

## SULL'ORIGINE PADANA DELLA SABBIA DI SANSEGO NEL QUARNERO.

Nota

del S. C. FRANCESCO SALMOJRAGHI

---

PRELIMINARI. Uno studio sui minerali microscopici del calcare di San Marino, che ebbi l'onore di presentare a questo Istituto (1), mi ha suggerito l'idea che la storia geologica dell'Adriatico, durante le ere terziaria e quaternaria, possa aver luce dalla conoscenza della composizione mineralogica delle sabbie litorali dell'Adriatico stesso e di quelle portate dai fiumi che vi affluiscono o isolabili dalle rocce terziarie che lo contornano. Di questa indagine in realtà non ho trascurato dopo d'allora di occuparmi. Ma lo studio di sabbie è di sua natura lento; le conclusioni sopra un determinato problema tardano a scaturire, o diventano sicure sol dopo l'esame di tutti i materiali, che ad esso problema si riferiscono, e nel presente caso sono moltissimi. Quindi, poichè le osservazioni isolate interessano meno, mi ero proposto di non tornare sull'argomento che a lavoro compiuto. Se una eccezione devo fare oggi è perchè mi sono imbattuto in un materiale eccezionalmente importante. È la sabbia di *Sansego*.

Sansego è una delle piccole isole esterne del Quarnero, che misura circa 3 kmq. di superficie con uno sviluppo di costa di circa 7 km. e si eleva ad un'altezza di m. 98 s. m.; è abitata e fertile. La sua costituzione geologica è singolare, poichè mentre le altre.

---

(1) SALMOJRAGHI, *Osserv. miner. sul calcare miocenico di S. Marino (M. Titano) con riferimento all'ipotesi dell'Adria ed alla provenienza delle sabbie adriatiche*, Rendic. r. Ist. lomb. di sc. e lett., vol. xxxvi, Milano, 1903.

isole del golfo e quelle dell'arcipelago dalmato, riproducendo la serie dell'Istria, constano principalmente di calcari cretacei con strisce di rocce liburniche ed eoceniche, l'isola di Sansego invece, avendo pure un basamento di calcare cretaceo, è formata da un deposito di fina sabbia, che in basso passa, per cementazione subita, ad una roccia calcareo-arenacea ed ivi contiene conchiglie di molluschi terrestri e fluviali, spettanti a specie viventi. È quindi una formazione quaternaria di acqua dolce, che sorge isolata in mezzo al mare e ben a ragione fu qualificata da Taramelli come un *fatto di importanza eccezionale* e da Stache come una *meraviglia morfologica* e come un *enimma geologico*.

Della geologia dell'isola di Sansego si occuparono principalmente Fortis, Lorenz, F. v. Hauer, Stache e Marchesetti. Anche Taramelli ne scrisse in succinto nella sua descrizione geognostica del Margraviato di Istria. A questi autori anzi attinsi i dati surriferiti, poichè io vidi Sansego dal mare, ma non vi posi piede. La memoria monografica pubblicata da Marchesetti nel 1882 (1), dalla quale mi venne l'idea del presente studio, e uno dei capitoli dell'opera sui rapporti geologici del Litorale, pubblicata da Stache nel 1890 (2), racchiudono pressochè tutto ciò che si conosce sulla interessante isola. Nelle dette pubblicazioni sono riportati i dati bibliografici concernenti le pubblicazioni anteriori, inoltre la composizione chimica della sabbia e l'elenco dei molluschi ritrovati nella parte cementata di questa. Ivi sono indicati altri punti della regione con depositi di sabbia analoga a quella di Sansego; sono le attigue isole: *Canidole piccolo*, *Canidole grande*, *Unie* e qualche altra e, all'estremo della penisola istriana, il *Capo Promontore* e la *Punta Merlera*. Ivi infine sono ricordate e discusse le diverse ipotesi, che furono proposte per spiegare il singolare fenomeno.

Dopo gli anzidetti autori, per quante ricerche bibliografiche abbia fatto e interpellato amici e colleghi, non mi consta che altri si sia occupato dell'argomento con osservazioni nuove; per il che suppongo, salvo le debite riserve, che non sia stata fatta ancora l'indagine mineralogica che forma l'oggetto della presente nota.

(1) MARCHESETTI, *Cenni geologici sull'isola di Sansego*, Boll. Soc. adr. di sc. nat., VII, Trieste, 1882.

(2) STACHE, *Uebersicht der geol. Verhältnisse der Küstenländer von Oesterreich-Ungarn*, Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, XIII (Estr. p. 72), Vienna, 1890. — Cfr. anche la nota dello stesso A. sugli equivalenti della sabbia di Sansego in *Verhan. dl. dk. k. geol. Reichs.*, N. 13, 1888.

SABBIA DI SANSEGO, ecc. I materiali che in quantità piccola, ma sufficiente per l'esame microscopico, ebbi a mia disposizione sono i seguenti:

- A Sabbia di Sansego,
- B Terra bianca di Sansego
- C Terra rossa di Sansego
- D Roccia calcareo-arenacea di Sansego
- E Terra di Canidole piccolo
- F Terra di Canidole grande
- G Terra di Unie
- H Sabbia di Punta Merlera (1).

La sabbia di Sansego del saggio *A*, che primamente e con maggiori dettagli ho studiato, è di colore bigio-giallognolo e può colla levigazione separarsi in due parti, l'una di vera sabbia a grana piuttosto fina ed uniforme, l'altra di limo, nel rapporto di 79 % per la prima, 21 % per il secondo; ma è supponibile che tali rapporti varino da un punto all'altro del deposito; nè ciò ha importanza.

La sabbia levigata, guardata con una lente, appare ricca di minerali pesanti; talchè per la ricerca microscopica di tutti i suoi componenti è sufficiente la concentrazione che si ottiene coll'agitazione su un foglio di carta, senza d'uopo di ricorrere alla separazione con liquidi pesanti. Ma tale ricchezza deve variare grandemente, e con rapporti che non conosco, da un punto all'altro del giacimento di Sansego, e da questo agli altri giacimenti. In modo analogo si presenta variabile la composizione chimica delle diverse sabbie, secondo le analisi che vennero fatte da C. Hauer a Vienna e da Perhauz e Rossi a Trieste e furono riportate da Marchesetti (op. cit. 1882). Perciò nell'esperre qui i risultati dell'esame mineralogico mi limito ad esprimere le proporzioni dei componenti cogli epiteti della scala che altrove ho proposto, senza indicarne, almeno

---

(1) I saggi *A*, *E*, *F* e *G* mi vennero gentilmente trasmessi dal dott. C. Marchesetti, direttore del Museo di storia naturale di Trieste, e furono da lui raccolti nelle sue escursioni alle isole del Quarnero; gli altri *B*, *C*, *D* ed *H* ho potuto prelevare, per cortese permesso dell'ing. P. Zezi, da una raccolta esistente presso l'Ufficio geologico di Roma, cui fu donata da G. Leonardelli, autore di un opuscolo dal titolo: *Il saldame, il rego e la terra di Punta Merlera*, Roma, Tip. naz. 1884.

per ora, le proporzioni numeriche che in parte ho già preparato (1). Riferisco poi gli epiteti stessi allo stato in cui abitualmente si osserva una sabbia al microscopio, cioè dopo essere stata *mediamente* arricchita di minerali pesanti coll'agitazione sopra un foglio di carta, ed alle dimensioni dei granuli otticamente determinabili di 0,10 - 0,50 mm. circa.

