

SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista on line del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - Gorizia

NUMERO SPECIALE

DICEMBRE 2021



40

1978



PRONTUARIO DI ARCHEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO - OPERE DI ESTRAZIONE (PARTE PRIMA)

HANDBOOK OF HYPOGEAN ARCHAEOLOGY - EXTRACTION WORK (FIRST PART)

ISSN 2704-9159



9 772704 915904

SEDE SOCIALE: VIA ASCOLI, 7 - 34170 GORIZIA

seppenhofer@libero.it

<http://www.seppenhofer.it>





SEDE SOCIALE:
VIA ASCOLI, 7
34170 GORIZIA

seppenhofer@libero.it
<http://www.seppenhofer.it>



SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - Gorizia

NUMERO SPECIALE

DICEMBRE 2021

Inizia un percorso per conoscere i segreti delle cavità artificiali



A cura di Maurizio Tavagnutti

Gianluca Padovan ci stupisce ancora con questa bella iniziativa: un prontuario per chi si appresta a scoprire l'affascinante mondo delle cavità artificiali.

Avevamo già affrontato questo argomento in uno dei nostri speciali ma qui attraverso questo prontuario di archeologia del sottosuolo, Gianluca Padovan ha voluto approfondire l'argomento con un lavoro in dettaglio che non si esaurisce in poche pagine. A questa prima parte, che andiamo a presentare, faranno seguito altre tre che andranno a tracciare una guida pratica e ben chiara su cosa andiamo ad incontrare nel sottosuolo e che il neofita potrà seguire per intraprendere, con la giusta conoscenza, un viaggio affascinante in quella che è l'attività speleologica in Cavità Artificiali.

Insomma, un manuale pratico nato dalla lunga esperienza maturata alla guida dell'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano e messo a disposizione di tutti. La trasposizione, inoltre, dei testi in lingua inglese ne agevola la diffusione anche oltre i confini territoriali del nostro Paese.

Buona lettura!

* * *

Prontuario di archeologia del sottosuolo (parte prima): OPERE DI ESTRAZIONE

Handbook of hypogean archaeology (first part): EXTRACTION WORK

Testo: Gianluca Padovan (Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano – Federazione Nazionale Cavità Artificiali)

Traduzioni: Maria Antonietta Breda, Ivana Micheli

Fotografie: Gianluca Padovan (dove non indicato)

ISSN 2704-9159



Il notiziario **Sopra e sotto il Carso** esce ogni fine mese e viene distribuito esclusivamente on line. Può essere scaricato nel formato PDF attraverso il sito del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" APS - www.seppenhofer.it

Comitato di Redazione: M. Tavagnutti, I. Primosi, F. Bellio.

I firmatari degli articoli sono gli unici responsabili del contenuto degli articoli pubblicati.

SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps

Cod. ISSN 2704-9159

Redazione: via G. I. Ascoli, 7
34170 Gorizia - tel.: 3297468095

E-mail: seppenhofer@libero.it

Direttore responsabile: Maurizio Tavagnutti



Sommario



Inizia un percorso per conoscere i segreti delle cavità artificiali	2
Sommario	3
Prontuario di archeologia del sottosuolo (parte prima): - Opere di estrazione -	4
Classificazione per tipologia delle cavità artificiali	5
Prontuario parte prima: 1. OPERE DI ESTRAZIONE	
Handbook first part: 1. EXTRACTION WORKS	7
Tipologia N. 1: Opere di estrazione	7
Tipologia n. 1: Cava	17
Tipologia n. 1: Miniera	23
Chi siamo	34



Prontuario di archeologia del sottosuolo (parte prima): - Opere di estrazione -

di Gianluca Padovan (Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano – Federazione Nazionale Cavità Artificiali)



Gianluca Padovan

PRESENTAZIONE

Con questo prontuario si desidera fornire una base didattica a coloro i quali intendano approcciarsi a questa nuova disciplina: l'Archeologia del Sottosuolo, derivata dalla Speleologia e dalla Speleologia in Cavità Artificiali (figg. 1A, 1B). Il prontuario che si presenta è tratto principalmente da quattro pubblicazioni:

- Padovan Gianluca (a cura di), *Archeologia del sottosuolo. Lettura e studio delle cavità artificiali*, British Archaeological Reports, International Series 1416, Oxford 2005.
- Basilico Roberto et alii, *Italian Cadastre of Artificial Cavities. Part 1. (Including introductory comments and a classification)*, Hypogean Archaeology (Research and Documentation of Underground Structures) N°1, British Archaeological Reports International Series 1599, Oxford 2007.
- Padovan Gianluca, *Archeologia del Sottosuolo. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo*, Ugo Mursia Editore, Milano 2009.
- Padovan Gianluca, *Prontuario di archeologia del sottosuolo – Handbook of hypogean archaeology*, in *Sopra e sotto il Carso* (Rivista on line del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhof" aps – Gorizia. Numero Speciale ottobre 2021), Gorizia 2021.



Fig. 1A

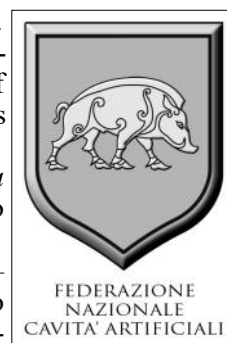


Fig. 1B

INTRODUCTION

Scope of this handbook is to provide an educational basis to those who are willing to approach this new discipline: Hypogean Archaeology, deriving from Speleology and speleology in artificial cavities (figg. 1A, 1B). The handbook that we are introducing is mainly taken from 4 publications:

- Padovan Gianluca (a cura di), *Archeologia del sottosuolo. Lettura e studio delle cavità artificiali*, British Archaeological Reports, International Series 1416, Oxford 2005.
- Basilico Roberto et alii, *Italian Cadastre of Artificial Cavities. Part 1. (Including introductory comments and a classification)*, Hypogean Archaeology (Research and Documentation of Underground Structures) N°1, British Archaeological Reports International Series 1599, Oxford 2007.
- Padovan Gianluca, *Archeologia del Sottosuolo. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo*, Ugo Mursia Editore, Milano 2009.
- Padovan Gianluca, *Prontuario di archeologia del sottosuolo – Handbook of hypogean archaeology*, in *Sopra e sotto il Carso* (Rivista on line del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhof" aps – Gorizia. Numero Speciale ottobre 2021), Gorizia 2021.



SOPRA E SOTTO IL CARSO



CLASSIFICAZIONE PER TIPOLOGIA DELLE CAVITÀ ARTIFICIALI

Lo studio delle cavità artificiali ha condotto a evidenziare un certo numero di tipologie e di sottotipologie. A loro volta talune sottotipologie possono presentare degli ipogei caratteristici. Si riconoscono e si censiscono come cavità artificiali i tipi di manufatti sotto elencati, considerandoli senza operare altra distinzione se non quella che li classifica in una ben precisa tipologia e nella relativa sottotipologia. La prosecuzione dei lavori e lo sviluppo della disciplina porterà auspicabilmente ad ampliare e a integrare questo elenco, il quale desidera essere una semplice, ma solida, base di partenza.

1. OPERE DI ESTRAZIONE
cava, miniera.

2. OPERE IDRAULICHE

2 a. PRESA E TRASPORTO DELLE ACQUE

acquedotto, canale artificiale sotterraneo, canale artificiale voltato, condotto di drenaggio, corso d'acqua naturale voltato, emissario sotterraneo, galleria filtrante, pozzo di collegamento.

2 b. PERFORAZIONI AD ASSE VERTICALE DI PRESA

pozzo artesiano, pozzo a gradoni, pozzo graduato, pozzo ordinario, pozzo ordinario a raggiera.

2 c. CONSERVA

cisterna, ghiacciaia, neviera.

2 d. SMALTIMENTO

fossa settica, fognatura, pozzo chiarificatore (o biologico), pozzo di drenaggio, pozzo nero, pozzo perdente.

3. OPERE DI CULTO

cripta, eremo rupestre, eremo sotterraneo, favissa, luogo di culto rupestre, luogo di culto sotterraneo, mitreo, pozzo sacro.

4. OPERE DI USO FUNERARIO

catacomba, cimitero, colombario, domus de janus, foiba, morgue, necropoli, ossario, tomba.

5. OPERE DI USO CIVILE

abitazione rupestre, abitazione sotterranea, apiario rupestre, butto, cantina, carcere, camera dello scirocco, colombaia, cripta, criptoportico, frantoio ipogeo, fungaia, galleria ferroviaria, galleria pedonale, galleria stradale, granaio a fossa, grotta artificiale, insediamento rupestre, insediamento sotterraneo, magazzino, ninfeo, palmento ipogeo, polveriera, sotterraneo, strada in trincea.

6. OPERE DI USO MILITARE

bastione, batteria, castello, capponiera, casamatta, cofano, contromina, cunicolo di demolizione, cupola, forte, galleria, galleria di controscarpa, galleria di demolizione, galleria stradale, grotta di guerra, grotta fortificata, mina, opera in caverna, polveriera, pusterla, ridotta, ridotto, rifugio, riservetta, rivellino, sotterraneo, tamburo difensivo, traditore, trincea.

7. OPERE NON IDENTIFICATE

opere o strutture di cui s'ignora l'esatta funzione.

—TRASLATION—

CLASSIFICATION OF ARTIFICIAL CAVITIES BY TYPOLOGY

The study of artificial cavities has resulted in the identification of a certain number of typologies and sub-typologies. Some sub-typologies may in turn present underground characteristics. The below man-made structures are recognized and classified as artificial cavities without further distinction other than their classification under a precise typology and sub-typology. The continuation of works and the development of the discipline shall hopefully lead to the broadening and integration of this list, which is intended as a simple yet solid starting point.

1. EXTRACTION WORKS
quarry, mine.

2. HYDRAULIC WORKS

2 a. WATER SUPPLY AND TRANSPORT

Aqueduct, artificial underground canal, artificial vaulted canal, drainage channel, natural vaulted water course, underground effluent, filtering gallery, connecting shaft.

2 b. VERTICAL PERFORATIONS

artesian shaft, graduated shaft, ordinary shaft, ordinary radial shaft, stepped well.



2 c. STORAGE

cistern, icehouse, snowstore.

2 d. WASTE DISPOSAL

septic tank, septic pit, sewer, clarification (or biological) well, drainage well, cesspit, sump.

3. RELIGIOUS STRUCTURES

crypt, rock hermitage, underground hermitage, “favissa”, rocky place of worship, underground place of worship, mithraeum, holy well.

4. FUNERARY STRUCTURES

catacomb, cemetery, columbarium, “domus de janus”, “foiba”, morgue, necropolis, ossuary, tomb.

5. STRUCTURES FOR CIVIL USE

rocky dwelling, underground dwelling, rock apiary, “butto” (waste disposal pit), cellar, “camera dello scirocco” (sirocco chamber), columbarium, crypt, cryptoportico, underground oil mill, mushroom cultivation rooms, railway tunnel, pedestrian tunnel, road tunnel, granary pit, artificial cave, rock settlement, underground settlement, warehouse, nymphaeum, underground wine-making plant, gunpowder magazine, road in cutting.

6. MILITARY STRUCTURES

bastion, battery, caponier, casemate, castle, pillbox, countermine, demolition tunnel, cupola, fort, tunnel, counterscarp tunnel, demolition gallery, road tunnel, war cave, fortified cave, mine, cave structure, gunpowder magazine, postern, redoubt, reduit, air-raid shelter, artillery magazine, ravelin, defensive tambour, “traditore”, trench.

7. UNIDENTIFIED STRUCTURES

structures, the function of which is unknown.

— * * * —

DIDASCALIE

Attenzione: i numeri identificativi d'ogni immagine cominciano con il numero riferito alla tipologia trattata. Esempio: la tipologia n. 1 è relativa alle opere di estrazione, la n. 2 alle opere idrauliche, etc.

Negli speciali riguardanti le opere militari, ad esempio, si farà riferimento ad opere differenti e citando immagini già pubblicate. Pertanto facendo riferimento, ad esempio, alla foto n. 1.59h, non vi sarà confusione e si risalirà immediatamente al primo SPECIALE (di quattro) dedicato alle opere di estrazione.



Prontuario parte prima: 1. OPERE DI ESTRAZIONE

Handbook first part: 1. EXTRACTION WORKS

TIPOLOGIA N. 1: OPERE DI ESTRAZIONE

La scienza mineraria è rivolta a individuare e a sfruttare i giacimenti utili all'attività umana, esistenti alla superficie e nel sottosuolo della Terra, applicando la gran parte delle scienze nel conseguimento del risultato. È stata



Fig. 1.1 - Grande recipiente di pietra ollare esposto a Chiavenna (Sondrio) nel Parco Archeologico Botanico del Paradiso.

anche chiamata "arte mineraria" perché richiede dal tecnico una speciale attitudine, oltre alla conoscenza delle scienze esatte. Si distinguono due tipi di opere estrattive: cava e miniera. Con il primo termine s'indicano le coltivazioni di rocce incoerenti e coerenti, con il secondo quello di minerali utili (figg. 1.1, 1.2).

Dal punto di vista dell'evoluzione delle tecniche di estrazione si rileva che, allo stato attuale delle ricerche, dalle coltivazioni neolitiche dei filoni selciferi a tutto il periodo medievale, i sistemi di estrazione non vedano (in linea generale) grandi evoluzioni. Vi è più uno sviluppo del materiale che costituisce gli attrezzi per l'abbattimento e il trasporto che l'organizzazione razionale del lavoro (figg. 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.7a). Nell'arco di pochi secoli abbiamo poi l'impiego, in rapida successione

e costantemente in evoluzione, di una stru-

mentaria efficace, della polvere nera, dell'energia elettrica, delle macchine perforatrici a vapore, della nitroglicerina, del filo elicoidale (nelle cave), della dinamite e dei motori a scoppio. In particolare, la progressiva introduzione di materiali esplodenti, largamente utilizzati nelle miniere, determina dal XVII sec. la modifica dei sistemi di avanzamento. In ogni caso occorre tenere conto che in ambito minerario l'impiego di mine può essere stato applicato anche in precedenza e non solamente nel continente europeo, ma non ne è rimasta menzione o tale menzione deve ancora emergere dagli archi-

vi (figg. 1.8, 1.9).

Gli ultimi decenni del XX secolo vedono una ancor più rapida evoluzione, con l'introduzione di moderni macchinari automatici: il martello perforatore ad aria compressa diventa un oggetto da museo (figg. 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14). Questo è vero nella gran parte dei casi, ma non in tutti.

