

# L'acqua in miniera

Prof. ing. Giuliano Perna

Gruppo Speleologico Trentino

## Premessa

Tra i problemi che si pongono nella coltivazione delle miniere, certamente la presenza di acqua è uno dei più impegnativi. Le irruzioni costituiscono un grande pericolo ma anche le modeste quantità creano impedimenti. Qui ci occuperemo di questa importante tematica e daremo alcuni esempi di soluzioni.

Scavare sottoterra ed estrarre i minerali è stata una attività che risale ben addietro nel tempo, ad iniziare dalla preistoria. Scavare gallerie, riconoscere i minerali utili, depurarli dalla ganga, ricavare da essi i metalli e lavorarli è stata un'arte: ed appunto il corso universitario corrispondente ha il nome di "Arte mineraria", perché è il frutto di conoscenze acquisite e tramandate da generazione a generazione.

Coltivazione o sfruttamento? La estrazione dei minerali aveva ed ha un termine appropriato: col-

tivazione e non sfruttamento. Quest'ultimo termine dai minerari viene associato all'aggettivo "rapina", per indicare una attività che si limita a prendere la parte più ricca e facile del giacimento. Il vero minatore non si limita ad estrarre i minerali ma nel contempo si preoccupa di rintracciare nuove risorse per ricostituire le riserve per gli anni futuri. Un tempo la vita di una miniera si commisurava in decenni. Nella miniera di rame di Predoi in Valle Aurina la galleria S. Ignazio, lunga circa 950 metri, richiese più di venti anni di lavoro, a Monteneve (piombo, argento e poi, zinco), la galleria Karl richiese oltre mezzo secolo di lavoro.

Anche lo speleologo ad un certo punto delle esplorazioni si imbatte nell'acqua che finisce per chiudere l'esplorazione, a meno di proseguire con attrezzatura da sub, ma solo per brevi tratti. Eraldo Marighetti rese possibile l'accesso alla Grotta della Bigonda con una serie di tubi

che si era fatto prestare dall'azienda idroelettrica in cui lavorava e con i quali realizzò un sifone per vuotare il laghetto iniziale. Il metodo fu utilizzato anche all'interno per superare altri sifoni, ma la grotta ha un andamento particolare a saliscendi che consente questa tecnica.

In miniera nei tempi andati quando si incontrava l'acqua era necessario eliminarla e l'operazione si chiama eduazione. Vi sono due soli mezzi: scavo di una galleria di base, al livello più basso per far scorrere l'acqua all'esterno oppure i secchioni da tirare su a mano o con argani.

Qui viene riportata una serie di figure tratte dal celebre trattato dell'Agricola (Georg Bauer) "De Re Metallica" del 1556 che illustrano il problema risolto con secchioni e con pompe, di cui vengono rappresentate diverse soluzioni. Lasciamo alle didascalie il compito di illustrare le geniali tecniche.

