

OVARESE

CORPO R. DELLE MINIERE

— R. Ufficio geologico)

I GIACIMENTI DI GRAFITE DELLE ALPI COZIE

(CON UNA TAVOLA)



ROMA
TIPOGRAFIA NAZIONALE DI G. BERTERO
Via Umbria
—
1898.

V. NOVARESE

INGEGNERE NEL CORPO R. DELLE MINIERE

(Roma — R. Ufficio geologico)

I GIACIMENTI DI GRAFITE DELLE ALPI COZIE

(CON UNA TAVOLA)



ROMA

TIPOGRAFIA NAZIONALE DI G. BERTERO

Via Umbria

—
1898.

(Estratto dal *Bollettino del R. Comitato geologico*, anno 1898, n. 1).

I GIACIMENTI DI GRAFITE DELLE ALPI COZIE ¹

(CON UNA TAVOLA)

Se la grafite è uno dei minerali più frequenti e diffusi nelle formazioni scistoso-cristalline, sono invece scarsi i suoi giacimenti suscettibili di essere coltivati industrialmente. Le statistiche della produzione mondiale dimostrano che la grafite è monopolio minerario di un numero molto ristretto di paesi. Il primo posto fra questi è tenuto dall'Austria coi suoi giacimenti di Boemia, Moravia e Stiria; essa però è seguita immediatamente dall'isola di Ceylan che se non la pareggia in quantità la supera però per la qualità e valore del prodotto. A grande distanza vengono in seguito la Baviera e l'Italia con produzioni attualmente di entità poco diversa.

All'infuori di questi quattro, nessun altro paese ha una stabile produzione di grafite degna di speciale considerazione. Il Giappone ha dato per qualche tempo forti quantità di grafite (fra il 1885 ed il 1892), ma ora la sua produzione è caduta a cifre insignificanti. In America il Canada e gli Stati Uniti non hanno potuto raggiungere insieme una produzione annuale che superi il migliaio di tonnellate, e ne sono rimasti spesso molto al disotto.

¹ Ad evitare i soverchi richiami bibliografici, in fine alla presente nota è dato l'elenco di tutti gli scritti consultati e che si riferiscono così alle proprietà della grafite in genere come ai singoli suoi giacimenti.

In Italia la grafite si produce esclusivamente nelle Alpi Cozie e precisamente nel circondario di Pinerolo. Nella prima metà del secolo però fu attiva una miniera di grafite nell'alto del vallone della Liga, nel comune di Olivadi (provincia di Catanzaro). Qui il giacimento è contenuto dentro agli gneiss granatiferi. Ogni lavoro però è da lungo tempo abbandonato e le gallerie piene d'acqua, sono inaccessibili. Inoltre nelle statistiche minerarie degli ultimi anni (1893, 1895) è registrata una piccola quantità di grafite proveniente da una ricerca posta nel comune di Murialdo nella valle della Bormida (circondario di Savona). La località nella Carta geologica della Liguria di Mazzuoli, Issel e Zaccagna è in un'area attribuita al Permo-carbonifero: mancano però altre notizie intorno alla natura e condizioni del giacimento. Giova però notare che non molto lontano, nella stessa valle, ad Osiglia, affiorano gli strati del Carbonifero con banchi di antracite più o meno grafitoide.

La grafite è pure stata ricercata in varie altre località italiane, come nel vallone di Ribordone (valle dell'Orco), al Monte Pisano, ma le ricerche non condussero per quanto consta ad alcun utile risultato. Perciò in Italia finora la produzione stabile e regolare della grafite è privilegio del circondario di Pinerolo ¹.

¹ Una monografia molto istruttiva sulla produzione mondiale della grafite, con notizie intorno ai principali giacimenti coltivati si trova nell'annuario edito dal Rothwell, *The Mineral industry*, Vol. II (1893); New York, 1894, pag. 335-342. Ulteriori notizie e statistiche sono contenute nel Vol. IV dello stesso annuario (1895) a pag. 375-376.

Per le grafiti italiane la somma maggiore di notizie è contenuta nelle pubblicazioni del C. R. delle Miniere a cominciare dal volume intitolato: *Notizie statistiche sull'industria mineraria in Italia dal 1860 al 1880*, e nei diversi volumi della *Rivista del servizio minerario*, comparsi in seguito. È da segnalarsi la *Rivista del servizio minerario del 1887* (Roma, 1889) dove, nella Relazione dell'ingegnere capo del distretto di Torino è riportata un'analisi delle grafiti di Pinerolo, e paragonata con quelle di grafiti di altre provenienze. Da quell'anno in poi le *Riviste*, nella Relazione del distretto di Torino, conten-

I. — Cenni geologici.

I giacimenti di grafite delle Alpi Cozie si trovano verso la base della serie degli scisti cristallini, in quella zona che il Gastaldi ha denominato dello gneiss centrale; per l'illustre geologo piemontese la presenza dei banchi e lenti di grafite era appunto una delle caratteristiche della zona. L'ingegnere Zaccagna nella sua nota *Sulla geologia delle Alpi occidentali*¹ ha attribuito buona parte di ciò che il Gastaldi comprendeva nello gneiss centrale, al prepaleozoico superiore, mentre conservava in quello inferiore gli gneiss ghiandoni e forme litologiche affini. Delle grafiti e rocce associate lo Zaccagna non fa speciale menzione, ma a giudicare dallo schizzo di carta geologica che accompagna la sua memoria, la maggior parte di esse venivano staccate dal prepaleozoico inferiore e portate in quello superiore, nella zona degli gneiss minuti e micascisti. Il Baretti è pure di questa opinione, ritenendo la grafite frequente tanto nella parte più superficiale dello gneiss antico quanto negli scisti che gli si sovrappongono².

Il rilevamento particolareggiato delle Alpi Cozie iniziato dall'Ufficio geologico nel 1837, ed ora pressochè compiuto, ha fatto riconoscere che i banchi di grafite non sono una semplice accidentalità della serie cristallina, ma insieme con un certo numero di rocce che sono sempre loro associate costituiscono un gruppo di posizione costante molto esteso e continuo, e talora potentissimo; tanto, che desta una certa meraviglia il silenzio che sotto tale rispetto hanno serbato i diversi autori che si sono occupati della geologia delle Cozie. Il primo e finora unico cenno della diffusione ed importanza delle rocce del

gono regolarmente notizie intorno all'esito delle ricerche ed alla scoperta delle miniere di grafite nella valle del Chisone.

¹ Vedasi D. ZACCAGNA, *Sulla geologia delle Alpi occidentali* (Boll. R. Com. geol., 1887, 11-12, pag. 316 e segg.).

² M. BARETTI, *Geologia della provincia di Torino*. — Torino, 1893; pag. 181.

gruppo grafítico fu dato nel Bollettino geologico del 1895 nelle Relazioni sui rilevamenti del 1894 ¹, insieme con una descrizione dei principali tipi litologici.

Posizione della zona grafítica e sua estensione. — Le scoperte di fossili e la più esatta conoscenza litologica, frutto di più anni di rilevamento geologico hanno di molto diminuito il valore che si attribuiva alle classificazioni e suddivisioni fin qui in uso per la serie cristallina delle Alpi Cozie: l'argomento però è ancora soggetto di studi e discussioni, ed una nuova classificazione non è stata finora proposta. Per lo scopo della presente nota però è più che sufficiente l'antica divisione del Gastaldi che ha ammesso nella serie due grandi piani o sezioni, distinte per caratteri esclusivamente litologici: una superiore calcareo-filladica con potenti masse intercalate di rocce verdi, ed una inferiore essenzialmente composta di gneiss e micascisti. Le rocce grafítiche compaiono in questa zona inferiore ed in essa soltanto.

Se col nome di rocce grafítiche s'intendono quelle che contengono la grafite fra i loro elementi, essenziali od accessori, ma caratteristici, convien dire che esse compaiono in tutti i livelli della sezione degli gneiss e micascisti: però un'ispezione del terreno, anche sommaria, rivela subito che la massima parte delle rocce grafítiche ha una zona di diffusione abbastanza ben circoscritta verso la base della serie, al di fuori e più precisamente al disopra della quale zona, le lenti di micascisti e scisti grafítici che ancora s'incontrano hanno carattere sporadico ed accidentale, sono poco estese e poco potenti e non sembrano nella loro distribuzione seguire alcuna legge. Le miniere e ricerche in attività sono tutte in quel complesso grafítico continuo che stà alla

¹ V. NOVARESE, *Sul rilevamento geologico eseguito nel 1894 in valle della Germanasca (Alpi Cozie)* (Boll. R. Com. geol., 1895, n. 3, pag. 255).

S. FRANCHI e V. NOVARESE, *Appunti geologici e petrografici sui dintorni di Pinerolo* (Ibidem, n. 4, pag. 385).

base della sezione inferiore della serie cristallina, e che nel seguito chiameremo sempre gruppo o zona grafitica. Per quanto è finora noto soltanto in questo gruppo la grafite costituisce lenti e banchi coltivabili: fuori di esso si trova unicamente come pigmento più o meno abbondante di rocce in cui la parte essenziale è costituita invece da altri minerali.

