.

Alcuni campioni prelevati nella zona di transizione tra le argille e i calcari (tra Colle Montanino e Rocca Montanino, presso Poggio Rivoli) hanno mostrato in sezione sottile forme caratteristiche del Paleocene medio-superiore:

Globorotalia del gruppo *G. pseudomenardi* BOLLI;
Globorotalia ebrenbergi BOLLI;
Globorotalia elongata GLAESSNER;
Globigerina cfr. *triloculinoides* PLUMMER;
Globotruncana sp.;
Heterobelix sp.

Altri campioni prelevati in livelli argillosi stratigraficamente più bassi (presso Colle Montanino) contengono faune a *Globotruncane* e «*Globigerine*» del Cretaceo superiore.

Si può quindi concludere che il complesso di Rocca Montanino ha un'età compresa sicuramente tra il Paleocene e l'Eocene, senza escludere che la sua base possa comprendere il Cretaceo superiore, a meno che le forme di tale periodo non siano rimaneggiate.

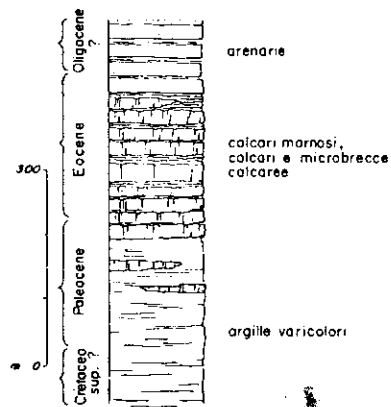


FIG. 2 — Colonna stratigrafica della successione dei terreni riferibili al gruppo di formazioni affioranti presso Rocca Montanino.

sva — *Arenarie*. Oligocene (?).

Il termine più alto della serie di Rocca Montanino è costituito dalle arenarie che si osservano in due affioramenti situati circa 3 chilometri ad Ovest di Chianni; il più grande in estensione superficiale è localizzato presso La Chiusa, il più piccolo circa 1 chilometro a SE del precedente presso la quota 510.

Si tratta di arenarie piuttosto grossolane, di colore giallastro in superficie e grigio verdastro in sezione fresca, ben stratificate in banchi dello spessore di 1-2 metri, con rare intercalazioni argillose e marnose.

In sezione sottile un campione di queste arenarie mostra i seguenti caratteri:

cemento prevalentemente calcareo; gli elementi detritici, che talora hanno forma rotondeggiante, sono costituiti da abbondante quarzo che mostra spesso estinzione ondulata, plagioclasti fortemente alterati, rara muscovite e biotite e qualche elemento di serpentina.

Sono stati notati anche due frammenti di un foraminifero indeterminabile specificamente (*Rotalide*).

I rapporti di giacitura coi depositi sottostanti sono bene osservabili

presso il piccolo affioramento situato a quota 510, dove è evidente il passaggio stratigrafico del complesso calcareo-marnoso alle arenarie attraverso una piccola fascia di argille grigio-scure.

Presso La Chiusa i rapporti fra le arenarie e le formazioni sottostanti mostrano caratteri particolari in quanto gli strati più bassi di arenaria poggiano a Nord sui calcari e marne e poco più a Sud sulle argille varicolori. Ciò fa pensare che, in questa zona, i rapporti fra le arenarie ed il loro substrato siano di natura tettonica.

2) Formazioni affioranti presso il Torrente Fosce (circa 3 km a W di Orciatice).

sv — *Argille varicolori, microbreccie calcaree e conglomerati poligenici.*

Si tratta di depositi nettamente stratificati e costituiti in prevalenza da banchi di argille rosse e verdastre, fogliettate. Intercalati alle argille compaiono banchi di calcare compatto, grigio, giallo o rosso (contenente talora cristalli di pirite), strati di microbreccie calcaree e di conglomerati grossolani poligenici con elementi di dimensioni notevoli, fino a qualche decimetro di diametro. Gli elementi del conglomerato sono costituiti da rocce verdi, diaspri, calcari della serie ofiolitifera e da una roccia intrusiva di tipo filoniano, che in sezione sottile è risultata un'aplite sodica.

Una calcarenite mostra, in sezione sottile, la presenza di Globotruncane (*G. cf. lapparenti* BROTZEN, *G. stuarti* DE LAPPARENT).

Queste forme si presentano chiaramente rimaneggiate, poiché si nota che il riempimento del guscio è di natura diversa dal cemento della calcarenite. Tuttavia non si trovano associati microfossili di età più recente di quella indicata dalle Globotruncane, per cui non si hanno indicazioni circa l'entità del rimaneggiamento. Poiché *G. stuarti* indica il Campaniano-Maestrichtiano, si conclude che la formazione ha un'età o maestrichtiana o più recente.

sva — *Arenarie, breccie poligeniche con elementi di ofioliti e rari strati di calcari marnosi intercalati.*

Questo livello è costituito in prevalenza da un'alternanza di breccie sedimentarie di colore grigio verdastro, arenarie ed argille fogliettate nera-

stre; sono stati osservati anche alcuni strati di calcari marnosi e marne di colore grigio scuro.

Gli elementi che costituiscono le breccie sedimentarie hanno grandezza variabile, e raggiungono al massimo le dimensioni di 2-3 cm di diametro, conservano gli spigoli abbastanza vivi pur avendo subito una certa fluitazione.

Un campione di arenaria in sezione sottile ha mostrato i seguenti caratteri: arenaria grossolana a elementi non isometrici e cemento calcitico; gli elementi clastici appartengono quasi totalmente a tipi rocciosi facenti parte della serie ofiolitifera. Il costituente più abbondante è un plagioclasio labradoritico, profondamente saussuritizzato. Seguono in ordine di prevalenza: frammenti di rocce calcaree, appartenenti al tipo dei calcari palombini, a grana finissima, ricchi di quarzo e privi di fossili, e al tipo dei calcari a capionelle; diallagio, in parte fortemente cloritizzato, con ilmenite secondaria e talvolta titanite in parte relativamente fresca; frammenti di serpentina e di antigorite, di tipo bastitico; frammenti di radiolariti, di ftaniti; biotite molto alterata, grani di quarzo e di epidoto.

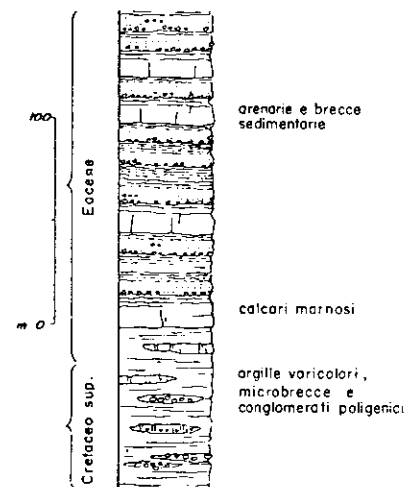


Fig. 3 — Colonna stratigrafica della successione dei terreni riferibili al gruppo delle formazioni affioranti presso il T. Fosce.

Le tre masse di diabase che affiorano sulla sinistra del T. Fosce possono far parte, come elementi di maggiori dimensioni, delle brecce di questo livello.

COMPLESSO III — Gruppo del Flysch cretaceo (tipo M. Antola mcA?).

mcC — *Calcarei marnosi, marne e strati intercalati di arenaria di tipo « pietraforte » (torbidite).*

Questa formazione è costituita da tre tipi litologici principali: calcari marnosi, marne e arenarie.

Sia i calcari marnosi che le marne hanno un colore grigio scuro internamente, grigio chiaro e giallastro in superficie per alterazione. Le arenarie sono in genere a grana fine, quarzose, con scarsa mica e cemento calcareo molto abbondante (« pietraforte »). Il colore di questa è grigio scuro sulla frattura fresca e bruno giallastro sulle superfici alterate. Talvolta le arenarie sono zonate in sottili bande di tonalità diversa e sfaldabili in lastre. Presentano inoltre la classazione granulometrica degli elementi.

Talora arenaria, calcare marnoso e marna costituiscono strati distinti; altre volte invece costituiscono un unico banco in cui l'arenaria forma la base e passa superiormente a calcare arenaceo, calcare marnoso, marna e argilla. In quest'ultimo caso, al di sopra di questo banco spesso ne seguono altri del tutto simili, cosicché la formazione presenta i caratteri della sedimentazione ritmica.

Nella zona di Monteforte, M. Alto, Poggio Palmorelle (Santa Luce), l'arenaria predomina nettamente sui calcari marnosi e sulle marne. Sono presenti alcuni livelli clastici grossolani. Si tratta in genere di brecce di origine sedimentaria formate quasi esclusivamente da elementi della serie ofiolitica, in particolare da pietre verdi. Inoltre, circa 1,5 chilometri a NNE di Santa Luce, al passaggio tra la zona prevalentemente arenacea e quella calcareo-marnosa, affiora una massa di serpentina di forma lenticolare intercalata tra le arenarie e i calcari ad esse sovrastanti (E. GIANNINI, 1962).

La distinzione cartografica della zona sopradetta è stata fatta nei lavori di dettaglio di E. GIANNINI (1962), e di P. SQUARCI e L. TAFFI (1963).

In questa formazione non sono stati ritrovati macrofossili; le sole tracce

di organismi osservabili macroscopicamente sono le impronte di « *Helminthoidea labyrinthica* » sulla superficie degli strati marnosi. Nelle zone di affioramento del Foglio 112, sono state eseguite campionature nella zona del Botro del Moscoso (Tav. Chianni, 3,5 chilometri a SW di Chianni), e presso Casa Pereta (Tav. Lari, 2 chilometri ad W di Casciana Terme). Nella prima zona lo studio in sezione sottile di numerosi campioni ha mostrato la presenza di spicole di spongiari (in prevalenza Monactinellidi), Globigerine a guscio sottile, Globigerinelle ed alcuni rappresentanti di *Heterobelicidae* (*Heterobelix* sp.). Nella seconda, in alcune sezioni di calcari arenacei si sono rinvenute faune attribuibili al Cretaceo superiore (Globotruncane, *Pitbonella ovalis* (KAUFMANN)).

Altri dati micropaleontologici sono quelli forniti dall'esame di alcune carote di un sondaggio effettuato dalla Soc. Larderello nelle zone di Orciatice. Qui, dopo 1200 metri di rocce attribuibili sicuramente alla serie ofio-

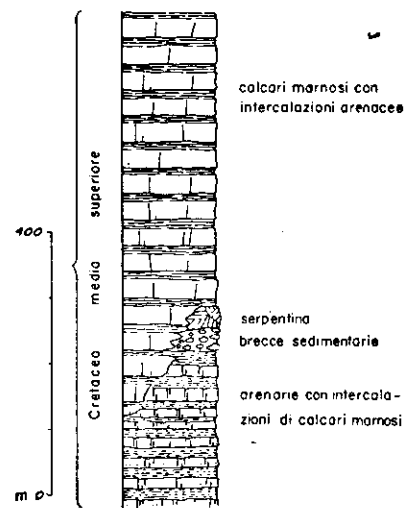


Fig. 4 — Colonna stratigrafica della successione dei terreni riferibili al gruppo del Flysch cretaceo.

litifera, sono stati riscontrati circa 300 metri di calcari marnosi scuri con intercalazioni argillose ed arenacee. Con ogni probabilità questa formazione è da attribuirsi al gruppo del Flysch cretaceo. In una sezione sottile di questi calcari (carota a m. 1466,15 dal piano di campagna) è stata rinvenuta una fauna a Globotruncane (tra cui *Rotalipora appenninica* (RENZ)).

I dati micropaleontologici fanno attribuire la formazione al Cretaceo medio superiore (P. SQUARCI, L. TAFFI, 1963).

COMPLESSO IV — Gruppo delle Argille scagliose ofiolitifere.

La successione stratigrafica è schematizzata nella fig. 5.

Ofioliti.

Il gruppo delle pietre verdi o ofioliti è rappresentato da serpentine, gabbro, diabase, diabase a « pillow-lavas » e filoni di porfirite diabasica.

Nell'area del foglio la successione classica serpentina in basso, gabbro, e diabase in alto si osserva soltanto presso il Terriccio (4 km a SW di Castellina). Il gabbro, come dovunque nell'Appennino, ha sempre uno spessore molto inferiore a quelli delle serpentine e dei diabasi; nelle altre parti del foglio, gli affioramenti del gabbro sono estremamente scarsi mentre è molto frequente il contatto diretto tra serpentine e diabase senza che si possa affermare, a causa della laminazione della serpentina e della frantumazione ed alterazione del diabase, se tale mancanza è originaria oppure dovuta ai movimenti tettonici.

In alcuni luoghi si osserva una disposizione del diabase in fasce incluse nella serpentina; per gli stessi motivi sopra accennati non è possibile decidere se si tratta di una originaria giacitura a filoni oppure di scagliature di origine tettonica.

Esistono inoltre porfirite diaboliche di aspetto sano e contrastante col diabase sempre alterato, la cui giacitura a filoni nella serpentina e nel gabbro sembra non possa essere messa in dubbio. Meno frequenti sono i filoni di gabbro nella serpentina.

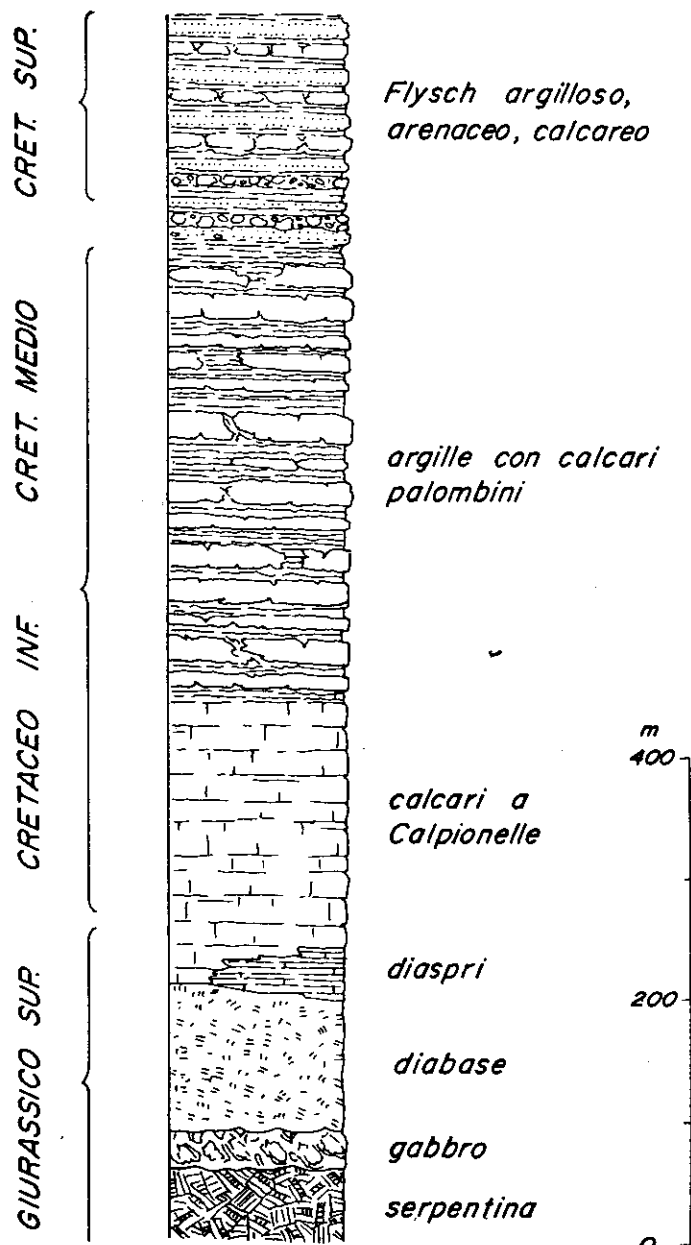


FIG. 5 — Colonna stratigrafica della successione dei terreni del complesso ofiolitifero

Al tetto del diabase sono frequenti le strutture a « pillow-lavas » o lave a cuscini, tipiche degli spandimenti sottomarini di rocce basiche.

d — *Radiolariti a strati sottili, rosse, verdicce e nerastre*: Malm.

