

La riesplorazione delle miniere sulfuree



Miniera di zolfo di Formignano (Cesena): Baldo lungo la scala operai ottocentesca da lui riaperta nel 2015 nel corso del progetto *Gessi e solfi della Romagna orientale* (foto P. Lucci).

MINIERA DI PERTICARA: LA COMPLESSA RIESPLORAZIONE

GIOVANNI BELVEDERI¹, MASSIMO ERCOLANI², MARIA LUISA GARBERI³, SABRINA GONNELLA⁴,
OSCAR LEANDRI⁵, FABIO PERUZZI⁶, GIOVANNI ROSSI⁷, BALDO SANSAVINI⁸

Riassunto

Il lavoro presenta lo studio effettuato sulla miniera di Perticara, che è stata la più grande miniera di zolfo d'Europa, con uno sviluppo di circa 100 chilometri di gallerie. La miniera è chiusa dal 1964. Le gallerie si snodano principalmente in calciti, gessi e marne bituminose: l'ossidazione del kerogene contenuto nelle marne e l'ossidazione dell'ingente quantitativo di materiale legnoso abbandonato nei vari livelli hanno prodotto una situazione di forte carenza d'ossigeno fino alla sua completa scomparsa. La presenza stessa del minerale solfifero ha creato zone con massiccia presenza di H₂S e di gas infiammabili. L'articolo presenta le problematiche affrontate durante l'esplorazione in zone a carenza di aria respirabile (ACAR): la scelta delle attrezzature e degli strumenti di misurazione, la formazione per il loro utilizzo, i comportamenti da tenere, i presidi sanitari e le tecniche di pianificazione dell'esplorazione attraverso l'utilizzo delle mappe storiche e di strumenti GIS.

Parole chiave: Perticara, zolfo, Romagna orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleologia in cavità artificiali, autorespiratore, misuratore di gas, ambienti a carenza d'aria respirabile ACAR.

Abstract

The Perticara mine (Novafeltria, Northern Italy), was, in its heyday splendour, the most important sulfur mine in Europe; it was closed in 1964. The mine quarried sulfur from the Gessoso-solfifera Formation. The tunnels were dug mainly in calcite, gypsum, bituminous marls. The oxidation of the kerogen of the marls and abandoned wood produced a deficiency of oxygen, and even an absence of it. The sulfur presence produced areas with H₂S and flammable gas. The paper presents the problems to explore tunnels without breathable air: the equipment chosen, the training of the speleologists, the correct behaviors and the tools necessary to plan the explorations.

Keywords: *Perticara Mine, Eastern Romagna Gypsum and Sulfur, Emilia-Romagna Regional Speleological Federation, Speleology in Artificial Cavities, Breathing Apparatus, Gas Detector, Lack of Breathable Air.*

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano - massimoercolani55@gmail.com

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - sgonnella@libero.it

⁵ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, †

⁶ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - fabio.peruzzi@gmail.com

⁷ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - shotokai-2kyu@libero.it

⁸ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano

Introduzione

Il Montefeltro è stato teatro di estrazione dello zolfo fin da epoche remote, con la presenza della miniera di zolfo più grande d'Europa, la miniera di Perticara, che ha raggiunto uno sviluppo di 100 chilometri di gallerie. Il complesso si apriva presso l'abitato omonimo, in comune di Novafeltria in provincia di Rimini. La discenderia principale si apre a circa 2,5 chilometri a sud-ovest dell'abitato di Perticara, nella valle del Torrente Fanantello a 340 metri sul livello del mare (fig. 1).

Il complesso minerario

Il complesso minerario di Perticara comprende una serie di emergenze minerarie di cui la miniera omonima rappresenta la maggiore evidenza; segue la miniera Marazzana, che è stata unita a Perticara e ne è diventata la porzione meridionale; in seguito il complesso inglobò la miniera di Monte Pincio, porzione a sud-est e la ricerca Tornano a est. Fecero parte del complesso anche le piccole ricerche Tomba e Fanante, isolate a nord-ovest (fig. 2).

La miniera di Perticara si apre in comune di Novafeltria, un tempo Mercatino Marecchia, in destra idrografica del Torrente Fanantello,

Marazzana in sinistra idrografica, in parte in comune di Sant'Agata Feltria.

Inquadramento geologico

Perticara sorge lungo il crinale tra Marecchia e Savio, al passaggio tra gli affioramenti di arenarie plioceniche che formano il massiccio di Monte Aquilone, Monte Perticara e Monte Pincio e una successione di sedimenti in prevalenza argillosi, miocenici, che si sviluppa lungo la valle del Torrente Fanantello, in direzione del Fiume Savio (REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012). Tra gli strati miocenici argillosi (Formazione dei Ghioli di Tetto) si trovano peculiari livelli di gesso risedimentato, formato da frammenti di gesso dalle dimensioni svariate, la cui origine è legata all'erosione di preesistenti strati di gesso cristallino (selenitico), che, poco dopo essersi sedimentato, si trovava già esposto agli agenti erosivi (ROVERI, MANZI 2007). A questo tipo di gesso "clastico" sono associati i giacimenti di zolfo di Perticara. Gli strati gessosi nella successione sono 13, di cui gli ultimi cinque sono mineralizzati, a differenza di tutto il bacino cesenate, dove solo uno strato si presenta mineralizzato; lo spessore complessivo della formazione si aggira sui 100-120 metri. Il giacimento di Perticara-Ma-

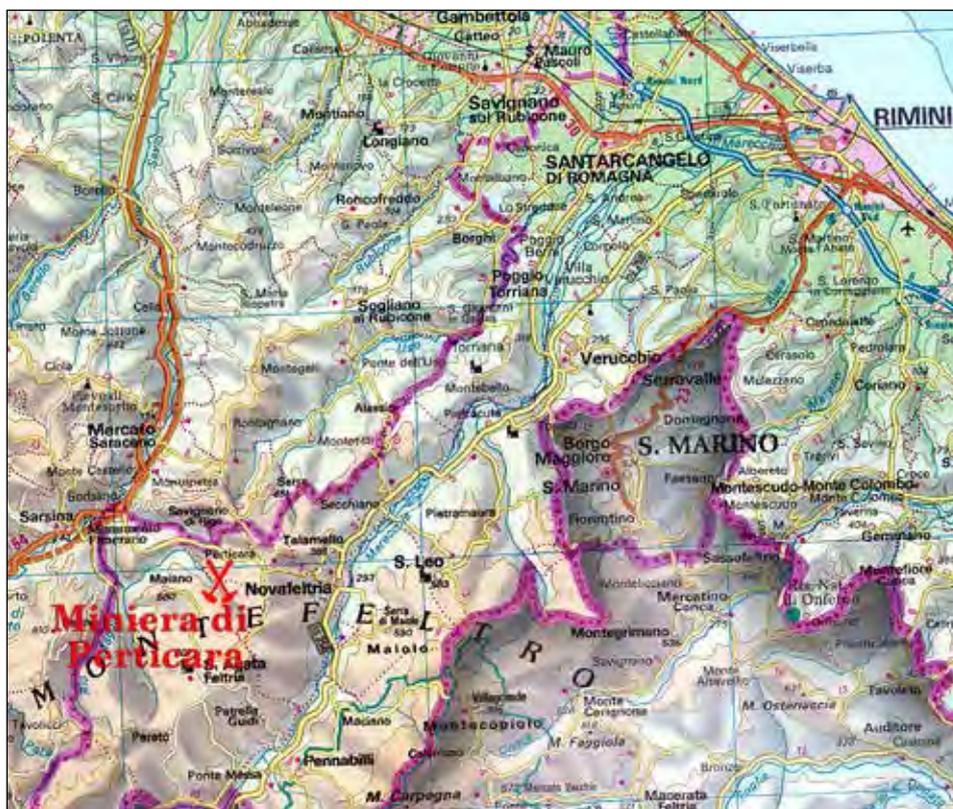


Fig. 1 – Posizionamento geografico (cartografie Regione Emilia-Romagna).

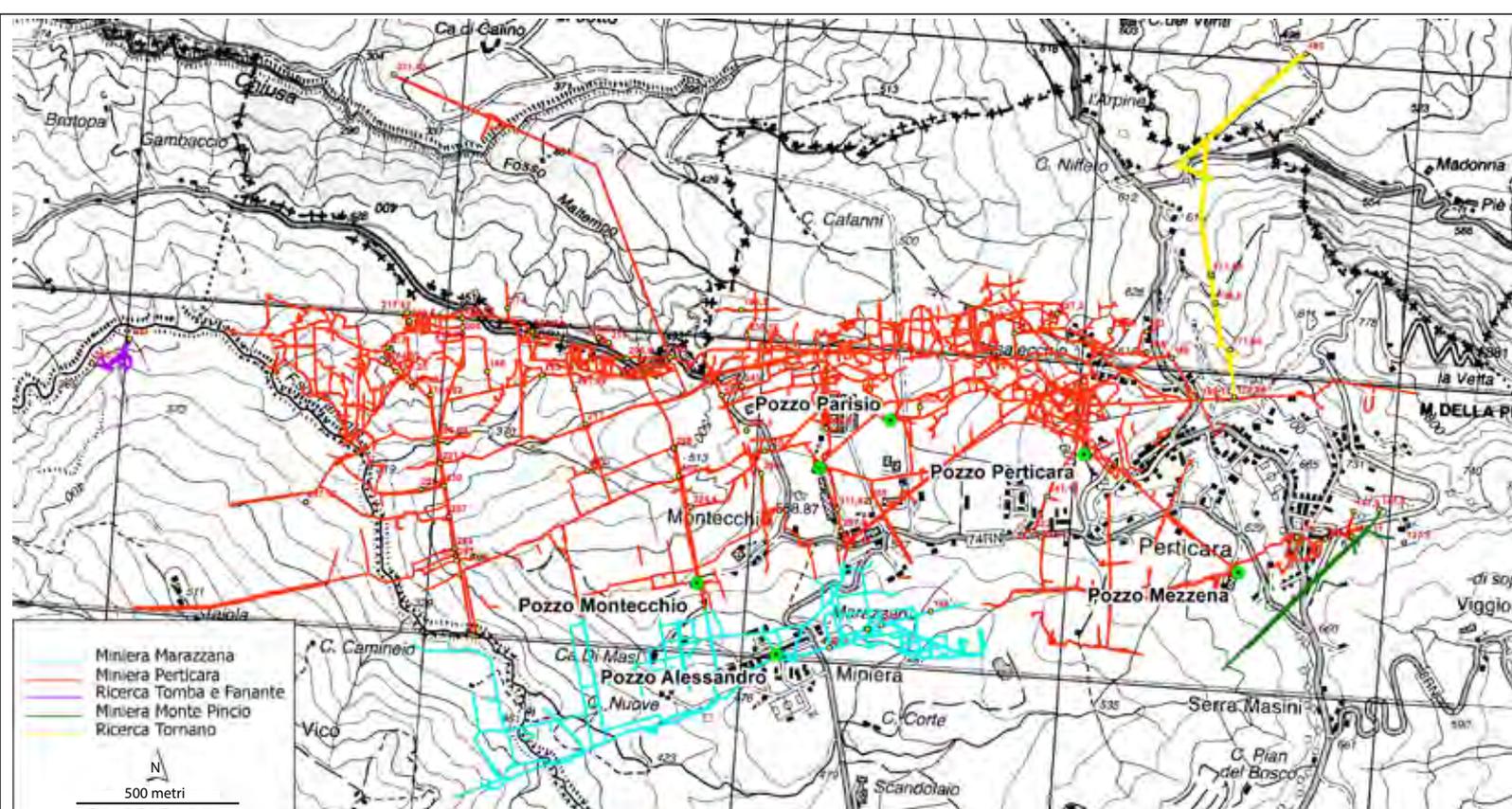


Fig. 2 – Grafo del complesso minerario di Perticara georiferito su cartografia della Regione Emilia-Romagna (elaborazione M.L. Garberi).

razzana ha la forma di un'anticlinale ad arco depresso con direzione est-ovest e pendenza di 19° in direzione nord-sud, fiancheggiata da due sinclinali, una a nord raddrizzata da una faglia e un'altra a sud, rialzata anch'essa da una faglia. Nella porzione nord, lo strato affiorò a causa del raddrizzamento della faglia e diede origine alle prime coltivazioni sui due versanti del Torrente Fanantello, Perticara in destra idrografica e Marazzana in sinistra (SCICLI 1972, p. 128) (fig. 3).