Meglio di qualunque descrizione gioverà a dare un'idea dell'estensione del gruppo o zona grafitica delle Alpi Cozie l'annessa cartina. La zona ha origine nelle Cozie settentrionali nei pressi di Cumiana, sul margine orientale della massa alpina, e si dirige dapprima verso Ovest divisa in vari rami separati da potenti banchi di gneiss. Sulla destra del Chisone questi rami si riuniscono in un solo potente complesso che attraversa con direzione N-S la valle inferiore della Germanasca, e rivolgendosi a S.E segue la valle del Chisone da Perosa fino a Pinerolo e San Secondo, costituendo pure la parte maggiore del vallone di Pramollo e dei monti di Roccapiatta; forma più a Sud i monti fra Bricherasio e la valle d'Angrogna. Sulla destra del Pellice la zona grafitica corre al piede della catena alpina, mascherata spesso dal diluviale, e non si può scorgere di solito che nelle incisioni dei torrenti, alle spalle di Bibiana e Bagnolo; la si ritrova a Sud di Barge nella depressione che separa il monte Bracco dal resto delle Cozie penetra nella valle del Po, e rivolgendosi a S.E ricompare ancora a Brondello ed allo sbocco della valle Varaita.

Da Cumiana fino alle prime alture sulla destra del Pellice la zona grafitica è assolutamente continua; le rocce a grafite visibile sono in essa tanto abbondanti da non lasciar luogo ad alcun dubbio. Non è che verso l'estremità meridionale, quando la zona si ritrova dopo l'interruzione prodotta dal quaternario del bacino di Barge, che essa può dirsi rappresentata da una serie di lenti molto potenti ed allineate di scisti grafitici inglobate da micascisti e gneiss ordinari. La posizione però dell'allineamento nella serie è sempre la stessa, e data la costituzione litologica del gruppo grafitico rappresentato da un complesso di rocce grafitiche e di rocce povere o prive affatto di

grafite, si può ammettere che non si tratti qui che di una predominanza locale di queste ultime.

La variabilità della costituzione litologica è causa di una tale incertezza nei limiti della zona specialmente verso il tetto. Come vedremo fra breve, molte delle rocce senza grafite che vi si osservano sono identiche a talune altre che compaiono nella sezione degli gneiss e micascisti posti all'infuori della zona grafitea; perciò i limiti di questa rispetto al resto della sezione debbono forzatamente porsi soltanto dove cominciano a mostrarsi con una certa abbondanza le intercalazioni grafitee. Nel caso pratico però questa incertezza si presenta effettivamente in pochi punti, tutti verso il limite superiore della zona: in generale quando compaiono le specie litologiche a grafite visibile, si trovano subito in quantità tale che ogni dubbio è senz'altro eliminato.

Costituzione litologica della zona grafitea. — Le rocce che costituiscono il gruppo grafiteo sono numerose e svariate; degli elenchi, accompagnati da diagnosi petrografiche sommarie ne sono già stati dati dall'ing. Franchi e da chi scrive nelle memorie già citate. Da questi elenchi si deduce subito una divisione di tali rocce in due categorie ben distinte. Una prima categoria comprende gli gneiss minuti, micascisti e scisti diversi che presentano varietà grafitee e varietà non grafitee collegate fra di loro da innumerevoli termini di passaggio: un caso particolare di questa categoria sarebbero i banchi di grafite vera e propria. Nella seconda categoria rientrano invece gli gneiss biotitici (zonati e lenticolari) dell'ing. Franchi, gli gneiss dioritici (Malanaggio) e le prasiniti ed amfiboliti, rocce tutte che non presentano mai varietà grafitee. Come vedremo l'origine sedimentaria delle rocce della prima categoria è fuor di dubbio: l'origine delle rocce della seconda è discutibile, sebbene sembri probabile che molte di esse debbano ritenersi eruttive.

Dal punto di vista pratico il maggior interesse è presentato dalla prima categoria, perchè in essa sono contenuti gli strati grafitei coltivabili. Le rocce che la costituiscono sono assegnabili ai due tipi

gneiss e *micascisti*. Gli *gneiss* ora chiari, ma più spesso grigi e grigio-scuro a causa del pigmento grafítico, sono sempre ad elementi molto minuti, piuttosto granulosi e poveri di mica. Un caso particolare di questi *gneiss* sono i conglomerati *gneissici*, nei quali, dentro alla massa *gneissica* a piccola grana, si osservano dei ciottoli di rocce diverse, ma in prevalenza di quarzo, per lo più deformati, stirati o laminati dalle pressioni subite. I ciottoli però non si presentano appiattiti in lenti, ma allungati invece in forma di fusi, tutti paralleli fra loro, per modo che solo sulle facce di rottura prossimamente normali all'asse dei fusi si vede la forma tondeggiante dei ciottoli e si riconosce l'origine clastica della roccia. Il cemento che riunisce i ciottoli è uno *gneiss* grigio-scuro identico agli altri *gneiss* della zona, per cui è logico l'inferire che tali *gneiss* abbiano la stessa origine dei conglomerati. Del resto, in complesso, gli *gneiss* del gruppo grafítico sono molto uniformi, e le varietà sono date soltanto dalla diversa quantità o dall'assenza del pigmento grafítico, oppure dalla visibilità o mancanza degli elementi a grandi dimensioni, cioè dei ciottoli: questa costanza di caratteri e questa analogia è un indizio dell'origine comune di tutti questi *gneiss* che possono considerarsi come una forma metamorfica di una roccia clastica, un'arenaria od una psammite, a cemento argillo-siliceo.

I *micascisti* sono invece molto più svariati, almeno nell'aspetto: ora sono *micascisti* ordinari bianchi, ora sono visibilmente granatiferi ora sono *micascisti* a granati e cloritoide (*sismondina*), una varietà che ha il suo massimo sviluppo fuori della zona grafítica. Di fronte a questi tipi stanno quelli grafíticos esattamente corrispondenti; di tutti il più frequente è il *micascisto* grafítico granatifero, di color plumbeo, con granati che da dimensioni microscopiche giungono fino ad un centimetro circa di diametro. Nel sottogruppo dei *micascisti* possiamo comprendere gli estesissimi e caratteristici scisti grafíticos, distinti dai *micascisti* analoghi solo per la povertà in quarzo, e che arricchendosi del pigmento caratteristico passano alle grafiti impure prima, indi alle grafiti coltivabili ed utilizzabili. Come varietà locali

di questi scisti sono da considerarsi gli scisti macchiati caratterizzati dalla presenza di macchie bianche allungate analoghe a quelle dovute in altri casi consimili ad un minerale di forma prismatica più o meno allungata. Nel caso attuale invece i prismi più o meno deformati costano di una miscela di minerali micacei e di cloritoide, di cui non si è finora potuto stabilire l'origine. Infine a questi scisti si riattaccano certi scisti neri non più grafitici ma carboniosi (scisti ampelitici) che si osservano in una località sola, nelle colline di Moreri presso Bricherasio, proprio sul margine della pianura. Questi scisti di un nero cupo, ora più ora meno ricchi di materia carboniosa, non hanno nell'aspetto più nulla di cristallino e si è istintivamente portati a ricercarvi dei fossili, purtroppo finora senza esito alcuno.

Un tipo litologico differente dagli gneiss e dai micascisti compare ancora nella formazione grafitica, ed è quello delle quarziti. Però di fronte agli altri tipi è enormemente subordinato; non si osserva che in poche località e per lo più mediante passaggi si collega colle varietà più diffuse. Difatti talune quarziti non sono che micascisti quarziticci molto poveri di mica: tale altra volta questi stessi micascisti quarziticci si collegano coi conglomerati ad elementi quarzosi e possono ritenersi come una forma estrema dei micascisti a lenti di quarzo che è l'aspetto che assumono i conglomerati gneissici quando nel cemento abbondano i minerali micacei, e passano in seconda linea il quarzo ed i felspati. Infine passano a quarziti talora anche gli gneiss minuti per l'intermedio di varietà che si possono chiamare gneiss quarziticci, ricchi di quarzo e poveri di mica e felspato.

Variazioni locali nella costituzione litologica della zona. — La potenza della zona grafitica sebbene oscilli fra limiti molto lontani è sempre considerevole: la stessa sua parte più settentrionale, quella che il Franchi ha chiamato zona grafitica di Giaveno, ha da 300 a 400 metri di potenza: se a questa si aggiungono i diversi rami meridionali che si fondono con essa nella valle del Chisone, la potenza aumenta notevolmente. La formazione però ha il suo sviluppo massimo nella valle media e bassa del Chisone e della Germanasca dove occupa

una striscia di 3 a 4 chilometri di larghezza, ed in cui la potenza complessiva dev'essere di metri 2000 circa. Allo sbocco della Val Pellice la potenza è assai minore, e va scemando man mano che si procede verso Sud: conviene però tener conto che il limite inferiore della formazione qui è mascherato dal quaternario sotto cui questa scompare: non è che alla Colletta fra Barge e Paesana, ed oltre, che si può dire che la zona grafitica come all'estremo settentrionale è ridotta ad una striscia relativamente ristretta, perchè la si trova rinchiusa fra due masse gneissiche.

Presenta un interesse non indifferente la diversa costituzione litologica della zona nei vari suoi tratti. Nella parte settentrionale, ammettendo che i diversi rami in cui è divisa rappresentino tutta la formazione, e non siano invece fondi di sinclinali serrati nella massa gneissica, ciò che del resto non pare, essa consterebbe di una serie di complessi grafitici relativamente sottili che avvolgono, o sono intercalati ad ingenti masse di gneiss ghiandoni, zonati e lenticolari: avrebbero il predominio nel profilo quelle rocce che abbiamo assegnate alla seconda categoria.