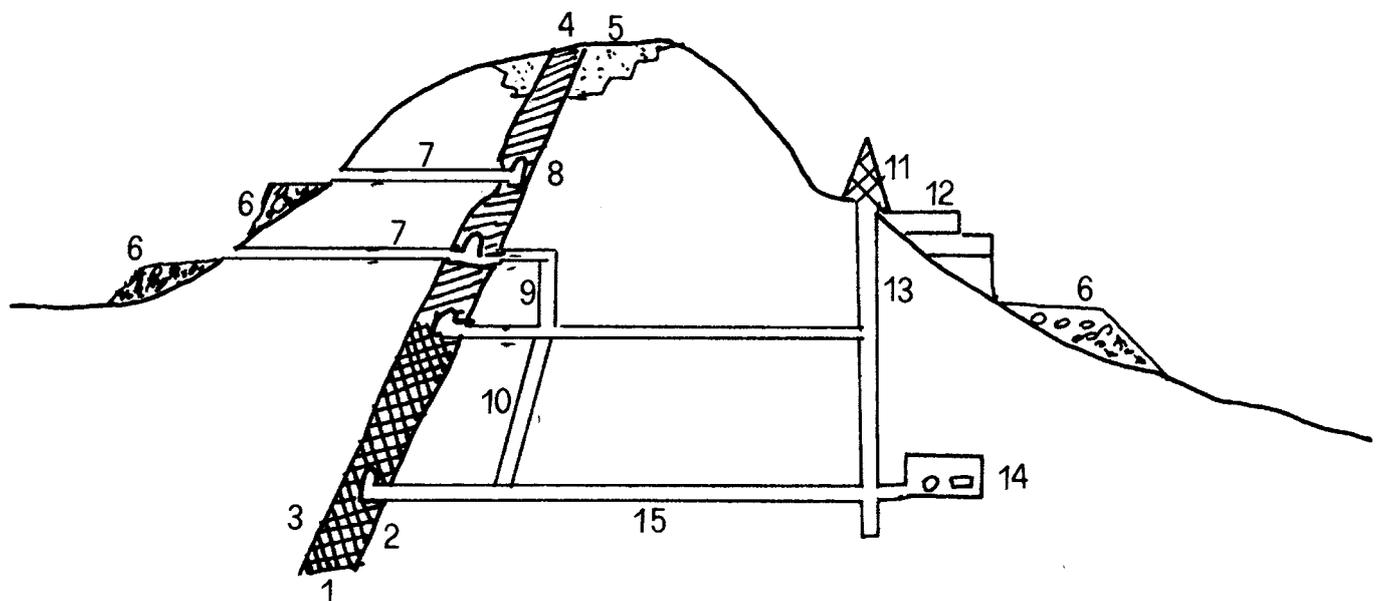


Fig. 1 - Sezione di una miniera di monte. 1. Filone da coltivare; 2. Tetto del filone; 3. Letto del filone; 4. Affioramento del filone, coltivato; 5. Scavi a cielo aperto; 6. Discariche; 7. Gallerie di traverso banco per il trasporto a giorno e per lo scorrimento delle acque; 8. Galleria in direzione nel filone; 9. Fornello di getto e di transito; 10. Discenderia; 11. Castelletto di estrazione; 12. Impianto di arricchimento; 13. Pozzo di estrazione; 14. Impianto di eduazione.

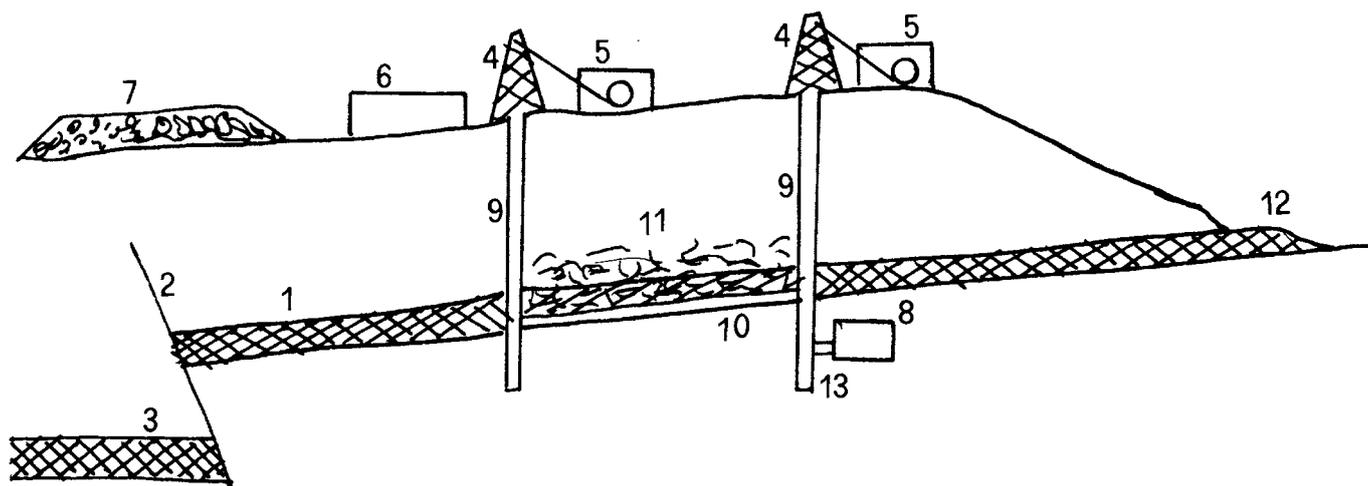


Fig. 2 - Sezione di una miniera di carbone. 1. Banco di minerale; 2. Faglia che rigetta il banco verso il basso (3); 4. Castelletti di estrazione; 5. Argani; 6. Impianto di arricchimento; 7. Discarica dello sterile; 8. Impianto di eduazione; 9. Pozzi di estrazione e di eduazione; 10. Banco già coltivato; 11. Frana determinata dai vuoti di coltivazione; 12. Affioramento del banco; coltivazione a cielo aperto; 13. Pozzetto di raccolta delle acque.

