

UFFICIO IDROGRAFICO DEL MAGISTRATO ALLE ACQUE
SEZIONE GEOLOGICA

NOTE ILLUSTRATIVE
DELLA
CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE

FOGLIO "TRIESTE,"

DI
C. D'AMBROSI



PADOVA
Società Cooperativa Tipografica
1955

I.
CENNI D'INTRODUZIONE

GENERALITÀ.

L'area del foglio « Trieste » 1:100.000 della carta d'Italia comprende tutta l'Istria settentrionale, nonchè la città di Trieste e parte del Carso triestino. Essa è limitata a O e a NO dal tratto di costa adriatica che si svolge con andamento assai vario e sinuoso da Trieste (sobborgo di Roiano), fin oltre il seno di Val Luchina a S di Daila. Il limite orientale è segnato dal meridiano 1° 30' a E di Roma (Monte Mario), mentre i limiti meridionale e settentrionale corrispondono ai paralleli 45° 20' e 45° 40'. Detta area include il vasto bacino marno-arenaceo dell'Istria settentrionale (sinclinale Trieste-Capodistria-Pinguente) quasi al completo; il modesto ma interessante bacino marno-arenaceo di Occisla, a SE di Trieste; la parte settentrionale del bacino marno-arenaceo dell'Istria media (sinclinale Buie-Pisino-Albona); un notevole tratto dell'altipiano calcareo di Trieste e dell'Istria montana o Ciceria (Carso di Trieste e dell'Alta Istria), costituito nel suo insieme da una vasta anticlinale parzialmente spianata, per-

corsa e complicata da varie, notevoli pieghe secondarie dirette da SE a NO, talora assai strette e pronunciate, spesso includenti considerevoli lembi marno-arenacei; l'altipiano calcareo di Buie (Carso di Buie) che è anch'esso un'anticlinale lunga e stretta, in parte abrasa, la quale separa i due predetti bacini marno-arenacei dell'Istria settentrionale e dell'Istria media, e finalmente l'estremo nord-occidentale del tavoliere calcareo dell'Istria occidentale e meridionale che è un vasto ellissoide, esso pure abraso e incarsito, con nucleo situato tra Parenzo e Rovigno (vedi foglio geologico « Pisino »).

Tra i vari corsi d'acqua esistenti nella zona, notiamo il Quietò con la sua vallata scolpita profondamente in parte nei calcari e in parte nella formazione marno-arenacea dell'Istria media. Tra i numerosi suoi affluenti, degni di rilievo sono il Botonega alla sinistra e la Brazzana alla destra. Nella sinclinale dell'Istria settentrionale citiamo il Dragogna con il suo cospicuo bacino imbrifero, e più a N il Cornalunga, il Risano, il Torrente di Ospò e finalmente la Rosandra, la quale trae origine dalla sinclinale di Occisla e dalla risorgiva di Bagnoli.

Dalle colline marno-arenacee che fiancheggiano a N e a S gran parte del Carso di Buie, scendono numerosi torrentelli. Questi, raggiunta la zona calcarea incarsita, s'inabissano in profondi inghiottitoi allineati lungo due tipiche valli morte.

Oltre ai terreni marno-arenacei e a quelli calcarei, discreta diffusione hanno i terreni alluvionali

che sono in generale di tipo argilloso e costituiscono i fondi valle degli attuali corsi d'acqua epigei già citati e dei loro affluenti principali.

Molto diffusa è la « terra rossa » che copre per tratti più o meno estesi le superfici calcaree. Per ragioni pedoclimatiche particolari dovute principalmente alla più bassa temperatura media annua e alla maggiore piovosità, la « terra rossa » del Carso Triestino e dell'Istria montana passa spesso a tinte giallastre, bruno-rossastre e brune attraverso gamme variabilissime da luogo a luogo.

STUDI GEOLOGICI PIU' IMPORTANTI.

Le prime notizie geologiche veramente importanti che riguardano direttamente od indirettamente l'area del foglio « Trieste » le dobbiamo senz'altro allo Stache⁽¹⁾ il quale ci ha dato la prima divisione stratigrafica dell'Eocene istriano. Questa, sia pure con qualche modifica apportata successivamente dallo stesso autore⁽²⁻³⁾ è ancora largamente usata, specie nella pratica delle miniere e cave della Venezia Giulia. A tale proposito lo scrivente che adot-

(1) STACHE G. - Die Eocaengebiete in Innerkrain u. Istrien. Ib. Geol. R. A., 1859, 1864, 1867, Wien.

(2) STACHE G. - Die Liburnische Stufe un deren Grenz-Horizonte. Abh. Geol. R. A., Boll. XII, Wien, 1898.

(3) STACHE G. - Geol. Verhältnisse u. Karte der Umgebung von Triest. Verh. Geol. R. A., 1905, Wien.

terà una suddivisione un po' diversa e più conforme alle attuali conoscenze scientifiche, non mancherà di porre via via in evidenza le eventuali differenze, con opportuni riferimenti nel corso di queste note. Pure allo *Stache* si devono i primi rilevamenti geologici dell'Istria 1:75000, dei quali riguardano più o meno la nostra zona il foglio *Trieste-Capodistria*, il foglio *Cittanova-Montona*, il foglio *Pinguente-Abbazia*, il foglio *Sesana-San Pietro del Carso*. Di questi soltanto il primo è stato pubblicato ⁽¹⁾, mentre gli altri, alquanto schematici, manoscritti, inediti, sono conservati presso l'Ufficio Geologico di Vienna.

Degna di rilievo è pure la *Carta Geologica* che *F. Hauer* pubblicò nel 1868 in scala: 1:576.000 modificando un po' la prima suddivisione dello *Stache*.

Nel 1878 vedeva la luce l'interessantissimo studio del *TARAMELLI*: *Descrizione geognostica del Margraviato d'Istria* ⁽²⁾. A questo seguiva il lavoro dello *SCHUBERT*: *Zur Stratigraphie des istrisch-nord-dalmatischen Mittel-Eocäns* ⁽³⁾.

Di somma importanza per la conoscenza della geomorfologia istriana sono senz'altro i lavori del *KREBS*: *Verbogene Verebnungsflächen in Istrien* ⁽⁴⁾ e *Die Halbinsel Istrien* ⁽⁵⁾. Tra i lavori com-

⁽¹⁾ Geolog. Staatsanstalt. Wien, III, 1920.

⁽²⁾ Milano (Vallardi), 1878.

⁽³⁾ Ib. Geol. R. A., Wien, 1905.

⁽⁴⁾ Geograph. Jahresberich aus Oesterreich, IV, Wien, 1906.

⁽⁵⁾ Geograph. Abhandl., Bol. IX, Heft 2, Leipzig, 1907.

parsi dopo la prima guerra mondiale segnaliamo quello di *S. VARDABASSO*: *Uno sguardo alla stratigrafia del Terziario dell'Istria a proposito di un nuovo livello fossilifero* ⁽¹⁾, lavoro in cui la stratigrafia del Terziario istriano risulta finalmente bene aggiornata. A questo seguì lo *Schema geologico dell'Istria* con annesso schema di carta geologica 1:200.000 di *F. SACCO* ⁽²⁾, e dello stesso autore è pure il cospicuo lavoro *L'Istria, cenni geologici generali* ⁽³⁾ comparso nel 1924 come il precedente. Un contributo alla conoscenza dell'Eocene istriano lo ravvisiamo nella nota di *C. D'AMBROSI* su *Gli echinidi eocenici dell'Istria e la loro posizione stratigrafica* ⁽⁴⁾. Nel 1926 il *Parona* pubblicava un pregiato lavoro che faceva molta luce sull'oscuro e trascurato problema della stratigrafia del Cretaceo istriano: *Ricerche sulle rudiste e su altri fossili del Cretaceo superiore del Carso Goriziano e dell'Istria* ⁽⁵⁾. Ad ulteriore chiarimento di tale problema e della geologia istriana in generale, seguì nel 1931

⁽¹⁾ Atti Acc. Veneto - Trentino - Istriana, vol. XIV, Padova, 1923.

⁽²⁾ L'Universo. Anno V, n. 3, (marzo 1924).

⁽³⁾ Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. XIX, Mondovi, 1924.

⁽⁴⁾ Atti Museo Civico di Storia Naturale. Vol. IX, Trieste, 1926.

⁽⁵⁾ Memorie dell'Istituto Geologico della R. Università di Padova. Vol. VII, 1926.

il foglio geologico *Pisino* dello scrivente, con Note Illustrative (1).

Tosto videro la luce i fogli geologici *Albona* e *Pola* di T. LIPPARINI (2-3).

Importantissimo per la conoscenza pedologica della nostra zona e della Regione Giulia in generale è lo studio di A. COMEL su *La pedogenesi nella Venezia Giulia* (4). Seguirono quindi vari lavori dello scrivente tra i quali riteniamo utile ricordare le *Ricerche sullo sviluppo tettonico e morfologico dell'Istria ecc.* (5), nonché le *Nuove ricerche su l'origine delle « Terre rosse » istriane* (6) comparsi ambidue nel 1939.

Un notevole contributo alla conoscenza geomorfologica e paleoidrografica del Carso triestino è stato recato da A. MARUSSI con il pregiato lavoro

(1) *Carta Geologica delle Tre Venezie: Foglio « Pisino »* 1: 100.000 e *Note Illustrative*. Uff. Idrogr. R. Magistrato alle Acque-Sez. Geologica, Padova, 1931.

(2) *Carta Geologica delle Tre Venezie: Foglio « Albona »* 1: 100.000 Uff. Idrogr. R. Magistrato Acque-Sez. Geologica, Padova, 1935.

(3) *Carta Geologica delle Tre Venezie: Foglio « Pola »* 1: 100.000 Uff. Idrogr. R. Magistrato Acque-Sez. Geologica, Padova, 1935.

(4) Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, vol. XXXIV, 1935.

(5) Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, vol. XXXVII, 1939.

(6) «L'Istria Agricola» Boll. Istituto Agrario Provinciale

su: *Il Paleotimavo e l'antica idrografia subaerea del Carso triestino* (1), al quale seguì l'originale *Ipotesi sullo sviluppo del Carsismo* dello stesso autore (2).

Nel 1943 comparve il Foglio *Cherso* di C. SOCIN (3).

Durante il rilevamento del foglio *Trieste* lo scrivente ha pubblicato varie note tra le quali segnaliamo: *Cenni geologici sull'Istria nord occidentale con particolare riguardo alla scoperta di nuovi affioramenti eocenici* (4), *Uno sguardo al carsismo senoniano in Istria* (5), *Intorno alla genesi del sal-dame, della bauxite e di alcuni minerali di ferro nel Cretaceo dell'Istria* (6).

Tra i lavori di S. POLLI che interessano al nostro caso citiamo: *Gli attuali movimenti verticali*

(1) Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, vol. XXXVIII, 1941.

(2) Giornale di geologia - Annali del R. Museo Geologico di Bologna, Serie 2ª, vol. XV, 1941.

(3) *Carta Geologica delle Tre Venezie: Foglio « Cherso »* Uff. Idrogr. R. Magistrato Acque - Sezione Geologica, Padova, 1941.

(4) Boll. Soc. Geologica Italiana. Vol. LX, 1941, fasc. 2-3, Roma, 1942.

(5) Atti Reale Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti, 1941-42, Tomo CI, parte II, Classe di Scienze mat. e nat., Venezia, 1942.

(6) Boll. Soc. Geol. Italiana. Vol. LXI, 1942, fasc. 3, Roma, 1943.

delle coste italiane ⁽¹⁾. Un valido contributo alla conoscenza delle arenarie eoceniche dei dintorni di Trieste, va senz'altro attribuito a R. MALARODA che nel 1947 ha pubblicato due interessanti studi su tale argomento, fino allora molto trascurato ⁽²⁻³⁾.

Nel 1948 lo scrivente pubblicava *Notizie geomorfologiche sull'Istria e sui dintorni di Trieste* ⁽⁴⁾

Tra i numerosi lavori gravimetrici di C. MORELLI, per brevità impostaci dallo spazio dobbiamo limitarci a nominare soltanto il *Collegamento gravimetrico Padova-Trieste e rilievo gravimetrico regionale del Veneto centro-orientale* ⁽⁵⁾. Di B. MARTINIS è il recente Foglio geologico di Gorizia ⁽⁶⁾ attiguo al Foglio Trieste, mentre dello scrivente sono alcune *Osservazioni Geoidrologiche preliminari presso Trieste* ⁽⁷⁾. Chiudiamo questi brevi cenni bibliografici

⁽¹⁾ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Centro di Studi tassografici, Venezia, n. 5, 1947.

⁽²⁾ « Arenarie eoceniche della regione di Trieste ». Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 1947, vol. XLIII.

⁽³⁾ « Segnalazione di nuove impronte nelle arenarie del Flysch eocenico della conca di Trieste ». Atti Museo Civ. Storia Naturale, Trieste, vol. XVI, n. 5, 1947.

⁽⁴⁾ Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, vol. XLIV, 1948.

⁽⁵⁾ Rivista di Geofisica Applicata. Anno XI, n. 2, 1950, Osservatorio Geofisico, Trieste, Nuova Serie pubbl. n. 15.

⁽⁶⁾ *Carta Geologica delle Tre Venezie: Foglio « Gorizia »* Uff. Idr. Magistrato Acque, Sezione Geologica, Padova, 1951.

⁽⁷⁾ Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, vol. XLVI, 1951-1952.

segnalando il vasto lavoro su *L'ipotesi dell'erosione inversa, come contributo allo studio della speleogenesi* di W. MAUCCI ⁽¹⁾ che riteniamo assai importante per l'originalità delle concezioni, in vero molto convincenti, riguardo il difficile problema della speleogenesi in generale.

Per notizie bibliografiche più estese si consiglia l'elenco di C. F. PARONA, F. SACCO e R. BATTAGLIA, pubblicato dall'Ufficio Geologico in *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia* Vol. XIX, 1924; mentre per lavori di date successive, vedansi gli elenchi bibliografici allegati alle pubblicazioni che abbiamo citate.