Nella valle del Chisone la cosa muta d'aspetto: specialmente in corrispondenza della Germanasca la serie è costituita da gneiss minuti grafitici, conglomerati gneissici, micascisti e scisti grafitici: le varietà non grafitiche di queste stesse rocce sono scarse; compaiono i banchi grafitici: le rocce della seconda categoria (gneiss tipo Malanaggio, dioriti gneissiche) sono piuttosto subordinate. Proseguendo verso Ovest, si ha un nuovo mutamento: l'alta parete a destra della valle del Chisone da Inverso Pinasca fino a S. Germano ed oltre, è bensì costituita da gneiss, conglomerati e scisti grafitici, ma sulla sinistra agli scisti grafitici, molto sviluppati a Pinasca, Dubbione, Villar Perosa si associano rocce di altro tipo, come i micascisti a lenti di quarzo e micascisti a sismondina. Qui è pure la regione degli scisti macchiati: nella formazione s'intercalano inoltre potenti masse di gneiss dioritici, come quelle appunto del Malanaggio e Porte, del Poggio Pini sopra San Germano e varie altre, nonchè numerose lenti, per lo più piccole,

di prasiniti ed amfiboliti diverse. Questa porzione, della massima potenza e della massima varietà di composizione della zona grafitica, è anche quella dove gli strati di grafite hanno la maggiore estensione e regolarità ed in cui, come vedremo, stanno le miniere più importanti.

Al Sud dello spartiacque fra Chisone e Pellice, nei monti alle spalle di Bricherasio e S. Giovanni di Luserna si ha un nuovo mutamento nella costituzione litologica della zona: all'infuori delle basse colline di Moreri, dove si hanno gli scisti neri ampelitici già nominati, il complesso è formato da un'alternanza banco a banco di micascisti ordinari bianchi e micascisti grafitici di color plumbeo per lo più granatiferi: in qualche punto come presso la Casa Brandino sulla Costa Roncetto i micascisti passano a quarziti micacee, che si osservano pure presso la stazione di Bibiana in uno spuntone cristallino, circondato da quaternario. Anche in questa regione sono noti gli scisti grafitici e le grafiti: ne sono anzi già state dichiarate scoperte due miniere.

Sulla destra del Pellice la formazione grafitica si osserva soltanto più a lembi ed è difficile quindi farsi un'idea esatta delle rocce che la compongono: abbondano però sempre i micascisti e gli scisti grafitici che la caratterizzano.

I banchi di grafite. — Dal rapido esame precedente appare come affioramenti di grafite s'incontrino in molti punti della zona che abbiamo descritta. Si tratta sempre di grafite più o meno pura che passa talora a scisto grafitico. La giacitura è sempre in lenti o banchi, cioè quella di uno strato o membro singolo regolare della formazione complessiva: non è mai accaduto di trovarla in noduli o nuclei isolati dentro alle varie rocce dove è uniformemente diffusa come pigmento, vale a dire in forma di semplice accidentalità locale.

Malgrado la varietà grande di costituzione litologica della zona i banchi di grafite si trovano a contatto soltanto degli scisti e micascisti grafitici, degli gneiss pure grafitici, dei conglomerati gneissici e dei micascisti con lenti di quarzo loro equivalenti, i quali talvolta

assumono pure, in contatto delle grafiti in banchi, l'aspetto di quarziti micacee. Non è ben sicuro se nei dintorni di Bricherasio e di S. Giovanni di Luserna, colla grafite vengano pure direttamente a contatto i micascisti bianchi: vedremo in breve la ragione di questa incertezza.

Ad Icla i tre banchi esistenti stanno dentro la massa dei conglomerati gneissici in tipico sviluppo; solo al tetto del banco superiore compare un gneiss o micascisto ad elementi molto minuti, ricco di quarzo e colla mica in piccole pagliette bianco verdognole molto uniformemente distribuite. Invece a Dormigliosi e Timosella la roccia incassante è un micascisto quarzítico, colla mica piuttosto scarsa e disposta in sottili membrane che avvolgono gli elementi quarzosi: siamo qui in presenza delle quarziti micacee che corrispondono ai micascisti con lenti di quarzo ed ai conglomerati. A Siassera le condizioni sono in tutto analoghe a quelle di Dormigliosi e Timosella. Per le altre miniere è meno facile dire quali sieno le rocce a contatto diretto coi banchi di grafite perchè mancano gallerie trasversali, e gli affioramenti si osservano male. È certo però che nè a Gran Roccia nè a Castelluzzo e Comba Oscura si osservano in prossimità dei lavori i conglomerati gneissici e le rocce loro equivalenti. Predominano invece alla superficie le rocce scistose, scisti grafitici, micascisti grafitici con granati, ecc. Presso alle due ultime miniere nominate abbondano sul terreno superficiale i micascisti molto alterati, come sono del resto fortemente alterate alla superficie tutte le rocce di quella regione di basse colline prossime alla pianura; la qual cosa non consente un'esatta determinazione delle rocce che incassano i banchi coltivati, che si conosceranno probabilmente solo in progresso di tempo quando le coltivazioni si saranno allontanate dalla parte superficiale decomposta.

La differenza fra le lenti e banchi di grafite è fondata soltanto sulla diversa estensione nel senso della stratificazione: vedremo anzi fra breve come anche nei banchi più estesi e continui sia manifesta la tendenza a costituire dei rigonfiamenti lenticolari. Le ricerche minerarie, oramai abbastanza numerose, ed i lavori minerari regolari

hanno provato che l'estensione di tali giacimenti può essere considerevole. Nel vallone di Pramollo, dove sono le miniere più produttive e nel quale è stato fatto il maggior numero di ricerche, l'affioramento del banco coltivato dalle concessioni Dormigliosi e Timosella è stato riconosciuto per circa un chilometro di lunghezza dalla località detta Bosco Borello fino oltre Menusan. L'affioramento del banco delle miniere Icla e Brutta Comba, poste nello stesso vallone ma sul versante rivolto a Nord, di fronte alle precedenti, si può seguire per oltre due chilometri dalle case di Balziglia nella valle del Chisone fino all'incirca alla chiesa cattolica di Pramollo. Anche nella miniera detta di Gran Roccia, nel comune di Inverso Pinasca, posta sulla destra del Chisone, i lavori di ricerca hanno provato la continuità del banco per più centinaia di metri.

I banchi talvolta sono isolati; ma in parecchie miniere se ne contano invece due o tre. Così ad Icla Pramollo una galleria normale alla stratificazione ha tagliato tre banchi di grafite. La miniera di Brutta Comba posta più ad Est sullo stesso complesso di banchi ne ha incontrati due coltivabili; e forse il terzo o non è stato ancora esplorato oppure per la sua sottigliezza fu trascurato. Quando non si vedono che gli affioramenti è spesso difficile dire quanti banchi si contino in una determinata serie, principalmente quando la roccia incassante è lo scisto grafitico che si distingue male a semplice vista dalla grafite. In certi punti la potenza di questi scisti è tanto grande che il terreno è nero sopra vaste estensioni, come ad esempio accade nelle vigne di Dubbione sulla sinistra del Chisone.

La potenza è assai variabile tanto in uno stesso banco quanto da strato a strato. Da straterelli di pochi centimetri si passa a potenze di 2 o 3 metri e talora anche di più. Questi due limiti estremi si trovano spesso in un medesimo banco, il quale non ostante queste variazioni riman sempre continuo e si può seguire senza esitare. Intorno al modo con cui le lenti di maggior potenza sono distribuite negli strati non si hanno ancora dati molto sicuri. Nella miniera Icla, dove il banco è inclinato verso Sud di 30° circa, le lenti, o come sono state

chiamate dai minatori le *colonne*, scendono verso Ovest. Nella stessa miniera, dei tre strati attraversati, si è seguito finora soltanto il superiore; invece in quella attigua di Brutta Comba, od Icla San Germano, due degli strati incontrati, certamente continuazione dei precedenti, hanno presentato una potenza di oltre un metro ciascuno.

La pendenza degli strati è variabile ed in generale piuttosto forte; con certezza si può affermare che non scende mai al disotto di 30°; tutte le assise della serie cristallina delle Alpi Cozie sono fortemente ripiegate ed è naturale che anche i banchi grafitici presentino pendenze considerevoli.

Dall'andamento degli affioramenti parrebbe che i banchi non dovessero presentare accidentalità di grande rilievo, e sembra anzi che in generale i banchi sieno molto regolari. Convien però tener conto che fino ad oggi i lavori non sono scesi a profondità un po' considerevoli per cui si conosce in realtà una parte assai piccola dei giacimenti.

Tuttavia in due casi si sono incontrate delle irregolarità molto interessanti. Nella miniera Siassera (Pramollo) l'andamento del banco in discussione è estremamente tortuoso e si hanno dei bruschi cambiamenti di direzione che passa da E-O a N-S per tornar poi quella di prima. Inoltre in parecchi punti il banco si divide in due rami divergenti, uno dei quali si stacca dal principale come un'apofisi da un filone. Finora non si è potuto trovare una spiegazione soddisfacente di questo fatto singolare perchè in genere uno dei due rami in cui il banco si divideva è stato subito abbandonato, e non si hanno quindi dati positivi sull'estensione e sulla natura di queste pseudo-apofisi. Non si può quindi dire se si tratta di un accidente stratigrafico piuttosto che di una semplice divisione del banco in due rami causata da una lente scistosa interposta.

