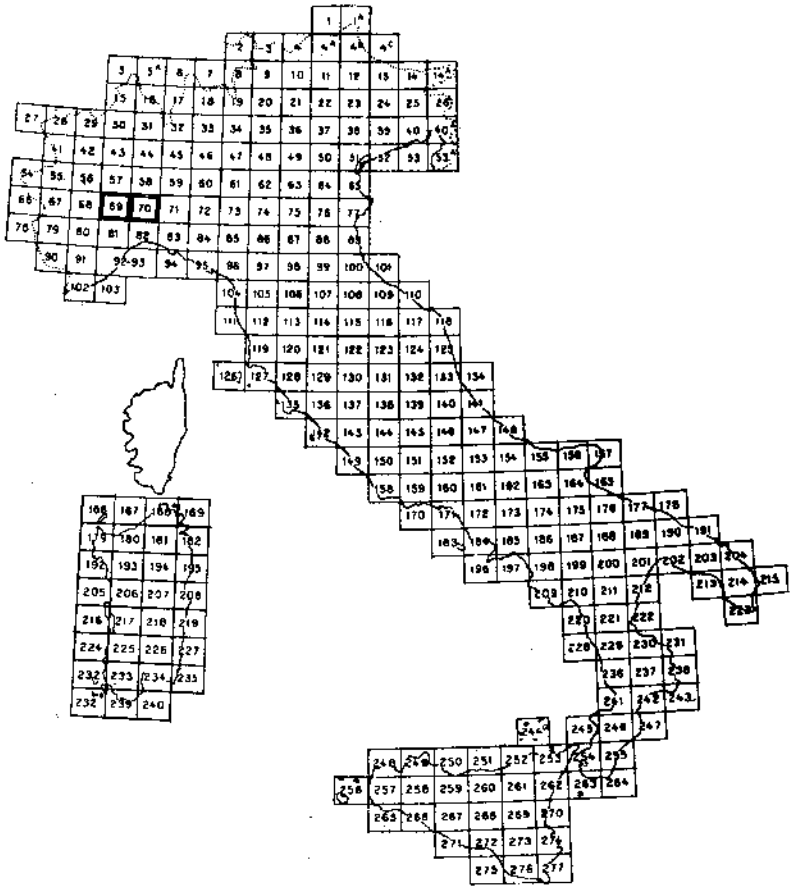
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - LARGO S. SUSANNA, 13 - 00187 - ROMA

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

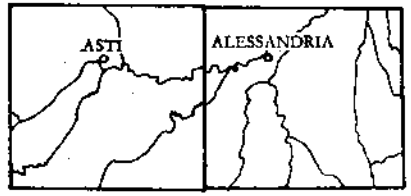
NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLI 69 e 70

ASTI - ALESSANDRIA

ALFREDO BONI, RAFFAELE CASNEDI



POLIGRAFICA & CARTEVALORI
ERCOLANO (NAPOLI)
1970

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

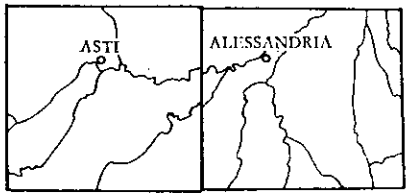
NOTE ILLUSTRATIVE
della
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1: 100.000

FOGLI 69 e 70

ASTI - ALESSANDRIA

ALFREDO BONI, RAFFAELE CASNEDI



POLIGRAFICA & CARTEVALORI
ERCOLANO (NAPOLI)
1970

SOMMARIO

I — INTRODUZIONE . . . . . Pag. 7

II — CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE . . . . . » 8

III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . . » 12

IV — STRATIGRAFIA . . . . . » 15

1) « Argilliti di Montoggio » . . . . . » 15
2) « Arenarie di Scabiazza » . . . . . » 15
3) « Calcari dell'Antola » . . . . . » 16
4) « Calcari di Zebedassi » . . . . . » 17
5) « Marne di Monte Piano » . . . . . » 18
6) « Arenarie di Ranzano » e « Marne di Antognola » . . . . . » 19
7) « Conglomerati di Savignone » . . . . . » 20
8) « Formazione di Monastero » . . . . . » 21
9) « Marne di Rigoroso » . . . . . » 21
10) « Formazione di Variano » . . . . . » 23
11) « Formazione di Costa Montada » . . . . . » 24
12) « Formazione di Costa Areasa » . . . . . » 25
13) « Marne di Cessole » . . . . . » 26
14) « Formazione di Mombisaggio » . . . . . » 27
15) « Pietra da Cantoni » . . . . . » 29
16) « Marne di Camino » . . . . . » 30

17) « Arenarie di Serravalle » . . . . . Pag. 31
18) « Formazione di Lequio » . . . . . » 34
19) « Marne di S. Agata Fossili » . . . . . » 35
20) « Arenarie di Diano d'Alba » . . . . . » 37
21) « Complesso indifferenziato » . . . . . » 37
22) « Formazione gessoso-solfifera » . . . . . » 38
23) « Conglomerati di Cassano Spinola » . . . . » 40
24) « Argille di Lugagnano » . . . . . » 40
25) « Sabbie di Asti » . . . . . » 42
26) « Fluviale e fluvio-lacustre antichi » . . . . . » 44
27) « Fluviale medio » . . . . . » 45
28) « Fluviale recente » . . . . . » 46
29) « Alluvioni postglaciali e del Fluviale recente indistinte » . . . . . » 46
30) « Alluvioni postglaciali » . . . . . » 47
31) « Alluvioni attuali degli alvei attivi dei corsi d'acqua » . . . . . » 47

V — TETTONICA . . . . . » 48

VI — GEOMORFOLOGIA . . . . . » 51

VII — GEOLOGIA APPLICATA . . . . . » 54

1) Cave . . . . . » 54
2) Ricerche di idrocarburi . . . . . » 55
3) Idrogeologia . . . . . » 55

VIII — BIBLIOGRAFIA . . . . . » 59

I — INTRODUZIONE

Per la seconda edizione del foglio 69 - Asti, quattro tavolette (I N.O. - Montemagno, I S.O. - Rocca d'Arazzo, II N.O. - Mombercelli, II S.O. - Canelli) sono state rilevate negli anni 1966-1968 dai dottori Gp. Braga, M. Corsi, G. O. Gatto, P. Gatto, sotto la direzione del Prof. Giambattista Dal Piaz, direttore dell'Istituto di Geologia dell'Università di Padova; le restanti dodici sono state rilevate negli stessi anni dai dottori P. Boni, G. M. Bruno, R. Casnedi, E. Motta, G. Perotto, R. Rampoldi, sotto la direzione del Prof. Alfredo Boni, direttore dell'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia; il coordinamento del foglio è stato eseguito dal Prof. A. Boni.

Il foglio 70 - Alessandria è stato rilevato negli anni 1965-1967 dai dottori G. Anfossi, G. M. Bruno, R. Casnedi, E. Motta, G. Perotto e F. Zezza, sotto la direzione del Prof. A. Boni, che ha curato anche il coordinamento esterno del foglio.

Il rilevamento dei due fogli è stato eseguito alla scala 1:25.000, seguendo i criteri suggeriti e le disposizioni emanate dal Comitato Geologico. Le unità cartografate — le formazioni — sono pertanto unità litostratigrafiche.

Il rilevamento di campagna è stato costantemente integrato dalla ricerca di laboratorio, soprattutto micropaleontologica: a questo scopo la squadra pavese si è valsa della collaborazione del Prof. S. Mosna, docente di Micropaleontologia presso l'Università di Pavia.

Queste note illustrative sono state redatte, sulla base degli elementi forniti dai componenti delle singole squadre, da A. Boni e R. Casnedi, rivedute dai rispettivi direttori di rilevamento e coordinate da A. Boni.

II — CENNO STORICO SULLE CONOSCENZE GEOLOGICHE DELLA REGIONE

Il « Bacino terziario del Piemonte » (o Bacino terziario ligure-piemontese), per la sua maggior parte compreso entro l'area dei fogli 69-Asti e 70-Alessandria, la « Collina Alessandria-Valenza-Chivasso-Torino » (o « Collina di Torino », s. l.), in parte presente nell'area suddetta, lo « Sperone di Tortona », estrema propaggine dell'Appennino settentrionale, affiorante nel foglio Alessandria, sono stati oggetto di studi e ricerche sin dai primordi della Geologia, soprattutto per l'abbondanza dei fossili presenti nei singoli terreni e per la regolarità della successione di questi (Bacino terziario del Piemonte) o per le condizioni strutturali particolari (Collina di Torino s. l. e Sperone di Tortona); troppo lungo sarebbe quindi fare una rassegna completa della bibliografia geologica della zona. Premesso che la prima edizione del foglio 69-Asti è stata pubblicata nel 1922 coll'indicazione « Rilevato dal Prof. Sacco negli anni 1885-87, riveduto nel 1921 » e quella del foglio 70-Alessandria è del 1923 e porta la precisazione « Rilevato dal Prof. Federico Sacco negli anni 1887-88, riveduto nel 1922 », possiamo, per brevità, rifarci alle « Note illustrative dei Fogli Torino, Vercelli, Mortara, Carmagnola, Asti, Alessandria, Cuneo, Ceva, Genova N. e Voghera O. costituenti il Bacino terziario del Piemonte », comparse nel 1935 a cura di F. Sacco, nelle quali è contenuta un'abbastanza dettagliata rassegna bibliografica, ed esaminare rapidamente la letteratura geologica successiva.

È del 1939 la *Liguria Geologica* di G. Rovereto, che in diversi punti interessa anche l'area dei fogli in esame.

In campo stratigrafico sono da citare gli studi di B. Martinis sul Villafranchiano (1949) e sul Pliocene (1954), di A. Boni e G. Capetta (1950) sulla formazione miocenica di Mombisaggio, di G. F. Gino (1953) sulla geologia

dei dintorni di S. Agata Fossili, di M. Ruscelli (1953) sulla microfauna della serie elveziana di Rio Mazzapiedi-Castellania, di A. Gianotti (1953) sulle microfaune tortoniane della stessa serie, di P. Ascoli (1956) sulle microfaune della serie eocenica di Rio Repregoso e della serie oligocenica superiore di Mombisaggio-Mongariolo.

Del limite Elveziano-Tortoniano nel Bacino Terziario del Piemonte si occupano C. W. Drooger, A. Papp, C. Socin (1957); nel 1957 P. Ascoli illustra la microfauna del Tortoniano di Mombisaggio; nel 1958 A. Gianotti e G. F. Gino descrivono nuovamente il Tortoniano « classico »; P. Ascoli poi (1959) compie uno « *Studio micropaleontologico preliminare sulla posizione stratigrafica della cosiddetta ' Pietra da Cantoni ' nel Tortonese* ».

Benché la serie-tipo si trovi fuori dell'area dei fogli in esame è utile ricordare i numerosi studi compiuti dalla Scuola di Milano sul Langhiano-tipo: M. B. Cita, I. Premoli Silva (1960), I. Premoli Silva (1960), M. Gnaccolini (1960), M. B. Cita, G. Elter (1961), M. B. Cita (1964), (1967-b), M. Gnaccolini (1967-a), (1967-b), (1968-a), (1968-b).

G. Elter (1960) si occupa dei terreni preoligocenici del Monferrato. Per la « Pietra da Cantoni » ricordiamo le ricerche micropaleontologiche di M. Girelli (1960).

Nel 1962 A. Boni illustra il Paleogene del Bacino Terziario del Piemonte (1962-a) e quello dell'Appennino settentrionale a W della linea Sarzana-Piacenza (1962-b). C. Lorenz (1962) si occupa dello « Stampiano » e dell'« Aquitaniano » liguri. M. L. Pizzochero (1962) compie osservazioni stratigrafiche e micropaleontologiche sul passaggio Oligocene-Miocene in Valle Scrivia, F. Villa (1962) illustra gli affioramenti oligo-miocenici della Val del Lemme.

Del Pliocene si occupano P. G. Caretto (1963) e successivamente M. Sampò, L. Zappi, P. G. Caretto (1968).

G. Beatrizotti, A. Boni, M. Vanossi (1964) illustrano la posizione del livello a septarie.

C. W. Drooger (1964-1966) si occupa della suddivisione in zone mediante foraminiferi planctonici. I foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo sono riveduti da M. B. Cita, I. Premoli Silva, R. Rossi (1965).

Contributi alla conoscenza dell'Oligocene del Bacino Terziario Ligure-piemontese sono portati da S. Mosna (1965).

Molto importante per la stratigrafia della zona su basi micropaleontologiche è la memoria di C. C. Vervloet (1966).

In occasione del IV Congresso del Comitato del Neogene Mediterraneo sono state compilate schede dei vari piani del Neogene, parte dei quali derivanti da zone dei fogli in esame (P. Marks e altri — in corso di stampa).

Nella « Guida alle escursioni » del IV Congresso del Comitato del Neogene Mediterraneo sono riportate notizie sul Tortoniano-tipo da M. B. Cita (1967-a), sul Serravalliano-tipo da A. Boni (1967) e sul Langhiano-tipo da M. B. Cita (1967-b).

Contributi alla stratigrafia oligo-miocenica delle Langhe sono apportati da R. Gelati (1967), (1968-a), (1968-b). Sull'attribuzione della maggior parte dell'« Aquitaniano » della parte meridionale del Bacino piemontese al Burdigaliano si pronuncia C. Lorenz (1967), che, nel 1968, si occupa anche del limite fra Oligocene e Miocene. M. B. Cita e I. Premoli Silva (1967 e 1968) studiano l'evoluzione delle forme planctoniche fra Langhiano e Tortoniano e la zonazione del Miocene.

Sul Villafranchiano esiste uno studio recente di F. Petrucci e S. Tagliavini (1968), e sono in corso di stampa quelli di A. Azzaroli e di F. Francavilla, L. Tomadin.

Le microfaune del Serravalliano sono illustrate da S. Mosna e A. Micheletti (1968).

La stratigrafia della porzione meridionale del foglio Vercelli a contatto con il foglio Asti è illustrata da A. Montrasio, I. Premoli Silva, U. Ragni (1968).

In campo paleontologico molti lavori sono da ricordare.

Studi biostratigrafici sui pettinidi, in parte derivanti dalla zona in esame, sono pubblicati da A. Boni, G. Sacchi Vialli nel 1962.

Gli ostracodi del Tortonese sono studiati da G. Dieci, A. Russo (1964).

Sulla presenza di *Robulus brevispinosus* (Nuttal) (1964) e di *Globorotalia opima opima* Bolli (1966) riferisce S. Mosna.

Dei briozoi pliocenici si occupa P. G. Caretto (1966); i molluschi

del Tortoniano-tipo sono illustrati da E. Robba (1967); le otoliti del Tortoniano e Messiniano del Bacino piemontese sono illustrati da G. Anfossi, S. Mosna (1969).

C. Socin (1954-a, 1954-b) parla di alcuni vertebrati fossili rinvenuti nell'area del foglio Asti; ricerche su mammiferi villafranchiani sono in corso di pubblicazione da parte di A. Berzi e di A. Berzi e Altri.

Dal punto di vista tettonico citiamo per primi i lavori di G. Merla, che nel 1952 riteneva alloctoni tutti i terreni sino a quelli del Bacino della Bormida, ma nel 1957 ne riconobbe l'autoctonia; la struttura delle colline a N di Alessandria è illustrata da una memoria di G. Elter (1956); di essa parlano anche A. Boni (1961), A. Boni, G. Braga, M. Vanossi (1961), A. Boni (1962-c).

Dei terreni quaternari continentali e della loro geomorfologia si occupa P. Gabert (1962 e 1965).

Notizie sulle sorgenti termali e minerali si hanno in M. Messini (1958).

I lineamenti idrogeologici della pianura di Alessandria sono tracciati da R. Pozzi, V. Francani (1968).

Un'indagine geologica, geotecnica e idrogeologica è stata eseguita da F. Grasso (1969) alla confluenza fra i fiumi Tanaro e Bormida, per la realizzazione di un ponte viadotto per l'autostrada Torino-Piacenza.

III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

In base alla natura dei terreni e soprattutto alle loro condizioni di giacitura, l'area dei fogli 69-Asti e 70-Alessandria può essere distinta in tre zone, che si possono chiamare, rispettivamente, del *Bacino terziario del Piemonte* (o Bacino terziario ligure-piemontese), dello *Sperone di Tortona* e della *Collina Alessandria-Valenza-Chivasso-Torino* (o Collina di Torino s. l.).

Il primo, che si sviluppa anche nei contigui fogli 56-Torino, 57-Vercelli, 68-Carmagnola, 71-Voghera, 80-Cuneo, 81-Ceva e 82-Genova, si può considerare nel complesso come un'ampia depressione sinclinaloide (« *Sinclinale astigiana* »), allungata da W a E, in cui i terreni presentano, almeno n parte, facies peculiari e giacitura tranquilla, soprattutto quelli miocenici.

A S la serie di questi terreni comincia con l'Oligocene e poggia sopra un substrato molto vario e tormentato; nell'area dei fogli Asti e Alessandria, i terreni oligocenici e miocenici prelanghiani affiorano soltanto, e limitatamente, in valle Scrivia; a N i terreni del bacino poggiano su quelli della Collina di Torino s. l. e, poiché la successione è quasi continua, è difficile tracciare un limite fra le due unità: lo si può, un po' convenzionalmente, porre all'inizio della deposizione pliocenica, in quanto anche il Miocene superiore appare implicato nelle deformazioni che caratterizzano la Collina.

Il centro della depressione è occupato dai terreni pliocenici nella zona di Asti e da un'ampia e potente copertura alluvionale quaternaria in quelli di Alessandria-Tortona.

Lo *Sperone di Tortona* è la terminazione occidentale dell'Appennino Tortonese-Vogherese, di cui ripete, in gran parte, i caratteri stratigrafici e strutturali.