* * *

Il lungo lavoro di rilevamento del Foglio Trieste, iniziatosi già nel lontano 1928 si è svolto attraverso molte difficoltà e lunghe interruzioni dovute a circostanze varie, aggravatesi negli ultimi dodici anni per le tristi vicende belliche e postbelliche. Esso ha potuto concludersi appena nel dicembre 1952 grazie all'interessamento e alle incoraggianti insistenze del chiarissimo prof. GIORGIO DAL PIAZ, Direttore della Sezione Geologica del Magistrato Veneto alle Acque, al quale lo scrivente rivolge con affetto di allievo e con la più viva riconoscenza un particolare ringraziamento.

⁽¹⁾ Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, vol. XLVI, 1951-1952.

Purtroppo le condizioni del dopoguerra non hanno permesso che il rilevamento fosse completo anche nel ristretto ma interessante settore dell'Istria montana che riguarda le zone carsiche di Cornale, Erpelle-Cosina, Piedimonte del Taiano, Covedo e Valmorasa, per cui è stato necessario trasportarlo, con qualche modifica, dalle carte inedite di G. Stache Sesana-San Pietro del Carso e Pinguente-Abbazia, come indicato al margine del foglio. Per tutto il resto i rilevamenti dello Stache servono soltanto come primo orientamento di carattere generale, in quanto essi non rispondono nei particolari di vaste zone, specie nella metà meridionale del nostro foglio, come in generale, non sono cronologicamente adeguati alle attuali esigenze. Fu pertanto necessaria un'opera di completo aggiornamento e di rilevamento ex novo. Ciononostante la suddivisione in tre membri adottata dallo scrivente per il complesso marno-arenaceo eocenico, dev'essere intesa come un primo abbozzo di distinzione per facies del Flysch, in quanto la costituzione del complesso stesso è quanto mai variabile da luogo a luogo e da livello a livello sì da determinare un complicato susseguirsi e ripetersi di facies spesso eteropiche.

Il riferimento cronologico di tali membri è di conseguenza da intendersi in senso alquanto largo, data anche l'assenza di fossili caratteristici sia nelle marne che nelle arenarie. Fossili guida sono presenti soltanto in alcuni banchi di calcare brecciato num-

multico intercalati nel Flysch; ma tali banchi, frequenti alla base del complesso, vanno via via scomparendo verso i membri superiori dello stesso, ove pertanto non rimane alcuna base sicura di riferimento fino a quando non saranno eseguiti studi accurati sulle microfaune.

Per ciò che concerne la rappresentazione del complesso calcareo e la delimitazione esatta dei suoi vari orizzonti litologici affioranti, lo scrivente oltre che aver eseguito il suo compito in modo scrupoloso, si è attenuto il più possibile a un severo metodo di distinzione cronologica su base paleontologica e stratigrafica a doppio controllo, forte dell'esperienza acquisita durante il precedente rilevamento del foglio *Pisino*. A tale riguardo ha giovato come appoggio l'attiguo foglio *Gorizia* recentemente rilevato dal Martinis.

Inutile insistere sul fatto, già ripetutamente constatato dagli studiosi della cronologia geologica istriana, che i vari riferimenti in tal senso incontrano sempre grandissime difficoltà, sia per l'assenza di fossili guida in molte e cospicue formazioni, sia per la presenza in altre, di una strana mescolanza di fossili caratteristici di vari livelli. Il rilevatore ha la coscienza d'aver fatto del suo meglio onde ridurre al minimo gl'inconvenienti e le incertezze che da tale particolare situazione derivano. Egli ha cercato pure di mettere in evidenza i particolari tettonici dell'area rilevata, con speciale attenzione a quelli nuovi da lui stesso scoperti lungo i margini del Carso di Buie e altrove.

II. SERIE DEI TERRENI

A) CRETACEO SUPERIORE

1. Cenomaniano in generale (C₁).

Potente complesso di strati calcarei in cui prevalgono i seguenti tipi litologici capricciosamente alternati.

Calcarei lastroidi bianchi e biancastri talvolta leggermente argillosi, calcari grossolani bianchi e biancastri in strati di vario spessore per lo più tra i 20 e i 40 cm., calcari compatti bianchi di solito in banchi di 60-80 cm., qualche straterello di argilla o di marna, qualche lente o strato di calcare conglomeratico puddingoide biancastro con più o meno frequenti ciottoli grigi e nerastrati, banchi di dolomie e calcari dolomitici più o meno arenacei o argillosi di colore grigio azzurrognolo che localmente si distinguono col nome di «logaro». In generale prevalgono i calcari grossolani e quelli lastroidi specie in alcuni orizzonti. Presso Cittanova d'Istria, ma specialmente nel Carso di Buie, tra gli strati superiori di questa serie si notano spesso lenti e straterelli di

silice. Si tratta indubbiamente della continuazione del principale dei due o tre orizzonti a *saldarne* o *quarzite* pulverulenta, particolarmente sviluppati nell'Istria meridionale in modo da assumere colà importanza industriale. Nella nostra zona invece il materiale siliceo compare qua e là saltuariamente e in quantità minime. Oltre a ciò esso perde il carattere di polverosità e spesso assume l'aspetto del calcadonio. Manifestazioni di tal genere si notano presso Tribano, Villa Bartoli, Villa Vardabasso, Villa Gambozzi ecc.

In questa serie compaiono qua e là strati con resti di *Nerineae* e di *Caprotinae*. Banchi di calcare compatto a *Requienia* e grossi Gasteropodi affiorano sul versante destro della Valle del Quietto a S di Villanova del Quietto (Punta San Dionisio), nonché nel Carso di Buie.

Affioramenti: Carso di Buie, specie nella sua metà occidentale dalle vicinanze di Grisignana al mare di Salvore. Notevole l'affioramento tra la costa presso Daila e il Quietto. Vari altri affioramenti si notano lungo i due versanti della Valle del Quietto.

Potenza: 150-200 m.

Consistenza e stabilità: ottime.

Permeabilità: grande per fessurazione e caricità.

Usi pratici: pietra da costruzione e da calce. Le varietà bianche trovano impiego negli zuccheri-

fici. Le dolomie forniscono massi per dighe e lavori portuali in genere.

2. *Cenomantano superiore* (C).

Dalla serie precedente si passa spesso a un modesto complesso di banchi o strati di dolomia e di calcare dolomitico comunemente arenacei, spesso argillosi, più o meno bituminosi (« dolomie fetide »), talora a struttura brecciata, raramente pisolitica. Si distinguono facilmente per il loro colore grigio oppure azzurrognolo. Nella serie si notano frequenti cambiamenti di facies con passaggi a calcare vero e proprio, sì che in parte essa può essere considerata quale facies eteropica dell'orizzonte superiore della serie precedente (C₁).

Fossili: pochi frammenti di Rudiste negli strati superiori.

Affioramenti: numerosi lungo i margini del Carso di Buie. Uno di modeste proporzioni è presente a SO di Verteneglio alla destra della Valle del Quietto, mentre un altro esiste alla sinistra a SSE della stessa località.

Potenza: fino a 40 metri circa.

Consistenza e stabilità: ottime.

Permeabilità: minore di quella dei calcari dato il grado inferiore di carsificabilità della roccia.

Usi pratici: nessuno, perchè di difficile lavorabilità.

3. *Turoniano in generale con passaggi al Cenomaniano superiore* (T).

Alle formazioni descritte segue un insieme di strati a facies varie che di solito rappresenta il Cenomaniano superiore e il Turoniano inferiore, con i suoi frequentissimi e tipici calcari a Rudiste più o meno fossiliferi. Talvolta però le stesse facies invadono anche il Turoniano superiore sì da rendere difficile una esatta delimitazione nel senso cronologico. Ciò avviene ad esempio in un vasto tratto del Carso di Buie a N e a NE di Grisignana, tra Marussi e Sterna, ove la facies a brecciole calcaree più o meno minute, tanto frequente nel Turoniano d'Istria e del Carso Triestino (Calcare inferiore d'Aurisina), interessa tutto il Turoniano e parte dell'alto Cenomaniano. Alle cave di Santo Stefano presso le terme omonime nell'alta Valle del Quietto, la stessa facies a brecciole, con lievi variazioni, è limitata a un gruppo di banchi di spessore complessivo relativamente modesto (20 m. circa), intercalato nella potente serie dei calcari a Rudiste. In una carta geologica all' 1:100.000, sarebbe stato impossibile mettere in evidenza e distinguere con colori diversi questi, come altri particolari, che avrebbero complicato il lavoro a tutto scapito della sua chiarezza.

Varietà litologiche più comuni:

frequenti alla base i calcari lastroidi scarsamente fossiliferi; seguono a capriccio calcari grossolani, calcari cristallini, subcristallini, criptocristallini bian-

chi, chiari, cinerei. Frequenti i calcari compatti, spesso ceroidi, le brecciole calcaree spesso a elementi minutissimi formati da frammenti di Ostree e Rudiste in generale. Compaiono pure qua e là, specie negli strati superiori, calcari brecciati per lo più bianchi e rosati.

Sul Carso triestino sono molto diffusi nel Turoniano inferiore i calcari grigi e grigiastri spesso bituminosi, talvolta nerastrì o neri.

Fossili: molto diffuse le Rudiste in genere (alcuni strati assumono qua e là aspetto di lumachella vera e propria); frequenti i resti di *Nerineae*. Nel Cenomaniano superiore a Rudiste si notano spesso strati con *Ichthyosarcolites Triangularis*. Alla base del Turoniano compaiono strati a *Monopleura Schnarrenbergeri* e *Requienia parvula*. Segue poi ampio e potente, diffuso in tutto il Turoniano d'Istria il caratteristico orizzonte a *Chondrodonta Yoanae*, *Neithea Zitteli*, *N. Lapparenti*, *N. incostans*, *Apricardia Pironai*, *Gyropleura Telleri*, *Caprinula*, *Radiolites macrodon*, *Nerinea forojuliensis*, *N. schiosensis*, *Durania cornupastoris*, *D. Arnaudi* ecc.

Tale orizzonte che in alcune località appare smembrato in vari sotto-orizzonti, assume particolare importanza negli affioramenti costieri a N di Umago tra Punta Pegolotta e Punta Catoro, come lungo la costa a ESE di Punta Salvore. Si notano pure in vari tratti del Carso di Buie specie presso Valizza, Vucchi, Terme di Santo Stefano ecc. estesi affioramenti dello stesso orizzonte.

Affioramenti: lungo i versanti della Valle del Quieto, specie presso Santo Stefano e presso Villanova del Quieto. Un vasto affioramento costiero si osserva fra Daila e Zambrattia a N di Umago. Altri affioramenti esistono ai margini del Carso di Buie come presso Salvore e Castelvenere e acquistano particolare estensione e sviluppo nel suo tratto orientale presso Marussi, Sterna, Portole e Stridone.

Potenza: da 200 a 300 metri circa.

Lavorabilità: con mine o filo elicoidale.

Consistenza e stabilità: ottime.

Permeabilità: grandissima per carsicità e fessurazione.

Usi: i tipi migliori si prestano per lavori d'ornamento. Dalle cave di Santo Stefano si estraggono buoni marmi. I calcari grossolani bianchi danno pietra da calce. Quale pietra da muro valgono tutti i tipi.

4. Senoniano e Turoniano superiore (partim) (Se).

Sono rappresentati dal membro superiore dei calcari a Rudiste, il quale si mostra spesso con varietà litologiche assai somiglianti a quelle del precedente membro inferiore. E' necessario quindi basare la distinzione, entro i limiti del possibile, sulle conoscenze paleontologiche, purtroppo ancora assai incomplete nonostante la grandissima abbondanza dei fossili nella maggior parte degli orizzonti. Ove

la paleontologia non fornisce sicuri elementi di giudizio, ci si deve appoggiare su concetti stratigrafici, ciò che riesce possibile, anche se non facile, grazie alla regolarità della successione e alla presenza di alcuni orizzonti litologici molto estesi e a carattere abbastanza costante. Sono frequentissimi i calcari cristallini e subcristallini bianchi, chiari, talvolta cinerei. Molto comuni i calcari compatti porcellanacei. Presenti pure quelli ceroidi. Non mancano i calcari grossolani, i calcari rosei, le brecciole calcaree a grana più o meno minuta e i calcari brecciati. Al passaggio dal Senoniano allo Spilecciano sono frequenti le breccie bianco-rosee, specie nel Carso di Buie presso Marussi, Portole, Momiano, Stridone ecc. Si trovano anche sul Carso triestino presso Basovizza, ove talvolta il passaggio dal Cretaceo superiore all'Eocene inferiore è segnato dalla presenza di alcuni banchi di calcare compatto, criptocristallino scarsamente fossilifero, assai simile a quello che si riscontra presso la ex stazione ferroviaria di Caroiba (foglio Pisino).

In generale la serie è ricca di Rudiste, e alcuni orizzonti ne sono zeppi.

Fossili più comuni: *Radiolites radiosus*, *R. Galloprovincialis*, *R. Souvagesi*, *R. Douvillei*, *R. Ponsianus*, *Hippurites Nabresinensis*, *H. (Vaccinites) sulcatus*, *H. (Vaccinites) Chaperi*, *Durania Austinensis*.

Affioramenti: lungo i margini del Carso di Buie, specie presso Sterna, Momiano, Stridone,

Portole e Santo Stefano. Importanti affioramenti notansi presso Umago. Altri compaiono presso Vertegnoglio, a O di Buie, lungo la Valle del Quietto e presso Trieste nei settori di Padriciano, Basovizza e Corgnale.

Potenza: da 100 a 300 metri.

Lavorabilità: con mine e filo elicoidale.

Consistenza e stabilità: ottime.

Permeabilità: grandissima per carsicità e fessurazione.

Usi: pietre da ornamento, da costruzione, da zuccherifici e da calce.

5. Senoniano.

Vanno riferite a questo periodo le bauxiti contenute in numerose piccole sacche distribuite a capriccio sulla superficie di spianamento senoniana, ove questa è stata esumata da processi di erosione recenti senza essere stata profondamente intaccata o distrutta dai medesimi. Resti notevoli di tale superficie che interessano per lo più i calcari a Rudiste del Cenomaniano superiore, del Turoniano e del Senoniano, compaiono in varie località della zona rilevata. Le sacche hanno per lo più la forma a calice, ma talora ricordano pure il pozzo carsico o il burrone. La loro superficie di affioramento è di solito circolare o subellittica con diametro o asse mag-

giore non superiore ai 20 m. La profondità delle sacche non supera di solito i 20 m. Eccezionalmente si sono notate propaggini di giacimenti bauxitici fino alla profondità di 50-100 m. sotto la superficie di spianamento Senoniana, come nell'alta Valle del Quieto e in quella della Brazzana presso le rovine del Castello di Pietra Pelosa a E di Stridone.