A questo punto è opportuna una importante digressione. Oggigiorno lo speleologo non si limita alle grotte naturali ma si avventura nelle cavità sotterranee create dalla estrazione di minerali o di rocce, gallerie di guerra, acquedotti, rifugi antiaerei ecc. Le miniere sono in assoluto le più pericolose. Infatti le armature per sostenere gli scavi, realizzate in legno, mattoni, pietrame, cemento,

con gli anni si deteriorano e basta sfiorare un sostegno per provocare una frana. I pozzi nelle miniere abbandonate spesso vengono ricoperti per consentire il passaggio. Avventurandosi su vecchi tavolati si può finire nel pozzo.

Il consiglio è quello di informarsi dai locali o, meglio, rivolgersi agli Uffici distrettuali minerari, che

conservano i rilievi delle miniere abbandonate. Le pubblicazioni sulle miniere contengono spesso piante e sezioni ma in genere sono di non facile reperimento. Comunque sarà opportuno prima di avventurarsi nelle vecchie miniere, visitare alcune di quelle attrezzate in modo da farsi una idea di come sono realizzati i lavori minerari.

Ancora una avvertenza: sino al 1700 gli scavi erano fatti a mano: il simbolo della miniera non è di due martelli incrociati ma di un martello (da azionare con la destra) ed un piccone (o scalpello con manico) da tenere fermo con la sinistra contro la roccia. Con l'introduzione della polvere da sparo e poi con la dinamite, si pratica un foro nel quale si introduce l'esplosivo. Con il brillamento l'esplosivo abbatte la roccia ma propaga fratture anche al resto dell'ammasso roccioso. In tal modo si esalta la tendenza al franamento, per cui sono meno pericolose le miniere di 500 anni fa che quelle che hanno solo qualche decina di anni.

### Tecniche di eduazione

La tecnica più elementare nella antichità era quella di fermarsi una volta raggiunta l'acqua. Poi si è passati a scavare le "gallerie di scolo", gallerie in orizzontale, leggermente inclinate verso l'esterno per far scorrere fuori l'acqua. Queste gallerie hanno poi la fundamenta-

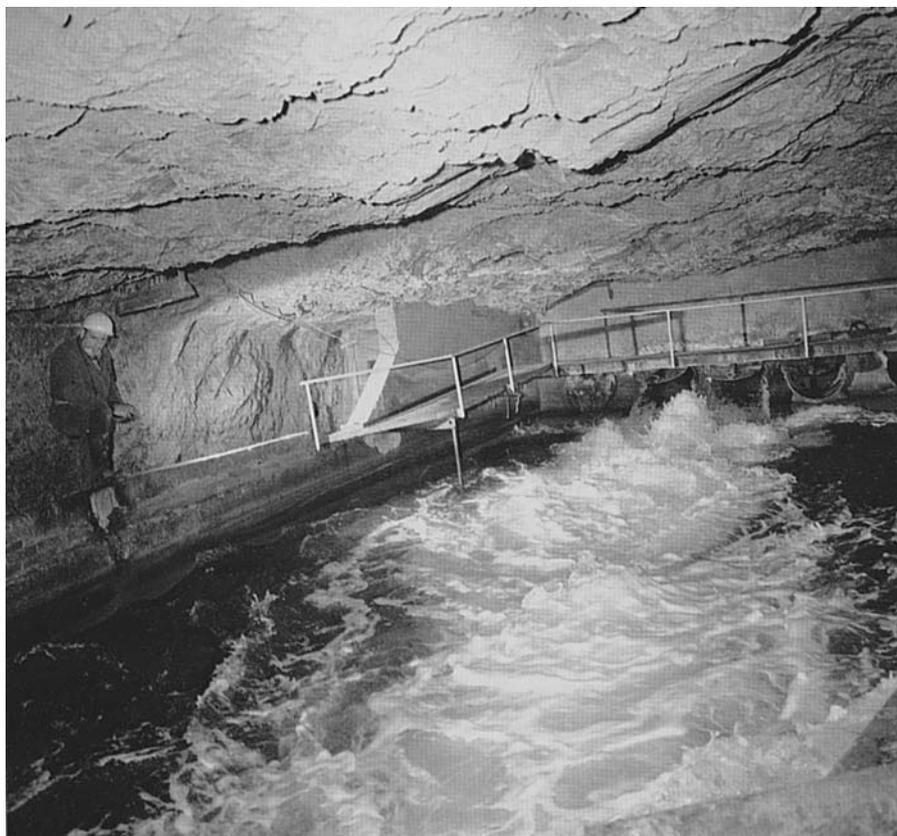


Fig. 3 - Miniera di Monteponi, anno 1980. "Livello mare" Camera di sbocco delle acque sollevate dalle pompe del livello - 100. Portata circa 1350 l/s, di cui circa il 40% di acqua di mare.

le funzione di consentire di portare fuori il minerale, dapprima con sacchi, cesti trascinati, cassette munite di ruote mentre al suolo venivano posati dei tavoloni. Sarà opportuno ricordare che l'invenzione delle ferrovie è opera del minatore, come poi del motore termico e delle locomotive a vapore.