A partire dal letto del giacimento si incontrano le marne inferiori, seguite da uno strato di calcare siliceo durissimo, detto "cagnino", dello spessore di quasi due metri. Segue lo strato inferiore o "sottostrato", che può essere costituito da gesso o calcare, a seconda che lo strato maestro sia mineralizzato, perché la mineralizzazione è presente nel sottostrato là dove lo strato maestro si presenta sterile e viceversa (SCICLI 1972, p. 124). Lo segue uno strato di marna detta intermedia, perché lo divide dallo strato maestro. Il nome deriva dalla sua eccezionale potenza che varia da 14 a 22 metri, con una percentuale in zolfo del 38-40%; tale strato costituiva da solo l'importanza del giacimento,

essendo gli altri strati solfiferi meno spessi e con un tenore inferiore di zolfo. Lo strato maestro fu coltivato nelle zone attorno ai pozzi Vittoria, Parisio e Perticara; la parte più potente e mineralizzata fu rinvenuta al culmine dell'anticlinale (SCICLI 1972, p. 130). Sopra allo strato maestro troviamo le marne di tetto, assai friabili che costituivano un serio problema durante la coltivazione, se non venivano armate a dovere. Sopra alle marne seguono gli altri undici strati di gesso, detti localmente "seghe" (termine quest'ultimo già usato da Luigi Ferdinando Marsili agli inizi del XVIII secolo: vedi PIASTRA, *Lo zolfo romagnolo tra natura e cultura*, in questo stesso volume), intercalati da marne (SCICLI 1972, p. 125) (fig. 4). I primi tre strati superiori, o "soprastrati", erano mineralizzati là dove era mineralizzato lo strato maestro, specialmente dove era particolarmente ricco. Il primo dei soprastrati, detto "vagante", era il migliore con un tenore di zolfo del 24% e una potenza fino a due metri. Questo strato fu coltivato sia nella zona ovest ai lati della Discenderia Fanante, nella Marazzana e presso il Pozzo Paolo; sia nella zona est presso il Pozzo Mezzena (SCICLI

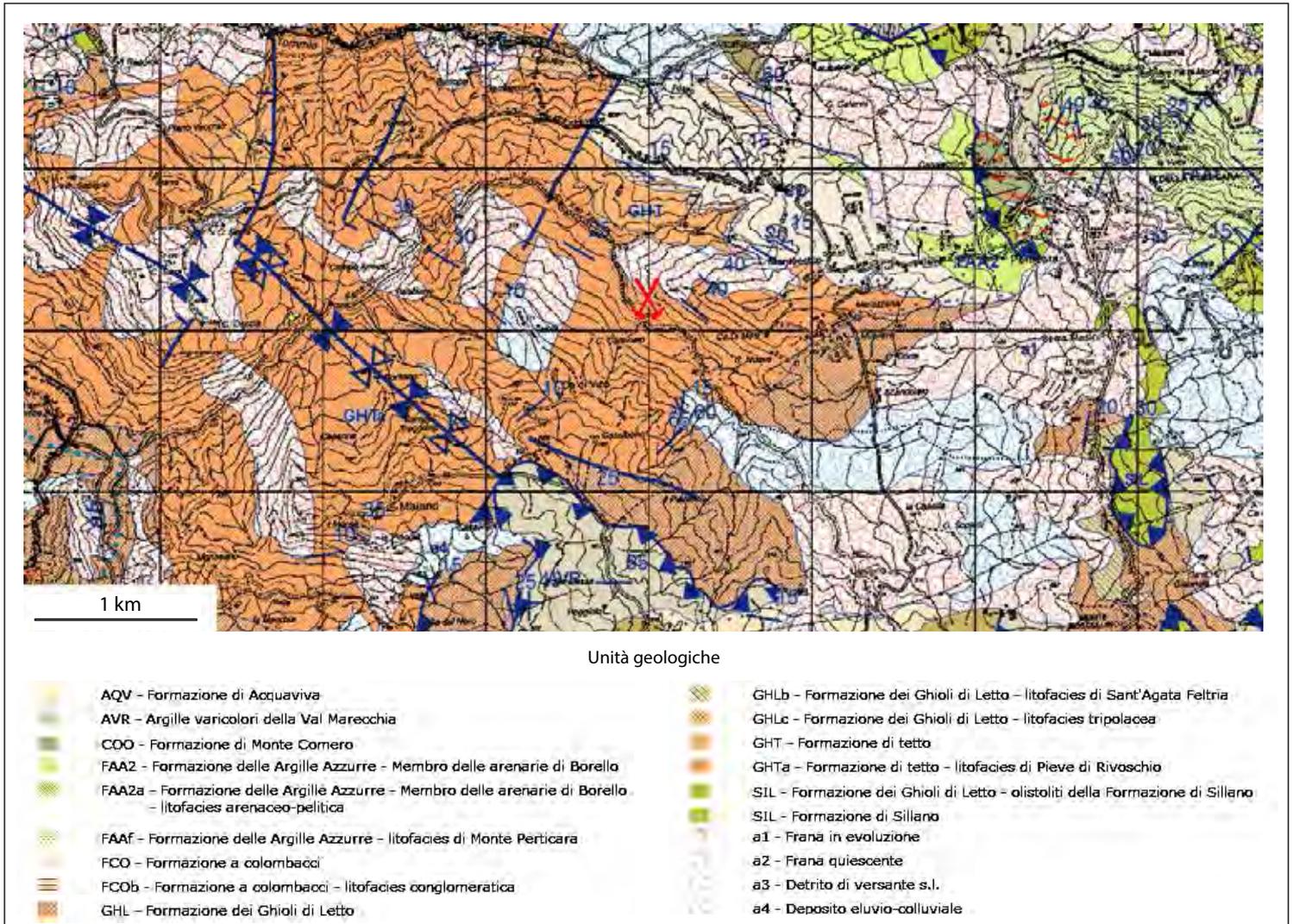


Fig. 3 - Inquadramento geologico dell'area della miniera di Perticara (cartografie Regione Emilia-Romagna).

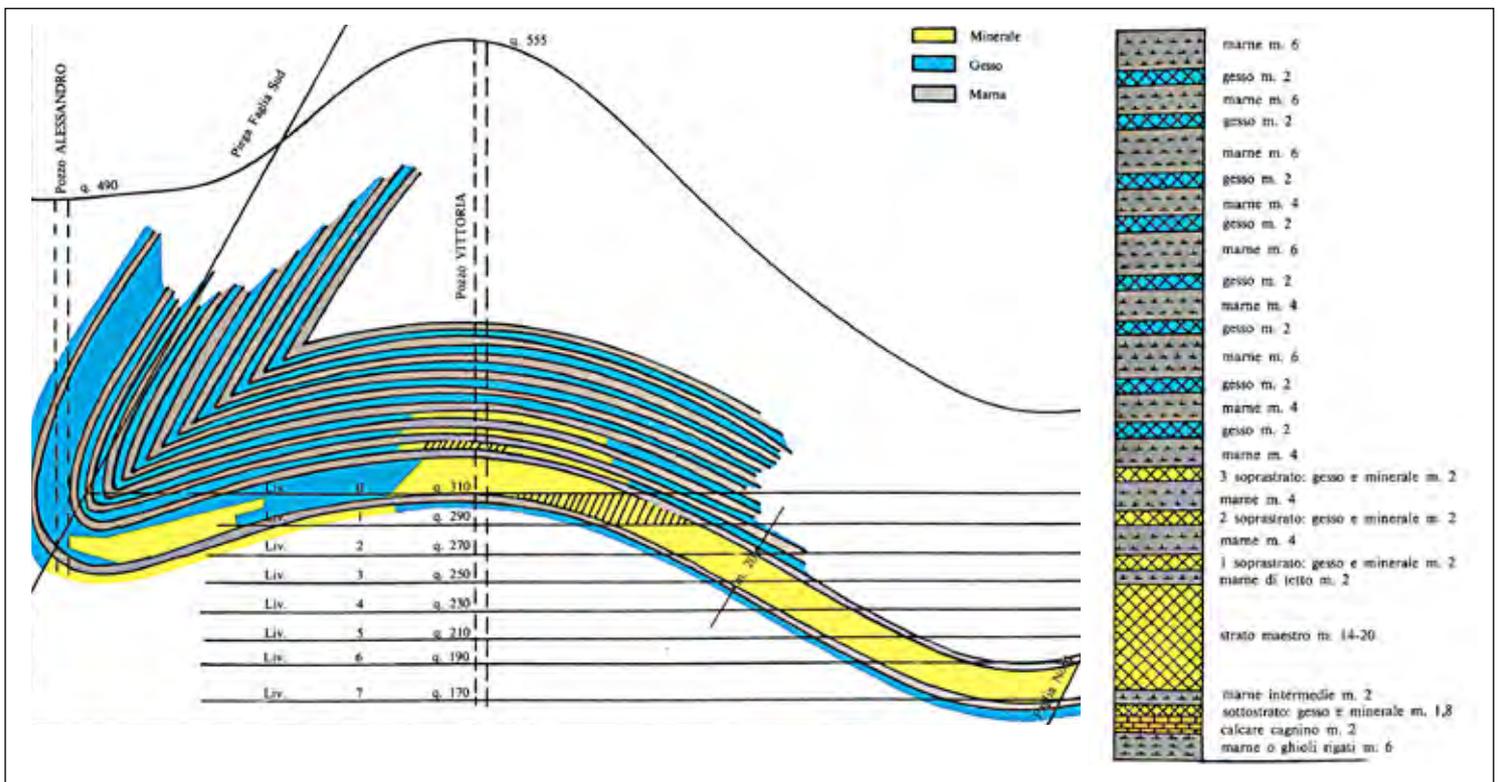


Fig. 4 - Sezione verticale del giacimento di Perticara (da RINALDI 1987).

1972, p. 129). Il giacimento di Perticara aveva una notevole ricchezza di bitume, che si incontrava durante la coltivazione; il bitume era contenuto nel calcare, nel gesso e anche nello stesso minerale. Sotto l'influenza del calore causato dalla lenta ossidazione, il bitume colava copioso dalle fenditure e anneriva intere pareti degli scavi e delle gallerie (SCICLI 1972, p. 130) (fig. 5).

Inquadramento storico della miniera di Perticara

Non esistono fonti documentate circa l'estrazione dello zolfo nella zona di Perticara durante l'epoca romana; l'ing. Parisio della Montecatini sosteneva che erano presenti nell'area tra Maiano e Perticara tracce di cave di epoca bizantina (DOMINICI 1931, p. 23). Battistelli, in un suo scritto esclude questa possibilità, definendola accettabile solo con un'ampia dose di disinvoltura, mancando qualsiasi prova documentale (BATTISTELLI 1994, p. 5). Il documento più antico che tratta l'estrazione dello zolfo a Perticara è la concessione del 1490 da parte della Santa Sede ai Malatesta di fabbricare polvere sulfurea nell'area della «Perticaja» e di tenere in efficienza i relativi 39 mulini nell'intero comitato di Talamello (BARTOLINI 1974, p. 23). La testimonianza certa più antica dell'estrazione dello zolfo nel territorio del comune di Sant'Agata Feltria è il documento del gennaio 1542 in cui Marino fu Filippo di Maiano di Sant'Agata promette di lavorare 20.000 libbre di zolfo e di consegnarle al compratore (BATTISTELLI 1994, p. 5). A Sant'Agata Feltria, comune limitrofo all'area di Perticara, nel 1563 Aurelio Fregoso, signore del luogo, invitava alla ricerca di un'antica miniera di zolfo, coltivata anni prima e al suo tempo abbandonata (BATTISTELLI 1975, p. 37). Le miniere del territorio di Sant'Agata estraevano nelle aree periferiche del grande giacimento solfifero, quindi la loro storia si svolse parallelamente a quella di Perticara e sono trattate in questo capitolo d'inquadramento storico.

Nel 1603 Papa Clemente VIII accordò ai suoi nipoti, signori anche di Perticara, di fabbricare la polvere sulfurea e di venderla liberamente senza la licenza degli appaltatori della Camera Apostolica (BARTOLINI 1974, p. 27); queste notizie fanno presupporre che l'estrazione di zolfo proseguisse durante il XVII secolo. Nel

Santagatese Battistelli ci informa che lo zolfo era estratto sicuramente nel 1632 e poi nel 1656, sotto il marchesato di un altro Aurelio Fregoso (BATTISTELLI 1975, p. 37). Luigi Ferdinando Marsili, nel 1717-1718, ci dà notizia di una miniera di solfo nel territorio di Maiano, in comune di Sant'Agata (LIPPARINI 1930, p. 200). Nel 1720 in località Casalbuono, municipio di Sant'Agata Feltria, Ippolito Casotti incontrò una buona vena di zolfo, che iniziò a coltivare, nonostante le difficoltà create dall'Appaltatore camerale Puppi. I figli di Ippolito Casotti nel 1727 affittarono un altro appezzamento di terreno a Casalbuono per continuare le ricerche di zolfo (BATTISTELLI 1994, p. 30). La famiglia Casotti proseguì a gestire la solfatara di Casalbuono con Agostino, sotto la sua gestione avvennero alcuni incidenti mortali sul lavoro: il 13 ottobre del 1738 Pietro Belloni e il 20 agosto 1744 Marino Belloni e Giuliano Giuliani furono schiacciati da massi staccatisi dal soffitto. Nel 1738 Agostino affittò i terreni della famiglia Fregosi da Lucrezia Fregosi, vedova Marazzani Gualdi, nel cui sottosuolo è aperta una miniera che porta il nome di Marazzana. Il figlio di Lucrezia, Alessandro, rinnoverà nel 1752 l'affitto del terreno e della miniera, il cui pozzo più antico porta il suo nome. Il Pozzo Alessandro fu teatro di una disgrazia mortale l'8 gennaio 1753, con la caduta di Domenico Antonio Amadei (BATTISTELLI 1994, pp. 35-36). L'appalto camerale ad Agostino scade nel 1752 e il nuovo appaltatore è Carlo Masi, che si associa ad Agostino Casotti e ad Arcangelo Fabrani per la coltivazione di tre miniere di zolfo, due nel Santagatese e una nel Perticarese: entrano nel patrimonio societario le solfatare di Casalbuono, quelle sui terreni Fregosi e Marazzani e la miniera di Ca' de Masi nel Perticarese (BATTISTELLI 1994, p. 37). Nel 1754-55 il Masi apre nuovi pozzi nella zona di Perticara (CHIAPPARINO 2003, p. 30). Nel 1769 il feudo di Perticara passò nelle mani del principe Paolo Borghese Aldobrandini, che prese possesso della terra e ingiunse a Paolo Masi, concessionario delle miniere, di riconoscere il «Jus fondiario delle Solfanare» e di pagare la relativa somma (BARTOLINI 1974, p. 29). Il conte Fantuzzi nelle sue memorie, scrive a proposito delle miniere sulfuree romagnole e montefeltrane in attività nell'anno 1788 e cita «Perticaja» con 6 bocche d'estrazione e ne menziona altre 2 in Sant'Agata Feltria, di cui una sicuramente è la miniera Marazzana (FAN-



Fig. 5 – Colate di bitume dalle pareti delle gallerie (fotogramma video M.L. Garberi).