La *Collina Alessandria-Valenza-Chivasso-Torino*, presente nel foglio Asti soltanto in alcuni lembi al margine settentrionale e un po' più ampiamente

nel foglio Alessandria è, verosimilmente, la continuazione, a W della depressione Tortona-Alessandria, dello Sperone di Tortona e dell'Appennino Tortonese-Vogherese in genere, ed è caratterizzata da alcune facies particolari e presenta condizioni di giacitura peculiari, molto disturbate lungo alcune direttrici, mentre la restante area è relativamente tranquilla.

Fanno parte del Bacino terziario del Piemonte (dal basso all'alto):

nel substrato:

1) le Argilliti di Montoggio	Turoniano-Cenomaniano
2) i Calcari dell'Antola	Paleocene-Turoniano

nella serie oligo-mio-pliocenica:

1) i Conglomerati di Savignone	Oligocene
1a) la Formazione di Monastero	Oligocene superiore
2) le Marne di Rigoroso	Miocene inf.-Oligocene sup.
2a) la Formazione di Variano	Miocene inferiore
3) la Formazione di Costa Montada	Miocene prelanghiano
4) la Formazione di Costa Arcasa	Miocene prelanghiano
5) le Marne di Cessole	Langhiano
6) le Arenarie di Serravalle	Serravalliano
6a) la Formazione di Lequio	Tortoniano-Serravalliano
7) le Marne di S. Agata Fossili	Messiniano?-Tortoniano
7a) le Arenarie di Diano d'Alba	Tortoniano
8) la Formazione gessoso-solfifera	Messiniano
9) i Conglomerati di Cassano Spinola	Pliocene inferiore-Messiniano
10) le Argille di Lugagnano	Pliocene
11) le Sabbie di Asti	Pliocene superiore-medio

Appartengono allo Sperone di Tortona (dal basso verso l'alto):

1) le Arenarie di Scabiazza	Turoniano-Cenomaniano
2) i Calcari di Zebedassi	Paleocene-Turoniano
3) le Marne di Monte Piano	Eocene sup.-Eocene inf.?
4) le Arenarie di Ranzano	Oligocene sup.-Eocene sup.
5) le Marne di Antognola	Miocene inf.?-Oligocene sup.

6) la Formazione di Mombisaggio	Serravalliano?-Langhiano
7) le Marne di S. Agata Fossili	Messiniano?-Tortoniano
8) le Sabbie di Asti	Pliocene superiore-medio

Affiorano nella Collina entro l'area dei fogli Asti-Alessandria (dal basso verso l'alto):

1) i Calcari di Zebedassi	Paleocene-Turoniano
2) le Marne di Monte Piano	Eocene sup.-Eocene inf.?
3) le Arenarie di Ranzano	Oligocene sup.-Eocene sup.
4) le Marne di Antognola?	Miocene inf.?-Oligocene sup.
5) la Pietra da Cantoni	Serravalliano?-Langhiano
6) le Marne di Camino	Serravalliano-Langhiano?
7) le Marne di S. Agata Fossili	Messiniano?-Tortoniano
8) il Complesso indifferenziato	
9) la Formazione gessoso-solfifera	Messiniano
10) i Conglomerati di Cassano Spinola	Pliocene inf.-Messiniano

Quanto al Quaternario continentale esso è stato diviso in:

1) Fluviale e Fluvio-lacustre antichi
2) Fluviale medio
3) Fluviale recente
4) Alluvionali postglaciali

} Alluvioni a S del Po in parte del Fluviale recente, in parte postglaciali, indistinte

5) Alluvioni attuali degli alvei attivi dei corsi d'acqua.

IV — STRATIGRAFIA

1) C_s^{7-6} — « Argilliti di Montoggio » — *Scisti argillosi policromi, prevalentemente rossastri, alla base dei « Calcari dell'Antola » (II S.E.). Turoniano-Cenomaniano.* (F° 70 - Alessandria).

Le Argilliti di Montoggio compaiono in due piccolissimi lembi, entro l'area di affioramento dei Calcari dell'Antola, nella zona di Mereta (angolo di SE del foglio Alessandria), nel substrato meridionale del Bacino del Piemonte.

Si tratta della formazione che normalmente sta alla base dei Calcari dell'Antola e che ha il suo sviluppo tipico a Montoggio, nell'alta Valle Scrivia.

Negli affioramenti citati è presente la classica facies ad argilliti, passanti a scisti argillosi, policrome, per lo più rossastre. Data l'esiguità degli affioramenti non è possibile valutare la potenza locale della formazione, che peraltro è molto variabile. Nei suddetti affioramenti non è stata rinvenuta microfauna; a Montoggio H. Ibbeken (1962) riferisce di aver trovato nei suoi « Montoggio-Schiefer » « *Rotalina* », *Globigerina*, *Globigerinella infracretacea* (Glaessner), *Ticinella roberti* (Gand.) e? *Planomalina buxtorfi* (Gand.); K. J. Reutter (1961) ha trovato negli scisti policromi di Torriglia *Ticinella roberti* (Gand.), *Rotalipora appenninica* (Renz), *R. cushmani* (Morrow), *Globigerina* sp., *Cadosina* sp.; questi elementi faunistici giustificano un'estensione della formazione dal Turoniano al Cenomaniano; pare poco probabile che essa scenda sino all'Albiano sup., in quanto la Formazione di Ronco, ad essa sottostante, sembra arrivare, verso l'alto, sino al Cenomaniano.

2) C_a^{7-6} — « Arenarie di Scabiazza » — *Conglomerati minuti ed arenarie grossolane ad elementi di natura assai diversa (dolomie, calcari, rocce cristalline), associati a livelli di marne verdastre con microfauna a Hedbergella*

trocoidea (GAND.), *H. planispira* (TAPPAN), *Rotalipora appenninica* (RENZ) e *Planomalina buxtorfi* (GAND.)(*I.S.E.*)*Turoniano-Cenomaniano.* (F° 70-Alessandria).

Questa formazione, che tanto sviluppo ha nel contiguo foglio 71-Voghera e poi nel 72-Fiorenzuola d'Arda, si presenta nel foglio Alessandria, nello sperone di Tortona, in piccoli affioramenti lungo l'asse della ruga di Berzano di Tortona, entro l'area di affioramento dei Calcari di Zebedassi, di cui evidentemente rappresenta l'immediato substrato stratigrafico.

Si tratta di marne verdastre, alle quali sono associati conglomerati minuti con elementi di varia natura (dolomie, calcari, rocce cristalline) ed arenarie grossolane.

Nelle marne sono state rinvenute *Hedbergella trocoidea* (GAND.), *H. planispira* (TAPPAN), *Rotalipora appenninica* (RENZ) e *Planomalina buxtorfi* (GAND.). In base a questa microfauna ed a considerazioni stratigrafiche relative al foglio 71-Voghera, alla formazione è stata attribuita un'età estesa dal Turoniano al Cenomaniano.

3) **PC-C^7_A** — « Calcari dell'Antola » — *Alternanze ritmiche di strati calcareo-marnosi ed arenacei con esigui strati argillo-marnosi; frequenti fucoidi ed elmintoidi; microfacies a spicole di spugne e Calcisphaerulidae. Paleocene-Turoniano.*

La classica formazione dei Calcari dell'Antola (o Calcari di Monte Antola o Formazione dell'Antola) affiora nel substrato della serie oligo-miopliocenica del margine meridionale del Bacino terziario del Piemonte, in tre modesti affioramenti, nell'angolo SE del foglio Alessandria.

Già s'è detto come all'interno del maggiore di questi affioramenti compaiono due lembetti di Argilliti di Montoggio, che evidentemente rappresentano il basamento stratigrafico della formazione in esame.

I Calcari dell'Antola sono costituiti da alternanze ritmiche di strati calcareo-marnosi ed arenacei con esigui strati argillo-marnosi; E. ABBATE e M. SAGRI (1967) attribuiscono questo affioramento del foglio Alessandria al loro « Membro di Bruggi ». Si è preferito in questo, come anche nei fogli vicini, prescindere da una distinzione in membri per la difficoltà di valutare

le differenze su cui essa dovrebbe essere basata; si è inoltre preferito, per ragioni analoghe, includere nei calcari dell'Antola anche il Membro di Selvapiana della Formazione dell'Albirola di ABBATE e SAGRI; da questa inclusione deriva l'indicazione cronostratigrafica Paleocene-Turoniano, il Paleocene essendo appunto presente nel suddetto membro di Selvapiana, mentre al Turoniano per lo meno inferiore arrivano le sottostanti Argilliti di Montoggio.

Mancano reperti micropaleontologici locali significativi; la facies sembrerebbe indicare livelli non molto alti della formazione, verosimilmente ancora nell'ambito del Cretaceo.

Date le complicazioni tettoniche non è possibile una valutazione dello spessore locale della formazione.

4) **PC-C^7** — « Calcari di Zebedassi » — *Alternanze di marne argillo-sabbiose ed argille con straterelli arenacei e calcarei con microfauna a Globigerina triloculinoides* PLUMM., *Globorotalia mckannai* WHITE, *G. imitata* SUB., *G. pseudomenardii* BOLLI, *G. pseudobulloides* (PLUMM.) *e radiolari; marne in banchi alternati a strati di calcare marnoso e di arenarie con Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEN. *Paleocene-Turoniano.* (F° 70-Alessandria).

PC-C^7 — « Calcari di Zebedassi » — *Argille marnose grigio-scure con sottili intercalazioni calcaree. Paleocene-Turoniano.* (F° 69-Asti).

I Calcari di Zebedassi si sviluppano ampiamente nello sperone di Tortona come continuazione degli affioramenti del foglio Voghera; si ritrovano in un piccolo lembo nella Collina di Torino s.l. nell'angolo NE del foglio Asti.

La natura della formazione, prevalentemente argillo-marnosa, non permette, nelle basse colline dello sperone di Tortona, buoni affioramenti; un'esposizione un po' più evidente si ha nella cava di Berzano di Tortona.

È stato comunque possibile distinguere, anche su basi micropaleontologiche, una parte superiore, costituita da marne argillo-sabbiose e da argille con straterelli arenacei a laminazione convoluta e con straterelli calcarei, e una parte inferiore, dove il tenore in $CaCO_3$ si fa più elevato e gli strati diventano meglio definiti e più potenti.

Nella porzione superiore sono frequenti microfaune con *Globigerina*

triloculinoides PLUMM., *Globorotalia mckannai* WHITE, *G. imitata* SUB., *G. pseudomenardii* BOLLI, *G. pseudobulloides* (PLUMM.) e radiolari; esse attestano un'età paleocenica.

Nella parte inferiore le microfaune sono meno frequenti; comunque, soprattutto nel vicino foglio Voghera, sono state rinvenute globotruncane del gruppo *lapparenti*.

Poiché alla base stratigrafica della formazione stanno le Arenarie di Scabiazza, che raggiungono il Turoniano, è verosimile che i Calcari di Zebedassi, simili ma distinti da quelli dell'Antola per facies, per serie stratigrafica e per posizione strutturale, si estendano dal Turoniano non basale al Paleocene.

5) $\mathbf{E^{3\text{-}1}}$ — « Marne di Monte Piano » — *Argille varicolori, con rari straterelli calcareo-organogeni a foraminiferi e septarie alla base* (« *Argille di Rio Buzzà* » *del F°. Pavia* = « *banchi rossi* »), *marne e marne argillose grigie*; *microfauna a Eponides trümpyi* NUTT., *Cibicides venezuelanus* NUTT., *Globorotalia centralis* CUSH. e BERM., *G. crassula* CUSH. e STEW. *e, in alcuni campioni, G. aragonensis* NUTT.; *nelle marne di Rio Repregoso G. aragonensis* NUTT., *G. crassata* (CUSH.), *G. wilcoxensis* CUSH. e PONT.. Eocene sup.-Eocene inf.?

Le Marne di Monte Piano affiorano, fra i Calcari di Zebedassi e le Arenarie di Ranzano, nello sperone di Tortona e al nucleo della struttura che caratterizza la Collina a NE di Alessandria.

Si tratta per lo più di marne e marne argillose grigie; localmente sono presenti argille varicolori, prevalentemente rosse (« banchi rossi »). A nord di C. Roncrasio, nella zona di Berzano di Tortona, esse sono presenti « presumibilmente in prossimità del contatto tra 'Alberese' e 'Infratongriano' (G. BEATRIZOTTI, A. BONI, M. VANOSSI, 1964, pag. 26): verosimilmente la fascia di Marne di Monte Piano alla base delle Arenarie di Ranzano della zona di Tortona si continua anche ad E del T. Grue, nella zona di Berzano, dove, peraltro, non è stata segnata, per mancanza di chiari affioramenti.

Un lembo di grande interesse stratigrafico è quello di Rio Repregoso, lungo il margine orientale del foglio Alessandria, nel tratto fra le latitudini 44° 51' e 44° 52' N. Esso è stato studiato da P. ASCOLI (1956); le ricerche

per il rilevamento del foglio Alessandria hanno riconfermato i dati micropaleontologici di quell'Autore: essi sono di particolare interesse perchè, mentre nelle Marne di Monte Piano sono generalmente presenti forme (*Eponides trümpyi* NUTT., *Cibicides venezuelanus* NUTT., *Globorotalia centralis* CUSH. e BERM., *G. crassula* CUSH. e STEW.) dell'Eocene superiore e localmente qualche elemento (*G. aragonensis* NUTT.) che parla a favore dell'Eocene medio, nelle marne del Rio Repregoso si trovano forme [*G. crassata* (CUSH.), *G. wilcoxensis* CUSH. e PONT.] che sembrano attestare la presenza dell'Eocene inferiore. Naturalmente non è possibile dire con sicurezza se le marne di Rio Repregoso siano da assegnare alla base delle Marne di Monte Piano o alla sommità dei Calcari di Zebedassi: qui si è preferita la prima soluzione.

Comunque, poichè nella parte superiore dei Calcari di Zebedassi è presente il Paleocene e nelle comuni Marne di Monte Piano sembra esistere l'Eocene medio, la serie stratigrafica sarebbe continua o la lacuna piccolissima.

Date le condizioni degli affioramenti non è stato possibile fare una valutazione precisa dello spessore della formazione: esso comunque appare molto ridotto.

6) $\mathbf{O^3\text{-}E^3}$ — « Arenarie di Ranzano » e « Marne di Antognola » — *Conglomerati, arenarie e sabbie più o meno cementate, argille marnose, marne sabbiose e loro alternanze, in rapporti verticali e laterali vari*; *nella parte superiore, in marne, Globigerinita dissimilis* (CUSH.); *nella porzione mediana Cibicides cushmani* NUTT. *e Globigerina ampliapertura* BOLLI. *Miocene inf.?-Oligocene sup.-Eocene sup.* (F° 70-Alessandria).

O — « Arenarie di Ranzano » e « Marne di Antognola » — *Sabbie, marne sabbiose e argille marnose con qualche livello conglomeratico. Microfauna a: Stilostomella nuttalli* (CUSH. e JARV.), *Globigerina ampliapertura* BOLLI, *Globigerinita dissimilis* (CUSH. e BERM.), *Uvigerina havanensis* CUSH: e BERM.. *Miocene inferiore?-Oligocene.* (F° 69-Asti).

Nei due fogli Asti e Alessandria sono state riunite sotto un unico colore ed un'unica sigla, per la scarsità e per le caratteristiche degli affioramenti, le due classiche formazioni, che, viceversa, sono state distinte nel foglio 71-Voghera.

Esse affiorano nello sperone di Tortona, nella Collina a NE di Alessandria e nella zona di Cuccaro Monferrato, a cavallo dei due fogli Asti e Alessandria, lungo il margine settentrionale.

Le facies sono molto varie, come appare dalla legenda, e in rapporti non sempre chiari; la facies marnosa (Marne di Antognola) è ben sviluppata in alcune zone, per esempio a est di Costa Vescovato: è questa infatti l'estrema punta occidentale di una larga fascia essenzialmente marnosa che si sviluppa ampiamente nel foglio 71-Voghera.

Nella parte superiore si ha presenza di *Globigerinita dissimilis* (CUSH. e BERM.), *Stilostomella nuttalli* (CUSH. e JARV.) e, sporadicamente, di *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Globigerinoides* sp. e *radiolari*; in quella inferiore la microfauna è a *Cibicides cushmani* NUTT., *C. perlucidus* NUTT., *Globigerina ampliapertura* BOLLI; alla base si rinvengono *Globorotalia centralis* CUSH. e BERM., *G. crassula* CUSH. e STEW.: questi elementi micropaleontologici testimoniano una estensione delle due formazioni dal Miocene prelanghiano all'Eocene superiore.

Le Arenarie di Ranzano normalmente poggiano sulle Marne di Monte Piano che, peraltro, in qualche punto sembrano mancare od essere molto ridotte; là dove (Costa Vescovato) si sviluppano sin dalla base le Marne di Antognola sono eteropiche anche delle Marne di Monte Piano.

7) **Ocg** — « Conglomerati di Savignone » — *Conglomerati in grossi banchi mal definiti, con massi e ciottoli di calcare, pietre verdi ecc., locali lenti di arenarie. Oligocene.*

Nell'angolo di SE del foglio 70-Alessandria la base della serie oligo-miopliocenica, trasgressiva sui Calcari dell'Antola, è rappresentata da questa formazione, che si sviluppa poi ampiamente nei limitrofi fogli 82-Genova, 83-Rapallo e 71-Voghera.

Si tratta di conglomerati poligenici, con elementi dei calcari sottostanti, ma anche dei calcari più o meno metamorfici, delle dolomie, delle pietre verdi ecc. della zona Sestri-Voltaggio e del massiccio di Voltri: questi elementi hanno quindi subito una traslazione verso NE. Sono presenti intercalazioni arenacee in banchi e lenti, talora con fossili per lo più indeterminabili.