Si tenga presente che in talune miniere ancora in attività nella seconda metà del XX sec. si adoperavano (e si adoperano) prevalentemente (o esclusivamente) strumenti manuali per l'abbattimento e il trasporto a causa delle ristrette condizioni economiche. Oggi in Europa la gran parte delle miniere è chiusa, preferendo importare le materie prime da altri continenti.

Le coltivazioni possono avvenire sia a cielo aperto sia nel sottosuolo, anche utilizzando contemporaneamente entrambi i sistemi. Non di rado vi sono cave e miniere a giorno che evolvono in sotterraneo; in tempi recenti le scelte sono dettate anche dall'impatto ambientale che altrimenti si causa. La natura e la giacitura di ciò che s'intende estrarre, la sua dislocazione, l'organizzazione dei cantieri e il sistema con cui si procede all'estrazione, determina il metodo di coltivazione. Le "coltivazioni a

giorno" si distinguono a

seconda della loro collocazione. Tralasciando le coltivazioni in falda abbiamo "coltivazioni di

Fig. 1.3. Minatore del XVI secolo che utilizza un piccone del tutto simile al picco belga e francese del XIX e XX sec. Recita la didascalia: «Ligo similis rostro anatis, quo fossor materiā lapillorū expertē excindit L» (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).



Fig. 1.2 - Vena di quarzite aurifera in Valle d'Aosta.



pianura" e "coltivazioni di monte" (pedemontane, a mezza costa, culminali), suddivise tra "coltivazioni di materiali incoerenti" e "coltivazioni di materiali coerenti", quest'ultima a sua volta suddivisa a seconda che si voglia una forma regolare o irregolare del prodotto.

A seconda di cosa e di come si estrae, avremo quindi vari tipi di coltivazione, tenendo presente che uno o più tipi possono essere adottati in un medesimo impianto. I tipi di coltivazione qui esposti si riferiscono, soprattutto per le miniere, a quanto in uso fino alla metà del XX secolo. In linea di massima avremo:

coltivazione a uno o più gradini: per materiali sciolti o poco coerenti, come ghiaia e sabbia, e in cave d'argilla;

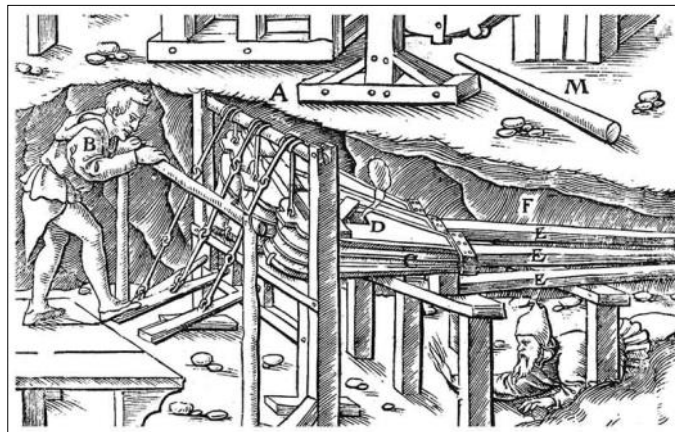


Fig. 1.5 - Sistema di tre mantici azionati in miniera per insufflare aria in altrettante gallerie; analogo sistema poteva essere utilizzato nel corso dello scavo di gallerie militari di mina e contromina (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).

Fig. 1.4 - Minatore che demolisce la roccia mediante uno scalpello curvo immanicato, battuto mediante un martello: in fase di scavo di un cunicolo, sia esso di percorrenza, d'acquedotto o altro, lo strumento lasciava sulle pareti delle solcature curve e parallele (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).



Fig. 1.6 - Sistema di pompe ad azione manuale per il sollevamento dell'acqua: serviva all'educazione delle acque dai cantieri sotterranei di coltivazione mineraria (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).

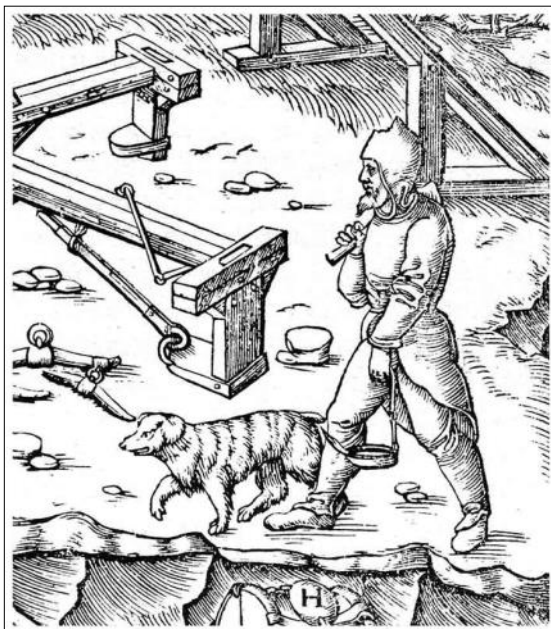


Fig. 1.7 - Minatore del XVI secolo con lucerna metallica ad olio (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).

coltivazione a fossa: per giacimenti di materiali sciolti o poco coerenti e per materiali lapidei coerenti;

coltivazione a gradini: applicabile, generalmente, in ammassi affioranti o poco profondi;

coltivazione ad anfiteatro: generalmente per cave di lapidei, tenute a gradini e a forma d'anfiteatro;

coltivazione a gradone unico o a fronte unico: si adottano in presenza di strati affioranti (o scarsamente coperti) sub-orizzontali o sub-paralleli all'assetto topografico locale;

coltivazione a gradini o a gradoni multipli: per rocce coerenti, dove l'altezza e la pedata di ciascun gradino sono dimensionate in relazione alla natura del materiale, ai mezzi impiegati, alla sicurezza, alla redditività e attualmente al progetto di ripristino;



coltivazione a gradini con trasporti sotterranei: qualora l'orografia della zona si presti, in una coltivazione a fossa il materiale può essere evacuato tramite gallerie che si aprono a livello dei gradini, oppure rovesciato in un fornello e poi trasportato a giorno sempre mediante una galleria, la quale può servire anche per lo scolo delle acque meteoriche;

coltivazione a imbuto: applicabile in rocce coerenti, alla base di una fossa imbutiforme coltivata a gradini si apre un fornello comunicante con una sottostante galleria, da cui viene evacuato il materiale sbancato all'interno dell'imbuto per condurlo direttamente a giorno oppure per sollevarlo mediante un pozzo d'estrazione (fig. 1.15);

coltivazione a pozzo: generalmente impiegata per la coltivazione di lapidei ornamentali;

coltivazione in depressione: si colloca in corrispondenza di avvallamenti e incisioni;

coltivazione per platee orizzontali: generalmente applicato in pianura, per materiali incoerenti;

coltivazione per trincee discendenti: per l'abbattimento del materiale dall'alto verso il basso;

coltivazione per pannelli: per l'estrazione di blocchetti o conci, suddivisa in platee orizzontali di piccolo spessore.



Fig. 1.7a - Lucerna metallica ad olio combustibile utilizzata in Valchiavenna (Sondrio) fino agli inizi del XX secolo nelle cave sotterranee di pietra ollare.

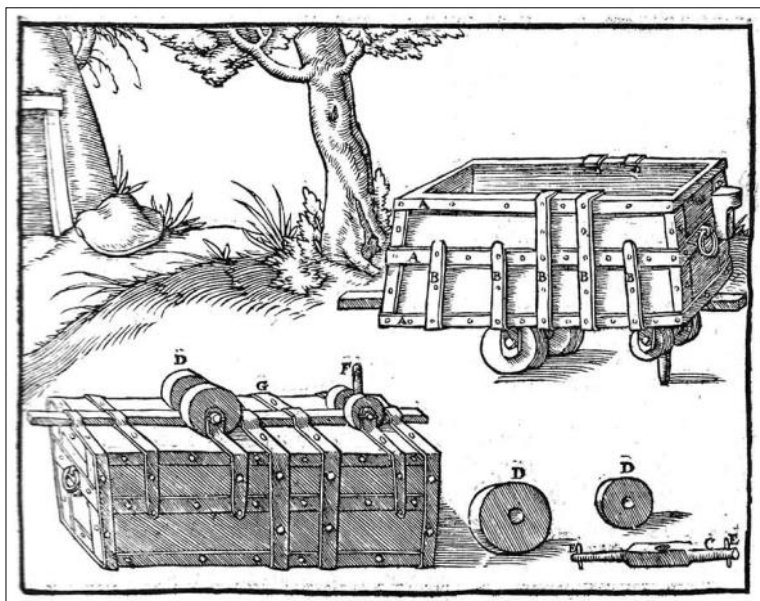
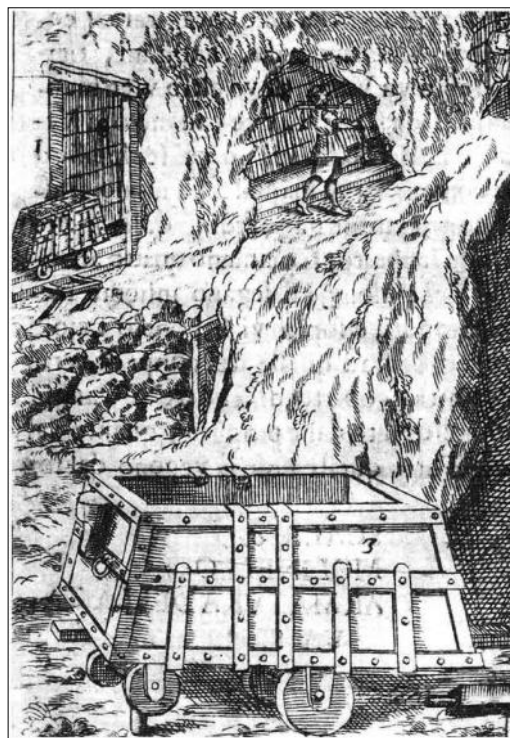


Fig. 1.8 - Vagonetto da miniera: «Hac capsula utruntur si quando ex longissimis cuniculis onera evehunt, & quòd moveatur facilius, & quòd gravius onus ipsi possit imponi. Capsae quadranguli ferrei A. Eius bacilla ferrea B. Axiculus ferreus C. Orbiculi lignei D. Parvi clavi ferrei E. Magnus clavus ferreus obtusus F. Capsa eadem inversa G.» (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).



1.9 - Vagonetto da miniera e suo utilizzo su di un binario ligneo in una galleria di carreggio (Della Fratta et Montalbano M. A., Pratica Minerale, Bologna 1678).





Fig. 1.10. Vagoncino da miniera della metà del XX secolo a La Thuile (Valle d'Aosta).



Fig. 1.11 - Particolare vagoncino da miniera con sistema per prelevare e sollevare il materiale estratto.



Fig. 1.12 - Compressore della miniera d'oro di Brusson (Aosta).



Fig. 1.13 - Dettaglio di un argano da miniera d'epoca industriale.



Fig. 1.14 - Scala e attrezzature da miniera in un cantiere sommerso.



Fig. 1.15 - Grande cava di Monte Rombolo in Toscana, coltivata "a imbuto".



Coltivazione in sotterraneo:

Per semplicità d'esposizione si può dire che tale coltivazione sia generalmente costituita da una cavità con le seguenti funzioni: accesso (fig. 1.16), circolazione, cantiere. L'accesso avviene attraverso pozzi verticali (fig. 1.17, 1.18), pozzi inclinati, discenderie, gallerie a mezza costa; da queste si diramano le gallerie di carreggio principali dalle quali si staccano le gallerie di carreggio secondarie conducenti ai cantieri. I metodi di coltivazione in sotterraneo sono molteplici e la loro articolazione è spesso complessa, soprattutto nelle miniere di età industriale. Possono distinguersi in "coltivazione per vuoti", "coltivazione per frana", "coltivazione con ripiena". Dal XX sec. vari metodi e tecniche lasciano il posto a sistemi in rapida e costante evoluzione.

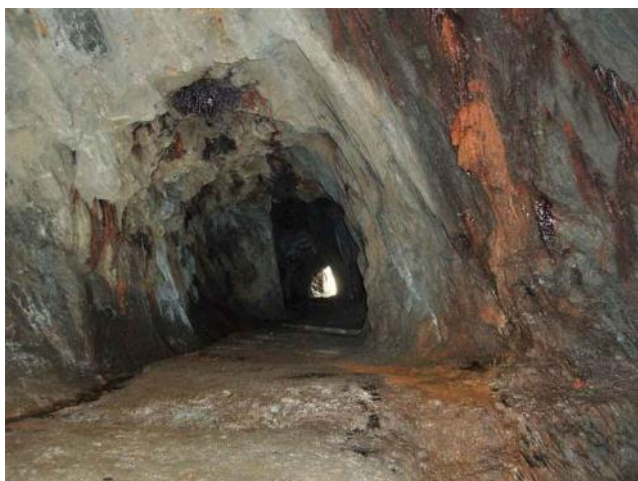


Fig. 1.16 - Miniera in sotterranea del Frigido a Massa.

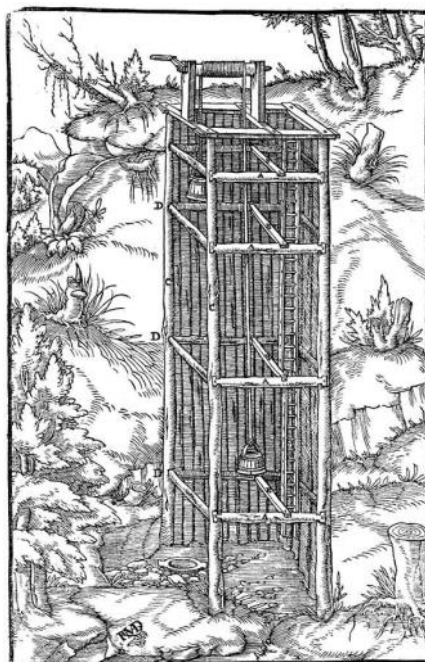


Fig. 1.17 - Pozzo armato con traviature lignee, provvisto di scala e di argano per il sollevamento del materiale (Agricola G., De re metallica. Libri XII, Basileae 1550).



Fig. 1.18 - Pozzo minerario a Campiglia Marittima.