Per la verità la tecnologia nasce in miniera; se poi consideriamo anche la metallurgia e le lavorazioni dei metalli, entriamo negli albori della scienza. Tra i grandi meriti delle miniere è anche quello di aver ridotto la fatica dell'uomo, con l'introduzione dei motori termici. Per dare una idea di cosa era l'estrazione del carbone (fonte primaria di energia sino alla II Guerra Mondiale) diremo che nel 1928 in Inghilterra nelle miniere di carbone lavorava un milione di minatori. Aspetto lugubre e negativo delle miniere è che di questi, ben 100.000 erano bambini.

Torniamo all'acqua. La tecnica di scavo di gallerie per il trasporto dell'acqua è dei romani. In realtà la captazione e il trasporto dell'acqua con gallerie è arte molto più antica e orientale. Nelle miniere le gallerie di base furono la soluzione principe perchè consentono lo scolo continuo delle acque ed il trasporto del minerale senza spreco di energia. Ma quando era necessaria invece

l'eduazione meccanica furono ideate numerose soluzioni, anche geniali. Riportiamo qui alcune illustrazioni tratte dal De Re Metallica e il commento è in didascalia.

### I grandi impianti di eduazione della miniera di Monteponi (Iglesias)

In genere nelle rocce cristalline (ad esempio graniti e metamorfiti) i volumi di acqua che si incontrano sono modesti mentre sono più consistenti nelle rocce sedimentarie. Ma alcune miniere hanno incontrato venute di acqua enormi, con gravi problemi per la sicurezza ed anche per l'eduazione. Vogliamo qui accennare alle miniere dell'Iglesiente, in Sardegna, con volumi di acqua dell'ordine di 2000 litri al secondo, mentre nel mondo ci sono casi ancora peggiori. Questo è un primato non tanto per il volume ma per le soluzioni adottate ad iniziare dal 1880 ed in particolare per la complessità dei problemi della circolazione, chiariti solo dopo una serie notevole di studi (vedere in bibliografia alcuni riferimenti). Nell'Iglesiente il minerale è costituito da solfuri (con piombo, zinco, argento) insediato in calcari e dolomie che sono nel contempo intensamente carsificate.

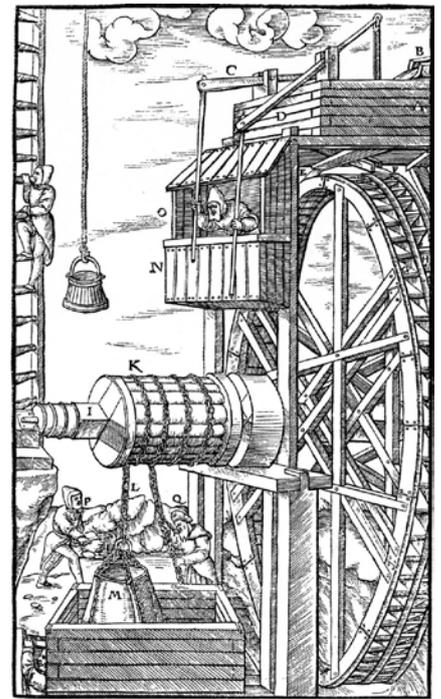


Fig. 5 - Pag. 174. Eduazione da pozzo mediante seccioni di cuoio M e di estrazione del minerale mediante seccioni visibili sulla sinistra. Notare il meccanismo per l'inversione del movimento dell'argano tramite due ruote di molino con movimento contrapposto.

I giacimenti, in particolare di Monteponi, furono coltivati ad iniziare dagli affioramenti, ad una quota di 360 m s.l.m. sul Monte Cungiaus ove la mineralizzazione era molto ricca. Le prime coltivazioni sono dei Cartaginesi ma fu solo nel XIII secolo che le acque comparvero negli scavi dei Pisani. Le prime notizie certe sulla presenza dell'acqua sono del 1870, quando vennero incontrate a quota +74 m durante lo scavo del pozzo Vittorio Emanuele. Furono installate pompe a stantuffo della portata di 300 l/s, per quei tempi un impianto colossale. L'acqua fu abbassata a quota +45 ma nel 1871 una galleria tagliò una frattura dalla quale l'acqua uscì impetuosa.