Nell'area del contiguo foglio 83-Rapallo, alla base dei conglomerati,

sono presenti marne grigio-verdine con *Bolivina striato-carinata* CUSH., *B. raceki* (SCHUB.) e *Vaginulinopsis decorata* (REUSS), di età oligocenica.

I conglomerati dovrebbero pertanto aver inizio nell'Oligocene non del tutto basale.

Il loro spessore nel foglio Alessandria si aggira sui 300-400 m.

8) **O^3** — « Formazione di Monastero » — *Alternanze di argille marnose e arenarie in strati sottili, povere di macro- e microfauna. Oligocene superiore.*

Questa formazione (le « Monastero marls » di M. SAGRI in G. MERLA e Altri, 1964) è presente con una discreta ampiezza sul fianco orientale della Valle Scrivia a tetto dei Conglomerati di Savignone e a letto delle Marne di Rigoroso; si continua poi nel contiguo foglio 71-Voghera; non si ritrova invece sul fianco occidentale della valle Scrivia.

Si tratta di alternanze, di tipo fliscioide, di argille marnose grigie e di arenarie di colore simile, in strati di potenza variabile, per lo più esigua; nella serie esiste anche qualche livello essenzialmente marnoso o conglomeratico.

Molto scarsi e non significativi sono i fossili. Sulle superfici delle arenarie sono frequentemente presenti impronte di *Palaeodictyon*.

La potenza della formazione, sul fianco destro della valle Scrivia, può essere valutata in oltre 200 m.

Poichè sia i Conglomerati di Savignone a letto, sia le Marne di Rigoroso a tetto appaiono ridotti di spessore, è verosimile che la Formazione di Monastero sia eteropica in parte (maggiore) dei primi, in parte (minore) delle seconde, e che il suo sviluppo sia contenuto entro l'Oligocene superiore.

9) **M^1O^3** — « Marne di Rigoroso » — *Marne argillose verdine con intercalazioni nella parte alta di marne e calcari a radiolari e di sabbie; nelle intercalazioni della parte superiore Globoquadrina sp. e frequenti radiolari; nella parte inferiore microfauna a Uvigerina longa* CUSH. *e* BERM., *Globigerinita dissimilis* (CUSH. e BERM.), *Globigerina venezuelana* HEDB., *Globorotalia opima opima* BOLLI, *Cibicides cushmani* NUTT.. *Miocene inferiore-Oligocene superiore.*

Le Marne di Rigoroso affiorano nella parte sud-orientale del foglio

Alessandria; l'affioramento ha un caratteristico andamento: esso corre da S a N lungo il T. Scrivia da Rigoroso ad Arquata, poi piega a ENE nella Valle del Fosso Liborno e successivamente a NE verso la Val Borbera, che raggiunge a Castel Ratti.

Le Marne di Rigoroso rappresentano un buon livello di riferimento per la stratigrafia, non molto semplice, della zona.

A W del T. Scrivia la formazione è costituita da marne argillose verdine ($CaCO_3$ circa 35 %), a stratificazione poco evidente; solo verso l'alto quest'ultima diviene netta, poichè alle marne si intercalano banchi arenacei e straterelli calcarei selciosi a radiolari. Qui esse poggiano direttamente sui Conglomerati di Savignone.

A E dello Scrivia le Marne di Rigoroso, nella facies marnosa omogenea della porzione inferiore, sono separate dai Conglomerati di Savignone da oltre 200 m della Formazione di Monastero; qui però esse appaiono un po' ridotte di spessore; è verosimile, come già si è detto, che la Formazione di Monastero sia eteropica in parte dei Conglomerati di Savignone e in parte delle Marne di Rigoroso.

Le Marne di Rigoroso sono sormontate a W dello Scrivia dalla Formazione di Costa Montada, a E dalla Formazione di Variano; qui però sembra mancare la parte superiore delle Marne di Rigoroso, presente a W dello Scrivia, e cioè la parte con intercalazioni calcaree ed arenacee; è quindi verosimile che la Formazione di Variano sia, almeno in parte, eteropica della porzione superiore delle Marne di Rigoroso.

Nelle marne argillose verdine si rinvengono fra i foraminiferi bentonici, *Uvigerina longa* Cush. e Berm., *Hyperammina elongata* Brady, *Vulvulina jarvisi* Cush., *Nodosarella robusta* Cush., *Ellipsoglandulina multicostata* (Gall. e Morrey), *Gyroidina girardana perampla* Cush., *Cibicides perlucidus* Nutt., *Cibicides cushmani* Nutt., *Planulina renzi* Cush. e Stainf. e, fra i planctonici, *Globigerina venezuelana* Hedb., *Globigerinita dissimilis* (Cush. e Berm.), *Globorotalia opima opima* Bolli.

La presenza di *Globorotalia opima opima* Bolli è stata messa in evidenza recentemente da S. Mosna (1966) e testimonierebbe l'Oligocene superiore.

Nei livelli più alti, a W del T. Scrivia, sono presenti frequentissimi radiolari, associati a *Globigerinita dissimilis* (Cush. e Berm.), *Globigerina* sp., *Globoquadrina* sp., di età miocenica inferiore.

Lo spessore della formazione è di circa 400 m.

10) **M¹** — « Formazione di Variano » — *Marne argillose, sabbie, talora conglomerati ed arenarie passanti inferiormente a marne argillose verdine senza intercalazioni; microfauna, localmente, nella parte superiore a Globorotalia mayeri* Cush. e Ell., *Uvigerina galloway basicordata* Cush. e Renz, *U. rustica* Cush. e Edw. *e frequenti radiolari; inferiormente a Globigerinita dissimilis* (Cush. e Berm.) *e Globorotalia opima opima* Bolli (*rara*). *Miocene inferiore.*

Questa formazione è localizzata nell'angolo sud-orientale del foglio 70-Alessandria a E dello Scrivia, lungo la Val Borbera, ove si trova la località tipo; di qui passa nel foglio 71-Voghera.

La formazione è costituita da marne e marne argillose, di colore grigio, con intercalati lenti e banchi di sabbie, spesso grossolane, o di arenarie e localmente di conglomerati.

Verso il basso le marne passano alle marne argillose verdine delle Marne di Rigoroso, che, peraltro, qui sono un po' ridotte di spessore.

Superiormente esse vengono a contatto, in discordanza, colle Marne di Cessole.

La microfauna delle marne argillose di base è costituita essenzialmente da *Globigerinita dissimilis* (Cush. e Berm.), *Nodosaria longiscata* D'Orb., *Globorotalia opima opima* Bolli (rara), *Planulina renzi* Cush. e Stainf., *Osangularia mexicana* (Cole).

Nelle sovrastanti alternanze di marne, arenarie e sabbie sono state rinvenute *Globigerinoides triloba* (Reuss), *Bolivina tectiformis* Cush., *Globorotalia mayeri* Cush. e Ell., *Globoquadrina dehiscens* (Chap., Parr e Coll.), *Uvigerina galloway basicordata* Cush. e Renz., *Uvigerina rustica* Cush. e Edw. e frequentissimi radiolari.

Verso la parte alta della formazione, al passaggio con le sovrastanti Marne di Cessole, sono state rinvenute *Vaginulina legumen* (Linné), *Uvigerina schwageri* Brady, *Miogypsina* cfr. *irregularis* (Mich.).

Nella precedente edizione del foglio Alessandria i terreni ora carto-

grafati come Formazione di Variano erano compresi nell'Aquitaniano,segnato su entrambi i fianchi della valle Scrivia.

La potenza della formazione è valutabile in 300-400 m.

11) M_1^1 — Formazione di « Costa Montada » — *Arenarie e conglomerati in grosse bancate, con alternanze di marne biancastre verso l'alto; presenza di macrofossili più o meno frammentari; microfauna a Miogypsina gunteri* COLE, *M. socini* DROOGER, *M. globulina* (MICH.), *Globigerinita dissimilis* (CUSH. e BERM.), *Globigerina venezuelana* HEDB., *Nodosaria longiscata* D'ORB., *Globoquadrina sp.. Miocene prelanghiano* (*« Aquitaniano » di Mayer e Sacco*).

Questa formazione, così denominata da C. C. VERVLOET (1966), trae il nome dalla Collina di Costa Montada in valle Scrivia, e affiora, nell'area del foglio Alessandria, fra Rigoroso, Arquata Scrivia e Pratolungo superiore, comparendo ancora, sulla destra del T. Scrivia, a S di Vignole Borbera, per poi scomparire più a W.

La formazione è caratterizzata da conglomerati con ciottoli di cristallino, noduli di corallinacee, arenarie compatte, marnose, in strati e banchi, e marne. È presente un livello arenaceo a miogipsine.

Il passaggio alla soprastante Formazione di Costa Areasa è piuttosto netto: nella parte superiore prevale un'alternanza di strati arenacei compatti con banchi marnosi di colore biancastro. Il limite con le sottostanti Marne di Rigoroso è posto in corrispondenza ai primi livelli conglomeratici.

La macrofauna, spesso in frammenti, è rappresentata in prevalenza da lamellibranchi (pettinidi, ostree), coralli e gasteropodi. Di recente LORENZ (1968) ha determinato i seguenti pettinidi: *Chlamys northamptoni* (MICH.), *C. rotundata sub-holgeri* LK., *Flabellipecten* cfr. *fraterculus* SOW..

Quanto alla microfauna le specie più rappresentative sono *Miogypsina gunteri* COLE, *M. socini* DROOGER, *M. globulina* (MICH.), *Globigerinita dissimilis* (CUSH. e BERM.), *Globigerina venezuelana* HEDB., *Nodosaria longiscata* D'ORB., *Globoquadrina* sp..

Circa l'età si può affermare che, sulla base della sua posizione stratigrafica e della microfauna, la formazione appartiene al Miocene prelanghiano:

da C. MAYER (1857-58) e F. SACCO (1887) la formazione era attribuita all'Aquitaniano, ma, poiché C. LORENZ (1967) afferma che si tratta di Burdigaliano e, d'altra parte, non è ancora stata definita la serie dei piani miocenici e la loro delimitazione, né la divisione del periodo in inferiore e medio, si é preferito la dizione Miocene prelanghiano. È verosimile che la parte inferiore della Formazione di Costa Montada sia eteropica della parte superiore della Formazione di Variano.

Lo spessore della formazione è di quasi 400 m.

12) M_2^1 — « Formazione di Costa Areasa » — *Alternanze più o meno regolari di strati marno-argillosi ed arenacei; microfauna a Globigerinoides triloba* (REUSS), *Vaginulina legumen* (LINNÉ), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL.. *Miocene prelanghiano* (*« Aquitaniano » di Mayer e Sacco*).

Il nome, introdotto in letteratura da C. C. VERVLOET (1966), deriva da Costa Areasa, rilievo a SW di Arquata Scrivia, dove la formazione comincia ad affiorare, spingendosi poi fino all'abitato di Pratolungo Inferiore; altri affioramenti si osservano sotto le alluvioni quaternarie del T. Scrivia e del T. Borbera nei pressi di Vignole.

Verso W la formazione torna ad affiorare, cogli stessi caratteri, nella zona di Acqui.

È rappresentata litologicamente da una regolare alternanza fliscioide di marne argillose di colore grigio-azzurro e grigio-verde, spesso siltose ed arenacee, e di sottili strati arenacei, compatti, grigio-giallastri, talora rossicci, gradati.

Il passaggio alle sovrastanti Marne di Cessole è graduale, per progressiva diminuzione degli strati arenacei.

La microfauna è assai scarsa; solo in alcuni livelli sono presenti *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Vaginulina legumen* (LINNÉ), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL. ecc..

Anche questa formazione era inclusa nell'Aquitaniano della I edizione del foglio Alessandria; anche per essa si preferisce parlare di Miocene prelanghiano.

La potenza è di circa 400 metri.

13) M^2 — « Marne di Cessole » — *Verso NE, alla sommità, marne sabbiose, grigiastre, compatte, con intercalazioni di straterelli arenacei, facenti passaggio alle Arenarie di Serravalle (membro di M. Piasi; non cartografato separatamente); marne argillose grigio-bluastre, a stratificazione poco evidente; alla base sono presenti marne argillose con interstrati calcarei, calcareo-marnosi e arenacei grigiastri e giallastri; macrofauna a gasteropodi (specialmente pteropodi), spatangidi, ecc.; microfauna a Orbulina universa* D'ORB. *(nella parte alta), O. glomerosa* (BLOW), *O. suturalis* BRONN., *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globoquadrina dehiscens* CHAP., PARR., COLL., *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL. e *Vaginulina legumen* LINNÉ). *Langhiano.* (F° Alessandria).

Alternanze arenaceo-marnose, con intercalazioni di calcari marnosi verso l'alto; macrofauna a gasteropodi (specialmente pteropodi), spatangidi ecc.; microfauna a Globigerinoides triloba (REUSS) *e Robulus brevispinosus* (NUTT.). *Langhiano.* (F° Asti).

Le Marne di Cessole affiorano in una fascia pressoché continua dalla zona di Cossano Belbo (foglio Asti) alla Val Borbera (foglio Alessandria).

Nel foglio Alessandria esse fanno seguito in continuità stratigrafica alla Formazione di Costa Areasa, o, in discordanza, a quella di Variano.

A NE del T. Scrivia esse si riducono notevolmente di spessore, essendo rappresentate essenzialmente dalla parte superiore (Membro di M. Piasi).

Nell'ambito dei fogli Alessandria e Asti le esposizioni migliori delle Marne di Cessole si osservano nelle zone di Gavi e Acqui. Litologicamente, la formazione è rappresentata da marne compatte sabbioso-siltose e marne argillose grigio-bluastre, biancastre in superficie; la stratificazione è a luoghi messa in evidenza da strati più resistenti, con maggiore tenore in $CaCO_3$. Alla base della formazione alle marne si intercalano strati calcarei, calcareo-marnosi e arenacei grigio-giallastri. Nella parte superiore si osservano delle intercalazioni di strati di arenarie giallastre medio-grossolane, debolmente cementate e di calcari bioclastici grigiastri, che diventano più frequenti alla sommità, in graduale transizione alle Arenarie di Serravalle. Tale facies di transizione assume particolare sviluppo al margine orientale del foglio Alessandria; essa è stata cartografata separatamente nel contiguo foglio

71-Voghera, dove ha una notevole potenza, ed è denominata Membro di M. Piasi.

Può essere discutibile la sua assegnazione alle Marne di Cessole piuttosto che alle Arenarie di Serravalle; essa è caratterizzata dalla presenza di *Globoquadrina altispira* CUSH. e JARV., che però non sembrerebbe avere un valore stratigrafico definito. Nella precedente edizione del foglio Alessandria era compresa nel Langhiano.

Verso occidente le Marne di Cessole diventano gradualmente più arenaceo-sabbiose col comparire di frequenti interstrati di sabbie e arenarie, che contraddistinguono la formazione nel foglio Asti e nella sezione tipo del foglio 81-Ceva (R. GELATI, 1968-b).

La serie tipo di Cessole, descritta da M. B. CITA e I. PREMOLI SILVA (1960), è suddivisa in tre zone: a *Globoquadrina dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.) (= zona a *G. langhiana* CITA e GELATI), a *Globigerina bollii* CITA e PREMOLI SILVA e a *Orbulina suturalis* BRONN.

Le marne contengono una macrofauna rappresentata soprattutto da echinidi e pteropodi (donde il classico nome di « marne a pteropodi » dato alla formazione dagli Autori) e subordinatamente da lamellibranchi. Tra gli echinidi sono stati segnalati, per la zona di Gavi, *Euspatangus ornatus* (DES.), *Hemiaster canavarii* DE LOR., *H. ovatus* SIMS., *Macropneustes* (?) sp. (A. BONI, 1967) e tra gli pteropodi, nei dintorni di Serravalle Scrivia, *Balantium pedemontanum* (MAY.) e *B. pulcherrimum* (MAY.) (L. BELLARDI e F. SACCO, 1872-1904).

Tra i foraminiferi più significativi rinvenuti possiamo citare: *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *G. scitula* (BRADY), *Globoquadrina dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.), *G. altispira* (CUSH. e JARV.), *Orbulina glomerosa* (BLOW), *O. suturalis* BRONN., *Bolivina reticulata* HANTK., *B. arta* MACFAD., *Robulus brevispinosus* (NUTT.), *Vaginulina legumen* (LINNÉ). Nella parte alta delle tipiche marne a pteropodi, sotto il Membro di M. Piasi, alla cava di Gavi, compare *Orbulina universa* D'ORB..

Lo spessore della formazione è abbastanza uniforme e si aggira sui 500 m..

14) M_a^{3-2} — « Formazione di Mombisaggio » — *Arenarie e calcareniti giallastre passanti verso il basso ad arenarie grossolane, con intercalazioni*

di marne sabbiose; localmente calcari a globigerine con noduli silicei; nelle arenarie di base ricchissima macrofauna con prevalenza di echinidi e pettinidi [*Chlamys northamptoni* (MICH.)]; *microfauna nelle intercalazioni marnose della parte inferiore a Robulus brevispinosus* (NUTT.), *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Globoquadrina dehiscens* CHAP., PARR. e COLL.. *Serravalliano?-Langhiano.*

La formazione di Mombisaggio affiora a Tortona e specialmente a Mombisaggio, donde è stato tratto il nome formazionale. In quest'ultima località si presenta in facies di arenarie più o meno grossolane ricche di macrofauna, e in facies di calcare a globigerine, con zone di silicizzazione, anch'essa con abbondanti macrofossili.

La macrofauna delle arenarie comprende *Pericosmus pedemontanus* DE ALESS., *Echinolampas hemisphaericus* LK., *Chlamys multistriata* POLI, *C. northamptoni* (MICH.), rappresentata da un gran numero di individui e da gran varietà di tipi, *Pecten revolutus* MICH., *Pecten benedictus* LK. vicino al *P. corsicanus* DEPÉRET e ROMAN.