Un'altra notevole accidentalità s'incontra nella miniera detta di Dormigliosi o Menusan. La galleria più occidentale di questa miniera, posta sulla destra della Comba Delvaine (galleria Tunassa), si trova presso alla cerniera di una piega sinclinale molto stretta per cui il banco, che a Nord della galleria è quasi verticale, si inflette brusca-

mente, si spiana al disotto della galleria, e si rialza assumendo tosto una forte inclinazione verso Sud. Il ramo settentrionale del banco è stato coltivato fino agli affioramenti; invece quello meridionale non è ancora del tutto esplorato per cui si ignora se il banco sia riportato dal nuovo andamento verso la superficie, oppure se invece un'altra inflessione gli faccia riassumere il suo andamento normale.

È di somma importanza scientifica e tecnica il chiarire tale dubbio perchè dall'andamento ulteriore del banco dipende non solo l'avvenire della porzione di concessione inferiore al livello della galleria Tunassa, ma altresì la risoluzione di una questione di portata molto più grande, cioè se i banchi coltivati dalle miniere Dormigliosi e Timosella siano o no gli stessi di quelli che sul fianco opposto della valle sono coltivati dalle miniere Icla e Brutta Comba. Siccome gli strati grafitici dei due gruppi di miniere all'infuori del disturbo della galleria Tunassa, pendono tutti verso Sud, se si trattasse effettivamente di due gruppi di strati sovrapposti, le miniere della destra del vallone di Pramollo avrebbero la probabilità di trovare in profondità la prosecuzione dei banchi coltivati dalle miniere della sinistra.

L'argomento della pendenza degli strati ci porta a discorrere dell'andamento generale della formazione grafitica, ossia della tettonica della serie cristallina inferiore delle Alpi Cozie. Come si vede dalla Tavola la fascia grafitica avvolge quasi completamente l'ellissoide gneissica del Monte Freidour, e laddove la zona grafitica di Giaveno è diretta da Est ad Ovest con pendenza a Nord, nella valle Germanasca la direzione è N-S con pendenza Ovest, e nel vallone di Pramollo si ha di nuovo una direzione da Est ad Ovest con pendenza verso Sud, che si mantiene costante per tutta la valle inferiore del Chisone. È però necessario osservare che in questa parte più larga della zona grafitica, precisamente presso il contatto cogli gneiss del Freidour la pendenza degli strati è rivolta verso Nord, per modo che le assise grafitiche vanno a mettersi sotto gli gneiss ghiandoni del Monte Moretto e Monte Balmella. La grande massa di gneiss dioritici di Malanaggio e Porte, che forma pure i monti di Prarostino è sovrapp-

posta a N.E e Sud agli scisti grafitici e micascisti, mentre verso Ovest scompare al di sotto di questi. Nei monti di Bricherasio e di Luserna si osservano direzioni e pendenze molto svariate, e che mutano rapidamente. Soltanto oltre il Pellice, verso Sud, ricompare una certa regolarità, e si vede chiaramente la serie grafitica col resto delle altre rocce cristalline descrivere un grande arco volgendosi dalla direzione N-S fino a quella N.O-S.E, con pendenze rivolte rispettivamente ad Ovest e S.O.

Probabile origine ed età geologica delle grafiti delle Alpi Cozie. — Prima di chiudere questi cenni geologici generali intorno ai giacimenti grafitici delle Cozie è opportuno un breve esame della questione dell'origine ed età loro.

L'origine non può essere dubbia. I giacimenti grafitici sono parte di una serie di strati dove si alternano gneiss e scisti di tipi diversi collegati fra loro da molteplici termini di passaggio. La presenza in questa serie, di rocce clastiche autentiche, come i conglomerati, attesta la sua origine sedimentaria, e ci permette di riconoscere in essa una serie normale di strati che per un metamorfismo di cui qui non è il luogo di indagare le cause, ha assunto la struttura scistoso-cristallina. La formazione è perciò in tutto paragonabile a quei terreni in cui si alternano scisti ed arenarie con banchi e lenti più o meno estesi e regolari di carbon fossile: non ne differisce che per aver subito un metamorfismo intenso. Le varietà grafitiche e non grafitiche che presenta quasi ognuno dei tipi di roccia componenti la serie corrispondono alle varietà carboniose o bituminose di arenarie e di scisti che alternano colle rocce normali in quasi tutte le formazioni carbonifere. La trasformazione del combustibile primitivo in grafite è dello stesso ordine di quella per cui nelle rocce incassanti la psammite ha assunto l'aspetto di gneiss, gli scisti quello di micascisto e di micascisto a sismondina. E se in avvenire le analisi e gli studii chimici che fanno ancora difetto confermeranno ciò che ora soltanto s'intravede, cioè che fra le grafiti della formazione v'hanno grafiti proprie e grafititi o grafitoidi, si avrà nel diverso grado di meta-

morfismo una prova di più della trasformazione subita dalla sostanza per effetto delle vicende geologiche.

Riguardo all'età, finora purtroppo non si hanno che dati negativi. Però la scoperta di fossili secondarii nei calcescisti delle Cozie meridionali fa andare molto guardinghi nell'interpretare la mancanza di avanzi organici riconoscibili, come un carattere sufficiente per ritenere prepaleozoica la serie cristallina inferiore delle Cozie. D'altra parte è non meno pericoloso il fondarsi su certe analogie litologiche con altre formazioni alpine per attribuire alla nostra zona grafitica un'età determinata. Tuttavia è bene mettere in rilievo queste analogie che possono, nel caso di qualche fortunato ritrovamento di fossili, venire a dissipare i dubbii che l'eventuale incertezza della determinazione di qualche esemplare mal conservato potrebbe lasciare.

Nelle Alpi Occidentali l'unico terreno che contenga strati di combustibili fossili è il Carbonifero, rappresentato d'ordinario da un complesso di strati più o meno metamorfosati, ma nei quali abbondano i banchi di conglomerati, le arenarie psammitiche, gli scisti; manca finora uno studio petrografico di questi ultimi, che potrebbe forse fare scoprire in essi dei minerali metamorfici caratteristici, come il cloritoide. Di più, il combustibile fossile, l'antracite, che si ritrova in questo carbonifero alpino (La Thuile, Mallare, valle della Bormida) si presenta in banchi e lenti con andamento e caratteri affatto analoghi a quelli della grafite di Pinerolo. Ma v'ha un altro giacimento di terreno alpino di età sicuramente carbonifera, col quale la concordanza dei caratteri della nostra zona grafitica è perfetta, perchè in esso il combustibile fossile è effettivamente trasformato in grafite, escavata su vasta scala da lunghi anni. Questo è il bacino grafitifero della Stiria, il quale si stende sopra una lunghezza di 20 miglia geografiche tedesche (150 chm.) dal castello di Trautenfels presso Steinach-Idning, per St. Michael, Leoben, Bruck sulla Mur fino a Gloggnitz. I terreni che contengono la grafite contornano le masse centrali degli gneiss delle Alpi della Stiria, e constano di un'alternanza di scisti grafitici a cloritoide, conglomerati, arenarie e calcari semicristallini:

le lenti e banchi grafitici che sono oggetto di coltivazione stanno nella loro parte inferiore. L'età di questi terreni è stata posta fuor di dubbio dallo studio dei fossili che vi sono stati trovati, fatto da Toulà, Vacek e Stur. Come si vede le analogie che abbiamo poste in evidenza sono più che sufficienti per lasciar ritenere non solo possibile ma persino probabile l'età carbonifera della formazione grafitica di cui ci stiamo occupando.

II. — Caratteri proprietà e composizione delle grafiti.

Le grafiti che si escavano nel circondario di Pinerolo hanno tutte i caratteri fisici specifici del minerale tipico; sono di un bel colore nero semimetallico, tenere e più o meno untuose a seconda della purezza. È notevole però che le qualità più pure hanno un aspetto più cupo e sono meno lucenti di quelle più ricche in materia scistosa. Le ceneri lasciate dalle grafiti dopo la loro combustione sono essenzialmente silicee, e costituite da un materiale argilloso micaceo che non contiene che una debole quantità di ferro. La pirite generalmente manca: soltanto in qualche pezzo di scisto grafitico o di grafite molto impura si osservano talvolta delle macchie di pirite limonitizzata, talora circondate dalle aureole caratteristiche di zolfo ridotto. Nelle grafiti però, la miscela del materiale scistoso colla grafite sembra molto regolare ed intima, ciò che potrebbe costituire una non lieve difficoltà quando si volesse tentare di arricchire con una preparazione meccanica le varietà più povere.

Le analisi delle grafiti di Pinerolo sono finora piuttosto scarse: le miniere sono state coltivate in modo assai primitivo, ed i coltivatori non si sono curati, certo con loro danno manifesto, di conoscere esattamente la natura del loro prodotto. Tuttavia ne sono state pubblicate alcune alle quali ho potuto aggiungere le analisi eseguite nel laboratorio dell'Ufficio geologico, di quattro campioni raccolti da me durante il rilevamento, e di altri tre presentati dal collega ing. Stella

e provenienti dalla Val Po. Come si vede dall'analisi, questi ultimi tre sono scisti grafitici e non grafiti. Oltre a quelle raccolte nel quadro, esistono ancora le analisi dei campioni prelevati per le dichiarazioni di scoperta delle singole miniere, le quali però non sono state fatte di pubblica ragione, all'infuori dell'analisi n. 5.

