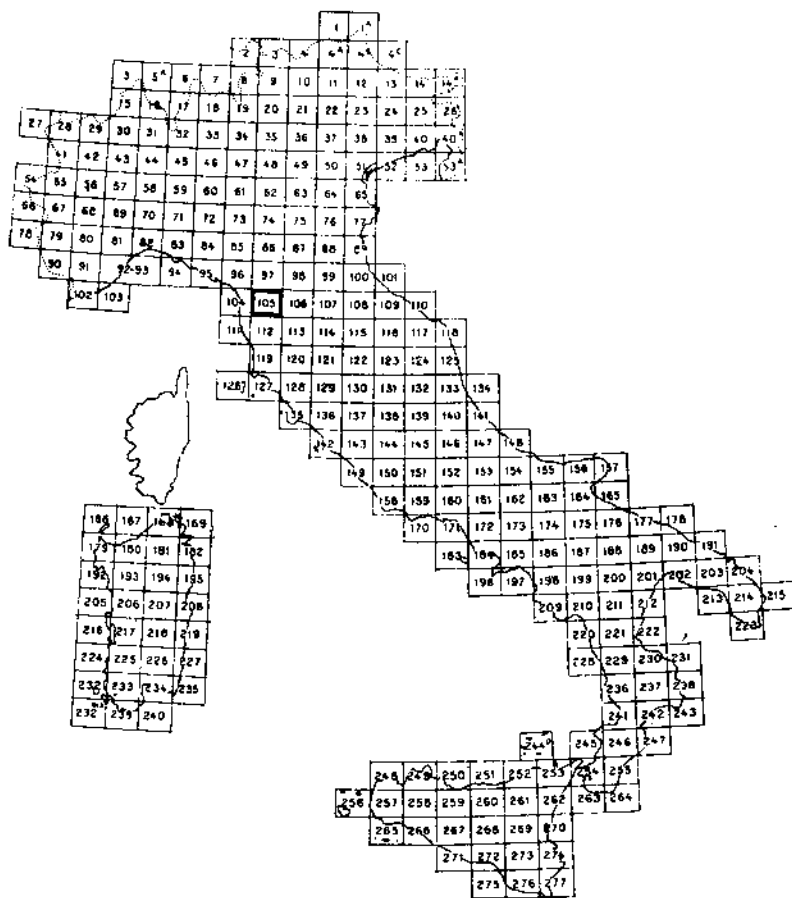


# CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



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

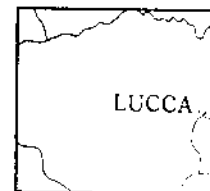
## CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 105

# LUCCA

L. TREVISAN, G. P. BRANDI, L. DALLAN, R. NARDI, G. RAGGI,  
A. RAU, P. SQUARCI, L. TAFFI, M. TONGIORGI





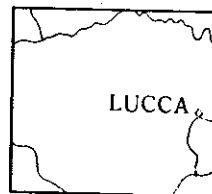
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE  
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

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

FOGLIO 105

L U C C A

L. TREVISAN, G. P. BRANDI, L. DALLAN, R. NARDI, G. RAGGI,  
A. RAU, P. SQUARCI, L. TAFFI, M. TONGIORGI



## S O M M A R I O

I	— INTRODUZIONE . . . . .	pag.	5
II	— CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE . . . . .	»	5
III	— SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . . . .	»	6
IV	— STRATIGRAFIA . . . . .	»	7
	1. <i>Formazioni metamorfiche dei Monti Pisani</i> . . . . .	»	8
	2. <i>Formazioni di tipo toscano</i> . . . . .	»	19
	3. <i>Gruppo dell'Alberese</i> . . . . .	»	25
	4. <i>Gruppo del Flysch cretaceo</i> . . . . .	»	26
	5. <i>Terreni senza connessione visibile con serie definite</i> . . . . .	»	27
	6. <i>Depositi neogenici e quaternari</i>		
V	— TETTONICA . . . . .	»	35
VI	— MORFOLOGIA . . . . .	»	40
VII	— GEOLOGIA APPLICATA . . . . .	»	43
	1. <i>Cave</i> . . . . .	»	43
	2. <i>Idrologia</i> . . . . .	»	44
	3. <i>Sorgenti, sorgenti minerali e termominerali</i> . . . . .	»	45
	4. <i>Frane</i> . . . . .	»	47
VIII	— BIBLIOGRAFIA . . . . .	»	48

## I — INTRODUZIONE

La seconda edizione del Foglio 105 (« Lucca ») della Carta Geologica d'Italia al 100.000 è stata rilevata negli anni 1962 e 1963 e segg. a cura dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Pisa (Direttore L. TREVISAN) da E. GIANNINI, R. NARDI, G. RAGGI, A. RAU, F. SAGGINI, P. SQUARCI, L. TAFFI, M. TONGIORGI.

L. DALLAN NARDI ha eseguito lo studio micropaleontologico per datare le formazioni.

La prima edizione dello stesso foglio era stata rilevata dal 1883 al 1889 da B. LOTTI e D. ZACCAGNA con la collaborazione di P. FOSSEN.

I nuovi rilevamenti sono stati eseguiti sulle tavolette al 25.000 dell'Istituto Geografico Militare e per l'area dei Monti Pisani su ingrandimenti della stessa carta al 10.000.

Anche per questo foglio alcune suddivisioni, segnate sulle carte a maggiore scala durante il rilevamento, hanno dovuto essere tralasciate nella trascrizione alla scala di 1 : 100.000.

## II — CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE

La prima edizione della carta geologica al 100.000 del foglio 105 (« Lucca »), rilevata da B. LOTTI, D. ZACCAGNA e P. FOSSEN e stampata nel 1908, ha rappresentato per molti anni la base delle conoscenze geologiche della regione.

In singole zone sono state pubblicate anche carte geologiche più

dettagliate, come quelle al 25.000 riguardanti le tav. «Borgo a Mozzano» e «Lucca» della carta geologica delle Alpi Apuane di D. ZACCAGNA (1894).

Per i Monti Pisani sono da ricordare la carta al 50.000 di R. MASINI (1924), quelle al 25.000 di F. IPPOLITO, C.E. BURCKHARDT e A. SPICHER (1950) e di E. GIANNINI e R. NARDI (1965), riguardante la parte nord-occidentale, oltre alle carte in bianco e nero di A. RAU e M. TONGIORGI (1966 b) della parte meridionale del massiccio principale di «Verrucano s. l.».

Per la zona di Montecatini e Monsummano ricordiamo le carte schematiche di A. AZZAROLI (1948) e quella al 25.000 di G.P. BRANDI, G. RAGGI, P. SQUARCI, L. TAFFI e L. TREVISAN (1967).

Recentemente E. GIANNINI e R. NARDI (1965), R. GHELARDONI, E. GIANNINI e R. NARDI (1968), hanno pubblicato anche dati relativi al sottosuolo della pianura, sulla base di sondaggi profondi eseguiti da alcune società minerarie.

Nel sessantennio trascorso dalla prima alla seconda edizione della carta al 100.000, le conoscenze geologiche locali e generali hanno avuto una evoluzione sostanziale. Nel cenno storico delle note illustrative dell'attiguo foglio «Pisa» sono state ricordate le tappe principali di tale evoluzione. Nel foglio «Lucca» si deve aggiungere il problema del «Verrucano», che è stato uno dei più discussi dagli autori della generazione passata, e che ora, dopo rilevamenti ex novo dei Monti Pisani e studi paleontologici anche intesi ad una revisione delle faune fossili illustrate dai vecchi autori, può considerarsi risolto.

### III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

L'area del foglio «Lucca», analogamente a quella del foglio «Pisa» contiguo a Ovest, comprende terreni che non sono riportabili a una successione formatasi in un unico bacino di sedimentazione; pertanto la descrizione stratigrafica (capitolo seguente) sarà fatta cominciando dal complesso autoctono dei Monti Pisani, a cui seguirà la successione di «tipo toscano», i gruppi alloctoni «liguri» (gruppo dell'Alberese e gruppo del

Flysch cretaceo). Seguono «terreni senza connessioni visibili con serie definite» e infine i depositi neogenici e quaternari, che hanno larga estensione specialmente nel quadrante SE del foglio.

Dei Monti Pisani la parte che ricade nell'area del foglio «Lucca» è quella che comprende i terreni a cui PAOLO SAVI nel 1832 diede il nome di Verrucano, introducendo nella letteratura scientifica il termine usato dai cavatori pisani.

Un volume edito dalla Società Toscana di Scienze Naturali (Atti del Symposium sul Verrucano, Pisa 1966) raccoglie i contributi allo studio del Verrucano. Oggi questo termine, che è stato usato anche nelle Alpi, non può più essere impiegato nel senso troppo esteso e vago dei vecchi autore, né può designare una particolare formazione, se non con l'aggiunta di un aggettivo, per es. V. lombardo, V. brianzonese, V. di Glaris.

Sui Monti Pisani i terreni precedenti ai depositi carbonatici del Trias superiore sono stati suddivisi in varie formazioni, una delle quali è stata chiamata «formazione della Verruca» ed appartiene al Ladinico (Trias medio). I terreni più antichi affiorano presso Buti (Filladi e Quarziti listate di Buti), dove testimoniano il corrugamento ercinico con una fase di tettonica e di metamorfismo datata al Carbonifero più alto.

Nella metà settentrionale del foglio affiora ampiamente la formazione del Macigno (Macigno del Chianti); nell'incisione del Serchio affiorano anche formazioni mesozoiche che appartengono orograficamente alle Alpi Apuane; le stesse riaffiorano più a oriente nei nuclei di Montecatini Terme e di Monsummano.

Nel quadrante sud-orientale dominano i terreni neogenici e quaternari di ambiente marino, salmastro, lacustre e fluviale.

### IV — STRATIGRAFIA

*Premessa.*

Nella prima edizione della carta geologica (1883-1889) la denominazione «Scisti sericitici arenacei, anageniti e quarziti del Verrucano» comprendeva e indicava sotto una tinta unica tutti i terreni clastici dei

Monti Pisani, attribuendoli al Permiano. Successivamente A. FUCINI distinse in questo complesso una parte inferiore, di età paleozoica, da una parte superiore, che chiamò Verrucano tipico attribuendolo al Giurassico superiore-Cretaceo inferiore (Wealdiano).

L. TREVISAN, riesaminando il problema anche in altre aree della Toscana, osservò (1955) che un gruppo di terreni sottostanti alle formazioni carbonatiche del Trias superiore (Norico-Retico) era con questi in continuità stratigrafica, mentre giaceva discordante su terreni riconosciuti paleozoici per le loro flore e faune fossili.

Propose pertanto che il nome Verrucano tipico fosse riservato al gruppo di terreni compreso fra la trasgressione e i primi depositi carbonatici, attribuendo al gruppo stesso un'età carnica.

Più particolareggiati studi successivi (ELTER P., FEDERICI P.R., RAU A., TONGIORGI M.), condotti sulla base anche di nuovi reperti fossili alla Punta Bianca presso La Spezia e di una revisione delle faune del Monte Terminetto, documentarono la presenza anche del Ladinico.

Anche i terreni sottostanti alla trasgressione medio-triassica (denominati in una prima fase « Scisti di San Lorenzo ») sono risultati (BORSI S., FERRARA G., RAU A., TONGIORGI M., 1967 e RAU A., TONGIORGI M., 1968) distinguibili in cicli sedimentari diversi, di particolare interesse per le conoscenze delle più antiche vicende geologiche della Toscana e dell'Appennino settentrionale.

La consistenza di questi gruppi di terreni paleozoici e triassici, le suddivisioni in formazioni e membri, i rapporti di giacitura sono riassunti nello schema stratigrafico della fig. 1.

## 1. FORMAZIONI METAMORFICHE DEI MONTI PISANI

### 1.1. Pf: *Filladi e quarziti listate di Buti.*

Costituiscono una unità informale, poiché mancano i requisiti per una sua più precisa definizione. Non se ne può mai osservare la base, né è possibile stabilirvi una successione stratigrafica, poiché detta unità

affiora solo al nucleo di strette anticlinali, dove si presenta sempre fortemente tettonizzata. L'unità è costituita da un complesso di scisti a grana molto variabile. Vi prevalgono le filladi sericitico-cloritiche con sottilissimi letti ricchi di ematite, che conferiscono alla roccia un aspetto fittamente listato. Un aspetto analogo viene determinato talora da un'alternanza di letti, di regola di spessore inferiore ad 1 mm, prevalentemente sericitici, con letti quarzoso-albitici poco più spessi (fig. 2). Per aumento della grana e riduzione dei fillosilicati si passa localmente a facies quarzitiche con

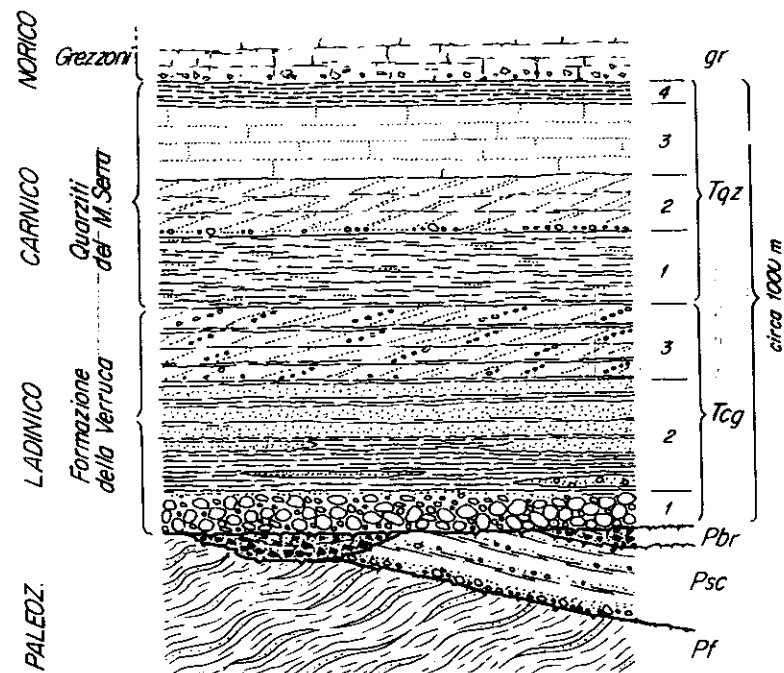


Fig. 1 — Schema stratigrafico del complesso dei terreni metamorfici sottostanti ai depositi carbonatici del Norico. In tale complesso, in passato qualificato genericamente come « Verrucano » oggi si distinguono 5 formazioni, di cui due certamente paleozoiche, la terza probabilmente permiana, la quarta e la quinta triassiche, con suddivisioni rispettivamente in tre e in quattro membri. Da notare la lacuna alla base della « Formazione della Verruca » e la discordanza angolare sopra le filladi e quarziti listate di Buti (Pf) che testimonia una fase dell'orogenesi ercinica.

notevole sviluppo di albite (L. SCHIAFFINO, M. TONGIORGI, 1962; A. RAU, M. TONGIORGI, 1966b).