Affiorano in lembi di modeste estensioni; il loro spessore massimo osservato, laddove risultano meno disturbati ed in serie tra il diabase ed il calcare a Calpionelle, non supera i 30-40 m.

Si tratta di una formazione prevalentemente silicea con contenuto argilloso o marnoso talora abbondante, ben stratificata in strati di qualche centimetro di spessore molto arricciati e fratturati.

La silice è di origine organica (radiolari, spicole di spongiari, etc.). Il colore più frequente è il rosso fegato, esistono anche colori rosei, verdastri e neri.

Non costituiscono un orizzonte continuo ed in alcuni casi sono sostituiti da un sedimento strettamente legato, dal punto di vista genetico, al magmatismo ofiolitifero. In particolare nella cava circa 1 km a SSE di Patina, sopra il diabase a pillow-lavas, affiorano dei sedimenti costituiti da frammenti di pillows inglobati in materiale ialoclastitico (A. RITTMANN, 1958) seguiti da ialoclastiti intercalate a lenticelle di un sedimento rosso argilloso siliceo; indi iniziano direttamente gli strati di calcari a Calpionelle che contengono frammenti dell'originario vetro diabasico (E. GIANNINI, 1962).

Le radiolariti quindi in questa zona mancano fin dall'origine, salvo i livelli di sedimenti argilloso-silicei rossi già ricordati in altri casi invece la loro assenza può essere dovuta a fenomeni di laminazione tettonica.

Età: la formazione è stata datata indirettamente al Giurassico superiore (Malm) per la sua posizione stratigrafica; infatti al di sopra delle radiolariti si trovano i calcari a Calpionelle, datati al Cretacico inferiore (Berriasiano-Valanginiano) (L. DALLAN - E. GIANNINI - P. SQUARCI - L. TAFFI, 1968).

Cc — *Calcari compatti biancastri o debolmente colorati a Calpionelle con rare liste e noduli di selce.*

La parte basale di questa formazione è caratterizzata da banchi di calcare sub-litografico di color bianco latte, o rosato, con sottili vene di calcite.

La stratificazione è molto evidente quando gli strati calcarei alternano con sottili livelli di argille di colore grigio, giallastro o rosso; lo è meno quando questi interstrati vengono a mancare.

Procedendo verso l'alto le intercalazioni argillose diventano più numerose e di spessore maggiore finché la formazione viene ad essere caratterizzata prevalentemente da strati argillo-scistososi con intercalazioni di calcari del tipo precedentemente descritto.

La formazione è riferibile al Berriasiano nella sua parte inferiore-media, al Valanginiano nella parte superiore (L. DALLAN - E. GIANNINI - P. SQUARCI - L. TAFFI, 1968)

pb — *Formazione delle argille e marne scagliose con intercalazioni di calcari palombini.*

È una formazione notevolmente monotona, costituita in prevalenza da argille e marne alle quali sono intercalati banchi calcarei e talora arenacei.

Le argille, sempre con colori molto scuri, presentano una tipica sfaldatura in scagliette appiattite e lucenti sulle superfici; le marne, anch'esse di colore grigio scuro e nerastro, si sfaldano in lamine o in prismetti.

Le intercalazioni litoidi sono costituite in prevalenza da banchi calcarei a spessore molto variabile, da straterelli arenacei e da sottili lastre di quarzite nerastra.

I calcari sono a grana molto fine, spesso molto ricchi in silice, frequentemente presentano sottilissime venature di calcite. L'alterazione subaerea determina in questi strati calcarei forme di erosione che sono state chiamate « a incudine ».

Le arenarie sono sempre a grana molto fine, povere di mica ed a cemento calcareo; molto spesso appaiono fittamente zonate.

Le argille e le marne presentano talora una debole scistosità. Frequentemente si osservano fenomeni di « boudinage ».

Alcuni calcari, peraltro abbastanza detritici, contengono numerosi Radiolari e vari esemplari di Tintinnidi. Fra questi si possono riconoscere forme del Cretacico inferiore (*Tintinnopsella longa* COLOM, *Tintinnopsella carpathica* [MURG. e FIL.] miste a forme titonico-cretacee (*Calpionella elliptica* CADISCH).

L'associazione di queste forme indica il Cretacico inferiore. In particolare, nella zona di affioramento della sezione tipo dei calcari a Calpionelle le argille con palombini sovrastanti sono da riferirsi, per quanto riguarda la loro base, al Valanginiano.

fM — *Strati alternati di calcareniti e marne; strati alternati di arenarie classate (torbidite) e marne. Facies di Flysch. Conglomerati poligenici intercalati con elementi di ofioliti (Montaione).*

Strati alternati e ritmici di calcareniti e marne, strati alternati e ritmici di arenarie tipo pietraforte e marne, arenarie grossolane, conglomerati poligenici e breccie con elementi di ofioliti. Nella zona tra Montaione e Poggio Cornocchio sormontano, in discordanza stratigrafica, i terreni del "Gruppo delle argille scagliose ofiolitifere" precedentemente descritti.

I conglomerati e le breccie si trovano prevalentemente nella parte inferiore (in strati di 1-2 metri), dove nelle sequenze ritmiche prevalgono in potenza le marne e i calcari marnosi sulle arenarie.

Superiormente, con passaggio graduale, le arenarie e le calcareniti prevalgono sui termini a grana più fina della sequenza.

La classazione in ogni singola sequenza (materiali più grossolani in basso, materiali sottili in alto) è manifesta.

Per maggiori dettagli vedere R. MAZZANTI, 1961; V. BORTOLOTTI-L. LAZZERI, 1964, A. CERRINA - F. A. DECANDIA - R. MAZZANTI, 1968.

COMPLESSO V — Terreni senza connessioni visibili con serie definite.

aM — *Arenarie quarzoso feldspatiche a scarso cemento calcareo (Montecatini-Iano-Monte Nero).*

Il maggiore affioramento è quello di Montecatini Val di Cècina. Evidenti sono le sequenze ritmiche tipiche delle torbiditi.

Presenti ma poco diffuse sono le impronte cilindriche alla base degli strati arenacei. In genere a maggiori dimensioni delle impronte corrisponde una maggiore grossolanità delle dimensioni dei granuli dell'arenaria ed una potenza maggiore del banco.

La base di quest'arenaria non è esposta, né esistono in affioramenti elementi per poter riconoscerne se è sottostante al complesso ofiolitifero

oppure soprastante. B. LOTTI (1910), che l'ha qualificata come « arenaria superiore », ha seguito la seconda interpretazione, probabilmente fondando la sua opinione sul fatto che una galleria eseguita dalla Soc. Montecatini sotto il Poggio La Croce non ha incontrato l'arenaria stessa.

In genere l'arenaria ha grana sottile, ma sempre osservabile ad occhio nudo. È ricca di granuli di quarzo e lamelline di mica muscovite, è compatta ed ha frattura scheggiata. Nei casi in cui l'arenaria è più grossolana, fra gli elementi di dimensioni maggiori (da 2-3 mm ad 1 cm di diametro) osservati alla base dei banchi classati, prevalgono i granuli di quarzo bianco e rosa. Si notano inoltre elementi provenienti dalle rocce verdi, piccolissimi e rari frammenti di gusci di Gasteropodi e Lamellibranchi rimaneggiati non determinabili.

All'interno degli strati si osservano spesso dei ciottoli di marne fogliettate.

Oltre al tipo litologico ora descritto è presente un calcare arenaceo, a grana assai sottile, frattura spigolosa, ricco di lamelline di mica muscovite. In alcuni casi gli strati di questo sedimento hanno classazione granulometrica verticale. Agli strati arenacei si intercalano marne siltose e marne argillose di colore grigio azzurro.

Sopra le superfici di strato di queste marne si osservano numerosi frustoli carboniosi di natura indeterminabile.

Questi strati marnosi sono quasi sempre assai meno potenti di quelli arenacei, che hanno dimensioni prevalenti tra i 50 e i 100 cm.

Altri minori affioramenti si trovano a Monte Nero (Volterra) dove ugualmente non sono visibili i rapporti con serie definite e a Iano, dove si manifesta ricca di feldspati e contiene elementi provenienti dalle ofioliti. Per l'aspetto del tutto simile all'arenaria di Montecatini e per la presenza di elementi ofiolitici, anche questi affioramenti si attribuiscono alla stessa formazione.

Tra i campioni da noi prelevati in questa formazione nella zona di Montecatini di Val di Cècina, uno è risultato abbondantemente fossilifero. In sezione sottile sono state determinate le seguenti forme:

Heterohelix sp.; *Globigerina* sp.; *Globotruncana* del gruppo *Globotruncana stuarti* (DE LAPPARENT).

L'associazione di queste forme indica un'età cretacea superiore, ammesso di non essere in presenza di microfossili rimaneggiati.

spv — *Argille varicolori*.

Presso Rosignano Marittimo e presso Montaione affiorano, in piccole aree, depositi riferibili genericamente alla facies delle argille varicolori, che tuttavia non presentano connessioni visibili con derie definite.

Zona di Montaione.

In questa zona la formazione è costituita da argille e marne di colore rosso, verde, grigio, sottilmente stratificate. Associati a queste talvolta compaiono straterelli di radiolariti di colore rosso cupo.

Sono stati rinvenuti inoltre dei blocchi isolati di microbreccie calcaree con Nummuliti che, con tutta probabilità, fanno parte della formazione in parola.

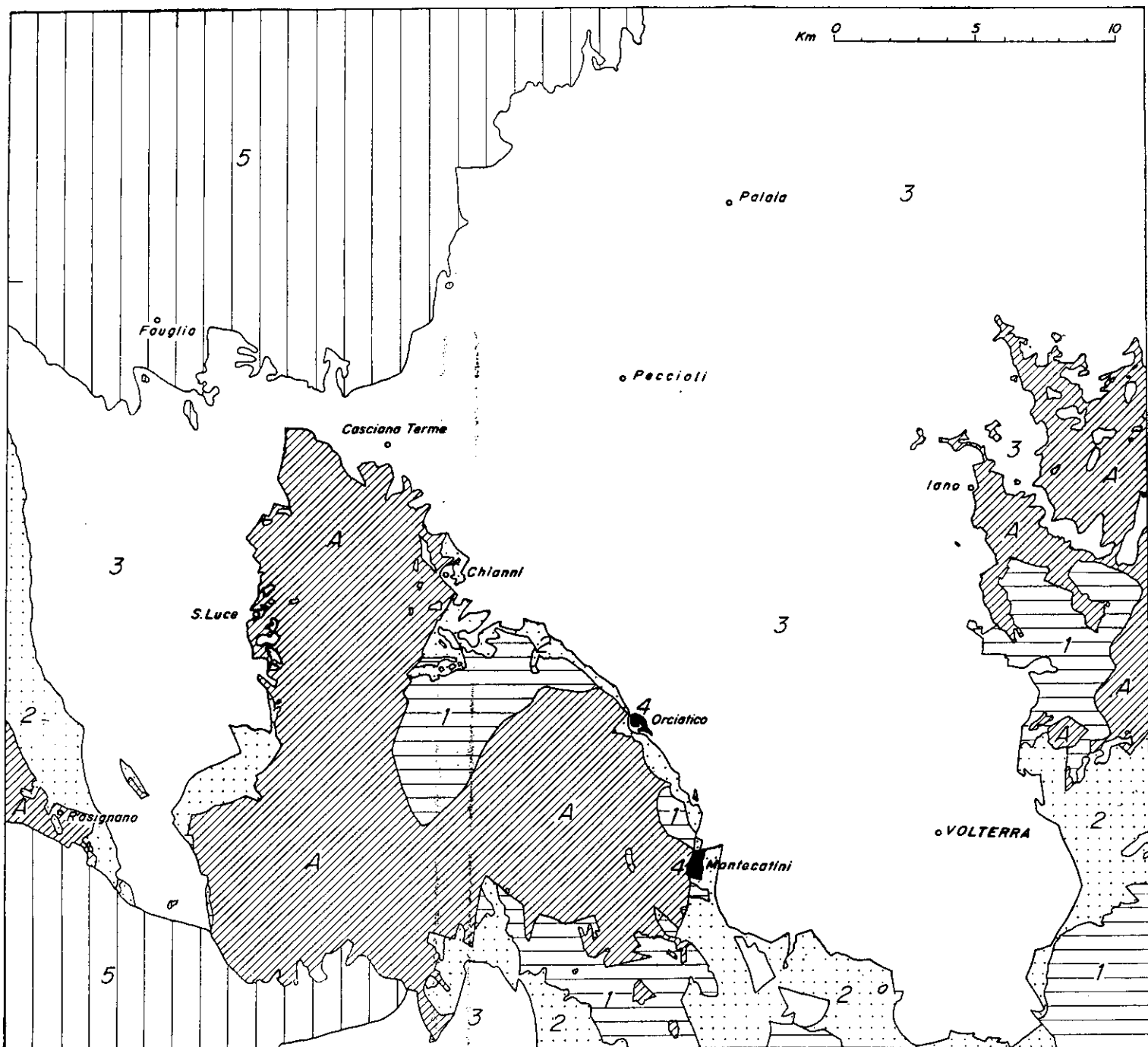
Zona di Rosignano Marittimo (fra il Torrente Pesciera, affluente di sinistra del F. Fine ed il Botro del Caricatoio, ad Est di Casa La Dispensa).

La formazione è costituita da un sedimento argilloso-marnoso, generalmente di colore rosso fegato. A questo si intercalano selci rosse a strati sottili, sedimenti clastici grossolani (arenarie e grana grossa, conglomerati e breccie), costituiti da frammenti di rocce ofiolitiche, strati di calcari bianco giallastri a grana grossolana.

In sezione sottile questi calcari appaiono costituiti quasi esclusivamente da un impasto di microfossili calcarei con pochissimi elementi clastici di natura calcarea a cemento calcitico più o meno abbondante.

Le faune dei livelli calcarei, sono costituite da microforaminiferi planctonici, tra i quali prevalgono Globigerinidi e Globorotalie eoceniche. Si trovano anche delle Globotruncane in buono stato di conservazione che devono essere considerate rimaneggiate.

Per quanto riguarda l'interpretazione di questi affioramenti si veda E. GIANNINI (1962), V. BORTOLOTTI (1963).



TAV. II — Distribuzione nell'area del foglio Volterra dei cinque gruppi di terreni riferiti al complesso neoautoctono.