Dalla tabella delle analisi si rileva subito una circostanza molto importante. Le analisi 3 ed 11 sono sensibilmente diverse fra loro sebbene i campioni provengano dalla stessa miniera; così pure avviene delle analisi 5 e 7.

Siccome nelle due miniere di Brutta Comba e di Timosella donde provengono i campioni, si coltiva attualmente un solo banco, ciò significa che la composizione del materiale di uno strato non è costante. Anzi molto probabilmente la ricchezza in carbonio grafitico varia anche dal tetto al letto di ogni banco, perchè in questi s'incontrano talora lenti intercalate di scisto grafitico. Nella miniera Comba Oscura l'affioramento, quando si iniziarono i lavori, si presentava come un micascisto grafitico di poco valore industriale; contrariamente alle previsioni il banco andò arricchendosi in profondità, tanto che al momento di dichiarazione di scoperta, il materiale escavato all'avanzata aveva un tenore da 60 a 65 % di carbonio grafitico. Questo è pure un fatto di cui va tenuto molto conto, perchè appunto nei monti di Bricherasio e Luserna S. Giovanni sono molto frequenti i micascisti più o meno ricchi di grafiti, nei quali le esplorazioni sono state fino a tutt'oggi assai scarse.

(Segue la tabella delle analisi).

Analisi delle grafiti provenienti dalla zona grafitica delle Alpi Cozie.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Carbonio grafitico.	84.98	77.20	72.14	79.20	78.18	73.10	62.40	27.56	15.59	9.80	60.02
Ceneri silicee	14.03	21.22	25.83	20.16	21.40	26.20	36.90	71.08	83.72	89.57	39.21
Acqua igroscopica.	0.99	1.58	1.97	0.64	0.42	0.70	0.70	1.36	0.69	0.33	0.77
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso specifico	2.27	2.26	2.27	»	»	2.25	2.38	»	»	»	2.38

1. Miniera Icla. Pramollo.

2. Miniera di Dormighiosi.

3. Miniera di Brutta Comba (S. Germano).

4. Grafite di Pramollo. Analisi del prof. Fausto Sestini (*Ricerche sulle grafiti italiane*. Atti della Soc. tosc. di Scienze Nat., Processi verbali, Vol. IX, Pisa 1894-96, pag. 221).

5. Grafite di Timosella. Analisi ufficiale di campione per la dichiarazione di scoperta della miniera (*Rivista del servizio minerario nel 1887*. Annali di Agricoltura, 1889, pag. 316-317).

6. Grafite della miniera Icla. Analisi di campione presentato dalla ditta coltivatrice al laboratorio chimico della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri di Torino il 20 aprile 1893.

7. Grafite della miniera Timosella. Analisi di campione presentato dalla ditta coltivatrice al laboratorio chimico della R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri di Torino il 20 aprile 1893.

8. Colletta di Barge. Versante di Paesana.

9. Contrafforte Morena di Paesana.

10. Scarico di ricerca. Paesana, Santa Margherita.

11. Miniera di Brutta Comba. Analisi eseguite dall'ing. G. Aichino nel laboratorio del R. Ufficio geologico su campione raccolto dall'ing. V. Novarese (1897).

} Analisi eseguite dall'ing. E. Mattiolo nel laboratorio del R. Ufficio geologico su campioni raccolti dall'ing. V. Novarese (1896).

} Analisi eseguite dall'ing. E. Mattiolo nel laboratorio del R. Ufficio geologico su campioni raccolti dall'ing. A. Stella (1896).

Sotto il punto di vista industriale la materia escavata nelle miniere del circondario di Pinerolo è una vera grafite, e si adopera infatti per tutti gli usi per cui questa è indicata. Invece dal punto di vista scientifico la questione non è risolta, perchè non è ancora stata presa in considerazione da alcuno: solo il professor Fausto Sestini in un suo studio sulle grafiti italiane ha potuto fra gli altri esaminare un campione di quella di Pramollo, e l'ha classificata fra le grafiti vere. È noto che il Luzi ha mostrato che certe grafiti opportunamente trattate coll'acido nitrico monoidrato si rigonfiano, presentando un fenomeno analogo a quello detto del serpente di Faraone, mentre altre no, ed ha chiamato le prime grafiti vere, dicendo grafititi le seconde. Il Moissan ha usato per indicare lo stesso fatto le espressioni anche più opportune di *graphites foisonnantes et non foisonnantes*. La grafite studiata dal Sestini sarebbe una grafite *foisonnante*, cioè una grafite propriamente detta secondo Luzi. L'ingegnere Mattiolo ha ripetuto le esperienze coi campioni di cui sono state riportate le analisi, e non ha potuto ottenere il fenomeno del rigonfiamento; la qual cosa indicherebbe che fra le grafiti delle Cozie v'hanno anche delle grafititi. Questa distinzione però non può avere importanza industriale perchè il Moissan in un recente suo studio ha dimostrato che la migliore delle grafiti conosciute, quella di Ceylan, presenta molto difficilmente il fenomeno del Luzi, e quella di Boemia (Mugrau, Schwarzbach) non lo presenta affatto.

Molta maggior importanza così scientifica come industriale ha l'altra distinzione che è stata fatta fra grafiti proprie e grafiti antracitiche, un termine delle quali può essere quella forma di carbonio amorfo a cui il Sauer ha dato il nome di *grafitoide*, che per dirlo coll'espressione usata dall'Inostranzeff sarebbe il termine estremo della serie del carbonio amorfo, la quale conta fra i suoi membri i diversi tipi di litantrace e l'antracite. La distinzione fra le grafiti vere e le antracitiche è stata cercata col metodo proposto dal Brodie, per cui le prime trattate con clorato di potassa ed acido nitrico monoidrato danno luogo alla produzione di quel composto singolare detto acido

od ossido grafitico, mentre le seconde non danno che sostanze umose. Più sicura però è la distinzione fondata sull'analisi elementare: le grafiti antracitiche dell'Inostranzeff contengono fino al 0.40 per cento di idrogeno disponibile ($H - \frac{O}{8}$); il grafitoide del Sauer il 0.24 per cento. Non consta che finora le grafiti di Pinerolo siano stati sottoposte al trattamento di Brodie o che ne sia stata fatta un'analisi elementare: la cosa sarebbe estremamente interessante perchè tutti i dati geologici sembrano accennare ad un'origine sedimentaria, e quindi organica, di queste grafiti.

Nell'opera del Baretti ¹ è ripetutamente affermata la presenza dell'antracite in parecchie località della nostra zona grafitica; l'affermazione però non è sussidiata da alcuna dilucidazione o dimostrazione della natura antracitica piuttosto che della presunta grafitica. Del resto nel più antico Barelli è pure registrato un campione di antracite proveniente « dalla valle del Pellice, presso Torre Luserna (Torre Pellice) ² ». Il rilevamento non ha fatto scoprire alcun fatto che possa sussidiare queste asserzioni: il materiale che si è rinvenuto nei diversi punti della zona presenta sempre lo stesso aspetto e le stesse proprietà fisiche, e senza le indagini ed i trattamenti indicati più sopra non è possibile stabilirne la vera natura e le eventuali differenze.

Paragone colle principali grafiti estere. — La migliore grafite conosciuta e la più accreditata per la sua purezza è la grafite di Ceylan, le cui migliori qualità giungono fino al 99.5 per cento di carbonio puro; ve ne hanno però in commercio anche qualità assai meno pure, tanto che i prezzi oscillano fra 600 e 150 lire la tonnellata. La grafite di Ceylan che si introduce in Italia per gli usi metallurgici (crogiuoli) ha un tenore dell'81 per cento.

Le migliori grafiti europee si escavano in Boemia, dove s'incontrano in lenti di gran potenza dentro ad un complesso di gneiss di

¹ Vedi BARETTI, *Geologia ecc.*, pag. 184, 185 e 636.

² Vedi BARELLI, *Cenni ecc.*, pag. 60.

vario genere, talora anche in contatto con calcari cristallini. La grafite migliore boema ha un tenore dell'80 al 90 per cento; v'ha pure una seconda qualità ottenuta con una semplice cernita del materiale e smerciata in pezzi con tenore variabile dal 70 all'80 per cento. Le altre qualità inferiori si ottengono mediante una preparazione meccanica e contengono dall'80 al 50 per cento di carbonio grafítico.

La grafite di Passau in Baviera, molto apprezzata per le sue qualità refrattarie, perchè non contiene calcare come quella boema, è però assai meno pura; il materiale che si estrae dalla miniera non ha in media più del 50 per cento di carbonio e dev'essere arricchito con una preparazione meccanica per via secca. Secondo il Weinschenk le migliori qualità giungerebbero fino al 94 per cento.

Le grafiti che sotto ogni rispetto meglio si possono paragonare con quelle delle Cozie, sono quelle delle Stiria, le quali, come abbiamo già veduto, si trovano in condizioni di giacitura geologica pressochè identiche. Dalle analisi numerose che ne ha pubblicate nel 1892 il C. v. John appare anche con molta evidenza l'analogia grande della costituzione. Sopra 22 analisi, il massimo di carbonio trovato è di 84.29 per cento, il minimo di 22.41 per cento, mentre i valori più frequenti sono quelli compresi fra 55 e 75 per cento: vi sono perciò tutti i passaggi fra una grafite abbastanza pura ed uno scisto grafítico.