Fu deciso lo scavo di una galleria di scolo, partendo dalla località Funtanamare a quota +2,70 presso la palude di Sa Masa in riva al mare. Questa grande opera fu preceduta da studi e discussioni documentate da note pubblicate sui Resoconti dell'Associazione Mineraria Sarda. Fu iniziata nel 1880 in rocce impermeabili; dopo una prima venuta in corrispondenza di una lente di rocce carbo-

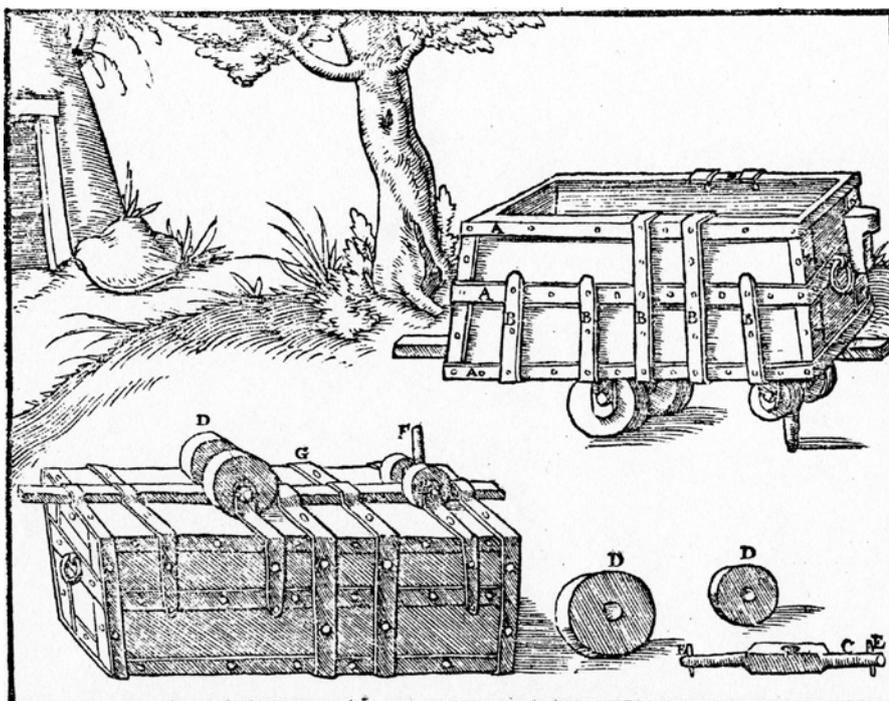


Fig. 4 - Particolari dei vagonetti spinti a mano su tavolati a terra. Il piolo F aveva la funzione di guida e scorreva in un solco del tavolato.



Fig. 6 - pag. 149. Noria azionata da due uomini che muovono il tamburo.

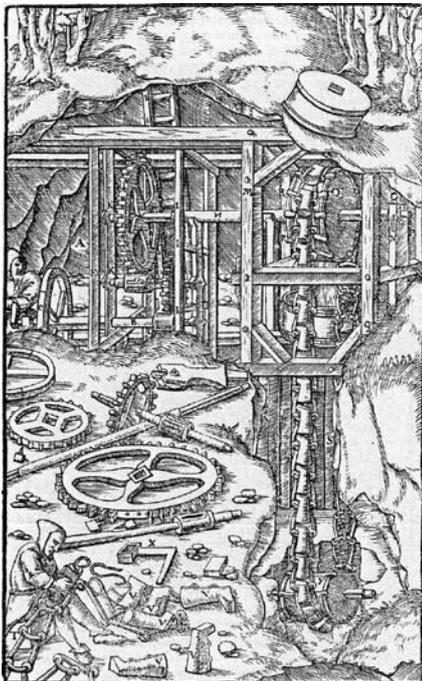


Fig. 7 - pag. 147. Noria azionata da mulino.

natiche, nel 1888 alla progressiva 4268,4 si ebbe una imponente irruzione di acqua, misurata in 3559 l/s da un sistema carsico denominato poi Gran Sorgente. Dopo 5 mesi l'acqua si stabilizzò a 1400 l/s e il livello dell'acqua a Monteponi scese a +26. La galleria fu poi proseguita



Fig. 8 - pag. 151. Pompa azionata a mano, sulla sinistra costruzione dei tubi ed, in basso particolari costruttivi.

per altri 1500 metri circa sino alla miniera di Monteponi e l'acqua si stabilizzò a quota +13,50. Nel 1928 entrò in funzione un impianto di eduazione al livello -15, cui seguirono un impianto a -60 a nel 1935 ed a -100 nel 1955. Siamo agli anni '70 e ormai le col-

tivazioni erano scese sino a quei livelli non solo a Monteponi ma in tutto l'"anello metallifero dell'Iglesiente", anche a distanza di una decina di chilometri. Era ormai chiaro che l'acqua arrivava alle miniere attraverso un complesso reticolo carsico. Complicazione non da poco che circa il 40% di acqua era salata, "proveniente dal mare che dista solo 5 km. Iniziarono nuove discussioni e studi sulla fattibilità di un impianto a quota -200.