Coltivazione per vuoti:

Il metodo è semplice e rappresenta il sistema più utilizzato in passato, con esempi anche nel XX sec. Coltivare per vuoti vuol dire estrarre quanto più minerale possibile dal filone, senza incorrere nel rischio di crolli, e si può così suddividere:

coltivazione senza sostegni a camere isolate: asportando il materiale utile, compreso tra materiali non utili, si creano camere sotterranee il cui tetto si autosostiene (fig. 1.19);

coltivazione senza sostegni a strozzi: scendendo a seguire il filone si lasciano pilastri, anche trasversali, a sostegno o a contenimento, in corrispondenza di parti poco o affatto mineralizzate (fig. 1.20);

coltivazione a pilastri abbandonati con soli pilastri: asportando parte del minerale utile si lascia il restante in posto, a forma di pilastri, per il sostegno delle volte (figg. 1.21, 1.22, 1.22a, 1.22b, 1.22c);

coltivazione a camere e pilastri con platee di ribasso: analogo al precedente, attacca anche la massa mineralizzata del pavimento, approfondendo in verticale l'estrazione (figg. 1.23, 1.23a);

coltivazione a pilastri abbandonati con pilastri artificiali: volendo evitare sprofondamenti e non potendo ripienare totalmente, si realizzano ulteriori pilastri in pietrame e malta (fig. 1.24);

coltivazione a pilastri abbandonati con pilastri e volte: in coltivazioni a pilastri abbandonati, dove il tetto è franoso, per non restringere troppo le gallerie si lasciano in posto volte di minerale tra un pilastro e l'altro e talvolta anche solette;

coltivazione a diaframmi abbandonati con soli diaframmi: adottata in caso di tetto assai franoso per ottenere gallerie tra loro parallele e separate da diaframmi di minerale;

coltivazione a diaframmi abbandonati con camere e diaframmi: consiste nell'aprire entro il giacimento delle camere, separate da diaframmi lasciati a sostegno del tetto, dei cantieri;

coltivazione a diaframmi abbandonati con magazzini: aprendo nel giacimento una serie di camere, si riempiono di minerale utile abbattuto togliendo dal basso il materiale in esubero, mediante tramogge e fornelli.



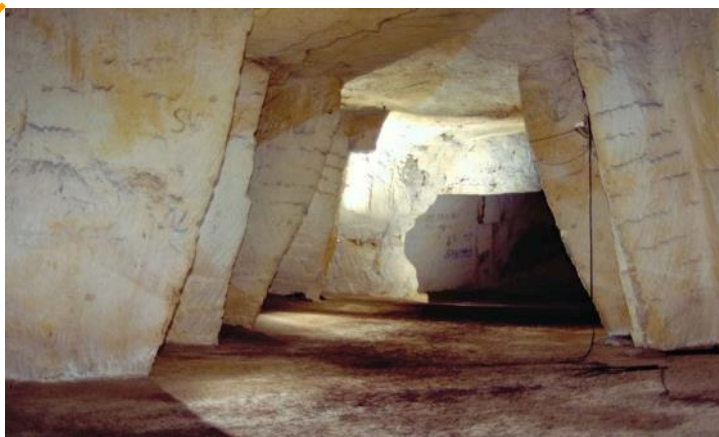


Fig. 1.19 - Cava dell'Infernaccio a Tarquinia, coltivata a grandi camere e gallerie le cui volte si autosostengono.



Fig. 1.20 - Miniera d'epoca preindustriale: la massa mineralizzata d'idrossidi di ferro è stata quasi completamente asportata, ma lasciando un pilastro a garantire la stabilità della volta.



Fig. 1.21 - Cava di gesso abbandonata a Vezzano sul Crostolo (Reggio Emilia).

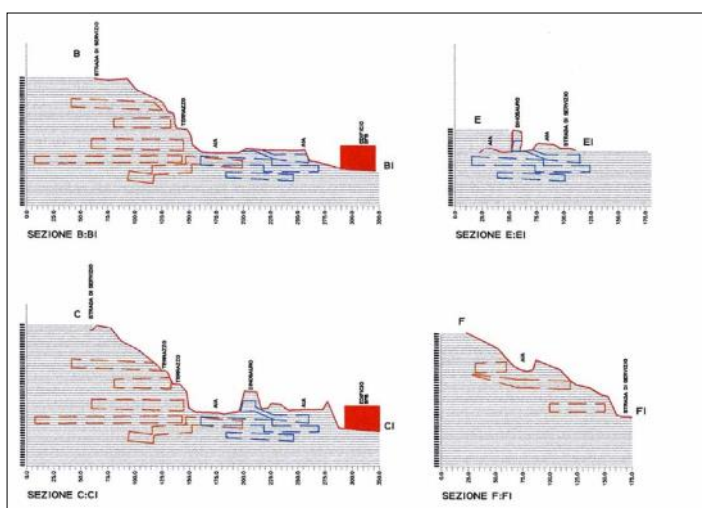


Fig. 1.22 - Vezzano sul Crostolo: la cava è sia a cielo aperto sia nel sottosuolo: si hanno coltivazioni a pilastri abbandonati e a camere e pilastri con platee di ribasso (F.lli Frignani).

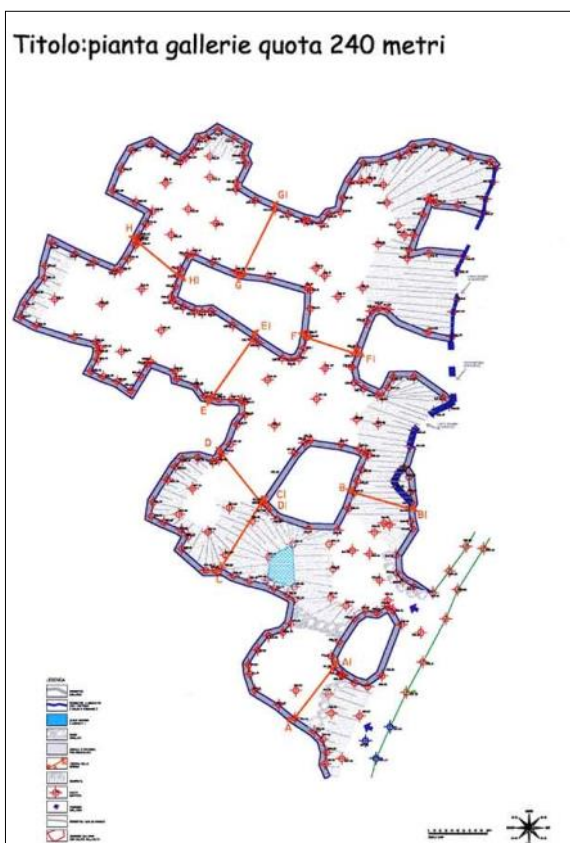


Fig. 1.22a - Pianta della coltivazione a 240 m s.l.m. (F.lli Frignani).



Titolo: sezioni gallerie quota 240 metri

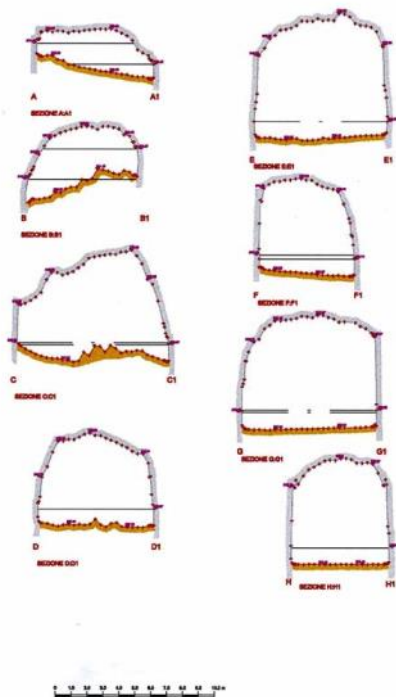


Fig. 1.22b - Sezioni della coltivazione a 240 m s.l.m. (F.lli Frignani, rilievo di Casini A. e Pado-
van G.).

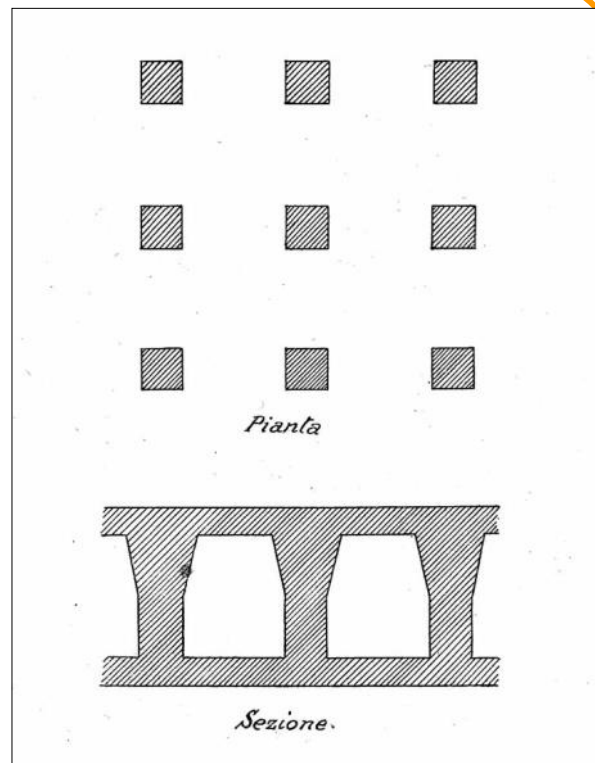


Fig. 1.22c. Schema di coltivazione a pilastri regolari
(Castelli G., La coltivazione delle miniere di lignite,
Bologna 1922).

Titolo: pianta gallerie quota 200 metri

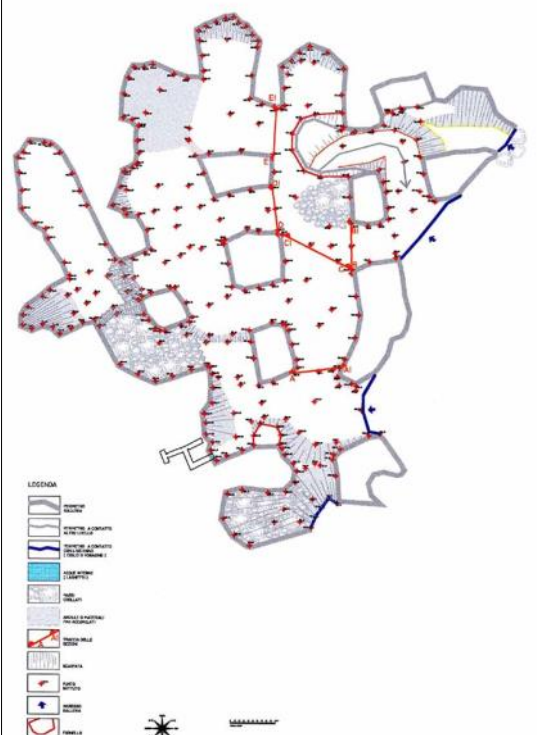


Fig. 1.23 - Vezzano sul Crostolo: la coltivazione ha attaccato parte della massa mineralizzata a quota 200 m s.l.m. con platee di ribasso (F.lli Frignani).

Titolo:sezioni gallerie quota 200 metri

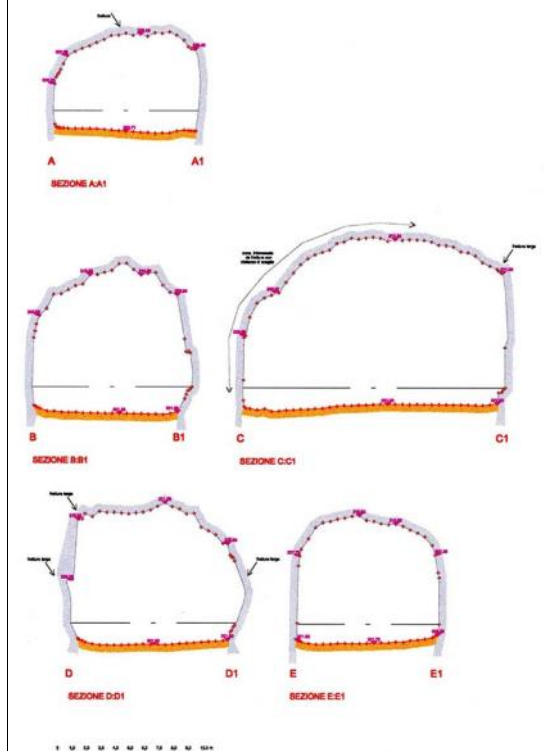


Fig. 1.23a. Sezioni della coltivazione a 200 m s.l.m. (F.lli Frignani, rilievo di Casini A. e Pado-
van G.).





Fig. I.24 - Viggiù (Varese): cava sotterranea di calcare; la coltivazione è principiata “a pilastri abbandonati”, ma in seguito, e verosimilmente dopo un lungo periodo di abbandono, è ripresa anche con “pilastri artificiali”. Difatti i pilastri erano stati in parte “sgrassati” al punto tale da dover essere rinforzati con murature che hanno impiegato gli scarti di estrazione. Nella foto si possono notare un pilastro della coltivazione e le ripiene che vanno a tracciare e sostenere la viabilità interna.

Coltivazione con frana (o per franamenti):

Il metodo consente di fare franare la roccia incassante, con il vantaggio di ottenere una maggiore percentuale di minerale recuperato, rispetto alle coltivazioni a pilastri abbandonati, e di evitare le spese relative alla messa in opera delle ripiene. Di contro, tale sistema crea sovente fenomeni di subsidenza. I metodi di coltivazione per franamento sono diversi e prevedono varianti per ogni singolo metodo. All'interno di un giacimento, su uno o più livelli (in tal caso dotati di gallerie o di pozzi di collegamento), si scavano delle gallerie (gallerie di tracciamento) fino al raggiungimento del suo limite, ottenendo una sorta di coltivazione a diaframmi abbandonati. Oppure le gallerie di un medesimo livello possono essere collegate tra loro da gallerie ortogonali, in questo caso ottenendo una sorta di coltivazione a pilastri abbandonati. In entrambi i casi sia i diaframmi sia i pilastri occupano superfici maggiori. Al termine di questa prima fase si procede allo spoglio graduale dei diaframmi o dei pilastri (spoglio in ritirata oppure in direzione), controllando adeguatamente il franamento del tetto. I metodi di coltivazione con frana possono essere diversi.

Coltivazione con ripiena:

Il metodo si adatta a quasi tutti i tipi di giacimenti e prevede il riempimento dei vuoti che si formano a seguito dell'abbattimento dei minerali utili (figg. 1.25, 1.26, 1.27). È possibile asportare completamente (o quasi) il giacimento, eliminando eventuali sostanze ossidabili o combustibili che possono dare luogo a riscaldamenti e



Fig. I.25 - Puntello ligneo e ripiena in una miniera di antracite abbandonata nel territorio di La Thuile (Valle d'Aosta).