III. — Coltivazioni minerarie.

Cenni storici. — L'escavazione della grafite nel circondario di Pinerolo non risale ad un tempo molto remoto. Gli ottimi *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna* del Barelli, comparsi nel 1835, contengono bensì l'indicazione delle principali località in cui si trova la grafite nei pressi di Pinerolo, ma nulla dicono che permetta di arguire che del minerale si facesse un uso qualsiasi un poco esteso e se ne coltivassero i giacimenti. È detto soltanto che serve in Pinerolo alla fabbricazione di crogiuoli simili

a quelli di Assia. Dalle *Notizie statistiche sull'industria mineraria in Italia dal 1860 al 1880*, pubblicate dal Corpo Reale delle Miniere nel 1881, si rileva che nel 1860 v'era già una produzione di grafite di circa 84 tonnellate nel distretto minerario di Torino, ciò che equivale a dire nel circondario di Pinerolo, unica regione del distretto in cui la grafite si sia mai escavata. Da tale notizia si deduce quindi come la coltivazione della grafite sia stata iniziata nel quarto di secolo che corse fra il 1835 ed il 1860.

La grafite fu per lungo tempo estratta come sostanza colorante sotto il nome di *terra nera*, e si sviluppò così un esercizio abusivo delle miniere di grafite considerate dai coltivatori come cave, contrariamente al disposto della legge mineraria 20 novembre 1859. Ed effettivamente il materiale estremamente impuro, miscela di grafite e scisto grafitico, che si è smerciato per molto tempo, giustificava in un certo modo la sua attribuzione alle terre coloranti. Non fu che nel 1886-87, dopo che gli studi e le esperienze posero in sodo l'esistenza di giacimenti di grafite abbastanza ricchi da non dar luogo a dubbio sulla loro classificazione, che i coltivatori furono richiamati all'osservanza della legge, e da quel tempo fino ad oggi (tutto il 1897) sono state concesse o dichiarate scoperte undici diverse miniere.

Il modo con cui questa industria è sorta e si è svolta non ha permesso la formazione di statistiche attendibili di produzione, non solo nel periodo precedente al 1886, ma anche in seguito. Difatti, anche ora che i concessionari delle miniere hanno l'obbligo di denunciare le quantità di minerale prodotto, se si confrontano le cifre delle statistiche minerarie e le cifre date sull'esportazione della grafite dalle statistiche doganali, si vede che in generale la grafite si esporta in una misura molto maggiore che non si produca. La differenza è tale che non sembra si possa unicamente attribuire agli errori inevitabili di ogni compilazione statistica. Non è improbabile che, per la natura stessa dei giacimenti affioranti in numerose località, sussista ancora qualche saltuario scavo abusivo, la cui produzione sfugge ai computi ufficiali, ma risulta dall'esportazione. Per queste ragioni le cifre delle

statistiche pubblicate dal Corpo Reale delle miniere dal 1860 in qua, non rappresentano le reali vicende della produzione, e le considerazioni che si volessero fondare su di esse, principalmente sopra quelle precedenti al 1887, condurrebbero a risultati del tutto erronei. In linea generale però si può dire che dal 1860 in poi la produzione è andata aumentando lentamente fino a raggiungere nell'ultimo decennio una media di 1500 tonnellate annue almeno: negli ultimi anni però, l'aumento si è andato accentuando e la produzione nel 1896-97 deve avere superato le 4000 tonnellate.

Miniere attive e lavori di ricerca. — Ricerche per grafite sono state fatte su tutta l'estensione della zona indicata dalla cartina unita, naturalmente sempre sugli affioramenti, molto frequenti, ed in gran parte noti da lunghissima data.

Nel libro del Barelli v'ha già un elenco di comuni nel territorio dei quali era stata fin d'allora trovata la grafite e fra questi appunto Perosa, Villar Perosa, San Germano Chisone, Mentoulles, Giaveno nella parte settentrionale della zona, dove potrebbe pure trovarsi una località di Roncaret, che il Barelli colloca nel circondario (allora provincia) di Pinerolo, denominazione però che non corrisponde ad alcun comune o frazione attuale. Alla parte della zona a sud del Pellice sono da attribuirsi le grafiti che, secondo il Barelli, provengono « da tre miglia sopra Cavour » (B. bianca?), da Verzuolo, e dalla montagna di San Bernardo presso Villar San Costanzo.

Nella terza parte della *Geologia della provincia di Torino* il dottor M. Baretto riporta le località indicate dal Barelli, e ne aggiunge un certo numero di nuove, alcune delle quali sono certamente fuori della nostra zona e corrispondono a quelle intercalazioni grafitiche che s'incontrano nella parte del gruppo degli gneiss e micascisti superiore allo orizzonte grafitico propriamente detto. Tali sono le località di Villar Pellice, dei casali Chiabral presso il Castellus (Torre Pellice), di Rorà; non sembra però che le ricerche in questi punti abbiano dato alcun risultato, come nessuno ne diede un piccolo lavoro iniziato nell'alta Val Pellice poco a monte di Ferriera, sulla mulattiera da Bobbio al Prà.

Sono invece compresi nella nostra zona alcuni dei luoghi dove secondo il Baretti si sarebbe trovata l'antracite, cioè la Balma in Val Chisone, ed i monti sopra Bricherasio.

Le miniere attive sono però limitate ad una sezione piuttosto ristretta della zona, compresa fra Pellice e Chisone; anzi nove delle miniere concesse o dichiarate scoperte, sono nella valle inferiore del Chisone e di queste, le cinque maggiori nel vallone di Pramollo, nel quale scorre il torrentello Risagliardo, uno dei minori affluenti a destra del Chisone. Di fronte a questo gruppo di miniere, sulla sinistra del Chisone, nei comuni di Dubbione, Villar Perosa, Pinasca, gli scisti grafitici hanno uno sviluppo imponente e gli affioramenti sono abbondantissimi; però malgrado ciò non v'ha in tali località alcuna concessione mineraria; è però verosimile che appunto in questo tratto della zona v'abbia il maggior numero delle escavazioni abusive di cui si è fatto parola. Invece durante l'anno 1897 sono state dichiarate scoperte due miniere nei monti che stanno sulla sinistra del Pellice presso al suo sbocco nella pianura: la miniera di *Castelluzzo* posta nella valletta del Chiamogna di San Michele affluente del Pellice, e quella di *Comba Oscura* nei monti alle spalle di Bricherasio.

Le miniere del vallone di Pramollo sono *Timosella*, *Dormigliosi* e *Siassera* sulla sinistra; *Icla* e *Brutta Comba* sulla destra (vedi la Tavola). Le prime due coltivano lo stesso giacimento diretto da Est ad Ovest ed inclinato verso Sud piuttosto fortemente da 40° a 50°, e talora anche di più. Gli strati incontrati sono tre, ma sembra che si coltivi soltanto il superiore. La cosa non si può affermare con assoluta certezza, perchè ogni miniera consta di una serie di piccoli lavori indipendenti gli uni dagli altri, per cui nulla prova che lo strato coltivato in una galleria sia lo stesso di quello esplorato in un'altra. Nel luglio 1895 in una delle gallerie di Dormigliosi situata sulla sinistra della Comba Delvaine si lavorava in due banchi a pochi metri l'uno dall'altro; allora lo stato dei lavori non permetteva di giudicare se in realtà vi fossero due banchi, oppure se il raddoppiamento fosse l'effetto di un accidente stratigrafico, ripiegamento o rigetto. La galleria

in questione, ora abbandonata, è inaccessibile, ma i risultati delle coltivazioni della galleria Tunassa già citata, e che si trova sulla destra dello stesso vallone o Comba Delvaine, ed all'incirca allo stesso livello, fanno ritenere che il raddoppiamento fosse effetto della sinclinale di cui già si è parlato, la quale naturalmente si prolunga verso Est.

Nelle due miniere di *Timosella* e *Dormigliosi*, astrazion fatta del tratto disturbato della galleria Tunassa, la pendenza dei banchi è diretta nello stesso senso dell'inclinazione della falda montuosa, ciò che facilita non poco la coltivazione permettendo di moltiplicare i punti di attacco. Difatti i lavori consistono in numerose gallerie in direzione che partono dagli affioramenti nei punti dove i burroni scavati dai torrentelli che scendono dalla montagna hanno tagliato i banchi di grafite; qualche volta sono state praticate anche delle piccole gallerie trasversali od a scopo di ricerca od anche per avere migliori accessi e comodità di scarico.

Ad Est delle due miniere citate, per quanto si conoscano gli affioramenti del banco fino a Bosco Borello, non v'ha altro lavoro all'infuori di una piccola galleria in quest'ultima località. Ad Ovest, gli affioramenti si perdono fra le coltivazioni ed i vigneti di Ramà e Costabella, e non è possibile verificare se la miniera di Siassera che si trova ancora più ad Ovest coltivi la prosecuzione dei banchi di Timosella, oppure dei banchi diversi.

Anche a *Siassera* gli strati di grafite sono parecchi, sebbene non se ne coltivi che uno solo, al quale si ha accesso mediante una galleria attraverso banco di discreta lunghezza.

La pendenza dei banchi è sempre diretta verso Sud, l'inclinazione è forte e giunge fino a 75°. È già stato detto come la direzione sia invece piuttosto variabile. Anche in questa miniera le parti ricche del banco sono disposte in lenti o colonne colla maggior dimensione prossima alla linea di massima pendenza dello strato.