L'età è stata determinata recentemente con il metodo Rb/Sr che ha fornito un valore di  $275 \pm 12$  MA, che secondo la scala di Kulp corrisponde ad un momento di poco anteriore al limite Carbonifero-Permiano. Questa età non corrisponde però al momento della deposizione della roccia, ma è quello « della formazione degli attuali minerali della roccia in occasione del processo che ha prodotto il tipico aspetto listato (foliation  $S_1$  cf. A. RAU, M. TONGIORGI, 1966b) della formazione di Buti » (S. BORSI, G. FERRARA, A. RAU, M. TONGIORGI, 1967). L'età di deposizione non deve essere comunque molto più antica; dalle misure effettuate infatti si può dedurre come le rocce a spese delle quali il sedimento ha avuto origine, fossero relativamente giovani rispetto all'età ottenuta (S. BORSI, G. FERRARA, A. RAU, M. TONGIORGI, 1967).

### 1.2. Psc: Scisti di San Lorenzo.

L. TREVISAN (1955), suddividendo il Verrucano in senso lato dei Monti Pisani in due parti, l'una triassica e l'altra paleozoica, chiamò « Scisti di San Lorenzo » tutti quei sedimenti che venivano riferiti al Paleozoico dai vecchi autori. Studi più recenti hanno permesso di distinguere nel Paleozoico dei Monti Pisani, varie unità litologiche ed il nome

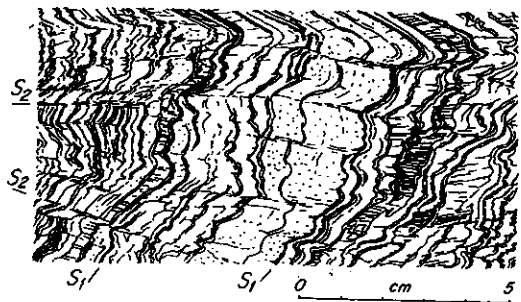


Fig. 2 — Aspetto delle « filladi e quarziti listate di Buti » in superficie levigata. Si nota la frattura di clivaggio  $S_2$ , acquisita in una fase di deformazione successiva alla scistosità  $S_1$ , attribuibile all'orogenesi ercinica.

di « Scisti di San Lorenzo » va quindi riservato ai depositi continentali del Carbonifero superiore e del Permiano inferiore, definiti nella località tipo. Si tratta anche in questo caso di una unità informale, poiché non è stato possibile stabilirvi, sinora, una precisa successione stratigrafica. Dal punto di vista litologico gli « Scisti di San Lorenzo » sono costituiti da depositi detritici di ambiente continentale, a grana molto variabile e con elevato contenuto di sostanza organica. Molto caratteristici alcuni affioramenti nei pressi di Monte Vignale, dove sono riconoscibili piccoli ritmi costituiti dalla ripetizione dei seguenti tipi litologici: conglomerato quarzoso, fillade nerastra con impronte di foglie, scisto grafitoso (P. ELTER, G. GIGLIA, A. RAU, M. TONGIORGI, 1966).

Gli « Scisti di San Lorenzo » contengono una ricca flora fossile, segnalata per la prima volta da G. RISTORI. Altri ritrovamenti furono effettuati da C. DE STERANI, M. CANAVARI, S. DE BOSNIASKI ed altri (si veda in C. DE STEFANI, 1901). Una prima schematica individuazione di biozone (vedi in L. TREVISAN, 1955) è stata tentata raggruppando i giacimenti fossiliferi conosciuti e definendo così:

- a) Livelli a *Lepidodendri*, riportabili al Westfaliano D (« Strati di Villa Massagli »);
- b) Livelli a *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR e KAULFUSS), *Pecopteris arborescens* (SCHLOTHEIM), *Callipteridium pteridium* (SCHLOTHEIM) riferibili allo Stefaniano A (« Strati di Monte Togi »);
- c) Un gruppo di giacimenti fossiliferi caratterizzati da *Alethopteris grandini* BRONGNIART, *Taeniopteris multinervis* WEISS e riportati allo Stefaniano B e C (« Strati di Monte Vignale »);
- d) Livelli a *Walchia piniformis* (SCHLOTHEIM) e *Callipteris conferta* (STERNBERG), che rappresentano il Permiano inferiore (Autuniano) (« Strati della Via Pari e di Sasso Campanaro »).

Questa suddivisione non può essere però accettata integralmente senza una nuova sistematica raccolta dei fossili ed una revisione delle precedenti determinazioni, tenendo conto delle nuove conoscenze sulla biostratigrafia del Carbonifero superiore e del Permiano inferiore. Una sommaria revisione dei reperti fossili, conservati nei Musei di Pisa e Firenze, ci ha per-

messo di accertare, tra l'altro, la scarsa attendibilità delle indicazioni relative alla provenienza di alcuni campioni dall'uno o dall'altro dei giacimenti dei dintorni di San Lorenzo.

L'età degli « Scisti di San Lorenzo » è, per quanto detto sopra, ancora incerta; vi è compreso senz'altro il Permiano inferiore e lo Stefaniano, altrettanto non si può dire del Westfaliano D, in quanto il limite inferiore della formazione potrebbe essere un poco più alto di quanto sinora ritenuto (comunicazione verbale di W. REMY).

Oltre alle flore fossili, negli « Scisti di San Lorenzo » sono stati rinvenuti Lamellibranchi di acqua dolce, riferibili al genere *Anthracosia* (M. CANAVARI, 1891), resti di insetti riferiti genericamente alla sottofamiglia delle Blattinariae (*Palaeodictyoptera*, *Orthopteroidea*) (M. CANAVARI, 1892), e recentemente W. REMY, A. RAU e M. TONGIORGI vi hanno ritrovato anche alcuni Fillopodi (*Estheriae?*) in cattivo stato di conservazione. Circa l'ambiente di deposizione si può senz'altro dire che era continentale, in gran parte palustre.

### 1.3. Pbr: *Brecce e conglomerati di Asciano.*

Anche questa è una unità informale, in quanto non è stato possibile, a causa dell'intensa tettonizzazione, stabilirvi una stratigrafia di dettaglio. E' costituita da depositi detritici rappresentati da filladi violacee, sempre ricche di frammenti angolosi di rocce diverse. Queste filladi passano a vere e proprie brecce; talora gli elementi delle brecce si presentano alquanto arrotondati sino a passare a conglomerati. Tra gli elementi clastici prevalgono quelli formati da quarziti sericitiche ad albite, quelli quarzosi nonché i frammenti di scisti filladici. Non sono rari frammenti e localmente blocchi provenienti dalle « Filladi e quarziti listate di Buti ». Il cemento è sempre filladico sericitico-cloritico ad ematite.

Le « Brecce e conglomerati di Asciano » poggiano stratigraficamente sulle altre unità paleozoiche presenti sui Monti Pisani.

Quantunque non direttamente rilevabile sul terreno, è praticamente certa una forte discordanza angolare rispetto alle « Filladi e quarziti listate di Buti ». Lo spessore apparente, molto variabile, va da zero ad alcune

centinaia di metri. In quest'ultimo caso sono presenti però certamente delle complicazioni tettoniche.

L'età delle « Brecce e conglomerati di Asciano » non è precisabile per l'assenza di fossili; per la sua posizione stratigrafica, però, questa unità è senz'altro la più recente tra quelle paleozoiche dei Monti Pisani ed è genericamente da attribuirsi al Permiano (S. BORSI, G. FERRARA, A. RAU, M. TONGIORGI, 1967). L'ambiente di sedimentazione è da ritenersi continentale.

### 1.4. Tcg. *Formazione della Verruca.*

E' una unità litostratigrafica formale, costituita da depositi clastici che si iniziano con un conglomerato poligenico prevalentemente quarzoso a cemento micaceo o quarzoso-micaceo. Oltre a ciottoli provenienti dalle sottostanti « Brecce e conglomerati di Asciano », vi sono localmente ciottoli costituiti da porfidi quarziferi o lave acide (Membro 1 - « Anageniti grossolane »). Sopra questi conglomerati si ha una successione assai variabile di filladi sericitiche con intercalazioni più grossolane molto irregolari. Molto abbondante il pigmento ematitico, che dà a questo membro della « Formazione della Verruca » un caratteristico colore violaceo (Membro 2 - « Scisti violetti »). La formazione si chiude con livelli più grossolani, rappresentati da grandi bancate quarzite-conglomeratiche alternate a strati di quarziti, quarziti filladiche e filladi sericitico-cloritiche, di colore biancastro, violaceo o verde (Membro 3 - « Anageniti minute »). Talora i livelli filladici viola diventano ancora una volta predominanti verso l'alto e costituiscono localmente la sommità di questo membro. Nella sezione tipo di Monte Cimone lo spessore di questa formazione è stato valutato in m 635.

La « Formazione della Verruca » non contiene fossili ed è stata datata al Trias medio grazie alle correlazioni stabilite con i depositi analoghi affioranti sul versante occidentale delle Alpi Apuane ed a Punta Bianca (La Spezia) (P. ELTER, G. GIGLIA, A. RAU, M. TONGIORGI, 1966; A. RAU, M. TONGIORGI, 1968a).

Le caratteristiche mineralogiche e sedimentologiche (sedimentazione



incrociata in alcuni livelli ecc.) fanno pensare ad un ambiente di deposizione acquatico, deltizio o costiero, dove venivano accumulati materiali provenienti da un ambiente ossidante subaereo.

#### 1.5. Tqz: *Quarziti di Monte Serra*.

E' una unità litostratigrafica formale, costituita prevalentemente da quarziti, che si inizia con livelli di filladi sericitico-cloritiche a grana molto fine, cui si intercalano letti o straterelli quarzitici. Il colore predominante è il verde. Molto caratteristiche le strutture sedimentarie: « ripple marks », « ripple ridges » ecc. (Membro 1 - « Scisti verdi »).

Seguono verso l'alto quarziti verde scuro o grigio verde con fitta stratificazione incrociata (Membro 2 - « Quarziti verdi ») e quindi quarziti a grana molto più variabile in banchi di maggior spessore e di colore bianco rosato all'affioramento (Membro 3 - « Quarziti bianco-rosa »). La formazione si chiude con livelli violacei costituiti da quarziti a grana finissima e filladi sericitico-cloritiche in fittissime alternanze, che danno alla roccia un aspetto zonato. Caratteristiche anche qui le strutture sedimentarie: « mud cracks », « ripple marks » ecc. (Membro 4 - « Quarziti viola-zonate »).

Lo spessore delle « Quarziti di Monte Serra » è stato valutato nella sezione tipo di Monte Cimone in m 380 circa.

L'età è indicata da una malacofauna rinvenuta nel membro 1, determinata ad A. RAU, M. TONGIORGI (1966a): *Arcoptera areata* BROILI, *Parallelodon curionii* (BITTNER), *Parallelodon esinensis* (STOPPANI), *Parallelodon cf. juttensis* (PICHLER), *Avicula cassiana* BITTNER, *Avicula kokeni* WOEHRMANN e KOKEN, ? *Avicula* sp., *Bakevellia* (*Neobakevellia*) *meriani* (STOPPANI), ? *Angustella angusta* (GOLDFUSS), *Mysidioptera incurvostrata* (GUEMBEL), *Mysidioptera ornata* SALOMON, *Anodontophora münsteri* (WISSMANN), *Heminajas fissidentata* (WOEHRMANN), *Myoconcha recta* BROILI, *Myophoriopsis aranensis* ALLASINAZ, *Myophoriopsis arta* ALLASINAZ, *Myophoriopsis brevissima* RAU e TONGIORGI, *Conocardia hornigi* BITTNER e dalle orme di Tetrapodi rinvenute alla sommità del membro 3 e nel membro 4 determinate da F. v. HUENE [1941]: *Procolophonipus*

*italicus* (HUENE), *Procolophonipus* (?) sp., *Rhynchocephalichnus pisanus* (FUCINI), *Rhynchocephalichnus etruscus* HUENE, *Thecodontichnus fucinii* HUENE, *Thecodontichnus verrucae* (TOMMASI), *Chirotherium angustum* HUENE, *Coelurosaurichnus toscaus* HUENE.

La fauna degli « Scisti verdi » permette di datare la base della formazione al Cordevolico (Carnico inf.), le orme di Tetrapodi indicano genericamente il Keuper.

Le caratteristiche mineralogiche e soprattutto quelle sedimentologiche, insieme alle indicazioni fornite dalla fauna, permettono di riferire il membro 1 di questa formazione ad un ambiente lagunare marino, il membro 2 probabilmente ad un ambiente costiero di spiaggia, il membro 3 ad un ambiente deltizio o di acque basse ma soggette a sensibili correnti, il membro 4 ad un ambiente di laguna interna o di stagno costiero (A. RAU, M. TONGIORGI, 1968b).