Fig. I.26 - Ripiena nella grotta-miniera “Ferrera” (Mandello Lario – Lecco).



incendi spontanei. Non vi è il trasporto all'esterno del materiale sterile e si limitano o si evitano i fenomeni di subsidenza in superficie. Rispetto alle coltivazioni per franamento consente una migliore condizione di stabilità del sottterraneo e una diminuzione dei rischi dovuti a distacchi accidentali di roccia. Oltre allo sterile lasciato sul posto occorre prevedere un adeguato sistema per completare i lavori di riempimento: la ripiena può essere introdotta attraverso le gallerie, i pozzi o appositi fornelli. Vi sono inoltre specifici macchinari per eseguire tali lavori. Ad esempio, la ripiena idraulica si effettua introducendo il materiale da ripiena unitamente ad acqua in pressione mediante apposite tubazioni. In taluni casi si adotta il sistema della ripiena incompleta, per evitare l'introduzione di materiale da ripiena dall'esterno. Sono svariati i metodi di coltivazione con ripiena e la scelta è determinata dalla natura del giacimento e dalla sua ubicazione. Anche in questo caso i metodi di coltivazione con ripiena, in uso almeno fino alla prima metà del XX sec., sono diversi.



Fig. 1.27 - Grotta-miniera "Ferrera": l'immagine mostra l'accesso a un cantiere che si è sviluppato "a pozzo" e attorno si notano i muri a secco della ripiena, in questo caso utilizzati anche per il contenimento dello sterile più minuto, derivato dalla prima cernita nella vicina area di pesta.

Oltre a quanto descritto, vi sono altri particolari metodi per lo sfruttamento di giacimenti di sale (introducendo acqua), di zolfo, di carbone, di petrolio, di gas naturali e di forze endogene. Tra i numerosi aspetti da tenere in considerazione nello studio delle coltivazioni sotterranee vi è lo studio delle rocce attraversate e la loro giacitura, e il riconoscimento delle opere di sostegno adottate. Queste hanno due funzioni:

- resistere alle spinte che si determinano sulle pareti degli scavi sotterranei, contribuendo a ridare un nuovo equilibrio nel regime di tensioni sollecitanti la roccia;
- proteggere gli scavi dai distacchi di roccia e quindi preservare uomini e macchinari.

TRASLATION

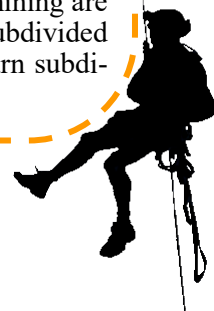
TYOLOGY N. 1: EXTRACTION WORKS

Mining science identifies and exploits useful mineral deposits both on the earth's surface and underground. Various types of science merge to fulfil this objective. Mining science has also been known as "mining art" as special aptitude, as well as specific scientific knowledge, is required of the technician. There are two types of extraction works: quarries and mines. The first term refers to the extraction of consolidated and unconsolidated rock, while the second refers to useful mineral extraction (figg. 1.1, 1.2).

At the current point of research and as far as the development of extraction techniques is concerned, it would appear that mining systems saw little or no development between the Neolithic extraction of flint and throughout the mediaeval period. There was more of a development in the materials used for mining and transport equipment than in the functional work structure (figg. 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.7a). Over the course of just a few centuries, there was the rapid introduction of efficient and constantly evolving tools: gunpowder, electricity, steam tunnelling machines, nitro-glycerine, helical-wire (for quarries), dynamite and spark-ignition engines. In particular, the gradual introduction of explosive materials, primarily for mining use, resulted in the modification of advancement systems in the XVII century. In any case, it should be taken into consideration that mines may also have been used in the past and not exclusively in Europe, although there is no evidence of this and if such evidence exists, it has yet to emerge from the archives (figg. 1.8, 1.9).

The latter decades of the XX century saw an even more rapid progression with the introduction of modern automatic machinery: the compressed air hammer drill became a museum piece. Although applicable to the majority of cases, this was not always the case (figg. 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14). It should be taken into consideration that in some of the mines, which were still operational in the second half of the XX century, manual blasting and transport tools were used (and are still used today) primarily (or exclusively), due to lack of available finance. In Europe, the majority of mines are now closed and raw materials are imported from other continents.

Mining can take place both on the surface and underground and both systems may be used simultaneously. Opencast mines which evolve underground are common; in more recent times, the type of mining adopted is partly dictated by its impact on the environment. The nature of the deposit to be extracted, its dislocation, the structure of the mining plants and the extraction system used collectively determine the mining method. The various types of "opencast mining" depend on their positioning: Stratum mining aside, other types of mining are "valley mining" and "mountain mining" (foothills, drift mining, mountain-top mining), which can be subdivided into "mining of unconsolidated materials" and "mining of consolidated materials". The latter, is in turn subdivided according to whether a regular or irregular product shape is required.



Depending on the type of material to be extracted and on the actual extraction process, there are thus various extraction methods. It should also be taken into account that one or more types of extraction may be adopted within the same plant. These extraction methods refer primarily to mines in use until the mid XX century. Generally speaking these are:

single or multiple bench mining: used in the extraction of loose or slightly consolidated material such as gravel and sand; also used in clay quarries;

step mining: generally applies to clusters, which are visible or of little depth;

amphitheatre extraction: normally used in the extraction of stone, the terraces in this type of mining are set out in the shape of an amphitheatre;

single terrace or single front mining: used in the presence of visible (or barely covered) strata, sub-horizontal or sub-parallel to the area's topographic structure;

multiple step or bench mining: for consolidated rock; the tread dimension of each step is relative to the type of material, the methods used, safety, profitability and to the current restoration project;

pit extraction: for loose, unconsolidated materials or consolidated stone material;

step extraction using underground transport: where the orography of the area permits, material can be removed from an extraction pit by means of tunnels at a level with the steps or by tipping the material into a chute and transporting it via a tunnel to the surface. The chute can also be used in the drainage of meteoric waters;

funnel extraction: used in the extraction of consolidated rocks; at the base of a funnel-shaped terrace ditch is a chute which connects to an underlying tunnel; excavated material in the funnel is removed via the chute and is either channelled to the surface or lifted within an extraction shaft (fig. 1.15);

shaft extraction: normally used for the extraction of ornamental stone;

depression extraction: used in areas characterised by subsidence and vertical erosion;

horizontal slice extraction: normally used in plains, for the extraction of unconsolidated material;

top slicing: for the downward extraction of materials;

panel extraction: for the extraction of small blocks or segments, subdivided into thin horizontal slices.

Underground mining:

In basic terms, this type of extraction normally takes place within a cavity that fulfils the following criteria: entrance (fig. 1.16), circulation and mining plant. Access is gained by means of vertical shafts (fig. 1.17, 1.18), inclined wells, descending tunnels and drift tunnels. From these branch the main haulage roads and from these the secondary haulage roads, which lead to the mining plants. There are many methods of underground mining and their structure is often complex, particularly in mines from the industrial era. These may take the form of "room and pillar mining", "stope and retreat" or "stope and fill mining". In the XX century, various methods and techniques were replaced by systems in rapid and constant evolution.

Room and pillar mining:

This simple method was the most used in the past although there are examples of its use even in the XX century. Room and pillar mining permits the extraction of all the available mineral from the vein, without the risk of collapse. This can be subdivided as follows:

open stope mining with isolated rooms: the removal of useful material together with non useful material creates underground rooms, the roofs of which require no support (fig. 1.19);

underhand stoping without supports: when descending to follow the mineral vein, vertical or traversal support or containment pillars are left in the areas of little or no mineralization (fig. 1.20);

multiple pillar extraction using only pillars: when removing useful mineral, non-useful mineral is left behind, in the form of pillars, for roof support (figg. 1.21, 1.22, 1.22a, 1.22b, 1.22c);

downward slice room and pillar mining: similar to the latter method, mineral is also extracted from the floor; extraction can thus take place at lower levels (figg. 1.23, 1.23a);

mining with numerous artificial pillars: when the tunnel cannot be completely filled, additional rock and mortar pillars are created to prevent subsidence (fig. 1.24);

mining with multiple pillars and crown pillars: used in multiple pillar mining, where the roof is prone to collapse; sections and sometimes slabs of mineral, are left between one pillar and another to prevent the tunnels becoming too narrow;

multiple barrier extraction method with depots: used where the roof is prone to collapse in order to obtain parallel tunnels, which are separated by mineral barriers;

multiple barrier extraction method with rooms and barriers: involves the creation of mining plants at the location of mineral deposits; these are separated by roof support barriers;

multiple barrier extraction method with depots: a series of rooms are made within the deposits and these are filled with useful mineral, excess material is removed upwards by means of hoppers and chutes.



Stope and fill mining:

this method is suitable for almost all types of mineral deposits and involves the backfilling of gaps formed following the extraction of useful minerals. The entire deposit (or most of it) can be removed, with the removal of oxidisable or combustible substances, which could give rise to spontaneous heat or fire. Sterile material is not taken to the surface and phenomena of surface subsidence are thus limited or avoided. When compared to block caving, this allows improved underground stability and decreased risk of accidental falling rock. In addition to the sterile material which is left on site, an adequate system for completion of the fill works is required: fill material can be introduced via tunnels, shafts or special chambers. Special machinery is also used to carry out the various works. For instance, hydraulic fill is carried out by introducing the fill material together with pressurised water via specific piping. Sometimes the stope is only partially filled to avoid having to transport fill material from the surface. There are numerous methods of stope and fill mining, the choice being determined by the type of mineral deposit and by its location. Even so, various methods of stope and fill mining were used at least until the first half of the XX century.

Stope and retreat: this method involves caving the enclosing rock, resulting in the extraction of a higher percentage of mineral compared to multiple pillar extraction; this also reduces costs as no filling is required (figg. 1.25, 1.26, 1.27). The disadvantage is that this method often causes subsidence. There are many caving extraction methods and each method has its own variants. Tunnels (vein mines) are excavated at the site of the mineral deposit, on either one or more levels (in which case they are equipped with connecting shafts); excavation continues as far as it can go, thus a type of multiple barrier extraction is obtained. Alternatively, the tunnels on one level can be linked by means of perpendicular tunnels, thus obtaining a type of multiple pillar mining. In both cases both the stopes and pillars cover larger areas. Upon completion of this initial phase, the stopes and pillars are removed (stope and retreat) and the roof cave-in is adequately controlled. There are several types of stope and retreat mining.

In addition to that already mentioned, other methods are adopted for the exploitation of salt deposits (with the introduction of water), sulphur, coal, petroleum, natural gases and endogenous force deposits. Of the many aspects to be taken into account in the study of underground mining, are the study of mineralized rocks and deposits and identification of the support structures utilised. This has two functions:

- underground tunnel thrust resistance, contributing to renewing the rock's equilibrium;
- to protect excavation works from falling rocks and keep both men and machinery safe.

* * *

Tipologia n. 1: Cava

Con il termine di cava s'indica lo scavo del materiale utile per le costruzioni civili e per estensione il luogo di lavoro, che può essere sia a cielo aperto sia nel sottosuolo. Abbiamo cave di materiali incoerenti (ghiaie, sabbie, pozzolane, etc.) e di rocce di origine magmatica (graniti, dioriti, porfidi, basalti, etc.), sedimentaria (conglomerati, arenarie, calcari, tufi, etc.) e metamorfica (gneiss, marmi, scisti, skarn, etc.) (fig. 1.28). Nel Centro e nel Sud Italia l'estrazione riguarda materiali pozzolanici, apprezzati fin dall'antichità per le caratteristiche fisiche e meccaniche, la cui geometria di estrazione, detta "a camere e pilastri" o "a pilastri abbandonati", è rimasta in uso fino al XX secolo. Le gallerie sono ad impianto geometrico tendenzialmente regolare, le cui direttrici di scavo sono tra loro ortogonali in modo da congiungersi, formando virtualmente una scacchiera di pilastri isolati. Ciò garantisce non solo la stabilità dell'intera cava, ma anche il permanere di attività agricole e pastorali nel soprasuolo. I pozzi comunicanti con la superficie permettono l'aerazione e l'evacuazione. Ad esempio, se l'espansione del tessuto urbano di Napoli si è estesa al di sopra delle antiche cave è pur vero che, causa la penuria e il costo dei mezzi di trasporto, i materiali da costruzione si sono anche estratti direttamente nella città, se non addirittura sotto la stessa area da edificare. Varie cavità, così create, successivamente si trasformano in cisterne ad uso del soprastante edificio (alcune alimentate con allacciamenti ad acquedotti ipogei), oppure sono destinate a depositi o a discariche (figg. 1.29, 1.30, 1.31, 1.32). Nel XX sec. talune sono riutilizzate come ricoveri antiaerei. Analoga situazione è presente in altre città italiane.



Fig. 1.28 - Cava di "lose" abbandonata in Valle d'Aosta.





Fig. 1.29 - Napoli: cava sotterranea parzialmente interrata.



Fig. 1.30 - Cava sotterranea di materiale lapideo, parzialmente riutilizzata come opera di percorrenza alla metà dell'Ottocento e negli Anni Settanta del secolo successivo come Deposito Giudiziale Comunale; oggi è stata resa visitabile ed è nota come "Galleria Borbonica". In primo piano si noti la struttura in muratura con la sorta di "arco rampante" che, senza interrompere la viabilità, contrasta le spinte delle pareti di cava.



Fig. 1.31 - Parte di una vecchia cava napoletana utilizzata come Deposito Giudiziale Comunale.

Fig. 1.32 - Napoli: volta di una cisterna di grandi dimensioni ricavata da una preesistente cava di materiale lapideo da costruzione. Al culmine abbiamo il pozzo attraverso cui si calava la secchia per il prelievo del liquido.



Cava a cielo aperto: la coltivazione avviene a giorno ed è suddivisa a seconda del metodo consentito dal tipo di roccia estratto e dalla sua giacitura (figg. 1.33, 1.34, 1.35, 1.36, 1.37, 1.38, 1.39).

Cava in sotterraneo: la coltivazione avviene nel sottosuolo, con varianti a seconda del tipo di materiale estratto.

Cava a forma d'imbuto (rovesciato): in Sicilia tale tipo di cava si adottava per l'estrazione della calcarenite, in blocchi.

Latomia: con questo termine si indicava, nell'antichità, la cava di pietra. Sono note le latomie di Siracusa, citate da Tucidide, per essere state utilizzate come prigioni dai Siracusani (Latomia dei Cappuccini) nel corso della guerra tra Sparta e Atene, nel V sec. a.C.; vi si rinchiusero gli Ateniesi e i loro alleati che erano stati catturati (fig. 1.40).