Queste bauxiti, ricche come sono in $Al_2 O_3$ (50-60%) e povere di $Si O_2$ (2-5%), rappresentano i resti di un paleosuolo che trasse origine dalle impurità insolubili contenute nei calcari sottoposti a lungo processo di lisciviazione, ovvero di dissolvimento chimico-fisico, per azione degli agenti atmosferici in un clima tipicamente tropicale, caratterizzato dall'alternarsi di periodi annuali caldo-umidi, con periodi caldo-asciutti. E' noto infatti che le temperature elevate, rendendo solubile la silice, favoriscono e condizionano il processo della desilicizzazione, necessario alla formazione delle bauxiti.

Tali resti si sono conservati in cavità di origine carsica, relativa alla stessa fase di continentalità senoniana, ove furono fluitati, sempre nello stesso periodo, da acque vaganti che dilavavano quelle antiche superfici calcaree. Il materiale bauxitico è pertanto affine alla « terra rossa ».

Affioramenti: numerosi presso Petrovia, Vardizza, Gambozzi, Villa Vardabasso, Verteneglio, Villanova del Quieto, Castelvenere, Portole, Santo Stefano, Stridone, Sterna, ecc.

Sul foglio geologico sono stati segnati soltanto alcuni giacimenti, per lo più già sfruttati, esagerandone le dimensioni per ragioni di chiarezza.

Lavorabilità: facile, con solo piccone.

Permeabilità: nulla.

Usi: quale minerale d'alluminio e per la preparazione di cementi fusi.

B) EOCENE - SERIE CALCAREA

6. EOCENE INFERIORE - Spilecciano - (S) (Liburnico partim).

Corrisponde, grosso modo, al Liburnico medio di G. Stache (« Calcarea di Cosina ») in quanto il « Calcarea inferiore a foraminiferi » con *Orbitoides*, *Conulina*, *Peneroplis*, *Pavontinia*, frammenti di Rudiste ecc. che costituisce il membro basale del Liburnico, presente nell'area del foglio « Trieste » in pochi lembi trasgressivi sottili e ristretti, che talora costituiscono il passaggio dalla breccia bianco-rosea al « Calcarea di Cosina », va riferito in parte, secondo il parere di vari autori, al Cretaceo superiore (Daniano? Vedi Haug, Parona, Vardabasso, Sacco, d'Ambrosi ecc.).

Data la ristrettezza di questi lembi, non è stato possibile farli apparire sul foglio « Trieste », mentre lo si è potuto per il Liburnico medio (Calcarea di Cosina) e per quello superiore rappresentato dal « Calcarea a Miliolidi » che rientra già nel Luteziano.

Lo Spilecciano vero e proprio è rappresentato da un modesto ma caratteristico complesso di depositi di laguna o di estuario, formati in ambiente più o meno salmastro, con frequenti passaggi a depositi d'acqua dolce paludoso-lacustri. Si tratta di calcari più o meno argillosi, più o meno carbonioso-bituminosi, talora siliciferi, grigio-chiari, grigio-bruni, nerastri e neri. Vi si trovano pure intercalati sottili depositi di marna fittamente straterellata, nonchè lenti, straterelli e talora strati notevoli di « Carbone Liburnico » o lignite picea, come nel sottosuolo di Sicciole.

Frequenti ed estesi si mostrano gli orizzonti di « Calcare a Caracee » soprattutto presso Basovizza e Cosina; frequenti sono pure i calcari a *Stomatopsis* specie negli affioramenti Spilecciani ai margini del Carso di Buie ed in quelli lungo la Valle del Quietto come in alcuni lembi presso Umago, Petrovia, Verateneglio ecc.

Fossili: diffusissime le Caracee con i generi *Chara* (*Nitella*), *Lagynophora*, *Cosmogyr*a ecc. i cui sporangi si trovano spesso in gran numero, sì che la superficie di vari strati ne risulta fittamente cosparsa. Nei calcari a *Stomatopsis* sono particolarmente degne di nota le seguenti specie: *Stomatopsis cosinensis*, *S. labiata*, *S. simplex*, *Megastoma topsis*, *Cosinia cosinensis*, *C. ornata*, *Cerithium Melchioris* ecc.

Affioramenti: numerosi ma saltuari, frastagliatissimi, molto sottili e limitati lungo i margini del Carso di Buie, specie presso Sicciole, Sterna e Stri-

done. Ancor meno appariscenti e più saltuari lungo la Valle del Quietto. Assai estesi sul Carso di Trieste, ove presso Padriciano, Basovizza e Corgnale lo Spilecciano forma tutta una zona continua di affioramento e altrettanto presso Cosina.

Non è stato possibile segnare sul foglio un considerevole numero di piccoli affioramenti sparsi qua e là, causa l'eccessiva ristrettezza dei medesimi.

Potenza: da pochi centimetri a 60 metri.

Lavorabilità: facile.

Stabilità e consistenza: buona.

Permeabilità: mediocre e comunque assai variabile per fessurazione e carsicità.

Usi pratici: la miniera aperta presso Sicciole dava una lignite picea assai prossima, per aspetto e sviluppo di calorie, al litantrace. Fu abbandonata sul finire della guerra causa le vicende politiche, l'alto costo di produzione e le copiose infiltrazioni di acqua dal Carso di Buie e dal mare.

7: EOCENE MEDIO - Luteziano inferiore (L^o) (Liburnico superiore).

Serie del « Calcare a Miliolidi » o « Calcare superiore a foraminiferi ». Segna il ritorno del regime nettamente marino, a lungo interrotto in un primo tempo dalla regressione senoniana con relativo periodo di continentalità e successivamente dalla trasgressione che portò alla fase lagunare-salma-

stro-lacustre dello Spilecciano che fu preludio alla completa sommersione del territorio.

La serie presenta sensibili cambiamenti di facies da luogo a luogo. Essa è bene sviluppata sul Carso di Trieste dove è costituita quasi esclusivamente dal « Calcare a Miliolidi » tipico, il quale per la sua estensione e le sue nette caratteristiche ha potuto essere messo in evidenza sul nostro foglio con una propria tinta.

Vi si notano calcari più o meno grossolani grigio-chiari, talora grigi, varie intercalazioni di calcare più o meno bituminoso nerastro o nero, nonchè qualche intercalazione di calcare quasi bianco. I tipi litologici più chiari sono quelli che contengono in maggior numero le Miliolidi associate talvolta a qualche Alveolina. La serie è in complesso bene e nettamente stratificata.

In Istria i tipi litologici sono più numerosi, ma la formazione è tanto sottile e interrotta e i suoi lembi affioranti così limitati, ristretti e saltuari che non è stato possibile segnarli sul foglio geologico e distinguerli nettamente dal calcare ad Alveoline con il quale formano i cosiddetti « Calcari ad imperforati » dello Schubert. In Istria prevalgono in quest'orizzonte a Miliolidi i calcari compatti a tinte generalmente chiare. Vi è pure bene diffuso un orizzonte a calcare compatto bianco ricco di grossi lamelibranchi a valve assai robuste, non meglio determinati.

Oltre alle *Miliolidae* si notano frequenti Alveoline e Nummuliti specie in alcuni strati.

Fossili: numerosissimi, appartenenti per lo più ai generi *Peneroplis*, *Pyrgo* (*Biloculina*), *Triloculina*, *Quinqueloculina*, specie sul Carso di Trieste ove lo scrivente ha notato pure la probabile presenza del genere *Lepidocyclina*. In Istria le *Miliolidae* si trovano spesso associate a numerose Alveoline: *A. melo*, *A. elongata* e a Nummuliti vari: *Nummulites laevigatus*, *N. perforatus*, *N. Brongniarti*.

Affioramenti: uno sviluppato in lunghezza per una quindicina di chilometri e largo fino a due chilometri, si svolge sul Carso di Trieste dal limite settentrionale del foglio presso Padriciano, al limite orientale presso Corgnale. Altri notevoli affioramenti compaiono nel settore di Cosina. In Istria ve ne sono parecchi ma assai frammentari lungo i margini del Carso di Buie, lungo la Valle del Quietto e nei settori di Umago, Verteneglio e Villanova del Quietto, per lo più trasgressivi sul Turoniano e sul Senoniano là dove manca lo Spilecciano.

Potenza: fino a una ottantina di metri e forse più.

Consistenza, stabilità, resistenza all'erosione: ottime.

Permeabilità: grandissima per carsicismo e fessurazione.

Usi: materiali da costruzione e da pietrisco.

8. EOCENE MEDIO - *Luteziano medio* (L₅).

« Calcare ad Alveoline e Nummuliti », complesso unico a facies indistinta con netta prevalenza delle Alveoline. E' fortemente sviluppato sul « Carso triestino » e sull'« Alto Carso dell'Istria » o Istria montana. Tale complesso corrisponde al « Calcare principale ad Alveoline e Assiline » ed al « Calcare nummulitico principale » che nell'Istria vera e propria costituiscono due facies nettamente distinte.

E' una cospicua formazione calcarea bene stratificata. Vi predominano calcari grigio-chiari, compatti, talora arenacei, grigi. Frequenti i calcari cristallini e subcristallini, presenti pure le intercalazioni lenticolari di calcare bituminoso.

Fossili: *Alveolina melo*, *A. elongata*, *A. gigas*, *N. perforatus*, *N. discorbina*, scarse le Assiline.

Affioramenti: uno assai esteso pressochè continuo occupa vasta parte del settore nord-orientale foglio Trieste.

Potenza: da 200 a 300 metri e più.

Lavorabilità: facile con mine e per sbancamento.

Consistenza, stabilità, resistenza all'erosione: ottime.

Permeabilità: grandissima per carsicità e fessurazione.

Usi: materiale da costruzione, da calce e da pietrisco.

9. EOCENE MEDIO - *Luteziano medio* (L₅)

« Calcare principale ad Alveoline e Assiline » bene sviluppato in vari settori a occidente dell'Istria montana, risulta costituito da calcari a stratificazione non sempre bene distinta. Presenta colorazione bianca o grigio-chiara. E' molto ricco di fossili con predominio delle *Alveoline* e delle *Assiline*.

Fossili: *Alveolina melo*, *A. elongata*, *A. gigas*, *Nummulites laevigatus*, *N. discorbina*, *N. perforatus*, *N. Brongniarti*, *Assilina praespira*, *A. expones*, *A. mamillata*, *Velates Schmiedeliana*, *Ranina maestriana* ecc.

Affioramenti: lungo i margini del Carso di Buie in maniera molto saltuaria. Ce ne sono alcuni lunghi anche parecchi chilometri, ma molto stretti sui due versanti della Valle del Quietto. Altri sparsi qua e là, talora trasgressivi sul Cretaceo, compaiono presso Umago, Petrovia, Villanova del Quietto, Radini e Daila. Il suolo d'Isola d'Istria e dei suoi immediati dintorni è pure parzialmente costituito da questo calcare.

Potenza: fino a una ventina di metri.

Lavorabilità: facile con mine e per sbancamento.

Consistenza, stabilità, resistenza all'erosione: ottime.

Permeabilità: notevole per carsicismo e per fessurazione.

Usi: come sopra.

10. EOCENE MEDIO - *Lutenziano medio* (L₃).

In Istria dal « Calcare principale ad Alveoline e Assiline » si passa più o meno gradualmente al tipico « Calcare nummulitico principale ». Questo è dovunque straordinariamente ricco di fossili e litologicamente si mostra assai compatto, omogeneo, di una tinta grigio-chiara pressochè costante. La stratificazione è talora indistinta, per cui l'intera formazione assume in varie località l'aspetto di un banco unico, il quale, ove sia inciso da valli torrentizie, presenta spesso la sua testata massiccia tagliata a picco lungo i versanti.

Fossili: *N. perforatus*, *N. complanatus*, *N. gizehensis*, *Assilina Spira*, *Orbitolites complanatus*, *Conoclypeus conoideus*, *Echinolampas Luciani*, *Cyclaster Stacheanus*, *Distremaster Covazii*, *Pecten venetorum*, *Velates Schmiedeliana*, *Ranina marestiana*, e moltissimi altri.

Affioramenti: numerosi ai margini dell'anticlinale carsica di Buie e lungo i due versanti della Valle del Quietto, ove presentano particolare continuità sia a S che a N. Importanti affioramenti talvolta trasgressivi sul Cretaceo si osservano nei dintorni di Verteneglio e di Villanova del Quietto.

A qualche chilometro dalla costa Umago-Daila il nummulitico forma numerosi lembi isolati, spesso trasgressivi sul Turoniano che ne è in alcuni tratti frequentemente cosparso. Due considerevoli affiora-

menti di nummulitico si notano pure nella limitata plaga calcarea d'Isola d'Istria.

Potenza: fino a una ventina di metri circa.

Lavorabilità: per lo più facile con mine.

Stabilità, resistenza all'erosione, consistenza: ottime.

Permeabilità: per lo più grande, essendo di solito la roccia fortemente incarsita e fessurata; ma talora scarsa sia per difetto di fratturazione che d'incarsimento là ove la roccia affiora ai fianchi delle valli a sostegno del sovrastante Flysch che la protegge dal diretto contatto con l'atmosfera.

Usi: per lavori edili, per lo più come pietra da muro, talora come marmo.

C) FORMAZIONE DEL FLYSCH

Cenni generali.

E' un'alternanza capricciosa di marne e arenarie.

a) Le marne sono di tipo vario, spesso a contenuto calcareo basso, in generale assai friabili. Alterate superficialmente tendono a tinte grigiastre, ma lo sfaticcio che ne deriva viene spesso fluitato lungo i declivi ripidi dei canaloni e dei calanchi di erosione, sicchè la marna sana è messa a nudo in più tratti e spicca per il suo colore caratteristico, vivo grigio-azzurrognolo o ceruleo, qualora la vegetazione non riesca ad affermarvisi.

b) Le arenarie sono pure di tipo a grana assai varia da luogo a luogo e da orizzonte a orizzonte: la loro composizione oscilla entro limiti alquanto larghi. E' presente sempre il quarzo con percentuali che di solito vanno dal 30 al 42 %, i feldspati si trovano in ragione del 15-36%, il cemento calcareo e i carbonati in generale variano per lo più tra il 16 e il 52%, si riscontrano inoltre biotite, muscovite, clorite, glauconite, tormalina, rutilo, opale, zircone, ematite, limonite, pirite ecc. in quantità variabili, misti a materiale argilloso talora in percentuale sensibile.

