

BRUNO ZANETTIN

LE ARGILLE MONTMORILLONITICHE DI CAMPIGLIA E DI TOGNAZZO NELLA ZONA DI POSINA (Alto Vicentino)

Considerazioni generali.

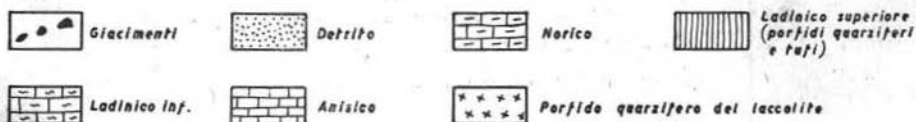
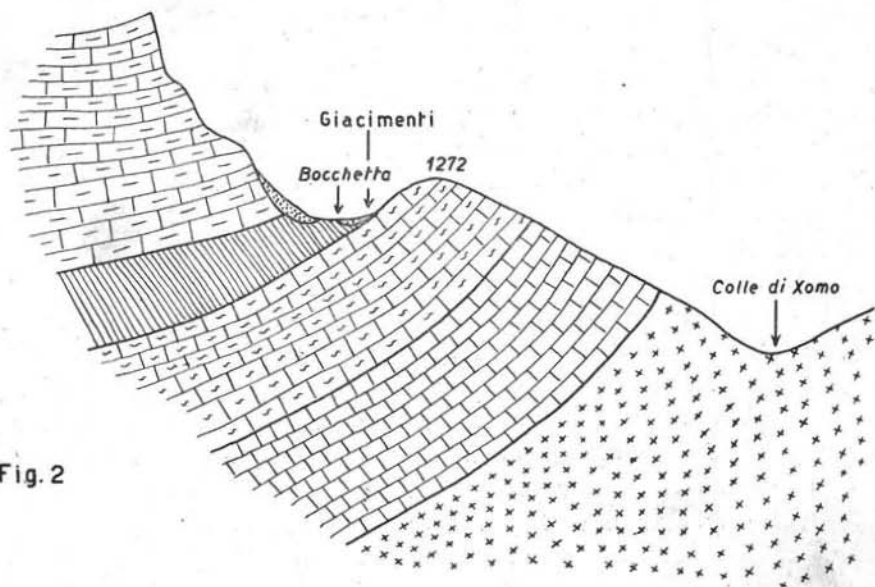
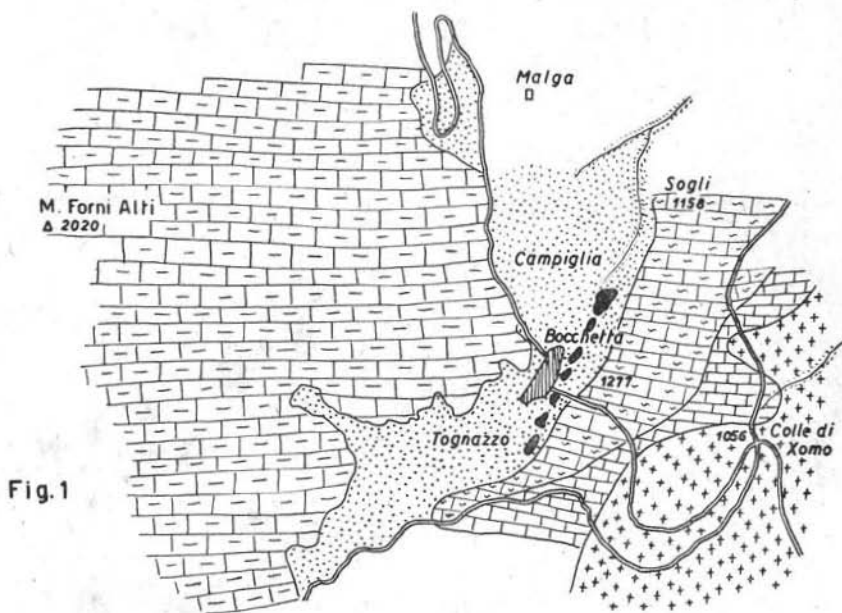
I due giacimenti ad argille montmorillonitiche di Campiglia e di Tognazzo sono ubicati a 600-700 m. circa di distanza fra loro, rispettivamente a N-NE e S-SW della Bocchetta di Campiglia (m. 1210) ad E delle pareti del M.^{te} Forni Alti che costituisce l'estrema propaggine sud-orientale del gruppo del Pasubio.

Entrambi sono compresi nelle formazioni eruttive del Ladinico superiore rappresentate da porfidi e da tufi che nella zona considerata si vedono affiorare per brevissimo tratto alla Bocchetta di Campiglia proprio sulla strada.

Il giacimento di Campiglia, situato in un pianoro leggermente ondulato ricoperto da un mantello detritico di pochi decimetri di spessore, si apre su un fronte di 5 metri circa di larghezza con una profondità non superiore ai 3-4 metri; attualmente non è possibile esaminare il giacimento nella sua completezza a causa dei franamenti avvenuti, tuttavia, a giudicare da quanto è ancora visibile e dalle notizie raccolte, si può asserire che un tipo ben distinto di materiale predomina largamente sugli altri e ad una prima osservazione sembra corrispondere bene al campione medio del quale nel presente lavoro sono precisate le caratteristiche.

Il giacimento di Tognazzo è situato, come si è detto, a S-S-W del precedente pochi metri sopra la baita di Tognazzo; anche questo ormai è in gran parte franato, ma lo scavo doveva essere comunque di dimensioni modeste sia in larghezza che in profondità; il materiale argilloso più comune è di color verde-chiaro con chiazze frequenti biancastre o giallastre.

Più estesa è invece la cava recentemente aperta qualche decina di metri sotto la stessa baita nella quale pure predomina una argilla verde chiara mista ad un tipo giallognolo.