I calcari a globigerine contengono *Pychnodonta cochlear* (POLI), *Teredo* sp., *Cirsotrema crassicostatum* SACCO, *Liothirina rovasendiana* (SEG.), *Pericosmus pedemontanus* DE ALESS., *Schizaster* sp., *Pentacrinus gastaldii* MICH. (vedi A. BONI e G. CAPETTA, 1950).

A Tortona è sviluppata soprattutto la facies a calcareniti e areniti giallastre, povere di fossili; alla base però, in pozzetti, è stato possibile mettere in evidenza l'orizzonte delle arenarie grossolane a *Chlamys northamptoni*.

La formazione poggia in discordanza sulle Arenarie di Ranzano e forse, localmente, sulle Marne di Antognola.

F. SACCO, nella Ia edizione del foglio Alessandria, e P. ASCOLI (1959) attribuiscono la formazione all'Elveziano; la microfauna a *Robulus brevispinosus* (NUTT.), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globoquadrina dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.), rinvenuta nella parte inferiore della formazione, attesta un'età langhiana dei livelli da cui essa deriva; anche la macrofauna e soprattutto i pettinidi hanno carattere langhiano.

La formazione a Mombisaggio è però sormontata, secondo P. ASCOLI

(1959) in concordanza, dal Tortoniano; in tal caso bisogna ammettere che essa comprende anche il Serravalliano, sebbene non sia stato possibile mettere in evidenza questo piano. La Formazione di Mombisaggio presenta somiglianze colla « Pietra da Cantoni » del Monferrato sia dal punto di vista litologico che da quello della posizione stratigrafica; la netta separazione areale e le peculiarità litologiche hanno indotto i rilevatori del foglio Alessandria a tenerla, almeno provvisoriamente, distinta.

15) M^{3-2} — « Pietra da Cantoni » — *Arenarie più o meno grossolane con intercalazioni a vari livelli di marne sabbiose. Ricchissima macrofauna con prevalenza di echinidi e pettinidi* [*Chlamys northamptoni* (MICH.), ecc.] *Microfauna, nel contiguo foglio* 57-*Vercelli, entro intercalazioni marnose, a: Robulus brevispinosus* (NUTT.), *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Globoquadrina dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.). *Serravalliano?-Langhiano.*

Nel foglio Asti la « Pietra da Cantoni » affiora in un'area limitata all'estremità nord-orientale; grande sviluppo ha invece più a N nel contiguo foglio 57-Vercelli.

Il piccolo affioramento del foglio Asti è caratterizzato dalla presenza di arenarie più o meno cementate, organogene, di colore giallastro, con intercalazioni di marne sabbiose e di calcari bioclastici.

Il ricco contenuto paleontologico della formazione nel foglio Vercelli è rappresentato essenzialmente da lamellibranchi, gasteropodi, brachiopodi, echinidi e alghe ed è stato studiato in passato da numerosi Autori. La microfauna dominante, a *Robulus brevispinosus* (NUTT.), *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Globoquadrina dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.) (M. GIRELLI, 1960), testimonia un'età essenzialmente langhiana, in accordo con l'attribuzione cronologica dedotta dallo studio dei pettinidi (A. BONI e G. SACCHI VIALLI, 1962). Nel foglio Vercelli sono stati rinvenuti da A. MONTRASIO, I. PREMOLI SILVA e U. RAGNI (1968), alla base della formazione, anche *Globigerinoides bisphericus* TODD e *G. transitorius* BLOW e, alla sommità, *Orbulina universa* D'ORB.; secondo questi Autori la « Pietra da Cantoni » nel foglio Vercelli si estenderebbe dall'« Aquitaniano » al Serravalliano basale.

Tale estensione verso l'alto, deriverebbe dalla presenza di *Orbulina universa* (« corrispondente al Serravalliano basale »); come si è visto a proposito delle Marne di Cessole, questa forma è però presente nelle tipiche marne a pteropodi della cava di Gavi, ancora al disotto del Membro di M. Piasi, e pertanto non può caratterizzare il Serravalliano.

Nella prima edizione del foglio Asti la formazione corrisponde all'Elveziano. Nel foglio 57-Vercelli essa è sormontata stratigraficamente dalle Marne di Mincengo del Serravalliano o direttamente dalle Marne di S. Agata Fossili. Nel foglio Asti essa poggia in trasgressione sulle Arenarie di Ranzano o sulle Marne di Antognola ed è sormontata dalle Marne di S. Agata Fossili.

16) M_m^{3-2} — « Marne di Camino » — *Marne compatte grigio-chiare, ben stratificate, con sottili intercalazioni sabbioso-arenacee; microfauna a Globorotalia praemenardii* CUSH. e STAINF., *G. mayeri* CUSH. e ELL., *Globoquadrina altispira* (CUSH. e JARV.), *Orbulina suturalis* BRONN.: *Serravalliano-Langhiano?*

La formazione deriva il suo nome dal coordinamento con un primo abbozzo di legenda del foglio 57-Vercelli, nel quale erano presenti le Marne di Camino, che venivano attribuite all'Elveziano-Langhiano p. p.. Nell'edizione del suddetto foglio, testè comparsa, le Marne di Camino più non figurano e a Camino è fatta affiorare la « Pietra da Cantoni »; il nome non può quindi essere conservato.

La formazione si sviluppa in un'area molto limitata presso Pecetto di Valenza, al margine settentrionale del foglio Alessandria. La parte inferiore della formazione non affiora; alla sommità, le Marne di Camino passano gradualmente alle Marne di S. Agata Fossili, che le ricoprono in normale sovrapposizione stratigrafica.

La formazione è costituita da marne compatte ($CaCO_3$ circa 35 %), grigio-chiare, localmente sabbiose, con intercalazioni di arenarie e sabbie più o meno cementate a stratificazione evidente; la litologia è abbastanza simile a quella delle Marne di S. Agata Fossili, ma la maggior compattezza delle Marne di Camino permette di distinguerle per le più pronunciate forme di rilievo cui esse danno luogo.

La microfauna, comprendente *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., molto

frequente, *G. praemenardii* CUSH. e STAINF., *Globoquadrina altispira* (CUSH. e JARV.), *G. dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.), *Orbulina suturalis* BRONN., *Globigerinoides triloba* (REUSS) e *Cibicides mexicanus dertonensis* RUSC., attesta un'età essenzialmente serravalliana; non si esclude però che la parte inferiore della formazione scenda fino al Langhiano.

Verosimilmente le Marne di Camino corrispondono o sono molto simili alle Marne di Mincengo del foglio Vercelli (A. MONTRASIO, I. PREMOLI SILVA e U. RAGNI, 1968); nel foglio Mortara la continuazione dell'affioramento è stata indicata come Formazione di Mombisaggio; ciò deriva dal fatto che in un primo coordinamento tra i fogli Mortara e Alessandria era stata adottata l'indicazione comune di Formazione di Mombisaggio; in un secondo tempo i rilevatori del foglio Alessandria hanno preferito attribuire i terreni affioranti alle « Marne di Camino », distinte nel suddetto abbozzo di legenda del foglio Vercelli. Purtroppo è mancato un ulteriore coordinamento fra i due fogli e di conseguenza essi sono stati stampati con attribuzioni formazionali differenti.

La formazione è stata indicata come Elveziano nella prima edizione del foglio Alessandria di SACCO. Lo spessore affiorante nella zona di Pecetto di Valenza è inferiore ai 200 m.

17) M^3 — « Arenarie di Serravalle » — *Arenarie, sabbie e conglomerati, mal stratificati, fossiliferi, passanti verso il basso ad arenarie grigio-giallastre, povere di fossili, in potenti bancate regolari, calcari bioclastici, calcari arenacei, brecce intraformazionali, alternanti a marne sabbiose; verso la base le marne diventano più abbondanti; alla sommità sono localmente presenti calcari biostromali e conglomerati con noduli di corallinacee; microfauna a Globorotalia praemenardii* CUSH. e STAINF., *G. mayeri* CUSH. e ELL., *Globoquadrina altispira* (CUSH. e JARV.), *Orbulina universa* D'ORB.. *Verso W la formazione diviene più marnosa, assumendo la « facies di Cassinasco ». Serravalliano.* (F° 70 - Alessandria).

M^3 — « Arenarie di Serravalle » (facies di Cassinasco). — *Marne argillose, arenarie e sabbie in strati sottili (alla sommità); arenarie e sabbie in banchi alternati a marne, con rare intercalazioni conglomeratiche. Microfauna a Globorotalia praemenardii* CUSH. e STAINF., *G. mayeri* CUSH. e ELL.,

Globoquadrina altispira (CUSH. e JARV.), *Orbulina universa* D'ORB., *Serravalliano*. (F° 69 - Asti).

La formazione si estende, nell'area dei fogli in esame, in fascia continua lungo il margine meridionale del bacino terziario del Piemonte da Cossano Belbo (foglio 69-Asti) alla zona di Albarasca (settore orientale del foglio 70-Alessandria).

Le Arenarie di Serravalle poggiano in graduale transizione stratigrafica sulle Marne di Cessole e superiormente passano, in generale, stratigraficamente alle Marne di S. Agata Fossili; nell'area compresa fra il T. Lemme e Montaldo Bormida esse sono invece sormontate direttamente dalla Formazione gessoso-solfifera o dai Conglomerati di Cassano Spinola; inoltre verso occidente, nel foglio 81-Ceva, è stata inserita da R. GELATI (1967, 1968-b) fra la Formazione di Cassinasco (= Arenarie di Serravalle-facies di Cassinasco del foglio Asti) e le Marne di Gallo d'Alba (= Marne di S. Agata Fossili del suddetto foglio) la Formazione di Lequio: essa si continua nel foglio Asti sino alla zona di Calosso.

La sezione tipo delle Arenarie di Serravalle, che è stata tracciata nella zona di Gavi, è stata descritta in dettaglio da A. BONI (1967). Inferiormente la formazione fa passaggio alle Marne di Cessole attraverso il Membro di M. Piasi di queste ultime (non cartografato separatamente nel foglio Alessandria), il quale in realtà rappresenta una zona di transizione litologica e biostratigrafica; esso, come s'è detto, potrebbe anche essere assegnato alle Arenarie di Serravalle (nelle vecchie edizioni dei fogli era indicato come Langhiano).

La parte inferiore delle Arenarie di Serravalle s.s. è rappresentata da alternanze di strati, non molto potenti e ben definiti, di arenaria fine o di calcare bioclastico e di marne più o meno argillose e siltoso-sabbiose e di brecce intraformazionali. Verso l'alto le arenarie diventano molto grossolane, in strati meno definiti e più potenti, con rare intercalazioni di marne sabbiose, cui si associano grossi banchi conglomeratico-arenacei; i conglomerati sono poligenici, gradati, con clastici costituiti in prevalenza da calcari marnosi, arenarie, scisti cristallini, pietre verdi a ciottoli ben arrotondati; le arenarie, ricche di frammenti di macrofossili, sono talora scarsamente cementate e mostrano localmente stratificazione incrociata o fenomeni di

scivolamento singenetico. Alla sommità sono localmente (Valle Scrivia, Mass. Ronchetti) presenti calcari biostromali e conglomerati a noduli di corallinacee.

La formazione presenta una variazione laterale di facies che si manifesta procedendo verso W, con la graduale diminuzione delle dimensioni dei clastici e il prevalere delle marne. Tale eteropia è già evidente nella parte occidentale del foglio Alessandria e diventa molto marcata nel foglio Asti.

La facies è qui costituita da sequenze di sabbie e arenarie grigio-giallastre passanti a marne sabbioso-siltose grigie; mancano gli episodi clastici grossolani e i calcari bioclastici che caratterizzano la formazione nella zona tipo. Essa è stata indicata come « Cassinasco Formation » da C. C. VERVLOET (1966) e Formazione di Cassinasco da R. GELATI (1967 e 1968-b). Ai rilevatori dei fogli Alessandria e Asti è sembrato che, pur con le variazioni osservate rispetto alla serie tipica di Serravalle, questi terreni della zona di Cassinasco potessero rientrare nell'ambito di un'unica formazione, le ben note Arenarie di Serravalle.

I calcari bioclastici e i banchi conglomeratico-arenacei frequenti nella zona sud-orientale del foglio Alessandria contengono una ricca frazione organogena, rappresentata da macrofossili più o meno frammentari; fra essi si nota abbondanza di lamellibranchi, echinidi, balanidi, coralli, briozoi e corallinacee.

La microfauna, abbondante nelle intercalazioni marnose, è stata studiata recentemente in dettaglio da S. MOSNA e A. MICHELETTI (1968); fra le forme planctoniche si possono citare: *Globigerina concinna* REUSS, *G. bollii* CITA e PREM. SILV., *G. apertura* PEZZ., *Globigerinoides triloba* (REUSS), *G. bispherica* TODD, *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *G. praemenardii* CUSH. e STAINF., *Globoquadrina dehiscens* (CHAP., PARR e COLL.), *G. altispira* (CUSH. e JARV.), *Orbulina suturalis* BRONN., *Orbulina universa* D'ORB.; fra le forme bentoniche: *Vaginulina legumen* (LINNÉ), *Marginulina hirsuta* D'ORB., *Uvigerina auberiana* D'ORB., *U. barbatula* MACFAD., *Stilostomella verneuili* (D'ORB.), *Cassidulina laevigata* D'ORB., *Cibicides mexicanus dertonensis* RUSC.; nei livelli arenacei sono frequenti forme di facies litorale e sublitorale quali *Amphistegina* sp. e *Elphidium* sp..

La serie delle Arenarie di Serravalle fra il Lemme e lo Scrivia costituisce

lo stratotipo del Serravalliano di M. L. PARETO (1865); successivamente i terreni corrispondenti erano stati riferiti all'Elveziano e come tali compaiono nella prima edizione dei fogli Alessandria e Asti di SACCO. Recentemente tale sinonimia è stata posta in dubbio (P. MARKS e P. N. WEBB, 1966 e C. C. VERVLOET, 1966), in quanto l'Elveziano tipo sarebbe precedente alla comparsa delle orbuline e quindi sarebbe anteriore anche al Langhiano.

Si è ritenuto opportuno abbandonare il termine di Elveziano e riprendere l'uso, almeno per il Miocene italiano, di Serravalliano (A. BONI, 1967 e S. MOSNA, A. MICHELETTI, 1968).

Lo spessore della formazione è di 350 m nella sezione tipo; il valore aumenta gradualmente verso W.

18) M^{4-3} — « Formazione di Lequio ». — *Alternanze di arenarie più o meno cementate, sabbie e marne compatte; microfauna a Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *Ehrenbergina dinapolii* GIAN., *Globoquadrina altispira* (CUSH. e JARV.). *Tortoniano-Serravalliano.*

La Formazione di Lequio è stata istituita da R. GELATI (1967); essa è interposta fra la Formazione di Cassinasco e le Marne di Gallo d'Alba (Marne di S. Agata Fossili), in parziale eteropia di facies con ambedue queste formazioni. L'area di affioramento, ampia nella porzione sud-occidentale del foglio Asti, si assottiglia gradualmente verso NE, fino a scomparire a N di S. Stefano Belbo, qui sostituita dalle due formazioni anzidette; verso SW ha il suo massimo sviluppo nel foglio 81-Ceva.

La Formazione di Lequio è costituita da strati di arenarie, talvolta scarsamente cementate, a grana media o fine, grigio-giallastre, gradate, alternate a marne sabbiose o siltose grigie; le arenarie sono quarzose, a cemento calcitico ed il loro graduale passaggio a marne avviene in sequenze ritmiche fitte, dello spessore di mezzo metro circa, tipiche dei sedimenti fliscioidi; non mancano, alla base degli strati arenacei, livelli di conglomerato fine, a ciottoli arrotondati.

La parte inferiore della formazione è più arenacea e passa gradualmente alle sottostanti Arenarie di Serravalle; la parte superiore è caratterizzata dal progressivo diminuire delle intercalazioni arenacee, fino al prevalere delle sovrastanti Marne di S. Agata Fossili.

Inferiormente la Formazione di Lequio contiene una microfauna costituita essenzialmente da: *Anomalina ammonoides* (REUSS), *Globoquadrina altispira* (CUSH. e JARV.), *Globorotalia mayeri* CUSH. e ELL., *G. praemenardii* CUSH. e STAINF., *Stilostomella verneuili* (D'ORB.), *Uvigerina rustica* CUSH. e EDW., *Vaginulina legumen* (LINNÉ), di età serravalliana. La parte superiore della formazione è caratterizzata dalla presenza di *Globigerina nepenthes* TODD, *Globorotalia lenguaensis* BOLLI, *G. menardii* (D'ORB.), *G. scitula gigantea* BLOW, *Orbulina universa* D'ORB., *Ehrenbergina dinapolii* GIAN., *Bolivinoides miocenicus* GIAN., *Uvigerina auberiana* D'ORB., *Vaginulina legumen* (LINNÉ); questa associazione attesta che la Formazione di Lequio raggiunge il Tortoniano: essa pertanto si estenderebbe dal Serravalliano al Tortoniano.

Lo spessore della formazione aumenta gradualmente verso SW fino a superare i 500 m al margine meridionale del foglio Asti; la potenza totale nella località tipo (foglio 81-Ceva) è valutata in 850 m circa (GELATI, 1968-b).

19) M^{5-4} — « Marne di S. Agata Fossili ». — *Marne più o meno sabbiose, grigio-azzurre, con locali intercalazioni sabbioso-conglomeratiche nella parte inferiore; abbondante macrofauna a gasteropodi prevalenti (Ancilla glandiformis* LK.), *lamellibranchi [Pecten vigolenensis* SIM., *Chlamys radians* (NYST.)], *coralli isolati, ecc.; microfauna a Cassidulina laevigata* D'ORB., *Bolivinoides miocenicus* GIAN., *Bolivina arta* MACFAD., *Ehrenbergina dinapolii* GIAN., *Globorotalia menardii* (D'ORB.), *Globigerina nepenthes* TODD; *nella parte alta della formazione la microfauna diviene oligotipica a Bulimina echinata* D'ORB., *B. aculeata* D'ORB. *e Bolivina dentellata* TAV.. *Messiniano?-Tortoniano.* (F° 70 - Alessandria).