I noti processi di alterazione atmosferica sui minerali di ferro, fanno sentire la loro influenza fino a parecchi centimetri nell'interno della roccia, che diventa friabile e si colora nettamente in giallo-rossastro a varie tonalità. Le arenarie non alterate e non argillose sono invece molto resistenti e colorate in grigio, grigio-bluastro, talora a tendenza verdastra.

Se si esclude il livello basale della « Marna a Cancer », le marne in generale, specie quelle cerulee sono praticamente prive di fossili macroscopici, mentre contengono, come le arenarie numerosi microfossili, specie *Globigerine*. Nelle arenarie sono state riscontrate qua e là impronte di foglie provenienti da piante terrestri (querce, platani ecc.). Frequenti sono le impronte di varia forma, note con i nomi di *Geroglifici* o *Nemertiliti* che si sogliono attribuire ad animali marini striscianti sul fondo. Nu-

merosi sono pure i *Fucoidi*: cilindretti arenacei allungati. Si notano abbastanza diffusi in molti orizzonti arenacei del Flysch i misteriosi *Paleodictyon*: impronte strane che tanto rassomigliano a favi di api o di vespe per l'aspetto del disegno costituito dall'unione di cellette esagonali, di solito assai regolari, sulla cui origine ancora si discute. Il complesso del Flysch raggiunge e talora probabilmente supera la potenza di 500 m. La sua permeabilità è praticamente nulla e le modeste quantità d'acqua che riescono tuttavia ad infiltrarsi per imbibizione o capillarità, alimentano, come sarà spiegato in seguito, numerose piccole sorgenti sparse a capriccio e a quote diverse.

Le marne e le arenarie del Flysch alterate superficialmente dagli atmosferici, danno un terreno agrario di tipo argilloso grigio-chiaro, talora giallo-rossastro, più o meno arenaceo, molto fertile e adatto alle più svariate colture erbacee ed arboree. La vegetazione spontanea, ove le pendenze non siano eccessive ed intenso il dilavamento, è quanto mai rigogliosa, sicchè tutte le zone marno-arenacee istriane spiccano in modo particolare per il loro intenso e fresco verdeggiare (Istria verde).

11. EOCENE MEDIO - *Luteziano medio* (partim) (L₂).

Vasta e potente alternanza di marne e arenarie con estese intercalazioni di marne cerulee localmente denominate Tassello, frequentissime specie

alla base del complesso, ove predominano in modo assoluto sulle arenarie, le quali vanno invece prendendo il sopravvento negli orizzonti superiori.

In questa serie, fittamente e nettamente stratificata, sono spesso intercalati più o meno cospicui e potenti banconi e strato-lenti di calcare brecciato poligenico fossilifero, ricco specialmente di nummuliti: il cosiddetto « Calcare brecciato nummulitico ». Alcuni banchi del medesimo raggiungono in qualche località lo spessore di oltre 10 metri come presso Momiano.

Il passaggio dal « Calcare nummulitico principale » alla serie del Flysch avviene attraverso la « Marna a Cancer » che è in realtà un calcare argilloso talora arenaceo con oltre il 50% di Ca C O₃. Mentre nell'ambito del foglio Pisino la « Marna a Cancer » si presenta spesso assai fossilifera (*Echinidi*, *Molluschi*, *Canceridi* ecc.), in quello del foglio Trieste risulta dovunque paleontologicamente sterile o quasi. La tipica « Marna a Cancer » supera assai raramente lo spessore di un paio di metri.

Le successive marne cerulee sono invece molto argillose e molto friabili, a struttura talvolta straterellata, talvolta scagliosa, prive di fossili macroscopici, in alcuni orizzonti esse contengono una ricca microfauna a carattere pelagico.

Dal lato paleontologico è assai interessante citare un orizzonte a *Mitili* ed uno a *Gasteropodi* segnalatici da S. Vardabasso (op. cit.) in una particolare arenaria calcareo-argillosa, quasi a ridosso della

flessura calcarea del Carso di Buie presso Tribano.

I banchi intercalati di calcare brecciato che compaiono frequenti e potenti alla base del complesso, vanno diventando sempre più sottili e meno frequenti verso l'alto e i frammenti di roccia che li compongono si mostrano via via più minuti e ad angoli meno netti, segno di una più lunga fluitazione. Le schegge di roccia calcarea di questi banchi provengono dal Cretaceo superiore, specie dalla serie dei Calcari a Rudiste, dallo Spilecciano, dal Calcare a Miliolidi, dall'alveolinico e dal nummulitico principale. Tali depositi costituiscono altrettanti orizzonti fossiliferi di molto interesse non tanto per i resti organici contenuti nelle schegge suddette, quanto per quelli autoctoni di cui citiamo la seguente e costante associazione su cui abbiamo potuto basare il riferimento cronologico della serie.

Assilina spira, *Nummulites complanatus*, *N. perforatus*, *N. Gizehensis*, *N. striatus*, *N. Brongniartii*, *Conoclypens conoidens*, *Prenaster alpinus*, *Schizaster victinalis*, *S. Archiaci*, *Echinolampas histrianus*.

Affioramenti: molto estesi sia a S che a N del « Carso di Buie ».

Potenza: fino a 400 m. e forse più.

Lavorabilità: facilissima e con solo piccone per le marne, con piccone e mine per le arenarie, facile per i calcari brecciati con mine, filo elicoidale ecc.

Consistenza e stabilità: non sempre buone per la prevalenza di marne molto friabili; ove gli strati sono situati a franapoggio danno talvolta luogo a frane come presso Grisignana.

Resistenza all'erosione: scarsissima specie nelle marne che danno facilmente sfaticcio argilloso. Le arenarie sono molto più resistenti e danno sfaticcio prevalentemente arenaceo. I calcari brecciati hanno resistenza per lo più ottima ma le loro testate sporgenti a guisa di cornicioni o rizzate verticalmente a mò di muraglioni (Portole, Piemonte, Valle del Cornalunga ecc.), ove l'erosione è più intensa, finiscono col rompersi in grossi massi che rotolano lungo i declivi ripidi e franosi.

Usi: alcuni banchi di calcare brecciato potrebbero fornire pietra da ornamento prestandosi bene alla pulitura (marmi brecciati). Le marne cerulee convenientemente corrette con calcare possono fornire buon materiale da cemento (Cattinara nelle vicinanze di Trieste).

Le arenarie non sono usate causa l'eccessiva sottigliezza degli strati assai fratturati secondo fasci di linee parallele, incrociati a rombo.

12. EOCENE MEDIO - *Luteziano medio e superiore* (L_1).

Complesso che si distingue dal precedente per l'assenza pressochè totale di banchi calcarei, per la prevalenza delle arenarie sulle marne e per la più

fitta stratificazione sia delle une che delle altre. La cementazione delle arenarie è spesso scarsa, mentre le marne sono di frequente più o meno arenacee e molto friabili.

Dal lato della cronologia è opportuno avvertire che in alcune località, come presso il Risano e lungo la sponda settentrionale della baia di Capodistria, la facies litologica ora descritta invade parzialmente la formazione marmo arenacea precedente L_2 .

Affioramenti: per lo più assai estesi in tutti i bacini eocenici totalmente o parzialmente compresi nel foglio Trieste, specie presso Occisla, nel bacino imbrifero del Risano; presso Pirano, Maresego, Pregara, Portole ecc.

Potenza: fino a 300 metri.

Consistenza, stabilità, resistenza all'erosione, permeabilità, usi ecc. come detto per L_2 .

13. EOCENE MEDIO - *Luteziano medio e superiore* (L_1).

Serie alquanto uniforme che è da considerarsi in buona parte coeva con le due precedenti L_2 ed L_1 e perciò a facies eteropica. La serie è caratterizzata oltre che dall'assenza di banchi calcarei, soprattutto dalla presenza di vaste, potenti e assai frequenti intercalazioni di arenarie bene cementate divise in strati e banchi da 30 a 60 e più centimetri, lungo i cui giunti stratigrafici sono spesso intercalati esili straterelli di marna più o meno arenacea. Questa

facies che predomina in modo assoluto nel settore triestino, si spinge qua e là ad un livello stratigraficamente molto alto, sì da rappresentare in parte gli orizzonti più recenti del Luteziano incluso nell'area del foglio Trieste.

Causa la mancanza di fossili guida non è possibile dire se essa si spinga in qualche punto fino a toccare il Priaboniano, come è stato accertato per l'Eocene del settore di Pisino in base a documenti paleontologici.

Fossili: oltre ai soliti *Nemertilli*, *Fucoidi* e *Paleodictyon*, citeremo due esemplari di *Medusina tergestina* n. sp. studiati e descritti dal Malaroda.

Affioramenti: uno assai esteso nei dintorni di Trieste e Muggia il quale continua verso NO al di là del limite settentrionale del nostro foglio lungo la riviera fino ad Aurisina. Alcuni altri compaiono limitatamente sulle alture presso Capodistria e Covedo.

Potenza: fino a 200-300 m.

Consistenza e stabilità: notevoli grazie alla frequenza e spesso alla netta prevalenza delle arenarie in solide ed estese formazioni.

Resistenza all'erosione: migliore di quella constatata nelle due serie precedenti.

Usi pratici: le migliori arenarie di questo complesso trovano largo impiego in opere edilizie, stradali e portuali nella Città di Trieste e dintorni.

In alcuni orizzonti si notano buone marne da cemento (Trieste M. San Pantaleone).

D) PLIOCENE E QUATERNARIO

14. « Terra rossa » tipica.

Terreno rosso vivo di natura argillosa derivato, come le bauxiti, per degradazione atmosferica dei calcari, che ne costituiscono perciò la roccia madre. Per meglio dire, essa deriva dalle varie impurezze contenute nei calcari fin dalle loro origini e successivamente accumulate sulle superfici affioranti dei medesimi, quale residuo insolubile, in seguito al disfacimento e alla completa dissoluzione di considerevoli masse di tale roccia, sotto le azioni fisico-chimiche prolungate degli agenti climatici. La « Terra rossa » è pertanto un « terreno climatico », il quale rappresenta cioè pedologicamente una condizione fisico-chimica di equilibrio tra la roccia madre (il calcare) ed il clima. Variando il clima varia anche la composizione del terreno derivato dalla medesima roccia madre; pertanto, nel nostro caso, la « Terra rossa » è il prodotto proprio del clima mediterraneo agente per lungo tempo sui calcari: clima temperato, in cui si alternano estati piuttosto calde e siccitose e inverni miti e piovosi. In tali condizioni, dato che la temperatura media annuale non raggiunge valori elevati, il processo della desilicizzazione non ha modo di manifestarsi.

Un terreno affine alla « Terra rossa » deve essersi pure formato già sul finire del Miocene, sopra

le superfici calcaree affioranti in seguito alla distruzione per abrasione del mantello marno-arenaceo eocenico che in origine le copriva. Successivamente però, causa le note variazioni climatiche del Pliocene e soprattutto del Pleistocene, questo primo prodotto di degradazione relativo all'ultima fase, ancora oggi in atto, di continentalità del territorio istriano, dev'esser stato in parte asportato e in parte trasformato, sì che sinora non si è potuta accertarne traccia alcuna che si distingua in modo sicuro dalla « Terra rossa » vera e propria. Dobbiamo pertanto considerare quest'ultima di età Pliocenica e Quaternaria senza possibilità di maggior precisazione. Alla formazione di questo considerevole mantello terroso, oltre che le predette impurità insolubili contenute nei calcari, o meglio nella serie stratigrafica calcarea in generale, deve aver contribuito in certa misura quel materiale allotono che in via del tutto accidentale ha potuto alle volte ad esse unirsi. Materiale vario, d'origine eolica, proveniente per deflazione dalla vicina serie marno-arenacea, come dalla pianura padana che nel periodo dell'ultima glaciazione (*Würmiano*) se non forse anche nei precedenti periodi di glaciazione (*Günz, Mindel, Riss*), si estese per eustatismo marino fino alle coste dell'Istria e talora anche della Dalmazia settentrionale. Considerevole contributo in merito dev'esser stato apportato da sabbie finissime dalla immensa regione sahariana, come pure da ceneri provenienti dai vulcani italici, che durante il Pleistocene ebbero periodi di grande atti-

vità di cui le attuali eruzioni del Vesuvio e dell'Etna non possono darci che una pallida idea.

La « terra rossa » è un materiale non identico ma affine alle bauxiti, essendosi quest'ultime formate in Istria per degradazione dei calcari in tempi geologici precedenti (Neocomiano e Senoniano), sotto l'influsso di climi diversi (più caldi) dell'attuale clima mediterraneo. A ciò si deve il diverso rapporto dei tre componenti principali Si O_2 , $\text{Al}_2 \text{O}_3$, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ che nella « terra rossa » corrisponde grosso modo a 5:2:1 mentre nelle buone bauxiti equivale a 1:30:10 (2% - 60% - 20%).

Nella « Terra rossa » troviamo infatti che la silice oscilla ampiamente intorno al 50%, l'allumina intorno a 20% e l'ossido ferrico intorno al 10%. Talora però quest'ultimo va oltre il 30%, la silice sotto il 40% e l'allumina oltre il 20%. In questi casi si tratta di « terra rossa » più o meno influenzata dalla distruzione di giacimenti di bauxite, con rielaborazione pedoclimatica dei relativi materiali, spesso a facies ferrifera.

Oltre ai sunnominati componenti principali, la « terra rossa » ne contiene molti altri, come ossido di Mn, di K, di Ca ecc.

La « terra rossa » essendo materiale a costituzione argillosa, esposta all'aria si dissecca e si polverizza, specie d'inverno, per effetto della bora e del gelo. In tali condizioni essa va soggetta facilmente alla deflazione. In tempi umidi o piovosi essa invece

assorbe notevoli quantità d'acqua e si trasforma in massa pastosa impermeabile.