TUZZI 1788, p. CCX), anche se risulta da una transazione che nel 1787 le miniere in mano a Pompilio Casotti, fratello di Agostino, in territorio santagatese sono ferme (BATTISTELLI 1994, p. 42). Nel 1788 a Perticara lavoravano circa sessanta operai e producevano 2,1 milioni di libbre di pani di zolfo (PEDROCCO 2002, p. 30). I primi anni Novanta del XVIII secolo non sono di crisi per l'industria solfifera romagnola; le guerre napoleoniche necessitano di polvere da sparo e quindi l'incremento delle vendite di zolfo si fa interessante sulle prime. Le miniere romagnole e montefeltrane riaprono i battenti o incrementano la produzione, i prezzi sono remunerativi e sembra che la crisi del decennio precedente sia superato. La guerra però è «crudelissima, e quasi generale, la rovina delle raffinerie e le fabbriche di acido vitriolico di Rotterdam e Olanda [che utilizzano zolfo romagnolo] il fallimento e la fuga dei proprietari di tali fabbriche, incagliarono la vendita del zolfo grezzo, senza che per ora [si è nel 1795] apparisca il modo di spacciarli» (FANTUZZI 1788, p. CCVIII). Le riserve invendute nei magazzini dei principali scali marittimi dell'Adriatico pontificio si fanno via via più consistenti e le miniere dell'entroterra romagnolo e montefeltrano, che avevano prontamente aderito all'aumentata richiesta del mercato, sono costrette a chiudere i battenti (BATTISTELLI 1994, p. 43).

Nel 1803 comparve sulla scena degli zolfi il conte Cisterni, che stipulò un contratto di acquisto di tutto lo zolfo che i Masi produrranno nella solfatara di Ca' de Masi (Perticara) per sei anni a partire dal gennaio 1806. La durata del contratto fu quasi subito portata a dodici anni per garantirlo meglio degli oltre 5.000 scudi che la famiglia Masi aveva di debito verso di lui; nacquero presto delle divergenze sull'adempiimento di quanto toccava ai Masi per onorare il contratto, che offrirono al Cisterni, che accettò di assumere egli stesso la direzione e l'amministrazione della loro solfanara per il dodicennio previsto (BATTISTELLI 1994, p. 45). Cisterni nacque a Rimini nel 1775 da Cristoforo e da Maria Cipriotti, veneziana. I cronisti riminesi Nicola e Filippo Giangi ne parlano come di un personaggio all'origine «miserabile artista e giovane di bottega». La sua ascesa sociale derivò, oltre che dalla sua intraprendenza, dal matrimonio con Antonia Manzoni di Forlì, appartenente a famiglia dedita da tempo ai traffici e titolare di un piccolo banco, con l'aiuto della quale costituì ad Ancona, tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento, una casa di commercio. Fu durante l'offensiva napoleonica della primavera-estate del 1800, che Cisterni, sfruttando la doppia residenza ad Ancona e a Rimini, accrebbe enormemente la sua fortuna attraverso le forniture alle

truppe francesi, che stavano rioccupando l'Italia centro-settentrionale. Ebbe incarichi politico-amministrativi sia durante la Repubblica Italiana, sia durante il Regno Italico, ma ebbe l'astuzia di non esporsi troppo; fu presumibilmente grazie alle benemeritenze acquisite come fornitore di zolfo del governo italico che ebbe il titolo comitale (FATICA 1982). L'inizio del XIX secolo però rinnovò le lusinghe, la richiesta dello zolfo riprendeva durante il Regno d'Italia e si trasformava di nuovo in una sorta di corsa all'oro: a causa del blocco navale napoleonico la Sicilia è esclusa dal mercato e il prezzo del metalloide decuplica tra il 1807 e il 1810. L'attività estrattiva si fa frenetica, nel Dipartimento del Rubicone ci sono ben 50 miniere (CHIAPPARINO 2003, p. 30). Fu in questo periodo che si assistette ad un rilancio dello zolfo romagnolo e montefeltrano, rilancio favorito dal regio decreto del 9 agosto 1808, che accordava facilitazioni per lo sfruttamento delle miniere anche contro le difficoltà opposte dai proprietari terrieri (FATICA 1982). Il decreto napoleonico sulle miniere del 9 agosto 1808 e, successivamente, la legge mineraria francese del 21 aprile 1810 imponevano che, chi intendesse effettuare ricerche minerarie, dovesse chiederne il permesso al prefetto del dipartimento di appartenenza e presentare, allegata alla domanda, una relazione nella quale era tenuto a dimostrare l'esistenza del minerale, la propria capacità e il possesso dei mezzi finanziari per intraprendere i lavori. La licenza per effettuare le ricerche durava sei mesi; entro questo termine il ricercatore poteva chiedere al prefetto l'investitura della miniera per cinquant'anni (BATTISTELLI 1994, p. 46). La legge francese aboliva la demanialità del sottosuolo, di conseguenza l'esistenza degli appaltatori della Camera Apostolica, dando piena facoltà al padrone del sopra e sottosuolo di gestire le risorse (CAGNI 1903, p. 248).

Il 17 dicembre 1810 i figli di Giovanni Masi fu Marco vendettero a Giovanni Cisterni, riminese domiciliato in Ancona, e al suocero Domenico Manzoni di Forlì, un appezzamento posto nella parrocchia di Maiano con la Zolfatara Pupi, confinante con il Torrente Fanantello. Nella vendita sono compresi i due pozzi esistenti in detto fondo, ogni miniera di zolfo che potesse rinvenirsi nel suo sottosuolo, per il prezzo di lire italiane 16.119, di cui 6.447 anticipate ed il rimanente a sei mesi. Nel 1811 Guido Fabbri e Domenico Manzoni ricevono il

26 novembre l'investitura di poter scavare minerale solfureo nel fondo Marazzana-Fregosi (BATTISTELLI 1994, p. 45). Nel 1812 in Romagna e Montefeltro operavano ben 135 «solfonare», di cui quelle presenti nel territorio perticarense erano considerate le più fertili (PEDROCCO 2002, p. 35). Nel gennaio del 1816 Giovanni Cisterni capì che i Masi non erano in grado di onorare il loro debito, che ammontava a più di 10.000 scudi a causa delle disastrose annate 1813-15, e accettò di acquistare tutte le loro solfatore. Il prezzo pattuito fu di scudi 18.000, ma per effetto del debito di 10.070 scudi e di un censo passivo di 3.429 scudi, più i frutti decorsi e non pagati e l'accollamento da parte del Cisterni di un loro debito di 1.000 scudi, agli eredi di Marco Masi spettarono 3.250 scudi, in tre cambiali emesse nel 1813, riscuotibili nel 1817 e 1818, e solo 250 scudi in contanti. La partita si chiuse molto male per i Masi, che erano gli unici concessionari di una miniera molto fertile e di altre minori, chiuse o in esplorazione (BATTISTELLI 1994, p. 45). Nel 1819 Cisterni acquista la miniera Marazzana, che da 5 anni è ferma (BATTISTELLI 1975, p. 46). Cisterni e Manzoni riunirono così nelle loro mani tutte le miniere della valle del Fanantello: la zona di Maiano, la Marazzana e la zona di Perticara. Il Cisterni immette prepotentemente lo spirito imprenditoriale e la capacità gestionale nelle miniere, cominciando ad adottare metodi per diminuire i costi di manodopera, organizzando il lavoro con una tale perfezione da riuscire a stare in concorrenza colla produzione solfifera siciliana sia nella qualità che nei costi (PEDROCCO 2002, p. 37). Nel 1824 la miniera Marazzana produsse 656.400 libbre di zolfo, in un momento di buona congiuntura, a causa di una grande richiesta di zolfo dai produttori tessili inglesi. Nel 1825 il prezzo precipitò per risollevarsi prepotentemente nel 1831, quando la Marazzana produsse 800.000 libbre di zolfo, fino al 1834 la richiesta continuò a salire e la produzione romagnola e montefeltrana faticò a soddisfarla (BATTISTELLI 1975, pp. 46-47). Un prospetto statistico compilato nel 1829 mostra che nella Marazzana sono impiegati 217 operai, mentre a Perticara solo 151: il numero dei lavoratori rispetto alle tipologie dimostrano che Marazzana è gestita con metodi più antiquati, che richiedono ad esempio molti più "tiratori" dato che i trasporti interni sono fatti ancora tutti manualmente (BATTISTELLI 1994, pp. 54-55).

Nel 1834 Procaccini Ricci visita Peticara ed assiste allo scavo di una galleria di eduazione delle acque, presumibilmente la galleria detta del Gaggio, dal nome del torrente che confluisce nel Fanantello in prossimità della galleria. Lo scavo della galleria faceva parte delle innovazioni introdotte dal Cisterni, per togliere le acque della zona della Marazzana nei pressi del Pozzo Paolo. L'autore racconta quanto fosse dura la roccia selenitica in quel punto, che costringeva un avanzamento modesto di un palmo al giorno (PROCACCINI RICCI 1834, p. 86). Nel 1835 il prezzo crollò nuovamente, a causa di una massiccia produzione siciliana che invade il mercato, il Cisterni non ha più i mezzi per continuare l'estrazione e decide di chiudere le miniere; ha la speranza che lo stato pontificio gli paghi il premio di 30.000 scudi che gli ha assegnato, ma purtroppo questo non accade. La situazione della popolazione è disperata, centinaia di operai sono rimasti senza lavoro e si temono disordini e atti di brigantaggio. Lo *Stato dimostrativo* - allegato a una lettera che il 7 febbraio 1837 Giovanni Cisterni invia al presidente della provincia di Forlì - *del numero e qualità delle persone addette al servizio della miniera del solfa posta nella parrocchia di Peticara, comune di Talamello nel Montefeltro, e della raffineria di Rimini, di proprietà del conte G. Cisterni*, che dal febbraio 1837 rimangono senza lavoro, consente di capire il lavoro in miniera, tramite una nomenclatura legata strettamente alle singole mansioni. I *cavatori* abbattono la pietra solfurea con pic-

coni e con cariche esplosive collocate nei fori praticati con la *barramina*. I *carreggiatori* trasportano il materiale scavato con carriole o con secchi portati a spalla, quando non «se li passano di mano in mano con misurata rapidità», fin sotto i pozzi, ed anche dalla bocca esterna dei pozzi ai forni fusori; essi sono anche addetti a portar via il “capo morto” (termine quest'ultimo già usato da Luigi Ferdinando Marsili agli inizi del XVIII secolo: vedi PIASTRA, *Lo zolfo romagnolo tra natura e cultura*, in questo stesso volume), detto anche “bruciatuccio” o “brusaticcio”, asportato dai forni a fusione avvenuta. Gli *sbagliatori* sgombrano le cave da tutto ciò che i cavatori estraggono di estraneo alla pietra solfurea. Gli *acquatacci* liberano le cave dalle acque sotterranee che le invadono con trombe idrauliche e secchi. I *grottaroli* tengono sempre aperte le cave da un punto all'altro per il necessario circolo dell'aria, «onde la miniera non si renda impraticabile per mancanza della medesima» (fig. 6). Il *direttore* e il *sotto direttore* regolano lo scavo del minerale. I *tiratori* estraggono la pietra e recuperano i compagni attraverso i pozzi fino in superficie con argani a braccia o mossi da cavalli. Gli *abbadatori* badano alla fusione del minerale. I fabbri operano «con le rispettive fucine per tutti i lavori che sono necessari alle miniere». I muratori stabili provvedono al restauro dei forni fusori. I gessaroli preparano il gesso da presa per i muratori. I *minatori per sassi* provvedono le pietre da forno. I falegnami e i *secchiari* fanno tutti i lavori in legno per uso della miniera.

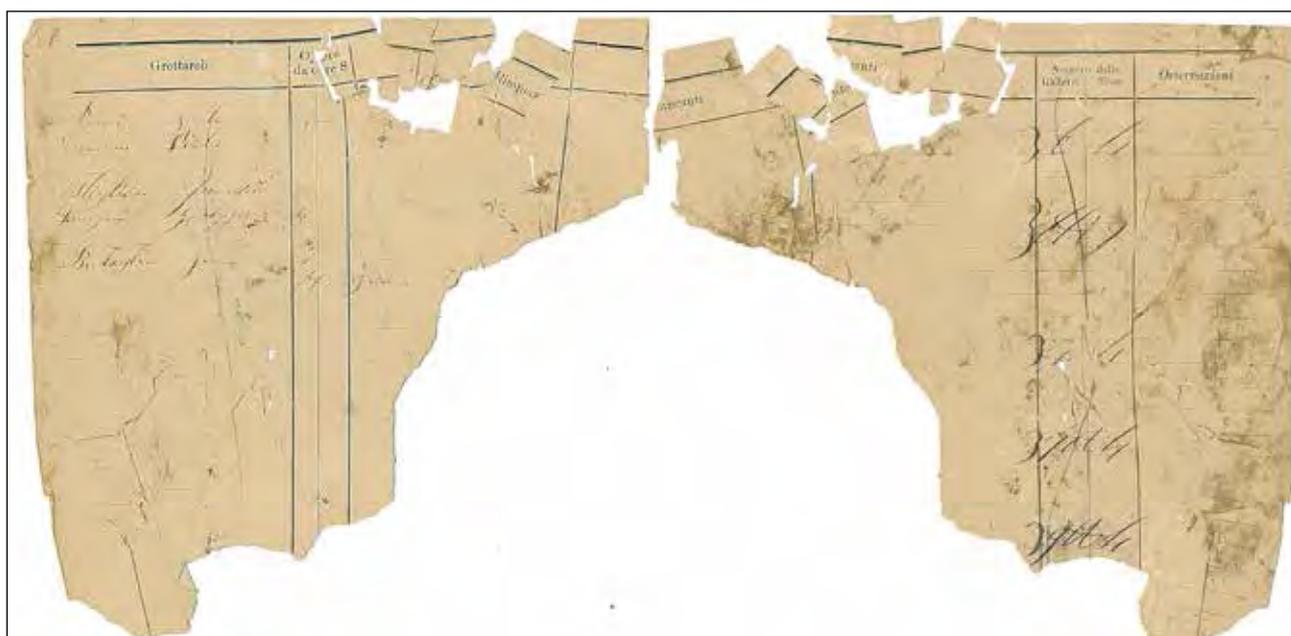


Fig. 6 – Frammento di rapporto di lavoro rinvenuto durante le riesplorazioni in un cantiere del 1886.