M^{4} — « Marne di S. Agata Fossili » — *Marne più o meno sabbiose grigio-azzurre, con locali intercalazioni sabbioso-conglomeratiche; macrofauna a gasteropodi e lamellibranchi prevalenti; microfauna a Cassidulina laevigata* D'ORB., *Bolivinoides miocenicus* GIAN., *Bolivina arta* MACFAD., *Globorotalia menardii* (D'ORB.) *e Globigerina nepenthes* TODD. *Tortoniano.* (F° 69 - Asti).

Le Marne di S. Agata Fossili presentano la loro serie tipo presso l'omonimo paese, nella zona orientale del foglio Alessandria; si sviluppano verso SW in una fascia che, in affioramento, si riduce progressivamente di spessore, fino a scomparire in corrispondenza alla zona fra il T. Lemme

e il T. Orba. La formazione ricompare più a W, presso Montaldo Bormida, per proseguire, in fascia continua, nella zona occidentale del foglio Alessandria e nel foglio Asti. Affioramenti di Marne di S. Agata Fossili si hanno nello sperone di Tortona e nella collina a N di Alessandria.

Nella sezione tipo, corrispondente al Rio Mazzapiedi presso S. Agata Fossili, la formazione è costituita (A. GIANOTTI 1953) da marne ($CaCO_3$ circa 35 %) grigio-azzurre un po' sabbiose nella parte inferiore, da marne e arenarie con livelli conglomeratici nella parte media e superiormente da marne siltose.

M. B. CITA, I. PREMOLI SILVA, R. ROSSI (1965) distinguono nel Tortoniano-tipo le zone a *Globorotalia mayeri/G. lenguaensis* (30 m), a *Globorotalia mayeri/Globigerina nepenthes* e *Globorotalia menardii/Globigerina nepenthes*. Le Marne di S. Agata Fossili, non corrispondono però alla serie tipo del Tortoniano, in quanto « poco prima della loc. Fornace si ha il passaggio dal Tortoniano al Messiniano. Questo si realizza entro a una successione marnosa litologicamente omogenea, almeno dal punto di vista macroscopico » (M. B. CITA, 1967-a, pag. 45).

A W del T. Orba gli intervalli clastici grossolani si riducono; a N di Alessandria mancano del tutto.

La macrofauna è abbondante e ricca di specie: nelle tipiche località fossilifere di Stazzano, Bocca d'Asino e S. Agata Fossili è stata rinvenuta una macrofauna descritta da L. BELLARDI e F. SACCO (1872-1904), F. BONGO (1914), G. F. GINO (1953) ed Altri; tra le forme più significative e diffuse G. F. GINO (1953) cita, fra i molluschi: *Ancilla glandiformis* LK., *Mitrella (Cremisutura) carinata* (BON.), *Nassa (Amiclina) semistriata* (BR.), *Aporrhais (Aporrhais) uttingerianus* (RISSO), *Turris (Turris) rotata* (BR.), *T. (Turris) contigua* (BR.), *Genata (Pseudotoma) bonelli* (BELL.), *Amussium felsineum* FORESTI, *Pecten vigolenensis* SIM., *Chlamys radians* (NYST); sono inoltre frequenti i coralli isolati.

I molloschi del Tortoniano - tipo sono stati recentemente (1968) sottoposti a revisione da parte di E. ROBBA.

Fra i foraminiferi sono stati rinvenuti, fra i planctonici: *Globorotalia acostaensis* BLOW, *G. lenguaensis* BOLLI, *G. menardii* (D'ORB.), *G. obesa* BOLLI, *G. scitula* (BRADY), *G. scitula gigantea* BLOW, *Globigerina bulloides* D'ORB., *G. concinna* REUSS, *G. eggeri* RHUM., *G. nepenthes* TODD, *Globigerinoides helicina* (D'ORB.), *G. irregularis* LE ROY., *G. sacculifera* (BRADY), *G. triloba* (REUSS), *Orbulina universa* D'ORB.; fra i bentonici: *Cassidulina laevigata* D'ORB., *Bolivinoides miocenicus* GIAN., *Bolivina arta* MACFAD., *Ehrenbergina dinapolii* GIAN..

Gli ostracodi presenti nella formazione presso S. Agata Fossili sono stati studiati recentemente da G. DIECI e A. RUSSO (1964).

Nella parte superiore della formazione, localmente, la microfauna diviene oligotipica con *Bulimina echinata* D'ORB., *B. aculeata* D'ORB., e *Bolivina dentellata* TAV. del Messiniano.

Nella zona sud-occidentale del foglio Asti la parte inferiore delle Marne di S. Agata Fossili passa lateralmente alla formazione di Lequio; in quest'area quindi le Marne di S. Agata Fossili non comprendono la parte inferiore del Tortoniano.

Lo spessore della formazione si aggira sui 250-300 m.

20) M^4_a — « Arenarie di Diano d'Alba » — *Sabbie e arenarie con livelli marnoso-conglomeratici; microfauna a Globorotalia menardii* (D'ORB.), *Bolivinoides miocenicus* GIAN.. *Tortoniano.*

La formazione, istituita da R. GELATI (1967), affiora in un'area molto limitata al margine sud-occidentale del foglio Asti, per estendersi poi nel contiguo foglio Ceva, ove si trova la località tipo.

È costituita prevalentemente da sabbie con livelli arenacei ben stratificati, con intercalazioni di marne sabbiose e ciottolose in banchi.

La microfauna con *Orbulina universa* D'ORB., *Globigerina nepenthes* TODD, *Globorotalia menardii* (D'ORB.), *Ehrenbergina dinapolii* GIAN., *Bolivina arta* MACFAD., *Bolivinoides miocenicus* GIAN., ecc., rinvenuta nelle marne intercalate, permette di assegnare questa formazione al Tortoniano, mentre nella 1ª edizione del foglio Asti di SACCO era attribuita all'Elveziano.

21) **i** — « Complesso indifferenziato » — *Complesso argillo-marnoso con frammenti calcarei ed arenacei, non differenziabile in formazioni, di probabile origine tettonica; nelle marne microfauna, verosimilmente di età tortoniana, a Cassidulina laevigata* D'ORB., *Globorotalia menardii* (D'ORB.).

Il Complesso indifferenziato si estende in una fascia discontinua, orientata da N a S, nella collina a NE di Alessandria, al nucleo di un'anticlinale

disarmonica di tipo diapiroide; esso viene in contatto prevalentemente con le Marne di Monte Piano e con le Marne di S. Agata Fossili.

Mancano delle chiare esposizioni delle rocce in posto; la morfologia, poco incisa, permette soltanto un giudizio relativo alla superficie, per lo più coltivata.

In una matrice, composta essenzialmente da marne, con microfauna comprendente forme di età tortoniana [*Cassidulina laevigata* D'ORB., *Bolivinoides miocenicus* GIAN., *Globorotalia menardii* (D'ORB.), ecc.], sono dispersi frammenti di calcari e subordinatamente di arenarie e marne grigio-scure, verosimilmente riferibili, quest'ultime, alla formazione delle Marne di Monte Piano, che affiora nella zona, i primi ai sottostanti Calcari di Zebedassi. Le dimensioni di tali frammenti non superano in genere i pochi decimetri.

Nella I edizione del foglio Alessandria di SACCO questi terreni erano stati cartografati come Eocene; tale attribuzione è esclusa dalla presenza delle microfaune mioceniche, nè d'altra parte si è potuto associarli alle Marne di S. Agata Fossili per la presenza dei frammenti dei Calcari di Zebedassi.

Per l'interpretazione di tale mescolanza si è considerata la possibilità della sua attribuzione a un fenomeno o di origine sedimentaria olistostromica o di natura tettonica. Probabilmente il Complesso indifferenziato, essendo situato lungo l'asse della suddetta struttura, è in relazione a una tettonica di tipo diapirico, per cui il substrato, composto dal Calcare di Zebedassi, sarebbe venuto in superficie, aprendosi la via attraverso le Marne di Monte Piano e la copertura di Marne di S. Agata Fossili, e mescolandosi con esse.

22) **M^5** — « Formazione gessoso-solfifera » — *Marne argillose, per lo più gessifere, sterili o con microfauna a Bulimina echinata* D'ORB., *B. aculeata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB., *piccole Globigerinidae* (**M^5**), *con lenti ai gesso* (**g**) *e di calcari cariati* (**cc**); *localmente arenarie* (**a**), *conglomerati e calcari fossiliferi* (**c**). *Messiniano.* (F° 70 - Alessandria).

M^5 — « Formazione gessoso-solfifera » — *Marne argillose per lo più gessifere, con lenti di gesso* (**g**) *e di calcari cariati* (**cc**), *sterili o con microfauna a Bulimina echinata* D'ORB., *B. aculeata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB., *piccole Globigerinidae. Messiniano.* (F° 69 - Asti).

La formazione gessoso-solfifera affiora al margine meridionale del foglio Alessandria lungo una striscia che si continua poi nel foglio Asti. Colla fascia presente all'estremità settentrionale del foglio Asti, da Altavilla Monferrato al T. Versa, si delinea la duplicità di affioramento in relazione colla struttura blandamente sinclinalica.

La formazione è litologicamente molto eterogenea; essa è costituita prevalentemente da marne gessifere grigio-scure passanti, nella parte inferiore, alle Marne di S. Agata Fossili.

Essa è inoltre caratterizzata dalla presenza di lenti più o meno grandi di gesso, in grossi cristalli (selenite) o a grana minuta; vi sono inoltre incluse masse di calcari cariati biancastri e grigiastri, calcari alveolari per dissoluzione dei cristalli di gesso, arenarie gessose, zolfo (per lo più in noduli). Nella parte orientale del foglio Alessandria, ad E del T. Scrivia, sono presenti inoltre locali affioramenti di calcari fossiliferi e di arenarie. Questi lembi sono stati cartografati separatamente, perché sono chiaramente delimitabili dalle marne che costituiscono la parte prevalente della formazione.

La varietà dei tipi litologici è spiegabile in rapporto all'ambiente di sedimentazione, di tipo lagunare evaporitico, dove, accanto ai bacini completamente isolati dal mare, ne esistevano altri ove era possibile lo scambio delle acque. Ciò è documentato dalla natura dei fossili: nelle marne, in prossimità di Gavazzana, F. SACCO (1887) cita il rinvenimento di *Dreissenia mayeri* SACC., *Adachna bollensis* MAY., *A. carinata* DESH., *A. semisulcata* ROUSS., *Cyrena suessi* MAY., *Neritodonta mutinensis* D'ANC., *Melania curvicostata* DESH., *Melanopsis narzolina* BON., *Hydrobia escoffierae* TOURN., *H. perforata* PANT., *H. etrusca* PANT..

Molto ricca è la fauna che si trova nei calcari fossiliferi ad E dello Scrivia: a Paderna si trovano abbondanti lucine, a S. Biagio, presso Castellania, predominano i brachiopodi (*Terebratula*) associati a lamellibranchi (*Ostrea*, *Isocardia*, *Arca*, *Pecten*, ecc.), gasteropodi (*Turritella*), echinidi (*Clypeaster*), briozoi, corallinacee (*Lytothamnium*).

La microfauna è assente o rappresentata da un'associazione oligoti-

pica con *Bulimina echinata* D'ORB., *B. aculeata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB., *Bolivina* aff. *dilatata* REUSS, piccole *Globigerinidae*; a luoghi sono presenti otoliti di pesci del genere *Gobius* (G. ANFOSSI e S. MOSNA, 1969). Localmente si rinvengono flore fossili.

Lo spessore è molto variabile, date le caratteristiche di sedimentazione; la potenza può in alcuni punti raggiungere i 100 m, ma altrove non supera le poche decine di metri.

23) **P^1M^5** — « Conglomerati di Cassano Spinola » — *Conglomerati e arenarie in grosse bancate intercalati a marne sabbiose con microfaune per lo più rimaneggiate. Pliocene inferiore-Messiniano.*

I Conglomerati di Cassano Spinola si sovrappongono alla formazione gessoso-solfifera, con debole discordanza. Nella zona orientale del foglio Alessandria, a Cassano Spinola e dintorni, la formazione è rappresentata da conglomerati grossolani, poligenici, a ciottoli arrotondati, con prevalenza di elementi calcareo-marnosi e arenacei, non sempre ben cementati. Le arenarie sono presenti in lenti discontinue, in quantità subordinata rispetto ai sedimenti clastici grossolani.

Nella parte occidentale e settentrionale del foglio Alessandria e nel foglio Asti si osserva una graduale diminuzione nella frequenza dei conglomerati; prevalgono le arenarie più o meno cementate, grigio-brunastre per alterazione superficiale, in grossi banchi, con sottili intercalazioni marnose.

La macrofauna è rappresentata in prevalenza da lamellibranchi, per lo più allo stato di frammenti. La microfauna è molto scarsa e localizzata nella parte orientale del foglio Alessandria; tra i microfossili più significativi possiamo citare *Uvigerina rutila* CUSH. e *Bolivina punctata* D'ORB. del Pliocene inferiore; si ritiene che la formazione si estenda verso il basso anche al Messiniano, anche se non sono stati ritrovati fossili significativi di quest'età. Nella I edizione dei fogli in esame, di SACCO, la formazione era stata datata interamente come Messiniano e non distinta dalla Formazione gessoso-solfifera.

Lo spessore della formazione si aggira normalmente sui 200 m.

24) **P** — « Argille di Lugagnano » — *Marne sabbiose con microfauna a Nonion boueanum* (D'ORB.), *Eponides frigidus granulatus* DI NAPOLI, *Ammonia beccarii* (LINNÉ), *Elphidium crispum* (LINNÉ) (*localmente*). *Argille marno-sabbiose grigio-azzurre con intercalazioni, verso l'alto, di banchi di sabbie analoghe alle « Sabbie di Asti »; macrofauna a gasteropodi prevalenti e microfauna ad Anomalina helicina* (COSTA), *Bolivina punctata* D'ORB., *Orthomorphina proxima* (SILV.), *Dimorphina tuberosa* D'ORB., *Uvigerina rutila* CUSH.. *Pliocene.* (F° 70 - Alessandria).

P_a — « Argille di Lugagnano » — *Localmente, alla sommità, marne sabbiose con microfauna a Nonion boueanum* (D'ORB.), *Eponides frigidus granulatus* DI NAPOLI, *Ammonia beccarii* (LINNÉ), *Elphidium crispum* (LINNÉ). *Argille marno-sabbiose grigio-azzurre con intercalazioni, verso l'alto, di banchi di sabbie analoghe alle Sabbie di Asti; macrofauna a gasteropodi prevalenti e microfauna ad Anomalina helicina* (COSTA), *Bolivina punctata* D'ORB., *Orthomorphina proxima* (SILV.), *Dimorphina tuberosa* D'ORB., *Uvigerina rutila* CUSH.. *Pliocene.* (F° 69 - Asti).

Si accentua, sia nel foglio Asti che nel foglio Alessandria, la suddivisione in due fasce di affioramenti, una a N e l'altra a S, in relazione colla struttura a blanda sinclinale.

La formazione poggia in continuità stratigrafica sui Conglomerati di Cassano Spinola; localmente (zona a S di Pecetto di Valenza) è a diretto contatto con le Marne di S. Agata Fossili.

Le Argille di Lugagnano sono costituite essenzialmente da argille marnose e siltose grigio-azzurre, con rare intercalazioni sabbiose. L'aspetto litologico è molto simile a quello delle Marne di S. Agata Fossili; se ne distinguono per il più basso tenore in $CaCO_3$ (25-30 %).

La macrofauna è stata descritta nella classica opera di L. BELLARDI e F. SACCO (1872-1904); recentemente, in affioramenti di Argille di Lugagnano rinvenuti a W di Asti, P. G. CARETTO (1963) cita la presenza di *Ledina fragilis* (CHEMN.) *deltoidea* (RISSO), *Arca diluvii* LAM., *Venus* (*Ventricola*) *multilamella* (LAM.), *Tellina donacina* (L.), *Natica raropunctata* SASSI, *Nassa semistriata* (BR.), ecc..

La formazione è stata oggetto di studi micropaleontologici nel bacino piemontese, specie da parte di B. MARTINIS (1954). Nella parte inferiore, la presenza di *Uvigerina rutila* CUSH. e *Globorotalia hirsuta* (D'ORB.) sembra parlare a favore del Pliocene inferiore: notiamo però che a queste forme

sono qua e là associate *Anomalina helicina* (Costa), e *Globorotalia puncticulata* (Desh.), che, secondo alcuni autori, indicherebbero già il Pliocene medio; localmente, in posizione stratigrafica più alta, nelle Argille di Lugagnano è presente la *Globorotalia crassaformis* (Gall. e Wiss.), la quale pure indicherebbe il Pliocene medio; alla sommità, specie nella parte settentrionale dei fogli in esame, la formazione è caratterizzata da marne sabbiose, con *Nonion boueanum* (D'Orb.), *Eponides frigidus granulatus* Di Napoli, *Ammonia beccarii* (Linné), *Cassidulina laevigata carinata* Silv., *Dorothia gibbosa* (D'Orb.), *Spiroplectammina wryghti* (Silv.), *Valvulineria bradyana* (Forn.); tale associazione sembra indicare più che un livello cronologico una facies particolare.