#### 1.6. gr: *Dolomie e calcari dolomitici (« Grezzoni »)*.

Si presentano massicci o stratificati in grossi banchi e con tre varietà: quella grigio scura (dolomia tipica) predominante e passante in basso a livelli di calcare cavernoso, quella grigio-chiara e quella rosea (calcari dolomitici). Lo spessore si mantiene sui 50 metri e non supera i 100-120 metri nelle località ove è più sviluppato. Fra Caprona e S. Giovanni alla Vena il calcare cavernoso è predominante; alla sommità, fra grezzoni e marmi, compare un livello di circa 4 m di conglomerato ad elementi di grezzone e di Verrucano con cemento calcareo-limonitico ed arenaceo passante lateralmente a filladi quarzitiche e quarziti filladiche varicolori.

L'età è riferibile al Norico-Retico (F. IPPOLITO, 1950; E. GIANNINI, R. NARDI, 1965) per analogia con i grezzoni delle Alpi Apuane nei quali è stata rinvenuta, nella parte alta, *Worthenia escheri* (STOPPANI).

#### 1.7. m: *Marmi*.

Calcari massicci o grossolanamente stratificati nella parte alta, grigio chiari o bianchi talvolta rosati nella parte più alta, submetamorfici (calcari ceroidi). La formazione è interessata da numerosi sistemi di frattura e

presenta talora zone brecciate di probabile origine tettonica (F. IPPOLITO, 1950), localmente compaiono anche sottili livelli brecciati di origine sedimentaria; rare, ma presenti nella parte alta, le liste di selce.

Lo spessore massimo si osserva nella zona del Moriglion di Penna (Tav. S. Maria del Giudice) ove raggiunge la potenza di oltre 1000 m.

L'età della formazione è riferibile al Lias (P. SAVI, 1832, 1863; G. MENEGHINI, 1853; C. DE STEFANI, 1876; N. NERI, 1892; A. FUCINI, 1905; F. IPPOLITO, 1950; E. GIANNINI, R. NARDI, 1965).

Tra i fossili più caratteristici del Lias inferiore citati nella letteratura ricordiamo: *Phylloceras cylindricum* SOWERBY, *Rhacophyllites stella* SOWERBY, *Lythoceras* sp., *Arietites* sp., *Aegoceras* sp., *Schlotheimia ventricosa* SOWERBY, *Loxonema liasica* FUCINI.

Recentemente E. GIANNINI e R. NARDI (1965) hanno rinvenuto nella parte inferiore della formazione resti di numerose alghe, probabilmente le stesse già segnalate da P. SAVI (1832).

Nei pressi di Caprona, sul margine SW dei Monti Pisani, sono presenti in questa formazione delle intercalazioni ricche in stromatoliti algali (C. GRATZIU, A. RAU e M. TONGIORGI, 1968).

#### 1.8. cs: *Calcari selciferi stratificati*.

Calcari per lo più grigi, grigio bluastrì o di color nocciola, in strati di spessore variabile ma di norma sui 20-30 cm, con abbondanti liste e noduli di selce. Gli strati sono separati fra loro da sottili livelli argillosi, marnosi o marnoso silicei.

Nella zona fra Caprona e Uliveto Terme questa formazione è ridotta a pochi banchi o del tutto assente: essa non è distinguibile cartograficamente da quella dei calcari con liste di selce csp.

Lo spessore è variabile, data l'eteropia esistente tra questa formazione e quella soprastante delle marne e calcari marnosi a *Posidonia*, ma non supera i 50 metri circa.

L'età è riferibile al Lias-Dogger (E. GIANNINI, R. NARDI, 1965).

#### 1.9. mp: *Marne e calcari marnosi a Posidonia*.

Giacciono stratigraficamente al di sopra dei calcari selciferi con i quali sono eteropici e nella zona di Monte Orma sostituiscono quasi del tutto questa formazione.

In alcuni campioni raccolti in livelli calcarei sono state osservate microfacies a « filamenti calcitici ». Tali facies sono normalmente caratteristiche del Lias superiore-Dogger dei bacini mediterranei. Lo spessore è variabile da 50 a 200 metri. Nella zona di Caprona-Uliveto Terme mancano del tutto, probabilmente a causa di lacune di sedimentazione (A. RAU, M. TONGIORGI, 1969).

L'età è riferibile al Lias e al Dogger.

#### 1.10. csp: *Calcari grigio chiari con resti di Entrochi e rare selci (« calcari picchiettati »)*.

La formazione si presenta grossolanamente stratificata, talvolta massiccia. Solamente nella zona di Caprona-Uliveto Terme si presenta in strati molto sottili. Nella serie del Monte Pisano i « calcari picchiettati » non occupano una posizione stratigrafica precisa, in quanto si trovano sia al tetto dei calcari marnosi e marne a *Posidonia*, sia intercalati alla formazione delle Radiolariti.

Lo spessore varia fino ad un massimo di 150 metri.

L'età è riferibile al Malm, sia per la posizione stratigrafica, sia perché M. CANAVARI (1887), ritrovò nei calcari picchiettati, affioranti al Monte Cupola (Tav. S. Giuliano Terme, Foglio Pisa), intercalati alle Radiolariti *Aptychus punctatus* WOLTZ.

#### 1.11. di: *Radiolariti*.

Strati silicei varicolori, in prevalenza rossi, talvolta leggermente sbiancati dal lieve metamorfismo che ha interessato il Monte Pisano. Nella parte alta sono sostituiti da scisti silicei, raramente si notano intercalazioni di « calcari picchiettati ». Nella zona fra Caprona e Uliveto Terme le Radiolariti sono eteropiche con marne silicee color tabacco, passanti a tipi lito-

logici più calcarei con liste di selce fino a calcari selciferi sottilmente stratificati (csp). Lo spessore massimo si aggira sui 200 metri.

L'età è riferibile al Malm.

1.12. br: *Brecce poligeniche e calcareniti.*

Sul versante SW dei Monti Pisani, al tetto delle Radiolariti compare una formazione costituita da brecce poligeniche ad elementi di dimensioni variabilissime, talora costituite da grossi blocchi, passanti lateralmente a litotipi più minuti fino ad arenacei. Questa formazione è trasgressiva su tutte le precedenti fino ai grezzoni. Tra i suoi elementi clastici sono stati riconosciuti infatti, in prevalenza, frammenti di marmi, grezzoni, radiolariti. Subordinatamente sono presenti anche litotipi assimilabili a quelli delle marne a *Posidonia* e frammenti di calcari vinati, verdicci o nocciola con Calpionelle del Cretaceo inferiore. La presenza di granuli di quarzo detritico e di frammenti di fillade nella matrice suggerisce l'ipotesi che l'orizzonte di erosione toccasse localmente il Verrucano. In alcune zone si osservano sottili intercalazioni di materiale calcareo finemente detritico disposto in lamine ondulate.

Lo spessore di questa formazione non supera i 30 m. L'età è sicuramente posteriore all'Hauteriviano. A. RAU e M. TONGIORGI (1969) sulla base di correlazioni con altre zone della Toscana avanzano l'ipotesi che essa possa essere cretacea, probabilmente cenomaniana.

Data l'estensione minima degli affioramenti non è stato possibile nel Foglio al 100.000, per l'area di Caprona, distinguere cartograficamente tutte le formazioni posteriori all'Hettangiano (cs, csp, di). Esse sono riunite quindi sotto la sigla br.

1.13. sc: *Scisti sericitici verdi e rossi (scaglia metamorfica).*

La formazione si presenta più calcarea nella parte inferiore e più argillosa verso l'alto; in particolare un orizzonte calcareo tipo cipollino è osservabile al contatto con le sottostanti Radiolariti. Lo spessore è difficilmente valutabile data la presenza di numerose piccole pieghe; esso tuttavia è dell'ordine di 200-300 metri.

La parte inferiore della formazione è riferibile al Cretaceo perché poggia stratigraficamente su formazioni attribuite al Malm; la parte alta all'Eocene per il rinvenimento, nella zona di Molina di Quosa (Tav. S. Giuliano Terme, Foglio 104 Pisa) di microfossili eocenici (Globorotalie) (E. GIANNINI, R. NARDI, 1962).

1.14. pmg: *Arenarie micacee scistose e scisti ardesiaci intercalati (« pseudomacigno »).*

Affiorano lungo il bordo occidentale del Foglio sul Monte delle Croci e presso Fagnano (Tav. S. Maria del Giudice). Lo spessore è modesto.

Per quanto riguarda l'età lo « pseudomacigno » è da riferirsi all'Eocene; infatti i microfossili eocenici citati precedentemente per la scaglia metamorfica provengono da livelli strettamente associati allo « pseudomacigno ».

2. FORMAZIONI DI TIPO TOSCANO.

2.1. Tcv: *Calcari cavernosi, dolomie e calcari dolomitici cariati, brecce poligeniche.*

La formazione è costituita da vari tipi litologici. I calcari dolomitici e le dolomie grigie scure sono del tutto analoghe alla formazione dei «grezzoni» precedentemente descritti. Sono presenti anche calcari cavernosi con le ben note caratteristiche. Le brecce sono costituite solo in parte da elementi di calcare dolomitico, mentre in prevalenza derivano dai principali litotipi delle formazioni sopra e sottostanti. Esse comprendono frammenti e vere scaglie provenienti dai calcari a *Rhaetovicula contorta* (PORTLOCK), marmi e grezzoni. Sono presenti argilliti e marno-argilliti di colore rosso o verde chiaro contenenti Ostracodi e Microforaminiferi arenacei indeterminabili (Caprona). Lo spessore della formazione è mal valutabile soprattutto perché essa costituisce il livello di scorrimento delle formazioni di tipo toscano al di sopra di quelle metamorfiche.

L'età è riferibile al Norico-Retico.

2.2. Tc: *Calcarei neri e marne grige a Rhaetavicula contorta* (PORTLOCK).

Strati calcarei più o meno marnosi, neri, di spessore variabile da pochi decimetri fino a circa 2 metri, ai quali si alternano marne grigio scure con patina di alterazione giallastra. Nella parte alta le intercalazioni marnose si riducono di potenza e di frequenza.

In questo foglio la formazione è rappresentata da affioramenti di modesta estensione ubicati nei pressi di Caprona e di S. Giovanni alla Vena. In queste zone si osservano talvolta anche ad occhio nudo lumachelle a piccoli lamellibranchi e gasteropodi. La potenza della formazione è di circa 100 metri. Per analogia con la analoga formazione affiorante nel foglio limitrofo Pisa (zona dei Monti d'Oltre Serchio) nella quale è frequente *Rhaetavicula contorta* (PORTLOCK) la formazione è riferibile al Retico.

2.3. Gcm: *Calcarei massicci*.

Calcarei grigio chiari o grigio scuri, massicci o grossolanamente stratificati. Affiorano in piccole placche nel versante SW del Monte Pisano e costituiscono i terreni più antichi affioranti nel nucleo di Monsummano dove sono stati rinvenuti reperti fossili fra cui *Rhynchonella* cfr. *variabilis* SCHLOTHEIM, *Aegoceras* sp. (D. ZACCAGNA, 1882; A. AZZAROLI, 1948).

Alla base di questa formazione nei pressi di Caprona e di S. Giovanni alla Vena (Tav. Cascina) si osservano banchi di calcarei grigio scuri tipo « portoro ».

Lo spessore è esiguo sul Monte Pisano e raggiunge circa 150 m a Monsummano (Tav. Montecatini Terme).

Età: Lias inferiore.

2.4. Gs: *Calcarei grigio chiari o rosei con selci chiare*.

Affiorano nella bassa valle del Torrente Pedogna (Tav. Borgo a Mozzano), nel nucleo di Montecatini Terme ed in quello di Monsummano.

Si presentano nettamente stratificati e con rare intercalazioni di marne fogliettate.

Solo nel nucleo di Monsummano sono presenti nella parte bassa di questa formazione alcuni strati di un calcare roseo nodulare tipo « rosso ammonitico ».

Lo spessore si aggira intorno a 150 metri.

Nella Tav. Borgo a Mozzano i calcarei selciferi passano stratigraficamente alle marne a *Posidonia* e pertanto dovrebbero essere riferibili al Lias medio-superiore.

Negli strati più bassi affioranti sono stati trovati un esemplare di *Arietoceras ceras* HYATT e 2 esemplari di *Coroniceras conybeari* (SOWERBY) (C. DE STEFANI, 1887) provenienti da strati di calcarei tipo « rosso ammonitico » riferibili al Sinemuriano.

Dalla parte media provengono numerosi esemplari di *Arietoceras ruthenense* REYNÈS e A. cfr. *bertrandi* KILIAN, riferibili al Lias medio.

L'età comprende il Sinemuriano e i piani successivi del Lias fino circa alla base del Dogger.

2.5. Gm: *Marne e calcarei marnosi a Posidonia alpina* (GRAS).

Costituiscono il livello più antico affiorante nel nucleo di Marliana, dove sottostanno stratigraficamente ai calcarei grigio scuri con selci nere.

Altri affioramenti, di maggiore estensione, sono ubicati nella Tav. Borgo a Mozzano. Qui le marne a *Posidonia* sono comprese fra i calcarei grigio chiari con selci chiare e i calcarei grigio scuri con selci nere e presentano livelli di radiolariti intercalati nella parte superiore.

In alcuni campioni provenienti dalla zona di Marliana è presente una microfacies con abbondanti « filamenti calcitici » (da interpretarsi come gusci di lamellibranchi pelagici), articoli di crinoidi ed esemplari di *Stomiosphaera moluccana* WANNER, *Globochaete alpina* LOMBARD. Tale microfacies è caratteristica del Dogger del bacino mediterraneo.