Ciò posto, ecco la composizione mineralogica ed i gradi di frequenza dei componenti per la sabbia *A* di Sansego:

**Minerali molto abbondanti:** *quarzo*, in granuli formati ciascuno di un solo individuo; *carbonati*, semilimpidi o torbidi, derivati da calcari o dolomie;

**abbondanti:** *carbonati*, limpidi, per lo più solidi di sfaldatura, spettanti per circa  $\frac{2}{3}$  a *calcite* e per  $\frac{1}{3}$  a *dolomite* (2);

**molto frequenti:** *ortose*, alterato o fresco, talor colla limpidezza dell'*adularia*; *attinoto*; *orneblenda verde comune*; *granato*, incolore o roseo, di rado giallognolo, per lo più in granuli o schegge, talora

(1) SALMOJRAGHI, *Sullo studio mineralogico delle sabbie e sopra un modo di rappresentarne i risultati*, Atti Soc. it. sc. nat., vol. XLIII, p. 64, Milano, 1904.

Secondo la scala quivi proposta chiamo:

*dominante*, il minerale che in ogni campo del microscopio compare in numero prevalente su tutti gli altri dello stesso campo;

*abbondanti*, i minerali che parimenti si trovano in qualsiasi campo, ma in numero minore;

*frequenti*, quelli che in molti campi è dato di osservare, non in tutti;

*scarsi*, quelli dei quali in tutto un preparato ne compaiono pochi:

*rari*, quelli che se mancano in un preparato, si manifestano colla osservazione di parecchi preparati;

*rarissimi*, infine, quelli che non è dato scoprire se non con un numero grandissimo di preparati o con speciali processi di arricchimento (decalcificazione, separazione con liquidi pesanti, con elettro-calamita ecc.).

Questa scala può dettagliarsi di più, interponendo, fra i termini esistenti, dei termini aventi un significato intermedio e aggiungendovi in testa il termine: *ultra-dominante*, applicabile ad un minerale che sia il componente presso che esclusivo di una sabbia. In tal modo la scala completa comprenderà: minerali *ultra-dominante*, *dominante*, *molto abbondanti*, *abbondanti*, *molto frequenti*, *frequenti*, *scarsi*, *molto scarsi*, *rari* e *rarissimi*; ed eventualmente potrà essere sostituita da numeri in ordine decrescente da 10 a 1.

(2) La calcite e la dolomite, quando sono in granuli limpidi, si possono distinguere per mezzo dell'*α-monobromonafalina* del commercio (leggermente impura di bibromo-derivato), il cui indice di rifrazione ( $n = 1,668$ ) ha valore intermedio fra l'indice ordinario della prima ( $\omega = 1,658$ ) e quello della seconda ( $\omega = 1,682$ ).

in dodecaedri; *epidoto*, in granuli e in prismi, incolori o giallognoli, in tal caso debolmente pleocroici; *biotite*, di solito alquanto alterata; con angolo degli assi ottici per lo più piccolo, talora uniassica.

**frequenti:** *quarzo aggregato*, in granuli formati di più individui; *magnetite* ed *ilmenite*; *tremolite*; *orneblenda basaltica*; *staurolite*, in granuli informi col solito pleocroismo dal giallo pallido al giallo d'oro raramente con tono rossigno od aranciato; *mica bianca*, per lo più *muscovite*, biassica; *clorite*, verde, giallognola e incolora; *apatite*, in prismi tozzi, corrosi.

**scarsi:** *gusci testacei*, con figure d'interferenza uniassiche (calcite); *plagioclasio*, tanto acido (albite coll'aspetto di essere derivata da scisti cristallini), che basico con geminazione polisintetica, rarissimamente con doppia geminazione; *augite verde-bottiglia*; *orneblenda verde-scura*; *glaucofane* e *gastaldite*; *zircono*; *sillimanite*, in fasci di prismi; *cianite*; *zoisite*, in forme come l'*epidoto*; *tormalina*, in cristalli, di rado in schegge, con variabile pleocroismo per lo più dal giallognolo al bruno cupo; *sericite*; *cloritoide*; *serpentino*; *titanite*;

**molto scarsi:** *rutilo*; *foraminifere* (carbonati); *microclino*;

**rari:** *calcedonio*, in schegge; *calcedonio*, con forme organiche (cilindriche e sferule); *piromaca*; *diopside* e *augite verde-chiara*;

**rarissimi:** *iperstene*; *bronzite*; *diallagio*; *andalusite* (1).

Il limo poi, ottenuto per levigazione dallo stesso saggio *A*, non è che in piccola parte formato di sostanze ocracee ed argillose, mineralogicamente indeterminabili, che spesso in altri casi sono prevalenti. Esso invece, guardato con ingrandimento al più di 175 diametri, si risolve in particelle esili, ma spettanti agli stessi minerali della sabbia; solo che vi sono relativamente più copiosi i componenti lamellari (miche e cloriti) ed allungati (anfibioli), mentre diminuiscono i componenti granulari (quarzo, granato, epidoto, staurolite).

Per gli altri saggi poche parole bastano. Il saggio *B* è una varietà della sabbia di Sansego, più fina, anzi terrosa e di colore più scialbo, forse perciò fu segnata nella raccolta dell'Ufficio geologico colla quali-

---

(1) In questa e nelle successive analisi di sabbie non ho tenuto conto, per ragione di brevità, di alcuni minerali che non hanno una grande importanza nel problema genetico, come la pirite, l'opale, l'ematite e la limonite, o che sono difficilmente riconoscibili, come la cordierite, o non riconoscibili, come i granuli incrostatati od aggregati, o che richieggono per essere determinati operazioni sussidiarie, come la pasta di porfidi e di porfiriti.

fica di *terra bianca*. I carbonati vi sono in prevalenza e per contro più scarsi i minerali pesanti; pel resto la sua composizione qualitativa poco diversifica da quella della sabbia *A*.

Il saggio *C* è una *terra rossa*, analoga a quella del Carso. Con paziente levigazione ricavai da essa un residuo sabbioso di grana non uniforme, che nella composizione mineralogica assomiglia perfettamente alla sabbia *A*. Però vi mancano i carbonati, il calcedonio è un po' più copioso ed il quarzo si presenta anche in cristalli con inclusioni calcitiche, cioè colla forma che ha come minerale autigene nei calcari. Ciò prova che si tratta di una vera *terra rossa*, che, mentre si formava o dopo, si è mescolata alla sabbia, e sol lamento che mi manchi la conoscenza de' suoi rapporti di giacitura colla sabbia stessa.

Interessante è il saggio *D*, che rappresenta la parte cementata inferiore del deposito. La cementazione è dovuta ad un'abbondante penetrazione di carbonato di calcio; e infatti quella roccia, che ha un colore rosso ed è durissima, si disfa con un acido diluito e dopo la decalcificazione lascia della sabbia molto ricca e contenente quasi tutti i minerali sopradescritti ad eccezione, ben inteso, dei carbonati.