Dopo alterne vicende il comparto minerario dell'Iglesiente, ormai in mano pubblica, passò all'ENI ed iniziarono i complessi lavori per il nuovo impianto. Ma l'aumento del volume da edurre, ormai a 2500 l/s, non era più sufficiente e le pompe furono fermate: l'acqua riprese a salire riportandosi ai livelli iniziali. Nelle miniere dell'Iglesiente i lavori minerari hanno intercettato centinaia di cavità carsiche, tra le quali la celebre Grotta di Santa Barbara nella miniera di San Giovanni (posta a SW di Monteponi).

Lo schema della circolazione delle acque era ormai chiaro. Le acque circolano in un sistema molto complesso. Vi è un sistema carsico superiore in cui circolano le acque dolci di provenienza meteorica. Questo sistema è compartimentato ma i singoli bacini sono interconnessi,



Fig. 9 - pag. 168. Pompa costituita da palle H disposte lungo una catena. La pompa è azionata da coppie di cavalli.

come hanno dimostrato anche le prove di colorazione. L'influenza delle pompe a Monteponi si è estesa a tutte le miniere della sinclinale di Iglesias, da S. Giovanni a sud, sino ad Acquaresi a Nord. Ma non solo: l'eduzione ha interessato anche aree separate da setti di rocce impermeabili (arenarie) sino alla Piana del Cixerri ad est e la miniera di barite di Barega a sud.

La circolazione delle acque saline, che si riteneva entrassero nel sistema carbonatico dall'area di Fontanamare a pochi chilometri da Monteponi, secondo una ipotesi recente (Perna, 1995) ha provenienza lontana e circola a grande profondità (1 o 2 km) in un sistema carsico profondo correlato al Messiniano, quando il livello di base, condizionato dall'abbassamento del Mediterraneo per la chiusura della connessione di Gibilterra, si prosciugò completamente...

La speleologia, che ha avuto un ruolo determinante nella comprensione della circolazione delle acque nelle rocce carbonatiche, ha dimostrato allora quello che ormai è nozione acquisita: le acque carsiche sono una risorsa imponente da tutelare e tenere ben presente

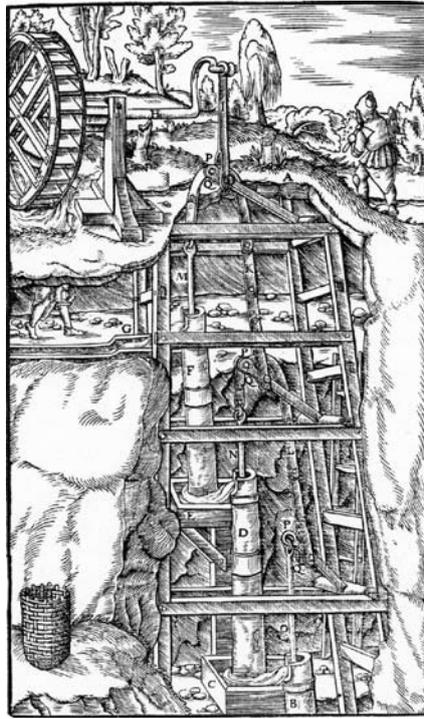


Fig. 11 - pag. 161. Pompe B, D, F in serie azionate con mulino ad acqua.

per il futuro, quando la scarsità di acqua renderà il problema impellente.

Inoltre appare evidente che due aspetti molto diversi, carsismo e giacimenti minerali, ritenuti dalle Scienze della Terra ben distinti, hanno una interconnessione di ar-

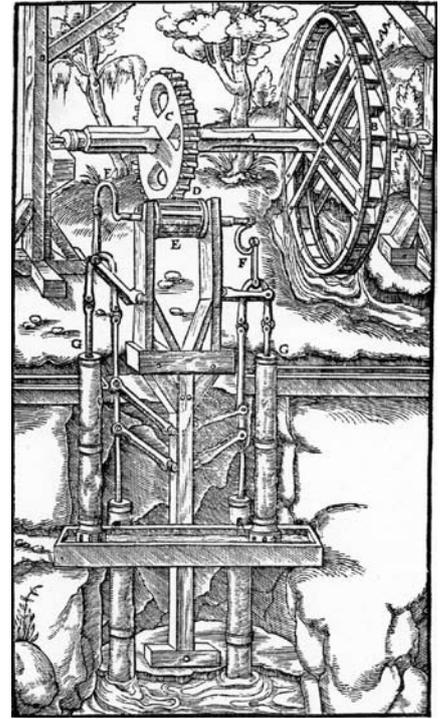


Fig. 12 - pag. 163. Impianto di eduzione azionato da mulino ad acqua e costituito da due gruppi di pompe in serie, con i particolari degli organi di movimento.

gomenti e di studio molto stretta. Nelle Scienze sono state create specializzazioni e compartimenti molto netti ma in realtà i confini sono molto labili.