Lo spessore della formazione è variabile ma solitamente non supera i 150 metri.

Età: Dogger.

2.6. Gcs: *Calcari grigio scuri con selci nere.*

La formazione si presenta con strati e banchi calcarei di spessore variabile e strati di selce nera talvolta in forma di noduli.

Sporadicamente si intercalano marne fogliettate in strati di piccolo spessore. Nel nucleo di Marliana la formazione presenta microfacies con Radiolari abbondanti, spicole di spugne e ostracodi. In questa località lo spessore è di circa 30 metri. Nella tavoletta Borgo a Mozzano, ove sono ubicati gli affioramenti di maggiore estensione, lo spessore raggiunge un massimo di circa 250 m.

Età: Malm per la sua posizione stratigrafica.

2.7. di: *Radiolariti.*

Strati silicei rossi, verdi e neri, di spessore variabile da qualche centimetro a qualche decimetro, con intercalazioni di marne argillose varicolori. Lo spessore della formazione è mal valutabile a causa dell'intenso spiegazzamento degli strati.

Nella zona di Borgo a Mozzano raggiungono al massimo 120 metri di potenza. A Monsummano lo spessore varia fra 20 e 150 metri circa; a Marliana si mantiene costantemente sui 25-30 m.

A Monsummano sono stati rinvenuti Radiolari e numerosi aptici titonici e neocomiani (D. ZACCAGNA, 1882), tra cui *A. beyrichi* OPPENHEIMER, *A. angulocostatus* PETERS.

L'età è riferibile pertanto alla parte superiore del Malm e forse, in alcuni punti, al Cretaceo inferiore.

2.8. mac: *Calcari litografici e sublitografici selciferi grigio chiari*  
(« *Maiolica* »).

La maiolica manca nel nucleo di Monsummano; si ritrova in piccolissimi affioramenti nella zona di Marliana e di Montecatini Terme e raggiunge gli spessori più notevoli nell'area di Borgo a Mozzano.

Il passaggio fra le radiolariti e la maiolica è stratigrafico ed è generalmente segnato da un caratteristico orizzonte di piccoli strati calcareo-silicei intercalati a marne fogliettate rosso-violacee.

Al di sopra la formazione è rappresentata da calcari selciferi sublitografici bianco latte nella parte bassa e grigio chiari nella parte più alta, con qualche livello calcarenitico e oolitico.

Lo spessore massimo della formazione si aggira sui 350-400 m.

La presenza di *Calpionella alpina* LORENZ e *C. elliptica* CADISCH, *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU e FILIPESCU), *Stenosemellopsis hispanica* (COLOM), indica un'età comprensiva del Titonico superiore-Cretaceo inferiore.

2.9. sp: *Scisti argillosi policromi con calcareniti e calciruditi intercalate*  
(« *Scaglia toscana* »).

La formazione è rappresentata in prevalenza da argille, argille siltose varicolori e marne. Frequenti sono però anche livelli calcarei e calcarenitici con foraminiferi. Più raramente si rinvencono livelli di radiolariti. In varie località della Tav. Borgo a Mozzano si nota il passaggio stratigrafico dalla « Maiolica » alla « Scaglia toscana ».

Lo spessore della formazione è variabile e mal valutabile a causa delle complicazioni tettoniche che la interessano e per le frequenti eteropie, a vari livelli, con la formazione delle calcareniti e calciruditi a Nummuliti.

I massimi valori dello spessore si aggirano sui 200-250 metri.

Nei livelli calcarenitici intercalati nella parte bassa della formazione sono presenti *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Biticinella breggiensis* (GANDOLFI); in livelli superiori sono presenti Globotruncane, *Orbitoides*, *Siderolites*. Nei livelli ancora più alti sono presenti microfaune eoceniche.

Pertanto l'età della formazione è riferibile all'intervallo Cenomaniano-Eocene. Non è esclusa tuttavia in alcune zone la presenza, nei livelli sommitali, dell'Oligocene, come risulta dagli studi di V. BORTOLOTTI e C. PIRINI (1965) eseguiti in aree limitrofe.

2.10. bn: *Calcareniti e calciruditi a Nummuliti e scisti argillosi policromi intercalati.*

Gli affioramenti di maggiore estensione sono ubicati nella parte NW della Tav. Borgo a Mozzano e possono considerarsi un membro della

formazione della « Scaglia toscana ». La stratificazione è netta, in banchi di spessore variabile e frequentemente ben gradati. Talora si nota la presenza di liste e noduli di selce scura.

A vari livelli sono osservabili intercalazioni di calcari marnosi, marne e siltiti varicolori.

Nelle calcareniti sono presenti numerosi esemplari di Nummuliti, Discocicline, Alveoline, Assiline oltre a resti di calcari con Calpionelle, di selci ecc. Per quanto i fossili più recenti indichino l'Eocene, non è esclusa la presenza dell'Oligocene (V. BORTOLOTTI e C. PIRINI, 1965).

Le calciruditi sono costituite da elementi calcarei e silicei in prevalenza.

I calcari appartengono a formazioni giuresi (Lias-Titonico) e cretacee basali e mostrano facies che talora denotano una provenienza dei clastici esterna al bacino di sedimentazione della serie toscana (L. DALLAN, 1966).

#### 2.11. mg: *Arenarie feldspatiche con intercalazioni marnoso-siltose (macigno del Chianti).*

Arenarie feldspatiche in strati e banchi di spessore variabile con sottili intercalazioni siltoso argillose.

Gli strati arenacei mostrano le caratteristiche dei depositi risedimentati per onde torbide (graded bedding, e impronte di fondo alla base). E' una facies di flysch.

Ad ovest di Cireglio (Tav. Pistoia e Marliana) e a SE di Casal Guidi (Tav. Serravalle Pistoiese) si osservano, in continuità stratigrafica sul macigno, livelli discontinui di marne siltose grige (ml) nel quale sono inglobati ammassi lenticolari (olistostromi) di tipi litologici analoghi a quelli che costituiscono le formazioni del gruppo dell'Alberese.

In continuità stratigrafica con le marne siltose grige si nota in particolare nella zona di Cireglio e nella parte SE della Tav. Serravalle Pistoiese, un'arenaria di aspetto simile al macigno, nota più a Nord col nome di « Arenaria di Monte Modino » (R. NARDI e M. TONGIORGI, 1962; L. DALLAN, 1962; R. NARDI, 1965).

L'affioramento si estende a S fino a Torrente Vincio di Brandeglio, e E fino al Torrente Ombrone.

#### 2.12. mgM: *Siltiti e marne (Macigno del Mugello).*

E' deposito torbido, corrispondente approssimativamente al « Macigno B » di R. Signorini, eteropico in parte al « Macigno del Chianti ». Rispetto a questo presenta la frazione arenacea molto ridotta, mentre dominano le siltiti marnose, con strati da pochi centimetri a un metro. E' una facies di flysch, talora con selci nere in liste e noduli.

Età: dall'Oligocene superiore al Langhiano superiore. In alcuni luoghi (E. SERPAGLI e A. SIROTTI, 1967) inizia nell'Aquitano.

### 3. GRUPPO DELL'ALBERESE

#### 3.1. alb: *Argille siltose e marne con intercalazioni di calcari, calcari marnosi, arenarie e calcareniti.*

La parte più bassa della formazione, costituita in prevalenza da argille grigio scure, con rari calcari, presenta un aspetto estremamente caotico, molto simile a quello degli olistostromi intercalati nella parte alta del macigno, coi quali mostra analogia anche per la costituzione litologica.

Associate alle argille sono presenti breccie sedimentarie grossolane costituite da rocce verdi, radiolariti e calcari compatti.

La parte superiore della formazione presenta un aspetto più tranquillo con strati di calcari, calcareniti e calcari marnosi più frequenti e talvolta di arenaria a grana fine in strati sottili alternanti a marne grige.

Frequentemente si rinvencono anche argille varicolori con intercalazioni di calcareniti, calcari verdastri e livelli discontinui di radiolariti.

Nella parte bassa della formazione sono state rinvenute microfaune di età cretacea superiore, tra cui *Planomalina* (?), *Globigerinelloides*, *Schackoina* cfr. *tappanae* MONTANARO GALLITELLI, *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI, *Globotruncana* sp., *Heterobelix* sp., *Pithonella ovalis* (KAUFMANN). Nella parte alta sono presenti microfaune a Globorotalia e *Miscellanea miscella* D'ARCHIAC e HAIME.

Età: Cretaceo sup. - Paleocene.

3.2. al: *Calcarei a grana fine grigio chiari; calcari marnosi scuri e calcareniti.*

Sequenze ritmiche di calcari marnosi grigio chiari passanti a marne grige. Spesso la parte basale della sequenza è costituita da calcareniti o da arenarie calcaree. Nei calcari a grana fine sono state ritrovate microfaune con *Globorotalia velascoensis* CUSHMAN, *G. aequa* CUSHMAN e RENZ, *G.* cfr. *aragonensis* NUTTALL, *Globigerina* del gruppo *G. triloculinoides* PLUMMER e *G. linaperta* FINLAY ecc.

Età: Paleocene-Eocene inferiore e medio.

#### 4. GRUPPO DEL FLYSCH CRETACEO

4.1. Cmc: *Flysch calcareo-marnoso.*

Sequenze ritmiche costituite da arenarie calcaree (tipo pietraforte), e calcari marnosi e marne. Le arenarie sono solitamente a grana fine, quarzose, con rari feldspati e mica, a cemento calcareo abbondante.

I calcari presentano microfacies caratteristiche con spicole di spongiari, radiolari calcitizzati e rari microforaminiferi planctonici (*Globigerinidi*, *Heterohelicidi*). Raramente sono presenti esemplari di *Globotruncane* bicarenate e *Pitbonella ovalis* (KAUFMANN).

Età: Cretaceo superiore.

#### 5. TERRENI SENZA CONNESSIONE VISIBILE CON SERIE DEFINITE

Gli affioramenti sono localizzati lungo il margine occidentale del Foglio nelle Tavole Lucca e Borgo a Mozzano. Questi terreni sono sovrapposti tettonicamente al flysch calcareo-marnoso cretaceo e sono in continuità di affioramento con le analoghe formazioni già citate nel F. 104 « Pisa », tra S. Macario in Piano e S. Stefano (Tav. Massarosa).

5.1. spv: *Scisti argillosi policromi, marne siltose con intercalazioni di calcari e di arenarie.*

Per quanto non si possa con sicurezza definire l'età di questa formazione (data la scarsità di reperti fossili, per giunta mal conservati e privi di significato cronologico) alcune sezioni sottili di calcari arenacei (presso

Mutigliano) hanno mostrato la presenza di piccoli esemplari di *Heterohelicidae* e *Globigerinae* che potrebbero indicare il Cretaceo.

5.2. ar: *Arenarie feldspatiche quarzoso-micacee con intercalazioni argillose marnose.*

Presentano caratteristiche petrografiche e sedimentologiche del tutto analoghe a quelle del macigno, con passaggi laterali a spv.

Questi depositi non sono risultati fossiliferi.

#### 6. DEPOSITI NEOGENICI E QUATERNARI

6.1. *Depositi miocenici (Sedimenti lacustri del Messiniano).*

Non affiorano nell'area del foglio, ma sono stati incontrati nei sondaggi Cerbaie I e Certaldo II eseguiti negli ultimi anni dall'AGIP Direzione Mineraria e dalle Società Larderello, Montecatini e Dalmine (R. GHELARDONI, E. GIANNINI, R. NARDI, 1968).

Il sondaggio Cerbaie I dalla profondità di m 494 a m 518 ha incontrato sabbia argillosa con argilla e ciottoli di ambiente salmastro e lacustre (*Melania*, *Melanopsis*, *Paludina*, *Cyprideis littoralis*).

Il sondaggio Certaldo II (tra Empoli e S. Miniato) da m 1060 a 1774 ha incontrato sabbie più o meno cementate con intercalazioni di marne sabbiose e livelli lignitiferi, marne e ciottoli.

Sulla base di questi dati e delle condizioni strutturali i predetti autori hanno eseguito una ricostruzione paleogeografica dalla quale risulta che nell'area del Foglio Lucca il Miocene è rappresentato da una striscia di depositi lacustri che attraversa il secondo quadrante in direzione NW-SE dai dintorni di Altopascio estendendosi verso SE oltre Empoli e S. Miniato. I depositi lacustri giacciono trasgressivi su diverse formazioni del substrato premiocenico.

La fig. 3 mostra la giacitura dei terreni neogenici e quaternari.

6.2. *Depositi pliocenici.*

6.2.1. *Pcg: conglomerati a elementi di macigno.*

Rappresentano la sponda del bacino pliocenico nella zona del Monte

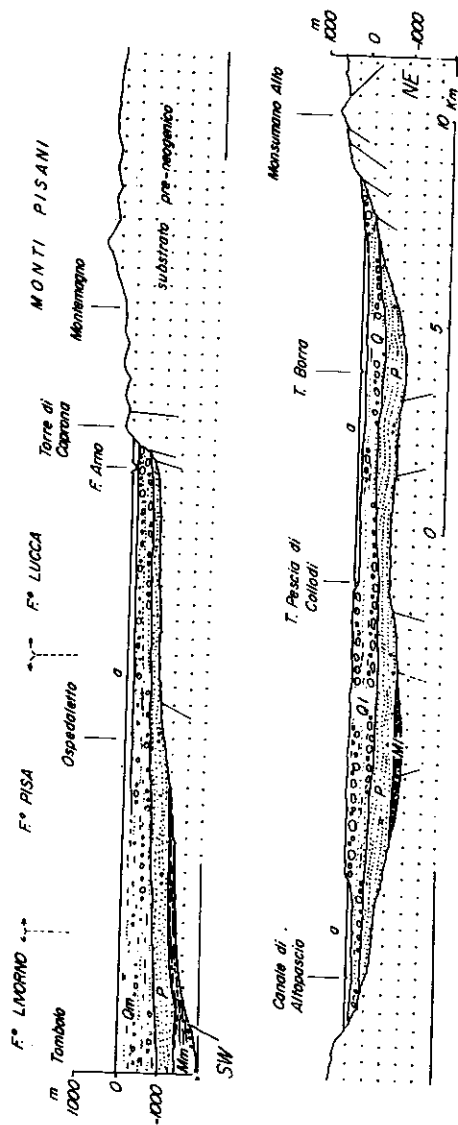


Fig. 3 — I terreni neogenici e quaternari lungo una sezione da Tombolo a Montsummano (i due disegni sono in continuazione).

a = alluvioni recenti e attuali.