Fig. 1.33 - Cava di pietra ollare a cielo aperto a Chiavenna, recuperata, messa in sicurezza e inserita nel percorso turistico del Parco Archeologico Botanico del Paradiso.



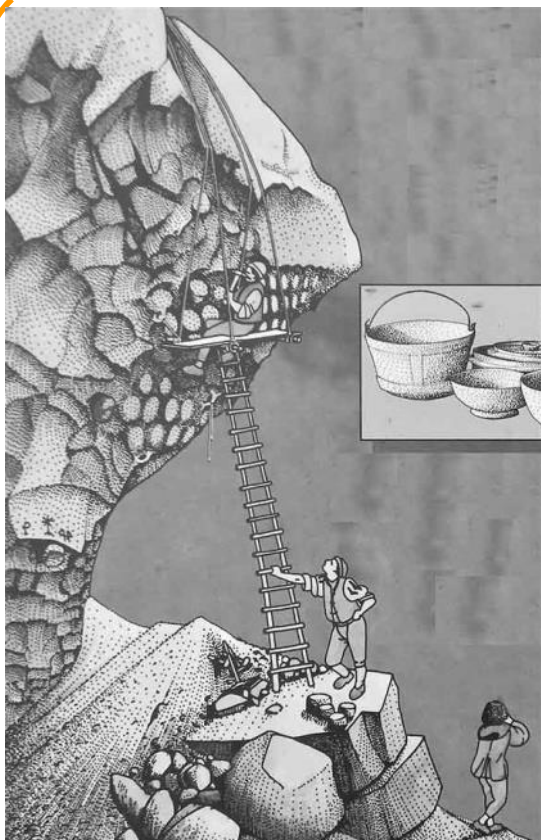


Fig. 1.34 - Raffigurazione di una cava di pietra ollare a giorno; il materiale serviva e tutt'oggi, seppure in misura minore, serve alla produzione di pentolami da fuoco denominati "laveggi", stoviglie, elementi architettonici, decorativi e sculture (da un pannello didattico).



Fig. 1.35 - Raffigurazione di una cava di pietra ollare sotterranea denominata localmente "trona", formatasi con l'approfondimento dell'estrazione principiata "a giorno". In linea generale l'utilizzo della pietra ollare risalirebbe almeno al IV-III sec. a. (da un pannello didattico).

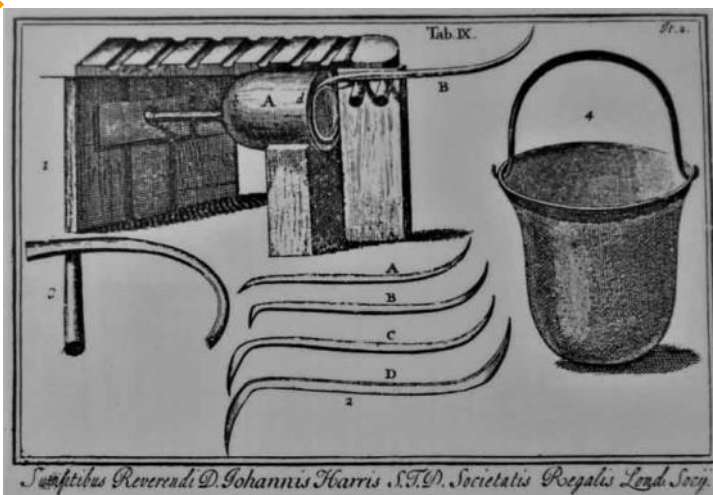


Fig. 1.36 - Tracce lasciate sulla matrice rocciosa dall'estrazione della pietra ollare: per ottenere i contenitori e il pentolame si cavavano apposite forme a "testa di fungo".



Fig. 1.37 - Incisioni lasciate sulla roccia dai cavatori di pietra ollare.





 **3. Tavola con attrezzi.** In questa tavola tratta da "*Ouresizoites Helvetius, sive itinera per Helvetiae alpinas regiones ..., 1723.*", di Johannes Jacobus Scheuchzer, sono rappresentati gli attrezzi per la lavorazione della pietra ollare. Lo Scheuchzer, medico e naturalista svizzero, fu tra i primi che descrissero in dettaglio la lavorazione della pietra ollare.

Fig. I.38 - Tavola esplicativa sulla lavorazione della pietra ollare (da un pannello didattico).

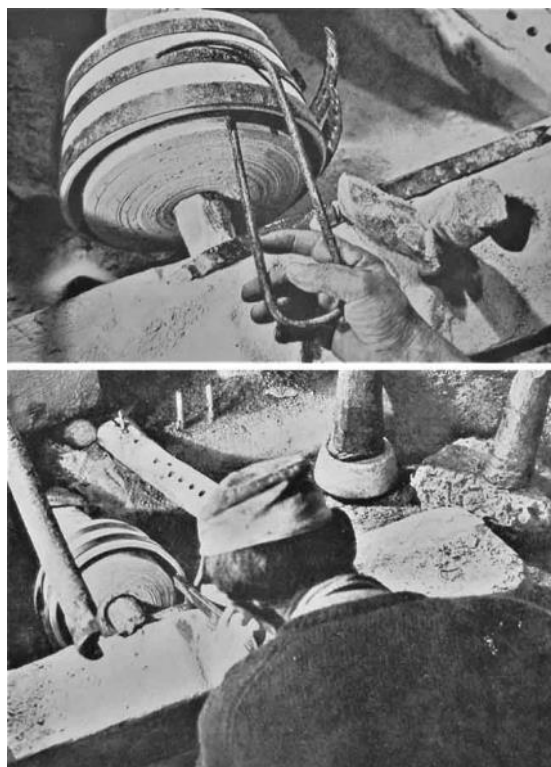


Fig. 1.39 - Foto d'epoca sulla lavorazione al tornio di "teste di fungo" da cui si ottengono i contenitori litici di pietra ollare (da un pannello didattico).

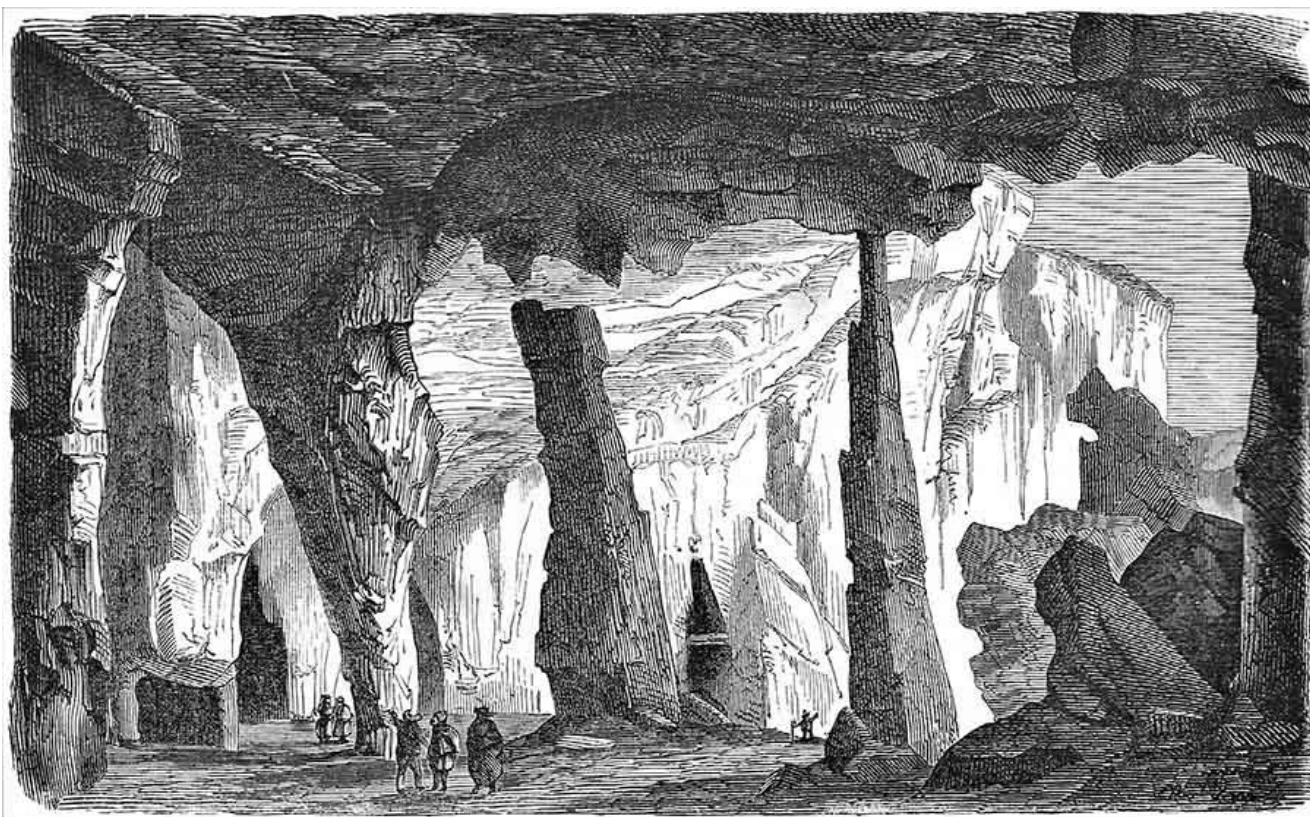


Fig. I.40 - Latomie di Siracusa coltivate a pilastri abbandonati (Badin A., *Grottes et Cavernes*, Paris 1876).



Muchata: è il termine dialettale di derivazione araba che indica, nell'area di Palermo, la coltivazione "a pilastri abbandonati", anche su due livelli.

Non tutte le pietre possono essere destinate al medesimo scopo e nemmeno essere lavorate allo stesso modo. La scelta delle pietre da costruzione doveva tenere conto del loro impiego subordinato a caratteri quali:

- durezza intesa come resistenza al taglio;
- tenacità intesa come resistenza agli urti;
- resistenza all'opposizione delle forze di compressione (figg. 1.41, 1.42);
- resistenza alle forze di trazione che tendono allo stiramento e allo smembramento;
- divisibilità in fase di taglio seguendo piani di giacitura e/o microfratture;
- lucidabilità per ottenere superfici lisce;
- conducibilità e resistenza alle sollecitazioni termiche.



Fig. 1.41 - Antica cava situata nei pressi della città etrusca di Populonia (Livorno) da cui si estraevano i blocchi di materiale lapideo (calcarenite) da costruzione.

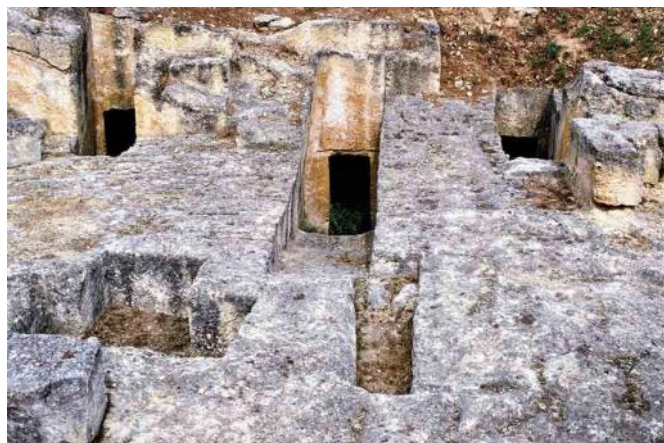


Fig. 1.42 - Cava etrusca a Tarquinia (Fondo Scataglini): con la sua dismissione viene riutilizzata per lo scavo di tombe, tra cui quella degli Aninas (III-II secolo a.).

Nello studio delle cave è utile sapere riconoscere i sistemi di estrazione adottati, nonché dei materiali impiegati, anche tramite la lettura e la comprensione delle tracce lasciate dagli attrezzi sulle pareti rocciose (figg. 1.43, 1.44, 1.45, 1.46). Talvolta, come ad esempio nel caso della Cava dell'Inferniglio, situata alla periferia dell'antica Corneto (odierna Tarquinia), si possono rinvenire blocchi parzialmente lavorati, ma ancora *in situ*. Accanto alle tracce delle estrazioni recenti si sono individuate serie di conci le cui dimensioni sono identiche a quelle dei blocchi squadrati che compongono la cinta difensiva dell'etrusca Civita di Tarquinia. Le cave costituiscono un



Fig. 1.43 - Cava di Colma a Rosignano (Alessandria) coltivata "a camere e pilastri": camino d'aerazione ed estrazione. Si noti come le pareti della cavità conservino le tracce di scavo lasciate dagli attrezzi e dal progressivo distacco dei conci.

innegabile e dannoso impatto ambientale, senza contare quanti siano i casi in cui hanno intercettato o cancellato cavità naturali e artificiali, o demolito parzialmente o totalmente insediamenti o edifici d'interesse archeologico, storico e architettonico. La cava aperta alla metà degli anni cin-



Fig. 1.44 - Piccone "da cava" utilizzato nella cava di Colma di Rosignano (Alessandria) per l'estrazione della Pietra da Cantoni.

quanta del XX sec. nel comune di Verrua Savoia (Torino) ha quasi interamente cancellato le bastionature seicentesche della Fortezza di Verrua. Inoltre è andato perduto parte dell'impianto sotterraneo e la traccia di precedenti insediamenti risalenti fino all'età protostorica. Le problematiche non sono legate solamente al depauperamento del patrimonio naturalistico e storico, ma anche alla stabilità delle aree di cava abbandonate, che possono presentare evidenti rischi a causa del collassamento dei vuoti sotterranei e delle frane in superficie, come si è ad esempio riscontrato nel corso del rileva-



mento e dello studio delle cave di gesso a Vezzano sul Crostolo (Reggio Emilia). La particolare situazione geologico-strutturale di queste zone, la morfologia carsica che ne deriva ed i vuoti di coltivazione in sotterraneo, le rendono pericolose: si sono riscontrati improvvisi crolli delle pareti e sprofondamenti delle solette.

Pur non trattandosi di cave intese nella comune accezione del termine, in questa tipologia si possono inserire le cavità naturali che sono state oggetto di estrazione del ghiaccio in esse contenuto. Non possono essere inserite nella "Tipologia n. 2 b", in quanto non si tratta di manufatti in cui il ghiaccio (o la neve) vi è introdotto e conservato, ma bensì vi si forma naturalmente.