Tra le due cave maggiori di Campiglia e di Tognazzo ed allineati con queste si trovano numerosi piccoli scavi a trincea nei quali compare sempre in quantità maggiore o minore una argilla di tipo « bentonitico » per lo più di color verdè marcio o verde-erba con sottili venature biancastre, giallognole, rossicce. Queste cave minori furono abbandonate dopo un breve periodo di attività; riteniamo perciò inutile dare una descrizione dei materiali in esse contenuti tanto più che si tratta in genere di depositi di modesta estensione e con argille piuttosto impure.

L'allineamento delle cave ha direzione media N 35°-40° E e passa esattamente per la Bocchetta di Campiglia dove è possibile osservare un affioramento di argilla entro le rocce effusive del Ladinico superiore e in vicinanza dei calcari dolomitici del Ladinico inferiore (fig. 1-2).

Le rocce effusive sono dei porfidi quarziferi con una massa di fondo di colore rosa-violaceo sulla quale spiccano fenocristalli di biotite e di elementi sialici che mettono in evidenza la struttura porfirica.

All'esame microscopico la biotite, in individui per lo più orientati, appare talora fortemente riassorbita con formazione di ossidi di ferro, più raramente ridotta ad una associazione di scagliette a notevole birifrangenza.

I feldispati sono quasi sempre trasformati in un aggregato di minutissime lamelle riferibili a minerali di tipo siallitico.

Il quarzo, molto abbondante, forma raramente dei fenocristalli; per lo più si trova in piccoli elementi, assieme a feldispati trasformati al solito modo, a costituire la massa di fondo.

Una minuta granulazione di ossidi di ferro rende evidente la tessitura fluidale con la sua distribuzione a strisce orientate.

Il fatto che i giacimenti in esame si trovino fra loro allineati in modo da suggerire l'ipotesi della loro appartenenza ad un piano di frattura induce ad accostarli geneticamente agli analoghi e vicini giacimenti di Vallortigara e di Valle di Mogentale illustrati recentemente da C. Andreatta.

Per questi ultimi infatti l'Andreatta ammette che le argille, formatesi per azione idrotermale sui porfidi e loro tufi, siano state strizzate dal basso lungo fratture determinandone il riempimento.

In una località di Valle di Mogentale e precisamente a E-N-E di cava « Barchi » lo stesso A. ha riconosciuto anche un giacimento

la cui origine primaria è dimostrata dalla graduale variazione di composizione fra rocce eruttive ed argille montmorillonitiche.

A causa della copertura detritica non è stato possibile individuare nella zona di Campiglia e di Tognazzo una transizione fra rocce eruttive ed argille, ma la descritta trasformazione dei feldspati in minerali siallitici nel porfido quarzifero affiorante a Bocchetta di Campiglia induce ad ammettere che anche questi giacimenti siano, almeno in parte, di origine primaria nel senso sopra indicato.

Come accennato i giacimenti non sono costituiti da materiali puri ma da una intima mescolanza di argille di aspetto e carattere un po' diverso.

Dato che scopo del presente lavoro è di individuare la composizione chimica e mineralogica delle argille di Campiglia e di Tognazzo in funzione anche del comportamento tecnico e in considerazione del fatto che un tipo medio appare assolutamente prevalente sugli altri ho ritenuto opportuno prendere in considerazione quest'ultimo che corrisponde al materiale « tout venant » che veniva estratto e messo in commercio. Su questo prodotto commerciale e sulle possibilità del suo impiego fu richiesto tempo fa un parere di carattere tecnico alla Direzione dell'Istituto Mineralogico di Padova. In tale occasione il Prof. Bianchi mi ha incaricato delle prime ricerche e successivamente ha voluto affidarmi uno studio più esauriente sia dei giacimenti, sia dei materiali che formano oggetto del presente lavoro.

Macroscopicamente l'argilla di Campiglia si presenta come una massa terrosa con un certo grado di cementazione ed una tessitura scagliosa, di colore verde-marcio, includente lamelle biotitiche ben conservate e punteggiate da piccoli inclusi biancastri. Qua e là si hanno piccoli nuclei e sottili venature di color bianco-sporco o gialliccio, cosparsi di laminette di biotite.

L'argilla di Tognazzo è costituita da una massa verdognola a tinte più chiara dell'altra, terrosa, granulare, mal cementata, con lamine di biotite ed elementi chiari inclusi.

Esame microscopico.

Argilla di Campiglia. - L'osservazione microscopica eseguita sia sul materiale originario sia sulle frazioni ottenute nella classificazione granulometrica permette di distinguere una massa fondamentale finissima, inglobante elementi abbastanza numerosi di natura

diversa; questa è costituita in prevalenza da un intimo aggregato formato da minerali ad abito scaglioso e frequenti inclusioni indeterminabili di colore scuro o rossastro. Le scagliette presentano caratteri ottici di minerali micacei e di altri componenti siallitici delle argille; la parte preponderante ha indice basso compreso in media fra 1,512 e 1,516 (essenze di cedro e finocchio) con minimi di 1,496 e massimi di 1,519 e può essere riferita a termini montmorillonitici. Alcuni aggregati microlamellari invece hanno indici notevolmente più elevati e prossimi a quelli della muscovite così da poterli ritenere costituiti in prevalenza da sericite (o eventualmente illite). In questi fini aggregati a forti ingrandimenti si possono osservare delle inclusioni di minutissime lamelle biotitiche e di sottili cristalli di apatite e di zirconio.