I saggi *E*, *F*, *G*, provenienti rispettivamente dalle isole Canidole piccolo e grande e dalla Unie, hanno un colore più oscuro del saggio *A* e per l'aspetto terroso assomigliano al *B*; talchè per levigazione si risolvono in abbondante limo e poca sabbia molto fina. Ma in punto a composizione mineralogica non vi è differenza sensibile; gli stessi componenti, che sopra ho enumerato, compaiono quasi tutti nelle sabbie delle tre isole e presso a poco colle stesse proporzioni notate in quella di Sansego (*A*). Anche il limo sopradetto consta in prevalenza di particelle finissime ed individualizzabili.

Infine la sabbia di Punta Merlera (*H*) a prima vista sembra scostarsi dalle precedenti, perchè non contiene carbonati; ma gli altri minerali vi sono presso che tutti presenti, anzi con una certa ricchezza. Credo poi che la mancanza dei carbonati non sia originaria. La sabbia di Punta Merlera colla levigazione dà un po' di limo ocraceo ed i suoi granuli (specialmente quarzo e felspati) sono in parte incrostati da un velo limonitico, indi il colore rossastro che la distingue. Ora questi fatti, che negli altri saggi non si osservano, accennerebbero ad un fenomeno di decalcificazione, dovuta ad agenti esogeni e posteriore alla deposizione.

Quindi per gli otto saggi esaminati non si tratta di perfetta uguaglianza mineralogica; qualche differenza esiste. Per esempio, oltre l'accennata mancanza di carbonati, mi mancarono le foraminifere nei saggi *F* e *G*; il microclino ed i pirosseni trimetrici nei *B*, *E*, *F*, *G*; l'augite verde-chiara nei *B*, *E* e *G* e l'augite verde-bottiglia nei *B*, *G* ed *H*. Così il diallagio e l'andalusite comparvero soltanto nel saggio *A*. Trattasi di lacune, che probabilmente si colmerebbero con un esame prolungato o su materiale più copioso. Un caso diverso, sul quale tornerò, è quello della cromite, trovata soltanto nella sabbia di Canidole grande (*F*). In ogni modo sono differenze trascurabili di fronte alla costante pre-

senza e relativa frequenza, in tutti i saggi, di minerali oltremodo caratteristici, come anfiboli chiari, glaucofane, cianite, sillimanite, staurolite, titanite ecc.

Quindi la comunanza di origine dei diversi depositi sabbiosi fin qui considerati, che in passato era già stata dedotta dai caratteri macroscopici e dalla composizione chimica, rimane confermata dalla indagine mineralogica. La sabbia di Sansego è il relitto di un più ampio deposito che abbracciava le attigue isole e si estendeva fino all'Istria su di una zona lunga almeno cinquanta chilometri, diretta da S. E. a N. O., cioè coll'orientamento generale tettonico e morfologico della regione. Nè è improbabile che in altri punti della regione stessa esistano lembi della stessa formazione, che, per essere meno estesi o misti a sabbie locali, non siano stati ancora individuati. Ne ho trovato qualche cenno negli autori.

**IPOTESI SULL'ORIGINE DELLA SABBIA DI SANSEGO.** La formazione della sabbia di Sansego venne attribuita dai diversi autori a fenomeni endogeni o termici, o ad azioni eoliche, o a sorgenti sottomarine, o a depositi fluviali.

Ora il microscopio non svela alcun fatto nella natura dei minerali o nella loro associazione che possa far pensare ad un'origine per azioni endogeni o termiche. Anche un'origine prettamente eolica non trova sufficiente appoggio nei dati di osservazione.

Le sabbie che furono lungamente sbattute dai venti, come quelle dei deserti, sono caratterizzate dalla forma più o meno arrotondata della maggior parte de' loro granuli, forma che spesso si distingue ad occhio nudo. Col microscopio poi si riconoscono anche la frequenza e il grado di arrotondamento, che dipendono principalmente dalla durezza e tenacità, dal peso specifico e dalle dimensioni dei componenti. I granuli di quarzo, che nelle sabbie ordinarie hanno spigoli vivi, nelle sabbie eoliche sono abbastanza arrotondati ed hanno una superficie come smerigliata. Ma sono maggiormente arrotondati i minerali che hanno un peso specifico più elevato del quarzo, abbiano una durezza minore, come magnetite, ilmenite, rutilo, augite, orneblenda, cianite, epidoto, od anche una durezza uguale o maggiore, come zircone, tormalina, staurolite. I carbonati raggiungono il massimo grado di arrotondamento, anzi tendono a sparire dalle sabbie eoliche. Miche e cloriti generalmente non sono più presenti (1).

---

(1) Queste osservazioni furono fatte su una sabbia di deserto (Cairo), della quale mi favorì un saggio il prof. E. Artini; le confermai poi sopra sabbie di dune, fra quelle raccolte dai prof. O. Marinelli e G. Danielli in Eritrea.

Questi caratteri sono distintissimi quando la grana della sabbia eolica è grossa o media, ma quando diventa fina l'arrotondamento si fa meno frequente o meno distinto e colla grana finissima scompare. L'esame delle tracce di azione eolica richiede poi molta attenzione, perchè spesso si incontrano cristalli o granuli arrotondati per altre cause.

Tornando alla sabbia di Sansego, il quarzo, nei limiti della grana che io potei esaminare, non vi è sensibilmente arrotondato e non lo sono gli altri minerali più pesanti del quarzo, ad eccezione dell'apatite che lo è sempre, e dello zirconio che lo è qualche volta. Ma questi due minerali non contano, perchè il loro arrotondamento può essere originario e per l'apatite può derivare anche da azioni chimiche posteriori. Invece sembrano accennare ad una qualche azione eolica i prismi di anfiboli che talora hanno gli spigoli smussati, e più i solidi di sfaldatura dei carbonati limpidi che hanno parimenti gli spigoli smussati ed anche arrotondati, e infine le lamelle di miche e cloriti che si presentano sempre con un contorno subcircolare o subellittico. Ma queste particolarità di forma si riscontrano anche nelle sabbie che hanno percorso un lungo cammino coll'acqua.

Per contro nella sabbia di Punta Merlera (*H*), oltre le particolarità anzidette nella forma degli anfiboli, delle miche e delle cloriti, si notano anche tracce distinte di arrotondamento nei minerali duri. Perciò senza ritenerla una sabbia propriamente eolica nel senso che sia stata trasportata dai venti, giudico che abbia subito, forse allo stato di duna, un'azione di rimaneggiamento eolico, che può aver cooperato, in un colla supposta decalcificazione, alla scomparsa dei carbonati.

Quanto alle sabbie delle isole Canidole ed Unie non posso dare alcun giudizio per la grande finezza di grana dei saggi che ebbi in esame.