Vengono poi nominate alcune figure lavorative per l'esterno (BATTISTELLI 1994, pp. 58-59). Nel 1838, il Cisterni è costretto a cedere le miniere e quindi a cercare compratori, che trova in due imprenditori francesi, Augustin Picard di Avignone e Charles Poithier residente a Firenze, i quali acquisterebbero le miniere per un'ingente somma, ma il veto opposto dal tesoriere generale pontificio ad una società francese, lo costringe a creare un'accomandita semplice dal nome Società delle miniere solfuree Giovanni Cisterni, Agostino Picard e C. (BATTISTELLI 1994, p. 60). I Masi, vecchi venditori della miniera, che fino ad allora avevano osservato il Cisterni, a questa sua vantaggiosa vendita decidono di muovergli lite davanti al Tribunale di Forlì; rinunceranno alla questione nel 1846, con il beneplacito della camera apostolica (BARTOLINI 1974, p. 68-69). Dopo tre giorni dalla formazione della società, il conte si dissociò, chiedendo un dividendo annuo di 18.000 franchi; la gestione francese è difficile e deficitaria; nel 1841 raggiunse il fallimento (BATTISTELLI 1994, p. 60). Cisterni non riuscì alla lunga a resistere alla pressione esercitata sui prezzi dalla straripante produzione siciliana. Però la sua parabola si presenta come un'organica iniziativa imprenditoriale di valorizzazione delle risorse del distretto solfifero marchigiano-romagnolo, basata su di un articolato programma produttivo, sulla mobilitazione di capitali di rischio e su una notevole abilità di adattamento alla congiuntura del mercato internazionale (CHIAPPARINO 2003, p. 32). Risale probabilmente a questo periodo una planimetria e una sezione della miniera Marazzana, con nove pozzi, di cui cinque sono nei pressi di Casalbono: Alessandro (non è il pozzo omonimo di Perticara), Lungo, dei Nottoli, della Grotta e del Gesso. L'Alessandro era diviso in tre tronchi ed era il più profondo, affiancato da una scalinata per il transito dei minatori. A mezza costa si trovava il Pozzo Vacca e più a valle nella zona detta "Solfanara" si trovavano i pozzi del Marmo, Nuovo e Puppi (BATTISTELLI 1994, p. 61). Il Pozzo Puppi prendeva il nome dalla famiglia omonima, appaltatori d'Urbino dal 1695 al 1725, che quasi certamente lo avevano fatto scavare; il pozzo era corredato di una scalinata per l'entrata degli operai (BATTISTELLI 1975, p. 49). La miniera Marazzana resta inattiva in questi anni e vi vengono fatti solo lavori di manutenzione, come la riapertura della galleria che la

collegava a Perticara, lo scavo del Pozzo Paolo e il restauro del Pozzo Puppi (BATTISTELLI 1994, p. 61).

Nel 1842 si costituisce una società in accomandita fra i creditori insoddisfatti della fallita società guidata dal Picard, che intraprende all'inizio dell'anno seguente una limitata attività estrattiva e di fusione del minerale nella sola miniera di Perticara. Ma il basso livello dei prezzi dello zolfo rende l'impresa molto difficile, tanto che nell'agosto dello stesso anno i lavori produttivi vengono nuovamente sospesi (BATTISTELLI 1994, p. 62). Nel 1842 Giuseppe Masi, Priore della Compagnia del Santissimo e della Misericordia in Perticara, dichiarò di non avere i fondi per la costruzione della chiesa di Perticara, perché la popolazione giace in miseria a causa della chiusura da due anni della «gran miniera solfurea» (BARTOLINI 1974, p. 53). L'attività riprese nell'ottobre per interessamento di Paolino Masi, direttore dei lavori sotterranei, che chiese e ottenne l'appalto della fusione dello zolfo. Ma la caparbità a non mollare non è solo sua; per iniziativa dei soci si costituì infatti il 21 febbraio 1844 la "Nuova società (per azioni) delle miniere solfuree di Romagna", che vuole ridare vigore alla miniera di Perticara e riattivare Marazzana e Formignano (BATTISTELLI 1994, p. 62). L'oidio, il terribile parassita che stava distruggendo i vigneti europei, fa aumentare notevolmente la domanda di zolfo romagnolo e marchigiano, ponendo fine a una crisi che ormai rischia di compromettere irreparabilmente non solo l'avvenire delle miniere del Montefeltro, ma anche quello dell'intera industria solfifera romagnola. Alla favorevole congiuntura gli imprenditori rispondono prontamente e la produzione segna una progressiva e netta ripresa. Nella Marazzana, dal 1847 si lavora per il ripristino dei sotterranei franati o allagati e si fanno ricerche di nuove lenti di roccia solfurea; nel maggio 1848 si manifestano pareri ottimistici circa l'utile ripresa dell'attività produttiva (BATTISTELLI 1994, p. 63).

La Nuova società delle miniere solfuree di Romagna disponeva di un capitale di 30.000 scudi ripartito in 15 azioni di 2.000 scudi ciascuna. L'avevano costituita alcune delle personalità più in vista dell'economia bolognese: Gaetano Pizzardi, «grande affittuario e proprietario terriero» e fondatore con il fratello Camillo della Cassa di Risparmio di Bologna, Luigi Pizzardi, figlio di Gaetano, che diventerà sindaco di

Bologna, nonché protagonista di importanti iniziative finanziarie e industriali nello Stato Pontificio. La società, a metà del XIX secolo, arrivò ad occupare nelle diverse miniere quasi un migliaio di persone, quando i consumi di zolfo ebbero un'impennata. La strada scelta per contrastare la concorrenza dello zolfo siciliano fu quella già indicata dal conte Cisterini: di un intervento globale per l'ammodernamento delle strutture produttive, che doveva cambiare radicalmente la pratica dell'attività mineraria nel Cesenate e nel Montefeltro. La Nuova società delle miniere solfuree di Romagna dovette affrontare due tipi di difficoltà: il primo era di carattere generale e riguardava l'oggettiva difficoltà di meccanizzare il lavoro in miniera, ovvero di trasferire alla macchina le capacità professionali ed operative dei diversi lavori minerari, in quanto nella tecnologia ottocentesca dobbiamo registrare un'obiettivo difficoltà a meccanizzare il lavoro minerario, molto meno inquadrabile concettualmente di quello industriale e di quello agricolo (PEDROCCO 2002, pp. 40-41). Oltre agli ammodernamenti relativi ai sistemi di fusione dello zolfo, che passarono prima dalle olle di terracotta a quelle di ghisa, poi ai calcaroni, visti da Paulino Masi in un viaggio in Sicilia, dove erano già usati, la miniera di Perticara fu il teatro di un'ulteriore innovazione, l'introduzione di esplosivi nello scavo del minerale di zolfo, che aumentò notevolmente la produttività del lavoro del minatore. I cavaatori, che erano i minatori veri e propri, svolgevano il loro lavoro servendosi del piccone abbattendo prima le parti basse dello strato per poi volgersi verso l'alto. La produttività nel lavoro puramente manuale era indubbiamente bassa, anche se l'introduzione del cottimo aveva consentito di elevarla. Con l'esplosivo, collocato all'interno di fori praticati con una lunga asta di ferro, la barramina, la produttività aumentava certamente, ma peggiorava la sicurezza del lavoro per gli incendi che si potevano sviluppare (PEDROCCO 2002, pp. 44-45). Il 3 luglio del 1854 si sviluppò un poderoso incendio nei sotterranei della Marazzana, che obbligò la sospensione dei lavori per cinque o sei giorni; un mese più tardi, il 3 agosto, il fuoco divampò a Perticara, uccidendo ben 13 minatori e costringendo la chiusura di un mese del sottoterraneo (BATTISTELLI 1994, pp. 63-64). Altre innovazioni furono introdotte nel trasporto del minerale dai cantieri ai pozzi, non più a spalla o con car-

riole, ma con i primi rudimentali binari di legno e poi di ferro; anche l'eduzione delle acque fu un grave problema da risolvere, attraverso chiaviche di scolo e pompe, che sostituissero il lavoro degli "acquaticci", operai addetti al trasporto di secchi d'acqua verso l'esterno. L'estrazione del minerale attraverso i pozzi fu meccanizzata: gli argani vennero mossi da macchine a vapore (PEDROCCO 2002, pp. 47-48). Nonostante questi investimenti i bilanci della Nuova società delle miniere solfuree risultarono in perdita. Le miniere andavano bene dal punto di vista tecnico, il mercato dello zolfo tirava, ma l'amministrazione per realizzare le innovazioni tecnologiche si era esposta con le banche e aveva così vanificato, pagando interessi elevatissimi, sia l'eccellenza tecnica sia la congiuntura di mercato favorevole. Le miniere erano ricche di zolfo e di macchine, con un prodotto raffinato di qualità eccellente, con un volume della produzione cresciuto tra il 1845 e il 1855 da 2,6 a 14 milioni di libbre, ma la presunzione di condurre un'impresa tanto vasta senza i capitali necessari ad alimentarla aveva portato a dei modestissimi risultati sul piano finanziario (PEDROCCO 2002, p. 49). Il 9 marzo 1853 il Conte Giovanni Cisterini passò a miglior vita, all'età di 78 anni, avendo un credito di 16.500 scudi dalla società delle miniere solfuree. Il suo amministratore, Angelo Legnani marito di una delle figlie del conte, si avvide che la società non avrebbe mai potuto onorare il suo credito, quindi propose al Gerente ed ai soci un rimedio: ricostituire la società con altre basi e un capitale maggiore (LEGNANI 1860, p. 10). Il 14 febbraio 1855 si costituisce in Bologna la "Società delle Miniere Solfuree di Romagna" per la conduzione delle miniere Perticara, Marazzana e Formignano, con un capitale sociale di 220.000 scudi ripartiti in 1.100 azioni, di cui 770 sottoscritte al momento della firma dell'atto costitutivo. Lo statuto della società era stato deliberato il 30 novembre 1854 dall'assemblea generale degli azionisti della vecchia società che, per coprire i debiti maturati nei suoi undici difficili anni di gestione, si scioglieva per ricostituirsi in un organismo finanziariamente più robusto al quale avrebbero aderito, oltre a «tutte le figure emergenti tra gli operatori economici bolognesi», anche i più bei nomi dell'aristocrazia e della nobiltà felsinee (BATTISTELLI 1994, p. 64). Nel secondo semestre del 1855 scoppia la guerra di Crimea e il prezzo dello zolfo balza

di nuovo in alto risolvendo le sorti dell'industria mineraria romagnola e montefeltrana, la produzione crebbe in maniera esponenziale fino al 1860 con una produzione record della Marazzana con 1697,307 tonnellate. Nel 1860 nella Marazzana sono in esercizio tre pozzi, di 42, 75 e 86 metri di profondità e vi lavorano quattro compagnie di 14 minatori ciascuna, impiegate per 12 ore consecutive. Gli attrezzi di lavoro dei cavatori sono il picco per la roccia più friabile e l'asta da mina, spinta a braccia, per quella più tenace; l'olio per le lampade e la polvere da mina sono a carico degli operai, mentre la manutenzione degli attrezzi è a carico della società proprietaria. Le paghe, considerate assai buone, sono a produzione di minerale. Qualche galleria di carreggiatura è munita di rotaie, nelle altre il trasporto del minerale si effettua con carriole ad una ruota o con barelle nei cantieri più accidentati. Ogni due giorni si effettua l'eduazione delle acque per mezzo di un "maneggio a cavalli", che vengono fatti entrare nella miniera di Perticara attraverso una discenderia che ha l'imboccatura a ridosso del Torrente Fanantello e da lì raggiungono i sotterranei della Marazzana. Le due miniere posseggono anche una macchina a vapore per ciascuna per il sollevamento del minerale. Quella di 10 HP, installata alla bocca di un pozzo di Marazzana, ma ancora non utilizzata, proviene dalla miniera Perticara (che ora ne ha una di 20 HP), numerosi pozzi di aerazione servono i sotterranei per liberarli dalle esalazioni di anidride solforosa e di altri gas nocivi (BATTISTELLI 1994, pp. 64-67). L'aumento della produzione e la discesa sempre più in profondità continuava a porre problemi sia per lo smaltimento del minerale sia per il drenaggio delle acque. Fu quindi necessario eliminare dappertutto il trasporto con le carriole e sostituirlo con i binari di ferro e i vagoni e, parallelamente, aumentare la potenza e la capacità delle pompe, perché man mano che si scendeva le acque ostacolavano sempre di più il normale lavoro di scavo del minerale e la presenza di fango sviluppava l'ancylostomiasi, legata a un micidiale verme che seminava tra i minatori improvvise e mortali epidemie (PEDROCCO 2002, p. 51; vedi anche GIANGASPERO *et alii* in questo stesso volume). Il biennio 1861-62 denuncia un forte calo di produzione nelle due miniere dovuto a più fattori: l'impoverimento di alcune lenti mineralizzate a Marazzana e una frana di grandi proporzio-