Om = depositi marini e salmastri del Quaternario, dal Calabrianio.

Ql = depositi fluvio-lacustri del Quaternario.

P = depositi marini e salmastri del Pliocene.

Mm = depositi marini e salmastri del Miocene superiore (Messiniano).

MI = depositi lacustri del Miocene superiore (Messiniano).

Albano; gli affioramenti sono localizzati su un'area di piccola estensione, circa 5 chilometri a Nord-Est di Cerreto Guidi.

Sono conglomerati scarsamente cementati, a grossi ciottoli di macigno.

### 6.2.2. Pa: argille e argille sabbiose azzurre e cenerine (facies piacentiana).

Affiorano nei dintorni di Monterappoli e Ponte a Elsa. La formazione è molto uniforme e costituita essenzialmente da argille e argille sabbiose, in genere molto plastiche. L'associazione faunistica indica un ambiente di mare poco profondo con episodi salmastri.

### 6.2.3. Ps: sabbie gialle, arenarie, argille, argille sabbiose e conglomerati (facies astiana).

Affiorano nei dintorni di San Miniato, nella parte inferiore del rilievo delle Cerbaie, tra Montecàvoli e Massarella, e sulle colline tra Fuецchio e Cerreto Guidi.

A Sud dell'Arno (San Miniato-Monterappoli) le sabbie gialle e arenarie sono in continuità sulle argille di facies piacentiana. Intercalati alle sabbie compaiono numerosi livelli argillosi e argilloso-sabbiosi.

In questa zona i fossili sono molto abbondanti; a faune di ambiente marino si alternano frequentemente faune di ambiente salmastro. Queste alternanze fanno pensare ad un ambiente estremamente litorale, in cui numerose dune separavano piccole lagune dal mare.

A Nord dell'Arno (Montecàvoli-Massarella, Cerreto Guidi) la formazione è costituita da alternanze di sabbie, argille sabbiose e argille, a cui si intercalano sporadici letti di conglomerato. I conglomerati hanno un discreto sviluppo nella zona compresa tra Ponte alla Navetta e Ponte a Cappiano; gli elementi che li costituiscono sono rappresentati quasi esclusivamente da calcari, radiolariti e macigno (formazioni di tipo toscano), subordinatamente da calcari e arenarie delle formazioni alloctone dell'Appennino.

Le sabbie, argille sabbiose e argille, costituenti le colline tra Fuецchio e Cerreto Guidi, sono in continuità sul conglomerato basale, presso la sponda del bacino pliocenico.



Anche a Nord dell'Arno le associazioni faunistiche e il tipo dei sedimenti indicano un ambiente salmastro lagunare, con episodi lacustri specie nelle parti più alte della serie.

Lo studio di alcune sezioni naturali ci ha permesso di ricostruire le successioni schematizzate nelle figg. 4 e 5.

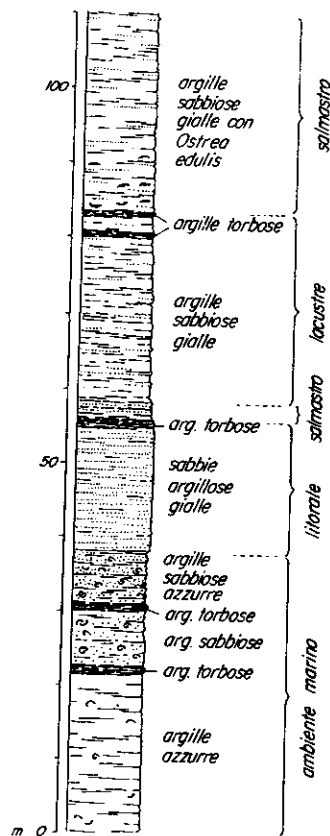


Fig. 4 — Successione dei depositi pliocenici a Nord dell'Arno tra Fucecchio e Cerreto Guidi. Le prime due intercalazioni torbose, che contengono molluschi d'acqua dolce rimaneggiati, si interpretano come materiali portati da piene di fiumi.

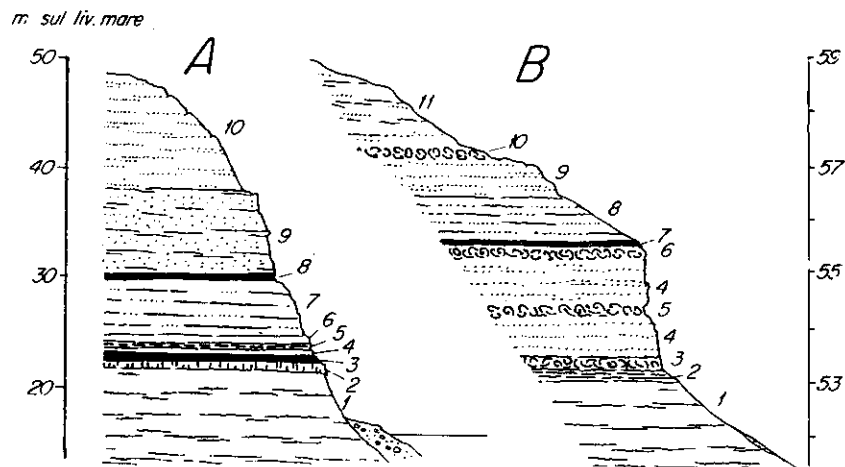


Fig. 5 — A = Sezione naturale presso « Le Grotte » (scarpata sull'Arno poco a valle della confluenza del torrente Streda).

1. Argille azzurre con *Venus (Amiantis) brocchii*.
2. Argille sabbiose indurite.
3. Argille grigio scure con gasteropodi e ostracodi di acqua dolce. Nella parte superiore di questo straterello si notano *Cerithium vulgatum* e *Nassa* sp.. Tra i pollini la percentuale maggiore è costituita da *Pinus* e *Fraxinus*.
4. Argilla sabbiosa grigio giallastra con *Arca darwini* e rari *Cardium edule*.
5. Livello ad *Ostrea edulis*.
6. Argille con *Venus (Amiantis) brocchii*, *Venus* cfr. *islandicoides* e *Arca darwini* nella parte inferiore dello strato; *Ostrea edulis* nella parte superiore.
7. Argille sabbiose.
8. Argille nere con torba.
9. Argille azzurre molto sabbiose con *Venus* sp.
10. Sabbie argillose gialle con *Cardium edule*.

B = Sezione naturale tra Ripoli e Gavena (circa 2 km e mezzo a Est di Fucecchio).

1. Argille grigio azzurre fossilifere.
2. Livello a *Ostrea edulis* e *Ostrea lamellosa*.
3. Livello a *Cardita (Glans) intermedia*.
4. Sabbie gialle con *Venus (Amiantis) brocchii*.
5. Livello a *Cardita (Glans) intermedia* e *Arca darwini*.
6. Livello ad *Arca darwini*.
7. Argille nerastre torbose con pollini quasi esclusivamente di *Pinus*.
8. Argille azzurre sabbiose con scarsissima *Rotalia beccarii*.
9. Sabbie gialle fini con scarsissima *Rotalia beccarii*.
10. Livello ad *Arca darwini* e *Ostrea* cfr. *plicatula*.
11. Argille sabbiose azzurre con *Arca darwini*.

In questi sedimenti vengono citati ritrovamenti di mammiferi (A. FUCINI, 1891; 1908; G. MERLA, 1949; A. AZZAROLI, 1963).

Gli esemplari più importanti sono:

*Elephas meridionalis*, i cui resti in particolare sono citati a Cerreto Guidi, alle Grotte ecc.

*Mastodon arvernensis*.

*Equus stenorhinus*, ritrovato a Petroio, alle Grotte e presso Vinci.

*Rhinoceros megarhinus*, spesso citato come *R. etruscus* (A. AZZAROLI, 1963), ritrovato in particolare a Montopoli.

*Bos etruscus* ecc.

Non si può escludere che gli strati più alti della successione, denotanti episodi lacustri e lagunari, appartengano già al Quaternario.

### 6.3. Depositi quaternari.

Nell'area del Foglio « Lucca » il limite Pliocene-Quaternario non può essere definito come nel caso dei depositi marini, né si presenta con caratteri uniformi per tutta l'area, a causa dei movimenti tettonici tardivi che hanno gradualmente modificato le condizioni paleogeografiche.

Mentre nelle colline tra Fucecchio e Cerreto Guidi già si osservano episodi lacustri verso la sommità della successione di depositi argillosi e sabbiosi, dopo episodi lagunari salmastri, procedendo verso Lucca, cioè verso Ovest, appaiono altri depositi lacustri, di età più recente e attribuibili al Quaternario, alcuni dei quali sensibilmente deformati da movimenti tettonici.

Nei depositi del Quaternario antico si possono distinguere due episodi lacustri.

#### 6.3.1. Depositi del primo ciclo lacustre.

##### 6.3.1.1. Qc: conglomerati a grossi ciottoli di macigno.

Costituiscono una fascia lungo il bordo orientale del lago, sul versante occidentale del Monte Albano e giacciono in discordanza sui sedimenti salmastri del Pliocene.

##### 6.3.1.2. Ql: argille grige lignitifere, argille sabbiose e sabbie.

Argille grige, ricche spesso di resti vegetali, argille torbose scure, argille sabbiose e sabbie; talora sono presenti livelli di ciottoli ad elementi di macigno e di calcari provenienti dalle formazioni di tipo toscano.

Questi episodi si devono attribuire a una fase di clima freddo del Quaternario basso, come è documentato da una associazione pollinica caratterizzata da *Pinus* (dominante), accompagnato da *Abies*, *Picea* e *Betula*. Si possono attribuire genericamente al Villafranchiano superiore.

##### 6.3.1.3. Qfl: conglomerati, ciottoli e argille lignitifere.

In basso si hanno ancora livelli di argille lignitifere, quindi in alto conglomerati e ciottoli arrossati lacustri e fluviali, che segnano la fine del primo ciclo lacustre.

I ciottoli di questo livello hanno provenienze varie: nei dintorni di Montecarlo sono costituiti di « Verrucano »; nell'area di Lappato, Gragnano, Camigliano e S. Colombano sono costituiti da macigno prevalente e da varie formazioni di tipo toscano; tra S. Quirico e S. Michele di Moriano da elementi delle unità alloctone.

#### 6.3.2. Depositi del secondo ciclo lacustre.

##### 6.3.2.1. Qfl<sub>2</sub>: ciottoli, sabbie e argille di origine fluvio-lacustre e fluviale.

Depositi ciottolosi, sabbiosi e argillosi, prevalentemente fluviali, localmente lacustri. Affiorano tra Piaggiori e Carignano a Nord di Lucca. Nella bassa valle del T. Freddana prevalgono ciottoli e sabbie; i livelli argillosi contengono ostracodi lisci e si possono riferire a depositi di tipo lacustre.

Nella Valle del Serchio, più a monte, si trovano ciottoli di tipo fluviale che indicano un antico alveo del Serchio, rispetto al quale l'attuale solco erosivo tra Piaggione e Ponte a Moriano è spostato di circa 2 km verso Nord-Est.

Gli schizzi della fig. 6 mostrano le ricostruzioni schematiche del primo e del secondo episodio lacustre in una striscia presso lo sbocco del Serchio a Nord di Lucca.

6.3.3. **Qt**: sabbie argillose rossastre, conglomerati e depositi ciottolosi in terrazzi; tufiti (Montopoli).

Un notevole episodio di attività fluviale è quello che ha disseminato per una vasta area i ciottoli provenienti dal disfacimento del « Verrucano » dei Monti Pisani. La sigla **Qt** indica un deposito fluviale costituito da sabbie rossastre, conglomerati e ciottoli in terrazzi che giace in discordanza sopra i sedimenti salmastri pliocenici (Ponte alla Navetta) e su quelli di ambiente lacustre e fluvio-lacustre del Villafranchiano (Porcari-Marginone).