Gli altri minerali presenti sono di dimensioni varie, ma tuttavia sempre sensibilmente superiori a quelli di natura siallitica; in ordine di frequenza decrescente troviamo:

Biotite; le lamelle di dimensioni superiori a 0,05 mm. presentano il caratteristico pleocroismo mostrando solo in qualche caso un iniziale processo di cloritizzazione ai bordi. Col diminuire delle dimensioni la trasformazione in clorite si fa via via più accentuata di modo che le lamine di diametro prossimo o inferiore a 0,02 mm. potranno essere riferite quasi esclusivamente a questo minerale. Come inclusioni in biotite e clorite si trovano ossidi di ferro, pirrite limonitizzata, apatite, zirconio.

Magnetite, ilmenite, pirrite in cristalli cubici o pentagono dodecaedrici e chiazze di *limonite*.

Carbonati in discreta quantità sia in limpidi cristallini, sia in frammenti intorbidati.

Quarzo, muscovite, plagioclasti più o meno ben conservati con valore degli indici di rifrazione corrispondenti a miscele nettamente sodiche; *ortoclasio, zirconio, apatite*.

È presente anche qualche raro guscio di foraminifero (testularia).

Argilla di Tognazzo. - La composizione mineralogica è analoga a quella del materiale precedente; le differenze si riscontrano soltanto nei rapporti quantitativi fra i vari termini. Si rileva in particolare che i carbonati sono più rari e che l'ortoclasio è presente in quantità un po' maggiori che nell'argilla di Campiglia. Anche qui si ritrovano rari gusci di foraminiferi non determinabili.

La presenza dei rari resti fossili in questi materiali può essere ritenuta del tutto accidentale e senza diretta relazione genetica col giacimento argilloso.

Composizione chimica.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sul « tout venant » delle due cave sono riportati nella seguente tabella.

TABELLA 1

Argilla di Campiglia		Argilla di Tognazzo	
SiO ₂	49.48 %	SiO ₂	54.70 %
Al ₂ O ₃	17.25	Al ₂ O ₃	18.21
Fe ₂ O ₃	3.36	Fe ₂ O ₃	3.12
MgO	3.63	MgO	2.54
CaO	4.28	CaO	2.18
Na ₂ O	0.26	Na ₂ O	0.24
K ₂ O	1.58	K ₂ O	1.95
TiO ₂	0.26	TiO ₂	0.36
H ₂ O ⁻	12.10	HO ₂ ⁻	10.08
H ₂ O ⁺ , CO ₂	8.24	H ₂ O ⁺ , CO ₂	6.74
	100.44		100.12

Le analisi rivelano una certa analogia di composizione chimica per i materiali dei due giacimenti e confermano per entrambi la prevalenza di sostanza montmorillonitica già indicata dalle osservazioni microscopiche. Più ricco di SiO₂ il materiale di Tognazzo, più ricco di CaO ed MgO quello di Campiglia.

La relativa abbondanza di alcali è spiegabile con la presenza di una certa quantità di feldspati, di biotite, di sericite; il tenore in CaO, particolarmente alto per l'argilla di Campiglia, va riferito alla presenza di calcite. Determinazioni eseguite per stabilire la percentuale di CaCO₃ nelle argille di Campiglia e di Tognazzo hanno fornito questi valori medi:

Campiglia - 4 % CaCO₃ corrispondente a 2,24 CaO e 1,76 CO₂
 Tognazzo - 2 % CaCO₃ corrispondente a 1,12 CaO e 0,88 CO₂
 per cui sottraendo la calcite avremo per l'argilla di Campiglia
 CaO = 2,04 % H₂O⁺ + CO₂ = 6,48 %, per quella di Tognazzo
 CaO = 1,06 % H₂O⁺ + CO₂ = 5,86 %. In entrambi i campioni esiste una piccola quantità di MgCO₃.

Interessante risulta un confronto fra i valori delle analisi chimiche da me eseguite ed i dati analitici ottenuti da C. Andreatta su argille montmorillonitiche provenienti da cave situate in zone vicine in analoghe formazioni geologiche.

TABELLA 2

	Argilla di Vallortigara	Tipo puro di cava « Barchi »	Tipo comune di cava « Barchi »
SiO ₂	51.90 %	54.07 %	51.26 %
Al ₂ O ₃	18.61	18.12	17.32
Fe ₂ O ₃	2.81	0.20	1.80
FeO	0.95	0.11	1.82
MnO	0.03	—	0.21
MgO	3.29	3.52	4.00
CaO	3.52	1.69	3.31
Na ₂ O	0.64	0.41	0.75
K ₂ O	1.59	1.22	0.49
TiO ₂	0.23	0.48	0.60
H ₂ O—	10.40	13.72	12.48
H ₂ O+, CO ₂	6.05	6.34	5.54
P ₂ O ₅	—	0.26	0.32
	<hr/> 100.02	<hr/> 100.14	<hr/> 99.90

L'analogia di composizione fra l'argilla di Campiglia e quella di Vallortigara è notevole. L'unico scarto sensibile si ha nel valore di CaO essendo il materiale da me analizzato più ricco di calcite; del resto anche dal confronto fra le descrizioni mineralogiche delle due argille risulta evidente la loro somiglianza. L'argilla di Tognazzo si potrebbe invece far corrispondere ad un tipo intermedio fra i due di cava « Barchi » presentando però sempre rispetto a questi dei valori più elevati per K₂O e più bassi per MgO; si può notare che il rapporto Al₂O₃: SiO₂ è quasi uguale per questi campioni, il che non consente però di desumere senz'altro una analogia di composizione mineralogica ma ha già un valore indicativo quando si consideri anche la vicinanza dei giacimenti nonché l'analogia di comportamento tecnico di questi materiali nel loro impiego pratico.

Da questo punto di vista può essere utile il confronto fra la

composizione chimica dei materiali in esame e quella di alcune note « bentoniti » e argille montmorillonitiche di largo impiego tecnico.