Lo spessore della formazione oscilla fra i 150 m (zona occidentale del foglio Asti) e i 250 m circa (zona orientale del foglio Alessandria); in profondità, in corrispondenza alla zona centrale del bacino, gli spessori sono superiori, come è messo in evidenza dall'indagine geofisica e dai sondaggi perforati.

25) **P**$^{3-2}$ — « Sabbie di Asti » — *Alternanze sabbioso-argillose (alla sommità)* (1^{1}) (*Villafranchiano Auctorum p.p.*).

Sabbie gialle più o meno stratificate, con livelli ghiaiosi e intercalazioni marnose compatte nella parte alta, calcareniti e calciruditi; abbondante macrofauna a gasteropodi e lamellibranchi prevalenti; microfauna a Bolivina apenninica Barb. e Mosna, *Bulimina fusiformis* Will., *Eponides frigidus granulatus* Di Napoli (**P**$^{3-2}$). *Pliocene superiore-medio.* (F° 70 - Alessandria).

Ps — « Sabbie di Asti » — *Alternanze sabbioso-argillose* (1^{1}) (*Villafranchiano Auctorum p.p.*).

Sabbie gialle più o meno stratificate, con livelli ghiaiosi e intercalazioni marnose, calcareniti e calciruditi; microfauna — negli interstrati marnosi — a Bolivina apenninica Barb. e Mosna, *Bulimina fusiformis* Will., *Eponides frigidus granulatus* Di Napoli; *nella parte bassa, localmente, entro intercalazioni argillose, microfauna a Uvigerina rutila* Cush., *Globorotalia hirsuta* (D'Orb.) *ed Eponides schreibersii* (D'Orb.) (**Ps**). *Pliocene.* (F° 69 - Asti).

In graduale passaggio e, localmente, in parziale eteropia alle Argille di Lugagnano si sovrappongono le Sabbie di Asti, che si sviluppano su vaste

aree del foglio omonimo, al nucleo della struttura sinclinalica; gli affioramenti si dividono in due fasce, una a N e l'altra a S, nel foglio Alessandria; contemporaneamente si riduce di molto l'area da essi occupata.

Si tratta di sabbie da fini a grossolane, con livelli ghiaiosi e intercalazioni di argille marno-sabbiose e banchi calcarenitici e calciruditici, localmente prevalenti. Nella parte sommitale della formazione alle sabbie s'intercalano argille verdastre e, localmente, ghiaie; tale orizzonte è stato cartografato separatamente e corrisponde alla parte bassa del « Villafranchiano » Auctorum.

Nella località tipo, presso Asti e Valle Andona, la formazione è caratterizzata da sabbie gialle con livelli riccamente fossiliferi studiati da vari Autori; recentemente P. G. Caretto (1963) ha distinto due livelli conchigliati principali: il più basso contiene *Dentalium sexangulum* Schröt., *Capulus hungaricus* (L.), *Fusus rostratus* (Oliv.), *Murex brandaris* L. ecc.; quello superiore è caratterizzato da *Glycymeris bimaculatus* (Poli), *G. insubricus* (Br.), *Pinna pectinata* (L.), *Flabellipecten flabelliformis* (Br.), *Chlamys varia* (L.), *Ostrea edulis* L., *Alectryonia plicatula* (Gml.), *Natica millepunctata* Lam., ecc..

Nella parte meridionale del foglio Asti le sabbie sono più fini e i livelli conchigliari sono meno frequenti e più poveri di fauna.

Una facies particolare è presente nella zona settentrionale del foglio Alessandria, nei dintorni di S. Bartolomeo: le Sabbie di Asti sono qui rappresentate in prevalenza da calcareniti grossolane e calciruditi ben stratificate, riccamente fossilifere.

Le Sabbie di Asti, nella zona sud-occidentale del foglio Asti, nella loro porzione inferiore contengono ancora *Uvigerina rutila* Cush. e *Globorotalia hirsuta* (D'Orb.); se a queste forme si volesse mantenere il significato di indicatori del Pliocene inferiore, bisognerebbe concludere che le Sabbie di Asti si estendono verso il basso fino a questo livello, essendo eteropiche della maggior parte delle Argille di Lugagnano; lo spessore però di queste ultime e la presenza alla loro base dei Conglomerati di Cassano Spinola rendono dubbia una siffatta eteropia ed estensione stratigrafica delle Sabbie di Asti.

In generale la microfauna della formazione, piuttosto scarsa, contiene *Botivina apenninica* Barb. e Mosna, che starebbe ad indicare il Pliocene medio.

Sulle Sabbie di Asti era basato il piano Astiano dei vecchi Autori; l'esten-

sione cronologica della formazione ed i suoi fenomeni di eteropia con le Argille di Lugagnano hanno tolto valore a questa suddivisione cronostratigrafica.

Nella parte superiore (« Villafranchiano » Auct. p.p.) sono presenti la classica fauna continentale a mammiferi (*Mastodon arvernensis*, *Rhinoceros megarhinus*, *Sus minor*, *Tapirus arvernensis*, ecc.) e faune d'acqua dolce.

B. Martinis (1949) aveva distinto nel Villafranchiano tre facies litologiche (dal basso verso l'alto):

— una prevalentemente argilloso-marnosa e sabbiosa,

— una seconda rappresentata da alternanza di sabbie e argille con depositi ghiaiosi e talora conglomeratici,

— ed una terza prevalentemente ghiaiosa e ciottolosa.

Prevale oggi (A. Azzaroli, in corso di stampa) la tendenza a limitare il « Villafranchiano » alle alternanze di marne, sabbie e, subordinatamente ghiaie, a intenderlo cioè in senso più ristretto di quanto indicato nelle prime edizioni dei fogli in esame.

Dal punto di vista formazionale abbiamo preferito suddividere il « Villafranchiano » Auctorum in due parti, l'una ancora strettamente collegabile con le Sabbie di Asti, delle quali rappresenta la transizione dall'ambiente marino a quello continentale-lacustre, e verosimilmente ancora attribuibile al Pliocene; l'altra più facilmente collegabile alla facies fluvio-lacustre delle alluvioni che colmarono la depressione padana durante il Pleistocene. Secondo alcuni Autori, anzi, esisterebbe una lacuna stratigrafica fra le due porzioni del « Villafranchiano », inteso nel suo senso più ampio.

26) **fl^1** — « Fluviale e Fluvio-lacustre antichi » — *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, siltoso-argillose, fortemente alterate, con prodotti di alterazione rossastri* (**fl^1**). *Alla base ghiaie alterate alternantisi con argille* (**l^2**) (*Villafranchiano Auctorum p.p.*). (F° 70 - Alessandria).

« Fluviale e Fluvio-lacustre antichi » — *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, siltose e paleosuoli, fortemente alterati, con prodotti di alterazione rossastri* (**fl^1**); *al margine nord-occidentale del foglio essi sono per lo più ricoperti da depositi loessici; la superficie da essi formata appare incisa da depressioni mal delimitate, occupate da depositi limoso-argillosi* (**fl$^1_1$**).
Alla base ghiaie alternantisi con argille (**l^2**). (*Villafranchiano Auctorum p.p.*) (F° 69 - Asti).

Sono state indicate come Fluviale e Fluvio-lacustre antichi le alluvioni dei terrazzi più elevati; esse sono ghiaiose, sabbiose, siltoso-argillose, fortemente alterate, così da essere ricoperte da terreni rossastri.

Queste alluvioni occupano vaste aree del foglio Alessandria; nel foglio Asti esse hanno notevole sviluppo superficiale sulla destra e sulla sinistra del Tanaro nella zona di Felizzano e, al margine occidentale del IV quadrante, nella zona di Dusino; qui esse sono per lo più ricoperte da depositi loessici (**fl$^1_1$**): si tratta della terminazione orientale del pianalto che tanto sviluppo ha nel contiguo foglio 68-Carmagnola; esso è troncato verso oriente dalla profonda incisione dei corsi d'acqua affluenti al Tanaro.

Il Fluviale e il Fluvio-lacustre antichi sono nettamente e profondamente terrazzati anche dal T. Scrivia e dagli affluenti della Bormida e del Tanaro.

Alla base prevalgono ghiaie alterate più o meno minute alternate ad argille, spesso rossastre, che nelle precedenti edizioni dei due fogli erano state indicate ancora come « Villafranchiano »; per le ragioni esposte in precedenza si è preferito associarle alle alluvioni che colmarono la depressione padana, indicandole peraltro con colore e sigla particolari, appunto per la loro precedente attribuzione al « Villafranchiano ».

27) **fl^2** — « Fluviale medio » — *Alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro.*

Presenti in lembi terrazzati lungo il T. Borbore, queste alluvioni, nel foglio Asti, assumono sviluppo continuo sulla sponda destra del Tanaro nella zona Cerro Tanaro-Quattordio; esse occupano poi ampie aree del foglio Alessandria, formando in generale penisole fra i maggiori corsi d'acqua. Localmente esse appaiono ancora decisamente terrazzate; l'altezza del terrazzo però decresce in generale rapidamente verso valle, così che la superficie di queste alluvioni tende a fondersi con quella delle successive e la delimitazione diventa spesso difficile ed incerta.

Sono in generale di grana più minuta di quelle antiche precedentemente descritte, prevalendo facies da sabbioso-siltose sino ad argillose; i terreni di alterazione che le ricoprono sono in generale di colore giallastro.

28) **fl**^{3} — « Fluviale recente » — *Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, con modesta alterazione superficiale.*

Queste alluvioni hanno un certo sviluppo nel foglio Alessandria, lungo il T. Belbo, il F. Bormida, il T. Orba e il suo affluente T. Lemme e lungo il T. Scrivia e i suoi affluenti sino a Serravalle; a N di questa strettoia un ampio ventaglio di alluvioni fra l'Orba e lo Scrivia è stata attribuita al Fluviale recente, prolungando idealmente il terrazzo che da Serravalle a Pozzolo Formigaro lo separa dal Fluviale medio. Anche il Fluviale recente è, in generale, nettamente terrazzato a monte, ma i terrazzi decrescono in altezza verso valle e qui la delimitazione si fa difficile.

La natura di queste alluvioni è prevalentemente ghiaiosa; non mancano però anche zone sabbiose e argillose. L'alterazione superficiale, con colori sul bruno, è in generale modesta. Bisogna però osservare che in corrispondenza al suddetto ventaglio, la natura dei terreni appare più argillosa e la colorazione delle coltri di alterazione più intensa, sul giallo, talora tendente al rossastro. Ciò lascia perplessi e fa pensare alla possibilità o dell'affiorare di alluvioni più antiche (Fluviale medio?) o di un loro intenso dilavamento a monte.

29) **a**^{1}**fl**^{3} — *Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale della pianura a S del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali* (**a**$^{2\text{-}1}$) *in parte al Fluviale recente* (**fl**^{3}). (F° 70 - Alessandria).
Alluvioni prevalentemente argillose, appartenenti in parte alle alluvioni postglaciali, in parte al Fluviale recente, ma non chiaramente distinguibili; ove è presente un terrazzo, questo separa le prime dal secondo; altrove la distinzione è difficile. (F° 69 - Asti).

Dove il Fluviale recente è nettamente terrazzato, è senz'altro possibile la sua distinzione dalle Alluvioni postglaciali; dove invece il terrazzamento scompare, la delimitazione diventa difficile e spesso addirittura impossibile per i diversi rapporti che si possono stabilire fra i prodotti dei due cicli di alluvionamento. In questi casi si è preferito prescindere da una distinzione che sarebbe arbitraria e indicare con un colore ed una sigla il complesso di esse. Nel foglio Alessandria la distinzione è stata tuttavia mantenuta fin dove era possibile; nel foglio Asti, dato il modesto sviluppo superficiale di queste alluvioni, è stata usata solo la sigla **a**^{1}**fl**^{3}.

30) **a**$^{2\text{-}1}$ — *Alluvioni postglaciali.*

Come già detto queste alluvioni sono state distinte dal Fluviale recente là dove un netto terrazzo le delimita reciprocamente; ciò è stato possibile fare nella parte a monte dei maggiori corsi d'acqua del foglio Alessandria. Esse sono prevalentemente ghiaiose e fresche.

31) **a**^{3} — *Alluvioni attuali degli alvei attivi dei corsi d'acqua.*

V — TETTONICA

Come si è già detto nello sguardo geologico d'insieme, dal punto di vista tettonico bisogna distinguere lo Sperone di Tortona, la Collina Alessandria-Valenza-Chivasso-Torino e il Bacino terziario del Piemonte.

In quest'ultimo le condizioni di giacitura sono in generale tranquille; gli strati, che sul fianco settentrionale, lungo la Collina Alessandria-Valenza, appartengono al Miocene superiore-Pliocene e su quella meridionale cominciano con l'Oligocene (entro i fogli in esame però essenzialmente con le Marne di Cessole), hanno una inclinazione che dai 30-40° delle parti esterne del bacino stesso decresce progressivamente verso il centro.

Sul fianco meridionale del bacino è evidente un cambiamento di direzione degli strati, che, diretti NE-SW a NE del T. Scrivia, passano progressivamente alla direzione WNW-ESE a W del T. Orba, e poi ritornano alla direzione NE-SW a W di Agliano.

Quest'ultimo cambiamento di direzione avviene piuttosto bruscamente attraverso due o tre strutture anticlinaloidi, fors'anche accentuate da modeste fratture.

Un'altra deformazione, verosimilmente facilitata da fratture, è quella che si ha lungo il T. Scrivia, fra Rigoroso e Vignole Borbera; essa ha peraltro la sua condizione prima nella stratigrafia. Infatti, come si è visto, a E del T. Scrivia, fra i Conglomerati di Savignone e le Marne di Rigoroso, si interpone la Formazione di Monastero; le Marne di Rigoroso appaiono ridotte, però è presente la Formazione di Variano; mancano invece la Formazione di Costa Montada e la Formazione di Costa Areasa e delle Marne di Cessole è presente essenzialmente la parte superiore, più o meno corrispondente al Membro di M. Piasi.

L'affioramento delle Marne di Rigoroso presenta un caratteristico andamento in corrispondenza alla Valle Scrivia: ciò appare in relazione coll'avanzamento verso N dei Calcari dell'Antola fra il T. Scrivia e il T. Sisola; verosimilmente tale deformazione è successiva alla deposizione della Formazione di Monastero, delle Marne di Rigoroso e della Formazione di Variano e ha sospinto più a N la deposizione della Formazione di Costa Montada, della Formazione di Costa Areasa e della parte inferiore delle Marne di Cessole.

In particolare poi i Calcari dell'Antola e localmente la Formazione di Montoggio appaiono al nucleo di una struttura anticlinale all'angolo SE del foglio Alessandria.

Interessante è il limite del bacino terziario del Piemonte rispetto allo Sperone di Tortona. I terreni dalle Arenarie di Serravalle alle Argille di Lugagnano appaiono sollevati e curvati, assumendo direzione WNW-ESE, lungo una linea che A. Boni (1961) ha chiamato linea *Villalvernia-Varzi*, che li separa dai Calcari di Zebedassi e dalle Marne di Antognola della struttura anticlinalica di Spineto Scrivia.

Lo *Sperone di Tortona*, per quanto è possibile riconoscere, data la scarsità e la poca chiarezza degli affioramenti, è costituito essenzialmente da due strutture anticlinaliche, provenienti dal territorio del foglio 71-Voghera, l'una passante per Berzano di Tortona e l'altra per Cerreto Grue (vedi sezione geologica IV-IV in calce al foglio Alessandria), al nucleo delle quali affiorano i Calcari di Zebedassi e localmente, lungo quella di Berzano, più ristretta, anche le Arenarie di Scabiazza; esse sono separate da una struttura sinclinalica, costituita essenzialmente dalle Marne di Monte Piano, dalle Arenarie di Ranzano ed eventualmente dalle Marne di Antognola, con depressione assiale nella zona di Mombisaggio, dove compaiono, discordanti sui predetti terreni, la Formazione di Mombisaggio e poi le Marne di S. Agata Fossili.

Nella Collina a N di Alessandria è ben evidente la struttura di Bric dell'Oglio, orientata da N a S (vedi sezione geologica III-III in calce al foglio Alessandria), di tipo anticlinalico disarmonico diapiroide, al nucleo della quale affiorano Complesso indifferenziato (verosimilmente di origine tettonica), Marne di Monte Piano e Arenarie di Ranzano, mentre tutt'attorno si sviluppano le Marne di Camino e le Marne di S. Agata Fossili.

Più a W, lungo il margine settentrionale dei fogli Alessandria e Asti,

le strutture sono meno chiare, benché anche qui si abbiano dei rapporti che debbono essere di natura tettonica.

Interessante è la tettonica sepolta. La carta delle isobate della base del Pliocene, rilevata dall'AGIP Mineraria (Acc. Naz. Lincei-E.N.I., 1959), mostra, a E della soglia di Asti, come essa si deprima sino a raggiungere a SW di Alessandria i 2000 metri di profondità, per poi riaffiorare nelle colline a E dello Scrivia; a W della dorsale astigiana la base stessa degrada più dolcemente verso W.

La sezione I-I dell'AGIP Mineraria, riportata in calce al foglio Alessandria e integrata dalla Ia-Ia per la parte affiorante, mostra appunto la conformazione della depressione alessandrina in direzione SE e lo spessore che presumibilmente vi raggiungono i singoli termini della serie.

La sezione III-III in calce al foglio Asti, tracciata dall'AGIP Mineraria, illustra le condizioni geologiche in corrispondenza alla « sinclinale astigiana ». La sezione I-I è tracciata poco più a E da NNE a SSW, la sezione II-II, spostata verso W, ha andamento NNW-SSE; per la parte sepolta esse si basano sulla citata carta delle isobate della base del Pliocene.

Nella zona a SW di Alessandria la base del Pliocene mostra alcuni ripiegamenti secondari di modesta entità.