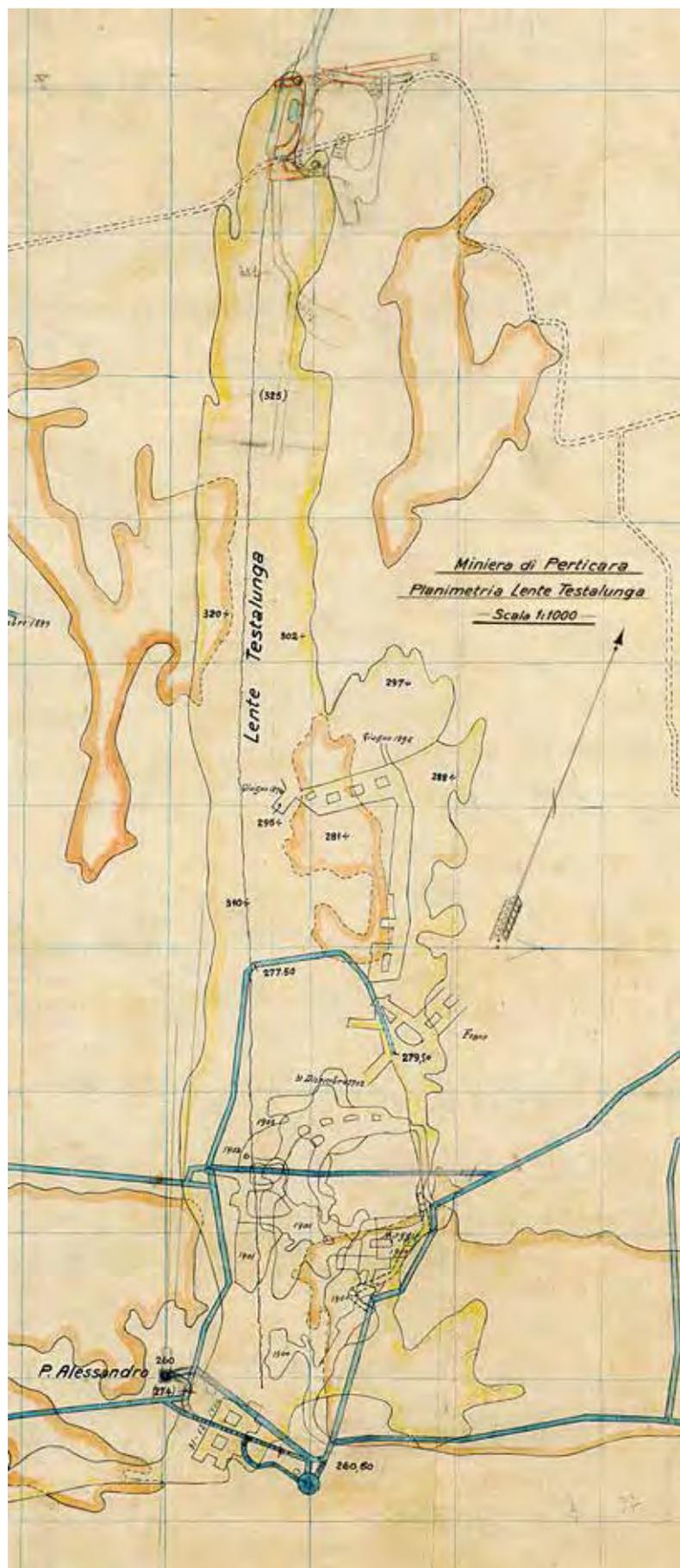


Fig. 7 – Lente Testalunga, scala originale 1:1.000 (s.d.) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

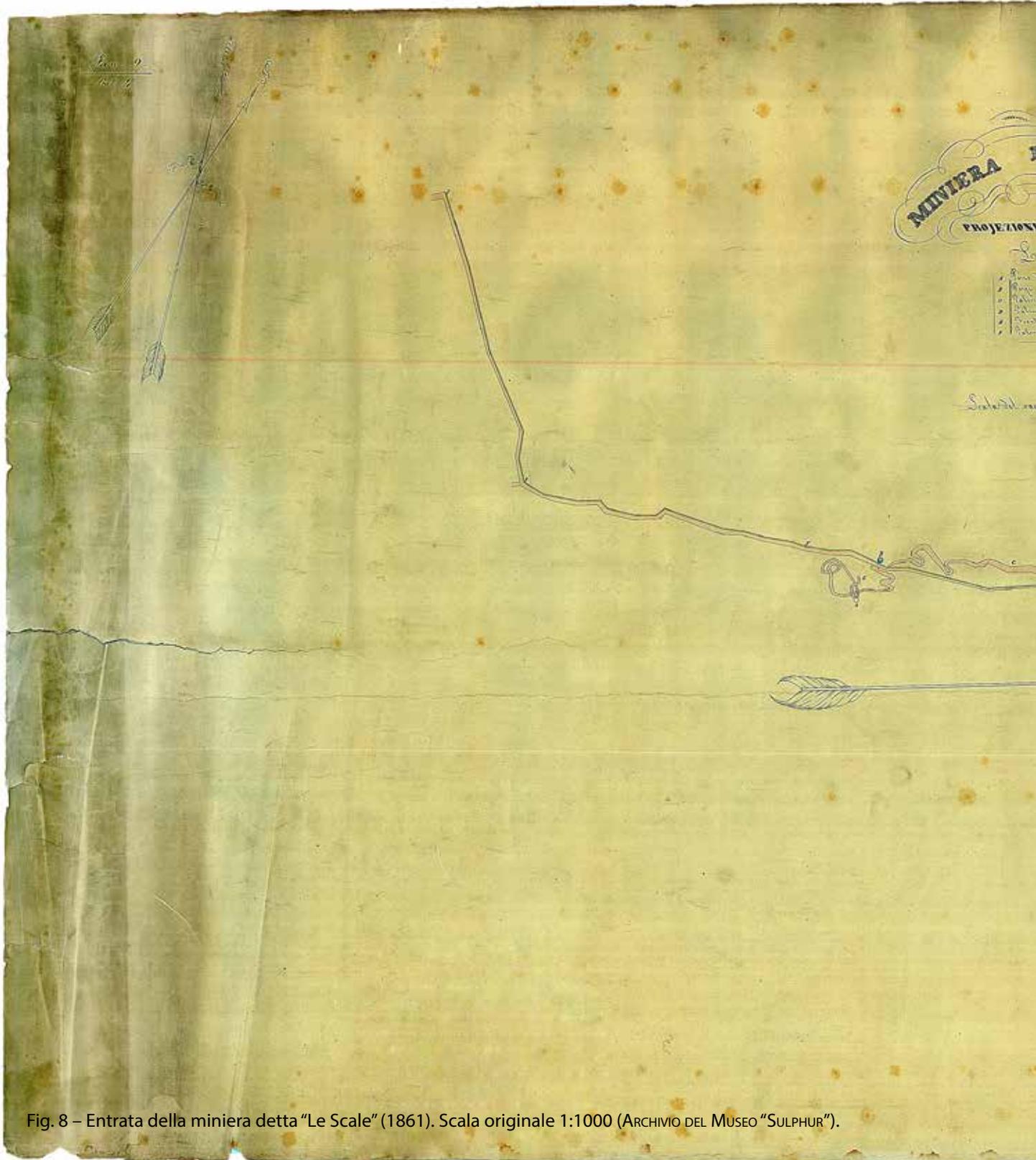


Fig. 8 – Entrata della miniera detta “Le Scale” (1861). Scala originale 1:1000 (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).

ni che colpisce i sotterranei di Perticara nel 1861, la scarsa resa dei calcaroni dipendente dalle contrarietà atmosferiche del 1862. La morte resta comunque in agguato nei sotterranei: il 13 aprile 1861 Giuseppe Angeloni viene schiacciato da un macigno mentre riempiva la sua carriola con il minerale (BATTISTELLI 1994, pp. 68-69).

L'ingegner Felice Giordano, capo del Reale Corpo delle Miniere presentò il 16 marzo 1863

a Quintino Sella, una dettagliata relazione tecnica sulla condizione delle miniere solfuree della Romagna e del Montefeltro. A proposito di Perticara scrisse (PROVINCIA DI FORLÌ 1866, p. 50):

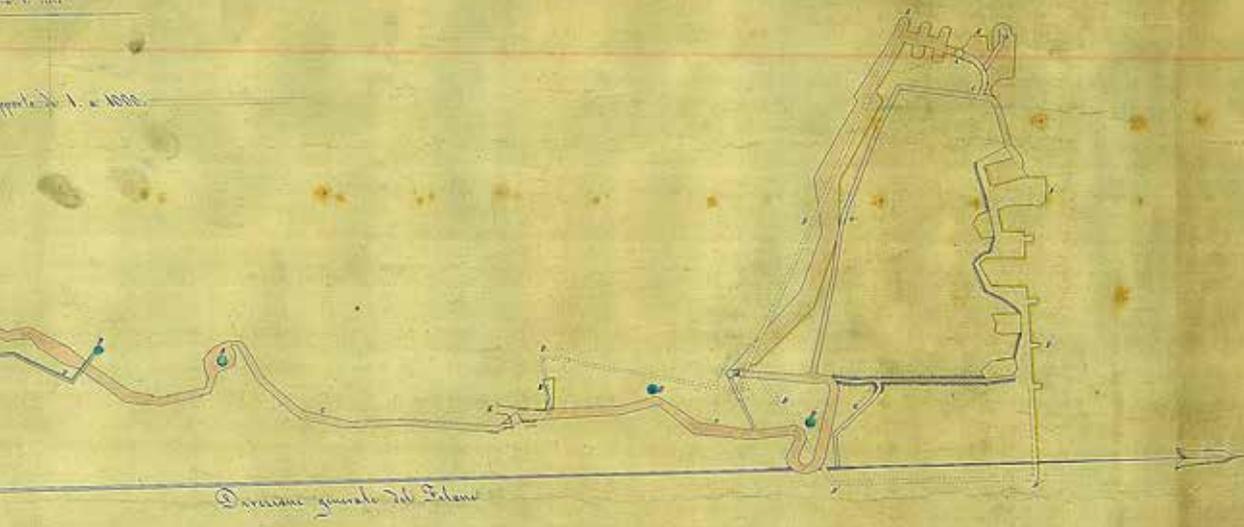
Il grande prodotto di questa miniera, che fu per molti anni la sorgente principale di lucro alla Società, proveniva in massima parte da una zona del banco solforifero di molta ricchezza, ma sventuratamente quasi isolata



DI PERTICARA E ORIZZONTALE

Leggenda
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità
Cavità

Scala 1:1000



Allegato N. 2 alla Lettera N. 1074 del
20 Novembre 1863 della Direzione della Società
delle Miniere Solfuree di Romagna indirizzata
al Ministero del Commercio...

St. Geremi
18. Geremi

fra zone gessose o sterili o povere assai di sostanza utile. La vasta escavazione praticata in quella ubertosa zona del banco, mal sorretta da una roccia labilissima al contatto dell'aria, diede luogo nel 1861 alla terribile frana, la quale insieme a tanti lavori sepelse grande parte delle speranze fondate su questa miniera. Ora le ruine furono circoscritte, e con solerti e prudenti lavori si aggiunsero li più lontani cantieri, ancora intatti, facendoli comunicare con il pozzo d'estrazione; questo consolidato e fornito di buona macchina a

vapore; infine nuove indagini furono spinte qua e colà nelle parti ancora vergini del giacimento, si tentò insomma di riparare alla patita sventura, e nel fatto quanto era umanamente fattibile si riuscì. Ma pur troppo le parti della miniera, dove oggidì si aggirano i nuovi lavori di ricerca e di scavo, non presentano la ricchezza di quelle franate. La ventura di rinvenire una nuova zona ricca di zolfo non è assolutamente impossibile soprattutto avanzando alla parte settentrionale; ma ad ogni modo la distanza di questa zona degli