L'ipotesi che la sabbia di Sansego sia di formazione sottomarina venne già confutata da Stache e Marchesetti in base a diversi argomenti, fra cui l'assenza di resti della vita marina. Le scaglie calcitiche di gusci testacei con figure di interferenza uniasse, che io vi ho trovato, possono spettare benissimo a molluschi fluviali o terrestri o a rifiuti di pasti, come fu già supposto. Le foraminifere poi, che parimenti vi ho trovato, sono da ritenersi fossili, anzi ne

mostrano per lo più i caratteri, per quanto questi non siano sempre decisivi (1).

**ORIGINE FLUVIALE.** La composizione mineralogica della sabbia di Sansego si accorda maggiormente coll'ipotesi che fa derivare la sabbia stessa da un fiume. La varietà dei minerali componenti, aventi tutti il carattere di essere il prodotto della denudazione di rocce superficiali, corrisponde bene alla composizione che deve avere la sabbia di un *vasto distretto di alluvione e di delta*, secondo l'espressione di Stache; o di un *fiume poderoso che sia corso per lungo tratto sopra un terreno ricco di rocce silicee*, secondo quella di Marchesetti; o infine di un *fiume di lungo corso*, secondo il detto di Fortis. Poichè quella ipotesi, che è poi la sola rimasta viva, fu primamente enunciata nel secolo XVIII dall'abate Alberto Fortis, il quale però nel gran fiume che depose la sabbia di Sansego ravvisava il favoloso ramo dell'Istro, che secondo antichi geografi attraversava l'Istria, cui dava il nome e sboccava nell'Adriatico, mentre un altro ramo aveva foce nell'Eusino (2).

La composizione mineralogica non solo conferma che la sabbia di Sansego fu deposta da un fiume, ma indica di qual fiume si tratta.

Anzitutto la rarezza o la mancanza di alcuni minerali nella sabbia esaminata hanno un qualche significato. Come più volte altrove ho fatto rimarcare, il calcedonio suol essere caratteristico e relativamente copioso, come componente di sabbia negli alvei e nelle alluvioni, i cui materiali derivano da terreni sedimentari, specialmente secondari; si presenti esso con larga polarizzazione di aggregato e tracce di fibrosità otticamente negative in forma di frammenti o di sferule (radiolari) o di cilindri (spongiari), o con polarizzazione di aggregato minutissimo in forma di schegge di piromaca.

---

(1) Le sabbie dei fiumi, specialmente attraversanti aree terziarie, contengono sempre delle foraminifere, certamente fossili e distinte per avere per lo più il guscio guasto o le camere riempite di solfuri, di limonite o di glauconite. Le foraminifere di sabbie litorali marine si giudicano attuali, se hanno il guscio integro e jalino e le camere vuote; ma non può dirsi con certezza che siano fossili, se hanno le camere riempite, perchè il riempimento può avvenire anche nelle foraminifere attuali dopo la morte dell'animale.

(2) ALBERTO FORTIS, *Saggio d'osserv. sopra l'isola di Cherso ed Osero*, p. 125, Venezia, 1771.

Ora la rarezza del calcedonio nella sabbia di Sansego vorrebbe dire che le rocce sedimentari non hanno avuto che una parte accessoria nel fornirne gli elementi; improbabile quindi la sua provenienza dalle vicine coste dell'Istria e della Dalmazia.

Nel caso speciale di cui trattiamo, ha lo stesso valore l'assenza della cromite.

In uno studio recente (1) ho dimostrato che la sabbia del Timavo soprano o Recca, il fiume che sparisce nella grotta di S. Canziano, presenta una spiccata somiglianza mineralogica colla sabbia del Timavo inferiore, il fiume che rinasce presso Duino, e colle sabbie trovate dagli speleologi triestini in alcune grotte del Carso. E questa somiglianza interpretai come un'altra prova della continuità sotterranea del fiume attraverso le viscere del Carso stesso.

Ora fra i componenti di tutte le sabbie anzidette vi è appunto la *cromite*. Inoltre rinvenni questo minerale nelle sabbie dell'Isonzo, del suo affluente sinistro il Frigido (Vippacco) e del Rosandra a mezzodi di Trieste, nelle sabbie litorali di Porto Rosegà e di Barcola, nei pochi elementi sabbiosi ottenuti per levigazione dalle *terre rosse*, e infine nelle torbide della sorgente dell'Aurisina; per lo che ritengo non debba mancare in nessuna delle formazioni quaternarie della regione. Alle quali formazioni la cromite poi certamente pervenne dalle rocce prequaternarie della regione stessa, perchè la riscontrai come componente allotigene in quasi tutte e principalmente nelle rocce dell'eocene: arenarie, marne e calcari nummulitici. E queste osservazioni, già limitate al territorio di Trieste e ad una parte dei contigui territori di Gorizia e Gradisca e della Carniola, potei estendere ora all'Istria, alla Dalmazia ed oltre, fino al Montenegro; poichè mi bastò di esaminare il residuo sabbioso ottenuto dalla decalcificazione di alcuni calcari di queste regioni per accertarvi la cromite, oltre altri minerali allotigeni ed autigeni che qui non conta di ricordare (2).

(1) SALMOJRAGHI, *Sulla continuità sotterranea del fiume Timavo*, Atti Soc. ital. sc. nat., vol. XLIV, Milano, 1905.

(2) I calcari esaminati sono: il calcare nummulitico di Galignano in Istria (da un saggio esistente presso l'Istituto tecnico superiore di Milano); il calcare pure nummulitico presso Svinisce sulla sinistra della Cettina in Dalmazia (interessante anche perchè mi ha dato un minerale antigene non comune, cioè delle sferuliti a croce nera, d'aspetto calcedonioso, ma colle fibre otticamente positive, quindi probabilmente di *quarzina*); una breccia calcarea (cretacea?) trovata nella forra della Cettina sopradetta presso Duare (da saggi da me raccolti nel 1897) e infine un calcare nummulitico del Montenegro, gentilmente trasmessomi dal dott. A. Martelli, e proveniente dai dintorni di Cremici ad est di Podgoriza.

Quindi, se la cromite è un minerale che in granuli microscopici si trova nelle formazioni prequaternarie e quaternarie dal Montenegro all'Isonzo, l'assenza di essa dalla sabbia di Sansego toglie a questa qualsiasi parentela colle formazioni stesse. Per ciò ritengo anche che la sabbia di Canidole grande (VI), dove ho trovato due granuli di cromite, rappresenti una miscela con elementi locali; e infatti ivi la zona arenosa, secondo Marchesetti (op. cit. 1882, p. 11), si addossa ai colli di calcare nummulitico (1).

Ma i componenti che veramente caratterizzano la sabbia di Sansego e meglio guidano a trovarne la provenienza, sono quelli propri degli scisti cristallini. Non conto rutilo, granato, zirconio e tormalina, perchè questi si trovano, può dirsi, in ogni sabbia; intendendo principalmente di parlare degli anfiboli con tutte le gradazioni dalla tremolite all'attinoto, con tutte le varietà di colore dell'orneblenda, coi termini sodiferi dalla pallida gastaldite al glaucofane più intensamente violetto, e inoltre della cianite, della sillimanite, della staurolite, della serie epidoto-zoisite, del cloritoide, ecc. Per la frequenza e la contemporanea presenza di tutti questi minerali e la loro associazione al quarzo aggregato e al plagioclasio, non vi può essere dubbio che la sabbia di Sansego derivi da una grande area scisto-cristallina. Un'area di rocce intrusive non è sufficiente a spiegare quella composizione, per quanto possa avervi contribuito, come vi ha contribuito certo un'area di rocce sedimentari, palesata, come già vedemmo, dal raro calcedonio e più distintamente dai carbonati torbidi e dalle foraminifere.