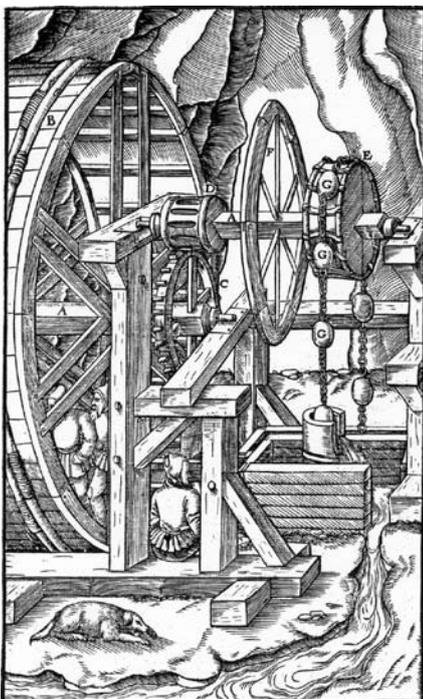


Fig. 10 - pag. 171. Dimostrazione del funzionamento della pompa costituita da serie di palle che scorrono nel tubo. Il movimento è ad opera di due minatori che camminano in un tamburo.



Fig. 13 - Impianto di pompe della miniera di Monteponi al livello -100.