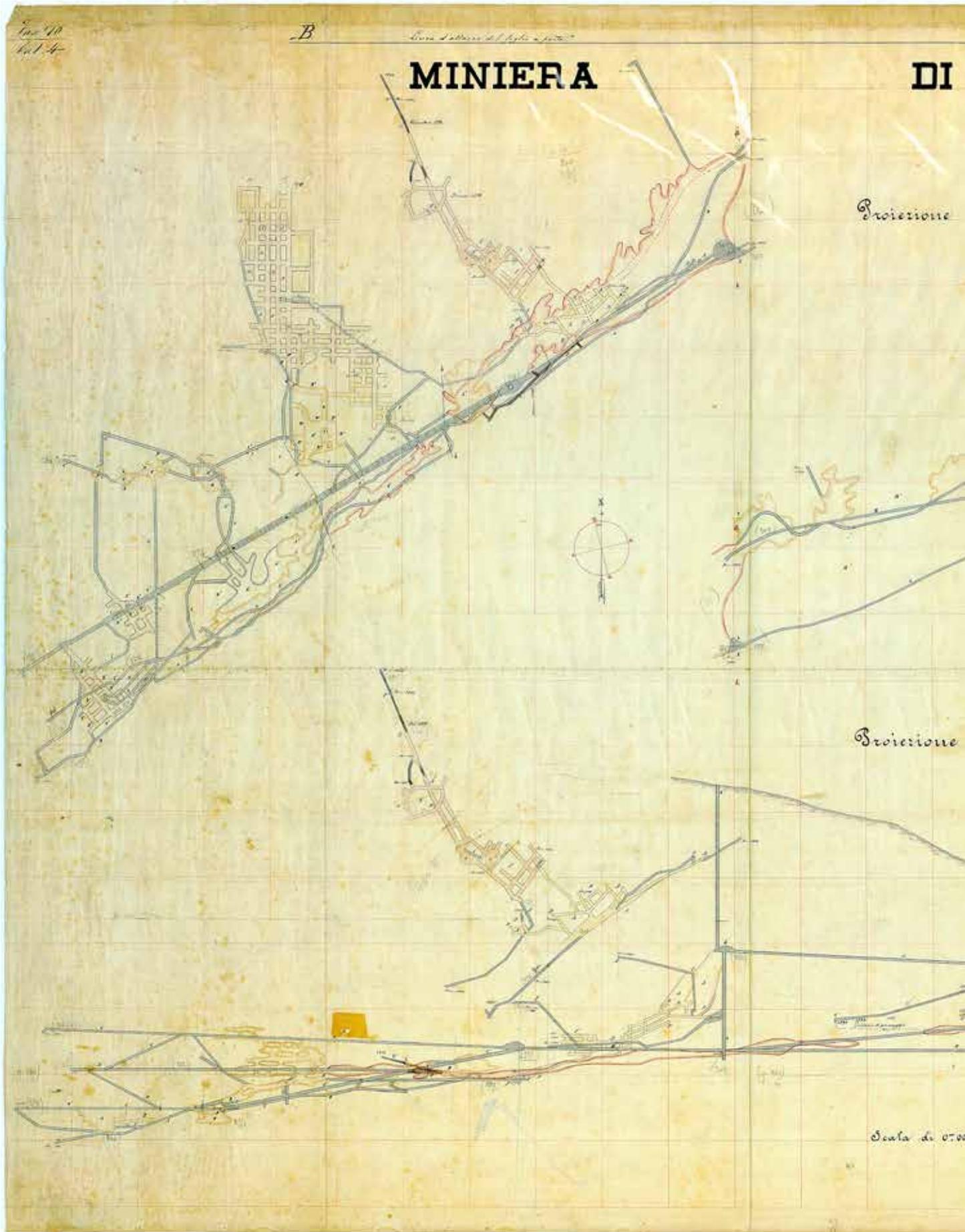


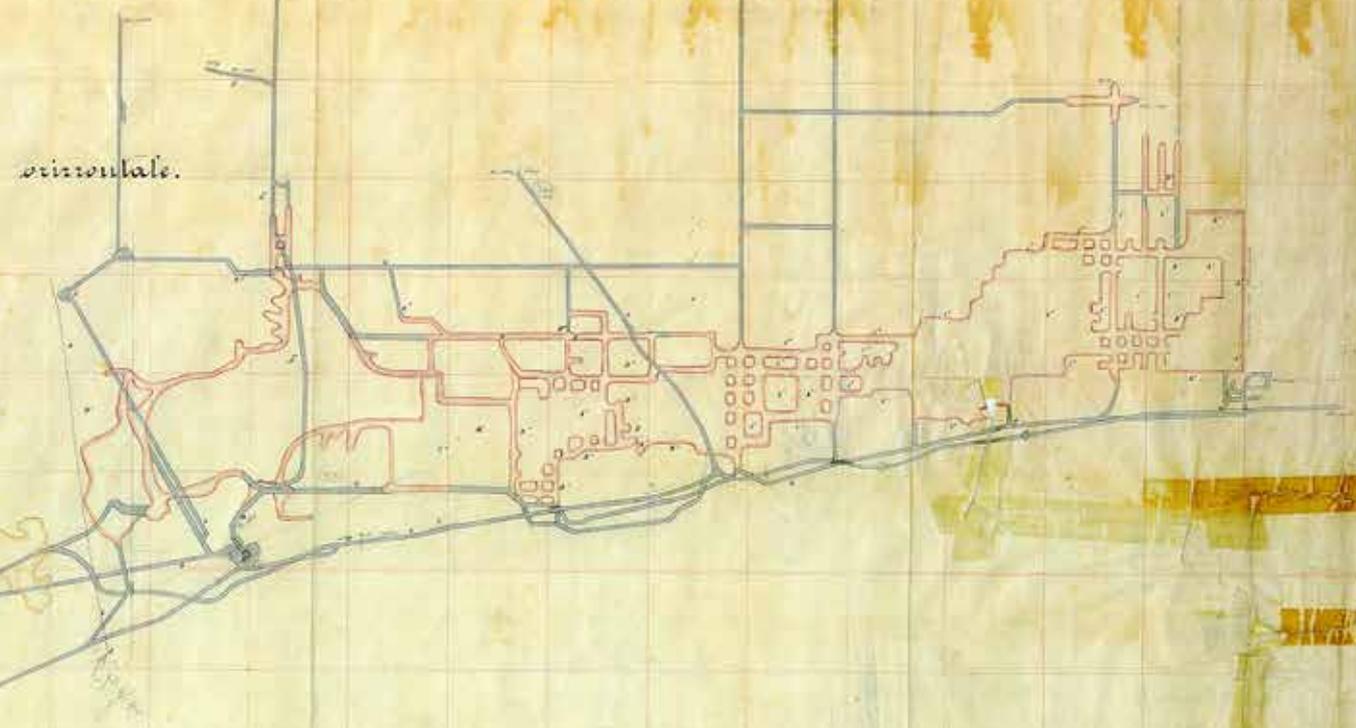
Fig. 9 – Miniera di Marazzana, proiezione orizzontale e verticale (1896). Scala originale 1:1000 (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

MARAZZANA

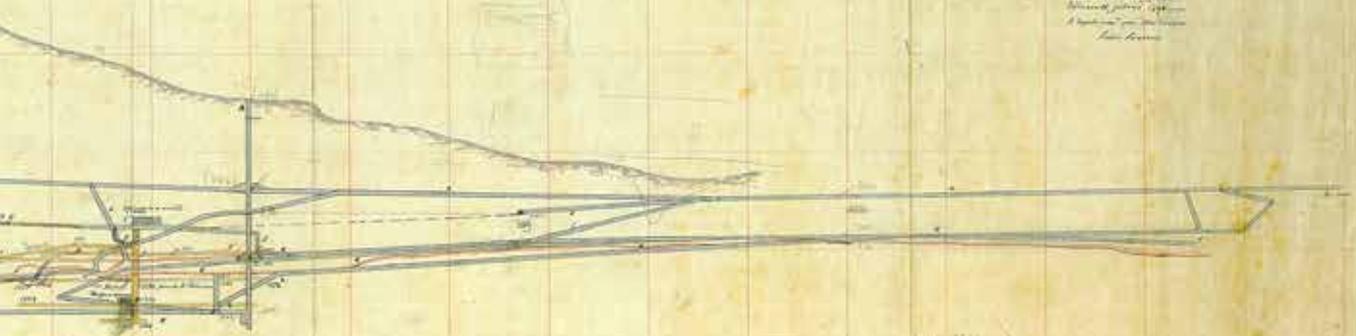
B

119/17 (S. III)
1844 17 22 23 24 25 26 27 28 29 30

orizzontale.



verticale.



- A. Canal principale della
- B. Prolunga la canalizzazione nella parte Sud della
- C. Canal principale
- D. Prolunga la canalizzazione a valle del punto A
- E. " " " " " "
- F. " " " " " "
- G. " " " " " "
- H. " " " " " "
- I. " " " " " "
- L. Canal principale
- M. Canal principale
- N. Canal principale
- O. Canal principale
- P. Canal principale
- Q. Canal principale
- R. Canal principale
- S. Canal principale
- T. Canal principale
- U. Canal principale
- V. Canal principale
- W. Canal principale
- X. Canal principale
- Y. Canal principale
- Z. Canal principale

Per ogni metro cubo
di acqua si può produrre
1000 metri cubi di irrigazione
per ogni metro cubo di acqua
che si versa

1 p. metro.

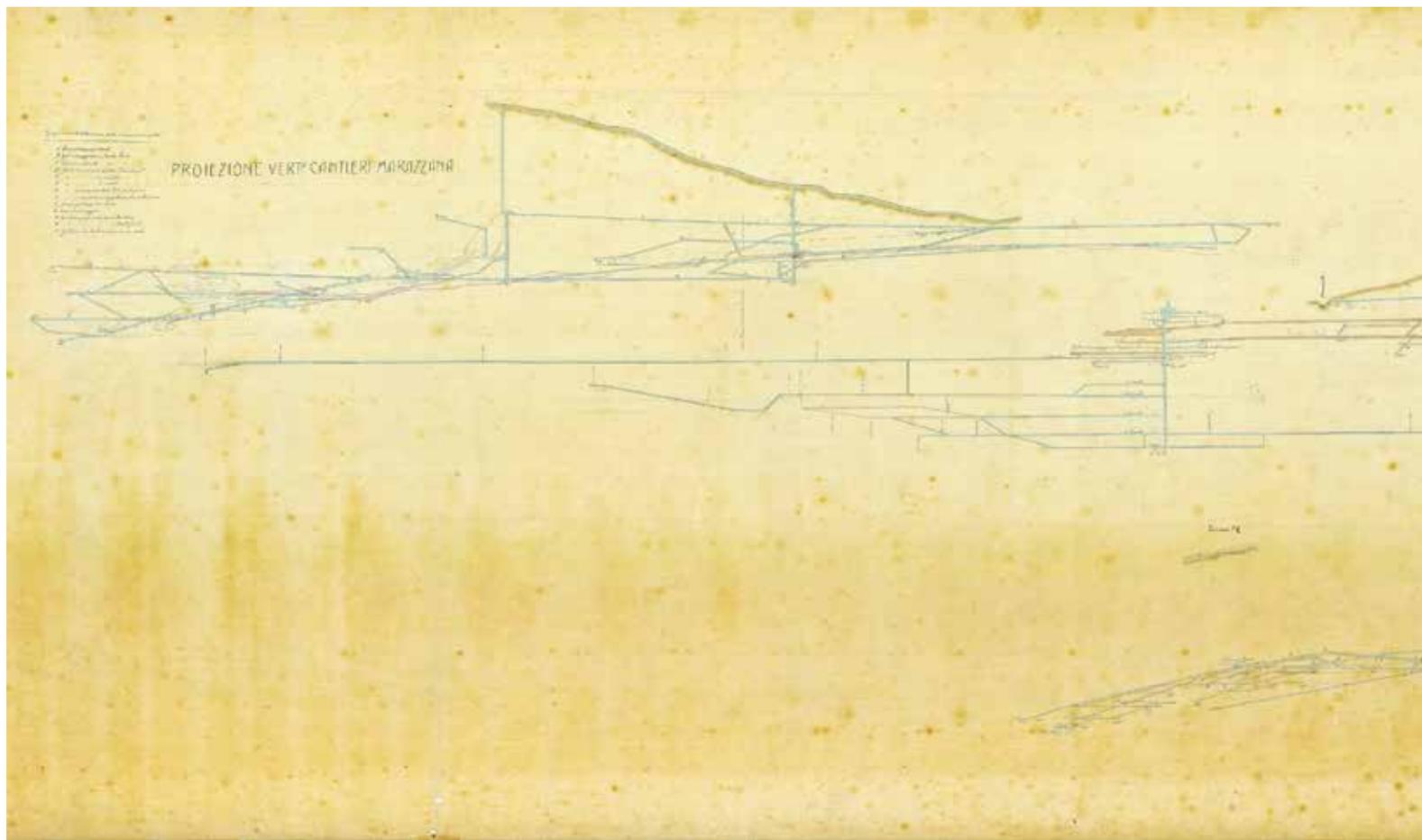


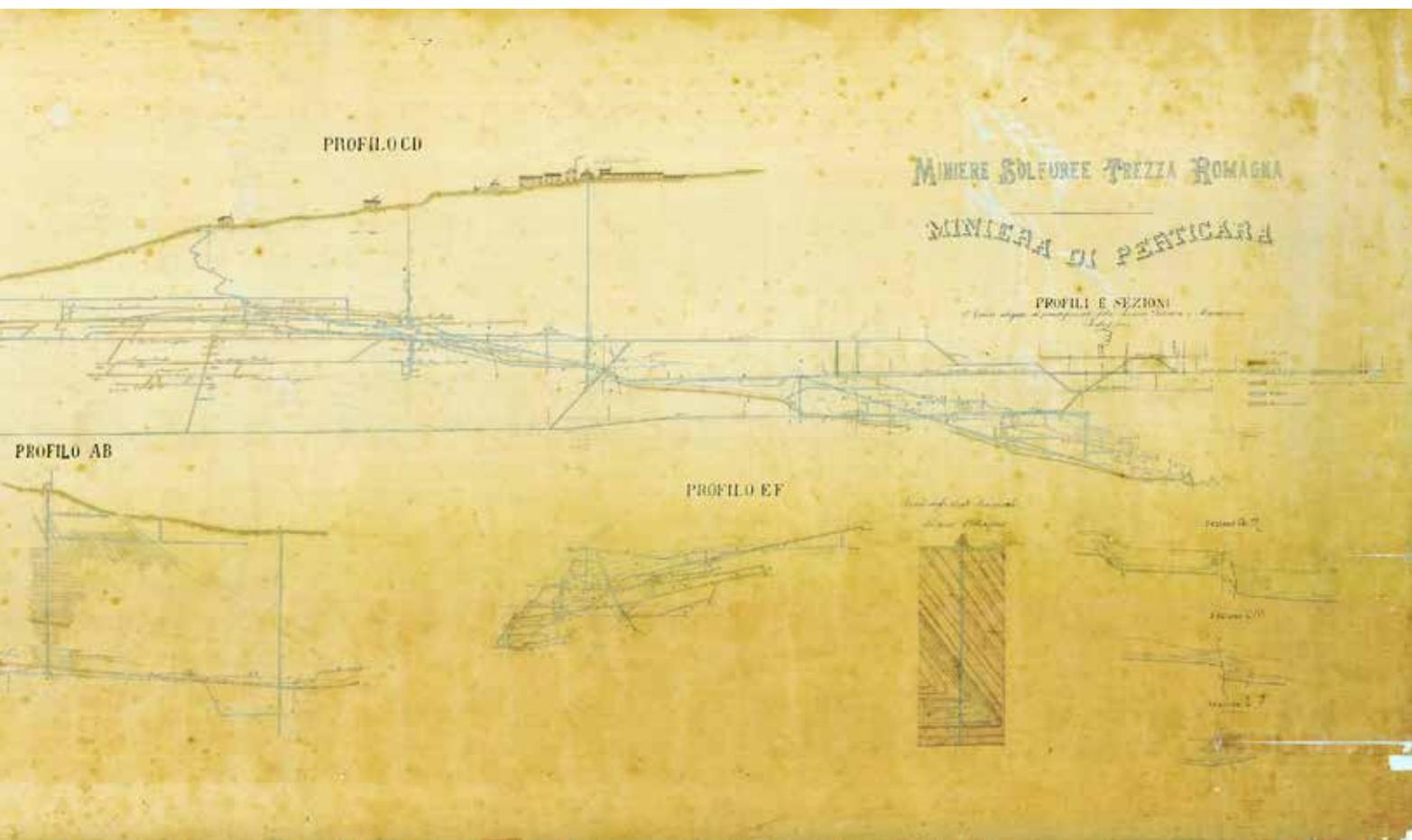
Fig. 10 – Miniera di Perticara, profili e sezioni. Scala originale 1:1.000 (1903) (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).