Per quanto riguarda la sua distribuzione è da notare ch'essa si accumula di preferenza negli avvallamenti delle superfici carsiche, ove è facilmente fluitata dalle acque vaganti durante gli acquazzoni, o trasportata dalla bora in periodi siccitosi, che trovata allo stato pulverolento ne spazza i rilievi e mette la roccia a nudo, ove la vegetazione non sia sufficientemente fitta per trattenerla. Perciò in vasti tratti del Carso di Trieste la « terra rossa » è assai scarsa e dato il clima più umido e la temperatura media annua più bassa, causa l'altezza e l'ubicazione, essa passa spesso a tonalità giallastra, bruno-rossastre e brune. Sull'altipiano dell'Istria montana (Ciceria) prevale il biancheggiare della roccia da cui il nome d'Istria bianca. Sul Carso di Buie, dalle vicinanze di Romania e Mazzoria, presso Salvore, fino ai dintorni di Stridone, data la notevole esposizione alla bora, predominano pure gli affioramenti rocciosi. Nel ristretto settore carsico d'Isola d'Istria la « terra rossa » è invece bene diffusa ovunque, sia pure più o meno mista a detriti di roccia e in parte a materiale arenaceo-argilloso proveniente dal vicino Flysch. In tutta la vasta zona costiera che si estende a S di Salvore fino a Daila e alla bassa Valle del Quietto, uno spesso manto di « terra rossa » pressochè continuo, copre i calcari dell'Eocene e del Cretaceo. Qui infatti gli affioramenti rocciosi sono assai scarsi e limitati a plaghe molto ristrette, coperte da

boschetti di querce; il resto è tutto terreno coltivato, profondo fino a 1-2 e più metri, sicchè talora non sembra nemmeno di trovarsi in un territorio carsico (Istria rossa).

Nei dintorni di Verteneglio e Villanova del Quietto, al limite tra calcare e Flysch si notano spesso delle ristrette plaghe in cui la « terra rossa » passa a terra grigia, talora bruna e finanche nerastra (terra nera) molto fertile a orizzonte umifero bene sviluppato. Si tratta di località piuttosto umide in cui vanno in rapida disgregazione sottili lembi di breccia nummulitica non bene cementata, trasgressiva sui calcari (Verteneglio: il romano *Vertex niger*).

La « terra rossa » rappresenta un buon terreno agrario qualora sia convenientemente e profondamente coltivata. Così trattata essa tiene l'umidità in modo che le colture erbacee, il frumento, il granturco possono resistere a siccità abbastanza prolungate (15-20 giorni) senza soffrire.

Vi reggono bene gli alberi fruttiferi in generale, l'olivo, il gelso, il mandorlo, ecc. Diffusissima e produttiva la cultura della vite che dà buone varietà di vino, specie nei settori di Umago, Verteneglio e Cittanova d'Istria. Buona la produzione del frumento che prima della guerra 1939-45, dava facilmente prodotti medi sui 20 quintali per ettaro con punte locali sui 30-40. Nel settore d'Isola d'Istria, beneficato da piogge più frequenti e regolari, la « terra rossa » produce anche svariati ortaggi. Nelle zone meno favorite (Carso di Buie) si pratica diffusamente la pasto-

rizia, mentre le colture varie, specialmente il vigneto, trovano limitata sede nei lembi sparsi di « terra rossa », come nei fondi pianeggianti delle uvala e delle più ampie doline.

Coeve con la « terra rossa » sono da considerarsi anche alcune brecce ossifere contenute, quale materiale di riempimento, in piccole cavità carsiche (cava di Canegra presso Salvore). Non furono segnate sul foglio data la loro limitatissima o nulla superficie d'affioramento. Vengono di quando in quando scoperte incidentalmente nelle diverse cave di pietra in esercizio e tali rinvenimenti sono da considerarsi come fatti relativamente rari.

La « terra rossa » invece non contiene fossili, salvo qualche raro avanzo di animali recenti (ossa di mammiferi e resti di gasteropodi terrestri) che si rinvencono qua e là.

Sulla carta geologica sono state segnate soltanto alcune plaghe di « terra rossa » delle più produttive e più intensamente coltivate, ove il mantello terroso appare continuo e spesso.

Permeabilità: è impermeabile; ma essendo il mantello terroso per lo più discontinuo, assai sottile e qua e là frequentemente attraversato da condotti verticali comunicanti con accidentalità carsiche della roccia sottostante, non può impedire all'acqua di scendere assai rapidamente nelle infinite cavità del sottosuolo calcareo.

Usi pratici: nessuno.

15. - PLEISTOCENE - « Terra rossa » mista a sabbie eoliche.

E' una modesta formazione localizzata esclusivamente sulla Punta di Salvore, tra il piccolo seno omonimo e la località di Alberi, presso la sponda meridionale della Baia di Pirano. Il lembo ha una lunghezza di circa 3 km. e una larghezza massima di circa 300 m. La sua potenza massima è di 4 o 5 m. Il materiale sabbioso sciolto, di colore grigio-rossastro prevale nelle immediate vicinanze del mare, ove giace sui calcari a Rudiste e ad Ostrae del Turo-niano, violentemente battuti dalle onde. Man mano che ci si allontana dalla linea di costa, va prevalendo invece la « terra rossa », finchè si passa rapidamente a tipica « terra rossa » già a 300-400 metri dalla sponda. Data la natura e la posizione di questo deposito, è chiaro che il suo contenuto terroso è autoc-tono, salvo un rimaneggiamento in sito; mentre quello sabbioso è stato trasportato dal vento durante le fasi glaciali e soprattutto durante la glaciazione Würmiana, allorquando il fondo marino dell'alto Adriatico venne ad emergere fino alla latitudine di Sebenico (Dalmazia) in seguito a eustasi marina regressiva e a contemporaneo accumulo nella sinclinale adriatica di materiali fluvio-glaciali provenienti dalla cerchia alpina. Evidentemente si tratta di sabbia sollevata per deflazione dal fondo allora emerso del Vallone di Pirano, ove i venti del primo quadrante (soprattutto la bora) soffiano spesso con estre-

ma violenza. Oggi detto fondovalle tra Salvore e Pirano è sommerso a 20-30 metri sotto il livello medio marino, in seguito all'ingressione post-Würmiana che continua a manifestarsi anche oggidì sia pure molto attenuata, giacchè il livello marino s'innalza di 11 millimetri per ogni decennio.

Dal lato agricolo questo terreno si presta bene come la « terra rossa » alle più svariate colture, specie a quella dei cereali.

Fossili: come nella « terra rossa » con l'aggiunta di numerosi resti di *Truncatula*.

16. - OLOCENE - *Detriti di falda.*

Per lo più di piccolissima estensione, si trovano spesso accumulati ai piedi dei declivi calcarei come presso Basovizza, Bagnoli, San Dorligo della Valle, Castelvenero, a SO del Monte Spaccato presso la cava Faccanoni, ecc. Sono accumuli di pietrisco calcareo più o meno grossolano, talora sciolto, talora più o meno cementato a seconda dell'età, della situazione e delle condizioni del luogo. Sulla carta geologica furono messe in evidenza soltanto le due principali plaghe di accumulo: una notevole presso Bagnoli in Val Rosandra e un'altra assai più modesta a OSO di Basovizza sull'altipiano di Trieste. Trattasi in quest'ultimo caso, più che di un vero detrito di falda, di un ghiaione parzialmente cementato che trasse origine dallo sfacelo di un « campo car-

reggiato ». Ghiaie così derivate sono assai comuni sul Carso di Trieste e prima della loro cementazione assumono il nome locale di « Grisa »: tipiche formazioni esoclastiche, dovute all'azione dell'acqua e del gelo sui calcari fessurati affioranti.

17. OLOCENE - *Alluvioni recenti ed attuali.*

Costituiscono i fondivalle piani dei corsi d'acqua, specie di quelli più importanti come il Quieto, il Dragogna, il Risano e la Rosandra, per non dire dei moltissimi altri minori e dei rispettivi loro affluenti. Sono formati di argille talora un po' arenacee, derivate dal disfacimento e dall'alterazione chimico-meteorica delle marne ed arenarie eoceniche. Qualche lente ghiaiosa è stata riscontrata a mezzo terebrazioni soltanto nella Valle della Rosandra presso Zaule e nella vicina Valle d'Ospo (Noghere).

L'età di questi depositi alluvionali per quanto riguarda i materiali in superficie è sempre recente, postwürmiana, giacchè le analoghe formazioni precedenti sono state ovunque sepolte dal materiale recente ed attuale che di continuo va depositandosi in fondo alle valli specie alle foci dei corsi d'acqua. Si consideri inoltre che in seguito alla trasgressione eustatica postwürmiana e al bradisismo discendente, gli antichi piani alluvionali pleistocenici sono stati per lo più sommersi, mentre oggidì l'intenso fenomeno di sedimentazione in atto, sta continuamente gua-

dagnando sul mare con vasti e relativamente rapidi interramenti. Per il Quieto tale fenomeno ha corrisposto negli ultimi quattro secoli a un'avanzata di circa un chilometro per secolo.

Questi terreni, ove non siano impaludati, si prestano ottimamente ad ogni specie di coltura.

Permeabilità: nulla.

Usi: le argille migliori forniscono buon materiale per laterizi.

III.

TETTONICA

Cenni generali.

In tutto il territorio considerato, essa è in complesso semplice mancandovi fenomeni di carreggiamento e falde di ricoprimento.

Il settore dell'Istria montana (Ciceria) a SE della Rosandra fino al Quarnaro è certo il più ricco di accidenti tettonici e consiste in un'ampia onda orogenetica, complicata da un sistema di pieghe ravvicinate, molto accentuate, spesso infrante e talora rovesciate verso SE. Si hanno spesso anche considerevoli fatti secondari come piccole scaglie tettoniche, faglie e pieghefaglie. Ivi sono avvenuti pure vasti spianamenti ed altri fatti di erosione che hanno ridotto estese superfici a penepiano elevato, scendenti verso l'Istria vera e propria con alti e dirupati gradini; spesso tagliati a picco. Le pieghe maggiori, sfuggite all'abrasione, costituiscono per lo più vere catene montuose che subito al di là dei limiti del nostro foglio si spingono a oltre 1000 metri d'altezza. Esse sono orientate da SE a NO secondo l'andamento delle Dinariche.

Purtroppo causa le accennate condizioni dipendenti dalla guerra, non mi è stato possibile studiare

a fondo questa zona assai interessante, per cui debbo limitarmi ai suddetti cenni di carattere generale.

L'anticlinale del Carso Triestino a N del piccolo bacino eocenico in sinclinale di Occisla e a NO della Rosandra, rientra nel nostro foglio limitatamente con una parte della sua accentuatissima flessura marginale calcarea prospiciente il Golfo Triestino, alla quale si affianca la serie marno arenacea del settore triestino, tettonicamente assai corrugata, ripiegata, arricciata e fagliata per scivolamento lungo la superficie inclinata dei calcari.

Interessante è pure l'anticlinale ridotta a peneplano elevato del Carso di Buie, lunga una quarantina di chilometri e larga appena 3 o 4 chilometri. Essa è limitata ai due lati NNE e SSO da due flessure accentuatissime passanti per lunghi tratti a pieghe stirate e a pieghiefaglie, complicate qua e là da accidenti locali di carattere secondario.

Questa dorsale profondamente incarsita, separa la sinclinale di Capodistria-Trieste da quella di Buie-Pisino-Albona, le quali rimangono ancora comunicanti tra loro soltanto attraverso il ristretto settore in sinclinale di Pingente, ove la dorsale di Buie si attenua e piegando verso SE, passa sotto la copertura del Flysch.

Mentre la prima grande sinclinale, aperta verso il Golfo di Trieste può considerarsi quasi interamente compresa nell'ambito del nostro foglio, la seconda vi rientra soltanto in parte relativamente pic-

cola, con le zone eoceniche di Montona, Portole e Buie.

Il vasto settore calcareo dalla Valle del Quietto alla costa adriatica fin presso Umago, è da considerarsi tettonicamente come l'estremo NO della vasta anticlinale spianata che forma tutta l'Istria meridionale e occidentale (Istria rossa) culminante per così dire tra Parenzo e Rovigno, ove affiora il suo nucleo Titoniano messo a nudo da lunghi e ripetuti processi d'abrasione (vedi Foglio « Pisino »).

In conclusione, seguendo una linea ideale condotta da NE a SO attraverso l'area del nostro foglio, prescindendo da ondulazioni e fatti secondari svariati, abbiamo tre grandi pieghe positive, comprendenti due negative, che gli agenti esterni hanno ridotto di altezza ove più e ove meno.

Particolarità tettoniche più importanti.

Nel settore Triestino oltre alla già accennata flessura marginale dell'altipiano, è tettonicamente assai interessante la breve ma caratteristica e pittoresca Valle della Rosandra che nel tratto Botazzo-Moccò è aperta in una stretta sinclinale calcarea, recentemente ripulita del suo contenuto marno-arenaceo per opera erosiva dell'omonimo torrente. Nonostante il suo breve sviluppo in lunghezza, essa risulta complicata in modo singolare da faglie, pieghe

stirate, pieghe rovesciate e piccole scaglie tettoniche, lungo le quali si notano ancora striscie e lembi residui di Flysch, ora compressi, ora pizzicati (Faglia del Crinale, piega in parte rovesciata presso San Lorenzo con pizzicatura marno-arenacea, piega qua e là passante a scaglia tettonica fra San Lorenzo e Bortazzo, anticlinale presso Bagnoli, ecc.).

Degna di nota, nonostante la sua modesta estensione, è pure la sinclinale di Occisla, occupata da potente formazione marno-arenacea che costituisce il bacino collettore della Rosandra. Essa è limitata da fessure calcaree molto accentuate, qua e là complicate da accidenti di carattere secondario (semielissoide di Monte Stena, sinclinale Draga Sant'Elia, ecc.).