A — Aree di affioramento dei complessi premiocenici. 1 — Depositi lacustri del Miocene superiore. 2 — Evaporiti del Miocene superiore. 3 — Depositi marini del ciclo pliocenico. 4 — Selagiti. 5 — Depositi del Quaternario

La tav. II mostra la distribuzione dei terreni neoautoctoni nell'area del foglio 112 e la loro suddivisione in cinque gruppi, dal più antico, che è rappresentato dalla formazione lacustre del Miocene superiore, al più recente in cui sono riuniti i depositi di età quaternaria ad esclusione dei depositi alluvionali delle valli minori che d'altronde risultano chiaramente dalla carta geologica.

- 1) Depositi lacustri del Miocene superiore.
- 2) Evaporiti del Miocene superiore.
- 3) Depositi marini del ciclo pliocenico.
- 4) Selagiti.
- 5) Depositi del Quaternario.

A: rappresenta le aree di affioramento dei complessi premiocenici.

- 1) — *Depositi lacustri del Miocene superiore.* (Messiniano e Tortoniano superiore?).

Mlcg — *Conglomerati, arenarie.*

Insieme di sedimenti costituiti in prevalenza da banchi di conglomerato di spessore anche notevole, con frequenti intercalazioni arenacee. Talora compaiono anche piccoli livelli di lignite. Gli elementi detritici che costituiscono sia i conglomerati che le arenarie provengono in prevalenza dalle ofioliti, e in ordine decrescente, dai diaspri, dai calcari « palombini » e da arenarie (macigno-pietraforte). I colori predominanti in questi sedimenti sono il verde scuro ed il rosso. Quest'ultimo in realtà è un colore di alterazione.

Marne arenacee con opercoli di Bithynia.

Livello di spessore molto modesto (in genere qualche metro, eccezionalmente poche decine di metri), costituito da marne, marne arenacee e are-

narie a grana molto fine, suddivisa in lastrine di alcuni mm di spessore, con frequenti opercoli di *Bithynia*, numerosissimi i frustoli carboniosi, foglie fossili, qualche piccolo livello lignitifero e impregnazioni di sostanze organiche.

Mlag — *Argille, marne e arenarie.*

Sedimenti prevalentemente costituiti da argille di colore grigio piombo, talvolta sabbiose, con frequenti intercalazioni di marne arenacee molto ricche di limonite, arenarie contenenti frustoli carboniosi.

Con distribuzione irregolare, compaiono inoltre intercalazioni a forma lenticolare, talora di discreto spessore, costituite da arenarie grossolane poco cementate e da conglomerati.

Questa successione (conglomerati, marne a *Bithynia*, argille, dal basso verso l'alto) è individuabile sia nel bacino lacustre di Monte Soldano (a SE di Volterra) (E. GIANNINI e M. TONGIORGI, 1959) che in quello di Bagni di Mommialla (a NE di Volterra) (R. MAZZANTI, 1961), mentre non lo è nel bacino di Ponteginori, dove le marne con opercoli di *Bithynia* o sono intercalate ai conglomerati basali (nelle vicinanze di Buriano e del podere S. Quirico ad Est di Ponteginori) o si trovano nei livelli più alti di questi, al contatto con i terreni marini della base della formazione gessifera (a Nord di Montecatini e presso Gello).

Infine, nel bacino lacustre di Chianni, il livello di marne a *Bithynia* manca completamente e i conglomerati e le argille costituiscono dei livelli tra loro intercalati (P. SQUARCI e L. TAFFI, 1962).

L'età dei depositi lacustri non può essere definita con precisione per due motivi: il primo per la difficoltà di correlazioni precise tra faune terrestri e faune marine, il secondo è conseguenza del fatto che il limite stratigrafico tra il Tortoniano e il Messiniano non è stato ancora dovunque stabilito con sufficiente precisione. Le faune di questa formazione sono note dai lavori di G. CAPELLINI (1880) e D. PANTANELLI (1886) relativi al lignitifero della Valle della Storta. Altri lavori riguardano i bacini lacustri del quaternario (V. NOVARESE, 1908). Secondo ricerche ancora inedite il complesso lacustre e lignitifero toscano sottostante alla serie evaporitica deve essere incluso nel Messiniano, inteso come è stato recentemente definito da R. SELLI (1960) e

da E. GIANNINI (1960). Dipende tuttavia dalla definizione del limite Tortoniano-Messiniano la possibilità di considerare la parte alta del Tortoniano.

Le faune salmastre e d'acqua dolce hanno affinità con quelle tipiche della facies sarmaziana.

2) — *Evaporiti del Miocene superiore.*

Questo gruppo riunisce vari depositi connessi con la « crisi di salinità » del Mediterraneo occidentale nel Miocene superiore. Accanto a depositi puramente evaporitici (gessi, salgemma) ne esistono altri denotanti condizioni non normali di salinità.

Per la successione generale dei depositi di tutto il neautoctono neogenico si veda lo schema della fig. 6.

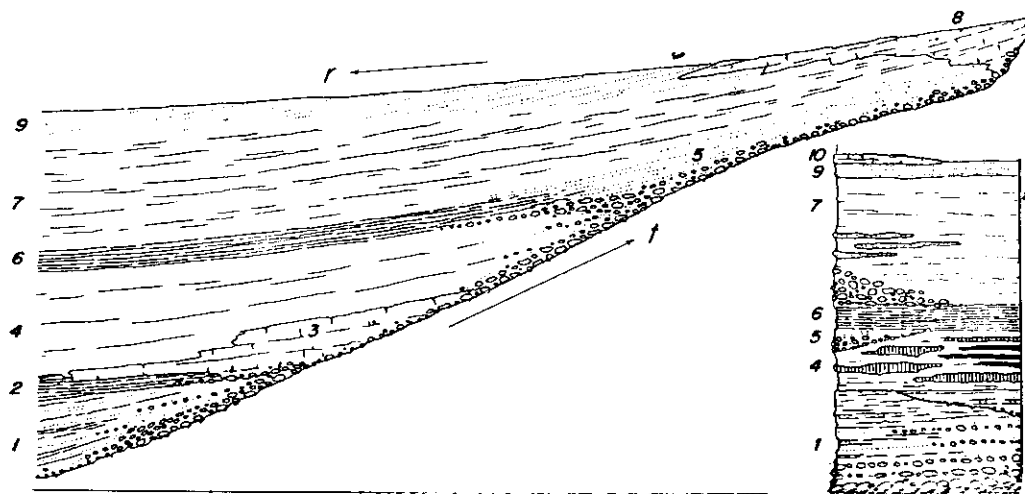


FIG. 6 — Rappresentazione schematica del ciclo sedimentario neautoctono: t = trasgressione marina; r = regressione marina. La colonna a destra rappresenta la successione dei terreni nei dintorni di Volterra.

- | | |
|--|---------------------|
| 1 — Conglomerati, arenarie friabili e argille lacustri. | } Miocene superiore |
| 2 — Argille e marne a <i>Pycnodonta navicularis</i> BROCCHI. | |
| 3 — Calcare di Rosignano. | |
| 4 — Depositi evaporitici: argille con strati e lenti di gesso, talvolta con salgemma (in nero) | |
| 5 — Conglomerati e sabbie del Pliocene basale. | |
| 6 — Marne a Pteropodi (con <i>Pycnodonta navicularis</i>). Pliocene inferiore. | |
| 7 — Argille cenerine di facies piacentiana (con intercalazioni sabbiose). | |
| 8 — Calcare grossolano poroso ad <i>Amphistegina</i> . | |
| 9 — Sabbie gialle di facies astiana. | |
| 10 — Calcare grossolano sovrastante alle sabbie gialle (Volterra). | |

Mag — Argille a *Pycnodonta navicularis*, sabbie e calcare di Rosignano, conglomerati (Messiniano).

Sopra la formazione lacustre o, quando questo manchi, direttamente sopra terreni più antichi, giace trasgressivo un complesso di sedimenti marini. Questo è costituito da formazioni litologiche diverse, caratterizzate da bruschi cambiamenti di facies.

a) *Argille a Pycnodonta navicularis*.

Si tratta di argille sabbiose contenenti *Amussium* e *Pycnodonta navicularis*, che indica un ambiente con acque a salinità leggermente superiore al normale.

Quando questi terreni riposano direttamente sui sedimenti lacustri non si nota discordanza angolare né interposizione di livelli clastici grossolani fra le due formazioni.

Il passaggio in alcuni casi è graduale e avviene per intercalazioni; non vi è quindi, tra la fase della sedimentazione lacustre e quella marina, la presenza di una lacuna stratigrafica, ma solo un cambiamento graduale dell'ambiente di deposizione.

Per esempio, nella zona a SE di Volterra, tra la serie lacustre e quella marina vera e propria, si alternano ad argille con microfaune tipicamente d'acqua dolce (abbondantissimi Ostracodi, oogoni di Characee, Gasteropodi, etc.) argille con microfaune di ambiente a salinità anormale (associa-

zioni fortemente oligotipiche con Ostracodi e Foraminiferi tipicamente eurialini, ad esempio *Rotalia beccarii*, che presenta taglia inferiore al normale e ornamentazione ridotta). In alcuni casi, al passaggio tra la formazione lacustre e quella marina, si osservano dei calcari arenacei con impronte di Anellidi (es.: zona a Nord di Casaglia, presso Podere Casalino e a Nord-Ovest di Gello, presso Podere S. Casciano). Talvolta gli Anellidi si trovano associati anche alle argille con *Pycnodonta navicularis* (es.: a SE di Volterra, nelle valli a SW delle Cave di alabastro).

Talvolta invece direttamente sopra al lacustre si notano straterelli di gesso intercalati a sabbie grossolane e conglomerati, seguiti da argille a *Pycnodonta navicularis*. Questo è un fatto abbastanza comune nella zona di Ponteginori, ed è direttamente osservabile ad Est del Botro di Decimo e ad Est del Botro di Cortolla, e si può ricavare anche da dati di sondaggio (MAZZANTI R., SQUARCI P., TAFFI L., 1963).

b) *Sabbie e «Calcare di Rosignano», conglomerati*.

Giacciono sia sulla formazione lacustre che sopra terreni più antichi. Le sabbie costituiscono il primo livello francamente marino sopra la formazione lacustre a SE di Volterra, nella zona della Spicchiaiola; sono riccamente fossilifere, poco cementate, e passano lateralmente a calcare.

Questo calcare in certe zone ha un notevole sviluppo, tanto che può essere considerato la formazione più caratteristica della base del ciclo marino mio-pliocenico. L'aspetto tipico della formazione si può osservare nella zona di Rosignano Marittimo (da cui deriva il nome) dove ne esistono affioramenti estesissimi e potenti.

Si tratta di una roccia in genere ben coerente anche se cariata e cavernosa, di colore grigio chiaro o bianco giallastro; talvolta è molto friabile, di aspetto farinoso. In questo caso è costituita quasi completamente da Foraminiferi bentonici litorali (*Elphidium* e Miliolidi vari). Presenta stratificazione irregolare, in grosse bancate; talvolta nella parte più bassa, può essere massiccia.

Nella zona di Rosignano si possono distinguere banchi o serie di banchi costituiti da resti di organismi calcarei integri o da frammenti di essi;

fra questi si citano: Coralli della specie *Porites ramosa* CAT.; *Porites incrustans* DEFR., Brozoi della specie *Membranipora angulata* REUSS, molluschi con grande prevalenza di Lamellibranchi fra cui *Chlamys latissima* (BROCCHI); *Lima hians* GMELIN; *Corbula gibba* OLIVI; *Psammobia labordei* (BAST.); *Venus heidingeri* (HOERNES).

Nella parte bassa della formazione si notano banchi costituiti esclusivamente da *Ostrea lamellosa* BROCCHI, mentre altri hanno andamento lenticolare di notevole continuità per grandi distanze, costituiti esclusivamente da *Lithothamnium*.

Nella zona di Rosignano, sempre nella parte basale, si trovano livelli di conglomerato e arenarie a cemento calcareo: talvolta gli elementi detritici sono dispersi e distanziati nella massa calcarea; talvolta prevalgono gli elementi detritici grossolani, tanto da formare banchi di conglomerato intercalati ai banchi di calcare (E. GIANNINI, 1962).

Nella zona tra Montecatini Val di Cècina ed il Torrente Ragone, la base del ciclo marino (al di sotto dei gessi) è costituita da conglomerati, arenarie e sabbie grossolane fossilifere con Pectinidi e Ostreidi. Verso Montecatini ai conglomerati si intercalano calcari del tipo precedentemente descritto.

In conclusione la parte basale della serie marina è costituita essenzialmente da livelli clastici più o meno grossolani ed esistono sempre tali variazioni di facies che nessuna formazione, fra quelle ora descritte, è predominante sulle altre.

Un esempio tipico di quanto si è detto è osservabile nella zona a Nord-Est di Casaglia, tra podere Casalino, podere Casciano e Gello, di cui riportiamo alcune sezioni esplicative.

- 1) Sezione presso podere Berretta (tra Miemo e Casaglia, tav. Riparbella).
- 2) Sezione al podere Casalino, 500 m a Sud della precedente.
- 3) Sezione a 500 m a Sud della precedente.
- 4) Sezione presso Gello (3 km a Ovest di Ponteginori), al margine delle tavolette Riparbella e Montecatini.

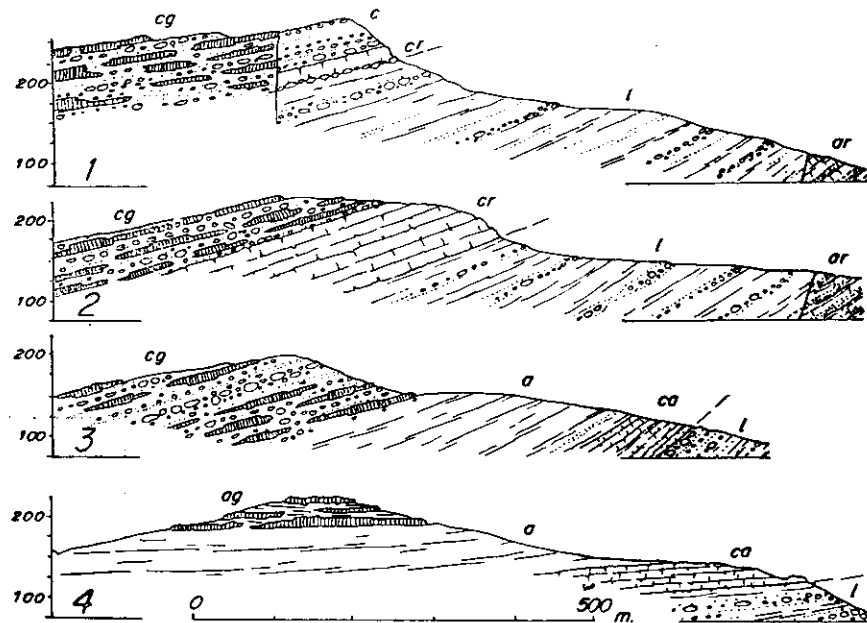


FIG. 7 — Quattro sezioni di dettaglio per mostrare le variazioni di facies nei terreni del Miocene superiore. (Queste sezioni sono riportate anche sul Foglio Volterra alla scala 1: 100.000).

- cg — conglomerati con lenti di gesso;
- ag — argille sabbiose con lenti di gesso;
- c — conglomerato;
- cr — « calcare di Rosignano ».
- a — argille e argille sabbiose con *Pycnodonta navicularis*.
- ca — calcare marnoso con Anellidi;
- l — formazione lacustre: argille con frustoli di lignite alternanti con conglomerati e arenarie grossolane;
- ar — arenaria di Montecatini (torbidite).