attuali lavori potrebbe riuscire notevole e tale da non attingersi che dopo un anno o due di continuato avanzamento in quella direzione. Malgrado però questa nube che copre oggidì la sorte della miniera in discorso, riesce di qualche sollievo il fatto, che la sua lavorazione poco prima tanto angustiata dalla scarsità dei cantieri, e gravata dal 1861 in poi da costosi e difficili restauri, accenni oggidì ad un sensibile miglioramento. Alcune vene solfuree promettitrici di prodotto, furono difatti testé rintracciate verso le regioni di Testalunga [fig. 7; ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR” s.d.] e delle Cellette, di guisa che la produzione discesa da 36/m. a M/m. quintali, promette di risalire gradatamente e di mantenersi nel prossimo tempo alla cifra di 18 a 20/m. quintali. La lavorazione inoltre essendo ricondotta, dopo i restauri già eseguiti, e quelli in corso, a condizioni meno anormali, permetterà una sensibile economia nelle spese di produzione del zolfo, e se queste ascesero nel principio del 1862 sino a 33 lire al quintale, ed in media nel detto anno a lire 192. 61, possono scendere fra breve a 11 ed anche a 10 lire. Questa presunzione, fondata sopra una sufficiente probabilità, lascia sperare che l'utile di questa miniera, ridotto nel-

lo scorso anno a circa 40,000, potrebbe salire nei prossimi a lire 80, o 100 mila.

A proposito di Marazzana egli scrisse invece (PROVINCIA DI FORLÌ 1866, p. 51):

Le condizioni di questa miniera sono oggidì molto analoghe a quelle della vicina Perticara. La zona più produttiva del banco solforifero si trova qui pure limitata fra zone quasi esclusivamente gessose, e la parte di essa sinora conosciuta fu giù per massima parte sfruttata dai lavori degli scorsi anni, ed ora più non si hanno cantieri produttivi se non verso l'estremità meridionale della miniera. Quivi gli ultimi scavi additavano un banco di minerale assai grosso, che ove proseguisse darebbe luogo ad una produzione mensile di 1.000 quintali circa di solfo. Alcuni altri punti della miniera si vanno pure tentando con intelligenti ricerche, ma la speranza della futura produzione non può fondarsi per ora, che nel prossiegno del banco di cui sopra si fe' cenno. In conclusione la miniera di questo gruppo trovasi ora in un periodo di transizione. L'esaurimento delle zone più ricche sino ad ora conosciute del banco solforifero, e la mancanza di lavori d'indagine bastevolmen-



te spinti per rintracciarne di nuove, limitano e limiteranno probabilmente il ricavo ai 30/m. quintali di zolfo grezzo, il quale però in virtù di notevoli migliorie in corso nella lavorazione promettono ancora un lucro annuo di circa 70./m. lire.

Il 9 ottobre 1870 due minatori, G. Rinaldi e V. Berardo, rimasero uccisi nella miniera Marazzana, schiacciati da un masso staccatosi dalla volta (PEDROCCO 2002, p. 51). Pietro Pirazzoli, Direttore della miniera di Perticara, compilò alcune tabelle sugli aspetti tecnici, economici ed umani nelle miniere della Società delle Miniere Zolfuree di Romagna. Le cause degli infortuni registrati sono 780 per l'uso di attrezzi, 360 per franamento di rocce, 7 per gas velenosi esplosivi ed asfissianti, 54 per esalazioni solforose, 941 per le cadute (BATTISTELLI 1994, pp. 70-71). Nel 1874 il geologo Guglielmo Jervis descrisse il giacimento di Perticara, come un ammasso di zolfo con una potenza fino a 40 metri di spessore, come non ne ha mai visti in Sicilia o in altre zone d'Italia dove si estraggono zolfo. Jervis fece ipotesi anche sulla genesi

del giacimento escludendo in modo categorico l'origine vulcanica e preferendo un'origine chimica (JERVIS 1874, pp. 189-190). Nel 1887 una rilevazione ufficiale registra la soddisfacente produzione delle miniere del Montefeltro, che compensa il forte calo di produzione nelle miniere del cesenate (BATTISTELLI 1994, p. 70). Il 24 febbraio del 1888 un minatore fu ucciso dalla corda di un verricello; in quello stesso anno entra in funzione nella miniera di Perticara il Pozzo Montecchio (NICCOLI 1890a, pp. 13-14). Nel 1888 una comitiva della Società Geologica Italiana visita la miniera di Marazzana, accompagnata dal senatore Giuseppe Scarabelli e da Niccoli, del Distretto Minerario di Bologna. Li accoglie il direttore Pietro Pirazzoli, che li fa entrare dall'ingresso detto delle "Scale" (fig. 8) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1861), e li accompagna in quei cantieri che si svolgono nell'estremo nord di Marazzana, i cantieri delle Cellette (BARTOLINI 1974, p. 86). Nel 1889 la rivista del Servizio minerario riporta tre morti nelle miniere di Perticara e Marazzana, a causa di una caduta in un pozzo,

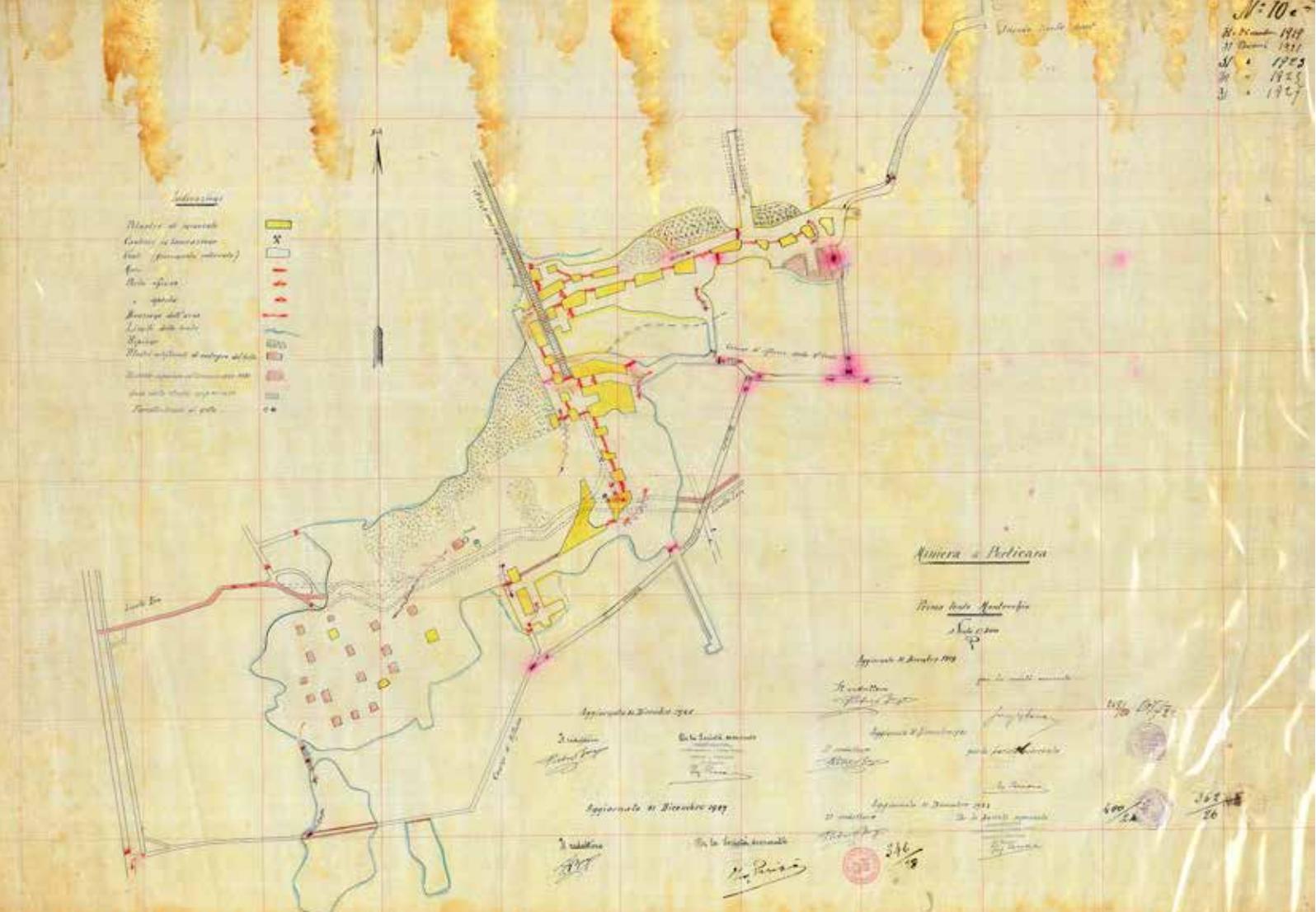


Fig. 11 – Prima lente Montecchio. Scala originale 1:500 (1919) (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).

di un franamento e di un colpo di stanga (NICCOLI 1890b, p. 27). I lavori proseguono, venne scavata una discenderia in destra idrografica del Fanantello e venne progettata una macchina di estrazione da collocare all'interno della miniera, alimentata a vapore dalle caldaie che alimentavano il Pozzo Montecchio (NICCOLI 1890b, p. 37). Lo scoppio di una mina provocò la morte di un minatore nella miniera di Perticara il 23 giugno del 1891 (NICCOLI 1893a, p. 34). Iniziò il funzionamento della macchina d'estrazione progettata due anni prima, da collocare nella galleria di carreggio del Pozzo Montecchio, collegata da 550 metri di tubatura con le caldaie delle macchine del pozzo. Si tratta di un verricello da 5 cavalli, che ha permesso un ragguardevole sviluppo dei cantieri a est e a ovest della direttrice. La discenderia scavata ha agevolato lo scavo della galleria del livello (0?) e potrà comunicare con i cantieri della Marazzana (NICCOLI 1893a, p. 39). Il 9 dicembre del 1892 un'esplosione di grisou uccise un operaio nella miniera di Perticara,

a causa di un'imprudenza da parte del minatore, che avanzò, nonostante la proibizione del caporale, con una lampada a fiamma libera in un cantiere dove era stata riconosciuta la presenza di metano; mentre il caporale si allontanava a chiamare il sorvegliante per decidere il da farsi, l'uomo avanzò ugualmente nel cantiere (NICCOLI 1893b, p. 27). Nel 1892 cessò la produzione della miniera Marazzana, a causa dell'impoverimento dei cantieri e della loro eccessiva lontananza dal pozzo di estrazione. L'impianto continuò a funzionare, trattando il minerale estratto da Perticara, che transita tramite una galleria che sbocca sul corso del Fanantello in sinistra idrografica e la discenderia in destra del medesimo torrente; i lavori si intensificarono nella zona nord e proseguirono le ricerche verso est (NICCOLI 1893b, p. 32). Nel 1893 il prezzo dello zolfo precipita e la situazione delle miniere romagnole e montefeltrane non è rosea. L'ingrandimento dei cantieri nella miniera di Perticara, comporta sempre un maggiore trasporto interno, lo sca-

vo più avanzato delle Cellette si trova ormai a 440 metri dal Pozzo Montecchio e a 770 metri dal Pozzo Alessandro (NICCOLI 1894, p. 26). Nel 1894 la produzione rimase invariata, si continuò a coltivare la zona delle Cellette, con uno strato di zolfo di 2 metri di potenza uniforme e un abbattimento molto facile. Nella zona del Pozzo Alessandro sono stati abbattuti pilastri per ricavarne il materiale rimasto (NICCOLI 1895, p. 26). Il 2 agosto 1895 il tribunale di Bologna dichiara il fallimento della Società delle Miniere Zolfuree di Romagna; liquidano il fallimento Angelo Cicognani, Ernesto Satanzeni e Enrico Silvani (BARTOLINI 1974, p. 91). Il fallimento ferma le miniere, con conseguenze drammatiche sulle opere interne, che non mantenute vanno incontro a distruzione accelerata; inoltre il prezzo continua scendere a causa della concorrenza dello zolfo siciliano, che ha costi di estrazione molto più bassi, trovandosi a profondità inferiori (NICCOLI 1896, p. 36).