---

(1) Per spiegare la presenza della cromite, come componente allotigene di rocce eoceniche e in parte cretacee della regione tergestina, supposi già (op. cit. 1895, pag. 127-128), che essa derivasse da un'area serpentinoso, emersa quando quelle rocce si deposero. Ed ora dopo accertata l'estensione del fenomeno vero sud-est, viene l'idea, anche a chi non conosce i luoghi, che l'area serpentinoso anzidetta sia quella che tuttora si stende nella Bosnia sul versante destro della Sava, dove appunto il serpentino è fortemente cromitifero e si ritiene precretaceo (Cfr. Tschermak' Min. u. petr. Mitt., 1904). Ma permane ancora l'obbiezione fatta: perchè il serpentino non si trova come componente di arenarie e come incluso allotigene di calcari a fianco della cromite? Mentre poi il rinvenimento di ciottoli e ciottoletti di serpentino nel soprassuolo eocenico di Trieste venne ripetutamente segnalato del prof. C. Moser, uno studioso osservatore di minerali e rocce di quella regione, in parecchie sue pubblicazioni (*Der Karst und seine Höhlen*, Triest, 1899 ed altre citate nella mia nota del 1905). E qui mi sia concesso di aggiungere alcuni dati a quanto scrissi sull'argomento nella nota stessa.

PARAGONE CON ALTRE SABBIE. Per indagare dove esiste questa area scisto-cristallina o almeno in qual direzione deve essere cercata, vediamo intorno nell'Adriatico, se altre sabbie di spiagge o di affluenti presentano i caratteri di quella di Sansego.

L'indagine è presto fatta. Lungo la Dalmazia una sabbia simile non esiste per ciò che potei osservare a Zara ed a Spalato e per l'analisi che più avanti riporto di una da me raccolta ad Almissa (I), che è essenzialmente formata di granuli calcarei e di frammenti testacei.

Per decidere se e quale relazione esista fra la cromite da me rinvenuta e gli anzidetti ciottoli, esaminai di questi un certo numero (22), che Moser gentilmente mise a mia disposizione. Mi limitai ad osservarne la polvere al microscopio in almeno due preparati per ciottolo; poichè solo interessava di riconoscere se trattavasi di serpentino cromitifero o no. I 22 ciottoli anzidetti sono per lo più arrotondati e levigati (alcuni anche finamente striati) e di grossezza variabile da 5 a 60 mm. Ne indico qui il luogo di rinvenimento segnato da Moser, e la qualifica litologica da me determinata.

*Duino.*

a) Calcare nero compatto.

*Miramare.*

b) Serpentino con magnetite e qualche granulo superstite di olivina.  
c, d, e) Serpentino con magnetite.

*Scorcola (Trieste).*

f) Serpentino con magnetite e qualche granulo di solfuri.  
g) Serpentino scistoso.

*Vecchio bersaglio sotto il Cacciatore (Trieste).*

h) Roccia eruttiva felspatica, piuttosto basica, profondamente alterata, non altrimenti determinabile.

*Bersaglio militare (Trieste).*

- i) Serpentino con magnetite e residua olivina.
- j) Scisto epidotico-anfibolico.
- l) Serpentino con crisotilo e magnetite.
- m) Serpentino con scarsa magnetite.
- n) Roccia olivinica-pirosenica serpentinizzata.
- o) Scisto cristallino, micromero, probabilmente sericitico.
- p) Serpentino con magnetite.
- q) Serpentino associato a bastite con magnetite.
- r) Serpentino con magnetite.
- s) Serpentino con magnetite e cromite e termini intermedi fra di esse.
- t) Serpentino con magnetite, pirosseni trimetrici superstiti e solfuri.
- u) Serpentino con magnetite.

Delle sabbie litorali del Quarnero ho studiato quella di San Damiano, alla Punta Croce di Cherso (II), che mi fu trasmessa da Marchesetti, e che egli aveva già additato come rappresentante di un tipo opposto a quello della sabbia di Sansego. Il microscopio lo conferma, mostrando come essa sia in prevalenza formata di carbonati derivati da organismi e cioè aculei di echini, foraminifere, frammenti testacei diversamente colorati, con struttura fibrosa, zonata o imbricata, e con figure di interferenza per lo più uniassiche (calcite), in parte biassiche (aragonite). Il microscopio scopre inoltre che i pochi componenti non calcarei, che vi si trovano, hanno caratteri eolici.

Manco di saggi istriani, perciò devo fare un salto fino al territorio di Trieste. Delle molte sabbie, che ivi ho già esaminato, richiamo sol quella della spiaggia di Barcola appunto presso Trieste (III), che è meno calcarea e quindi più quarzosa delle precedenti, ma ciò soltanto per la influenza della arenaria eocenica che forma la costa (op. cit. 1905, p. 147).

Più avanti, dopo la foce del Timavo, i carbonati ripigliano il sopravvento nella composizione delle sabbie litorali. Lo prova la sabbia di Porto Rosegà che deriva dall'Isonzo e quella dell'Isonzo stesso, di cui analizzai due saggi raccolti a Sagrado (IV) e Gorizia dall'ing. G. Schiavoni. Infatti la sabbia dell'Isonzo, arricchita colla agitazione, appare formata quasi esclusivamente di carbonati; decalcificata, mostra pressochè soltanto il calcedonio distintissimo in

*M. Bello (Trieste).*

v) Serpentino verde-chiaro con magnetite.

*S. Servolo (Istria).*

z) Serpentino con magnetite e una venetta di crisotilo; forse formò parte di una puddinga a cemento calcitico.

Quindi di 22 ciottoli avuti in esame, 18 sono serpentini ed un solo fra questi (s) è con certezza cromitifero; gli altri sono di rocce diverse che non hanno relazione fra di loro e coi serpentini; questi inoltre sembrano derivati tanto da peridotiti pure che da rocce peridotitiche-piroseniche.

Dopo tali risultati, che per altro riconosco corrispondere ad un esame non esauriente e su materiale scarso, non oso prendere una conclusione. So che alcuni sospettano che i ciottoli, di cui si tratta, non sono stati portati nel posto dove furono trovati da agenti fisici, ma derivano da zavorra abbandonata da navi da guerra e per una causa qualsiasi dispersa. Su questo punto non ho elementi per interloquire.

schegge e forme organiche ed il quarzo: poscia colla separazione, Thoulet rivela la presenza di altri minerali (1).