L' anticlinale calcarea di Buie, nota col nome di Carso di Buie presenta molti lati interessanti anche dal punto di vista tettonico oltre che dall'aspetto geomorfologico, paleoidrografico e carsistico. Lungo le sue già nominate fessure marginali accentuatissime, si notano spesso contatti anomali assai rilevanti dovuti a pieghe-faglie talora completamente rasate come presso Morno e Giurizzania a N e a NE di Umago, ove gli strati orizzontali del medio Cenomaniaco vengono a contatto con quelli in giacitura verticale del Turoniano. Fenomeno analogo si nota lun-

go la piega-faglia a O di Castelvenere specie presso Villa San Marco, in corrispondenza al poggio omonimo.

Contatti anomali tra gli strati del Flysch in situazione verticale e gli strati calcarei o dolomitici Cenomaniaci orizzontali, suborizzontali o variamente inclinati avvengono lungo la piega-faglia fra Tribano e Piemonte, ove si notano qua e là manifesti accenti di rovesciamento nella serie marno-arenacea, specie a N e a NE di Piemonte, ove le brecce nummulitiche intercalate alla base del Flysch appaiono in un tratto nettamente rovesciate verso S con angolo di 45° oltre la verticale (complessivamente 135°).

Accentuatissima la piega-faglia presso Santo Stefano ove è situata la ben nota omonima sorgente termale d'acqua solfidrica radioattiva.

Presso Grisignana, sul versante N della Valle del Quietto una scaglia tettonica determina la ripetizione del « Calcarea nummulitico principale » lungo un tratto di oltre 1 km. La stessa scaglia si prolunga passando a faglia, che tosto si estingue presso la chiesetta di San Pietro, dopo aver assunto il massimo sviluppo a S di Castagna.

Nel settore calcareo tra la bassa Valle del Quietto e la costa di Umago risulta di particolare interesse anzitutto la faglia di Daila, diretta da E a O, la quale

dà origine a contatti anomali tra il medio Cenomaniano, il Turoniano (Calcarei a Rudiste e ad Ostree) e locali piccoli lembi relitti del medio Luteziano (« Calcare nummulitico principale »).

Notevoli pure in questo settore i numerosi, piccoli lembi relitti luteziani trasgressivi sul Cretaceo, disseminati sulla superficie di spianamento senoniana e spesso in condizioni di avanzato sfacimento.

Nella grande sinclinale Trieste-Capodistria osserviamo in seno alla serie del Flysch varie ondulazioni talora molto accentuate.

Prescindendo dai fatti notevolissimi già attribuiti in precedenza allo scivolamento delle marne delle arenarie lungo la flessura calcarea dell'altipiano carsico di Trieste, segnaliamo una piega a ventaglio piuttosto complessa, messa a nudo dall'abrasione marina in atto, in corrispondenza al promontorio di Punta Prete presso la Madonna di Strugnano. Tale turba si può seguire verso E per circa 3 km. attraverso la campagna ondulata.

L'affioramento di calcare eocenico presso Isola d'Istria è un nucleo di anticlinale messo a nudo dall'erosione marina e torrentizia che vi ha distrutto la potente copertura di Flysch.

La Valle del torrente Cornalunga presso Capodistria segue l'asse di una notevolissima anticlinale

diretta da E a O, profondamente incisa dal torrente stesso. Il Monte Poiana (m. 405 circa) tra il passo di Monte Toso (La Crosera) e il caseggiato di Balici, ne forma l'ala meridionale, mentre quella settentrionale si sviluppa a N del Cornalunga ove spesso si osservano allineamenti di strati in situazione verticale, come presso Sant'Ubaldo, ove un bancone di breccia nummulitica, isolato dall'erosione, sporge dal Flysch a guisa di un muraglione in rovina.

Turbe considerevoli nel Flysch e nei calcari si notano pure presso San Servolo, Ospio, Covedo, Toppolo in Belvedere ecc.

La tettonica del complesso marno-arenaceo a S del Carso di Buie, facente parte della grande sinclinale Buie-Pisino-Albona (se si prescinde dai già citati disturbi marginali lungo la linea di contatto con i calcari specie fra Tribano e le Terme di Santo Stefano) è in generale assai regolare e tranquilla. In estesi settori prevale infatti l'orizzontalità, mentre in altri gli strati presentano soltanto lievi pendenze o ondulazioni di nessun conto. Non vi si osservano nemmeno turbe per scivolamento.

IV.

EVOLUZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

La configurazione superficiale dell'area compresa nel foglio di Trieste, come quella dell'Istria in generale, oltre ad essere influenzata dalla diversa natura fisico-chimica delle due principali formazioni geologiche largamente rappresentate (calcarea e marno-arenacea), risente nelle sue grandi linee delle molteplici fasi di regressione e trasgressione, cui fu soggetta la regione, contrassegnate da più o meno lunghi periodi di continentalità e accompagnate da imponenti fenomeni di spianamento che si sono svolti a più riprese dal Cretaceo in poi. Durante la grande regressione e successiva trasgressione sul finire del Cretaceo (trasgressione Senoniana), tutta la Istria fu ridotta a penepiano da prolungate azioni d'abrasione marina combinate ed alternate con intensi processi d'erosione fluvio-atmosferica. In tale epoca la regione fu pure teatro di un carsismo assai esteso, accompagnato da fenomeni pedogenetici da cui trassero origine le bauxiti senoniane.

Le prime pieghe dell'Istria furono in tale epoca del tutto abrase probabilmente già nel corso della loro lenta formazione. Così l'anticlinale di Buie, già

nettamente delineata sul finire del Cretaceo, come il lieve ma vasto abbozzo di anticlinale che corrispondeva all'attuale Carso Triestino e dell'Istria montana, nonchè il vasto ellissoide con nucleo titonico tra Rovigno e Parenzo, furono ridotti ad un unico penepiano congiunto con la regione balcanica, essendovi incluse le isole istriane e la Dalmazia. L'ingressione che ebbe luogo a fine Cretaceo trasformò questo penepiano incarsito in una bassa terra acquitrinosa che tale rimase durante lo Spilecciano. Tosto una più estesa e decisa ingressione la sommerse del tutto a fine Spilecciano.

Nel Lutenziano inferiore riprende la sedimentazione calcarea in regime prettamente marino.

Nel Luteziano medio pel ridestarsi di notevoli spinte orogenetiche, tutto il rigido basamento calcareo si corruga nuovamente, per lo più secondo le citate pieghe già abbozzate durante l'alto Cretaceo, e le sinclinali rigenerate vanno via via accogliendo la serie del Flysch. Il fenomeno si ravvisa nettamente lungo notevoli tratti delle pieghe marginali, specie ai lati della dorsale di Buie.

Così a cominciare quasi dal principio del Luteziano medio, mentre si approfondiscono le sinclinali, si innalzano e spesso emergono le anticlinali che perciò ridivengono teatro di nuovi processi abrasivi marini e fluvio-atmosferici, con conseguente formazione di brecce e conglomerati vari (brecce nummulitiche poligeniche interstratificate tra le marne e arenarie del Luteziano). Poi per tutto il

resto dell'Eocene il regime marino va affermandosi sempre più nettamente e più ampiamente: cessano le temporanee emersioni delle anticlinali e il Flysch copre infine tutta l'Istria.

Durante l'orogenesi oligocenica che interessò in modo particolare la regione dinarica, si verificarono con molta probabilità quegli scivolamenti del complesso marno-arenaceo (mentre esso era ancora in via di sedimentazione) lungo la flessura del Carso di Trieste, dai quali ebbe origine il multiforme e capriccioso ripiegamento e arricciamento del Flysch, complicato da trasgressioni, scorrimenti, faglie ecc. cui abbiamo già accennato.

Più tardi al principio del Miocene, troviamo di nuovo la regione quale bassa terra appena emersa, percorsa da una ricca idrografia superficiale, periodicamente divagante, che accentua via via lo spianamento iniziale attribuibile a un lungo processo di abrasione marina, svoltosi durante la fase di regressione oligocenico-miocenica.

Nel basso Miocene va scomparendo il mantello marno-arenaceo come pure la copertura calcarea eocenica dalle anticlinali calcaree precedentemente spianate, e si svolge con ciò un processo di esumazione su vasti tratti, della antica superficie peneplanizzata del Senoniano, in parte ritoccata nel Lutetiano. La potente serie del Flysch e dei calcari eocenici permane tuttavia nelle profonde sinclinali che abbiamo già visto rigenerarsi ed accentuarsi durante l'Eocene.

In tal modo per opera della predetta idrografia superficiale, si genera il nuovo e ben noto penepiano miocenico intravvisto e descritto dal Krebs, i cui lineamenti fondamentali, tuttora ben visibili e improntati su vasti tratti alla precedente superficie di spianamento del Senoniano, informano l'attuale morfologia dell'Istria.

Tosto il suolo si solleva ulteriormente e di conseguenza l'idrografia epigea s'impoverisce sulle superfici calcaree per copiosi spandimenti d'acqua attraverso le infinite diaclasi e fessure delle masse rocciose. Nel contempo vanno delineandosi e approfondendosi considerevoli solchi vallivi in tutta la regione, sia nei terreni del Flysch che in quelli calcarei e con ciò, sul finire del medio Miocene, il penepiano del Krebs risulta già notevolmente inciso e intaccato.

Nel Tortoniano e maggiormente nel Pontico, il diastrofismo alpino ha una più netta ripercussione sulla regione e vi determina un movimento epirogenico positivo che la solleva decisamente sul livello del mare: i solchi vallivi si approfondiscono maggiormente, s'intensifica il fenomeno carsico, l'idrografia epigea s'impoverisce ancora e infine scompare per carsismo delle superfici calcaree, ove vi rimane a sua testimonianza fino ai nostri giorni una rete più o meno marcata, più o meno evidente di alvei abbandonati.

Sul finire del Miocene, come al principio del Pliocene la linea di costa si spingeva molto più a oc-

cidente dell'attuale e tutto il territorio era più elevato sul livello del mare di quanto lo sia oggidi.

Successe tosto un lento movimento negativo del suolo che oggi permane attenuato a Trieste (0.6 cent. per decennio), mentre a Pola, presso l'asse tettonico-morfologico della penisola d'Istria, diretto da N a S si è notato un movimento positivo di cm. 1.5 per decennio (vedi Polli op. cit.) che forse sta in relazione con il permanere di una tendenza al corrugamento della regione secondo le attuali pieghe tettoniche (vedi d'Ambrosi op. cit.).

Concludendo, attraverso questa lunghissima fase di continentalità, che possiamo definire come aquitaniano-attuale, la nostra zona, come l'Istria in generale, è andata via via assumendo il suo aspetto odierno, principalmente ad opera dell'erosione fluvio-atmosferica, del carsismo, di ripetute spinte orogenetiche, di fenomeni bradisismici ed ultimamente anche ad opera delle oscillazioni eustatiche conseguenti alle espansioni glaciali.

V.

ASPETTO MORFOLOGICO ATTUALE

Notiamo attualmente tre principali territori profondamente incarsiti, tra i quali sono compresi due principali e vasti territori marno-arenacei.

I) La zona Calcarea a NE, che fa parte dell'Istria montana (« Istria bianca ») è un tipico altipiano carsico elevato (400 - 600 m.), percorso da allineamenti di colline e poggi che, come si è già accennato, oltre i limiti del nostro foglio assumono verso SE lo aspetto di vere catene montuose con numerose vette superanti i 1000 metri (Monti Vena e Monti Caldiera) e culminanti nel Montemaggiore (1369 m.).

L'aspetto di questo altipiano è assai aspro per intenso carsismo tuttora in atto, che presenta la gamma più completa dei fenomeni carsici superficiali e profondi.

II) La zona calcarea di Buie è un pianoro a superficie leggermente ondulata, pure assai aspra per carsismo, che da un'altezza di 475 m. (Monte San Girolamo presso Stridone) scende con lieve inclinazione verso il mare di Salvore, ove finisce con un modesto gradino litoraneo d'abrasione alto da 5 a 10 metri sul mare.

III) La terza zona carsica, la quale occupa il settore SO del foglio. tra la bassa Valle del Quietto e la costa marina, ha nel suo insieme aspetto assai ridente, ben diverso dalle due prime. Mollemente ondulata, coperta di « terra rossa », per lo più intensamente coltivata, ricca di vegetazione scende da E a O con lieve pendenza da quote di 130-140 m., quali si riscontrano presso Verteneglio e Villanova del Quietto, fino al mare ove s'immerge con dolcezza, salvo un piccolo gradino litoraneo alto 2-3 m.

Per l'intenso caratteristico rosseggiare della sua terra, questa plaga fa parte della già menzionata « Istria rossa » (1).

Alla nota morfologia superficiale delle zone carsiche, ricca di doline, uvala, pozzi ecc. di cui certe plaghe sono addirittura crivellate, fa riscontro una morfologia interna ipogea, in continuo sviluppo e trasformazione per azione meccanica e chimica mul-

(1) A proposito dei nomi già citati d'Istria bianca, d'Istria verde, e d'Istria rossa e del loro significato, è bene precisare, che l'Istria montana (Ciceria), viene talvolta definita anche come « Istria grigia » per la tinta grigio-chiara assunta superficialmente dai calcari affioranti, in seguito ad alterazione atmosferica. Le verdeggianti zone del Flysch, nonostante il colore grigio-giallognolo chiaro dei loro terreni, cosiddetti bianchi, corrono localmente anche sotto il nome d'Istria bianca o semplicemente « terra bianca », in contrapposizione con la « terra rossa », mentre non ci sono sinonimi che definiscano in modo diverso d'« Istria rossa » le plaghe cui la « Terra rossa » dà il tono cromatico predominante e inconfondibile.

tiforme e complessa delle acque che penetrate nelle infinite diaclasi, litoclasie e leptoclasie dei calcari, nonché tra i loro giunti stratigrafici, hanno creato e continuano a creare per erosione e corrosione quel complesso e affascinante mondo carsico sotterraneo che è vasto e difficile campo della speleologia esplorativa e scientifica.

Le plaghe marmo-arenacee, la cui rigogliosa vegetazione ha procurato loro nell'insieme il nome « d'Istria verde », data l'impermeabilità del terreno, sono beneficate di una considerevole idrografia superficiale, la quale, intaccando profondamente la superficie di peneplanizzazione miocenica ha rimodellato il suolo e vi ha creato una morfologia quanto mai varia, capricciosa e pittoresca tutta a colline, poggi, valli, vallette, canali e calanchi: un insieme delizioso, fresco di ricca vegetazione.