Nei cenni geologici è già stato detto che nelle miniere di *Icla* e *Brutta Comba* si coltiva un complesso di 3 banchi di grafite la cui

direzione è parallela a quelli di Timosella e Dormigliosi; gli affioramenti sono visibili sopra una lunghezza di circa 2 chilometri, e numerosi saggi e tentativi antichi, per lo più gallerie in discenderia, permettono di seguirli con tutta facilità.

Questi lavori antichi rivelano che gli strati coltivabili sono almeno due: presso al confine fra i comuni di San Germano e Pramollo si vede molto bene la doppia linea di escavazioni correre per buon tratto lungo il fianco della montagna. Nella miniera d'Icla però finora si è coltivato solo il banco superiore.

Di fronte ai banchi della sinistra del vallone questi della destra presentano l'inconveniente di pendere in senso opposto all'inclinazione del monte, per modo che coll'approfondirsi dei lavori le gallerie attraverso banco aumentano rapidamente di lunghezza.

Se l'estensione e la regolarità degli affioramenti potesse considerarsi come un indizio della regolarità e continuità dei banchi anche nel senso dell'inclinazione, i banchi di Timosella e Dormigliosi che affiorano sopra un chilometro di lunghezza e scendono verso il Risagliardo dovrebbero proseguire in profondità ed incontrarsi al di sotto dei banchi attualmente coltivati ad Icla e Brutta Comba. Però la presenza di una sinclinale di una certa importanza nel banco grafítico nella regione occidentale di Dormigliosi è indizio di probabili irregolarità stratigrafiche che obbligano ad andare molto guardinghi nelle previsioni. Sebbene i banchi della sinistra del vallone di Pramollo appaiano a primo aspetto stratigraficamente inferiori a quelli della destra, e sembrano perciò diversi, col progredire dei lavori potrebbe trovarsi che questa posizione attuale relativa è l'effetto di accidentalità stratigrafiche, e perciò la diversità soltanto apparente.

Nella valle principale del Chisone, sulla falda scoscesa che sta dietro alle varie frazioni di Inverso Pinasca si trovano le due miniere di *Gran Roccia* e di *Masseilotti e Peirotti*. In esse la direzione degli strati grafíticos è all'incirca da N-S e la pendenza di 30° a 35° verso Ovest. Questi strati appartengono probabilmente ad un orizzonte più profondo che non quello del vallone di Pramollo. Infatti pei banchi

di Pramollo è caratteristica la presenza dei conglomerati gneissici che ad Iela formano la roccia incassante del gruppo di strati coltivati e che si possono inoltre ancora osservare nello stesso vallone a Miccialetti ed a Casa Sea presso Poggio Pini; da questo punto verso Nord i conglomerati si ritrovano in molti punti proprio in alto della pendice che sovrasta ad Inverso Pinasca, fino ai casolari di Costa Rauta e Buffa, oltre cui passano nella valle della Germanasca. I banchi delle due miniere Gran Roccia e Masseilotti si trovano al disotto di questa zona di conglomerati e sono invece associati a scisti grafitici diversi, a gneiss pure grafitici, ed a micascisti a muscovite e clorite.

Le due miniere di *Comba Viola* e *Valentino*, dichiarate scoperte da poco tempo sono sulla continuazione verso Nord della zona esplorata dalle due precedenti miniere.

Nei monti di Bricherasio e della valletta del Chiamogna in cui stanno le due miniere di *Comba Oscura* e *Castelluzzo* le grafiti sono intimamente associate ai micascisti grafitici. Le quarziti che compaiono in queste località potrebbero rappre entare i conglomerati del vallone di Pramollo, i quali assumono talora l'aspetto di micascisti quarziticci. Però la grande distanza relativa dalle altre miniere prima nominate, e la mancanza di orizzonti determinati dentro la zona grafitica, tolgono ogni possibilità di stabilire se i banchi di Bricherasio e del Chiamogna siano o no dello stesso livello stratigrafico di quelli di Pramollo e del Chisone.

Notizie tecniche. — Le miniere di grafite si trovano in località e condizioni topografiche relativamente favorevoli. La loro elevazione sul mare è, per la regione alpina, piuttosto modesta; stanno tutti fra i 600 e 700^m, salvo la miniera di Siassera che è a 950^m circa; il lungo inverno delle Alpi e le nevi non recano quindi nessuna interruzione ai lavori. Si aggiunga a ciò la vicinanza alla pianura e quindi alle vie di comunicazione facili e sicure, la estensione degli affioramenti, la solidità della roccia incassante, e la facilità con cui nel terreno accidentato si può provvedere all'eduazione delle acque, e si avranno le ragioni per cui ha potuto svolgersi e prosperare per oltre un tren-

tennio un'industria esercitata fino a poco tempo fa con sistemi e mezzi assolutamente primitivi. Difatti per lungo tempo la grafite è stata escavata senza alcuna buona regola mineraria dagli abitanti stessi della località, nei periodi dell'annata in cui mancava od era piccolo il lavoro agricolo. In seguito l'approfondirsi dei lavori creò varie difficoltà per cui si dovettero cercare minatori provetti, e quindi vennero a stabilirsi in quei luoghi dei minatori del Canavese, taluno dei quali, per avere lavorato in Sardegna od altrove più o meno a lungo, aveva acquistato qualche nozione del lavoro minerario. E sia detto a titolo di onore, si deve esclusivamente a questi minatori se il lavoro delle miniere di grafite è diventato da qualche anno più razionale, perchè non consta che alcuna delle miniere di grafite abbia mai avuto una direzione tecnica qualificata e permanente. I minatori canavesani hanno introdotto l'abbattimento per gradini rovesci, ed indussero pure i proprietari delle miniere a praticare con buon successo delle gallerie attraverso banco di discreta lunghezza in sostituzione delle antiche discenderie. Per il trasporto in galleria si sono generalizzati i vagoncini sopra binarii di miniera: all'esterno il minerale si fa discendere in slitta fino alla carreggiabile più vicina. Ultimamente, l'esempio di una funicolare costruita nella vicina valle della Germanasca per le cave di talco, ha persuaso i proprietari della Siassera ad impiantarne una fra la miniera e la strada del vallone di Pramollo, buona mulattiera sulla quale con piccoli veicoli a ruote si trasporta la grafite delle diverse miniere del vallone, fino a San Germano Chisone, stazione della tramvia Pinerolo-Perosa. È probabile che l'esempio sia seguito, e che perciò almeno il trasporto a slitta fuori miniera usato fin qui scompaia del tutto.

Se per le miniere, in grazia principalmente del concorso di molte circostanze favorevoli, non ultima delle quali è la grande regolarità dei giacimenti, la mancanza di una illuminata direzione tecnica non ha prodotto inconvenienti o danni molto sensibili od irreparabili, non altrettanto può dirsi per il trattamento e soprattutto per il commercio del minerale. La grafite estratta dalle miniere è mandata senza alcuna cernita o selezione ai molini, dove si macina e s'imbotta

o si insacca per essere spedita agli acquirenti. I produttori non si sono mai curati di studiare il loro materiale e di rendersi conto del suo valore; e se per eccezione qualche analisi è stata fatta, non si cercò di trarre alcun ammaestramento dai suoi risultati.

La grafite di Pinerolo non gode quindi di molto credito in commercio, ed il suo prezzo è inferiore a quello di tutte le grafiti conosciute: ciò che però non esclude che qualcuno degli incettatori esteri, meglio conscio della natura della merce, la venda forse sotto nomi più accreditati e con vantaggio considerevole. Difatti dalle analisi date in precedenza si vede come nel materiale che si escava vi abbia della grafite col- l'84 per cento di carbonio puro. È però non meno certo che per la variabilità di costituzione dei banchi da punto a punto in direzione ed anche dal tetto al letto, si abbatte del minerale con tenore molto inferiore. Anzi, siccome non v'ha alcun interesse a produrre un materiale di purezza determinata, si abbatte talora inconsapevolmente dello scisto grafitico per aumentare la quantità del prodotto. Per ciò il tenore medio sta molto al disotto del massimo. Non ho potuto avere dai proprietari delle miniere alcuna analisi attendibile della grafite macinata: però dalla cortesia del direttore di uno stabilimento metallurgico italiano che ha sperimentato per la fabbricazione dei crogiuoli la grafite di Pinerolo, ho potuto sapere che il tenore medio del prodotto venale di una delle miniere del vallone di Pramollo è del 61 per cento. A questo prodotto non si può assegnare un prezzo superiore alle 20-25 lire per tonnellata, ai molini e prima di essere messo nei recipienti nei quali di solito lo si trasporta (botti le sacchi). Il prezzo di vendita a Pinerolo, franco vagone, oscilla intorno alle 40 lire per tonnellata.

Intorno agli usi della grafite di Pinerolo non è facile dare notizie precise perchè la massima parte si esporta, e non è noto che all'estero a si adoperi per qualche uso speciale a preferenza di altre grafiti. L'indizio più sicuro del favore che le procura se non altro il suo basso prezzo, è l'aumento costante della sua esportazione (vedi tabella relativa) dal 1860 in qua. È anche vero che le 3153 tonnellate

di grafite esportate nel 1895, paragonate alla produzione mondiale che oscilla intorno alle 50 000 tonnellate, sono troppo piccola cosa, e molti sono gli usi della grafite per cui non è richiesta altra qualità specifica che quella colorante. Però consta che in uno degli usi più delicati, quello della fabbricazione dei crogiuoli, la grafite italiana ha fatto buona prova, ed ha potuto sostituire la grafite di Ceylan, la quale del resto non si distingue per una speciale refrattarietà.