Infine, oltrepassando il Tagliamento, la cui sabbia non ebbi mai l'incontro di studiare, indico come ultimo termine di paragone la sabbia da me presa al Lido di Venezia (V), che assomiglia a quelle del Piave e del Brenta e si distingue dalle precedenti per un particolare silicato (augite), ma che pel resto è pure caratterizzata dalla enorme copia dei carbonati torbidi e semilimpidi, derivati da calcari e dolomie. Nei carbonati limpidi prevale la dolomite sulla calcite. La mia analisi poi concorda sensibilmente con quella pubblicata da Artini per una sabbia dello stesso lido (2).

La tabella, posta in fine a questa nota a pag. 887, rappresenta in modo riassuntivo la composizione mineralogica ed il grado di frequenza dei componenti per le cinque sabbie ora descritte. Ivi si scorge di leggeri, come queste sabbie non abbiano nulla a che fare con quella di Sansego (A), la cui analisi ho ripetuto nella stessa tabella per facilitare il raffronto. Non vi mancano, è vero, componenti di scisti cristallini, ma sempre rari o rarissimi e parzialmente rappresentati, non possono derivare direttamente da un'area scisto-cristallina, bensì di seconda mano da una di rocce sedimentari. È ciò che si osserva nei fiumi appennini, che travolgono nelle loro sabbie qualche granulo di attinoto o di glaucofane, di epidoto o di staurolite o di altri minerali analoghi, mentre non scorrono che in bacini secondari o terziari. Quei minerali derivano appunto dalle arenarie o dalle argille o dai calcari dei bacini stessi, nelle quali rocce si trovano come componenti allotigeni.

I fatti sono ben diversi, se girando l'arco della laguna veneta si entra nel dominio delle alluvioni dell'Adige e successivamente in quelle del Po. Quali minerali porti al mare il re dei fiumi italiani colle sue sabbie e colle sue torbide può ben immaginare chi sol ponga mente alla natura delle rocce, donde esso e il ventaglio de' suoi

(1) Fra questi nel 1903 trovai, nel saggio raccolto a Sagrado (IV), dei granuli aventi tutti i caratteri fisici del corindone; ma ad onta di assidue ricerche non potei confermare il ritrovamento nei saggi di Porto Rosegà e di Gorizia; quivi invece trovai ed accertai lo spinello, l'augite sodica e la brookite che sono da considerarsi come minerali estremamente rari.

(2) ARTINI, *Intorno alla compos. min. delle sabbie di alcuni fiumi del Veneto ecc.*, p. 24, Padova, 1898.

affluenti nascono nella cerchia delle Alpi centrali, occidentali e marittime fino all'Appennino settentrionale. Quindi una varietà grandissima di minerali in prevalenza di scisti cristallini, poi in linea subordinata minerali di rocce sedimentari e da ultimo, in minoranza, quelli di rocce eruttive, specialmente intrusive.

E le torbide del Po non si arrestano al suo delta, ma, come è avviso di molti, sono trasportate dalla corrente litorale lungo la penisola italiana, talchè le sabbie di spiaggia nell'Emilia, nelle Marche e nell'Abruzzo, fino ad un limite non ancora ben noto, hanno la stessa composizione della sabbia padana. Se non che le proporzioni dei componenti subiscono su quelle spiagge delle modificazioni. Anzitutto per l'azione delle onde avviene uno straordinario arricchimento in minerali pesanti, per lo che si forma in certi tempi e in certi luoghi quella sabbia, detta *terebrante*, che fu notata da Passeri nel secolo XVIII e da Brocchi ritenuta simile alle sabbie del Mincio e del Ticino. Questa sabbia, che viene raccolta per usi industriali, si riconosce perchè più rossiccia o più scura delle altre, secondo che prevale il granato o prevalgono la magnetite e l'ilmenite.

In secondo luogo avviene presso lo sbocco dei fiumi appennini una miscela colla sabbia da questi trasportata e quindi un impoverimento in minerali pesanti. Le sabbie così impoverite si riconoscono per la copia dei minerali di origine appennina (calcedonio o piromaca, carbonati torbidi, foraminifere fossili, glauconite, talora baritina) associati a tutti i minerali di origine alpina.

Per provare questi fatti richiamo le analisi, pubblicate da Artini, della sabbia padana a Borgoforte (op. cit., p. 17, 1898) e di quelle adriatiche (mediamente ricche) di Pesaro e Grottamare (1). E vi aggiungo (riportandole nella stessa tabella della pag. 887) le analisi da me fatte di tre sabbie, prese in punti diversi delle stesse regioni. Una del Po a Pontelagoscuro (VI) mi procurai dall'ing. G. Franco, poichè incomplete e meno atte a confronti mi parvero le sabbie, che altrevolte ho esaminato, di Piacenza, Torino e Saluzzo. L'altra è una sabbia terebrante, avuta dal commercio e asserita proveniente da Porto Corsini presso Ravenna (VII). È singolare l'inversione nelle proporzioni dei componenti che si nota in questa sabbia; ed

---

(1) ARTINI, *Intorno alla comp. miner. di due sabbie del litorale adriat.*, Rend. Ist. lomb., XXIX, 1896.

è rimarchevole il fatto che nei gradi di frequenza più bassi i risultati variano da un preparato all'altro. Infine, come esempio di una sabbia adriatica impoverita o mista, valga quella che fu raccolta a Porto S. Giorgio (Ascoli Piceno), poco a sud della foce del fiume Tenna (VIII), dallo studente in agraria R. Curi.

Se si paragonano ora le analisi di Artini e le mie per le sabbie del Po e del litorale adriatico, tenuto conto del loro diverso stato di arricchimento, coll'analisi della sabbia di Sansego, si riconosce a primo sguardo che la composizione mineralogica di questa è, tranne differenze che potranno essere più avanti discusse, uguale alla composizione mineralogica di quelle. Persuasivo a questo riguardo è il confronto fra le colonne *A* e *VI* della tabella a pag. 887.

ORIGINE PADANA. Deve concludersi da tutto ciò che la sabbia di Sansego sia di origine padana? Io dapprincipio fui titubante ad accogliere questa conclusione che scaturiva necessariamente dai fatti osservati; mi turbava l'immagine di un Po spingente la sua foce fino alle prime isole del Quarnero per un centinaio e mezzo di chilometri al di là della sua foce d'oggi e quindi attraversante l'Adriatico ad un'altezza non precisata, ma forse notevole sul suo specchio attuale.

Ma vi è ragione veramente di ritenere questa immagine come avventata od assurda? Non ci troviamo noi nella regione dove i geologi pressochè concordemente ammettono uno sprofondamento avvenuto sullo scorcio del terziario o agli albori del quaternario e la scomparsa di una terra che fu chiamata *Adria*? E non sappiamo che a questo sprofondarsi dell'Adria consentì con sincro abbasamento anche la valle del Po, dappoichè i pozzi, che in questi ultimi tempi vi furono scavati, trovarono dovunque ed anche a Milano (1) le alluvioni continentali molto al disotto del livello del mare?