Attraverso quest'amenità ondeggiare di colli, scorrono in profonde vallate, talora incidenti anche il basamento calcareo, i maggiori corsi d'acqua della zona, dagli ampi fondivalle alluvionali piani, intensamente coltivati (Dragona, Cornalunga, Rissano) o in via di bonifica (Quietto, Torrente d'Ospo, Rosandra).

Vivissimo e caratteristico è il contrasto di forme e di colori che si ammira lungo le linee di contatto dei calcari con il Flysch, linee le quali si sviluppano per decine e decine di chilometri ai margini delle sinclinali. Il contrasto è dovuto non solo alla netta diversità litologica e al conseguente diverso

comportamento delle rocce rispetto agli agenti modellatori esterni, ma anche ai già citati fatti tettonici (flessure marginali, con stiramenti, pieghe-faglie ed altri particolari).

In evidente armonia morfologica con le zone ora descritte stanno gli aspetti tra loro assai diversi dei tratti di costa che vanno da Trieste a Punta Salvore e da Punta Salvore a Daila.

La costa fra Trieste e Punta Salvore è di tipo per lo più alto. Essa è caratteristica per tre ampie baie dette localmente « Valloni » (di Muggia di Capodistria e di Pirano). Corrispondono queste baie alle profonde vallate dei tre principali corsi d'acqua dell'Istria settentrionale e rappresentano geneticamente le loro parti più basse invase dal mare in seguito alla trasgressione postwürmiana. Queste tre baie, espressioni morfologiche di un territorio a colline elevate, sono separate da prominenze peninsulari si protendono per alcuni chilometri verso NO, spingendo in mare alti e ripidi promontori marnoarenacei, rimodellati dall'abrasione marina, dall'erosione d'acque vaganti e da piccoli temporanei rigagnoli (Punta Sottile, Punta Grossa, Punta di Strugnano, Punta di Pirano).

Presso Salvore, tra la baia di Pirano e il seno di Zambratta, l'andamento e la forma della costa lasciano trasparire la chiusura ad ellissoide della anticlinale semi abrasa di Buie, svelata dalla giacitura degli strati cretacei.

A S di Zambratta la costa fattasi rapidamente di tipo piuttosto basso, è invece tutta un susseguirsi di piccole insenature (vallette, valli e porti) e di modeste prominenze (punte o puntuali); un insieme caratteristico e riposante di minuti particolari, improntato alle forme di dettaglio del corrispondente immediato retroterra costiero.

VI.

IDROGRAFIA, PALEOIDROGRAFIA,
CARSISMO

Come è noto, i terreni del Flysch, sono da considerarsi praticamente impermeabili. Anche se interessati da fatti tettonici importanti, le eventuali fratture e discontinuità in essi prodottesi, sono prontamente obliterate in conseguenza dell'elevato contenuto argilloso. E' da notare inoltre che per effetto delle pressioni orogenetiche i terreni marno-arenacei, data la loro costituzione fisico-chimica, vanno soggetti a deformazioni relativamente facili e di carattere in prevalenza plastico.

Del tutto diverso è invece il comportamento delle rigide compagini stratigrafiche calcaree che allorché le pressioni sono tali da superare l'alto coefficiente di resistenza della roccia, subiscono deformazioni di tipo prevalentemente clastico, fratturandosi intensamente. E' appunto per effetto di questa fratturazione, talora molto fitta, che la massa calcarea diviene permeabile. Tosto le acque meteoriche, chimicamente attive per il loro contenuto in CO_2 , vanno ad esercitare sulla roccia, come nel suo

interno, il loro considerevole potere chimico solvente e meccanico. Fratturazione, corrodibilità chimica e solubilità del calcare sono perciò le condizioni prime a cui è legato indissolubilmente il carsismo sia nella genesi, sia nel successivo, multiforme sviluppo. In conseguenza di ciò, l'originaria idrografia epigea scompare del tutto dalle superfici calcaree e si trasforma in idrografia profonda, ipogea. Sui terreni marno-arenacei essa permane invece ricca così, come abbiamo avuto occasione di accennare in precedenti capitoli.

I corsi d'acqua che rigano il suolo marno-arenaceo, traggono origine talvolta da considerevoli risorgive carsiche sgorganti ai piedi degli altipiani come il Quietò, il Risano e il torrente d'Ospo (¹). In molti casi però essi non hanno sorgente vera e propria, ma si formano e vanno via via acquistando insensibilmente volume raccogliendo le acque stillanti dalle marne e dalle arenarie, quali il Dragogna, il Cornalunga ecc.

Abbiamo detto che i terreni marno-arenacei so-

(¹) E' da notarsi che il Quietò il quale attraversa in parte il bacino marno-arenaceo Buie-Pisino-Albona e in parte anche terreni calcarei profondamente incisi da esso medesimo, ha la sua risorgiva d'origine presso Pingente e cioè fuori del limite E del nostro foglio. Il classico Timavo invece, non compreso nel territorio descritto, ma alimentato in parte dalle acque del Carsò di Basovizza, Corgnale, Gropada e Monte Castellaro, ha le sue copiose risorgive tra Duino e Monfalcone (San Giovanni di Duino), nel territorio del foglio Gorizia.

no da considerarsi come praticamente impermeabili; è bene però chiarire il significato di questa espressione condizionata che già per se stessa esclude una impermeabilità totale, assoluta. Infatti una certa quantità d'acqua riesce sempre a penetrare per capillarità, per imbibizione o assorbimento anche nella massa stratificata del Flysch. Essa poi ne esce formando piccole sorgentelle o dando luogo a semplici stillicidi lungo i versanti delle colline in punti diversi e a quote varie, ove la presenza e l'affiorare di strati ancor meno permeabili creano le condizioni a ciò necessarie. Un gran numero di queste sorgentelle dalle acque fresche e pure, perfettamente filtrate, che hanno considerevole importanza per gli usi locali, sono disseminate un po' dovunque e nel modo più capriccioso in queste zone marno-arenacee. Alle volte sono i banchi di calcare brecciato nummulitico intercalati tra quelli marnosi e arenacei, come pure il Calcare nummulitico principale su cui poggia la serie del Flysch che funzionano da orizzonti raccoglitori, e in tali casi si hanno talvolta sorgenti considerevoli come quelle di Momiano e Merischie.

Non tutti i corsi d'acqua del Flysch trovano modo di raggiungere direttamente e superficialmente il mare, giacchè parecchi di essi incontrando affioramenti di roccia calcarea incarsita, vi si sprofondano improvvisamente entrando in tipici inghiottitoi attivi e contribuiscono con ciò all'arricchimento dell'idrografia epigea carsica. Così avviene in modo caratteri-

stico lungo il limite NNE del Carso di Buie nel tratto Momiano-Brazzana, ove numerosi torrenti e rigagnoli, tra cui i torrenti di Stridone, di Ceppi di Sterna, di Bazuia ecc. scompaiono nella maniera accennata. Identico fenomeno si ripete, sia pure in maniera meno appariscente, lungo il limite SSO dello stesso Carso di Buie nel tratto Villa Vardabasso-Piemonte, come presso Portole. Il fiume Quietto e il suo affluente di destra, torrente Brazzana, data la loro considerevole portata e forza erosiva, sono invece riusciti a tagliare l'anticlinale di Buie che ora attraversano incassati in due profonde ed anguste vallate di erosione senza scomparire nel sottosuolo, ma anzi drenando dalla base del Carso l'importante e copiosa risorgiva di Santo Stefano sita a breve distanza dalle omonime terme. Fatto analogo può essere attribuito alla Rosandra che incassata in una profonda vallata tra ripide pareti talora verticali attraverso il Carso Triestino tra Botazzo e Bagnole, drena dal Carso di San Servolo la notevole sorgente di Bagnole proprio al limite tra calcare e Flysch.

L'idrografia odierna dell'Istria in generale, come della nostra zona in particolare, trae origine da una paleoidrografia precarsica del tutto diversa dall'attuale.

All'inizio del Miocene, riemersa la regione dal mare, essa si presentava con una idrografia del tutto superficiale che si può presumere come periodicamente divagante: era il principio della « fase precarsica ». Successivamente si affermarono dei corsi d'acqua considerevoli lungo determinate linee le cui tracce sono ancora visibili. Alcuni si mostravano particolarmente legati alla tettonica, con carattere di « corsi d'acqua marginali », giacchè scorrevano lungo i margini delle grandi sinclinali seguendo per tratti, spesso lunghissimi, l'andamento delle relative flessure. Il più importante di questi nasceva probabilmente presso Lupolano a SE di Pinguente e seguendo grosso modo il margine dell'attuale altipiano dell'Istria montana, entrava nell'area del nostro foglio a NO di Pinguente. Un tratto del suo alveo abbandonato si delinea nettissimo su una lunghezza di circa 6 km. tra San Quirico e Gracischie. Il proseguimento dello stesso alveo sia pure frazionato o sventrato da successive erosioni, s'intravede accompagnato da terrazzamenti più a N presso Covedo, San Sergio e Antignano, sempre corrispondenti all'altezza del Ciglione dell'alto Carso istriano.

Lungo le due flessure del Carso di Buie ai limiti tra Flysch e calcare, sono nettamente visibili i solchi abbandonati per carsismo di altri due notevoli corsi d'acqua scorrenti parallelamente da ESE a ONO.

Risponde in parte alla regola dei corsi d'acqua marginali il paleofiume che dal Solco di Castelnuovo

entrava nell'area del nostro foglio presso Cosina e si portava fino a Basovizza scorrendo al margine della sinclinale di Occisla per proseguire parallelamente all'orlo del Carso lungo il Solco Basovizza - Padriciano - Trebiciano - Aurisina. Questo nel tratto a valle di Basovizza fu pure, per un certo periodo antica via epigea del Paleotimavo il quale vi affluiva attraverso la Soglia M. Concusso-M. Gaia.

Tra gli antichi fiumi non marginali della nostra zona possiamo annoverare il Paleoquieto che in origine assieme alla Brazzana (affluente di destra) e al Botonega (affluente di sinistra), traeva origine a O dello spartiacque, attualmente in parte demolito, Monte presso Pregara (m. 474), Monte Ranizza (m. 478), Monte San Giorgio (m. 416) e proseguiva a SE fuori del nostro foglio verso M. S. Antonio (m. 505). Sempre a O dello stesso spartiacque che si prolungava verso N traevano origine il Paleodragogna, il Paleocornalunga, il Paleorisano, il Paleotorrente d'Ospo e il Paleorosandra, con gran parte dei loro affluenti. Affluente di sinistra del Dragogna era in tale epoca anche lo scomparso torrente, già menzionato, al margine NNE del Carso di Buie.

Questo è lo schema della paleoidrografia corrispondente al lungo periodo della « fase precarsica ». Entriamo quindi lentamente attraverso varie vicende nella « fase carsica iniziale » che va dai primi spandimenti dei paleofiumi epigei, fino alla loro scomparsa dalle superfici calcaree affioranti. Durante questa fase, gli spandimenti avvenivano per lo

più attraverso le alluvioni dei paleofiumi e ad essi vanno attribuiti certi tipici allineamenti di grandi doline che si osservano lungo il fondo degli attuali alvei abbandonati.

La fase carsica iniziale è indubbiamente dovuta a un sollevamento del suolo istriano durante il medio Miocene, sollevamento non regolare e continuo, ma a carattere oscillatorio, in relazione con lo alternativo spegnersi e ridestarsi delle spinte orogenetiche. Si hanno di conseguenza interruzioni e riprese del fenomeno carsico iniziale con relative deviazioni di alcuni paleofiumi, specie del Paleotimavo che prima della sua totale scomparsa nella Grotta di San Canziano, mutò più volte alveo (Solco di Bassovizza-Trebbiano-Aurisina, Solco di Lipiza-Soglia di Corgnale, Solco di Sesana, Solco di Brestovizza). A fine Miocene, il deciso sollevamento Tortoniano-Pontico segnò il definitivo inabissamento della paleoidrografia epigea dei nostri territori calcarei, e nel contempo anche l'esaurimento della fase carsica iniziale. Si entrò così nella « fase a carsismo maturo » che è ancora oggi viva e in atto con tutta la vastissima e multiforme gamma dei fenomeni spesso grandiosi ed imponenti ad essa relativi e sempre in via di sviluppo e di evoluzione per effetto dell'« erosione diretta » e dell'« erosione inversa ». A questi due tipi fondamentali di erosione si deve infatti la gamma dei fenomeni carsici in generale e cioè la genesi dei fusi, doline, pozzi, cavità semplici e composte, gallerie e pseudogallerie, inghiottitoi diretti e

inghiottitoi retroversi ecc., il tutto complicato da fenomeni di senilità e da fenomeni di ringiovanimento (1).

Dall'alto Miocene in poi anche la paleoidrografia dei terreni marno-arenacei subì radicali trasformazioni. Il paleofiume che abbiamo visto scorrere presso il margine dell'alto Carso istriano raggiunto dall'erosione regressiva del Quieto, della Brazzana, del Risano, del Torrente d'Ospo e della Rosandra, fu spezzettato, catturato, annullato e lo stesso suo alveo, con l'estendersi e l'approfondirsi delle valli nei terreni del Flysch, fu in gran parte distrutto. In compenso i bacini imbriferi dei predetti corsi di acqua assunsero maggior estensione ed attraverso fatti secondari, alle volte abbastanza complessi, giunsero all'assetto attuale.

Per quanto riguarda l'odierna idrografia ipogea delle zone carsiche, si può dire in generale ch'essa è praticamente condizionata dal livello dell'acqua di fondo, conforme la nota teoria di Grund. Ci sono in verità numerose eccezioni che però nel complesso confermano la regola; eccezioni di cui è necessario tener conto volta per volta e ricercarne le cause.