Roma, gennaio 1898.

Produzione ed esportazione della grafite dal 1860 al 1896.

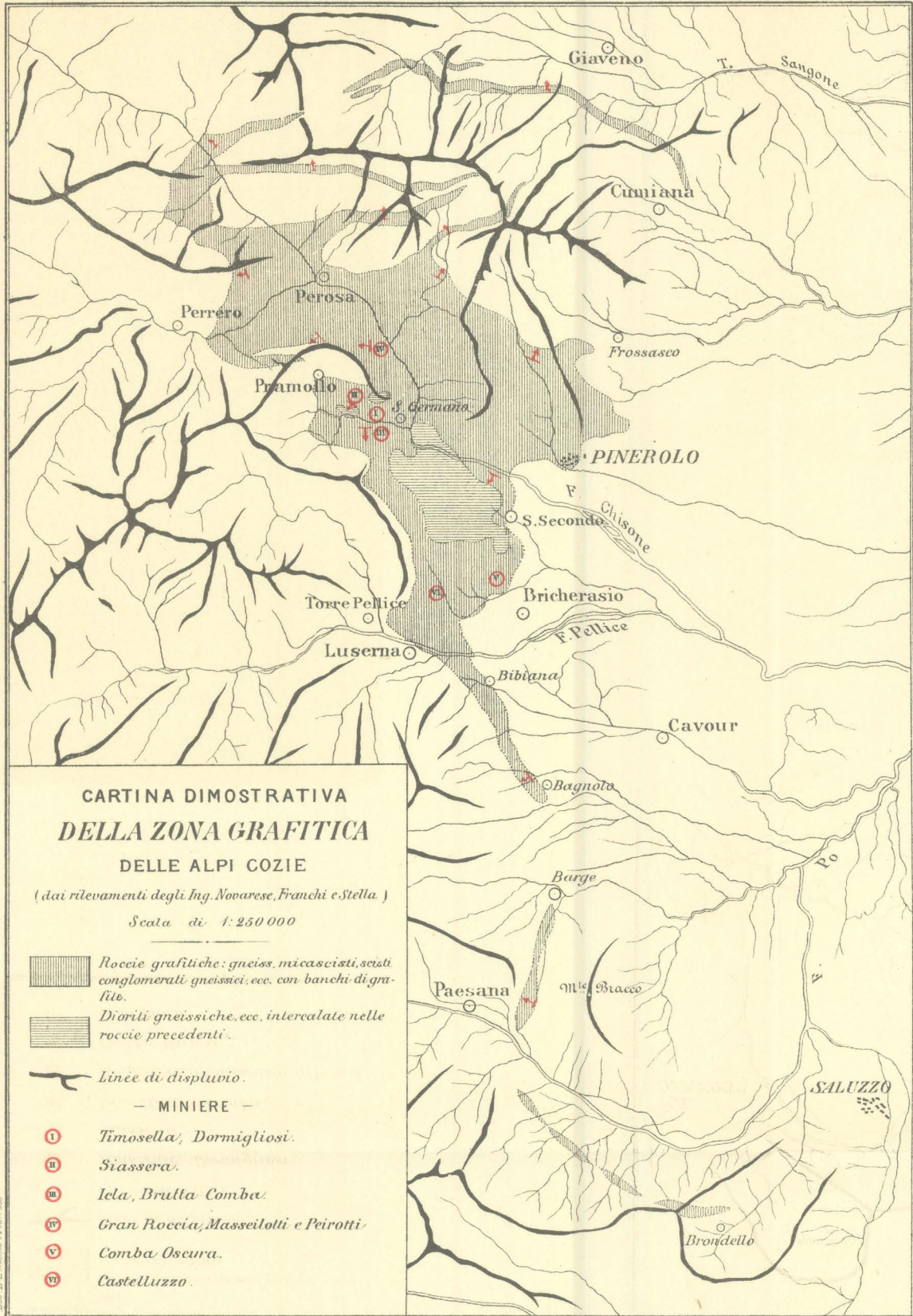
ANNO	Produzione secondo le statistiche minerarie	Esportazione secondo le statistiche doganali	ANNO	Produzione secondo le statistiche minerarie	Esportazione secondo le statistiche doganali
1860	Tn. 84	Tn. 68	1880. . . .	1327	389
1861	500	7	1881	3443	600
1862	500	..	1882. . . .	4147	598
1863	500	..	1883. . . .	4200	1076
1864	500	270	1884. . . .	4000	1107
1865	500	230	1885. . . .	4000	1046
1866	728	121	1886. . . .	4000	1336
1867	728	217	1887. . . .	1572	1310
1868	728	154	1888. . . .	1390	1430
1869	728	301	1889. . . .	1531	1430
1870	728	408	1890. . . .	1735	1376
1871	600	556	1891. . . .	2415	2000
1872	3	557	1892	1645	1552
1873	600	506	1893	1465 ¹	2159
1874	50	531	1894. . . .	1575	2235
1875	30	520	1895. . . .	2647 ²	3153
1876	886	886	1896. . . .	3143	3727
1877	861	791			
1878	800	674			
1879	1327	655			

¹ Di cui 35 tonnellate escavate nel distretto di Genova (provincia di Genova).
² Di cui 40 tonnellate escavate nel distretto di Carrara (provincia di Genova).

BIBLIOGRAFIA.

- V. BARELLI, *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna*. — Torino, 1835.
- M. BARETTI, *Geologia della provincia di Torino*. — Torino, 1893.
- A. BAUER, *Zur Kenntniss des steirischen Graphiten*. (Verhandlung. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1871, pag. 114). — Wien.
- M. BERTHELOT, *Comptes rendus de l'Acad. de Sciences*, Vol. XVII. — Paris; *Dingler's polytech. Journal*, Bd. CXVIII, pag. 154 — Stuttgart.
- M. BONNEFOY, *Mémoire sur la géologie et l'exploitation des mines de graphite de la Bohème meridionale*. (Annales des mines, septième serie, Tom. XV, 1^{re} livraison du 1879, pag. 157). — Paris.
- H. von DECHEN, *Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche*. — Berlin, 1873, pag. 765-767.
- C. W. GÜMBEL, *Geognostische Beschreibung der Ostbayrischen Grenzgebirge, ecc.* — Gotha, 1868, pag. 597-601.
- A. INOSTRANZEFF, *Ein neues äusserstes Glied in der Reihe der amorphen Kohlenstoffe*. (N. Jahrb. für Min., 1880, 1, pag. 97-124). — Stuttgart.
- C. von JOHN, *Ueber steirischen Graphite*. (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1892, pag. 413). — Wien.
- W. LUZI, *Zur Kenntniss des Graphitkohlenstoffes*. (Berichte Deutsche Chem. Gesell., B. 24, pag. 505). — Berlin, 1891.
- IDEM, *Ueber Graphit und Graphitit*. (Ibidem, B. 26, pag. 217). — Berlin, 1893.
- P. von MERTENS, *Analyse eines Anthracites von Dietmannsdorf in Steiermark*. (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1872, pag. 185). — Wien.
- H. MOISSAN, *Étude de quelques variétés de graphite*. (Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, T. CXXI, pag. 540). — Paris, 1895.
- A. PALLAUSCH, *Die Graphitbergbaue im südlichen Böhmen*. (Berg.-und Hüttenmännischen Jahrbuch der k. k. Bergakademie, XXXVII, Heft n. 16/17, pag. 95-112). — Wien, 1889. — Ne esiste un estratto nel *Journal of the Iron and Steel Institut*, 1890, II, p. 740.
- K. PAUL, *Das Graphitvorkommen im Paltenthale bei Rottenmann in Steiermark*. (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1872, pag. 169). — Wien.
- R. P. ROTHWELL, *The Mineral industry, its statistics, technology & trade. Graphite*.
Vol. II, 1893. Monografia, pag. 335-342. — New-York.
Vol. IV, 1895. Notizie, pag. 375-376. — New-York.

- A. SAUER, *Amorpher Kohlenstoff (Graphitoid) in der Glimmerschiefer und Phyllitformation des Erzgebirges.* (Zeitschrift der deutsch. geol. Gesell., Bd. 37, 1835, pag. 441). — Berlin.
- F. SESTINI, *Composizione chimica della grafite del Monte Pisano.* (Atti Soc. tosc. scienze nat., Proc. verbali, Vol. IX, pag. 188). — Pisa, 1894.
- IDEM, *Ricerche sulle grafiti italiane.* (Ibidem, pag. 221). — Pisa, 1895.
- J. STINGL, *Untersuchung eines Graphites aus Steiermark.* (Dingler's polytech. Journal, Bd. CXCIX, 2 Jänner-Heft, 1871, pag. 115). — Stuttgart.
- L. WEINSHENK, *Ueber einige Graphitlagerstätten.* (Zeitschrift für prakt. Geol. 1897, August). — Berlin.
- H. WOLF, *Ueber den steirischen Graphiten.* (Verhandl. d. k. k. geol. Reichs., 1871, pag. 115). — Wien.
-



Tav. I. Iniz. B. Novarese