Molto interessante è la struttura sepolta nell'angolo di NE del foglio Alessandria. Qui la Geofisica ha individuato due faglie dirette (faglie del Monferrato?), immergenti a NE e con abbassamento della zolla nord-orientale, rispettivamente a NE e a SW di Sale. Esse sono riportate nella sezione II-II dell'AGIP Mineraria in calce al foglio Alessandria, nella quale è inoltre indicata una struttura a faglie a immersione opposta in corrispondenza alla connessione sepolta fra lo sperone di Tortona e la Collina Alessandria-Valenza. In base ai dati ricavabili dalle porzioni affioranti i rapporti sembrerebbero più complessi e di natura differente.

VI — GEOMORFOLOGIA

Alle unità strutturali distinte nei due fogli e ai terreni in esse affioranti corrispondono differenti aspetti morfologici.

Il Bacino Terziario del Piemonte presenta morfologia collinare, differente però a seconda delle caratteristiche degli strati, della natura dei terreni e del maggiore o minore adattamento dell'idrografia a queste circostanze.

La parte più interna, dove l'inclinazione degli strati è maggiore, è caratterizzata da rilievi collinari corrispondenti ai terreni duri, asimmetrici, allungati secondo la direzione degli strati, alternati a zone depresse, in corrispondenza ai terreni più denudabili, e incisi più o meno ampiamente dai corsi d'acqua conseguenti.

Classica è la morfologia della zona della Valle Scrivia. Risalendo questa valle da Cassano Spinola a Rigoroso, si succedono sui due fianchi della valle le Argille di Lugagnano, per tanta parte sepolte sotto le alluvioni quaternarie, i Conglomerati di Cassano Spinola, che danno forme rilevate e marcate, la Formazione gessoso-solfifera e le Marne di S. Agata Fossili, facilmente denudabili, in cui tendono a stabilirsi affluenti dello Scrivia a carattere susseguente (Fosso Armarengo, parte superiore del T. Rile), le Arenarie di Serravalle, con forme ben marcate, rilievi più alti e strettoie nei corsi d'acqua conseguenti (Serravalle Scrivia); seguono poi le Marne di Cessole e la Formazione di Costa Areasa, più erodibili, e in corrispondenza ad esse si impiantano corsi d'acqua ad andamento susseguente (parte inferiore del T. Borbera); a E del T. Scrivia la Formazione di Variano e a W quella di Costa Montada determinano un più o meno modesto crinale; le Marne di Rigoroso sono di nuovo percorse da corsi d'acqua susseguenti; il T. Spinti, ad andamento susseguente, si sviluppa entro la Formazione di Monastero; la Valle Scrivia

è poi strozzata a monte di Rigoroso dall'affiorare in superficie dei Conglomerati di Savignone.

Interessante è l'andamento del T. Neirone, affluente di destra del T. Lemme, che ha andamento conseguente nella parte iniziale entro le formazioni di Costa Montada, di Costa Areasa e delle Marne di Cessole; in corrispondenza di queste ultime, ai piedi delle Arenarie di Serravalle, diventa susseguente, per poi attraversare, nel tratto terminale, le Arenarie di Serravalle della zona di Gavi con caratteristici meandri incassati (G. Rovereto, 1939).

Come si è detto, verso W le Arenarie di Serravalle si fanno più marnose (facies di Cassinasco) e quindi il loro influsso morfologico è meno marcato e si accomuna a quello delle Marne di Cessole.

Là dove l'inclinazione degli strati diventa minore, la morfologia si fa più uniforme e più tormentata da una rete idrografica fitta, in quanto più ampi sono gli affioramenti delle singole formazioni e meno si fanno sentire le differenze nella natura dei terreni. Così nella zona attorno ad Asti, la notevole densità del reticolato idrografico, il suo carattere relativamente giovanile entro i terreni pliocenici, in parte più o meno ricoperti da coltri di alluvioni quaternarie, determinano una morfologia caratterizzata da vallette a fondo pianeggiante ma ristretto e a fianchi piuttosto ripidi.

Lo sperone di Tortona è caratterizzato da forme meno rilevate e più molli, in relazione col prevalere in affioramento dei Calcari di Zebedassi nelle condizioni strutturali illustrate; la morfologia è un po' movimentata localmente dall'affiorare di formazioni meno (Arenarie di Ranzano, Formazione di Mombisaggio) o più erodibili (Marne di Monte Piano, Marne di Antognola, Marne di S. Agata Fossili).

Nella collina a N della linea Asti-Alessandria, un certo risalto morfologico assumono la struttura di Bric dell'Oglio e le ultime propaggini delle strutture della zona di Casale Monferrato.

Da ultimo bisogna sottolineare la grande importanza morfologica che hanno i depositi fluviali e fluvio-lacustri, in quanto ad essi corrispondono vaste superfici dolcemente degradanti verso valle, più o meno profondamente incise dai corsi d'acqua in stadi successivi.

Si succedono così le superfici delle più antiche coltri ghiaiose miste

ad argille (« Villafranchiano » Auctorum p.p.), ampiamente sviluppate nel foglio Asti; quelle del Fluviale antico, che formano l'altipiano di Poirino, dove sono ricoperte da coltri di loess, e si sviluppano ad arco attorno ad Alessandria da Quargnento a Gamalero e a Carbonara Scrivia, presentando almeno due ordini di terrazzi; quelle del Fluviale medio che, incassate entro le più antiche o sviluppate all'esterno di esse, sono terrazzate rispetto al Fluviale recente lungo i principali corsi d'acqua, mentre sfumano in esso verso l'interno della depressione; quelle del Fluviale recente, più o meno ricoperte dalle alluvioni postglaciali antiche a N di Tortona, che formano la parte principale della pianura fra Serravalle Scrivia, Alessandria e Tortona.

A proposito delle grandi linee del reticolato idrografico è notevole innanzitutto l'andamento conseguente dei maggiori corsi d'acqua del foglio Alessandria, divisi in due gruppi più o meno centripeti: T. Curone, T. Grue, T. Scrivia in un gruppo, T. Lemme, T. Orba, F. Bormida (a valle di Acqui) nell'altro; allo Scrivia e al Lemme arrivano, come s'è visto, da destra affluenti susseguenti che danno un carattere peculiare al reticolato.

Altro fatto da notare è la relativa simmetria del reticolato idrografico del foglio Asti e della porzione occidentale del foglio Alessandria, con una direttrice fondamentale da W ad E secondo l'asse della « sinclinale astigiana » e con affluenti di sinistra diretti da NW a SE e di destra da SW a NE che è poi all'incirca anche l'andamento del F. Bormida a valle di Acqui; in questo schema il F. Tanaro ha la direzione di un ramo di destra da Alba ad Asti, ma assume quella dell'asse generale da Asti ad Alessandria (a W di Asti tale direzione è seguita dai tratti inferiori di alcuni affluenti del Tanaro stesso); il T. Belbo ha nel complesso i caratteri di un ramo di destra.

Andamento, per così dire, anomalo hanno il tratto inferiore del T. Tinella, che affluisce al T. Belbo a S. Stefano Belbo, il T. Nizza, che vi si getta a Nizza Monferrato, il T. Tiglione, affluente di destra del Tanaro nella zona di Felizzano e il T. Grana, che lambisce la Collina di Casale da Grana a Cuccaro, per poi attraversarla in discordanza, diretto a N.

VII — GEOLOGIA APPLICATA

1) Cave

L'area dei fogli Alessandria ed Asti ha scarso interesse dal punto di vista minerario: le lenti di *gesso* che abbondano nella Formazione gessoso-solfifera venivano un tempo sfruttate, ma attualmente le cave sono in gran parte abbandonate.

Molto diffuse sono le cave di *argille per laterizi*, con annesse fornaci. Esse sono ubicate soprattutto in corrispondenza agli affioramenti delle Argille di Lugagnano, che per la loro natura litologica e per la loro omogeneità meglio si prestano allo sfruttamento; non mancano cave che estraggono per analoghi scopi le Marne di S. Agata Fossili o i livelli argillosi alla sommità delle Sabbie di Asti (« Villafranchiano » Auctorum p.p); localmente vengono utilizzate anche plaghe argillose entro i depositi alluvionali.

Cave di *sabbia e ghiaia* sono disposte lungo tutta l'area di affioramento delle Sabbie di Asti e dei soprastanti depositi alluvionali del Fluviale antico; esse sono particolarmente frequenti nella parte settentrionale dei fogli in esame; alcune grandi cave sono state aperte del tutto recentemente per fornire materiale per la massicciata della nuova autostrada Torino-Piacenza che attraversa l'area dei fogli da W a E. Certi livelli delle Sabbie di Asti venivano sfruttati in passato anche come sabbie per fonderia. Sabbia e ghiaia vengono inoltre estratte lungo gli alvei dei fiumi principali, ove esistono cave in attività saltuaria; dato il loro carattere di temporaneità esse non sono state indicate sui fogli geologici.

Le masse di *calcari cariati* e di *calcari fossiliferi* entro la formazione gessoso-solfifera sono pure oggetto di estrazione.

2) Ricerche di Idrocarburi

Il primo sondaggio eseguito nell'area dei fogli in esame fu ubicato dalla Soc. « Petroli d'Italia » in corrispondenza alla cerniera dell'anticlinale della collina Valenza-Alessandria in prossimità di C. Molina. La perforazione, condotta in varie riprese dal 1932 al 1935 fino alla profondità di 766 m, non diede risultati positivi e fu interrotta a seguito di forti venute d'acqua debolmente salata (F. Sacco, 1935-b).

Recenti sondaggi esplorativi sono stati effettuati dall'AGIP Mineraria nell'area del foglio Alessandria (Novi Ligure 1 m. 1716 e Quargnento 1 m. 1354) e nell'area del foglio Asti (Asti 1 m. 1250 e Asti 2 m. 2303); la serie stratigrafica attraversata dai singoli pozzi è riportata sinteticamente nelle sezioni geologiche in calce ai fogli; dal punto di vista minerario i risultati sono stati negativi.

3) Idrogeologia

Acque sotterranee

Nell'area del foglio Asti e del foglio Alessandria le risorse idriche sotterranee sono sfruttate da una fitta rete di pozzi; per la loro ubicazione sulla carta ci si è valsi, oltre che dei dati pubblicati da F. Sacco (1911-1933), delle informazioni fornite dalle Ditte di perforazione che operano nella zona; i dati riportati sulla carta sono necessariamente incompleti, specie per il gran numero di sondaggi eseguiti in questi ultimi anni in seguito allo sviluppo industriale della zona. Studi sulla potenzialità idrogeologica della pianura di Alessandria sono stati condotti recentemente da R. Pozzi e V. Francani (1968).

Falde freatiche

Le falde acquifere libere sono impostate principalmente nelle alluvioni attuali e postglaciali del Tanaro e dello Scrivia e dei loro principali affluenti e soprattutto nei depositi alluvionali del Fluviale recente. Tali alluvioni sono caratterizzate da sedimenti grossolani molto permeabili con prevalenza di ghiaie e sabbie nella parte alta dei corsi dei fiumi, mentre in corrispondenza

alla pianura di Alessandria si osserva una diminuzione di permeabilità dovuta al prevalere delle sabbie fini e argillose.

La falda dello Scrivia si estende principalmente a W del corso del torrente; è interessata da lenti di argilla diffuse specialmente verso valle; poggia su di un substrato costituito da depositi fluviali pleistocenici, probabilmente dèl Fluviale medio.

La falda del Tanaro e dei suoi affluenti e subaffluenti principali Belbo, Bormida e Orba poggia su alluvioni pleistoceniche o direttamente su terreni terziari. In corrispondenza all'innalzamento del substrato che si verifica nel tratto prospiciente alla collina di Montecastello presso Alessandria, la falda acquifera viene probabilmente a contatto con terreni gessosi del Messiniano e si osserva la venuta in superficie di acqua solfurea (sorgente di Lobbi).

Falde artesiane

Le falde profonde sono prevalentemente impostate in orizzonti clastici grossolani compresi fra livelli argillosi dei depositi pleistocenici. Tali orizzonti, rappresentati per lo più da sabbie con livelli ghiaiosi, tendono a diminuire in permeabilità procedendo verso il Po, con il progressivo aumentare della componente argillosa nel sedimento; tale fenomeno è facilmente spiegabile se si considera la minor capacità di trasporto dei materiali più grossolani degli antichi corsi d'acqua nella zona più prossima alla loro confluenza nel Po.

In particolare, nel lavoro di R. Pozzi e V. Francani (1968) è messa in evidenza una buona permeabilità fino a Spinetta Marengo per le falde del gruppo Tanaro-Bormida-Orba e fino a Rivalta per le falde dello Scrivia; basse permeabilità si riscontrerebbero nella zona di Torre Garofoli mentre più a nord si avrebbe ancora un'area di buona permeabilità; nella pianura di Alessandria le falde acquifere, di potenza variabile secondo le ondulazioni del substrato, avrebbero giacitura abbastanza regolare ed inclinazione a nord.

Sorgenti

La successione stratigrafica delle formazioni, caratterizzata dall'alternarsi di terreni a permeabilità diversa, favorisce il formarsi di frequenti

sorgenti di strato nelle zone collinari; esse hanno però normalmente portata piuttosto limitata e variabile e pertanto scarso interesse per l'approvvigionamento idrico per la popolazione. Lungo il corso dei fiumi principali si notano inoltre piccole sorgenti di terrazzo.

Sorgenti minerali e termominerali

Nella città di Acqui esiste una sorgente di acqua termominerale (« la Bollente ») nota fin dall'antichità; l'acqua sgorga alla temperatura di 75° con un volume di 1535 litri al minuto.

L'analisi chimica eseguita dal prof. Biginelli ha dato i seguenti risultati:

peso specifico a 15°		1,00182	
residuo a 180°	g	2,3114	ogni 1000 gr. d'acqua
acido solfidrico	g/l	0,00456	
iodio	»	0,0004	
bromo	»	0,0025	
cloro	»	1,1335	ecc.

L'acqua è classificabile come solfurea salso-bromo-iodica.

Altre sorgenti termali che alimentano gli stabilimenti balneari sono:
« Le Calde » con volume complessivo di l 445 al minuto, alla temperatura da 45° a 55°;
« Le Tiepide » con l 10 al minuto alla temperatura di 29-31°;
« La Fresca » con l 2 al minuto alla temperatura di 19°.

Numerose altre sorgenti minerali scaturiscono nell'area dei fogli Asti e Alessandria. Per gran parte esse sono solfuree e devono la loro mineralizzazione al contatto con terreni del Miocene superiore caratterizzati dalla presenza di gessi. Le sorgenti minerali sono prevalentemente ubicate sugli affioramenti della Formazione gessoso-solfifera; localmente le acque minerali sorgono dai terreni di copertura di questa formazione dopo essere verosimilmente venute a contatto di terreni gessosi nel sottosuolo.

Alcune di tali acque sono state analizzate e classificate (G. S. VINAJ e L. PINALI R., 1916, M. MESSINI, 1958).

Nella zona orientale e meridionale del foglio Alessandria si trovano sorgenti minerali presso Villalvernia (solfurea), Sardigliano (solfurea) e nei dintorni di Castelletto d'Orba e cioè le fonti Feia e Molino Albedosa (solfufee salso-solfato-alcaline) e Lavagello (salso-solfato-alcalino-terrosa).

Nella zona settentrionale del foglio Alessandria le sorgenti minerali sono presso S. Salvatore Monferrato [fonti di Salcido (solfuree-salso-solfato-alcaline) e Valle Baldone (salso-iodico-magnesiaca)], a Valmadonna (solfurea salso-solfato-alcalina) e a Lobbi (solfurea).

Nella zona centrale del foglio Asti sono rinomate le fonti di Agliano comprendenti la Fons Salutis, in cui affiora un'acqua salso-solfato-alcalino-terrosa con un residuo di g 11,43 al l e la fonte di S. Rocco, solfurea salso-solfato-alcalina con un residuo di g 9,06 al l; inoltre sono sfruttate presso Costigliole d'Asti le sorgenti Le Fortunate (solfuree salso-solfato-alcaline) e Margherita (salso-solfato-alcalino-terrosa).

Nella zona settentrionale del foglio Asti si trovano sorgenti solfuree lungo il torrente Triversa sotto Montafia (tre sorgenti), sul T. Versa presso Castellalfero e sotto Montemagno.

Data di presentazione del manoscritto: 2 *luglio* 1969.

Ultime bozze restituite il: 21 *febbraio* 1970.

VIII — BIBLIOGRAFIA *

ABBATE E., SAGRI M. (1967), *Suddivisioni litostratigrafiche nei calcari ad Elmintoidi Auctt. della placca dell'Ebro-Antola e correlazioni con terreni simili affioranti tra Voghera e Castelnovo ne' Monti (Appennino Settentrionale)*. « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 6, f. 1, p. 23, Pisa.

ACC. NAZ. LINCEI – ENTE NAZ. IDROCARBURI (1959), *I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*. « Atti Conv. di Milano del 30-IX/5-X-1957 », Roma.

ANFOSSI G., MOSNA S. (1969), *Otoliti del bacino terziario ligure-piemontese (Tortoniano e Miocene superiore)*. « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 20, p. 23, Pavia.

ASCOLI P. (1956), *Microfaune della serie eocenica di Rio Repregoso e della serie oligocenica superiore di Mombisaggio-Mongariolo (Tortona-Alessandria)*. « Riv. Ital. Pal. Strat. », vol. 62, n. 3, p. 153, Milano.

ASCOLI P. (1957), *Microfauna del Tortoniano di Mombisaggio e della serie pliocenica di Volpeglino*. « Riv. Ital. Pal. Strat. », vol. 63, n. 1, p. 3, Milano.

ASCOLI P. (1959), *Studio micropaleontologico preliminare sulla posizione stratigrafica della cosiddetta « Pietra da Cantoni » nel Tortonese*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 77, f. 1, p. 11, Roma.