TABELLA 3

	1	2	3	4
SiO ₂	49.48 %	54.70	67.42	59.17
Al ₂ O ₃	17.25	18.21	15.83	19.08
Fe ₂ O ₃	3.36	3.12	0.88	3.21
MgO	3.63	2.54	1.29	2.12
CaO	4.28	2.18	2.64	0.48
Na ₂ O + K ₂ O	1.84	2.19	1.09	2.74
TiO ₂	0.26	0.36	—	0.13
H ₂ O-	12.10	10.08		8.00
H ₂ O+, CO ₂	8.24	6.74	10.83	4.74
	<hr/> 100.44	<hr/> 100.12	<hr/> 99.98	<hr/> 99.67
	5	6	7	8
SiO ₂	59.62	53.00	48.30	48.80
Al ₂ O ₃	16.34	19.20	16.31	17.40
Fe ₂ O ₃	1.23	3.90	2.60	2.00
MgO	1.91	4.00	5.29	4.70
CaO	3.14	1.80	0.30	1.70
Na ₂ O + K ₂ O	0.53	0.80	1.20	0.40
TiO ₂	0.19	—	—	—
H ₂ O-	11.03			
H ₂ O+, CO ₂	6.21	17.00	25.74	25.00
	<hr/> 100.20	<hr/> 99.70	<hr/> 99.74	<hr/> 100.00

1 - Argilla di Campiglia; 2 - Argilla di Tognazzo; 3 - Media di cinque analisi su campioni prelevati all'Isola di Ponza (M.P.I.I.); 4 - Bentonite di Fort-Benton (Wyoming); 5 - Argilla montmorillonitica del Cantiere Pietrino presso Castelnuovo, Puglia (C. Andreatta); 6 - Bentonite sintetica tedesca; 7 - Argilla montmorillonitica del Sarcidano, Sardegna (V. Cirilli, O. Amati); 8 - Argilla bentonitica di Saint-Arnault, Algeria (J. de Lapparent).

Si può rilevare come i nostri materiali abbiano un tenore in SiO₂ sensibilmente inferiore a quello delle classiche « bentoniti » di

Ponza, di Fort-Benton e della caratteristica argilla montmorillonitica pugliese, mentre una certa corrispondenza esiste con le argille montmorillonitiche dell'Algeria, della Germania, della Sardegna; le variazioni più sensibili riguardano il contenuto in alcali.

Questi confronti ci permettono di considerare anche i materiali di Campiglia e di Tognazzo, dal punto di vista applicativo, come delle *bentoniti*.

Analisi termica differenziale.

L'analisi termica differenziale sui due campioni di Campiglia e Tognazzo fu eseguita con un apparecchio della Leeds e Northrup Co. installato nell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Padova. Le caratteristiche di questo apparecchio sono già state descritte da G. Schiavinato (14). Ricorderò che i campioni sottoposti ad analisi sono stati preventivamente setacciati con vagli di 6400 maglie per cm^2 di modo che il diametro massimo dei granuli della polvere impiegata risultasse di mm. 0,12 circa. Nel corso della esperienza è stata tenuta una velocità di riscaldamento di 10°C. al minuto.

Le curve termiche differenziali così ottenute, riportate nella fig. 3 mostrano due larghi flessi endotermici compresi fra le temperature di 150° e 260° . Nella curva corrispondente all'argilla di Campiglia questi due flessi hanno ampiezza maggiore che in quella di Tognazzo ed altri due flessi endotermici molto meno marcati dei primi si trovano a temperature di 720° e 860° . Il primo dei due è asimmetrico e molto depresso, ma di area notevole, lo scarto della linea di base iniziando già a 580° e terminando a 760° .

Un po' diverso è l'andamento della curva relativa al campione di Tognazzo: oltre ai due flessi iniziali si ha a 580° un allontanamento della linea di base, nel senso di un processo endotermico, che si continua fino a 790° con valori massimi dello scarto a 620° e 760° , ed infine un altro flesso endotermico a 920° .

Nella fig. 3 sono riportate assieme alle curve dei due campioni in studio quelle di materiali mineralogicamente e strutturalmente ben definiti eseguite con l'impiego di un apparecchio di caratteristiche analoghe a quello da me usato e perciò direttamente confrontabili (10); le sole differenze nelle modalità di esecuzione riguardano le dimensioni granulometriche delle sostanze usate (setaccio da 50 mesh) e la velocità di riscaldamento (12° al minuto).

La presenza dei flessi endotermici di bassa temperatura stanno ad indicare che il minerale prevalente, sia pure in proporzioni diverse, nelle argille di Campiglia e di Tognazzo è la *montmorillonite*.