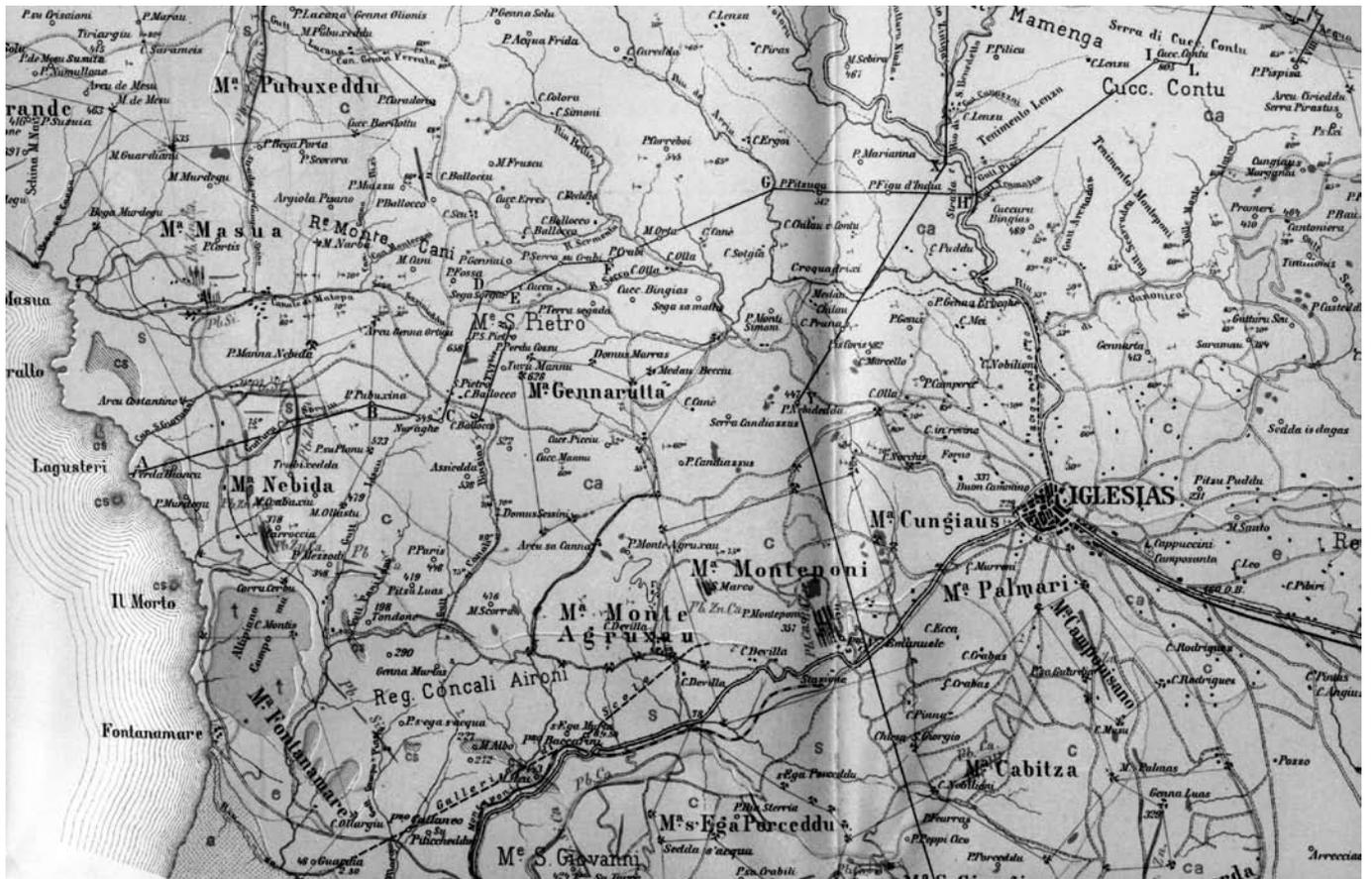


Fig. 14 - Stralcio della Carta Geologico - mineraria dello Zoppi, dell'area di Monteponi del 1888. Le miniere dell'area di Monteponi erano allora numerosissime, come del resto nell'area di Montevecchio (50 km a nord) e del Sulcis (a sud di Monteponi).

### Bibliografia

Per notizie sulle miniere, consultare la serie di annali: *Relazione del Servizio minerario e statistica delle industrie estrattive in Italia*. Ministero Industria, Commercio, Direzione Generale delle Miniere. Notizie approfondite sulla idrogeologia sono nel volume di Civita et. al., 1983.

AGRICOLA (GEORG BAUER), 1557; *De Re Metallica*, Froben, Basilea.

Di questa fondamentale opera fu stampata una edizione in italiano dal titolo: *Opera di Giorgio Agricola De L'arte dei Metalli*. Esistono edizioni anastatiche del volume italiano. Il volume tratta di tutti gli aspetti delle miniere: ricerche, rilevamento, scavo delle gallerie, armamento, trasporto, ventilazione, coltivazione, trattamento dei minerali e metallurgia. Alcune delle pregevoli incisioni riguardanti la eduazione in particolare sono riportate in questo articolo.

CIVITA M., COCOZZA T. PERNA G., 1977; *Karst cycles and underground water flow in the Iglesias mining district (Sardinia, Italy)*. Proc. 7th Intern. Speleolog. Congress, 114-116, ff.1, Sheffield.

CIVITA M., COCOZZA T., FORTI P. PERNA G. TURI B., 1982; *Importanza degli studi speleologici per lo sviluppo delle attività minerarie, sociali e turistiche nell'area di Iglesias (Sardegna SO)*. Atti II Symp. Intern. «Utilizzazione delle aree Carsiche», Bari-Castellana Grotte, 20-22 mag. 1982, Geologia Applicata e Idrogeologia, 17 (2), 85-93, ff. 5, Bari.

CIVITA M., COCOZZA T., FORTI P., PERNA G., TURI B., 1983; *Idrogeologia del Bacino Minerario dell'Iglesiente*. Mem. Ist. It. Speleologia, ser. 2 (2), p. 1-137, ill., 1 carta geol. 1:50.000, 1 carta idrogeolog. 1:50.000, Roma.

PERNA G., 1974; *Giacimenti minerari carsici*. Rend. Soc. It. Mineral., Petrologia, 30 (1), 55-60, t.1, Milano; ripubblicato su Actes 6° Congr. Intern. Speleologie, Olomuc, 1, 535-543, f.1, Olomuc.

PERNA G., 1983; *Studi sull'Idrogeologia e sul carsismo dell'Iglesiente*. Speleologia (9), 33-35, ff. 4, Bologna.

PERNA G., 1995; *Il carsismo profondo nel Sulcis-Iglesiente (Sardegna Sud Occidentale) e nel Trentino-Veneto (Alpi Sud Orientali Italiane)*. "Carsismo messiniano": esempi di carsismo profondo correlato con il livello del Mediterraneo nel Messiniano. Atti Museo Civico di Rovereto, Sez.: Archeol., Storia., Sci. Nat., 10 (1994), pp. 327-378, ff.19, Rovereto.

ZOPPI G., 1988; *Descrizione geologico - mineraria dell'Iglesiente (Sardegna)*. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. IV: tre fascicoli con fszfo, sezioni, carta geologica 1:50.000.