AZZAROLI A., *Villafranchian correlations based on large mammals*. « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. fourth Session, Giorn. Geol. », sez. 2, f. 4, Bologna (in corso di stampa).

BEATRIZOTTI G., BONI A., VANOSSI M. (1964), *Sulla posizione stratigrafica delle septarie nell'estremo nord-occidentale dell'Appennino e nelle Colline di Casale*. « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 15, p. 24, Pavia.

BELLARDI L., SACCO F. (1872-1904), *I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria*. 30 voll., Torino.

BERZI A., *Lagomorphs from the type Villafranchian of Villafranca d'Asti (Italy)*. (In corso di stampa).

BERZI A. ed Altri, *The Arondelli local fauna, an assemblage of small vertebrates from the Villafranchian Stage near Villafranca d'Asti, Italy*. (In corso di stampa).

* Sono state riportate solo le opere posteriori al 1935; dei lavori precedenti a tale data figurano solo quelli citati nel testo; per una rassegna delle opere anteriori si rimanda alle Note illustrative di F. SACCO (1935-a).

BONGO F. (1914), *I fossili Tortoniani del Rio di Bocca d'Asino presso Stazzano (Serravalle Scrivia).* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 33, p. 395, Roma.

BONI A. (1961), *Per la Geologia dell'Appennino settentrionale a W della linea La Spezia-Piacenza.* « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 12, p. 61, Pavia.

BONI A. (1962-a), *Il Paleogene nel Bacino terziario del Piemonte.* « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 3, p. 263, Pavia.

BONI A. (1962-b), *Il Paleogene nell'Appennino settentrionale a W della linea Sarzana-Piacenza.* « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 3, p. 331, Pavia.

BONI A. (1962-c), *Lignes et problèmes tectoniques du secteur nord-ouest de l'Apennin septentrional.* « Bull. Soc. Géol. France », ser. 7, vol. 4, p. 644, Paris.

BONI A. (1967), *Notizie sul Serravalliano-tipo.* « Comit. Neog. Medit., IV Congr. », Guida alle escursioni, p. 47, Bologna.

BONI A., CAPETTA G. (1950), *Osservazioni litologiche e stratigrafiche sulla formazione miocenica di Mombisaggio (Tortona).* « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 4, p. 69, Pavia.

BONI A., SACCHI VIALLI G., (1962), *Studi biostratigrafici sui pettinidi di località neogeniche e quaternarie dell'Italia nord-occidentale.* « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 13, p. 63, Pavia.

BONI A., BRAGA G., VANOSSI M. (1961), *Guida alle escursioni* – « 61ª Adunanza estiva della Soc. Geol. Ital. », Pavia.

CARETTO P. G. (1963), *Nuovi dati sull'estensione della formazione a facies piacenziana a ovest della città di Asti.* « Atti Soc. Ital. Sc. Nat. », vol. 102, f. 1, p. 1, Milano.

CARETTO P. G. (1966), *Nuova classificazione di alcuni briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali idrozoi del genere Hydractinia Van Beneden.* « Mem. Soc. Ital. Sc. Nat. », vol. 15, f. 1, Milano.

CITA M. B. (1964), *Considerations sur le Langhien des Langhe et sur la stratigraphie miocène du Bassin Tertiaire du Piémont.* « Inst. Lucas Mallada », Curs. Conf., vol. 9, p. 203, Madrid.

CITA M. B. (1967-a), *Notizie sul Tortoniano-tipo.* « Comit. Neog. Medit., IV Congr. », Guida alle escursioni, p. 39, Bologna.

CITA M. B. (1967-b), *Notizie sul Langhiano-tipo.* « Comit. Neog. Medit., IV Congr. », Guida alle escursioni, p. 63, Bologna.

CITA M. B., ELTER G. (1961), *La posizione stratigrafica delle Marne a Pteropodi delle Langhe e della Collina di Torino e il significato cronologico del Langhiano.* « Atti Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. », ser. 3, vol. 29, f. 5, p. 360, Roma.

CITA M. B., PREMOLI SILVA I. (1960), *Planktonic foraminifera of the Type-Langhian.* Intern. Geol. Congr., Rep. XXI Sess., Pt. 22 (Proc. Int. Pal. Un.), p. 39, Copenhagen 1960.

CITA M. B., PREMOLI SILVA I. (1967), *Evoluzione delle faune planctoniche nell'intervallo stratigrafico compreso fra il Langhiano-tipo ed il Tortoniano-tipo e zonazione del Miocene piemontese.* « Pubbl. Ist. Paleont. Univ. Milano », n. 164, p. 1, Milano.

CITA M. B., PREMOLI SILVA I. (1968), *Evolution of the planktonic foraminiferal assemblages in the stratigraphical interval between the type-langhian and the type-tortonian and biozonation of the Miocene of Piedmont.* « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. fourth Session part III, Giorn. Geol. », ser. 2, f. 3, p. 1, Bologna.

CITA M. B., PREMOLI SILVA I., ROSSI R. (1965), *Foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo.* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 71, n. 1, p. 217, Milano.

DIECI G., RUSSO A. (1964), *Ostracodi tortoniani dell'Appennino settentrionale (Tortona, Montegibbio, Castelvetro).* « Boll. Soc. Paleont. Ital. », vol. 3, n. 1, p. 38, Modena.

DROOGER C. W. (1964-1966), *Zonation of the Miocene by means of planktonic Foraminifera. A review and some comments.* « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. third Sess. Berne », p. 40, Leiden.

DROOGER C. W., PAPP A., SOCIN C. (1957), *Über die Grenze zwischen den Stufen Helvet und Torton.* « Osterr. Akad. Wiss., Anz., Math. - Naturw. Kl. », vol. 94, Wien.

ELTER G. (1956), *Osservazioni sulla tettonica del Monferrato Orientale.* « Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova », vol. 20, p. 3, Padova.

ELTER G. (1960), *Osservazioni preliminari sull'età dei terreni preoligocenici del Monferrato.* « Rend. Acc. Naz. Lincei », ser. 8, vol. 29, f. 6, p. 573, Roma.

FRANCAVILLA F., TOMADIN L., *Contributo alle conoscenze paleobotaniche e sedimentologiche del Villafranchiano-tipo.* (In corso di stampa).

GABERT P. (1962), *Les plaines occidentales du Po et leurs piédmonts (Piémont, Lombardie occidentale et centrale); étude morphologique.* Impr. Louis Jean, Gap.

GABERT P. (1965), *Quelques problèmes morphologiques des plaines occidentales du Po et leurs piédmonts.* « Revue Géogr. Phys. Géol. Dynam. », vol. 7, f. 3, p. 209, Paris.

GELATI R. (1967), *Osservazioni stratigrafiche sull'Oligo-Miocene delle Langhe (Piemonte-Italia).* « Pubbl. Ist. Geol. Univ. Milano », s. G., n. 236, p. 1, Milano.

GELATI R. (1968-a), *Biostratigrafia del limite Oligocene-Miocene nelle Langhe (Piemonte-Italia).* « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. fourth Session, Part. III, Giorn. Geol. », ser. 2, f. 3, p. 127, Bologna.

GELATI R. (1968-b), *Stratigrafia dell'Oligo-Miocene delle Langhe tra le valli dei fiumi Tanaro e Bormida di Spigno.* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 74, n. 3, p. 865, Milano.

GIANOTTI A. (1953), *Microfaune della serie tortoniana del Rio Mazzapiedi-Castellania.* « Riv. Ital. Paleont. Strat., Mem. », vol. 6, p. 167, Milano.

GIANOTTI A., GINO G. F. (1958), *Il Tortoniano classico di Tortona.* In: Colloquio Internazionale di Micropaleontologia in Italia, Guida alle escursioni, p. 13, Milano.

GINO G. F. (1953), *Osservazioni geologiche sui dintorni di S. Agata Fossili.* « Riv. Ital. Paleont. Strat., Mem. », vol. 6, p. 7, Milano.

GIRELLI M. (1960), *Microfaune langhiane nella « Pietra da cantoni » di Pometo (Monferrato orientale).* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 79, f. 1, p. 89, Roma.

GNACCOLINI M. (1960), *Contributo alla conoscenza della paleogeografia delle « Langhe » (tra Acqui e Bubbio).* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 66, n. 4, p. 589, Milano.

GNACCOLINI M. (1967-a), *Caratteristiche sedimentologiche principali dello strato-tipo del Langhiano e delle formazioni adiacenti.* « Pubbl. Ist. Geol. Univ. Milano », s. G, n. 237, p. 1, Milano.

GNACCOLINI M. (1967-b), *Langhe turbidites in Piemonte.* In: Sedimentological characteristics of some italian turbidites. « Geol. Romana », vol. 6, p. 365, Roma.

GNACCOLINI M. (1968-a), *Il bacino delle Langhe (Piemonte) durante il Miocene.* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 74, n. 1, p. 133, Milano.

GNACCOLINI M. (1968-b), *« Microtorbiditi » nel Miocene delle Langhe (Piemonte).* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 74, n. 2, p. 449, Milano.

GRASSO F. (1969), *L'autostrada Torino-Piacenza alla confluenza tra i fiumi Tanaro e Bormida.* « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 8, p. 121, Pisa.

IBBEKEN H. (1962), *Stratigraphie und Tektonik des nördlichen Abschnitts der Zone Sestri-Voltaggio und des angrenzenden Gebietes bis zum oberen Scriviatal (Prov. Alessandria und Genua).* Diss. Freie Univ. Berlin.

LORENZ C. (1962), *Le Stampien et l'Aquitanien ligures.* « Bull. Soc. Géol. France », ser. 7, vol. 4, p. 657, Paris.

LORENZ C. (1967), *Sur l'attribution au Burdigalien de la plupart des rangées dans l'« Aquitaniano » du Sud du bassin piémontais.* « C.R.S.S. Soc. Géol. France », n. 2, p. 62, Paris.

LORENZ C. (1968), *Le problème de la limite entre l'Oligocène et le Miocène dans le Sud du Bassin Piemontais.* « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. fourth Session, Giorn. Geol », ser. 2, vol. 35, f. 2, p. 189, Bologna.

MARKS P., WEBB P. N. (1966), *Discussion to the « Symposium on micropaleontological lineages and zones »,* « Comm. Medit. Neog. Strat., Proc. third Session Berne », p. 140, Leiden.

MARKS P. e Altri, *Mediterranean Neogene Stages. Studies on the stratotypes.* (In corso di stampa).

MARTINIS B. (1949), *Introduzione allo studio del Villafranchiano della Valle Padana.* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 55, p. 45, Milano.

MARTINIS B. (1954), *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Pliocene piemontese.* « Riv. Ital. Paleont. Strat. », vol. 60, p. 45, Milano.

MAYER C. (1857-1858), *Versuch einer syncronistischen Tabelle der Tertiär-Gebilde Europa's.* « Verh. Schw. Naturf. Gesell. », Trogen.

MESSINI M. (1958), *Stazioni idrologiche italiane.* In « Terapia clinica con note di diagnostica », vol. I, cap. VI, par. 10, p. 483, Roma.

MERLA G. (1952), *Geologia dell'Appennino settentrionale.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 70, f. 1, p. 96, Roma.

MERLA G. (1957), *Guide-book on the excursions to the northern Apennins.* « Agip Mineraria » Milano.

MERLA G., SCARSELLA G., SELLI R., TREVISAN L., MAXWELL J. (1964), *Guide book Italy* 1964. « Am. Geol. Inst. », Washington.

MONTRASIO A., PREMOLI SILVA I., RAGNI U. (1968), *Osservazioni geologico-stratigrafiche sulla regione compresa tra Casale Monferrato, Vignale, Alfiano Natta e Gabiano.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 87, f. 4, p. 581, Roma.

MOSNA S. (1964), *Frequenti rinvenimenti di Robulus brevispinosus* (NUTTALL) *in terreni del Miocene inferiore (Aquitaniano e Langhiano) del bacino terziario piemontese.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 83, p. 63, Roma.

MOSNA S. (1965), *Contributi micropaleontologico-stratigrafici allo studio dell'Oligocene del bacino terziario ligure-piemontese.* « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 16, p. 81, Pavia.

MOSNA S. (1966), *Segnalazione di una zona a Globorotalia opima opima* BOLLI *in marne oligoceniche di Valle Scrivia (Bacino terziario piemontese).* « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. 17, p. 121, Pavia.

MOSNA S., MICHELETTI A. (1968), *Microfauna del « Serravalliano ».* « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. fourth Session, Giorn. Geol. », ser. 2, vol. 35, f. 3, p. 183, Bologna.

PARETO M. L. (1865), *Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional.* « Bull. Soc. Géol. France », ser. 2, vol. 22, p. 210, Paris.

PEOLA P. (1942), *Influenza dell'espansione glaciale sull'evoluzione del fiume Tanaro.* « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 61, p. 366, Roma.

PETRUCCI F., TAGLIAVINI S. (1968), *Considerazioni geomorfologiche sul settore occidentale del bacino fluvio-lacustre villafranchiano di Villafranca d'Asti (Quaternario Continentale Padano — Nota 2).* « L'Ateneo parmense » — « Acta Naturalia », vol. 4, f. 2, p. 1, Parma.

PIZZOCHERO M. L. (1962), *Osservazioni stratigrafiche e micropaleontologiche sul passaggio Oligocene-Miocene in Val Grue e in Valle Scrivia.* « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 3, p. 277, Pavia.

POZZI R. (1957), *Sulla presenza del Pliocene nel sottosuolo di Torre Garofoli (Alessandria).* « Riv. Ital. Pal. Strat. », vol. 63, n. 4, p. 211, Milano.

POZZI R., FRANCANI V. (1968), *Lineamenti idrogeologici della Pianura di Alessandria.* « Geologia Tecnica », a. 15, n. 4, p. 131, Milano.

PREMOLI SILVA I. (1960), *Le Buliminidae del Langhiano delle Langhe.* « Riv. Ital. Pal. Strat. », vol. 66, n. 4, p. 551, Milano.

REUTTER K. J. (1961), *Zur Stratigraphie des Flysches im Ligurischen Apennin.* « N. JB. Geol. und Pal., Mh. II. », p. 563, Berlin.

ROBBA E. (1967), *Molluschi del Tortoniano-tipo e loro condizioni ambientali.* « Pubbl. Ist. Pal. Univ. Milano », s. P., n. 163, p. 1, Milano.

ROBBA E. (1968), *Molluschi del Tortoniano - tipo.* « Riv. Ital. Pal. », v. 74, n. 2, p. 457. Milano.

ROVERETO G. (1939), *Liguria Geologica*. « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 2, Roma.

RUSCELLI M. (1953), *Microfauna della serie elveziana del Rio Mazzapiedi-Castellania*. « Riv. Ital. Pal. Strat., Mem. », vol. 6, p. 96, Milano.

SACCO F. (1887), *Il piano Messiniano nel Piemonte. (Parte II Guarene-Tortona)*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. 5, p. 74, Roma.

SACCO F. (1911-1933), *Geoidrologia dei pozzi profondi della valle padana*. « Annali R. Acc. Agr. », Torino, 1911-1912.
Appendice e Bibliografia. « Min. Lav. Pubbl., Serv. Idrografico, Uff. Idrografico del Po », Torino, 1924;
Parte III, « Min. Lav. Pubbl., Serv. Idrografico, Uff. Idrografico del Po », Pubbl. n. 9, vol. 3, Roma, 1933.

SACCO F. (1922), *Carta Geologica d'Italia, F° 69-Asti, scala* 1:100.000, Roma.

SACCO F. (1923), *Carta Geologica d'Italia, F° 70-Alessandria, scala* 1:100.000. Roma.

SACCO F. (1935 a), *Note illustrative della Carta Geologica Italiana alla scala* 1:100.000, *Fogli Torino, Vercelli, Mortara, Carmagnola, Asti, Alessandria, Cuneo, Ceva, Genova Nord e Voghera Ovest, costituenti il Bacino Terziario del Piemonte*. « R. Uff. Geol. », Roma.

SACCO F. (1935-b), *La trivellazione profonda di Valle S. Bartolomeo*. « Atti R. Acc. Sc. Torino », vol. 70, p. 552, Torino.

SAMPÒ M., ZAPPI L., CARETTO P. G. (1968), *Les Foraminifères de « l'Astien »*. « Comm. Medit. Neogene Stratigraphy, Proc. fourth Session, Giorn. Geol. », ser. 2, vol. 35, f. 3, p. 277, Bologna.

SELLI R. (1967), *Notizie sui piani pliocenici istituiti nell'Italia settentrionale*. « Comit. Neogene Medit. », IV Congr., Guida alle escursioni, p. 6, Bologna.

SOCIN C. (1954-a), *Il mastodonte di Mombercelli d'Asti*. « Pubbl. Ist. Geol. Torino », 1954, f. 3, p. 51, Torino.

SOCIN C. (1954-b), *Il cetaceo fossile di Valmontasca (Vigliano d'Asti) e breve elenco dei Vertebrati fossili recentemente trovati nell'Astigiano*. « Pubbl. Ist. Geol. Torino », 1954, f. 3, p. 83, Torino.

SOCIN C. (1954-c), *Microfaune terziarie del Monferrato*. « Pubbl. Ist. Geol. Torino », 1954, f. 3, p. 25, Torino.

VERVLOET C. C. (1966), *Stratigraphical and micropaleontological data on the tertiary of southern Piemont (Northern Italy)*. Schotanus e Jens Utrecht NV, Utrecht.

VILLA F. (1962), *Micropaleontologia e stratigrafia degli affioramenti oligomiocenici della Val del Lemme (Appennino tortonese)*. « Mem. Soc. Geol. Ital. », vol. 3, p. 275, Pavia.

VINAJ G. S., PINALI R. (1916), *Le acque minerali e gli stabilimenti termali idropinici e idroterapici d'Italia*. Tip. U. Grioni, Milano.