Età della formazione. — Il calcare di Rosignano e i depositi ad esso eteropici, già attribuiti al Tortoniano, secondo le recenti ricerche di G. RUGGERI (1957) devono attribuirsi al Messiniano.

Sul 100.000 sono stati cartografati come **Mag** anche i conglomerati della base del ciclo mio-pliocenico della zona di Chianni-Orciatice; questi, a differenza delle formazioni precedentemente descritte, sono nettamente discordanti anche sulla formazione lacustre. In questo caso però i conglomerati hanno un'età più recente che negli altri luoghi, in quanto la trasgressione marina è qui avvenuta alla fine del Messiniano (P. SQUARCI e L. TAFFI, 1963).

Mg — *Argille con lenti di gesso (g) e di salgemma (NaCl), sabbie, conglomerati talora tripoli alla base.*

La formazione è caratterizzata dalla presenza di banchi di gesso e di salgemma di origine evaporitica. Il gesso, si presenta in modi diversi: gesso ceroidale o alabastro microcristallino e gesso normale con cristalli di dimensioni variabili fino ad oltre un decimetro.

Alabastro di qualità pregiate viene cavato specialmente nella zona del Torrente Marmolaio ad Ovest di Castellina Marittima e nel Volterrano, fra Mazzolla e la Spicchiaiola.

I banchi di gesso sono intercalati a materiali detritici di varia natura e dimensione; nell'insieme la formazione è caratterizzata da variazioni notevoli di sedimenti sia in senso verticale che orizzontale, tanto che non è possibile farne una stratigrafia dettagliata per l'intera zona del foglio, ma è opportuno studiarla per vari bacini.

Bacino della Fine.

In questo bacino è ricostruibile la seguente serie (E. GIANNINI, 1962), dal basso in alto:

- 1) Marne zonate.
- 2) Tripoli.

3) Marne zonate con intercalazioni di gesso.

4) Sabbie, argille sabbiose e ciottoli con intercalazioni di gesso.

1) *Marne zonate.*

Si tratta di marne e marne argillose caratterizzate da una evidente stratificazione in letti alternativamente di colore diverso: grigio giallastro chiaro e grigio nerastro. Gli straterelli chiari sono costituiti da materiale sottile (argilla e limo), quelli scuri sono più ricchi di calcare di origine probabilmente chimica.

2) *Tripoli.*

Ha l'aspetto delle marne zonate, è sottilmente stratificato; di colore più chiaro, talvolta bianco, è poroso e friabile, ha un elevatissimo tenore in silice. Queste caratteristiche dipendono dal fatto che il tripoli è costituito quasi esclusivamente da frammenti di gusci di Diatomee. Il tripoli forma intercalazioni nella parte alta della formazione marnosa, ha potenza variabile e modesta, tuttavia è un orizzonte abbastanza costante per tutta l'area del bacino della Fine ed è osservabile specialmente sul fianco orientale fra Rosignano Marittimo e Castelvecchio.

3) *Marne zonate con intercalazioni di gesso.*

Al di sopra della formazione dei tripoli appaiono le prime bancate di gesso che si intercalano a marne zonate, con i caratteri di quelle precedentemente descritte.

4) *Sabbie, argille sabbiose e ciottoli con intercalazioni di gesso.*

In questo livello il gesso si intercala a materiali grossolani, formati da arenarie o sabbie, da limo ed argilla e talvolta da conglomerati. Gli elementi detritici sono costituiti da rocce appartenenti ai complessi alloctoni che formavano le sponde del bacino.

Nella parte alta della formazione raramente si trovano livelli di marne

e marne calcaree a lastrine e zonate, come quelle della parte bassa della formazione gessifera. In uno di questi livelli, presso podere Pane e Vino, sono stati rinvenuti giacimenti fossiliferi del Miocene superiore, con resti di pesci (S. DE BOSNIASKI, 1878-79, *a, b, c, d*; 1879 *a, b*), foglie (W. BERGER, 1957), sicuramente riferibili al Sarmaziano, e pollini (TREVISAN Lavinia 1967).

Per maggiori notizie sulla serie gessifera del bacino della Fine vedi E. GIANNINI (1962).

Bacino di Saline di Volterra - Ponteginori - Montecatini Val di Cècina.

Anche qui il gesso si trova associato a materiali diversi, ma per la maggior parte ad argille e marne. In questa zona inoltre compare il salgemma, in bancate potenti talvolta oltre 20 metri (in genere tre sono le bancate sfruttate industrialmente: nei pressi di Ponteginori, dalla Soc. Solvay; a Saline di Volterra, dalle Saline di Stato e dalla Soc. ENEL-Larderello).

La potenza dei banchi di gesso è variabilissima: da pochi centimetri a qualche metro. Come si è detto il gesso è in genere associato ad argille e marne; intercalati ai gessi però si trovano anche orizzonti sterili costituiti da marne grige talvolta zonate (vedi bacino della Fine), arenarie, con sottili livelli arenacei intercalati, argille sabbiose, conglomerati in genere costituiti da elementi di rocce verdi.

Bacino ad Est di Volterra: Monte Nero, Era Viva, Era Morta.

In questa zona i sedimenti detritici grossolani hanno il sopravvento: la sezione dell'Era Viva mostra infatti un'alternanza di grossi livelli conglomeratici a livelli sabbiosi ed argilloso-sabbiosi. Il gesso è qui associato sia alle argille che ai conglomerati. Anche qui esistono per lo meno due livelli argillosi con faune di ambiente marino, nelle quali si notano *Pycnodonta navicularis*, *Arca*, *Cardium*. Un campione di argilla di una di queste intercalazioni (1 km a SSE di Uignano) ha dato la seguente microfauna:

Bolivina dentellata TAVANI;

Bolivina dilatata REUSS;

Bolivina scalprata miocenica MACFADYEN;

Bulimina echinata D'ORBIGNY;

Bulimina aculeata D'ORBIGNY;

Valvulineria bradyana (FORNASINI);

Cibicides boueanus (D'ORBIGNY);

Radioli di Echinidi.

Bulimina echinata presenta caratteri patologici. La microfauna presenta i caratteri dell'oligotopia, essendo piuttosto povera nel numero di specie anche se gli esemplari sono numerosi.

La presenza di alcune specie esclusivamente o particolarmente diffuse nel Miocene (*Bolivina scalprata miocenica*, *Bulimina echinata*) o tipiche del Miocene superiore (*Bolivina dentellata*) i caratteri patologici di alcune di esse (*Bulimina echinata*), l'oligotopia della fauna, inducono ad attribuire al Messiniano questa associazione di microforaminiferi.

3) *Depositi marini del ciclo pliocenico.*

Vi si distinguono le seguenti formazioni:

Formazione basale.

Pm — *Marne biancastre e argille azzurre con Pycnodonta navicularis e Pteropodi.*

Là dove la serie marina miocenico-pliocenica è continua, sopra il livello **Mg** del gruppo precedente e senza apparente discordanza con questo, compare sempre una formazione prevalentemente argillosa, caratterizzata dalla presenza di *Pycnodonta navicularis*, alla quale spesso si trova associato *Amussium cristatum* (BRONN.).

Si tratta di una formazione costituita quasi essenzialmente da argille di colore azzurro cenerino con rare intercalazioni di marne e di calcari marnosi. In genere l'unico elemento che distingue questa formazione dalle argille di facies piacentiana (livello **Pag**) è dato dalla presenza di *Pycnodonta navicu-*

laris. Dato però che questo fossile non è molto frequente, una distinzione cartografica tra le due formazioni, basata solo sulla presenza o meno di esso è praticamente impossibile, per cui questo livello a *navicularis* è stato cartografato solo dove assume dei caratteri litologici tali da permetterne una facile distinzione dalle argille di facies piacentiana soprastanti.

Questo fatto si verifica tra Chianni e Orciatico (P. SQUARCI e L. TAFFI, 1963) dove questa formazione è caratterizzata, oltre che dalla presenza di *Pycnodonta navicularis*, di *Amusium cristatum* e di Pteropodi (G. STEFANINI, 1935), da un'alternanza di arenarie, sabbie e argille. Nella parte bassa di questa formazione compaiono anche dei livelli di ciottoli, mentre verso l'alto predominano le alternanze sabbiose e argillose che passano gradualmente alle argille vere e proprie di facies piacentiana.

Nei livelli arenacci e sabbiosi si rinvengono numerosi Pettinidi, Ostreidi e Balanidi.

Presso Orciatico, il sopradetto livello delle argille a *navicularis* è stato metamorfosato e trasformato in termantite (T) al contatto con le selagiti.

Termantiti affiorano anche presso Montecatini di Val di Cècina, sempre al contatto con le selagiti, ma, data la mancanza di fossili, non vi sono elementi per sapere se si tratta dello stesso livello di Orciatico oppure di argille più antiche, di età miocenica.

Peg — *Conglomerati, sabbie, lenti di calcari detritico-organogeni* (dove il Pliocene inizia con una trasgressione).

Dove il Pliocene è trasgressivo e discordante sui terreni pre-miocenici o miocenici, è costituito da un insieme di sedimenti clastici grossolani, che, data la vasta estensione areale nella quale affiorano, non presenta ovunque caratteri identici.

Presso il margine orientale del bacino della Fine, da S. Ermo fino alla altezza di Pomaia, il Pliocene basale è rappresentato da una formazione costituita da ciottoli sciolti o mal cementati, in cui si incontra frequentemente *Pycnodonta navicularis*. Questo livello ciottoloso passa gradualmente verso l'alto, attraverso sabbie e sabbie argillose, alle argille di facies piacentiana (E. GIANNINI, 1962).

Da S. Ermo a Chianni la serie marina pliocenica inizia con dei sedimenti costituiti da conglomerati, arenarie ben cementate e calcari detritici organogeni. Questi presentano spesso stratificazione incrociata. Tra i fossili osservati degno di nota è *Clypeaster pliocenicus* SEGUENZA, caratteristico dei depositi di spiaggia del Pliocene.

Tra Montaione e il Castagno la base del Pliocene è costituita quasi essenzialmente da sabbie, in minore misura da conglomerati e da calcari detritici organogeni. Le sabbie di base, dal punto di vista litologico, sono pressoché identiche a quelle regressive (livello Ps); solo talora sono più grossolane e più cementate.

Come conglomerato basale pliocenico (Pcg) è stato cartografato anche il conglomerato affiorante presso Fatagliano e Poggio Scornello. Il LOTTI l'aveva cartografato come Miocene (B. LOTTI e M. CANAVARI, 1906); in realtà questo conglomerato non è proprio alla base della serie pliocenica, ma costituisce una grossa intercalazione nelle argille a *Pycnodonta navicularis* plioceniche. In questo conglomerato sono stati rinvenuti ciottoli di eurite e porfido. Come ha sostenuto G. MARINELLI (1955), per gli analoghi conglomerati della Maremma grossetana, questi ciottoli di rocce magmatiche debbono provenire dall'erosione del massiccio granodioritico elbano. Poiché recentemente l'età del consolidamento del granito elbano è stata da G. FERRARA, B. HIRT, G. MARINELLI, E. TONGIORGI (1961), stabilita a 7 milioni di anni or sono, si può concludere che i fenomeni di erosione, trasporto e sedimentazione che hanno portato alla formazione dei conglomerati di Fatagliano e Poggio Scornello, sono in ogni modo posteriori a tale limite.

Si ha così un punto di riferimento importante per la datazione dei livelli del Pliocene basale e quindi per la fine del Messiniano.

Pag — *Argille azzurre e cenerine (facies piacentiana)*.

Si tratta di una formazione molto uniforme costituita quasi essenzialmente da argille, in genere molto plastiche, talora leggermente sabbiose. I colori predominanti sono l'azzurro cenerino e il grigio cenere. Talora alle argille sono intercalati grossi banchi di calcari marnosi e marne di colore

grigio giallastro. In genere queste intercalazioni calcareo-marnose sono piuttosto rare; diventano frequenti solo eccezionalmente, come ad esempio in corrispondenza del dosso compreso tra il Fiume Fine e il Torrente Savolone (E. GIANNINI, 1962). Intercalate alle argille compaiono inoltre e non sempre nella parte alta di queste, livelli di sabbie (per esempio nella zona del Crocino, a Sud di Castell'Anselmo; nella zona di Mazzolla, a Sud di Volterra) e di calcari detritici organogeni ad *Amphistegina* (nella zona di Casa Bianca a Nord di Pieve Vecchia). Questi sono stati cartografati rispettivamente come livello Ps e Pc dove il loro spessore non era esiguo.

Lo spessore di questa formazione argillosa è estremamente variabile tanto che in alcuni casi si riduce a zero, come ad esempio presso Parlascio e Ceppato (L. TREVISAN, 1949) e presso Montaione (R. MAZZANTI, 1961).

Età: Pliocene.

Pags — *Argille e sabbie (livello a Cladochora).*

Costituiscono piccoli affioramenti con giacitura trasgressiva tra Riparbella e Casaglia. Si tratta di argille, sabbie e subordinatamente ciottoli (a Nord di Podere Urlari). Questo livello ha il suo massimo sviluppo a Sud di questa zona, tra Montescudaio e Casale Marittimo (foglio 119 — Massa Marittima), dove costituisce una facies di transizione tra Piacenziano ed Astiano (F. SAGGINI, 1959).

Ps — *Sabbie gialle, arenarie (facies astiana).*

Si tratta di una formazione molto sviluppata nella zona in esame e costituita quasi esclusivamente da sabbie molto fini, generalmente stratificate in banchi di qualche metro di spessore, ed arenarie ben cementate, ad elementi più grossolani e contenenti spesso un gran numero di fossili. Presso Volterra nella parte alta di questa formazione, compaiono dei livelli di calcari detritici organogeni.

La lunga esposizione agli agenti atmosferici ha conferito a questi sedimenti un colore arancio tipico dell'ossidazione.

In alcune zone (specialmente nella zona ad Est del T. Evola) intercalati alle sabbie e alle arenarie di cui sopra, compaiono numerosi livelli sabbioso-

argillosi e addirittura argillosi, di spessore in genere modesto, tanto che solo raramente è stato possibile cartografarli (zona di Canneto-Granaiolo alla estremità NE del foglio). Questi, in alcuni casi, contengono sottili livelli torbosi (zona di Peccioli) o cristalli di gesso (Villa Saletta).

La formazione in genere è molto fossilifera. In questa a faune di ambiente marino si alternano frequentemente faune di ambiente salmastro. Queste alternanze fanno pensare ad un ambiente estremamente litorale, in cui frequenti dune separavano piccole lagune dal mare.

Pc — *Calcari detritico-organogeni ad Amphistegina (facies astiana).*

Nella zona di Bagni di Casciana (ora Casciana Terme) e precisamente presso Ceppato e Parlascio, dove il ciclo marino pliocenico ha avuto sviluppo modesto (L. TREVISAN, 1949) affiora una formazione costituita essenzialmente da calcare detritico-organogeno, molto poroso, a stratificazione incrociata bene evidente: frequente *Amphistegina* cfr. *lessonii* (D'ORBIGNY) ed *Elphidium crispum* (LINNEO), ora misti a detriti organogeni di altra natura, ora formanti da soli (e specialmente *Amphistegina*) strati di calcare friabile e poroso.

Questa formazione raggiunge uno spessore massimo di 60-70 metri, presso Ceppato, mentre poco più a Nord passa lateralmente alle sabbie e alle arenarie di cui al paragrafo precedente.