Nel Massiccio delle Grigne (Lecco), situata oltre il Passo del Cainallo, in prossimità del sentiero che conduce al Rifugio Bogani, vi è la grotta denominata "Ghiacciaia del Moncodeno". Utilizzata per l'estrazione di blocchi di ghiaccio fino a tempi a noi prossimi, ancora nel 1982 si potevano vedere i resti delle scale a pioli in legno che scendevano all'interno, utilizzate dai cavaatori. Nel 1671 Niccolò Stenone ne eseguì la topografia e in una lettera a Cosimo IV Granduca di Toscana la descrive, esponendo interessanti considerazioni riguardo la formazione del ghiaccio interno in connessione alla circolazione d'aria.



Fig. 1.45 - Strumenti per sbazzare i conci nella cava di Colma di Rosignano (Alessandria) e altro materiale abbandonato dai cavaatori.



Fig. 1.46 - Carriola lignea per il trasporto dei conci nella cava di Colma di Rosignano (Alessandria).

TRASLATION

Typology n. 1: Quarry

The term "quarry" refers to the excavation of material useful for civil construction purposes and thus, by extension to the place of work, which may be either opencast or underground. There are quarries for unconsolidated materials (gravel, sand, pozzolan etc.), magmatic rock (granite, diorite, porphyry, basalt etc.), sedimentary rock (conglomerates, sandstone, limestone, tuff etc.) and for metamorphic rock (gneiss, marble, schist, skarn etc.) (fig. 1.28).

Central and Southern Italy sees the extraction of pozzolan materials, esteemed since antiquity for its physical and mechanical characteristics. The extraction method used, known as "room and pillar" or "multiple pillar" was used until the XX century. The tunnels follow an essentially regular geometric system and the excavations, at right angles one to the other, eventually join to form a "grid-like pattern" of isolated pillars. This not only ensures the stability of the entire quarry but also the permanence of agricultural and pastoral surface activities. Shafts which communicate with the surface allow aeration and evacuation. For instance, if the expansion of the Neapolitan urban network now extends above the ancient quarries, it is equally true that due to the lack and cost of public transport, construction materials were also extracted in cities, if not from directly beneath building sites. Various cavities, thus created, are subsequently turned into cisterns for use by the above building (some being supplied via links to underground aqueducts), or are used for storage or dumping purposes (figg. 1.29, 1.30, 1.31, 1.32). In the XX century, some were re-utilised as air-raid shelters. The situation is similar in other Italian cities.

Opencast quarry: the opencast extraction method is used and is subdivided according to the method permitted by the type of extracted rock and by the rockbed (figg. 1.33, 1.34, 1.35, 1.36, 1.37, 1.38, 1.39).

Underground quarry: underground mining method with variations depending on the type of material extracted.



Funnel-shaped quarry (inverted): in Sicily, this type of quarry was used for the extraction of calcarenite blocks.

Latomia: in antiquity, this was the term for stone quarries. The Syracuse *latomie*, used by the Siracusians as prisons ("Latomia dei Cappuccini") during the war between Athens and Sparta in the V century B.C. and quoted by Thucydides, are well-known: captured Athenians and their allies were imprisoned here (fig. 1.40).

Muchata: in and around Palermo, this dialectal term of Arabic origin, refers to "multiple pillar" extraction, which can take place over two levels.

Not all stone is destined for the same use and not all stone is worked in the same way. The choice of stone for construction had to take the purpose into account, i.e.:

- hardness, in the sense of cutting resistance;
- tenacity, in the sense of impact strength;
- compression force resistance (figg. 1.41, 42);
- resistance to tensile forces which are prone to yielding and breaking-down;
- cutting phase divisibility following mineral beds and/or microfault plans;
- polishability, for the obtainal of flat surfaces;
- conductivity and thermal stress resistance.

The ability to recognise the extraction systems and materials used can come in very useful when studying quarries, even if this only involves deciphering and understanding the tool-marks left on the rock face. Partially worked blocks are sometimes found on-site, as in the Inferniglio quarry on the outskirts of Corneto (now known as Tarquinia). Here, alongside evidence of recent mining activity, a series of stone bricks were found. The bricks were of the same size as the square blocks utilised in the construction of the defensive walls of the Etruscan town, Civita di Tarquinia.

Quarries cause irrefutable damage to the environment. Not to mention the numerous examples of quarries, which have intercepted or destroyed natural caves and artificial cavities or examples where these have led to the partial or total destruction of settlements or works of archaeological, historic and architectonic interest (figg. 1.43, 1.44, 1.45, 1.46). The quarry, which was opened in Verrua Savoia (Turin) in the mid 1950s almost entirely destroyed the XVII century bastions of Verrua Fortress. Part of the underground system and evidence of previous settlements dating back to prehistoric times were also destroyed.

Such issues are not only linked to historical and naturalistic impoverishment but also result from the stability of abandoned quarry sites, which can present evident risks due to underground and surface collapse as evidenced during the course of studies conducted at the Vezzano sul Crostolo (Reggio Emilia) chalk quarry. The particular geological and structural situation, the resulting karst morphology and the underground extraction areas, render these areas dangerous: walls have been known to suddenly collapse and rock slabs have unexpectedly sunk.

Although the quarries concerned do not fall under the usual definition of the term, this typology also includes natural cavities, which were used for ice extraction purposes. They cannot be classified under "Typology 2 b" as the ice (or snow) forms naturally within such cavities and is not simply placed there for storage purposes.

The "Ghiacciaia del Moncodeno" (Moncodeno Icehouse) can be found at Massiccio delle Grigne (Lecco), just past the Passo del Cainallo and near the path leading to the Rifugio Borgani. Utilised for the extraction of ice-blocks until recent times, the remains of the wooden ladder used by the excavators could still be seen in 1982. In 1671, Niccolò Stenone carried out its topography and provided details of this in a letter to Cosimo IV, Grand Duke of Tuscany, where he proposed some interesting considerations on the subject of the internal formation of ice and its relation to air circulation.

* * *

Tipologia n. 1: Miniera

La miniera è il complesso costituito da un giacimento di minerali d'interesse industriale e dall'insieme delle opere e delle attrezzature necessarie al suo sfruttamento. Il giacimento è classificato come "metallifero" o "non metallifero" a seconda se da esso si estraggono metalli o non metalli. I minerali sono sostanze naturali solide, formatesi per processi inorganici (fig. 1.47); come eccezione abbiamo il mercurio, considerato minerale per quanto in natura compaia allo stato liquido. Sono inoltre caratterizzati da proprietà fisiche omogenee, da una composizione chimica particolare e da un'impalcatura di atomi caratteristica per ciascun minerale. Per i minerali utilizzati prevalentemente nelle costruzioni stradali, edilizie e idrauliche, il



Fig. 1.47 - Filone oggetto di coltivazione.



complesso è generalmente indicato con il termine di cava.

Per quanto riguarda l'organizzazione, ai lavori nel sottosuolo si accede da gallerie scavate a mezza costa o attraverso pozzi verticali, oppure da discenderie o pozzi inclinati. Da questi si diramano le gallerie principali di carreggio, le quali costituiscono l'impalcatura delle miniere (figg. 1.48, 1.49, 1.50, 1.51, 1.51a). Dalle gallerie di carreggio a loro volta si staccano le gallerie secondarie e da queste i cantieri di coltivazione che si rinnovano continuamente fino ad interessare tutto il giacimento. La galleria di carreggio è utilizzata per il passaggio

di carrie, vagonetti spinti a mano o, in quelle più recenti, di vagoncini (berline) su rotaie (ferrovia Decauville) (fig. 1.52). Come si è già detto, la disposizione dei cantieri e il modo con il quale si procede all'abbattimento del minerale utile differenziano i vari metodi di coltivazione. Riassumendo, tra le opere ad andamento orizzontale e/o suborizzontale possiamo avere:

galleria d'accesso o galleria di carreggio principale: scavata per accedere agli impianti sotterranei;

galleria di carreggio secondaria: collega la galleria di carreggio principale con il cantiere (fig. 1.53);

cunicolo o galleria "a seguire il filone": lo scavo avviene asportando il minerale e seguendo l'andamento della vena (fig. 1.54);

galleria in banco: scavata all'interno del giacimento per la sua coltivazione (fig. 1.55);

galleria di tracciamento: scavata all'interno del giacimento per valutarne la potenza;

galleria traverso-banco: scavata all'interno della roccia fino al raggiungimento del giacimento;

galleria di rimonta: inclinata e scavata dal basso verso l'alto, mette in comunicazione due distinti livelli per il transito o la ventilazione, oppure per raggiungere il giacimento o l'esterno;

galleria di ribasso: nel momento in cui lo scavo si è approfondito, consente di raggiungere più rapidamente un livello inferiore della coltivazione;

discenderia: galleria inclinata scavata dall'alto verso il basso.

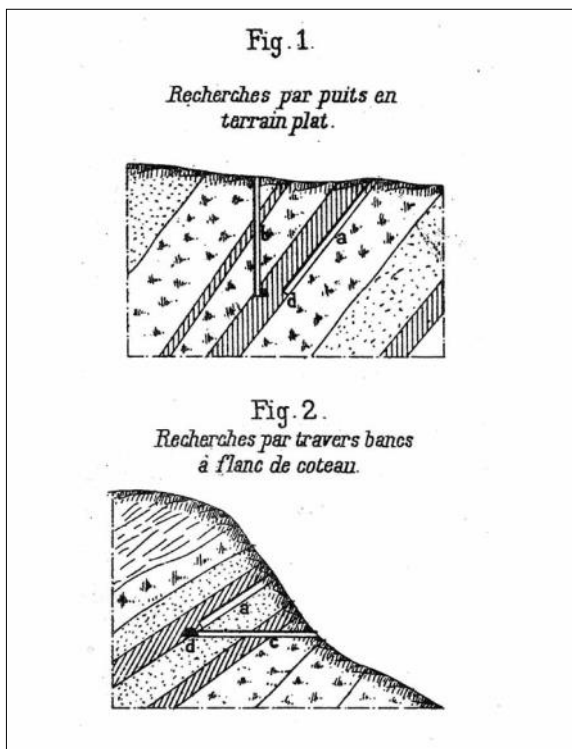


Fig. 1.48. 1) Ricerca mineraria in un'area pianeggiante per mezzo di un pozzo; 2) Ricerca lungo un fianco collinare o montuoso per mezzo di una galleria di traverso-banco; a: discenderia, b: pozzo di sondaggio, c: traverso-banco, d: galleria di direzione (Lebreton M., Cours d'Exploitation des Mines, Ecole Nationale Supérieure des Mines, 1919-1920).

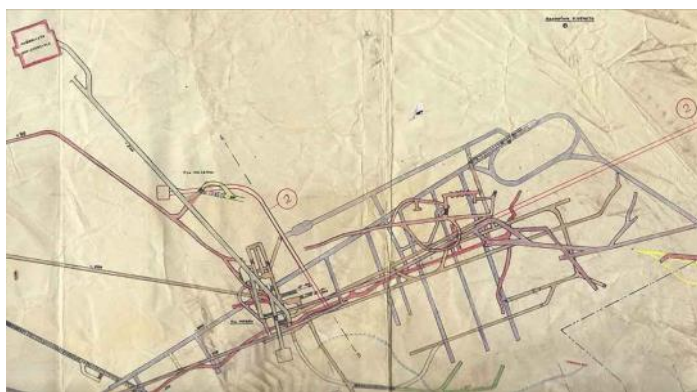


Fig. 1.49 - Miniera Montecatini a Gavorrano (Grosseto): dettaglio dei cantieri sotterranei con gallerie di carreggio, di coltivazione e il Pozzo Valsecchi.

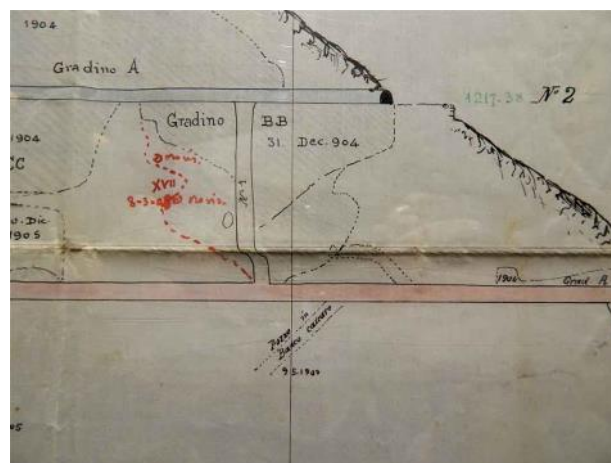


Fig. 1.50 - Miniera d'oro di Brusson ai primi del XX secolo; sezione: la galleria principale (inferiore) è connessa a quella superiore mediante un pozzo scavato attraverso il banco da coltivare (planimetria esposta all'ingresso turistico della Miniera d'Oro Chamousira a Brusson).



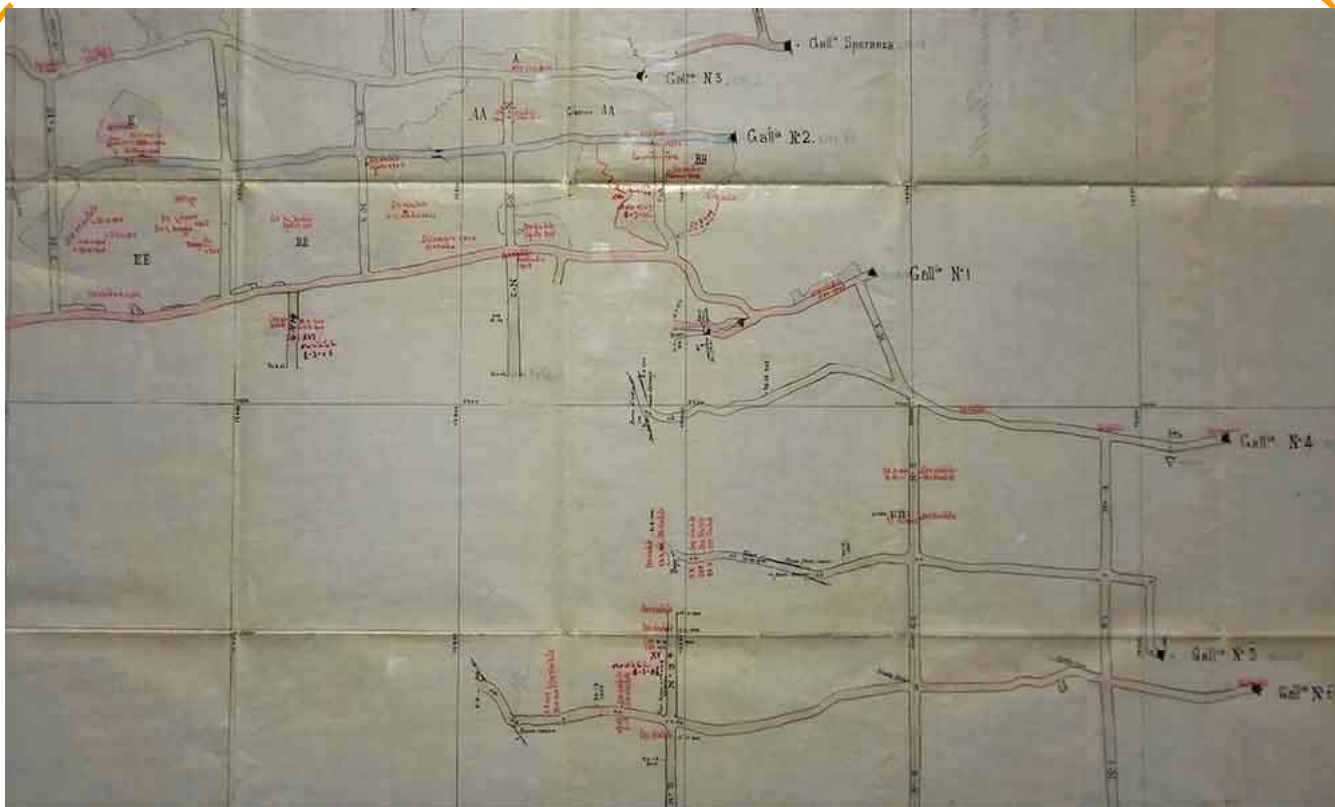


Fig. 1.51 - Miniera d'oro di Brusson: dettaglio della pianta; in alto a sinistra abbiamo il cantiere di coltivazione E (Miniera d'Oro Chamousira a Brusson).