Questi riflessi mi tolsero ogni dubbio; della costituzione mineralogica della sabbia di Sansego ed attigui depositi non può darsi altra spiegazione plausibile tranne quella di una derivazione per mezzo del Po, e cioè di un Po pliocenico, dalle nostre Alpi. Certo che i bei minerali che è dato determinare col microscopio in quella sabbia, l'adularia, la stauroлите, il glaucofane e tutti gli

---

(1) Rend. Ist. lomb., xxv, 1892, pag. 1160.

altri così tipicamente alpini, non portano il marchio di provenire per es.: dal S. Gottardo o dal Monviso. Ma quale altra area scisto-cristallina può averli forniti? perchè è indiscutibile che da un'area di questa natura devono essere derivati. Non mancano invero tali aree, anzi sarebbero più vicine a Sansego che non le Alpi centrali ed occidentali; basta dare uno sguardo alla carta geologica dell'impero austro-ungarico di v. Hauer pubblicata da Tietze (ed. 5ª, 1896) ed estesa alla Bosnia ed al Montenegro, per notarvi a nord del Quarnero il massiccio scisto-cristallino delle Alpi orientali-centrali, che dagli Alti Tauri si spinge lungo la valle della Drava fino a Marburgo in Stiria. Così all'est si hanno parecchi piccoli affioramenti di scisti-cristallini nel bacino della Sava ed altrove. Ma per qual via i materiali, supposti distaccati dalle anzidette aree, possono essere pervenuti al Quarnero? Dove il fiume che li ha trasportati? Dove almeno la traccia della depressione che fu percorsa da un fiume? Non bisogna dimenticare che le conchiglie fluviali e terrestri, trovate da Marchesetti nella parte cementata e più profonda del deposito sabbioso di Sansego, collocano questo deposito nel quaternario. Ed ammettendo pure che si tratti del principio del quaternario od anche della fine del terziario, non è più consentito, per tempi così recenti, di immaginare sistemi idrografici molto diversi dagli attuali, come lo si farebbe, se convenisse a sostegno di un'ipotesi, quando si trattasse di tempi antichi. Per la stessa ragione non può ricorrersi ad una ipotetica area scisto-cristallina che sia stata poscia coperta da altre formazioni. E infine se si volesse supporre che l'area medesima, che fornì la sabbia di Sansego, abbia formato parte dell'Adria che si è subissata, non si potrebbe poi spiegare la uniformità e la finezza della sabbia stessa, che da Fortis prima e da tanti geologi poi fu giudicata corrispondente ad un fiume di lungo corso.

Invece ogni difficoltà idrografica scompare ammettendo l'origine padana. Nel golfo pliocenico, che si internava tra le Alpi e gli Appennini e che i fiumi irrompenti da quelle e da questi andavano colmando, si delinè di buon'ora una via d'acqua col tributo riunito dei fiumi stessi. Quella via, che divenne il Po, fu sempre aperta al passaggio dei materiali di denudazione dalle Alpi all'Adria.

Ho precedentemente accennato a differenze esistenti fra la sabbia di Sansego e quella del Po. Sono specialmente differenze quantitative; per esempio nella sabbia di Po trovansi più frequenti, in confronto di quella

di Sansego, le foraminifere, l'iperstene, il glaucofane ed il serpentino; mentre sono più frequenti nella sabbia di Sansego, in confronto di quella del Po, i carbonati semilimpidi, la sillimanite, la staurolite ed altri. Ma queste differenze, se non erro, non sembrano maggiori di quelle che si constatano nelle sabbie di uno stesso fiume, prese in tempi diversi e in punti diversi del suo corso. E qua la diversità nei tempi è rilevante. Come può esigersi che la composizione mineralogica della sabbia di un Po all'inizio del quaternario, sia perfettamente uguale a quella del Po attuale? L'influenza dei tributari, come ora vedremo, fu ben diversa nei due tempi.

Le differenze qualitative, secondo le analisi qui riportate o richiamate, si riducono a pochi componenti. Ricordo principalmente da una parte l'oro e la piemontite, trovati, il primo a Borgoforte, la seconda a Grottanare, nessuno a Sansego; e dall'altra l'augite verde-bottiglia trovata a Sansego e nel Po a Pontelagoscuro, ma non nel Po a Borgoforte e, possiamo aggiungere, in nessun altro punto del corso superiore del Po. Ma i primi due sono minerali così rari che è sempre un caso fortunato l'incontrarli. Certo che sarebbe stato importante scoprirli nella sabbia di Sansego, perchè avrebbero avuto un valore decisivo in favore dell'origine padana. In quanto all'augite verde-bottiglia, la sua distribuzione apparentemente anomala si ritorce in pro della origine stessa.

Infatti un Po pliocenico, che scorreva fino al Quarnero, doveva a sinistra ricevere dei confluenti che ora hanno foce in mare; fra questi indubbiamente l'Adige. Quindi a Sansego arrivavano sabbie padane miste a sabbie atesine. Un minerale caratteristico di queste è appunto l'augite verde-oliva o verde-bottiglia che all'Adige perviene dai melafiri e dalle porfirite augitiche del Trentino. Essa fu trovata da Artini anche nel Bacchiglione e nel Brenta e da me nel Piave (i quali fiumi dovevano parimenti essere tributari del Po pliocenico); perciò è frequente nella sabbia del Lido di Venezia e giungendo al mare anche per la via dell'Adige, non manca nelle sabbie litorali dell'Emilia ed oltre e infine si ritrova ancora nel corso inferiore del Po, laddove le alluvioni di questo si sono mescolate alle alluvioni dell'Adige, ma invano quell'augite si cercherebbe nel corso superiore.

Qualche differenza infine si riscontra anche nelle forme dei granuli. Nella sabbia di Po i solidi di sfaldatura dei carbonati hanno forme nette, in quella di Sansego, come vedemmo, smussate. Nè so se il fatto debba attribuirsi ad azione eolica o ad altre cause.

**CONCLUSIONE.** Ad onta delle differenze anzidette e salvo i risultati di uno studio più dettagliato sopra materiale più copioso e direttamente raccolto in un'area più estesa, io credo d'aver sufficientemente raggiunto la prova di ciò che il titolo di questo scritto esprime. E cioè la sabbia fluviale quaternaria di Sansego e attigui giacimenti nel Quarnero, per la sua natura mineralogica diversa

da quella delle sabbie di spiaggia dalla Dalmazia a Venezia, ed uguale a quella della sabbia di Po e litorale italiano fino agli Abruzzi, non può derivare che da un'area scisto-cristallina. Nessun'area di tale costituzione risponde, nelle regioni finitime, alle condizioni idrografiche richieste e possibili nel quaternario, tranne quella delle nostre Alpi. Quindi la sabbia di Sansego deriva dalle nostre Alpi; quindi il fiume che la depose è il Po, un Po pliocenico, che si spingeva fino al Quarnero accogliendo la confluenza dei fiumi veneti, e primo fra essi dell'Adige; sicchè gli elementi minerali che questo fiume toglieva alle Alpi trentine si mescolavano a Sansego con quelle che il Po trasportava dalle Alpi occidentali.