A Sud dell'Arno, nei pressi di Montopoli, è presente una intercalazione di materiale piroclastico di circa 7-8 metri di spessore. E' una tufite

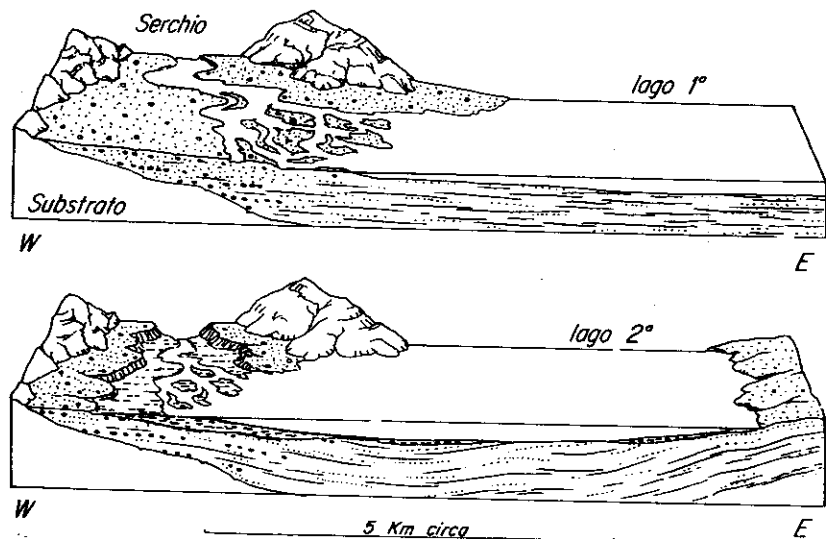


Fig. 6 — In alto: il lago del primo episodio lacustre quaternario allo sbocco del Serchio presso Ponte a Moriano. Lo specchio lacustre si estendeva a Nord fino al piede del rilievo appenninico, a Est fino al Monte Albano e a Vinci, a Ovest lambiva i Monti Pisani. La sponda meridionale era formata dalle colline plioceniche a Nord dell'Arno tra Calcinata e Cerreto Guidi. In basso: il secondo episodio lacustre ha avuto luogo dopo il sollevamento delle Cerbate e delle colline di Montecarlo. In queste ultime i depositi del primo ciclo lacustre appaiono inclinati spesso oltre 15°, talora oltre 30°. Il secondo lago occupava circa la metà occidentale del primo. Allo sbocco del Serchio i depositi del primo ciclo lacustre si presentano come terrazzi sopraelevati su quelli del secondo.

cineritica di colore biancastro, a strati sottili simili a varve, contenente vetro indicante derivazione da vulcanismo acido (SQUARCI P., TAFFI L., 1967).

6.3.4. Quaternario recente.

6.3.4.1. **tr**: travertino.

Travertini sono sviluppati nella zona di Montecatini Terme e Monsummano; la loro origine è in evidente connessione con le sorgenti termominerali presenti nella zona.

Vengono riferiti al Quaternario per la presenza di *Testudo graeca* L. e di *Elephas trogontherii* POHLIG (cfr. AZZAROLI A., 1948).

6.3.4.2. **at**: depositi alluvionali all'interno delle valli principali e ai margini dei rilievi, elevati in forma di terrazzi rispetto alla pianura alluvionale attuale. Sono costituiti in prevalenza da ciottoli e sabbie.

6.3.4.2 **t,p**: terreno torboso (**t**), terreno argilloso palustre e terreni di bonifica recente nella zona del lago di Bièntina e del padule di Fucecchio (**p**).

6.3.4.4. **a**: depositi alluvionali costituiti da limo, sabbie e ciottoli, attuali e recenti, e depositi di colmata a NW del padule di Fucecchio.

6.3.4.5. **d**: detriti e accumuli di frane.

## V — TETTONICA

I lineamenti strutturali dell'area del Foglio « Lucca » sono complessi per la presenza di linee tettoniche con direzioni varie, con carattere diverso, formatesi in più fasi di movimento.

Sui Monti Pisani la discordanza angolare per la quale il « conglomerato della Verruca » riposa sulle « Filladi e Quarziti listate di Buti » con le datazioni assolute di quest'ultima formazione, testimonia l'orogenesi ercinica, con la fase asturica del Carbonifero superiore. La lacuna sedimentaria

tra gli « Scisti di S. Lorenzo » fossiliferi e le « Breccie di Asciano » è riferibile, sia pure con qualche riserva, alla fase saaliana.

Nei movimenti di età alpina, come in tutto l'Appennino toscano, quelli delle fasi di parossismo hanno determinato le più vistose strutture plicative e i sovrascorrimenti di unità diverse.

Sui Monti Pisani è possibile individuare le seguenti unità tettoniche (RAU A. e M. TONGIORGI, 1969): 1) l'unità di Monte Serra, costituita da formazioni clastiche metamorfiche preoriche, sormontate localmente da lembi della loro copertura stratigrafica mesozoica (Caprona, Agnano, ecc.); 2) l'unità di S. Maria del Giudice, costituita da formazioni analoghe e accavallata sulla precedente in corrispondenza della linea Asciano-Vorno; 3) una unità costituita da formazioni non metamorfiche di tipo toscano prevalentemente calcaree di età post-carnica. (Vedi fig. 7).

L'unità di Monte Serra, in mancanza di altri dati, può considerarsi autoctona. Parallelamente alla linea Asciano-Vorno si osservano in questa unità accavallamenti secondari (linea del M. Faeta, linea del M. Vallone).

La direzione degli assi tettonici, appenninica nella parte nord-orientale dei Monti Pisani, diviene quasi nord-est - sud-ovest nella parte nord-orientale, dove la vergenza delle strutture è chiaramente verso ESE, conformemente alla direzione di accavallamento dell'unità di S. Maria del Giudice su quella di Monte Serra.

Nella porzione sud-orientale del nucleo metamorfico la vergenza delle strutture è variabile in relazione al prevalere di una tettonica di copertura e a diverse fasi di compressione, la cui esatta cronologia non può essere per ora precisata.

I lembi metamorfici mesozoici prevalentemente calcarei del margine sud-ovest dei Monti Pisani, quantunque legati stratigraficamente al basamento autoctono, presentano una tettonica complessa e disarmonica rispetto a quella del substrato, dal quale si sono resi indipendenti a causa dello scollamento in corrispondenza dei materiali plastici del Trias superiore.

L'unità di S. Maria del Giudice, scollata dal suo originario substrato in corrispondenza degli orizzonti scistosi stefano-eopermiani, può essere considerata parautoctona.

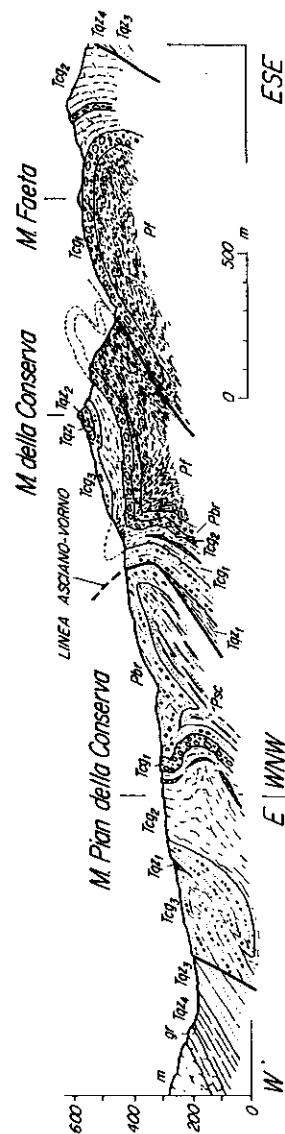


Fig. 7 — Sezione nei dintorni di Asciano (Monti Pisani) per mostrare l'accavallamento dell'unità di S. Maria del Giudice sull'unità di M. Serra lungo la linea Asciano-Vorno. Nell'unità di M. Serra si notano accavallamenti di entità minore.

L'unità 3 (« Falda toscana ») è invece chiaramente alloctona e poggia in netta discordanza angolare, con l'interposizione di brecce tettoniche, sulla copertura mesozoica dell'unità di M. Serra. Fenomeni di rabotage basale e sommitale possono essere individuati al contatto delle due unità.

Questi fenomeni mostrano che le formazioni di tipo toscano, dalle evaporiti del Trias superiore Tcv al macigno del Mugello mgM, sono sovrascorse sul nucleo metamorfico dei Monti Pisani.

La sovrapposizione tettonica del « Gruppo dell'Alberese » (dal Cretaceo superiore all'Eocene medio) è visibile specialmente sul versante nord-orientale del Monte Albano e a Est di Montecatini Alto.

Intorno allo sbocco del Serchio nella piana di Lucca il « Gruppo del Flysch cretaceo » poggia direttamente sul macigno della successione di tipo toscano a Ovest del Serchio, mentre a Est risulta sovrapposto al « Gruppo dell'Alberese ».

Tra le strutture delle fasi parossismali alcune hanno direzione appenninica (NW-SE), come le faglie e le pieghe intorno alla valle del Serchio a Nord di Lucca e le pieghe dei Monti Pisani. Altri elementi strutturali in direzione appenninica sono gli assi delle pieghe del Monte Albano.

I Monti Pisani sono limitati a SW e a NE da linee tettoniche evidentemente in direzione appenninica appartenenti a fasi tardive di distensione, anche se non sono in gran parte direttamente visibili per la copertura di depositi del Quaternario. Al margine SW è da presumere l'esistenza di una o più faglie dirette, in continuazione di quella apparsa durante i lavori di captazione della sorgente di Caldaccoli presso S. Giuliano Terme (Foglio « Pisa », presso il limite col Foglio « Lucca »).

Ai movimenti tettonici tardivi (dal Miocene superiore ai tempi attuali) sono riferibili le faglie dirette in direzione appenninica all'angolo NW del Foglio, tagliate dalla Valle del Serchio (Fig. 8).

Il rilievo delle Cerbaie è una testimonianza di movimenti tettonici recenti a blocchi rigidi: a Est i terreni del Quaternario antico sono sollevati fino a circa 100 metri; verso ovest degradano e scompaiono attorno ai Monti Pisani, mentre giacciono sepolti nella pianura subsidente di Pisa.

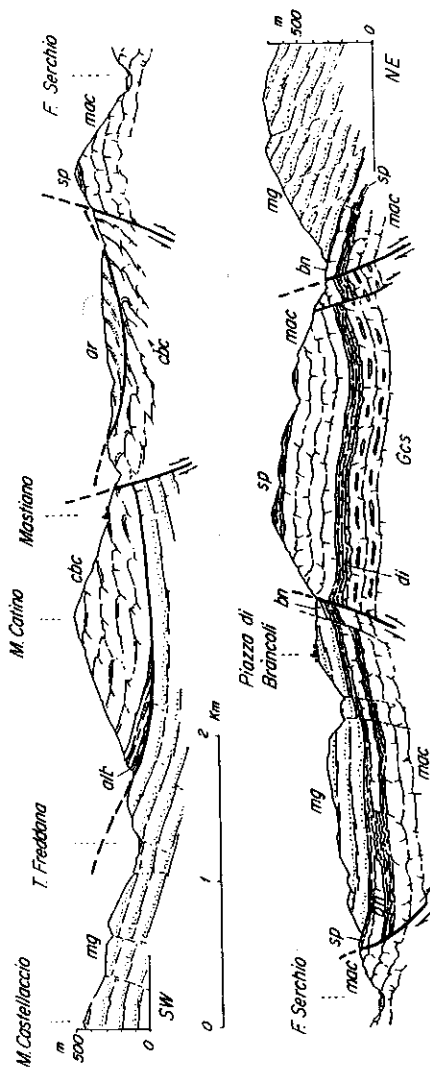


Fig. 8 — Sezione NW-SE attraverso la Valle del Serchio poco a valle del Borgo a Mozzano. Si rilevano i rapporti di sovrapposizione delle unità alloctone e il molino a Horst e Graben che caratterizza i movimenti tettonici taratini e che rappresenta la prosecuzione verso SE del Graben del Serchio.

Nel Foglio « Lucca » le pianure alluvionali occupano un terzo dell'area totale, cioè 490 km<sup>2</sup> su 1480. Le tre pianure alluvionali più a Nord (Lucca, Montecatini e Pistoia) derivano dall'interrimento di bacini lacustri villafranchiani, formatisi nel Pliocene e protrattisi per una parte del Quaternario.

Tra i Monti Pisani e il debole rilievo delle Cerbaie corre una striscia di pianura, larga circa 3 km, risultante dalla bonifica del lago o padule di Bièntina; ha carattere di valle morta in quanto non è percorsa da un fiume naturale, ma soltanto dal canale emissario dell'area bonificata. E' in realtà un tronco di valle abbandonato dal Serchio secondo la ricostruzione della fig. 9.

Infatti vari sondaggi nella depressione di Bièntina e nella pianura dell'Arno a valle di Pontedera hanno incontrato livelli di ciottoli (profondità tra 40 e 80 metri presso Càscina) indubbiamente trasportati da un antico Serchio perché costituiti da rocce tipiche del nucleo metamorfico delle Apuane. Il cambiamento di tracciato del Serchio è attribuibile a un fenomeno di tracimazione. Colmato il lago di Lucca, il Serchio ha percorso la valle di Bièntina; quando i depositi alluvionali hanno innalzato la pianura di Lucca il Serchio si è riversato verso Ovest attraverso la soglia di Ripafratta, raggiungendo così il mare per una via più breve.

Anche il paesaggio collinoso è largamente rappresentato: i rilievi, con le forme dolci caratteristiche dei terreni in prevalenza argillosi o sabbiosi, hanno alla sommità spianate poco inclinate che rappresentano superfici di regressione della fine del Pliocene a Est (colline di Vinci, Cerreto Guidi e S. Miniato) e superfici emerse nel Quaternario al centro del Foglio (Le Cerbaie). In queste aree il sollevamento recente (Pliocene superiore-Quaternario) è stato modesto, ma l'erosione rapida a causa dei materiali scarsamente coerenti (argille e sabbie con o senza ciottoli), cosicché le valli hanno il fondo largamente sovralluvionato, simulando una morfologia di aspetto senile, mentre la rete idrografica è giovane, cioè di età Quaternaria (fig. 10).

Nella parte montuosa del Foglio « Lucca » si distingue il massiccio

isolato dei Monti Pisani, culminante col Monte Serra (m 917). La morfologia è dominata da versanti con pendenze generalmente uniformi, dovute alle quarziti e agli scisti (fig. 11 in basso). Il conglomerato quarzoso « anageniti grossolane » emerge con pareti più ripide, come tipicamente nella Verruca a SE di Calci.

Il paesaggio calcareo, con le caratteristiche pareti ripide e nude, è rappresentato con forme poco marcate nella piccola parte dei Monti Pisani

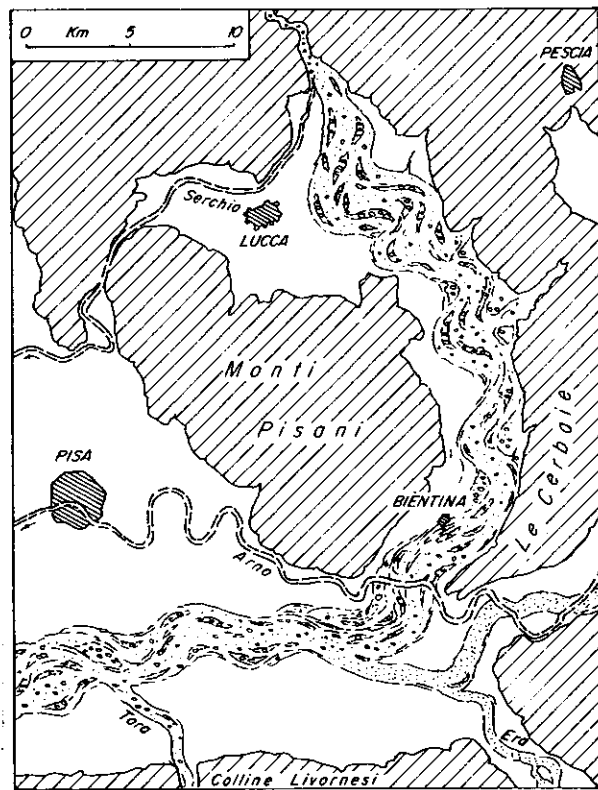


Fig. 9 — Ricostruzione degli antichi corsi del Serchio e dell'Arno. La doppia linea interrotta indica i tracciati attuali dei due fiumi.

a occidente della Valle del Guappero; ricompare intorno alla Valle del Serchio a monte di Ponte a Moriano e infine nei due piccoli nuclei mesozoici di Montecatini Terme e di Monsummano.

Sul Monte Albano e nei rilievi della parte settentrionale del foglio, domina la morfologia piuttosto monotona del Macigno, con versanti ripidi e uniformi e spartiacque più aguzzi di quelli dei Monti Pisani (fig. 11 in alto).

Visto da Sud il rilievo dell'Appennino lucchese e pistoiense appare troncato a un'altitudine di circa 1000 m. Alle Pizzorne e alla Macchia Antonini si riconoscono residui di spianate a quote appena superiori a m 1000.

I terreni dei gruppi dell'Alberese e del Flysch cretaceo, nei loro modesti affioramenti, presentano forme più attenuate.

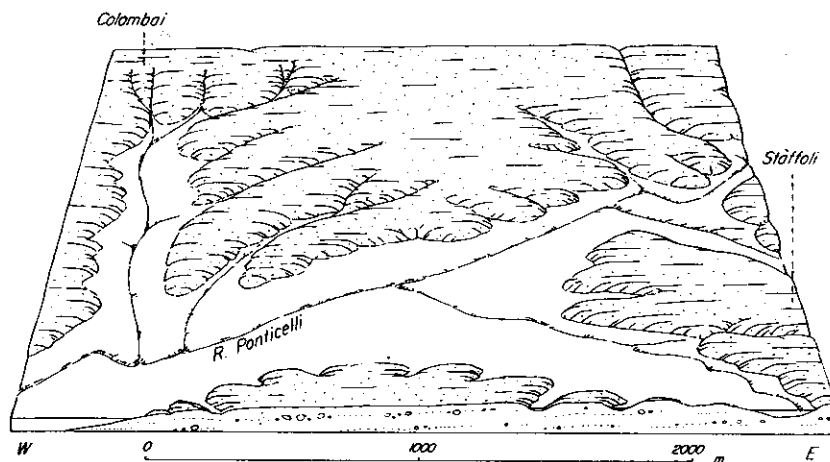


Fig. 10 — Schema morfologico delle Cerbaie tra Stäffoli e Orentano. La superficie piatta del rilievo è leggermente inclinata verso Ovest. Si noti la larghezza dei depositi alluvionali di fondovalle.

## VII — GEOLOGIA APPLICATA

### 1. CAVE

#### 1.1. Calcari.

Gli affioramenti di calcari sono relativamente scarsi e per questo motivo i pochi esistenti sono o sono stati oggetto di estrazione. Lungo la Valle del Serchio sono visibili vecchie e recenti cave di calcari selciferi, sia maiolica mac, sia di calcari grigio scuri a selci nere Gcs. Al margine sud-occidentale dei Monti Pisani viene estratto calcare massiccio nero Gcm e sottilmente stratificato Tc a Caprona, calcare massiccio grigio m a Uliveto, dove viene utilizzato per cemento, grezzone gr a Lugnano e a S. Giovanni alla Vena, utilizzato per pietrisco. Poco a Nord di Montecatini vengono cavati calcari selciferi Gcs e maiolica mac; a Monsummano calcari selciferi Gs e calcari massicci Gcm.

#### 1.2. Quarziti del Verrucano.

Lungo il margine dei Monti Pisani sono molto numerose le cave abbandonate di Verrucano; si tratta per lo più del membro 3° della formazione delle Quarziti di Monte Serra, cioè le quarziti bianco-rosa.

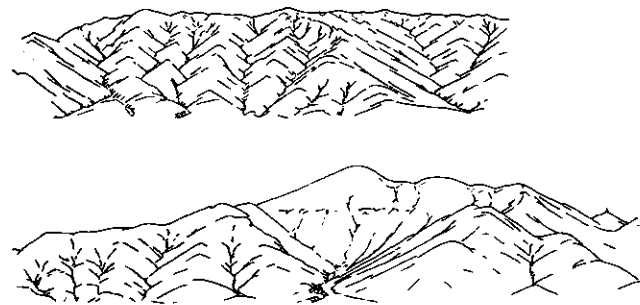


Fig. 11 — In alto le Pizzorne viste da Capannori; la sommità del rilievo, dalla Valle del Serchio ai dintorni di Pistoia, si aggira intorno all'altitudine di 1000 m, con residui di antiche spianate. In basso il Monte Faeta (Monti Pisani) visto da sud-ovest.

### 1.3. Argille per laterizi.

Cave di argille per laterizi, specialmente del deposito lacustre quaternario Q1, sono aperte a Borgo a Buggiano e in generale al margine della pianura a Ovest di Montecatini.

## 2. IDROLOGIA

La formazione del Macigno del Chianti è nell'insieme impermeabile. Tuttavia sono relativamente frequenti e diffuse piccole sorgenti, per lo più con portata inferiore a 1 l/sec, alimentate da accumuli di detrito oppure da fasce di arenaria frantumata da processi tettonici.

Impermeabili sono pure le colline di Cerreto Guidi, mentre gran parte delle Cerbaie presenta in superficie depositi sabbiosi ciottolosi permeabili (Qt, Qt<sub>1</sub>), che poggiano su sabbie e argille plioceniche che nell'insieme formano un substrato impermeabile. Pertanto, poichè in superficie il versante occidentale delle Cerbaie è molto esteso, mentre ridottissimo è quello orientale, le acque sotterranee si muovono verso Ovest come l'idrografia superficiale. Per questo motivo i pozzi trivellati nei dintorni di Bièntina e altri a NE di Bièntina presso il rilievo, sono ricchi di acque artesiane provenienti sia da Nord sia da Est, cioè dal rilievo delle Cerbaie.

Anche la piana di Lucca è ricca di acque artesiane, poco profonde. Più profonde sono le falde artesiane provenienti dai depositi ciottolosi dell'antico alveo del Serchio nei dintorni di Cascina (fig. 9), dove una falda si trova intorno ai 40-50 m di profondità e una seconda, meno estesa, intorno a 80 m. Più scarse sono le falde artesiane tra Calcinaia ed Empoli a causa della quasi generale mancanza di livelli ciottolosi nel sottosuolo della pianura; le falde sono costituite da sabbie intercalate ad argille e le acque hanno durezza molto elevata.

I Monti Pisani, ad eccezione dei piccoli affioramenti calcarei al margine SW, sono costituiti da formazioni impermeabili e le piccole sorgenti esistenti sono alimentate da accumuli di detrito e da pochi metri di roccia sottostante fessurata. Poiché si tratta di rocce con grande predominanza di quarzo e senza carbonati, le acque di tali sorgenti (per esempio Asciano) hanno durezza non superiori a 8 gradi francesi.

## 3. SORGENTI, SORGENTI MINERALI E TERMOMINERALI

Non esistono nell'area del Foglio « Lucca » sorgenti di notevole portata, al di fuori di quelle modeste, ricordate nel paragrafo precedente e di interesse strettamente locale. L'approvvigionamento idrico dei centri abitati viene effettuato in grande prevalenza da acque artesiane. Nel campo delle sorgenti minerali hanno rilevante interesse le acque termali.

### 3.1. Campo idrotermale di Montecatini Terme.

Delle varie sorgenti termominerali di Montecatini (Leopoldina, Tamerici, Regina, Torretta, Tettuccio, Giulia, Rinfresco, in ordine di salinità decrescente) la Leopoldina è considerata l'« acqua madre », con un residuo fisso intorno a 18 grammi per litro e con una temperatura intorno a 34°C. E' un'acqua artesianica di risalenza profonda; dalle miscele che avvengono nel sottosuolo con proporzioni variabili di acque di circolazione meno profonda, derivano le composizioni delle altre sorgenti, con temperature più basse e che nell'insieme hanno i vari componenti della mineralizzazione negli stessi rapporti della Leopoldina, salvo il bicarbonato di calcio, che si trova in proporzione un po' maggiore. Tutte le acque sono di origine meteorica e traggono la temperatura dalla profondità della circolazione e la mineralizzazione dalle rocce attraversate, a cominciare dal Macigno fino alla formazione evaporitica del Trias superiore, contenente anidrite e salgemma.

A differenza delle altre acque termali della Toscana, per lo più solfatiche, quelle di Montecatini, oltre a un contenuto notevole di solfati, contengono cloruro sodico in quantità rilevante, come risultata dalle cifre seguenti, che esprimono i grammi cloro per litro: Leopoldina 9,8, Tamerici 6,5, Regina 4,6, Torretta 4,4, Tettuccio 2,8, Giulia 2,4, Rinfresco 1,8.

Come mostra la fig. 12, la sorgente Leopoldina, ripristinata nel 1953 con un sondaggio che ha permesso di eliminare gli inconvenienti del vecchio cratere, deriva le sue acque dalla formazione dei diaspri di, sepolti da una coltre di depositi lacustri quaternari. La sorgente Leopoldina è in rapporto con una faglia di rilevante rigetto, lungo la quale sono allineate da SE a NW le sorgenti Angelo, Grocco, Tamerici, Torretta, Rinfresco,



Giulia. Le sorgenti Tettuccio e Regina sono situate a Est di tale allineamento alla distanza di circa 200 m. Quest'ultima porta a giorno acqua circolante nei livelli ciottolosi più bassi del deposito lacustre quaternario, poggianti sulla « scaglia » sp.

Per quanto riguarda l'area di assorbimento e gli studi sulla composizione isotopica delle acque in rapporto alle condizioni geologiche, si rinvia a BRANDI et AL. (1967).

### 3.2. *Acqua di Uliveto.*

E' un'acqua bicarbonato alcalino terrosa, ricca di anidride carbonica, con temperatura intorno a 27°C e con residuo fisso poco inferiore a gr/l 3. Sgorga dal calcare massiccio grigio m a livello della pianura al margine SW dei Monti Pisani. Si tratta di un gruppo di sorgenti, le cui differenze di concentrazione mostrano mescolanze in vario grado di acque di salienza profonda leggermente solfatiche, con altre di assorbimento locale.

### 3.3. *Agnano e Vicasio.*

Queste sorgenti, al margine SW dei Monti Pisani, qualche chilometro a Nord-Ovest di quelle di Uliveto, sgorgano analogamente a livello della

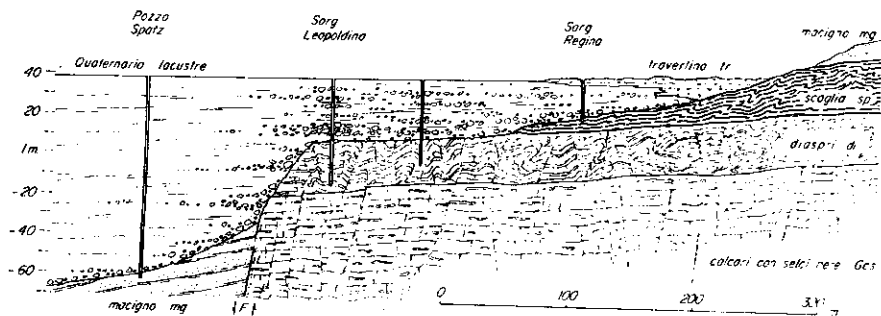


Fig. 12 — Sezione SW-NE attraverso il campo idrotermale di Montecatini Terme. L'acqua « madre » della Sorgente Leopoldina risale principalmente lungo la faglia F. I depositi del Quaternario lacustre sono costituiti da argille con intercalazioni di ghiaie e sabbie, permeabili e con acque di salinità variabile da luogo a luogo.

pianura, dai piccoli affioramenti di grezzoni gr. Sono acque bicarbonato alcalino terrose con residuo fisso poco inferiore a gr/l 3.

### 4. FRANE

Sui Monti Pisani abbondano le coperture detritiche anche costituite da blocchi di notevoli dimensioni, ma non si notano vere frane. Nell'area di affioramento del macigno non si notano frane in atto di rilevante entità.

Le formazioni plioceniche dei dintorni di S. Miniato sono in generale molto instabili e abbondano gli indizi di franosità anche su versanti poco inclinati. La franosità è più accentuata dove nei depositi argillosi sono intercalati strati di sabbie che consentono la penetrazione delle acque a maggiore profondità che nelle argille pure.