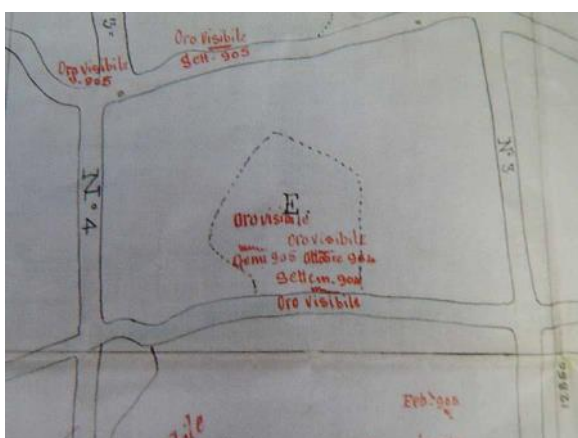


Fig. 1.51a - Dettaglio della coltivazione E con scritta riportata tre volte: «oro visibile» (Miniera d'Oro Chamousira a Brusson).



Fig. 1.53 - Territorio di Campiglia Marittima (Livorno): coltivazione mineraria di epoca preindustriale la cui volta si è parzialmente concrezionata.

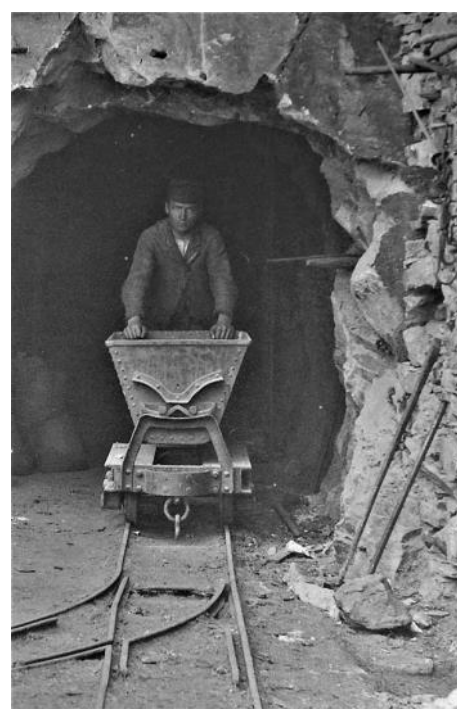


Fig. 1.52 - Minatore all'ingresso della galleria di carreggio mentre spinge un vagoncino (dettaglio da una foto esposta all'ingresso turistico della Miniera d'Oro Chamousira a Brusson).





Fig. 1.54 - Antro delle Gallerie (Varese) denominato "La Sfinge della Valganna" nel XIX secolo: galleria laterale del complesso ipogeo scavato nell'arenaria quarzosa. Si notino i solchi lasciati sulle pareti e sulla volta dal così detto "scalpello immanicato" rappresentato in "Fig. 1.4". La F.N.C.A. ha pubblicato il libro: "Antro delle gallerie, indagini di Archeologia mineraria in Valganna (Varese)".

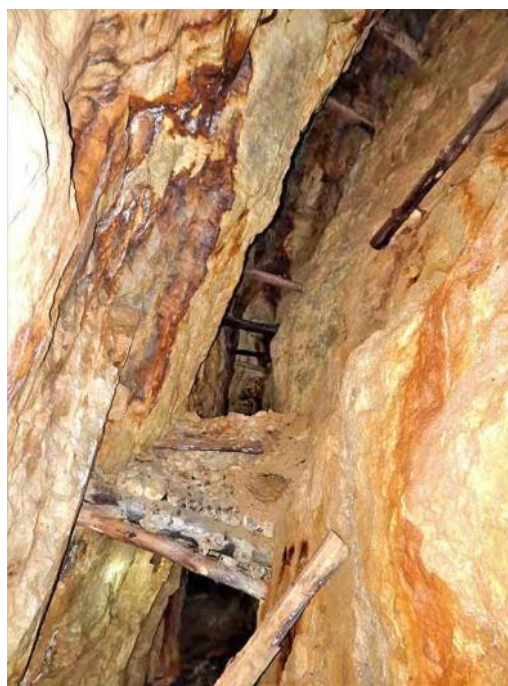


Fig. 1.55 - Brusson (Aosta): coltivazione del filone verticale contenente minerale aurifero. Si notino i puntelli lignei ancora in situ e i ripiani utilizzati per le ripiene di materiale sterile.

Tra le opere a sviluppo verticale possiamo avere:

pozzo esterno: mette genericamente in comunicazione con l'esterno;

pozzo maestro: pozzo esterno che mette in comunicazione i vari servizi della miniera, per l'eduzione, la ventilazione, etc.;

pozzo interno o secondario: che non sbocca all'esterno della miniera, ma che collega due o più gallerie per il trasporto del minerale, delle persone o dei materiali (fig. 1.56);

pozzo d'estrazione: usato per l'estrazione, in vari casi serve anche alla ventilazione (*pozzo di ventilazione*) oppure per il pompaggio dell'acqua; in alcuni casi il pozzo non è verticale e si denomina *pozzo inclinato*;

pozzo di riflusso: per il deflusso dell'aria viziata all'esterno;

pozzo di circolazione: per il movimento del personale.

fornello: particolare scavo a pozzo, verticale o che supera i 45° d'inclinazione, serve al passaggio o alla ventilazione (ricordiamo che si chiama *fornello* anche il foro da mina caricato con l'esplosivo);

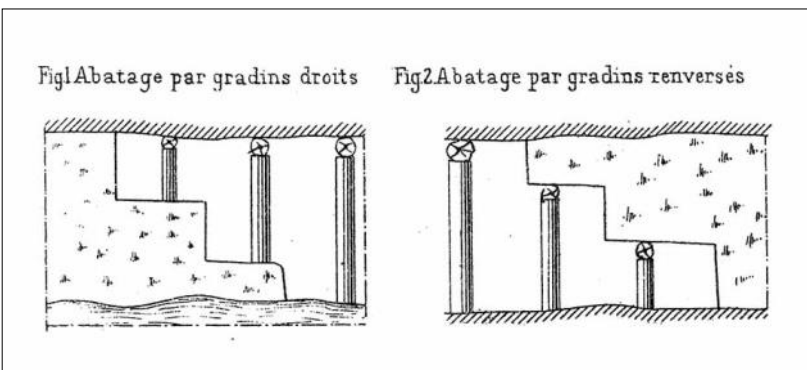
fornello di getto: serve al carico del minerale o dello sterile e la sua parte inferiore è la tramoggia, congegnata per il carico su vagoncini.



Fig. 1.56 - Pozzo di collegamento tra due livelli in una miniera di antracite in Valle d'Aosta.



L'abbattimento è l'operazione di frantumazione della roccia e l'avanzamento è la progressione del lavoro di coltivazione attraverso l'abbattimento (figg. 1.57, 1.58, 1.59, 1.59a - 1.59i).



Gli strumenti utilizzati sono quanto mai vari e in particolare abbiamo picconi, piccarocca, mazzuoli, cunei, mazze, scalpelli, punteruoli, etc. Come nello studio delle cave, nonché di ogni altro manufatto scavato nella roccia, è utile individuare e riconoscere le tracce lasciate dagli strumenti (figg. 1.60, 1.61, 1.62, 1.63, 1.64, 1.65, 1.66). Sovente, nel corso di campagne archeologiche condotte in siti minerari, si è potuto recuperare parte dell'antica strumentaria. In antiche miniere della Spagna le indagini hanno restituito numerosi e vari reperti: mazze e mazzuoli in pietra dell'Età del Bronzo nelle miniere El Piconcillo, Los Pobos e Arroyo de los Almadenes; picconi e cunei in ferro inquadrabili tra il II e il I sec. a.C. nelle miniere di piombo argentifero di La Loba; coclea e pompa in bronzo nella miniera d'epoca

romana di Sotiel Coronada. Con l'introduzione degli esplosivi abbiamo il fioretto, detto anche "pistolétto". Si tratta di un perforatore costituito da un'asta d'acciaio con un'estremità a uno o più orli taglienti, che veniva battuta a mano per forare la roccia nella preparazione dei fori da mina; successivamente viene innestata su una macchina perforatrice (figg. 1.67, 1.68, 1.69). In tempi recenti vi è il progressivo utilizzo di mezzi meccanici come trivelle, tagliatrici, macchine per l'abbattimento continuo, etc. La miniera racchiude in sé il "sudore" e l'ingegno dell'uomo, ma anche la sua necessità di materie prime e l'avidità, pagate a caro prezzo da colui che vi lavorava e vi lavora: il minatore. A sottolineare la pericolosità del lavoro, aumentata con l'uso dell'esplosivo, Simonin intitola così il capitolo VIII della sua opera inerente le miniere di carbone nel XIX sec.: «Le champ de bataille». Era il campo di battaglia dove la povera gente combatteva contro la miseria (fig. 1.70).



Fig. 1.58 - Puntello ligneo in una miniera di antracite abbandonata, situata nel territorio di La Thuile (Valle d'Aosta).



Fig. 1.59 - Galleria scavata nella roccia che si autosostiene, con gorgello laterale per lo scorrimento dell'acqua di sorgente e/o d'infiltrazione (Lebreton M., op. cit.).

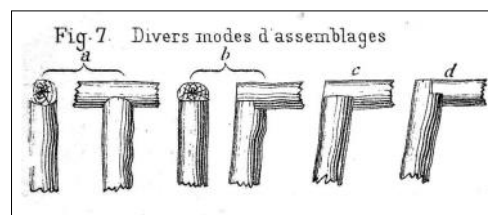


Fig. 1.59a - Modi di assemblare i pali di legno che costituiscono i quadri a seconda del tipo di spinta del terreno a cui potranno essere sottoposti (Lebreton M., op. cit.).

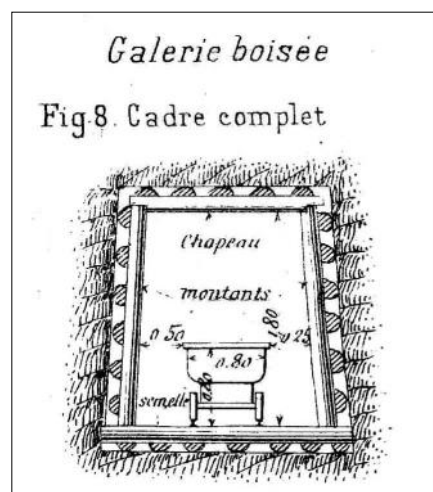


Fig. 1.59b. Galleria di carreggio rivestita interamente con quadri in legno: «Un cadre se compose en principe de quatre éléments: le chapeau, la semelle et les deux montants. Les montants doivent être inclinés sur la verticale, sinon le moindre déplacement du pied sous la pression des parois leur enlèverait toute efficacité» (Lebreton M., op. cit.).



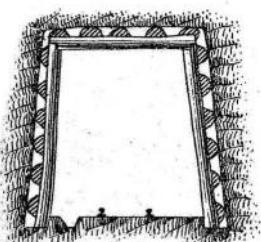
Fig. 9
Cadre sans semelle

Fig. 10

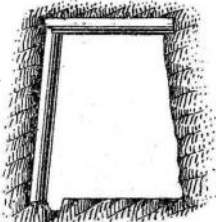


Fig. 1.59c - Il quadro n. 9 è “semplificato”, mancando il rivestimento del pavimento; il n. 10 è il quadro detto “zoppo”, componendosi di un cappello e di una gamba, utilizzabile, ad esempio, lungo strati inclinati (Lebreton M., op. cit.).

Fig. 11

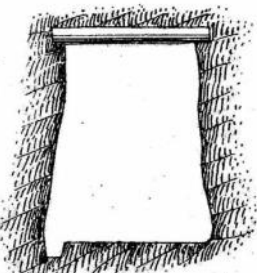


Fig. 12

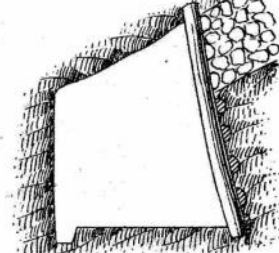


Fig. 1.59d. L'armatura n. 11 si adotta in presenza di roccia abbastanza solida, incastrando la struttura lignea al di sotto della volta. La n. 12 si adotta di rado e Lebreton sottolinea che: «où le cadre se réduit à un montant unique ne peut être employé qu'exceptionnellement» (Lebreton M., op. cit.).

Fig. 13

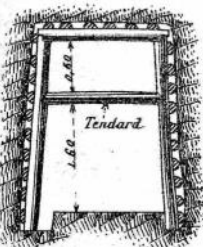


Fig. 14

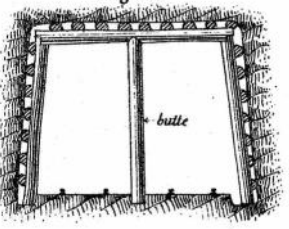


Fig. 1.59e - «Boisage renforcé - A l'inverse, il est souvent nécessaire de renforcer le boisage. C'est ainsi que dans les galeries hautes, on pourra placer un faux chapeau, auquel l'on donne le nom de tendard ou de poussard (fig. 13). Dans les galeries larges comportant deux voies, on emploiera une “chandelle” ou butte (fig. 14)» (Lebreton M., op. cit.).