In generale le acque meteoriche cadute sulle superfici calcaree, come quelle di provenienza allotona, cioè immesse da corsi d'acqua epigei giungenti dal Flysch al calcare permeabile, vi si sprofon-

(1) Vedi elenco bibliografico, con particolare riguardo al lavoro di W. Maucci sull'erosione inversa.

dano e vanno ad arricchire l'acqua di fondo, la quale riempie fino a un certo livello le infinite diaclasi, litoclasti e cavernosità varie della massa calcarea carsificata. Il Carso quindi, fino a tale livello, che varia da punto a punto e da stagione a stagione a seconda della piovosità e del grado diverso di vascolarizzazione del suolo, si comporta in certo qual modo, come un bacino idrico ipogeo: un serbatoio più o meno frazionato, a compartimenti intercomunicanti, il cui eccesso d'acqua esce alla base delle masse calcaree lungo la linea di costa al livello del mare o talora sotto, nonchè lungo le linee di contatto dei calcari con i fondivalle piani, alluvionali e impermeabili. Nel caso nostro: linee alla base dei versanti calcarei della Valle del Quietò, del versante S della bassa Dragogna tra Castelvenere e il mare, settore della risorgiva del Risano, fondo della Valle del Torrente d'Ospo presso la sua risorgiva e fondo della Val Rosandra presso Bagnole. Si tratta di un gran numero di risorgive, spesso di portata considerevole, che funzionano da sfioratori e la cui stessa ubicazione può essere citata a conferma della teoria secondo la quale i corsi d'acqua sotterranei sono da considerarsi come correnti della stessa acqua di fondo, al di sopra della quale, in una zona a carsismo maturo, non possono esistere di regola nè perenni corsi di acqua sospesi, nè risorgive.

Interessa rilevare inoltre che le masse carsiche, immagazzinando ingenti quantità d'acqua in periodi d'alta piovosità esercitano un considerevole potere

regolatore che riduce talora fortemente gli sbalzi di portata delle risorgive, relativi alle stagionali, fortissime, variazioni pluviometriche della nostra regione.

Sebbene le acque carsiche siano facilmente inquinabili dall'esterno e nelle vaste e complesse cavernosità intercomunicanti della roccia manchino materiali disposti a filtro naturale, tuttavia esse permanendo talora anche lungamente nel sottosuolo, vanno soggette a un processo non trascurabile di purificazione o autodepurazione per decantazione, ossidazione ecc. Essendo però tale processo naturale quanto mai incostante e variabile a seconda delle condizioni generali assai mutevoli dell'ambiente epigeo, specie di quelle pluviometriche, non sarebbe prudente usare le acque di provenienza carsica a scopi d'approvvigionamento idrico, senza sottoporle ad adeguati procedimenti di potabilizzazione e a costante, severo controllo chimico-batteriologico.

VII.

MINIERE, MINERALI, CAVE

La zona corrispondente al nostro foglio è scarsa di minerali e due sole varietà degli stessi hanno un certo valore economico: le *bauxiti* e le *ligniti*. Numerose sono invece le cave di pietra calcarea e di arenaria, aperte un po' dappertutto, alle quali sono da aggiungere alcune cave di argilla da laterizi e di marna da cemento (Monte San Pantaleone - Trieste) di recente utilizzazione.

Le *bauxiti*, cui abbiamo già in parte accennato, sono contenute in cavità di antica origine carsica. Non hanno composizione chimica definita e costante ma pare risultino quali masse colloidali di idrossido d'alluminio ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) con quantità variabili di idralgite ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), diasporo e molte impurezze varie.

Sono per lo più di aspetto e consistenza litoidi, spesso però si presentano quale materiale friabile o addirittura terroso. Talora hanno struttura parzialmente pisolitica, assai di raro oolitica. Il colore è variabile; ma prevale in modo assoluto quello rosso mattone carico. Non mancano le varietà gialle o

giallo-ocra, e sono pure presenti quelle azzurrognole o violacee (*bauxiti piritose*). La loro composizione chimica variabile da giacimento a giacimento ed anche da luogo a luogo nello stesso giacimento è in media la seguente: Si O_22-6-%, $\text{Fe}_2 \text{O}_3$15-20 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$50-60 %, H_2O12 % circa. Il peso specifico s'aggira intorno a 2.5. Alcuni giacimenti (Verteneglio) hanno *bauxiti a facies ferriera*.

Il materiale è contenuto in sacche per lo più caliciformi, superficiali, di piccole dimensioni, del diametro di solito non superiore ai 20 metri e di profondità circa eguale, con poche migliaia di tonnellate di materiale utile per ciascuna (da 6 a 15 mila tonnellate nei casi più favorevoli). Il materiale giallo è frequente nelle parti periferiche delle sacche mentre quello rosso si concentra nell'interno. La massa presenta di solito una certa zonatura grossolanamente concentrica. Sacche abbastanza numerose, in gran parte già sfruttate sono distribuite presso Portole, Stridone, Santo Stefano, Marussi, Castelvenere, Venella, Vardabasso, Gambozzi, Petrovia, Verteneglio, Villanova del Quietto ecc. Esse sono tutte legate alla fase di continentalità senoniana (trasgressione senoniana). Rappresentano una buona materia per l'estrazione dell'alluminio e si prestano ottimamente alla fabbricazione del cemento fuso.

Nei secoli scorsi, dalle *bauxiti* estratte da giacimenti sotto copertura di calcare eocenico lungo i versanti della Valle del Quietto a E di di Santo Stefano, tra Montona e Pingente, veniva fabbricato lo

allume. Nella località Miniera San Pietro esistono ancora i resti di tale fabbrica.

Lignite. Si trova esclusivamente nell'orizzonte spilecciano, alla base dell'Eocene, con origine e proprietà identiche al noto carbone di Albona (Arsia). Per la sua composizione questo carbone può essere considerato prossimo al litantrace, mentre per la sua età è una lignite. Trattasi di un carbone bituminoso a fiamma lunga. La sua composizione è circa la seguente: C....65-70 %, H....4.6-5.6 %, O...14 %, N. 1-7 %, H₂O....3 %, S....8-9 %, ceneri 10.5-10.8 %, calorie 6500-7000. Affiora raramente in lenti e straterelli di nessuna importanza pratica ai margini delle sinclinali eoceniche. Strati o lenti utilizzabili si trovano in profondità e sono svelati a mezzo sondaggi. L'unico giacimento sfruttato nell'immediato anteguerra e durante la guerra, ora abbandonato, si trova nel sottosuolo Sicciole a 240 m. circa di profondità.

Silice. Finora non sono stati scoperti nella zona che stiamo illustrando giacimenti di quarzite pulverulenta (*Saldame*) simili a quelli ricchi e numerosi inclusi nel Cenomaniano dell'Istria meridionale. La sua presenza nella nostra zona non ha importanza e va segnalata solo come indizio. Essa è di tipo compatto, in lenti, straterelli e noduli inclusi nei calcari cenomaniani corrispondenti stratigraficamente agli orizzonti siliciferi dell'Istria meridionale. Variamente colorata in bianco, gialliccio, roseo, bruno, ecc.

talvolta a struttura fibrosa, ricorda spesso il calcedonio e sue varietà.

E' frequente negli affioramenti Cenomaniani del Carso di Buie.

Selce d'origine organica colorata in rosso carnicino, roseo, giallognolo, biancastro ecc. si rinviene qua e là inclusa negli strati calcarei del Turoniano sotto forma di noduli, lenticelle e piccoli arnioni (Carso di Buie presso Lonzi, Boscare, Stridone ecc. e presso Cittanova d'Istria in località Stanzietta).

Limonite. Accompagna comunemente i giacimenti di bauxite specie quelli a facies ferrifera dai quali deriva per l'azione dilavatrice di acque vadose. Si rinviene in forma di pisoliti e noduli tra la « terra rossa » delle zone bauxitifere, talora assieme a noduli di ematite, raramente in piccoli ammassi o in esigui giacimenti di aspetto pseudofiloniano (Valle della Brazzana presso Pietrapelosa). Talora si rinviene anche nelle marne eoceniche in varie località (Specie presso Matterada), pseudomorfa su cristallini di pirite, dai quali è derivata per ossidazione ed idratazione della pirite stessa.

Pirite. In piccoli cristalli abbastanza frequenti entro le marne eoceniche.

Argilla. Buona per la fabbricazione di laterizi abbonda nei terreni alluvionali, derivata dalle marne eoceniche per disfacimento, alterazione chimico-teorica, rimaneggiamento e risedimentazione

Valle del Quietto, Valle di Sicciole, Isola d'Istria, Valle del Risano, della Rosandra, ecc.

Marna. E' frequente in modo particolare alla base del Flysch (Marna a Cancer e Marne cerulee). Le marne cerulee, abbondantissime (*tassello*) convenientemente corrette con pietra calcarea possono fornire un ottimo materiale da cemento (cave di marna del Monte San Pantaleone, zona industriale di Trieste e vicine cave di calcare presso Cattinara).

Arenarie (Masegno). Assai diffuse nel settore di Trieste sono estratte da numerose cave (Albaro Vescovà, Muggia, Barcola ecc.) e danno buon materiale da costruzione e da lastricato.

Calcari. Estratti in grande quantità da orizzonti litologici diversi nei punti più svariati del territorio in oggetto, forniscono la pietra da costruzione più comune e più usata nell'edilizia locale. Molte varietà si prestano bene quali pietre da ornamento ed hanno fornito in passato a più riprese materiale d'esportazione di notevole pregio.

a) *Cave di Grisignana presso Marussi.* Si tratta di una serie di cave che coltivano tutto un complesso di strati calcarei appartenenti al Turoniano e che rappresenta in gran parte il cosiddetto « Calcare inferiore di Aurisina » con facies particolare variante entro limiti alquanto larghi. E' costituito per lo più di brecchie a grana minuta, talora minutissima, derivate dalla solida cementazione di frammenti di Radioliti,

Ippuriti, Condrodonte ecc. Forma talora banchi assai potenti (5-6 e più metri). La roccia è comunemente di color bianco latteo o biancastro.

b) *Cave di Santo Stefano presso le terme.*

Sviluppate in sotterraneo a metà versante della Valle del Quietto presso le Terme di Santo Stefano, permettono la coltivazione di alcuni banchi di brecchia calcarea intercalati nella serie turoniana. Appartengono anch'essi al Calcare inferiore di Aurisina come i precedenti con la differenza che la brecchia è più compatta. Le varietà migliori si prestano ottimamente alla pulitura e danno marmi di una bellissima tinta giallo pallido molto delicata.

c) *Cave di Canegra.*

Sono aperte in riva al mare a S di Pirano presso la foce del Dragogna, non lungi dalla punta di Salvore. La pietra estratta è un normale calcare a Rudiste del Turoniano-Senoniano. Forniscono pietra per edilizia, per zuccherifici e massi per dighe e lavori portuali in genere.

d) *Altre cave.* Si trovano in gran numero si può dire presso ogni abitato e forniscono roccia calcarea per tutti gli usi locali, per calce, per costruzioni edili varie, per inghiaimento stradale ecc. Presso Trieste, lungo il pendio del Carso sono aperte cave nel calcare a Nummuliti ed Alveoline, che provviste di franatoi forniscono il pietrisco necessario ai diversi

bisogni della città. Più importante tra questi è la grande Cava Faccanoni.

Presso Momiano è degna di nota la cava abbandonata che produceva del bel marmo brecciato a tinta bianco rosea (breccia bianco-rosea) del Senoniano.

e) *Calcite concrezionare o alabastro calcareo o stalattite.*

Deriva dal riempimento per concrezione calcitica di fessure di origine tettonica e di cavità di natura carsica.

Nella nostra zona non risultano finora presenti cospicui ammassi di alabastro calcareo o stalattite che altrove danno marmi di bellissimo effetto, tuttavia, indizi non trascurabili di questa calcite di origine concrezionare si osservano in varie località del Carso di Buie e furono segnalati nei dintorni di Verteneglio, per cui si è ritenuto opportuno non passarli del tutto sotto silenzio.

f) *Sorgenti d'acqua termominerale.*

Ce ne sono solamente due di acqua solfurea radioattiva che stanno in relazione con le linee di dislocazione tettonica. La più importante è quella di Santo Stefano nella Valle del Quietto a NE di Montona, ove esisteva fino al 1943 un importante stabilimento di cura. Questa polla solfidrica molto radioattiva e con temperatura di 32° è situata sulla piega-

faglia, già descritta, al margine SSO della anticlinale di Buie.

Di nessuna importanza pratica è la seconda sorgente d'acqua solfidrica situata presso Isola d'Istria, in relazione probabile con il locale disturbo tettonico di cui è stato già detto (vedi piega a ventaglio tra Strugnano e Isola d'Istria).

Trieste, 10 luglio 1954.

INDICE

I. CENNI D'INTRODUZIONE	Pag. 3
Generalità	3
Studi geologici più importanti	5
II. SERIE DEI TERRENI	14
A) <i>Cretaceo superiore</i>	14
1. Cenomaniano in generale (C ₁)	14
2. Cenomaniano (C)	16
3. Turoniano in generale con passaggio al Cenomaniano superiore (T)	17
4. Senoniano e Turoniano superiore (partim) (Se)	19
5. Senoniano	21
B) <i>Eocene - Serie calcarea</i>	23
6. Spilecciano - (S) (Liburnico partim)	23
7. Eocene Medio - Luteziano inferiore (L ^o) (Liburnico superiore)	25
8. Eocene Medio - Luteziano medio (L ₅)	28
9. Eocene Medio - Luteziano medio (L ₄)	29
10. Eocene Medio - Luteziano medio (L ₃)	30

C) <i>Formazione del Flysch</i>	85
Cenni generali	31
11. Eocene Medio - Luteziano medio (partim) (L ₂)	31
12. Eocene Medio - Luteziano medio e superiore (L ₁)	36
13. Eocene Medio - Luteziano medio e superiore (L)	37
D) <i>Pliocene e Quaternario</i>	39
14. « Terra rossa » tipica	39
15. Pleistocene - « Terra rossa » mista a sabbie eoliche	45
16. Olocene - Detriti di falda	46
17. Olocene - Alluvioni recenti ed attuali	47
III. TETTONICA	49
Cenni generali	49
Particolarità tettoniche più importanti	51
IV. EVOLUZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA	56
V. ASPETTO MORFOLOGICO ATTUALE	61
VI. IDROGRAFIA, PALEOIDROGRAFIA, CARISISMO	66
VII. MINIERE, MINERALI, CAVE	76

PROFILI AL 100.000 DEL FOGLIO TRIESTE DELLA CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE