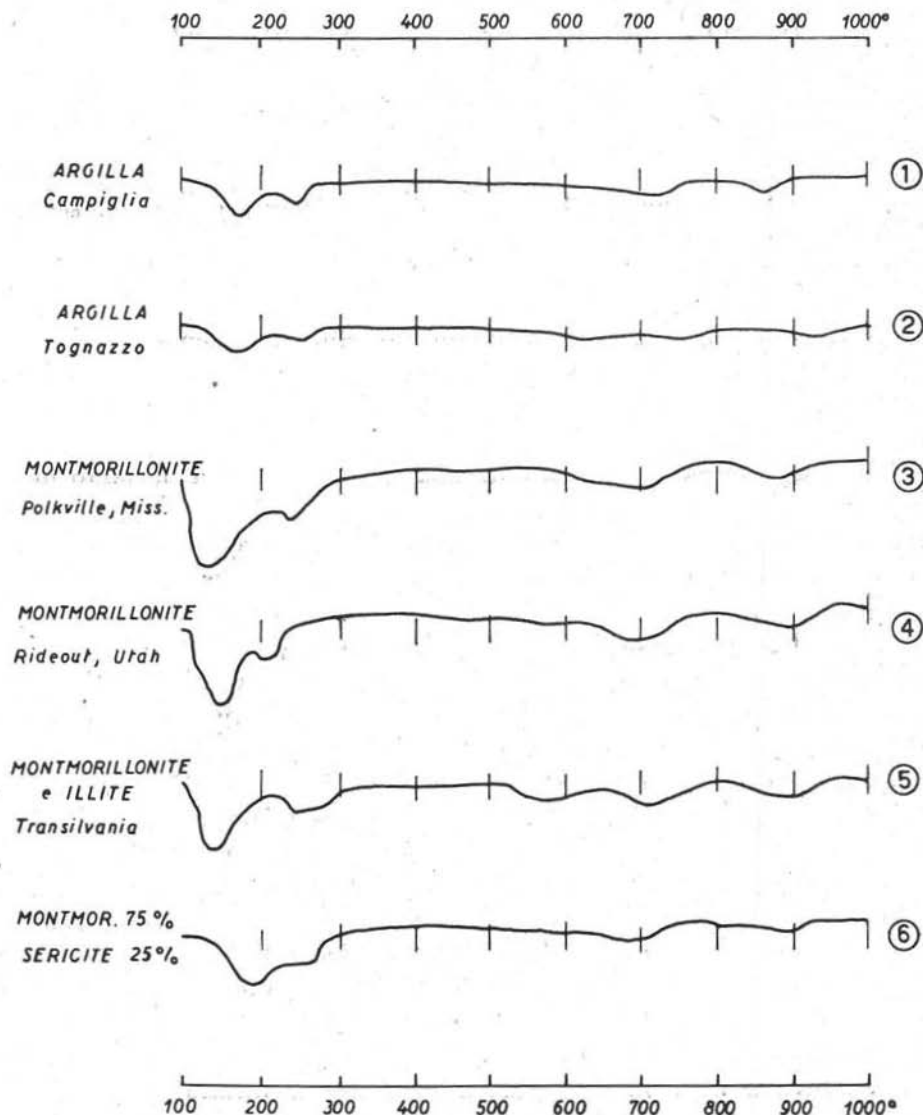


Fig. 3 — Curve di analisi termica differenziale delle argille di Campiglia e di Tognazzo, di montmorilloniti pure e di miscele con illite e sericite.

Molto meno indicativi in proposito sono invece i flessi di alta temperatura che secondo alcuni autori si possono trovare entro limiti variabili fra 550° e 1000°; dall'osservazione delle curve riportate e dal confronto con numerose altre reperibili in lavori di carattere specifico si può rilevare che i nostri materiali non hanno un comportamento termico tale da poterli senz'altro riferire alla montmorillonite pura, ma sembrano accostarsi maggiormente, ed in special modo l'argilla di Tognazzo, a tipi impuri per sericite o illite. Ciò sembrerebbe confermato dal fatto che alle alte temperature nessuno dei due campioni della zona di Posina presenta flessi indicanti reazioni esotermiche, ciò che invece si ritrova, pur senza essere caratteristico, nella maggior parte delle montmorilloniti tipiche esaminate finora da vari sperimentatori. Ciò con tutta probabilità è dovuto alla presenza di altri minerali quali sericite, illite, quarzo; la curva della sericite in particolare presenta ad alte temperature un andamento che potrebbe annullare il modesto flesso esotermico della montmorillonite.

Può essere utile inoltre ricordare che il doppio flesso endotermico di bassa temperatura è interpretato da alcuni ricercatori (Hendricks) (*) come caratteristico di montmorillonite contenente

(*) S. B. Hendriks, R. A. Nelson, L. T. Alexander - Hydratation mechanism of the clay mineral Montmorillonite saturated with various cations. «Journ. Am. Chem. Soc.» 62, p. 1457-64, 1940. Gli autori hanno preparato dalla montmorillonite-H (che si comporta come un acido moderatamente forte) dei sali di Li, Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba per scambio di basi. Questi cationi scambiabili sarebbero per la maggior parte (80 %) localizzati fra i vari pacchetti che costituiscono la struttura della montmorillonite.

Su questi sali è stato studiato il meccanismo dell'idratazione ad umidità relative variabili fra il 5% ed il 90% determinando la variazione delle costanti della cella (parametro *c*) ai raggi X ed il comportamento all'analisi termica fino a 300°.

Nei sali di Ca, Mg (Sr, Ba) il primo passo del processo sarebbe dato dall'idratazione dei cationi con sei molecole di acqua che si dispongono intorno ad ognuno di questi; successivamente si avrebbe la formazione di un primo ed un secondo strato di acqua, sempre fra due pacchetti successivi, con struttura esagonale.

Nei sali di Li solo tre molecole d'acqua sono richieste per l'idratazione del catione mentre nei sali di Na, K e nelle argille-H i cationi non sembrano idrati.

Stabilito questo modo di idratazione si dovrà concludere che gli uncini che compaiono nei diagrammi di analisi termica di sali di Ca, Mg fra 150°-250° sono la risultante di tre curve ognuna delle quali corrisponde alla disidratazione di

ioni Ca o Mg adsorbiti fra gli strati che costituiscono il motivo strutturale di questo minerale. Accettando questa interpretazione, convalidata del resto da accurate ricerche röntgenografiche sulla struttura e sul valore del parametro c variabile proporzionalmente alla quantità d'acqua adsorbita, potremo concludere che parte del MgO e CaO riscontrato all'analisi chimica dei materiali di Campiglia e di Tognazzo si deve considerare presente nella montmorillonite come ioni adsorbiti.

Analisi meccanica.

Le analisi granulometriche furono eseguite con l'impiego del levigatore Appiani per entrambi i campioni in studio preventivamente passati allo staccio di 3000 maglie in modo che il diametro massimo delle particelle fosse di mm. 0,2. Il procedimento fu applicato su gr. 10 di sostanza dispersa in acqua distillata, sia con semplice agitazione meccanica, senza l'impiego di alcun attivante, sia con l'aggiunta di 5 cc. di una soluzione N/2 di ossalato sodico che ha influenza stabilizzante sulla sospensione e facilita la dispersione dei grumi di sostanze siallitiche. La porzione di materiale costituito da particelle a diametro superiore a 0,05 mm. è stata ulteriormente suddivisa per setacciatura. Si sono così ottenute sette classi di grandezza diversa compresa fra un massimo di 0,1-0,2 mm. ed un minimo inferiore a 0,002 mm. I diametri delle particelle sono stati calcolati in base alla loro velocità di sedimentazione applicando la legge di Stokes che, come è noto, è pienamente valida solo nel caso che le particelle siano sferiche, ciò che non è mai verificato nei materiali di tipo argilloso. Per questo alcuni sperimentatori hanno tentato di adottare delle formule di più pratica applicazione; la più recente è quella di Wadell secondo la quale le particelle sono considerate di forma intermedia fra un disco ed una sfera.

Altri hanno invece introdotto delle correzioni dedotte da controlli sperimentali ed in base a questa hanno fornito delle tabelle

uno dei due strati e dell'acqua di idratazione dei cationi. A temperature più basse (150° circa) scompaiono il secondo ed il primo strato d'acqua a struttura esagonale: a temperature più alte (230° circa) l'acqua di idratazione dei cationi.

La perdita di ognuno degli strati d'acqua a struttura esagonale determina una diminuzione del parametro c di circa 3 Å, la perdita dell'acqua di idratazione dei cationi provoca una variazione molto piccola.

nelle quali il rapporto fra velocità di caduta e diametro dei granuli si scosta sensibilmente da quello stabilito dalla legge di Stokes; una delle più note è quella di Hazen riportata anche da Wentworth nel suo trattato « Principles of Sedimentation ».

È chiaro ad ogni modo che nessuna legge teorica come nessuna tabella pratica potrà essere rigidamente applicabile a materiali eterogenei quali le argille di Campiglia e di Tognazzo; per l'analisi granulometrica di queste si è perciò preferito adottare ancora una volta la formula di Stokes anche perchè i valori da questa forniti sono intermedi fra quelli dati da Wadell e da Hazen.

Riporto nella seguente tabella i dati delle varie analisi granulometriche:

TABELLA 4

Diametro granuli	Argilla di Campiglia		Argilla di Tognazzo	
	H ₂ O	H ₂ O + ossalato	H ₂ O	H ₂ O + ossalato
0,2 — 0,1 mm.	4,5 %	1,0 %	5,0 %	1,5 %
0,1 — 0,05 »	36,3	8,0	39,2	11,5
0,05 — 0,02 »	20,7	6,0	19,8	6,0
0,02 — 0,01 »	11,5	4,5	11,0	9,6
0,01 — 0,005 »	10,5	4,5	11,0	10,5
0,005 — 0,002 »	16,5	33,0	14,0	45,0
minore 0,002 »	—	43,0	—	15,0
	100,0	100,0	100,0	100,0

Le curve cumulative che esprimono i dati quantitativi così ottenuti sono riportate nel diagramma a scala semilogaritmica della fig. 4 dal quale possiamo rilevare che il materiale è essenzialmente costituito da una miscela di limo, fango e argilla.

Il rapporto fra le tre frazioni risulta notevolmente diverso a seconda che la sospensione è stata effettuata semplicemente in acqua distillata o che a questa è stato aggiunto l'ossalato sodico. Le curve relative a questo secondo procedimento sono certamente più attendibili delle altre e stanno ad indicare le seguenti percentuali in peso:

	Argilla di Campiglia	Argilla di Tognazzo
limo	15 %	20 %
fango	42	65
argilla	43	15

Questi risultati ci permettono già di stabilire che la quantità dei componenti argillosi è molto alta nel materiale di Campiglia e notevole pure, benchè minore, in quella di Tognazzo.

Questi dati tuttavia non rappresentano i valori massimi della frazione argillosa poichè le condizioni di optimum per la dispersione e la stabilità della sospensione si hanno verso gli alti Ph. Al fine di individuare l'azione degli elettroliti sulle sospensioni e