4) $\sigma \epsilon$ — *Selagiti.*

Sulla tav. II nel gruppo 4 sono indicate le rocce ignee di Orciatice e Montecatini, di età pliocenica, che sono descritte nel capitolo delle rocce ignee.

5) *Depositi del Quaternario.*

Qcal — *Sabbie litorali, argille sabbiose e calcari detritico-organogeni con faune a Cyprina islandica (Calabriano).*

I sedimenti appartenenti al ciclo Calabriano affiorano negli angoli a SW e NW del foglio 112.

La distinzione del Calabriano rispetto al Pliocene e rispetto alle formazioni posteriori è possibile su base paleontologica e stratigrafica. Dal punto di vista paleontologico il Calabriano si distingue dal Pliocene per la comparsa nel Mediterraneo di specie atlantiche tra le quali la più caratteristica è *Cyprina islandica* (LINNEO).

Rispetto al Siciliano le faune calabriane si distinguono per la sopravvivenza di specie esistenti nel Pliocene e che con l'inizio del Siciliano risultano scomparse dal Mediterraneo. Ricordiamo tra queste varie specie del genere *Cardita* (*C. rudista* LAMARCK, *C. rhomboidea* (BROCCHI), *C. revoluta* SEGUENZA, *C. elongata* (BRONN), *Dentalium sexangulum* SCHRÖTH, alcune specie di *Fusus*, di *Turritella* (*T. subangulata* BROCCHI, *T. vermicularis* BROCCHI).

Oltre al classico giacimento di Vallebaia noto dal secolo scorso, numerosi altri sono stati recentemente individuati e studiati: si veda a questo proposito E. GIANNINI (1951), G. TAVANI (1954).

Altre località fossilifere individuate durante il nuovo rilevamento sono indicate sulla carta geologica.

I depositi calabriani iniziano con una trasgressione per cui in alcuni luoghi si sovrappongono direttamente alle argille plioceniche, per esempio: nella zona di Castell'Anselmo e nella valle del Fiume Fine e nella parte SW del foglio (zona di Riparbella) e su varie formazioni più antiche fino alle argille con palombini.

La giacitura trasgressiva si manifesta chiaramente lungo le zone costiere di allora, cioè al margine dei bacini pliocenici. Altrove la discordanza è meno manifesta e in alcuni luoghi non è esclusa la continuità di sedimentazione dalle sabbie di facies astiana alle sabbie e sabbie argillose e argille del Calabriano basale.

Le sabbie dei depositi regressivi calabriani contengono scarsi fossili non significativi dal punto di vista cronologico e denotanti ambienti salmastri (*Ostrea edulis* LINNEO, *Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* LINNEO).

Q^{1 v} — *Sabbie fluviali, conglomerati e depositi ciottolosi di ambiente continentale.*

Questi sedimenti costituiscono un terrazzo di origine fluviale che giace sopra le sabbie di facies astiana (ad Est del Fiume Cascina) e sopra le sabbie

e sabbie argillose del Calabriano (ad Ovest dello stesso Fiume Cascina). Nella zona di La Rotta e ad Est di questa località prevalgono nettamente le sabbie, mentre ad Ovest alle sabbie si alternano livelli ciottolosi con elementi quasi esclusivamente provenienti dalla formazione del Verrucano.

Q^{1 t} — *Sabbie arrossate e ciottoli. Deposito marino litorale trasgressivo alla base e terminante con una superficie di regressione (Siciliano).*

I terreni riferibili al Siciliano affiorano soltanto nell'angolo SW del foglio dove formano un classico terrazzo marino che dalla costa si eleva verso l'interno fino a circa 120 metri.

Si tratta di un deposito sabbioso ciottoloso con strati mal distinti, suborizzontali, leggermente pendenti verso il mare.

I fossili, *Chlamys varia* (LINNEO), *Pecten jacobaeus* (LINNEO), indicano soltanto un ambiente marino almeno alla base. I livelli superiori presso la superficie di regressione hanno il colore rossastro dell'ambiente subaereo e probabilmente di un rimaneggiamento eolico.

L'attribuzione al Siciliano è puramente basata sulla posizione stratigrafica in quanto si tratta di un ciclo sedimentario marino posteriore a quello calabriano, trasgressivo su di esso e anteriore al ciclo Tirreniano che lo ricopre in trasgressione a quote più basse.

Q^{1 m} — *Sabbie e ciottoli (Tirreniano).*

Costituiscono un terrazzo marino che si estende a monte fino a circa 30 metri di altitudine. Mancano sezioni naturali e quindi la delimitazione si può fare basandosi su un criterio morfologico in quanto la superficie di questo terrazzo è sensibilmente meno inclinata di quelle dei terrazzi marini quaternari più antichi.

Da alcuni sondaggi eseguiti nel 1948 ai lati della Via Aurelia poco a SE di Vada si conosce la composizione di questi depositi fino alla profondità di una decina di metri. Si tratta di ripetute e irregolari alternanze di sabbie e ciottoli ora sciolti ora anche tenacemente cementati in forma di arenarie grossolane e conglomerati.

L'attribuzione al Tirreniano è documentata dal fatto che il terrazzo

rappresenta lo stesso episodio sedimentario che ha lasciato depositi e forme caratteristiche lungo la costa poco più a Nord (zona di Castiglioncello e della Buca dei Corvi) dove è nota una fauna marina tirreniana tipica ed abbondante (A. C. BLANC, 1953 e F. OTTMANN, 1954).

Q¹ f — *Sabbie fluviali.*

Nella zona NW del Foglio tra le alluvioni attuali della Valle dell'Arno e i depositi fluviali del livello **Q¹ v** si estende una fascia di debolissimi rilievi costituita da sabbie gialle con rarissime intercalazioni di limo argilloso.

Completamente sprovviste di fossili queste sabbie presentano granuli inferiori a 0,3 mm coi caratteri tipici dei depositi fluviali.

Per i loro rapporti con i terrazzi tirreniani di Livorno, e con i depositi profondi della pianura dell'Arno, questi depositi fluviali del Val d'Arno inferiore sono attribuiti dubitativamente al Würm I-II.

tv — *Travertini.*

Nella zona del foglio Volterra i travertini sono ampiamente rappresentati intorno a Casciana Terme e presso Iano.

La loro connessione con le sorgenti termominerali delle due zone è evidente, in particolare nella zona di Iano accanto a travertini relativamente antichi e con ampie fessurazioni riempite di alabastrite si osserva la deposizione attuale del travertino nella sorgente presso la fattoria « La California ».

Q₂ t — *Depositi alluvionali terrazzati.*

I versanti di tutte le valli di una certa entità comprese nella zona presentano attenuazioni del pendio con depositi ciottolosi di origine manifestamente fluviale che costituiscono vari ordini di terrazzi connessi con la evoluzione della rete idrografica. Pertanto nelle valli a varie riprese si sono alternate fasi di alluvionamento e di incisione erosiva.

Q₂ — *Depositi alluvionali attuali e recenti.*

I depositi alluvionali recenti e attuali sono molto sviluppati anche nelle parti più a monte delle valli in relazione, sia con la scarsa pendenza degli

alvei, specialmente in corrispondenza con i bacini pliocenici, che con la facile erodibilità delle formazioni sabbiose e argillose. La composizione dei materiali alluvionali, limo, sabbie e ghiaie, è in relazione con le rocce affioranti nel bacino.

df - dt — *Coperture di detrito.*

Nelle zone di affioramento delle argille con calcari palombini la copertura detritica acquista spesso notevole spessore e con carattere di vaste aree franose. La franosità di questa formazione dipende dalla forte frantumazione tettonica e dalla presenza di calcari, che favorisce la penetrazione delle acque meteoriche fino a profondità notevoli, dove il rammollimento delle argille provoca estesi scivolamenti. Questo tipo di detriti e di frane è stato distinto sulla carta con colore e sigla speciale **df**. La sigla **dt** indica i detriti di altra natura, di un solo tipo litologico, oppure misti.

Q₂ s — *Sabbie di spiaggia attuali.*

Sono presenti nell'angolo SW per una larghezza media di circa 50 m e presentano una morfologia con deboli ondulazioni dunari.

ROCCE IGNEE

PORFIROIDI.

Come è già stato accennato nella descrizione stratigrafica del complesso I, nel gruppo di formazioni toscane, le sole rocce ignee presenti sono rappresentate da un sottile banco di porfiroide posto al di sopra del Carbonifero superiore del nucleo di Iano. Ha riscontro nei porfiroidi delle Apuane e dell'Elba orientale, pure associati ai terreni più antichi (*Atti Symposium Verucano*, 1966).

OFIOLITI.

Le ofioliti (serpentine σ , gabbri ϵ e diabasi δ) si interpretano come rocce derivate da episodi di vulcanismo sottomarino, di cui il diabase rappresenta

grandi espandimenti lavici (senza che si possa escludere, almeno in qualche parte, che si tratti di intrusioni sotto tenue coltre di sedimenti sottomarini relativamente profondi).

Appartengono al Giurassico superiore. Sui rapporti di sovrapposizione è già stato fatto cenno nella parte stratigrafica. I diabasi presentano talora il colore verdastro tipico, ma sono frequenti le masse di colore rosso violaceo dovuto ad alterazione (per. es.: Montecatini).

Secondo ricerche inedite dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Pisa, nell'alveo del Torrente Fosce (2 km a Ovest di Orciatico), associate alle ofioliti ivi affioranti, esistono due piccole masse di un granito alcalino, che presenta questi caratteri: è costituito essenzialmente da albite e orneblenda verde a cui si associano in quantità subordinata microclino e talvolta quarzo e carbonati. La forte prevalenza dell'abite su gli altri minerali mette in luce la natura alcalino sodica di questo differenziato di tipo aplítico. Rocce di questo tipo, associate al complesso ofiolitifero, sono state rinvenute nei Monti Livornesi (Poggio Caprone) (S. BONATTI, 1933) e nei pressi di Castagno Val d'Elsa (F^o. 113 della carta d'Italia).

σ ε — *Trachiti femiche (selagiti)*.

Sono rocce prevalentemente a sanidino e biotite, con augite, olivina. Petrograficamente possono definirsi trachiti femiche.

Sono di aspetto massiccio, di colore scuro mal definibile, ma molto caratteristiche a causa di grandi abbondanti cristalli lamellari di biotite che si intersecano in tutte le direzioni. Secondo gli studi più recenti (G. MARNELLI, 1961) queste rocce, che sono assai diffuse anche in altre zone della Toscana, rappresentano un differenziato di tipo pneumatolitico derivante dai comuni magmi acidi che formano le cupole intrusive affioranti nell'Arcipelago toscano, a Campiglia e a Gavorrano.

La roccia ha spesso una struttura colonnare (Montecatini) e talvolta, nelle vicinanze dei contatti (Orciatico) diventa nera, afanitica e bollosa. A Montecatini è intersecata da numerosissimi ed esili filoncelli di tipo aplítico ricchi di sanidino, quarzo ed un pirosseno egirinaugitico.

La giacitura è tipicamente laccolitica superficiale a Orciatico, mentre a Montecatini è un corpo irregolare sicuramente subvulcanico.

L'età assoluta dell'intrusione, determinata con il metodo K/Ar risulta di 4,1 milioni di anni (S. BORSI - G. FERRARA - E. TONGIONI, 1967).

IV — TETTONICA

Come è già stato detto nella trattazione della stratigrafia sono presenti nella zona vari complessi. Anche nella descrizione tettonica occorre riferirsi agli stessi complessi in quanto alcuni di essi hanno stili di deformazioni notevolmente diversi.

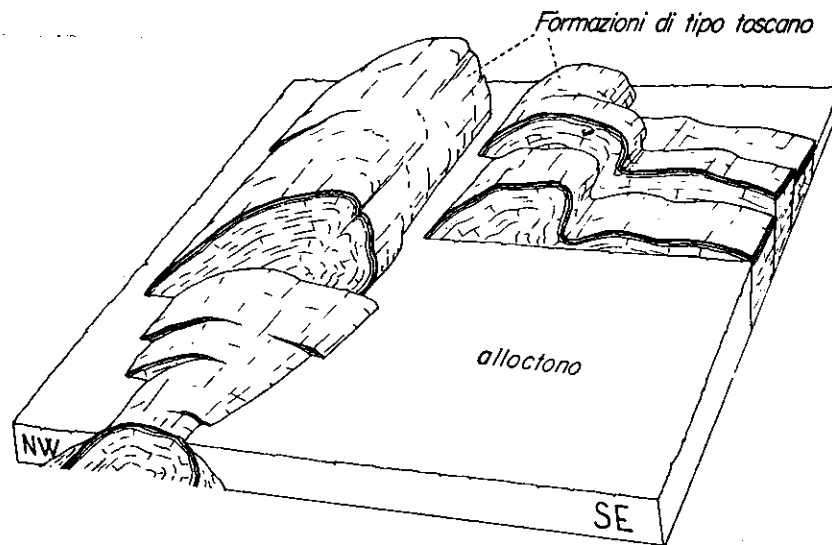


FIG. 8 — Schema per mostrare le condizioni strutturali del nucleo di Casciana Terme. I terreni di tipo toscano affiorano come anticlinali con assi SW - NE fortemente dissimetriche e con ribaltamento verso SE. Queste strutture sono troncate in direzione appenninica (NW - SE) da un sistema di faglie i cui piani hanno immersione verso SW. Le strutture sono ricostruite fino alla formazione delle radiolariti del Giurassico superiore.

COMPLESSO I — Formazioni di tipo toscano.

Gli affioramenti sono limitati alla zona di Bagni di Casciana (Casciana Terme) e alla zona di Iano. Questi emergono come finestre tettoniche dai complessi alloctoni che li circondano; in entrambi i casi da un lato sono parzialmente ricoperti anche dai depositi neo-autoctoni. Le condizioni strutturali del nucleo di Casciana Terme-Chianni sono schematizzate nella fig. 8.

Il nucleo di Iano si presenta più complesso. I lembi dei terreni di tipo toscano, limitatissimi, si presentano con immersione verso NE. Tuttavia l'esistenza di una struttura complessa è testimoniata dalla descrizione sia pure sommaria del sondaggio di ricerca mineraria eseguito dal 1926 al 1930 fra Torri e Palagio.

Questo sondaggio dopo avere attraversato gli scisti del Carbonifero superiore, dalla profondità di 564 metri a 600 ha incontrato dolomia con

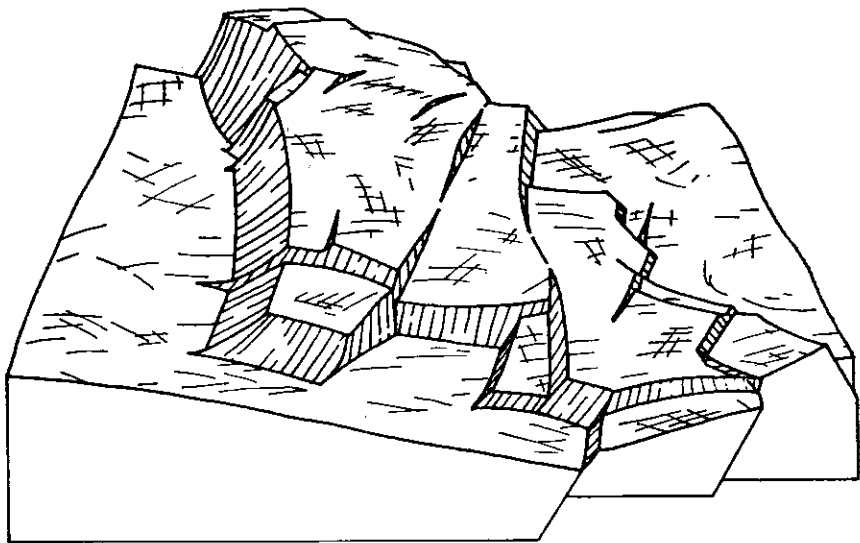


FIG. 9 — Rappresentazione schematica delle condizioni strutturali del rilievo tettonico di Iano.

anidrite, vale a dire, probabilmente, la formazione evaporitica del Trias superiore.

Non esistono elementi per conoscere se questa ripetizione della serie sia dovuta ad una piega rovesciata o a un raddoppiamento della serie avvenuto con modalità diverse.

Nell'insieme il rilievo strutturale di Iano è un pilastro tettonico (Horst) limitato da faglie dirette come è indicato nella fig. 9.

COMPLESSI II - III - IV - V.

Il complesso II (Gruppo dell'Alberese: serie di Rocca Montanino) ricopre tettonicamente il nucleo di Casciana Terme e Chianni (P. SQUARCI e L. TAFFI, 1963). I terreni della serie di Rocca Montanino e del Torrente Fosce nell'insieme si presentano come una grande placca con deboli curvature senza assi ben definiti. Alla scala dei singoli affioramenti la compagine originaria degli strati appare per lo più affetta da scorrimenti differenziali con frequenti piccoli accavallamenti. Si può pensare che queste deformazioni di dettaglio siano dovute al modo particolare con cui questa formazione ha reagito nel movimento di traslazione a cui deve la sua messa in posto sopra i terreni di tipo toscano.

Il complesso III (Gruppo del Flysch cretaceo tipo M. Antola) ricopre tettonicamente il complesso II (Gruppo dell'Alberese eocenico) (P. SQUARCI e L. TAFFI, 1963).

Nei terreni appartenenti al Complesso III sono osservabili, a grande scala, pacchi di strati in posizione rovesciata ed altri in posizione diritta. Il raccordo tra le porzioni di serie rovesciata e quelle di serie diritta, in genere non avviene attraverso semplici pieghe; sono frequenti invece fratture, laminazioni e sovrascorrimenti che affiancano le porzioni diritte a quelle rovesciate.

Il complesso IV (Gruppo delle Argille scagliose ofiolitifere) ricopre tettonicamente il complesso III e i sedimenti della serie del T. Fosce (Complesso II). In relazione al suo spessore maggiore e alle varie formazioni con proprietà meccaniche diverse che lo compongono, ha subito deformazioni più intense, che nelle parti sud-occidentali del Foglio possono riportarsi nell'insieme a due grandi pieghe con assi in direzione appenninica (NW-SE),

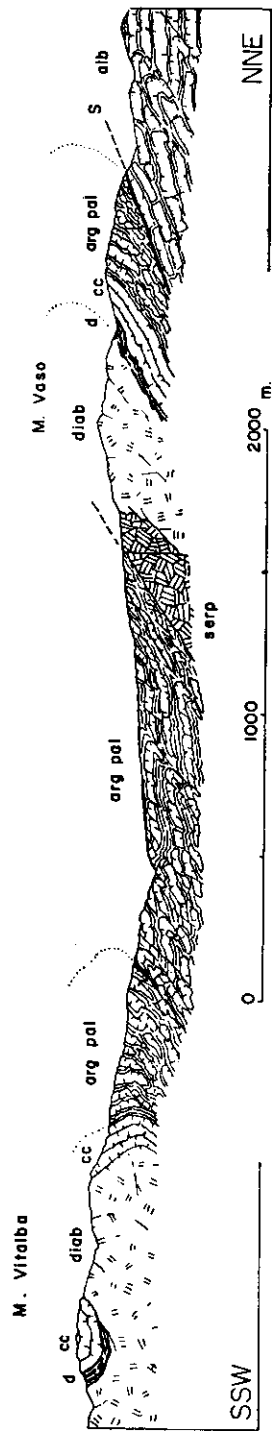


FIG. 10 — Sezione per mostrare i motivi a piega rovesciata del complesso ofiolitifero.

arg pal = argille e palombini

cc = calcari a Calpionelle

d = radiolariti

diab = diabase

serp = serpentine

alb = flysch cretaceo

s = superficie di sovrascorrimento del gruppo ofiolitifero sul flysch cretaceo.

rovesciate verso NE. La più evidente è quella di Castellina Marittima (M. Vitalba); la successiva (M. Vasino e M. Vaso) è complicata da una quantità di minori dislocazioni (fig. 10).

Nella parte orientale del Foglio le deformazioni del complesso IV mostrano nell'insieme lo stesso stile con deformazioni molto intense, ma la limitatezza degli affioramenti non consente la ricostruzione di motivi generali. In questa zona è evidente la sovrapposizione tettonica di questo complesso alla formazione evaporitica di tipo toscano.

Il complesso V [arenarie (Montecatini di Val di Cècina, Iano, Monte Nero) e argille varicolori senza connessioni visibili con serie definite] viene considerato come unità tettonica a sé stante soltanto perché i suoi rapporti con serie note non sono determinabili con sicurezza sul terreno.

COMPLESSO VI — Neoautoctono.

Il complesso neoautoctono occupa più di tre quarti dell'area del Foglio Volterra. Esso giace in trasgressione su tutti i complessi precedenti ed ha cominciato a deporsi quando essi avevano già subito la tettonogenesi parossismale, nel senso che gli avvenimenti tettonici si possono ricostruire nel seguente ordine:

1) Arrivo nell'area considerata di complessi alloctoni II, III e IV sopra le formazioni di tipo toscano.

Nel nucleo di Iano l'arrivo di complessi alloctoni coincide con lo scivolamento verso NE di quella parte delle formazioni di tipo toscano che stanno al di sopra della formazione evaporitica del Trias superiore.

2) Dopo l'arrivo dei complessi alloctoni la zona subisce un corrugamento per cui cominciano a delinearsi le due strutture sopraelevate di Casciana Terme e di Iano separate tra loro da una depressione.

3) L'inizio della sedimentazione del complesso neoautoctono è stato determinato da un abbassamento generale della zona che ha determinato il ritorno del mare o almeno un accentuarsi delle depressioni preesistenti.

4) Dall'inizio del ciclo neoautoctono in poi, altri movimenti tettonici hanno avuto luogo, ma con modalità e stile molto diversi dai precedenti. Non si hanno più traslazioni nel senso orizzontale di complessi rocciosi, né deformazioni a piega indicanti compressione, ma soltanto movimenti disgiuntivi che si manifestano con faglie dirette e che accentuano le strutture preesistenti sovrapponendo ad esse strutture a Horst e Graben. In questo modo, nel bacino della Val d'Era lo spessore dei sedimenti neoautoctoni è massimo, come conseguenza della massima intensità dei movimenti di abbassamento, mentre in corrispondenza della struttura di Iano lo spessore è minimo per la minore intensità di questi movimenti.

Nella struttura di Casciana Terme il mare pliocenico, nel momento di massimo della sua trasgressione, non ha ricoperto tutta la struttura che è rimasta emersa in forma di isola. I sistemi di faglie a gradinata che hanno determinato queste strutture hanno assi in direzione appenninica (NW-SE), mentre altre faglie in direzione diversa possono considerarsi accessorie.

L'intensità di questi movimenti è stata decrescente dal Miocene superiore a oggi, cosicché, mentre nei depositi lacustri del Miocene superiore si osservano pendenze degli strati anche di oltre i quarantacinque gradi, nelle formazioni più recenti le pendenze diventano progressivamente minori. Alcune faglie hanno cessato i loro movimenti precocemente, altre hanno avuto varie riprese di movimento anche durante tutto il Pliocene e una parte almeno del Quaternario. I depositi calabrianici sono visibilmente, in vari luoghi, deformati da faglie dirette. Naturalmente questo tipo di movimenti tettonici posteriori al parossismo tetto-genetico e con stile nettamente disgiuntivo ha interessato non soltanto il complesso neoautoctono, ma anche le strutture precedenti, portando a queste ulteriori complicazioni. Nel complesso neoautoctono questi movimenti tardivi sono i soli che abbiano dato delle deformazioni.

V — MORFOLOGIA

La morfologia di questa zona, come del resto tutte le zone in cui intensi movimenti tettonici hanno avuto luogo in tempi recenti, deve i suoi lineamenti fondamentali alle strutture tettoniche. L'elemento più appariscente

è dato dalla Val d'Era che decorre approssimativamente lungo l'asse di una depressione tettonica recente in direzione appenninica (NW-SE) (fig. 11).

Le valli dell'Arno a Nord e della Cècina a Sud sono trasversali rispetto agli assi strutturali.

Mentre la Val di Cècina è prevalentemente una valle d'erosione, la Valle dell'Arno rappresenta invece anche una depressione tettonica con asse trasversale. I corsi d'acqua minori seguono spesso linee strutturali, come i bacini del F. Cècina e del F. Fine, e hanno andamenti N-S, che risentono dell'allungamento in direzione N-S del rilievo strutturale, Casciana Terme - Castellina Marittima - Riparbella. Le forme di dettaglio sono legate alla consistenza litologica dei vari complessi, pertanto verranno brevemente descritte singolarmente.

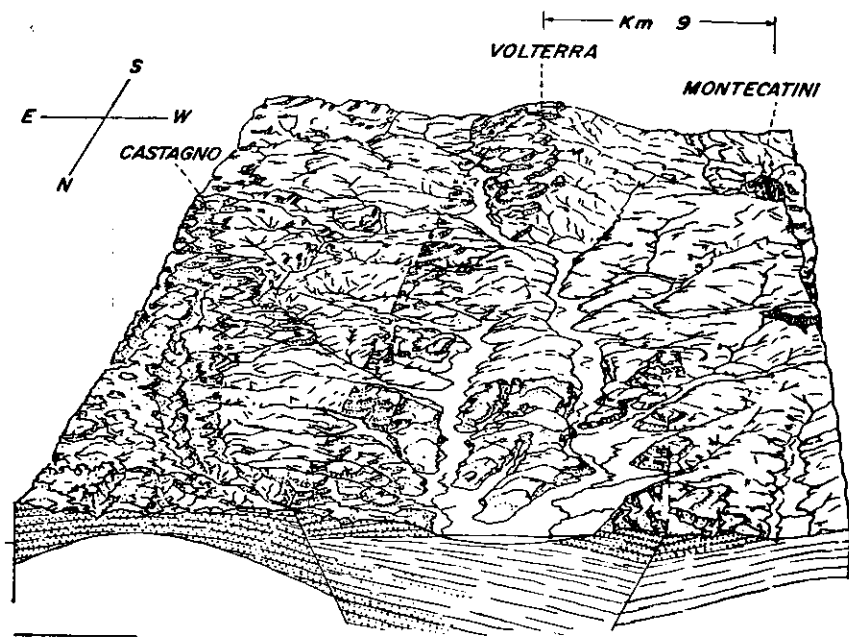


FIG. 11 — Stereogramma per mostrare la corrispondenza tra il bacino morfologico dell'alta Val d'Era con la fossa tettonica (Graben). La visione è da Nord verso Sud.

L'eseguità degli affioramenti non ha consentito lo sviluppo delle forme che sono proprie alle serie con grande sviluppo di calcari e di versanti particolarmente ripidi.

COMPLESSI II - III - IV - V.

Costituiscono le parti più elevate di tutta l'area. Abbondano i detriti per la facile disgregabilità delle rocce mentre le forme sono prevalentemente arrotondate. Emergono spesso con versanti più ripidi le masse maggiori di diabase e di serpentina.

COMPLESSO VI.

Il complesso presenta forme pianeggianti a terrazzi marini nell'angolo SW e forme piane nell'angolo NW in corrispondenza della pianura alluvionale dell'Arno che si prolunga nelle pianure alluvionali degli affluenti. Per il resto presenta le forme collinari tipiche dei terreni argillosi e sabbiosi. I vasti affioramenti d'argille danno luogo a forme arrotondate con pendii molto dolci. Nelle parti più elevate e specialmente nei dintorni di Volterra sono presenti anche le tipiche forme di rapida erosione di terreni senza vegetazione che sono i calanchi. In contrasto con i pendii dolci dei terreni argillosi le sabbie di facies astiana presentano versanti più ripidi così che la rottura di pendio, spesso accentuata dal cambiamento di vegetazione, è un elemento caratteristico del paesaggio.

Dove i depositi sabbiosi sono scalzati da erosioni recenti possono dar luogo a pareti molto ripide, come nell'esempio classico delle balze di Volterra.

Un carattere morfologico notevole è dato dal fatto che anche i minori corsi d'acqua, come possono essere gli affluenti che scorrono in bacini di due o tre chilometri di lunghezza, presentano un piatto deposito alluvionale sul fondo valle che si addentra fin quasi alle testate come chiaramente indicato dalla carta. Come è già stato ricordato questo fatto dipende dalla facile erodibilità dei terreni, per cui nelle fasi di piena i corsi d'acqua trasportano rilevanti quantità di materiali solidi.

1) STABILITÀ DEI TERRENI.

Nell'area del foglio Volterra le formazioni che danno luogo a terreni instabili sono essenzialmente due: le argille plioceniche (spesso con le sottostanti argille gessifere del Miocene superiore) e la formazione delle argille scagliose con palombini.

Le prime hanno un'estensione grandissima; le zone dove le frane raggiungono maggiore entità sono specialmente quelle circostanti a Volterra dove le formazioni argillose si trovano ad altitudini maggiori e dove la più rapida erosione dei torrenti crea versanti più ripidi e di conseguenza condizioni più favorevoli alle frane.

La formazione delle argille a palombini (come è stato accennato a proposito delle coperture di detrito) è pure soggetta a dissesti franosi. È caratteristica di queste zone la formazione di vaste coperture detritiche franose nelle quali abbondano i frammenti caotici di calcari palombini.

2) IDROGEOLOGIA.

Generalità.

Il grande sviluppo che le formazioni argillose hanno nell'area del foglio Volterra, sia in superficie, sia come spessori, impedisce per la massima parte del territorio la circolazione sotterranea delle acque.

Le formazioni calcaree hanno sviluppo molto limitato. Il nucleo di calcari di Casciana Terme alimenta una circolazione sotterranea che dà luogo alle sorgenti termominerali di cui si dirà in seguito.

I « calcari a Calpionelle », di limitata estensione, danno luogo a modestissime sorgenti. I calcari ad *Amphistegina* e le sabbie gialle del Pliocene poggianti sul substrato impermeabile delle argille plioceniche cenerine e turchine, rappresentano aree di assorbimento di acque; mancano tuttavia le strutture concave capaci di concentrare le acque sotterranee; di conseguenza queste vengono a giorno come piccolissime sorgenti sparse (es.: Parlascio e Volterra).

Le maggiori masse di serpentina hanno spesso un grado di fessurazione che consente un certo assorbimento di acque che danno luogo a piccole sorgenti.