Fig. 15

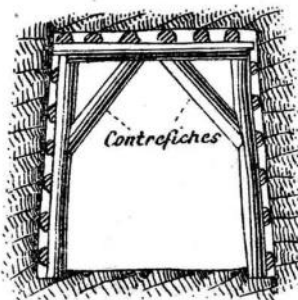


Fig. 16

Cadre renforcé

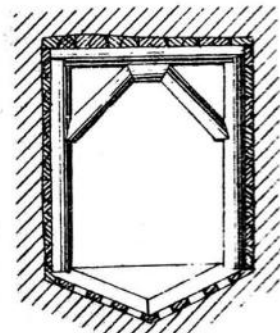


Fig. 1.59f - «Si les terrains chargent beaucoup, on adjoint au cadre des contrefiches obliques qui soutiennent à la fois le chapeau et les montants» (Lebreton M., op. cit.).

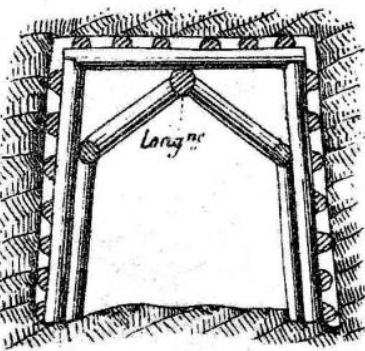
Fig. 17.
Cadre armé

Fig. 1.59g - In casi speciali si adottano nei normali quadri dei rinforzi lignei interni: «Cadre armé» (Lebreton M., op. cit.).



Fig. 1.59i - Primo piano della parte terminale dell'opera del Vallo Alpino Occidentale non ultimata (fig. 1.59h); non si esclude che possa trattarsi di un impianto realizzato sfruttando un tratto di miniera abbandonata.





Fig. 1.59h - La conoscenza delle armature utilizzate nelle coltivazioni minerarie può essere utile anche nello studio di talune opere del Vallo Alpino Occidentale (La Thuile). L'immagine inquadra il fondo di un ambiente abbastanza ampio in cui si apre una galleria lasciata allo stato di avanzata, ancora armata con i quadri lignei, riscontrabili in talune miniere della zona.



Fig. 1.60 - Grotta-miniera Ferrera (Mandello - Lecco): traccia lasciata all'interno di una "tasca" d'idrossidi di ferro da uno strumento a scalpello a lama larga.



Fig. 1.61 - Grotta-miniera Ferrera: traccia lasciata da uno strumento metallico a punta conica.



Fig. 1.62 - Accesso a uno dei cantieri inferiori della Ferrera. I minatori hanno attraversato uno spesso strato di massi di crollo per coltivare le sottostanti parti mineralizzate.





Fig. 1.63 - Ferrera: sommità di una ripiena concrezionatasi nel tempo.



Fig. 1.64 - Piccolo cantiere inferiore della Ferrera dove il materiale di scarto, accumulato lungo la parete del cunicolo di estrazione e percorrenza, è stato ricoperto da un velo di calcare.



Fig. 1.65 - Grotta-miniera Ferrera (Mandello - Lecco). Scrive Leonardo da Vinci alla fine del XV secolo: «E i maggior sassi scoperti che si truovno in questi paesi sono le montagne di Mandello, visine alle montagne di Leche e di Gravidonia. In verso Bellinzona a 30 miglia a Leco, è quelle di valle Civenna; ma la maggiore è quella di Mandello, la quale à nella sua basa una busa di verso il lago, la quale va sotto 200 scalini e qui d'gni tempo è diaccio e vento» (Leonardo da Vinci, Codice Atlantico, f. 214 v.e.). L'immagine mostra un tratto della scalinata realizzata con pietrame locale e utilizzata dai minatori per la percorrenza nella seconda parte della grande cavità.



Fig. 1.66 - Una delle tavole esposte alla mostra "Università e Territorio. Studi e progetti per l'Ambito Urbano Lecchese nel Decennale del Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura". Si vede la pianta della cavità, la quale misura lungo l'asse principale 210 metri.



Emploi de la haveuse "Eisenbeis.

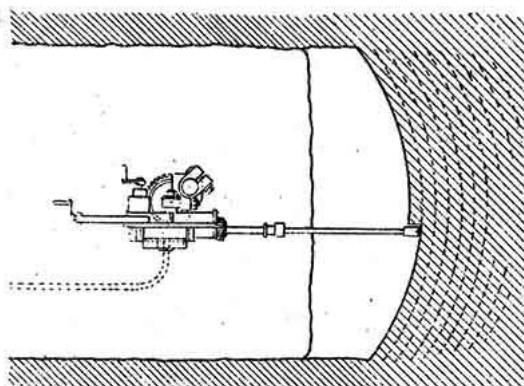
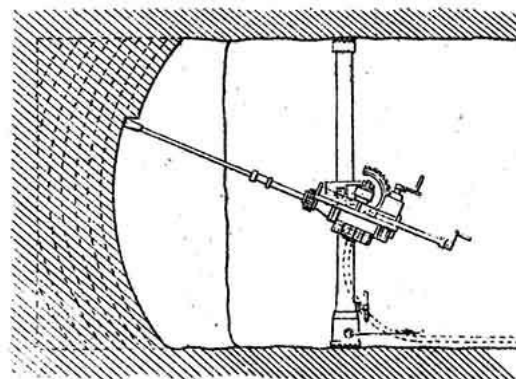
Fig. 5^b Havage horizontal.Fig. 5^c Havage vertical.

Fig. 1.67 - Martello pneumatico ad aria compressa utilizzato per l'abbattimento orizzontale e per quello verticale (Lebreton M., *Cours d'Exploitation des Mines*, Ecole Nationale Supérieure des Mines, 1919-1920).

Fig. 1.

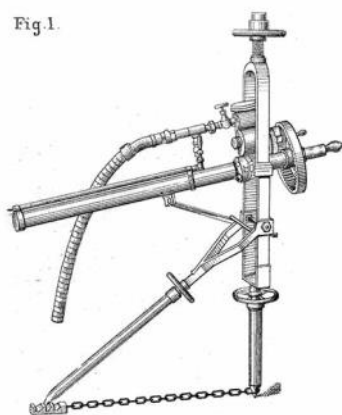


Fig. 2.

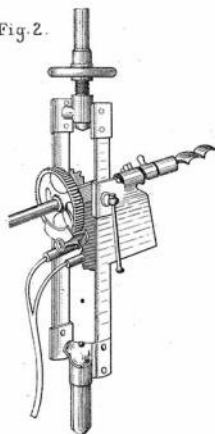


Fig. 3.

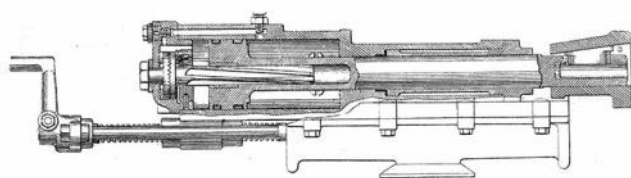


Fig. 1.68 - 1) perforatrice Jeffrey ad aria compressa; 2) perforatrice elettrica Jeffrey a rotazione; 3) perforatrice elettropneumatica Temple Ingersoll (Lebreton M., *Cours d'Exploitation des Mines*, Ecole Nationale Supérieure des Mines, 1919-1920).



Fig. 1.69 - Sopperto per un martello pneumatico abbandonato lungo una galleria di carreggio a Brusson (Valle d'Aosta).





Fig. 1.70 - In Italia, negli Anni Ottanta del XX secolo, molte miniere sono state chiuse. Per sostenere i minatori disoccupati della Sardegna si sono tenuti alcuni concerti e in particolare uno a Milano, pubblicizzato con un esemplificativo manifesto di cui sono riuscito a recuperare solo una parte.

TRASLATION

Typology n. 1: Mine

A mine is a complex, consisting of mineral resources of industrial interest and of the works and equipment necessary for its exploitation. The deposit is classified as “metalliferous” or “non metalliferous” depending on whether metals or non-metals are extracted (fig. 1.47). Minerals are naturally-occurring, solid compounds, formed through inorganic processes; one exception is mercury, which, despite its liquid form, is still classified as a mineral. Minerals are also characterised by physical homogenous properties, each mineral having a particular chemical composition and a unique arrangement of atoms (figg. 1.48, 1.49, 1.50, 1.51, 1.51a). For those minerals which are primarily used in road, building and hydraulic construction, the complex is generally known as a quarry.

With regard to the structure, underground works are accessed by means of drift tunnels or vertical shafts, or inclines and inclined wells. The main haulage tunnels, constituting the main structure of the mine, branch off from such tunnels or wells. Secondary tunnels, in turn, branch off from the haulage tunnels and extraction plants, subject to continuous development, eventually cover the entire deposit area. Haulage tunnels are used for wheel-barrows, hand-pushed wagons and in more recent times for track-driven (Decauville railway) mining wagons (fig. 1.52). As previously mentioned, the set-up of the mining plants and the manner in which useful mineral is worked, determine the various extraction methods.

In summary, horizontal and/or sub-horizontal structures include:

- the entrance tunnel or main haulage tunnel*: providing access to underground mining plants;
- the secondary haulage road*: connecting the primary haulage road leading to the mining plant (fig. 1.53);
- vein tunnel or passage*: the tunnel is crated by removing the mineral and following the mineral vein (fig. 1.54);
- bank tunnel*: extraction takes place by excavating from within the mineral deposits (fig. 1.55);
- assay tunnel*: excavated within the mineral deposit itself to establish its strength;
- traverse-bank tunnel*: the rock is excavated until the deposit is reached;
- shaft*: a downward driven inclined tunnel connecting two separate levels for transit or ventilation purposes; can also be used for access to the mineral deposit or the outside;
- winze*: where excavations have reached a certain depth, this allows rapid access to the lower extraction level;
- raise*: an upward driven inclined tunnel.

Vertical shafts include:

- external shaft*: generally connects with the outside;
- master shaft*: external shaft which links the mine's dewatering, ventilation and other services;
- internal or secondary shaft*: does not connect with the surface but connects two or more tunnels for



the transport of minerals, people or materials (fig. 1.56);

extraction shaft: used for extraction purposes; can sometimes be used for ventilation (*ventilation shaft*) or the pumping of water; in some cases, the shaft is not vertical and is known as an *inclined shaft*;

upcast shaft: for the external deflux of air;

circulation shaft: for the movement of mining workers;

rock chute: vertical-cut shaft or shaft with an inclination of more than 45°; used for movement or ventilation;

rock chute: used for mineral or sterile loads, its lower section, the hopper, was devised for wagon loads.

Quarrying is the fragmentation of rock and progression is the advancement of extraction works through quarrying (figg. 1.57, 1.58, 1.59, 1.59a - 1.59i). Various tools are used, in particular: pickaxes, rock picks, mallets, wedges, clubs, chisels, bradawls, etc. Learning how to recognise the marks left by the various tools can be of great use, as it is in the study of quarries or any man-made underground construction (figg. 1.60, 1.61, 1.62, 1.63, 1.64, 1.65, 1.66).

Old work-tools have often been found during archaeological mining digs. Numerous and varied archaeological finds have been uncovered in old Spanish mines: stone clubs and mallets dating back to the Bronze Age in the *El Piconcillo*, *Los Pobos* and *Arroyo de los Almadenejos* mines; iron picks and rock picks dating from between the II and I century B.C. in the argentiiferous lead mines of *La Loba*; bronze cochlea and pump in the Roman Age mine at *Sotiel Coronada*.

The drill, also known as "drill rod" arrived with the introduction of explosives. This drill consists of a steel rod with one or more terminal cutting edges, which was hand hammered to bore through the rock in the preparation of bore holes; it was subsequently attached to a boring machine (figg. 1.67, 1.68, 1.69). Modern times have seen the steady use of mechanical equipment such as drills, cutting machines, rotary mining tools etc.

A mine encapsulates man's "labour" and intelligence, his need for raw materials and also his greed; things that come at a high price for those who worked (and still work) there: the miner. In order to highlight the dangers involved, which increased with the introduction of explosives, Simonin named Chapter VIII of his book on XIX coal mines: «Le champ de bataille». It was the battlefield where people fought against destitution (fig. 1.70).



SOPRA E SOTTO IL CARSO

**Rivista on line del
C.R.C. "C. Seppenhofer" aps**

via Ascoli, 7

34170 GORIZIA

Tel.: 3297468095

E-mail: seppenhofer@libero.it

Sito web: <http://www.seppenhofer.it>



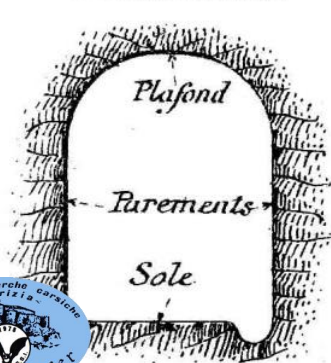
*"il Centro Ricerche Carsiche "C.
Seppenhofer" aps è un'associazione senza
fini di lucro"*



Chi siamo

Il Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" (www.seppenhofer.it) è un'associazione senza fini di lucro, ufficialmente fondato a Gorizia il 25 novembre 1978. Si interessa di speleologia, nelle sue molteplici forme: dall'esplorazione di una grotta, fino alla protezione dell'ambiente carsico e alla sua valorizzazione naturalistica. E' socio fondatore della [Federazione Speleologica Isontina](#), collabora attivamente con diverse associazioni speleologiche e naturalistiche del Friuli Venezia Giulia. Ha svolto il ruolo di socio fondatore anche della [Federazione Speleologica Regionale del Friuli Venezia Giulia](#), ed è iscritto alla Società Speleologica Italiana. La nostra sede si trova a [Gorizia in via Ascoli, 7](#).

Fig.6.
Galerie nue



Il C.R.C. "C. Seppenhofer" ha edito numerose pubblicazioni, fra cui alcuni numeri monografici fra i quali "Le gallerie cannoniere di Monte Fortin", "Le gallerie cannoniere del Monte Sabotino", "La valle dello Judrio", "ALCADI 2002", "Il territorio carsico di Taipana", "Monteprato di Nimis", cura inoltre il presente notiziario "Sopra e sotto il Carso". Dal 2003 gestisce il [rifugio speleologico "C. Seppenhofer"](#) di Taipana, unica struttura del genere in Friuli Venezia Giulia.

Fig.17.
Cadre armé