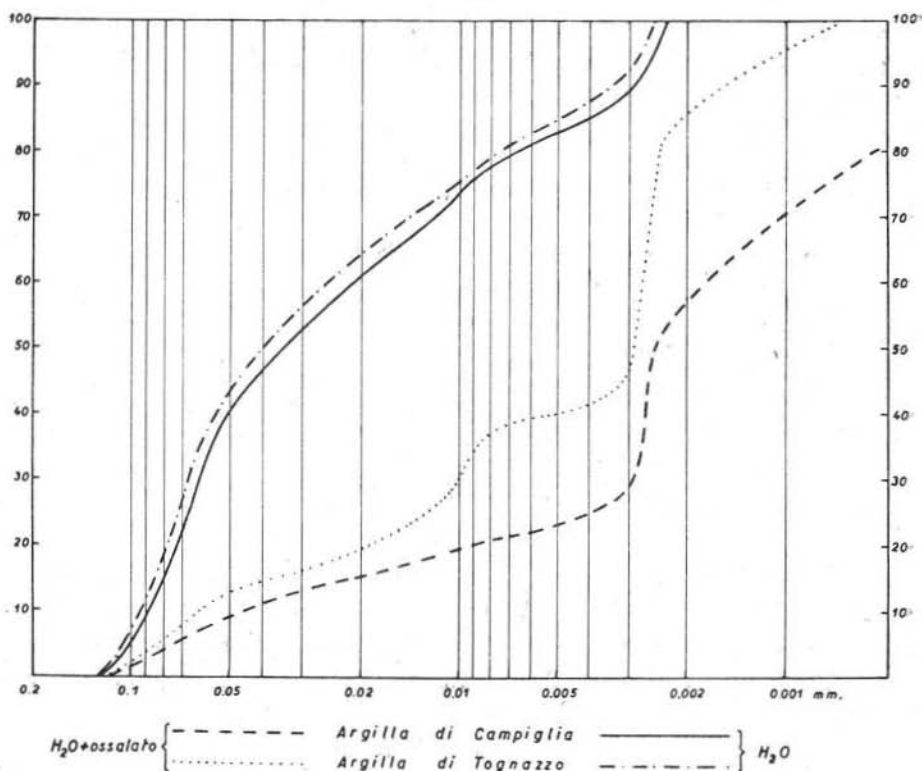


Fig. 4 — Curve cumulative dedotte dall'analisi meccanica.

per ottenere dei dati di una qualche utilità per gli scopi pratici cui sono abitualmente destinati questi materiali è stata determinata mediante l'impiego del levigatore Appiani e con l'aggiunta di percentuali variabili di attivante le quantità di sostanze di diametro medio inferiore a 0,002 mm. presente nelle nostre argille.

Le prove furono eseguite per entrambi i tipi di Campiglia e di Tognazzo sui prodotti commerciali preventivamente macinati a grane corrispondenti a setacciature con vagli di 3000 e di 6400 maglie per cm².

Come sostanza attivante di uso pratico ed economico particolarmente adatta a facilitare la dispersione dei grumi argillosi ed a formare una Na-argilla con elevata capacità di dare sospensioni stabili è stata impiegata la soda Solvay in quantità variabili dal 3 % al 9 % in peso rispetto alla quantità di sostanza impiegata (10 gr.) e per un volume di 400 cc. di acqua.

Le prove eseguite hanno messo in rilievo come la dispersione aumenti progressivamente con l'aumentare della quantità dell'attivante adoperato cosicchè la curva che indica la variazione in peso della sospensione al variare della percentuale di attivante si avvicina all'andamento di una linea retta (figg. 5 - 6); questo almeno fino a percentuali di circa il 9 % in peso della sostanza in esame.

Per rendersi conto del notevole effetto disperdente della soda basterà ricordare che nella prova eseguita senza usare l'attivante non si è avuta, dopo 12 ore di sedimentazione, alcuna sospensione mentre con l'aggiunta dell'8 % di soda Solvay la sospensione ottenuta rappresentava circa l'80 % per il materiale di Campiglia e il 50 % per quello di Tognazzo.

Questi esperimenti hanno dimostrato inoltre che l'acqua comune di acquedotto ha un notevole effetto deprimente sulle sospensioni rispetto all'acqua distillata; cioè anzichè aiutare la dispersione dei grumi argillosi ne favorisce la riunione provocando la formazione di flocculi. Ciò è dovuto alla presenza nell'acqua di sali disciolti che, come è noto, favoriscono la coagulazione delle sostanze colloidali.

Qui di seguito sono riportati i valori in grammi delle sospensioni ottenute, in presenza di percentuali diverse di sostanza attivante, al levigatore Appiani lasciando depositare gr. 10 di sostanza per 12 ore da una colonna d'acqua di cm. 20 d'altezza.

TABELLA 5

Soda %	Argilla di Campiglia maglie		Argilla di Tognazzo maglie	
	3000	6400	3000	6400
0	gr. 0,00	gr. 0,00	gr. 0,00	gr. 0,00
3	3,70	4,45	1,45	1,90
4	—	—	1,90	2,70
5	5,05	6,20	2,30	4,00
6	6,20	6,73	3,10	4,60
7	6,88	7,43	3,62	5,00
8	7,78	8,25	4,80	5,55
9	8,43	8,80	—	—

Questi valori sono riportati nei grafici delle figg. 5-6; dalle curve relative si deduce che il materiale di Campiglia ha un comportamento che assai più dell'altro si avvicina a quello ben noto delle « bentoniti » qualora si usino percentuali abbastanza elevate di soda Solvay come attivante.

Bentonite di Campiglia

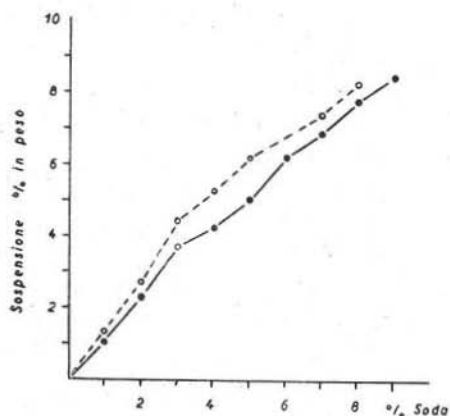


Fig. 5

Prodotti a 3000
maglie

Bentonite di Tognazzo

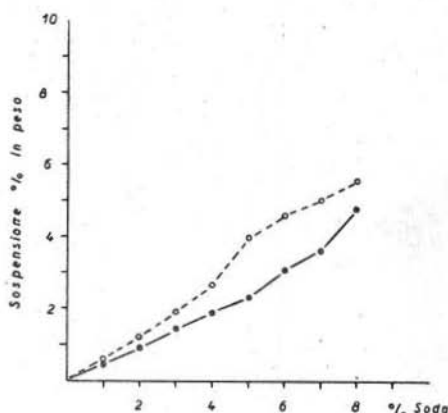


Fig. 6

Prodotti a 6400
maglie

Per entrambi i materiali di Campiglia e di Tognazzo si nota inoltre che l'andamento delle curve relative ai due campioni a 3000 e 6400 maglie sono abbastanza accostate, nonostante la notevole differenza iniziale di grana.