Quali avvenimenti si succedettero poscia in quella regione durante il quaternario stesso, come disparve il vasto apparato alluvionale che si era formato ed al suo posto si aperse un golfo, il golfo di Venezia, perchè di quell'apparato rimasero pochi testimoni nei lembi sabbiosi delle note isolette e della costa istriana, e perchè questi lembi segnano ora diverse e notevoli altezze sul mare, sono argomenti che non è nel mio programma di trattare; nè avrei competenza di farlo, mentre d'altra parte credo che la soluzione che io ho dato all'enigma geologico di Sansego non alteri il concetto dei geologi relativamente alla scomparsa dell'Adria, nè menomi le altre prove che la suffragano. Imperocchè la soluzione stessa non è poi così singolare e nuova, come si potrebbe ritenere ed io pure dapprima ritenni. Nelle ricerche bibliografiche, che in questa occasione ho fatto, trovai che i geologi austriaci avevano, a proposito di Sansego, pensato al Po. Stache, l'esimio illustratore della geologia del Litorale, fino dal 1890 (op. cit.) scriveva, che l'investigazione particolareggiata del fenomeno di Sansego e la ricerca dei fattori che vi hanno cooperato obbligheranno a prendere in considerazione le vicende ed il materiale della pianura del Po e della costa orientale italiana. E Waagen, il geologo cui è affidato dall'i. r. Istituto di Vienna il rilievo della Dalmazia settentrionale, scrive nel 1905, che la soluzione del difficile problema di Sansego è additata dal notevole contenuto in silice di quella sabbia; che soltanto l'Isonzo e il Po, provenienti dalle Alpi, contengono una più rilevante miscela di quarzo e che quindi è ovvio di porre in relazione la sabbia di Sansego col dominio fluviale del

Po, nel quale poi, prima dell'avvallarsi dell'Adria settentrionale, probabilmente sfociava anche l'Isonzo (1).

La soluzione del problema sarebbe rimasta incerta ed ipotetica senza l'indagine microscopica, che ha permesso di constatare che la sabbia di Sansego è mineralogicamente paragonabile alla sabbia del Po, non a quella dell'Isonzo. La sabbia dell'Isonzo può eventualmente aver contribuito, in un cogli altri fiumi veneti, ad arricchire di carbonati la sabbia di Sansego, ma da questa è totalmente diversa, come lo prova l'analisi riportata, che dedussi da numerose osservazioni e sopra saggi prelevati in diversi punti. Però sarebbe stato desiderabile estendere l'esame alle sabbie delle collinette (dune) di Belvedere e Centenara a sud di Aquileja, e quindi sempre nel dominio dell'Isonzo, che Stache indica particolarmente, come corrispondenti nel miglior modo alla formazione di Sansego.

Ciò potrà essere nel programma di un futuro completamento di questo studio. Ma frattanto io segnalo ancora una volta il vantaggio che può portare alla soluzione di interessanti problemi. l'indagine mineralogica e nominatamente lo studio microscopico delle sabbie e mi auguro che la geologia presti ai risultati che scaturiscono dallo studio stesso, quando sia seriamente condotto, la stessa fede che da tanto tempo è usa prestare ai responsi della paleontologia (2).

La *tabella* della pagina seguente riassume, coll'omissione di qualche dettaglio, la composizione mineralogica ed i gradi approssimativi di frequenza dei componenti delle principali sabbie esaminate per il presente studio. I gradi di frequenza, riferiti ad uno stato arricchito coll'agitazione a secco, risultano dalle medie di parecchie osservazioni e sono espressi con numeri d'ordine corrispondenti alla scala indicata a pag. 870.

(1) WAAGEN, *Geol. Aufnahmen im Kartenblatt Lussinpiccolo* ecc. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst., 1905, pag. 252. — Il foglio di Lussinpiccolo contiene un lembo dell'isola Canidole piccolo ed è contiguo al foglio di Sansego. Questo dovrebbe essere rilevato geologicamente nel corrente anno (Ibid. 1907, pag. 24).

(2) Agli egregi colleghi, che graziosamente mi fornirono i materiali per il presente studio e che nelle pagine precedenti ho singolarmente nominato, rinnovo qui pubblicamente i miei vivi ringraziamenti.

### Sabbie (arricchite) dell'Adriatico, di Sansego e dei fiumi Isonzo e Po.

MINERALI COMPONENTI	Almisa	Cherso	Trieste	Isonzo	Venezia	Sansego	Po	Ravenna	P. S. Giorgio
	I	II	III	IV	V	A	VI	VII	VIII
Quarzo	3	5	9	4	4	8	8	4	7
» aggregato	2	3	—	2	3	5	5	—	3
Calcedonio	3	4	7	4	3	2	4	—	4
Piromaca.	—	2	2	3	2	2	2	—	5
Magnetite e ilmenite	2	—	3	2	4	5	6	8	5
Cromite	2	1	4	2	—	—	—	—	—
Rutilo	—	1	3	1	2	3	3	5	4
Carbonati limp. (calcite e dolom.)	4	5	4	5	5	3	6	—	4
» semilimp. e torbidi	—	—	—	—	10	8	7	—	7
» (foraminifere)	10	10	5	5	4	3	5	2	5
» (gusci testacei)	—	—	3	—	3	4	2	—	—
Ortose e microclino	2	—	3	2	2	6	5	2	4
Plagioclasio	—	—	3	1	—	4	4	—	2
Iperstene e bronzite	—	—	—	—	—	1	3	3	2
Diopside e augite verde-chiara	—	—	—	1	—	2	2	2	2
Augite verde-bottiglia	—	—	—	—	5	4	2	2	2
Diallagio	—	—	—	—	—	1	1	—	—
Tremolite	—	—	—	2	—	5	4	3	2
Attinoto	—	—	—	—	2	6	5	3	2
Orneblenda verde e verde-scura.	1	2	—	2	2	6	6	5	3
» basaltica.	—	—	—	—	—	5	4	4	—
Glaucofane e gastaldite	—	—	—	—	—	4	5	2	2
Granato	2	2	4	1	3	6	6	7	5
Zircone	1	1	4	2	3	4	3	7	5
Andalusite	—	—	—	—	—	1	1	2	—
Sillimanite	—	—	—	—	—	4	2	3	2
Cianite	—	—	2	—	2	4	4	5	3
Epidoto e zoisite	1	1	2	1	—	6	6	5	4
Tormalina	—	1	4	1	2	4	3	2	4
Staurolite	1	2	—	1	3	5	4	5	5
Muscovite	—	—	4	2	2	5	5	2	2
Sericite	—	—	3	1	—	4	3	2	2
Biotite	—	—	2	1	2	6	5	2	2
Cloritoide	—	—	2	2	—	4	4	4	2
Clorite	1	1	5	2	3	5	6	2	3
Serpentino	—	—	2	—	—	4	5	—	—
Glaucosite	—	—	3	2	—	—	—	—	3
Titanite	—	—	—	1	—	4	3	2	2
Apatite	—	—	2	2	3	5	4	4	4
Baritina	—	—	3	1	—	—	—	—	2

GRADI DI FREQUENZA: 10, *ultra-dominante*; 9, *dominante*; 8, *molto abbondanti*; 7, *abbondanti*; 6, *molto frequenti*; 5, *frequenti*; 4, *scarsi*; 3, *molto scarsi*; 2, *rari*; 1, *rarissimi*.