Nel terrazzo tirreniano nei dintorni di Vada (angolo SW del foglio) scorre una falda freatica a pochi metri di profondità, nella quale tuttavia si notano quantità non sempre trascurabili di cloruro di sodio. In corrispondenza del terrazzo Würmiano nell'angolo NW del foglio (a Est di Collesalveti) esistono pozzi artesiani che attingono acque da livelli ciottolosi sepolti nel Quaternario sottostanti ad argille e alle sabbie fini superficiali. Questi livelli acquiferi di ciottoli sono antiche alluvioni fluviali alimentate dalle sabbie calabrianne delle colline sulla sinistra dell'Arno.

I depositi alluvionali contengono praticamente sempre falde idriche subalvee. Esistono tuttavia limitazioni alla loro utilizzabilità. Anzitutto in molti casi il materiale alluvionale è limoso argilloso e quindi di scarsa permeabilità, cosicché la portata dei pozzi in esso scavati è modesta. Inoltre per aree vaste le acque subalvee sono selenitose e salate, a causa del fatto che le valli attraversano le formazioni ricche di gesso e di salgemma del Miocene superiore. Così tutta la fascia alluvionale della Val di Cecina nel tratto compreso nel foglio, ha acque di questo tipo.

Acque minerali.

Per le acque minerali si consulti la pubblicazione « Contributo alla conoscenza delle manifestazioni idrotermali della Toscana » di G. P. FRANCLANCI (1959) ed « Esame geochimico di acque termominerali toscane » di G. LONG e A. CAMISSA (1958).

Qui si farà cenno soltanto alle manifestazioni più importanti.

Sorgenti di Casciana Terme.

La sorgente naturale sgorga da una formazione quaternaria di argille giallastre, con frequenti intercalazioni di sabbie e irregolari placche di travertino. Questo, analogamente ad altre sorgenti termominerali della Toscana, è stato prodotto dalle acque stesse.

La temperatura delle acque è di circa 36° C. Tra gli anioni presenti dominano il solforico (0,887 gr/litro) e il monocarbonico (0,241 gr/litro); fra i cationi prevale il calcio.

Secondo R. MASINI e C. PORLEZZA (Atti Ist. Veneto di Sc. Lettere e Arti, t. 76, parte 2ª), nella composizione teorica dei sali che disciolti darebbero le concentrazioni osservate, il primo posto spetta al solfato di calcio (e di magnesio), seguito da bicarbonato di calcio; tutti gli altri sali sono in quantità senza confronto minori.

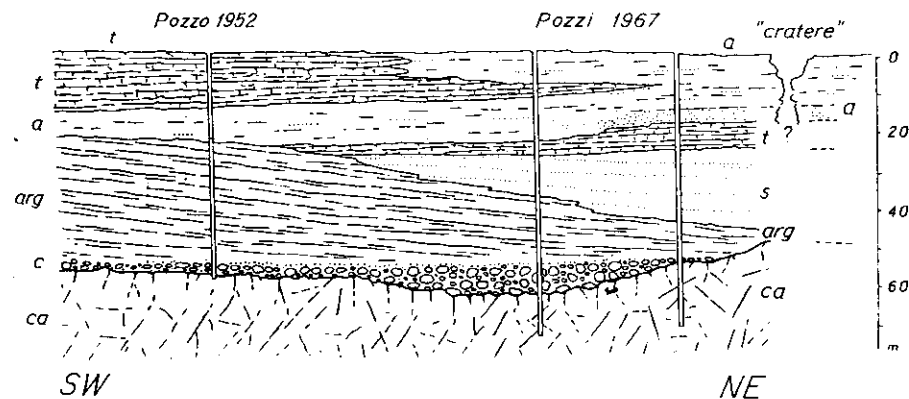


FIG. 12 — Sezione attraverso la zona delle sorgenti di Casciana Terme

- t = travertino (Quaternario)
- a = argille gialle con intercalazioni sabbiose (Quaternario)
- s = sabbie e calcari detritici porosi (Pliocene di facies astiana)
- arg = argille azzurre plastiche compatte (Pliocene di facies piacentiana)
- c = conglomerato poligenico di trasgressione
- ca = calcare massiccio grigio del Lias inferiore (Hettangiano)

La falda acquifera artesianiana è contenuta nel calcare massiccio dell'Hettangiano, nel conglomerato soprastante, poligenico, ricco di ciottolotti di diaspro.

A monte delle sorgenti le formazioni permeabili (calcari giurassici) assorbenti hanno estensione di circa 250 ettari. La portata delle sorgenti è variabile secondo l'andamento delle precipitazioni. Come altre sorgenti di acque termominerali solfatiche della Toscana, si ha ragione di ritenere che la

mineralizzazione abbia sede nella formazione evaporitica del Trias superiore (alternanze di strati di anidrite e dolomia).

Nel 1952 è stata fatta una trivellazione poco a monte del vecchio « cratere » delle Terme. Altri due sondaggi sono stati eseguiti nel gennaio e nell'aprile 1967. I dati dei terreni attraversati vengono qui per la prima volta pubblicati (fig. 12).

Per quanto si riferisce alle analisi delle acque si consulti G. LONG e A. CAMISSA (1958).

Sorgente minerale di S. Leopoldo.

Dallo stesso nucleo di Casciana Terme ha origine la sorgente di S. Leopoldo, che sgorga tuttavia non direttamente dalle formazioni del nucleo, ma alla distanza di circa duecento metri dalla faglia che limita il nucleo stesso verso NE da un pacco di strati calcarei del complesso dell'Alberese. L'acqua di S. Leopoldo non è termale (G. DAL PIAZ, G. MERLA, L. TREVISAN, 1950)-

Sorgenti di Bagni di Mommiolla e di Iano.

Anche queste acque sono solfatiche e la loro origine da una circolazione relativamente profonda è testimoniata dal fatto che sono connesse con faglie di entità notevole.

Come per le sorgenti di Casciana Terme, queste acque hanno formato placche molto estese di travertino.

Nella sorgente di Iano (podere California) la formazione del travertino è tuttora in corso.

L'analisi delle acque della sorgente di Bagni di Mommiolla è la seguente:

Temperatura C	18°
Salinità NaCl gr/l	0.09
Residuo a 180° gr/l	3.57
pH	6.9

Ioni per gr/l

H ₃ BO ₃	tracce
Ca	0.74
Mg	0.14
SO ₄	ass.
H ₂ CO ₃	1.77
H ₂ S	0.006

Rapporti rispetto al residuo

Ca %	21,0
Mg %	4,0
Mg/Ca	0.19

Sorgenti di Miemo.

Hanno portata minima.

L'acqua sgorga dal contatto tra diabase e serpentina, con una temperatura di 27° C. Sono acque con residuo a base di bicarbonati alcalino terrosi con contenuto in metalli alcalini, cloro e solfati inferiore al 10 %. Il contenuto salino è molto basso, tra 0,4 e 1,1 gr/l.

Palaia.

Presso Palaia, nella valle della Chiecinella, una sorgente a temperatura ordinaria (15° C) (apparsa nel 1846 dopo un terremoto), con acqua acidulo-ferruginosa è da ricordare per l'elevato contenuto in anidride carbonica, che viene utilizzata.

3) GIACIMENTI MINERARI.

Minerali metallici.

Il solo giacimento minerario di rilievo nella zona è quello — già da lungo tempo esaurito — di minerali di rame di Montecatini di Val di Cècina, legato geneticamente alle masse di diabase alterato.

Altri indizi di minerali di rame in altre masse diabasiche (per es.: Miemo e M. Vaso) non si sono rivelati alle ricerche di entità interessante.

In una bancata arenacea nel Carbonifero di Jano è nota da tempo una impregnazione di cinabro, in relazione con la faglia che porta in contatto il Pliocene col Carbonifero.

Salgemma.

Giacimenti di salgemma sono noti da lungo tempo nella Val di Cècina nell'area di Ponteginori-Saline di Volterra. Il salgemma è incluso nelle argille della formazione evaporitica del Miocene superiore, dove si presenta ordinariamente con tre banchi di spessore rilevante (fino a 20-30 metri).

Combustibili fossili.

Le ricerche di carbone nel Carbonifero di Iano hanno dato esito negativo; le piccole coltivazioni di lignite circa 1 km a Nord di Poggio di Cozzona (4 km a Sud di Chianni) nel T. Cortolla immediatamente a NW di Buriano e nel piccolo affioramento lacustre circa 2 km a W di Montecatini di Val di Cècina, non hanno mai messo alla luce che depositi di interesse limitatissimo e contingente.

Altri indizi di mineralizzazione (g).

Sono diffusi e frequenti lungo un allineamento Nord-Sud presso Poggio delle Faete a NE di Miemo.

La mineralizzazione interessa i calcari palombini, le ofioliti e le breccie sedimentarie del Torrente Fosce; si presenta con impregnazioni quarzose con noduli di limonite e di malachite, probabilmente dovuti ad alterazione superficiale di solfuri.

Il tipo di affioramento fa pensare ad un filone di solfuri a ganga quarzosa.

Materiali edili.

Pietre ornamentali.

Alabastro. Le cave di alabastro principali sono nel Torrente Marmolaio presso Castellina Marittima e in varie località del Volterrano (fra Mazzolla

e la Spicchiaiola). Fa parte del complesso evaporitico del Miocene superiore, e si presenta in banchi nei quali però l'alabastro costituisce una parte soltanto, in quanto sfuma frequentemente nelle varietà comuni di gesso.

Travertino e alabastrite. Come è già stato esposto, i travertini sono ampiamente estesi sia nella zona di Casciana Terme, sia al margine occidentale del nucleo di Iano. Di particolare interesse l'alabastrite molto pregiata che si estrae nella cava Pescatori presso La California (poco a Sud di Iano). L'alabastrite si trova come riempimento secondario di larghe fessure con andamento pressoché verticale nel travertino.

Calcere rosso ammonitico. Viene estratto da due cave in un affluente di sinistra del Torrente La Borra (circa due km a SW di Casciana Terme). Appartiene al Giurassico inferiore (Sinemuriano).

Calcere nero di Rocca Montanino. Da alcuni anni viene estratto dai terreni delle formazioni affioranti presso Rocca Montanino, un calcere marnoso nero che è suscettibile di lucidatura.

Materiali per costruzione. Vengono usate occasionalmente rocce diverse (selagiti, calcari di varie formazioni, travertino). Nella zona Parlascio - S. Frediano viene usato il calcere ad Amphistegina come pietra da taglio.

Altri materiali utili. Al Poggio alla Farnia e lungo la strada Casciana-Terme - Chianni, in corrispondenza del Botro La Fine, sono aperte cave nella formazione delle radiolariti, che forniscono pietrisco per uso stradale.

I calcari del nucleo di Casciana Terme sono usati per fabbricare calce. Al di fuori del nucleo di Casciana Terme, sono usati come pietra da calce e pietrisco i calcari a Calpionelle del complesso ofiolitifero.

In molti luoghi si utilizzano le argille plioceniche per la fabbricazione dei laterizi.

NOTA — Le determinazioni micropaleontologiche sono state eseguite da LAURA DALLAN.

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Pisa.

Manoscritto presentato il 19 ottobre 1965.

Ultime bozze restituite il 21 maggio 1969.

ERRATA CORRIGE RELATIVA ALLA CARTA GEOLOGICA
(FOGLIO 112 — VOLTERRA)

- 1) Tra i segni convenzionali alla sigla NaCl leggere; Pozzi per ricerche minerarie: NaCl = salgemma, ecc.
- 2) Nello: « Schema dei rapporti stratigrafici nella zona tra Ponte Ginori e Volterra », al posto di Pags leggere: Ps.
- 3) È stato aggiunto il limite tra Mlag e Mg, che non compare nella carta geologica stampata (Foglio 112 — Volterra), come risulta dalla fig. 13.
- 4) Nella leggenda al posto di Wurm II - III leggere Wurm I - II (?).

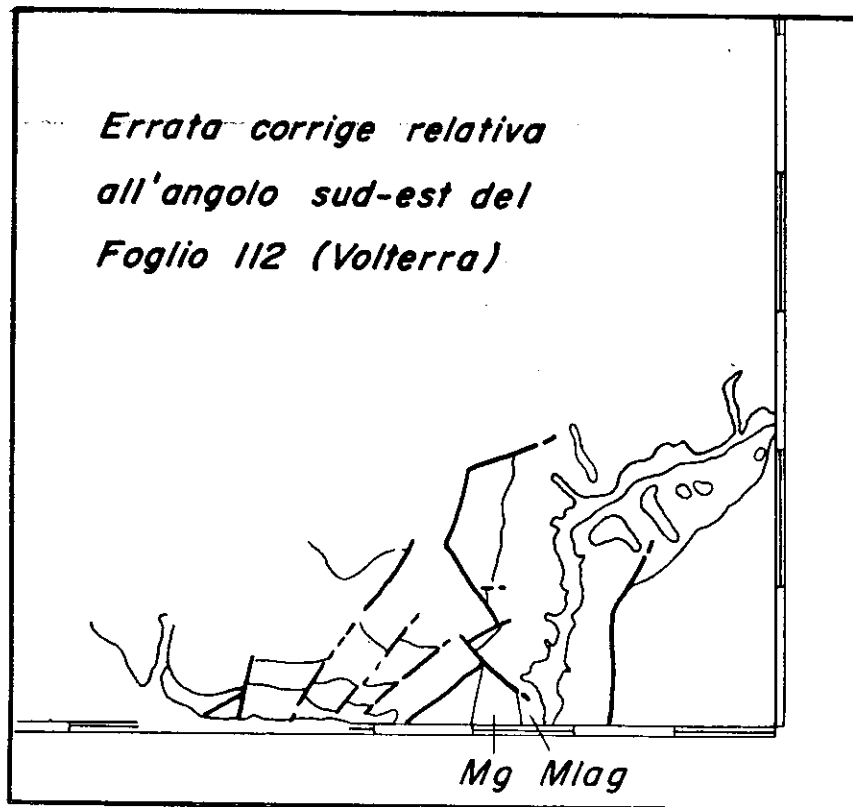


FIG. 13.

VII — BIBLIOGRAFIA

- Atti del Symposium sul Verrucano* (1966), « Soc. Tosc. di Scienze Natur. », Pisa.
- BARSANTI L. (1903), *Contribuzione allo studio della flora fossile di Iano*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, XIX, Pisa.
- BERGER W. (1957), *Untersuchungen an der obermiozänen (Sarmatischen) Flora von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana*, « Palaeontographia Italica », LI, Pisa.
- BLANC A. C. (1933), *Plage tyrrhénienne et dunes Fossiles de la Buca dei Corvi (Castiglioncello). Livret-guide de l'Excursion à Bagni di Casciana, Volterra e Castiglioncello*, « IV Congr. Internat. pour l'étude du Quaternaire » (INQUA), Roma - Pisa.
- BONATTI S. (1934), *Studio petrografico dei graniti della formazione ofiolitica appenninica*, « Boll. R. Uff. Geol. d'It. », LVIII, 7, 1953, Roma.
- BONDI F., SANDRUCCI L. (1949), *Su alcuni molluschi pliocenici della Val d'Era (Toscana) e su alcune anomalie di sviluppo*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LVI, Serie A, Pisa.
- BORGATO F. (1952), *La illite di Bagni di Casciana (Pisa)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LIX, Serie A, Pisa.
- BORRI C. (1913), *Sulla costituzione geologica dei terreni di Bagni di Casciana*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, XXIX, Pisa.
- BORSI S., FERRARA G., TONGIORGI E. (1967), *Determinazione con il metodo K/Ar delle età delle rocce magmatiche della Toscana*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXVI, 3, Roma.
- BORTOLOTTI V. (1962), *Sui rapporti ofioliti-Alberese tra Pieve S. Stefano e Borgo S. Sepolcro (Arezzo)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX, 3, 1961, Roma.
- BORTOLOTTI V. (1962), *Sulla posizione delle rocce della serie ofiolitica nell'Appennino Settentrionale a SE del Taro e della Magra*, « Boll. Geol. It. », LXXXII, 2, 1963, Pisa.
- BORTOLOTTI V., LAZZERI L. (1962), *Sulla giacitura delle rocce della serie ofiolitica nelle zone di Gambassi e dell'Impruneta (Firenze)*, « Boll. Serv. Geol. d'It. », LXXXV, 1964, Roma.
- CAPELLINI G. (1878), *Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congerie nei Monti di Livorno, di Castellina Marittima, di Miemo e di Montecatini*, « R. Acc. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », Memorie, Serie III, II, Roma.
- CAPELLINI G. (1880), *Gli strati a Congerie e la formazione gessoso-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno*, « R. Acc. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », Memorie, Serie III, V, Roma.

- CERRINA FERONI A., DECANDIA F. A., MAZZANTI R. (1968), *Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana marittima*. 5 -- *Nuove osservazioni sul flysch di Montatone (Castel Fiorentino)*. « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXVII, 3, Roma.
- CORTESE E. (1931), *Due particolarità geologiche presso Iano*, « Boll. Soc. Geol. It. », I, Roma.
- COCOZZA T. (1965), *Il Carbonifero nel Gruppo Monticiano-Roccastrada (Toscana)*, « Ric. Sci. », 35 (II - A).
- DAINELLI G., VIDESOTT P. (1930), *Il mare pliocenico nella Toscana settentrionale*, « Mem. Geol. e Geogr. », di G. Dainelli, I, Firenze.
- DALLAN L., RAGGI G. (1961), *Sull'età delle formazioni dell'Alberese e dell'Arenaria superiore nell'Appennino Settentrionale (Val di Tarò e Alta Valle dello Scoltenna)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX, 2, Pisa.
- DALLAN L., GIANNINI E., SQUARCI P., TAFFI L. (1968), *Calcicare a Calpionelle Ligure*, « Studi ill. Carta Geol. d'It. Formazioni Geol. », 1, Roma.
- DAL PIAZ G., MERLA G., TREVISAN L. (1950), *Relazione geologica sulle sorgenti termominerali di Bagni di Casciana (Pisa)*. Pubbl. a cura del Comune di Bagni di Casciana. Tip. Lischi, Pisa.
- DE AMICIS G. A. (1886), *Il calcare ad Amphistegina nella provincia di Pisa ed i suoi fossili*. « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, VII, Pisa.
- DE BOSNIASKI S. (1878-1879), *Sui fossili miocenici del Gabbro*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Processi verbali, I, Pisa.
- DE BOSNIASKI S. (1878-1879), *Nuove specie di pesci fossili del tripoli del Gabbro*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Processi verbali, I, Pisa.
- DE BOSNIASKI S. (1878-1879), *Carattere della ittiofauna fossile e della stratigrafia dei piani a Congerie, formazione gessifera e del tripoli del Gabbro e i suoi dintorni*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Processi verbali, I, Pisa.
- DE BOSNIASKI S. (1878-1879), *Cenni sopra l'ordinamento cronologico degli strati terziari superiori nei Monti Livornesi. Nuovi pesci fossili della formazione gessosa*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Processi verbali, I, Pisa.
- DE BOSNIASKI S. (1879), *La formazione gessoso-solfifera e il secondo piano mediterraneo in Italia*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Processi verbali, II, Pisa.
- DE GUIDI G. (1922), *Sopra alcune rocce verdi dei Monti di Castellina Marittima (Pisa)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Processi verbali, XXXI, Pisa.
- DE LAUNAY L. (1907), *La Métallogénie de l'Italie et des régions avoisinantes. II — Note sur la Toscane minière et l'île d'Elbe*, « X Congr. Géol. Intern. », Mexico.
- DE STEFANI C. (1875), *Terreni sub-appenninici nei dintorni di S. Miniato*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, I, Pisa.
- DE STEFANI C. (1898), *Flora carbonifera e permiana della Toscana*, « Pubbl. del R. Ist. Sup. Prat. e di Perf. in Firenze », Firenze.
- DE STEFANI C. (1911), *Sunto geologico dei Monti Livornesi*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, XXVII, Pisa.
- FILTER P., GIANNINI E., TONGIORGI M., TREVISAN L. (1960), *Le varie unità tettoniche della Toscana e della Liguria orientale*, « Rend. Accad. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », XXIX, serie VIII, sem. I, 6. Roma.
- FERRARA G., HIRT B., MARINELLI G., TONGIORGI E. (1961), *Primi risultati sulla determinazione con il metodo Rb/Sr dell'età di alcuni minerali dell'Isola d'Elba*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX, 2, Pisa.
- FRANCALANCI G. P. (1959), *Contributo per la conoscenza delle manifestazioni idrotermali della Toscana*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXV, Serie A, suppl. 1958, Pisa.
- GAUDIN C. T. (1857), *Note sur quelques empreintes végétales de la Toscane*, « Bulletin de la Société vaudoise des Sciences Naturelles », 141, Lausanne.
- GHELARDONI R., GIANNINI E., NARDI R. (1968), *Ricostruzione paleogeografica dei bacini neogenici e quaternari nella bassa valle dell'Arno sulla base dei sondaggi e dei rilievi sismici*. « Mem. Soc. Geol. It. », VII, 1, Pisa.
- GIANNINI E. (1948), *I foraminiferi del giacimento Calabriano di Vallebiaia (Pisa)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LV, Serie A, Pisa.
- GIANNINI E. (1951), *Nuovo giacimento fossilifero calabriano presso Bagni di Casciana (Pisa)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LVIII, Serie A, Pisa.
- GIANNINI E. (1953), *Le Calabrien aux environs de Bagni di Casciana (Pisa). Livret - guide de l'Excursion à Bagni di Casciana, Volterra e Castiglione*, « IV Congr. Intern. pour l'étude du Quaternaire » (INQUA), Roma - Pisa.
- GIANNINI E. (1955), *Studio micropaleontologico di un livello argilloso di dubbia interpretazione nel complesso neotettonico mio - pliocenico, presso Pomaia (Pisa)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXII, Serie A, Pisa.
- GIANNINI E. (1960), *Studio di alcune sezioni stratigrafiche nel Miocene superiore delle Colline Livornesi ed osservazioni sui caratteri e sui limiti del Messiniano in Toscana*, « Giorn. di Geol. », Serie 2ª, XXVIII, 1958-1959, Bologna.
- GIANNINI E. (1962), *Geologia del bacino della Fine (Prov. di Pisa e Livorno)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXI, 2, Pisa.
- GIANNINI E., TONGIORGI M. (1958), *Osservazioni sulla tettonica neogenica della Toscana Marittima*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXVIII, 2, Pisa.
- GIANNINI E., TONGIORGI M. (1959), *Stratigrafia neogenica toscana. I L'arenaria elveziana di Ponsano (Volterra)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXVIII, 2, Pisa.
- GILLET S. (1957), *Contribution à l'histoire du Bassin méditerranéen et cénique au Néogène et au Quaternaire*, « Bull. Serv. Carte Géol. Als - Lorr. », X, 2, Strasbourg.
- LONG G., CAMISSA A. (1959), *Esame geochimico di acque termali toscane*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », LXV, Serie A, 2, 1958, Pisa.
- LONGINELLI A. (1956), *Foraminiferi del Calabriano e Piacenziano di Rosignano Marittimo e della Val di Cecina*, « Palaeontographia Italica », XLIX, 1954-1956, Pisa.
- LOTTI B. (1876), *Sui terreni miocenici lignitiferi del Massetano (Maremma Toscana)*, « Boll. R. Comt. Geol. It. », VII, 1 - 2, Roma.

- LOTTI B. (1910), *Geologia della Toscana*, « Mem. Descr. Carta Geol. d'It. », XIII, Roma.
- LOTTI B., CANAVARI M. (1906), *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. F^o 112, Volterra*, « Ist. Geografico G. De Agostini e C. », Roma.
- MANASSE E. (1898), *Rocce ofiolitiche e connesse dei Monti Livornesi*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, XVI, Pisa.
- MARINELLI G. (1955), *Le rocce porfiriche dell'Isola d'Elba*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXII, Serie A, 2, Pisa.
- MARINELLI G. (1961), *Genesi e classificazione delle vulcaniti recenti toscane*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXVIII, Serie A, Pisa.
- MAZZANTI R. (1961), *Geologia della zona di Montaine tra le valli dell'Era e dell'Elsa (Toscana)* « Boll. Soc. Geol. It. », LXXX, 2, Pisa.
- MAZZANTI R., SQUARCI P., TAFFI L. (1963), *Geologia della zona di Montecatini Val di Cecina in Provincia di Pisa*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXII, 2, Pisa.
- MERLA G. (1952), *Geologia dell'Appennino settentrionale*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXX, 3, Pisa.
- NOVARESE V. (1908), *I terreni miocenici di Val di Bruna (Maremma Toscana), ed i loro giacimenti di lignite*, « Boll. R. Comit. Geol. It. », XXXIX, 1-2, Roma.
- OTTMANN F. (1953), *Le Quaternaire dans la region de Quercianella - Rosignano (Livorno)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXI, Serie A, Suppl., Pisa.
- PANTANELLI D. (1886), *Monografia degli strati pontici del Miocene superiore nell'Italia settentrionale e centrale*, « R. Acc. di S. Lett. ed Arti di Modena, Sez. di Scienze », IV, Serie II, Modena.
- RITTMANN A. (1958), *Il meccanismo di formazione delle lave a pillow e dei cosiddetti tufi palagonitici*, « Boll. Acc. Gioenia di Sc. Nat. in Catania », LV, 6, Catania.
- RUGGERI G. (1957), *I lembi miocenici del Livornese nel quadro della tettonica dell'Appennino*, « Rend. Acc. Sc. Ist. Bologna », III, Serie II, Bologna.
- SAGGINI F. (1959), *Nuove osservazioni sui terreni fossiliferi marini pliocenici e calabrianici della bassa valle della Cecina*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXVIII, 2, Pisa.
- SAVI P., MENEGHINI G. (1850), *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana*. Appendice alla Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi di Sir. I. Murchison. Stamperia Ducale, 1850, Firenze. Tip. Iacopo Grazzini, 1851, Firenze.
- SAVI P., PILOTI F. (1851), *Rapporti sulle miniere de' Monti di Torri e d'Iano (Da presentarsi all'adunanza generale degli Azionisti del dì 26 settembre 1851)*, « Soc.età Mineraria Fiorentina », Tip. Cecchi, Firenze.
- SELLI R. (1960), *Il Messiniano Mayer-Eymar 1867. Proposta di un neostatotipo*, « Giorn. di Geol. », Serie II, XXVIII, 1958-59, Bologna.
- SESTINI A. (1932), *Il mare pliocenico nella Toscana meridionale*, « Mem. Geol. e Geogr. », di G. Dainelli, II, 1931, Firenze.

- SIGNORINI E. (1947), *Movimenti post-pliocenici toscani*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXV, 1946, Roma.
- SIGNORINI E. (1947), *Un carattere strutturale frequente nell'Italia Centrale*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXV, 1946, Roma.
- SIGNORINI E. (1950), *Visione odierna della Geologia Toscana*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXVIII, 1949, Roma.
- SQUARCI P., TAFFI L. (1963), *Geologia della zona di Chianini - Laatico - Orciatice (Provincia di Pisa)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXXIII, 2, 1964, Pisa.
- STEINMANN G. (1913), *Ueber tiefenabsätze des Oberjura in Apennin*, « Geol. Rundschau », I, Stuttgart.
- STEFANINI G. (1934), *Il complesso eruttivo di Orciatice e Montecatini in provincia di Pisa*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, XLVI, Pisa.
- STEFANINI G. (1936), *Voce: Calcare di Rosignano in: Lexique Stratigraphique international*, I, Europe, 11, Italia, Paris.
- STRUFFI G., SOMMI M. (1960), *Il limite Pliocene-Quaternario lungo il margine settentrionale delle Colline Livornesi*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXIX, 2, Pisa.
- TAVANI G. (1954), *Fauna del Quaternario di Rosignano Marittimo (Livorno)*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXI, Serie A, Suppl., Pisa.
- TAVANI G. (1955), *Studio paleontologico delle carote di alcuni sondaggi effettuati nel Miocene della Val di Cecina*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », LXII, Serie A, Pisa.
- TAVANI G. (1958), *Osservazioni su alcune specie di foraminiferi del Miocene superiore*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », LXV, Serie A, Pisa.
- TEICHMUELLER R. (1931), *Zur Geologie des Tyrrhenisgebietes*, « Abhandl. d. Gesell. d. Wiss. zu Göttingen », III Folge, Heft 3, Berlin.
- TEICHMUELLER R. (1932), *Ueber das Vorland des Apennin*, « Nachrichten d. Gesell. d. Wiss. zu Göttingen Math. Phys. », IV, Geol. und Min., 17, Berlin.
- TREVISAN LAVINIA (1967), *Pollini fossili del Miocene superiore nei tripoli del Gabbro (Toscana)*. « Palaeont. Italica », XXXII, Pisa.
- TREVISAN LIVIO (1949), *Studio tettonico della regione di Bagni di Casciana (Pisa)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXIII, Roma.
- TREVISAN L. (1951), *Una nuova ipotesi sull'origine della termalità di alcune sorgenti della Toscana*, « L'Industria Mineraria », anno II, n. 2, Roma.
- TREVISAN L. (1952), *Sul complesso sedimentario del Miocene superiore e del Pliocene della Val di Cecina e sui movimenti tettonici tardivi in rapporto ai giacimenti di lignite e di salgemma*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXX, 1, 1951, Pisa.
- TREVISAN L. (1955), *Il Trias della Toscana ed il problema del Verrucano triassico*, « Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. », Memorie, LXII, Serie A, I, Pisa.
- TREVISAN L. (1956), *Aspetti e problemi del complesso delle Argille scagliose ofiolitiche nei suoi affioramenti occidentali (Toscana Marittima, Liguria)*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXV, 3, Roma.

- TREVISAN L. (1961), *L'ambiente di formazione della scaglia rossa*, « Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. », Memorie, XXIX, 2 sem., 5, 1960, Roma.
- TREVISAN L., BARBERI F., ELTER P., GIGLIA G., RAU A., TONGIORGI M. (1965), *Symposium sul « Verrucano »*. Guida alle escursioni in Toscana., « Ist. Geol. e Pal. », Pisa.
- UGOLINI R. (1898), *Contribuzione allo studio del Pliocene di una parte del Bacino dell'Era*, « Boll. Soc. Geol. It. », XVII, 1 - 2, Roma.
- UGOLINI R. (1899), *Molluschi nuovi o poco noti del Pliocene della Val d'Era*, « Riv. It. di Paleontologia », V, Bologna.
- ZIA R. (1955), *Calcari a Calpionelle della Toscana*, « Boll. Soc. Geol. It. », LXXIV, 2, Pisa.

Distribuzione e vendita:

LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA VERDI, 10 - 00198 ROMA, (ITALIA).