Nelle colline di Cerreto Guidi i terreni sono per gli stessi motivi instabili e danno luogo spesso a frane di scivolamento superficiale. Gran parte delle spianate che formano le sommità dei rilievi sono costituite da argille di ambiente lagunare salmastro alquanto plastiche e quindi, anche indipendentemente dalla franosità, il terreno per fondazioni presenta caratteristiche molto sfavorevoli.

Data di presentazione del manoscritto: 22 Gennaio 1970.

Ultime bozze restituite il: 10 Marzo 1971.

## VIII — BIBLIOGRAFIA

- ARTHABER G. (von) (1935), *Revision der Fauna der Zellenkalke der Pisaner Berge*. Zentralblatt für Min. Geol. und. Pal.
- AZZAROLI A. (1948), *Osservazioni sulla tettonica dell'Alta Val di Nievole e delle zone adiacenti della Catena del M. Albano*. Boll. Soc. Geol. It., 67. Roma.
- BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI G., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R., TONGIORGI M. (1967), *Nuove osservazioni sul problema della falda toscana e sull'interpretazione dei flysch arenacei tipo « macigno » dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., VI, 2. Pisa.
- BERTINI V., DEL PAPA R. (1961), *Contributo alla conoscenza della faunula delle acque termo-minerali di Montecatini*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. B, 68. Pisa.
- BORSI S., FERRARA G., RAU A., TONGIORGI M. (1967), *Determinazione col metodo Rb/Sr dell'età delle filladi e quarziti listate di Buti (Monti Pisani)*. Ibid., Ser. A, 73 (2). Pisa.
- BORTOLOTTI V. (1964), *Nota illustrativa della carta della distribuzione geografica della formazione di Monte Morello (Alberese)*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (4). Pisa.
- BORTOLOTTI V., PIRINI C. (1965), *Nota preliminare sull'età della base del Macigno*. Ibid., 84 (6). Pisa.
- BRANDI G. P. (1964), *La bibliografia scientifica riguardante le formazioni del Verrucano s.l. in Toscana*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. A, 71 (2). Pisa.
- BRANDI G. P., DALLAN L., NARDI R. (1967), *Alcuni livelli caratteristici nei « Grezzoni » delle Alpi Apuane. Considerazioni stratigrafiche e sedimentologiche*. Mem. Soc. Geol. It., 6 (3). Pisa.
- BRANDI G. P., FRITZ P., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L., TONGIORGI E., TREVISAN L. (1967), *Idrogeologia delle Terme di Montecatini*. Collana scientifica Terme di Montecatini, 39. Montecatini Terme.
- CANAVARI M. (1887), *Fossili titoniani del M. Pisano*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb., Pisa.
- CANAVARI M. (1891), *Due nuove località nel Monte Pisano con resti di piante carbonifere*. Ibid., 6. Pisa.
- CANAVARI M. (1892), *Insetti del Carbonifero di S. Lorenzo nel Monte Pisano (Nota preventiva)*. Ibid., 8. Pisa.
- CANAVARI M. (1923), *Le sorgenti di Montecatini di fronte alla Geologia*. Giorn. di Geol. Pratica, 18. Bologna.
- CAROBBI G., CIPRIANI C. (1954), *Ricerche geochimiche sulle acque di Montecatini Terme (Pistoia)*. Rend. Soc. Mineral. Ital., 10. Pavia.
- COCCHI I. (1907), *Su di una trivellazione a Montecatini Bagni*. Giorn. di Geol. Pratica, 5. Bologna.
- DALLAN L. (1962), *Contributo alla geologia dell'Appennino toscano-emiliano. II — Ricerche micropaleontologiche nei Flysch dei dintorni di Pievepelago (Appennino modenese)*. Boll. Soc. Geol. It., 81 (3). Pisa.
- DALLAN L. (1963), *Studio micropaleontologico di una microfauna paleocenica ritrovata nel flysch calcareo dei Monti di Massarosa (F° 104, I SE)*. Ibid., 82 (2). Pisa.
- DALLAN L. (1966), *Le microfacies dei ciottoli del conglomerato presente nella « scaglia toscana » in alcuni affioramenti della Val di Serchio (Prov. di Lucca)*. Mem. Soc. Geol. It., 5 (4). Pisa.
- DE STEFANI C. (1876), *Fossili del Liassico inferiore del calcare ceroide del Monte Pisano*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 3. Pisa.
- DE STEFANI C. (1876), *Geologia del M. Pisano*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 3. Roma.
- DE STEFANI C. (1887), *Lias inferiore ad Arieti dell'Appennino Settentrionale*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 8. Pisa.
- DE STEFANI C. (1887), *I dintorni di Monsummano e di Monte Catini in Val di Nievole*. Boll. R. Comit. Geol. d'It., 8. Roma.
- DE STEFANI C. (1901), *Flore carbonifere e permiane della Toscana*. Pubbl. R. Ist. Studi Sup. Prät. e Perf., Firenze.
- DE WIJKERSLOOTH P. (1934), *Bau und Entwicklung des Apennins besonders der Gebirge Toskanas*. Geol. Institut. Amsterdam.
- ELTER P., GIGLIA G., RAU A., TONGIORGI M. (1966), *Il Verrucano della Verruca (Monti Pisani) nel quadro delle serie del Carbonifero, del Permiano e del Trias della Toscana meridionale*. Atti Symposium Verrucano. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Pisa.
- FUCINI A. (1905), *Escursione al Monte Pisano e ai Monti d'Oltre Serchio*. Tip. Nistri e Lischi. Pisa.
- FUCINI A. (1936-1938), *Problematica Verrucana*. Ed. Pal. Italica, Pisa.
- 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., 7 (1). 1968.

- GIANNINI E. (1960), *Sui rapporti tra calcare massiccio e calcari calciferi nel Monte Pisano*. Boll. Soc. Geol. It., 79 (2). Pisa.
- GIANNINI E., NARDI R. (1962), *Sul ritrovamento di microfossili eocenici negli scisti policromi metamorfici associati allo pseudomacigno sul versante nord-orientale del M. Pisano*. Boll. Soc. Geol. It., 81 (2). Pisa.
- GIANNINI E., NARDI R. (1964), *Contributo alla stratigrafia della serie toscana: Osservazioni sui livelli di radiolariti*. Ibid., 83 (2). Pisa.
- GIANNINI E., NARDI R. (1965), *Geologia della zona nord-occidentale del Monte Pisano e dei Monti d'Oltre Serchio (Prov. di Pisa e Lucca)*. Ibid. 84 (5). Pisa.
- GIANNINI E., NARDI R. (1966), *Osservazioni sulla stratigrafia e sulla tettonica della zona di raccordo tra il Monte Pisano e le Alpi Apuane*. Ibid., 84 (6). Pisa.
- GIANNINI E., NARDI R., TONGIORGI M. (1962), *Osservazioni sul problema della falda toscana*. Ibid., 81 (2). Pisa.
- GORTANI M. (1949), *Tentativo di classificazione genetica delle sorgenti termali italiane*. Mem. Acc. Sc. Ist. Bologna, Ser. X, 5. Bologna.
- GRATZIU C., RAU A., TONGIORGI M. (1968), *Algal Stromatolites from the Liassic limestones of the Autochthonous « Tuscan Series » in the Monti Pisani (Tuscany)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. A, 75 (2).
- IPPOLITO F. (1950), *Il Monte Pisano*. In: *Contributo alla geologia del Monte Pisano e delle Alpi Apuane*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli, 3. Roma.
- LOTTI B. (1893), *Die geologischen Verhältnisse der Thermalquellen in toskanischen Erzgebirge (Catena Metallifera)*. Zeitschr. für prakt. Geol., 10. Berlin.
- LOTTI B. (1910), *Geologia della Toscana*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 13. Roma.
- LOTTI B. (1927), *Il regime sotterraneo delle acque basse di Montecatini Bagni*. Boll. R. Uff. Geol. d'It., 52. Roma.
- LOTTI B., ZACCAGNA D. (1908), *Carta geologica al 100.000. — F° 105 « Lucca »*. A cura del R. Comit. geol. d'It. Roma.
- MENEHINI G. (1853), *Nuovi fossili toscani*. Ann. Univ. Toscane, 3. Pisa.
- MENEHINI G. (1882), *Fossili di Monsummano e del Monte Panteraie presso Montecatini in Val di Nievole*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb., 3. Pisa.
- MERLA G. (1952), *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 70 (1). Pisa.
- MERLA G. (1969), *Macigno del Chianti; Macigno del Mugello*. In: *Studi Illustrativi della Carta Geologica d'Italia: Formazioni Geologiche, Fasc. II. Servizio Geologico*. Roma.
- MIGLIORINI C. I. (1945), *Età del macigno dell'Appennino lucchese*. Boll. Soc. Geol. It., 64. Roma.
- NARDI R. (1960), *Sui rapporti tra la collina di S. Ginesè e il M. Pisano*. Ibid., 79 (2). Pisa.
- NARDI R. (1964), *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano. 3 — I rapporti tra le « Arenarie del M. Cervarola », e il macigno lungo la valle dello Scoltenna (prov. di Modena)*. Ibid., 83. Pisa.
- NARDI R. (1965), *Schema geologico dell'Appennino Tosco-emiliano fra il M. Cusna e il M. Cimone e considerazioni sulle unità tettoniche dell'Appennino*. Ibid., 84 (5). Pisa.
- NARDI R., TONGIORGI M. (1962), *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano. 1 — Stratigrafia e tettonica dei dintorni di Pievepelago (Appennino modenese)*. Ibid., 81 (3). Pisa.
- NERI N. (1892), *Monografia dei fossili del calcare bianco ceroide di Monte San Giuliano (nota preventiva)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb., 8, 15 maggio 1892. Pisa.
- PAPI F., TAVANI G. (1959), *Sulla presenza di alcuni foraminiferi nell'acqua di una sorgente delle Terme di Montecatini*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. B, 66. Pisa.
- RAU A., TONGIORGI M. (1965), *A proposito di un presunto « Orthoceras » dei Monti Pisani*. Ibid., Ser. A, 72 (2). Pisa.
- RAU A., TONGIORGI M. (1966a), *I lamellibranchi triassici del Verrucano dei Monti Pisani*. Palaeont. It., 61. Pisa.
- RAU A., TONGIORGI M. (1966b), *Considerazioni preliminari sulla geologia della parte meridionale dei Monti Pisani (versante SW)*. Mem. Soc. Geol. It., 5 (4). Pisa.
- RAU A., TONGIORGI M. (1968a), *Formazione della Verruca*. Studi Illustr. della Carta Geologica d'Italia. Formazioni Geologiche, 1. Roma.
- RAU A., TONGIORGI M. (1968b), *Quarziti di Monte Serra*. Ibid., 1. Roma.
- RAU A., TONGIORGI M. (1969), *Il lembo mesozoico di Caprona-Uliveto Terme sul margine meridionale dei Monti Pisani: Tettonica e cenni di stratigrafia (con carta geologica al 10.000)*. Mem. Soc. Geol. It., 8 (1). Pisa.
- RICCI A. (1901), *L'Elephas trogontherii Pöblig di Montecatini in Val di Nievole*. Atti R. Acc. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat., Roma.
- SAVI P. (1832), *Osservazioni geografiche sui terreni antichi toscani, concernenti specialmente i Monti Pisani, le Alpi Apuane e la Lunigiana*. Nuovo Giorn. Lett., 28. Pisa.
- SAVI P. (1863), *Saggio sulla costituzione geologica della prov. di Pisa*. Pisa.
- SAVI P., MENEHINI G. (1851), *Considerazioni sulla geologia della Toscana*. In: MURCHISON R. I. — *Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi*. Stamperia Granducale. Firenze.
- SCHIAFFINO L., TONGIORGI M. (1962), *Stratigrafia del Verrucano dei Monti Pisani*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser., A, 69 (2). Pisa.
- SERPAGLI E., SIROTTI A. (1967), *Età aquitaniana delle breccie a Lepidocline e miogypsine delle « Arenarie del Monte Cervarola »*. Boll. Soc. Pal. It., 6 (1). Modena.

- SESTINI A. (1939), *Osservazioni geomorfologiche sull'Appennino Tosco-emiliano tra il Reno e il Bisenzio*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 48. Pisa.
- SQUARCI P., TAFFI L. (1967), *Sulla presenza di tufiti in depositi fluvio-lacustri del Valdarno inferiore*. Ibid., Ser. A, 14 (1). Pisa.
- TREVISAN L. (1951), *Una nuova ipotesi sull'origine della termalità di alcune sorgenti della Toscana*. L'Industria Mineraria.
- TREVISAN L. (1954), *La nuova sorgente Leopoldina di Montecatini Terme e le condizioni geologiche del sottosuolo*. Boll. Ingegn. Firenze, 2 (8-9). Firenze.
- TREVISAN L. (1955), *Il Trias della Toscana e il problema del Verrucano triassico*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Ser. A, 62 (1). Pisa.
- TREVISAN L. (1959), *Origine delle acque di Montecatini*. Montecatini e le sue Terme. anno VI, n. 3.
- TREVISAN L. (1960-1963), *La paléogéographie du Trias de l'Apennin septentrional et central, et ses rapports avec la tectogénèse*. Livre à la Mém. du Prof. P. Fallot, 2. Paris.
- TREVISAN L., BARBERI F., ELTER P., GIGLIA G., RAU A., TONGIORGI M. (1965), *Symposium sul « Verrucano » — Guida alle escursioni in Toscana*. Tip. Pacini Mariotti. Pisa.
- ZACCAGNA D. (1882), *Sui terreni secondari di Monsummano in Val di Nievole*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb., 3. Pisa.
- ZACCAGNA D. (1882), *I terreni della Val di Nievole fra Monsummano e Montecatini*. Boll. R. Comit. Geol. d'It., Ser. 2, 13. Roma.