Dal complesso delle prove eseguite si può dedurre che la parte preponderante della frazione a comportamento nettamente colloidale (*) deve essere riferita a montmorillonite, a quel minerale cioè

(*) Gioverà ricordare che il termine « colloidale » è applicato a tutte quelle sostanze costituite da particelle a diametro inferiore a 0,005 mm. che nonostante siano in possesso di struttura cristallina si comportano dal punto di vista fisico come veri colloid (Dérivé); questo è appunto il caso della montmorillonite almeno per quanto riguarda il comportamento delle sue sospensioni; numerosi studi hanno permesso anzi di assegnare a questo minerale delle proprietà intermedie fra quelle dei colloid idrofili ed idrofobi e di precisare che il suo comportamento è analogo a quello di un colloid elettro negativo, le cui sospensioni sono perciò sensibili agli effetti del Ph e degli elettroliti nel senso che saranno stabili per valori alti del Ph (10-12) mentre floculeranno per bassi valori di questo.

che per la variabilità della distanza fra gli strati caratteristici del reticolo cristallino (parametro c) è capace di assorbire notevoli quantità di acqua dando luogo a fenomeni di rigonfiamento e di sospensione particolarmente notevoli.

In quantità nettamente subordinata potranno essere presenti assieme alla montmorillonite finissime lamelle di sericite (o di illite) e prodotti colloidali quali silice idrata e idrossidi di alluminio.

Ogni tentativo di ricavare la composizione mineralogica quantitativa dai risultati dell'analisi chimica ed in base alle indicazioni fornite dall'esame microscopico e dall'analisi termica differenziale non può condurre a risultati attendibili nel caso delle argille di Campiglia e di Tognazzo, sia per la loro eterogeneità e scarsa purezza sia per la variabilità di composizione del costituente fondamentale montmorillonitico.

In quest'ultimo minerale infatti le variazioni di composizione sono tali da far oscillare il rapporto Si:Al tra valori di 1:1 e 3:1 (5) mentre varia notevolmente anche la quantità di Mg che può sostituire Al in coordinazione ottaedrica; inoltre Mg, Ca, K, Na possono trovarsi in quantità apprezzabile nella montmorillonite sotto forma di ioni adsorbiti.

Basandoci sui fatti che abbiamo via via esposti potremo però senz'altro concludere che nel materiale di Campiglia il componente montmorillonitico è presente in quantità valutabili al 60-70% circa, mentre in quella di Tognazzo non dovrebbe essere molto superiore al 40%.

Padova - Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università e Centro Studi di Petrografia e Geologia del C.N.R. - 1952.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ANDREATTA C., *Studio petrografico di alcune argille montmorillonitiche pugliesi*. «Ind. mineraria d'Italia e d'Oltremare» Fasc. 4, 1943.
- (2) ANDREATTA C., *Studio di un nuovo termine della serie illite-idromiche in giacimento idrotermale e considerazioni sui passaggi miche-idromiche-montmorilloniti*. «Per. Miner.», n. 1, 1949.
- (3) ANDREATTA C., *Studio di un interessante giacimento di riempimento di argille montmorillonitiche idrotermali*. (Vallortigara-Posina, Schio). Bologna, 1949.

- (4) ANDREATTA C., *Studio petrografico dei giacimenti e delle argille montmorillonitiche idrotermali della Valle di Mogentale presso Posina (Vicenza)*. Bologna, 1950.
- (5) BRINDLEY G. W., *X-Rays identification and crystal structures of clay minerals*. « Ed. Mineral. Soc. ». London, 1951.
- (6) DÉRIBÈRE M. - ESMÉ A., *La bentonite les argilles colloïdales et leurs emplois*. Dunod, Paris, 1951.
- (7) GRIM R. E. - ROWLAND R. A., *Differential thermal analysis of clay minerals and other hydrous materials*. « Am. Miner. » 27, 1942, p. 746-760 e 801-808.
- (8) GRIM R. E., *Differential thermal curves of prepared mixtures of clay minerals*. « Am. Miner. » 32, 1948, p. 50-60.
- (9) HENDRICKS S. B. - NELSON R. A. - ALEXANDER L. T., *Hydration mechanism of the clay mineral Montmorillonite saturated with various cations*. « Jour. Am. Chem. Soc. » 62, 1940, p. 1457-1464.
- (10) KERR F. P. - KULP J. L., *Multiple differential thermal analysis*. « Amer. Miner. » 33, 1948 p. 387-419.
- (11) KRUMBEIN W. C. - PETTIJOHN F. J., *Manual of sedimentary petrography*. Appl. Cent. Crofts, New York, 1938.
- (12) PETTIJOHN F. J., *Sedimentary Rocks*. Harper, New York, 1949.
- (13) SAVELLI F., *La bentonite, le argille colloïdali*. Hoepli, Milano, 1943.
- (14) SCHIAVINATO G., *Ricerche mineralogiche sui depositi argillosi dei Colli Vicentini*. « Rend. Soc. Min. Ital. », 1951.
- (15) TWENHOFEL W. H., *Principles of sedimentation*. Mc Graw-Hill, New York, London, 1939.
- (16) TWENHOFEL W. H. - TYLER A. S., *Method of study of sediments*. Mc Graw-Hill, New York-London, 1941.
- (17) VECCHI G., *La Pipetta di Andreasen*. « Ind. Ceram. Silic. » n. 7, 8, 9, 1948, p. 1-4, 4-6.