Nel gennaio del 1896, cessò di funzionare la dispensa dei viveri agli operai nella miniera di Perticara, che operava da 50 anni. Gli operai decisero di fondare una cooperativa che si assuma l'onere della distribuzione dei viveri. L'8 marzo del medesimo anno nacque la "Cooperativa di consumo", riconosciuta ufficialmente dal tribunale di Urbino il 26 marzo (BARTOLINI 1974, p. 92).

Nell'agosto la Società delle Miniere Zolfuree di Romagna decise di chiudere le miniere, nonostante ci fossero i segni di una ripresa del mercato della domanda, ma accettò di affidare per 9 anni la gestione delle miniere del Montefeltro alla "Cooperativa di consumo e di lavoro" costituitasi fra gli operai per scongiurare la deliberata chiusura della miniera e il licenziamento di tutte le maestranze (BATTISTELLI 1994, p. 72). Nel 1896 il Pirazzoli lasciò la direzione della miniera; durante l'anno si continuò lo scavo nelle zone fertili, ad esempio nel cantiere delle cellette superiori, nelle zone attorno alla Discenderia Fanante e nelle zone dei Fondi (fig. 9) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1896). Si lavorò anche nella zona della grande frana centrale, che conteneva ancora molto minerale, ma l'elevatissima temperatura rendeva difficile il lavoro. Nella zona est dei fondi si trovò un grande fronte vergine ricchissima di minerale. Nel contempo si lavorò per allungare la Discenderia Fanante per passare la zona sterile e raggiungere i cantieri delle cellette inferiori, allagate dalla fermata dei

lavori e di conseguenza delle pompe (NICCOLI 1897, pp. 36-37). Malgrado la difficile congiuntura la cooperativa profuse ogni sforzo, riducendo anche del 25% le paghe del personale, per continuare lo sfruttamento del giacimento di Perticara ed effettuare molte esplorazioni alla ricerca. Si avviò anche un pozzo di ricerca nei pressi di Maiano, senza ottenere però l'esito sperato (BATTISTELLI 1994, p. 72). Nel 1897 proseguirono i lavori di prolungamento della Discenderia Fanante, che raggiunse i 478 metri di lunghezza lineare; fu scavata anche una galleria di una sessantina di metri verso est per raggiungere un piccolo cantiere. L'anno fu molto critico per la gestione della cooperativa, che investì moltissimo per scavare il piano inclinato, superò la zona gessosa sterile ed entrò nel calcare, dove furono notati indizi di una possibile mineralizzazione, compatibili con l'esistenza di una quarta zona fertile (NICCOLI 1898, p. 30). Nel 1898 il prezzo dello zolfo continuò a mantenersi alto. I lavori si concentrarono nella lente mineralizzata incontrata nel cantiere dei Fondi e nella prosecuzione del piano inclinato Fanante, che raggiunse i 504 metri lineari. A Marazzana fu scavato un pozzo di ricerca fino alla profondità di 44 metri, si presunse di incontrare lo zolfo a 70 metri di profondità (DE FERRARI 1899, p. 23). La mancanza di capitali spinse la cooperativa a passare la mano e il giorno 1 dicembre del 1899 le miniere Marazzana e Perticara vennero cedute alla Società Luigi Trezza-Romagna (fig. 10), che acquisì anche tutte le miniere del Cesenate (PEDROCCO 2002, p. 64). Nello stesso anno la Trezza acquisì anche l'Azienda Solfifera Italia, che possedeva il giacimento di Cabernardi (CHIAPPARINO 2003, p. 44). Nel 1904, la Trezza acquisì anche l'ultima impresa di rilievo della zona, la Miniera Sulfuree Albani, ceduta proprio nel momento in cui aveva compiuto notevoli investimenti per la valorizzazione della miniera di San Lorenzo in Zolfinelli, che non verrà più riattivata. Nel giro di un quindicennio si formò un nuovo soggetto imprenditoriale, costituitosi nel 1903-1904 con l'appoggio della Banca Commerciale Italiana in Società Trezza Albani Romagna con 8 milioni di capitale versato. La società acquisì il controllo di tutte le principali concessioni del distretto solfifero dell'Italia centrale per reggerne le sorti fino alla prima guerra mondiale (CHIAPPARINO 2003, p. 44). Il campo minerario di Perticara e Marazzana fu teatro di notevoli lavori di ri-

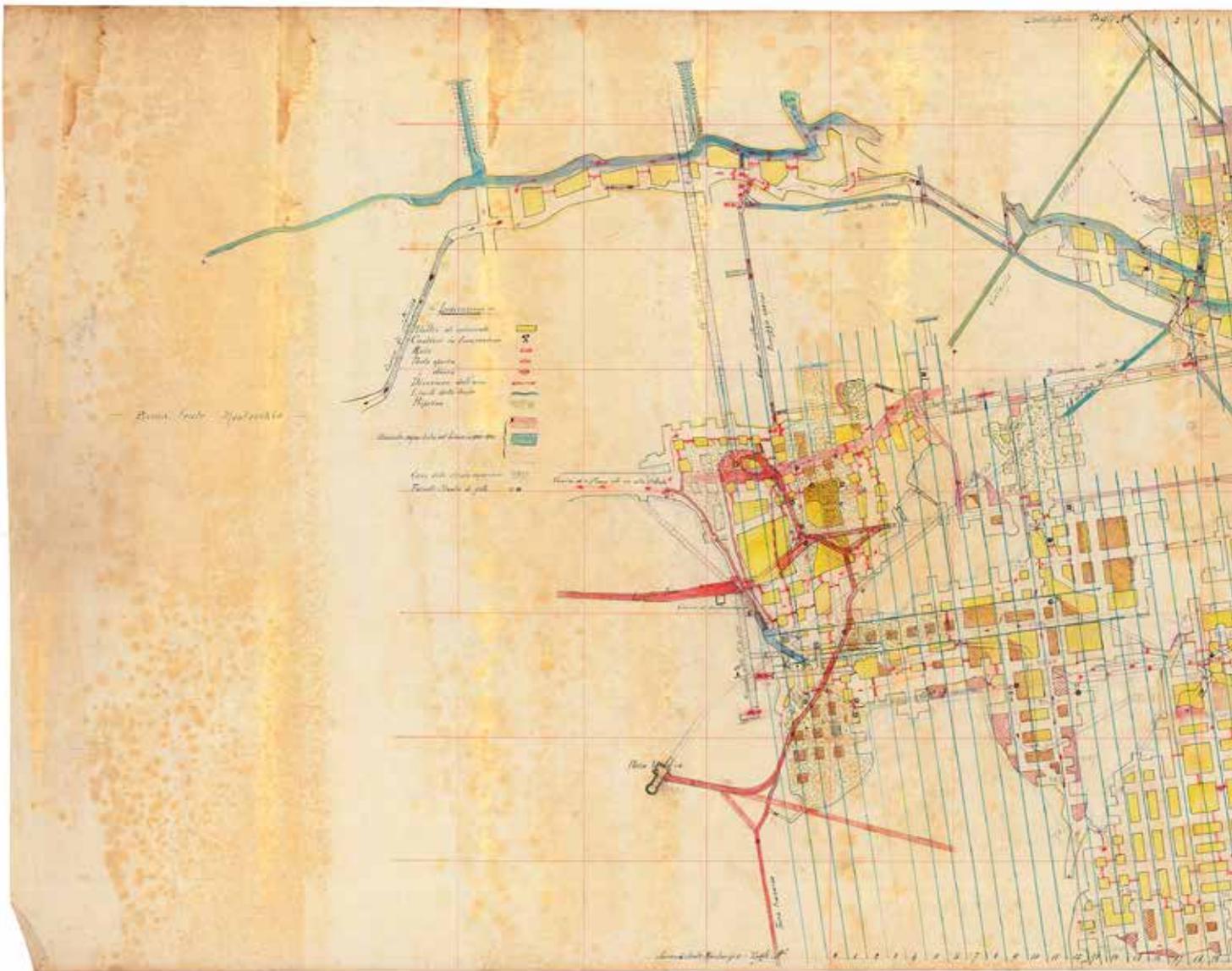
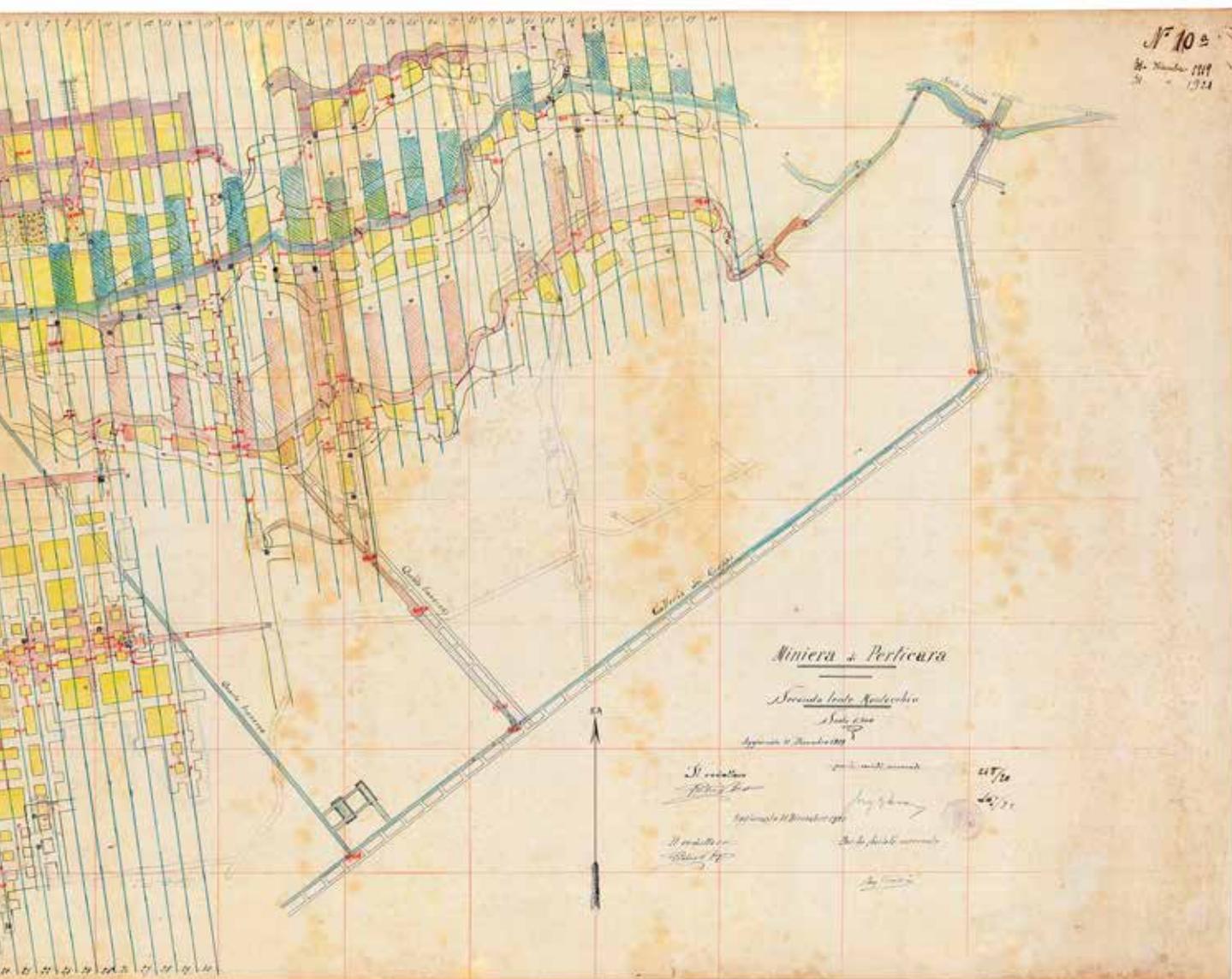


Fig. 12 – Seconda lente Montecchio. Scala originale 1:500 (1919) (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).

cerca, che raggiunsero risultati lusinghieri con la scoperta di una zona mineralizzata molto promettente, intercalata tra i banchi di gesso, che ricoprivano lo strato principale (CAMERANA 1905, p. 28). Nel 1905 continuano i lavori nella nuova lente mineralizzata, mentre si affievoliscono sempre di più quelli nelle zone della Marazzana presso la Discenderia Fanante (CAMERANA 1906, p. 31). Nel 1906 viene emanato il Regio Decreto del 28 gennaio il quale estende agli zolfi del continente il regime della tassa unica di una lira a tonnellata di zolfo grezzo, che in Sicilia era vigente già dal 1896, alleggerendo la pressione tributaria sugli zolfi continentali e parificandoli a quelli siciliani (CAMERANA 1907, p. 36). Nel 1907 venne scoperta a Peticara una nuova lente solfifera, compresa

fra due banchi di gesso soprastanti allo strato maestro (fig. 11) (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR” 1919a; CAMERANA 1908, p. 36). L'anno 1908 è funestato da due incidenti mortali che coinvolgono due minatori, uno a Peticara per lo scoppio di una mina e uno a Marazzana, per l'investimento da parte di un vagonetto. La coltivazione prosegue nelle nuove lenti trovate negli strati gessosi soprastanti allo strato maestro (CAMERANA 1909, p. 37).

In quello stesso anno si terminò lo scavo della Discenderia Fanante, utilizzata per l'estrazione del minerale, in destra idrografica del torrente omonimo. In sinistra fu costruito il cantiere Fanante, con un primo calcarone, per la fusione del minerale; il cantiere era alimentato anche dallo zolfo estratto dal Pozzo Paolo

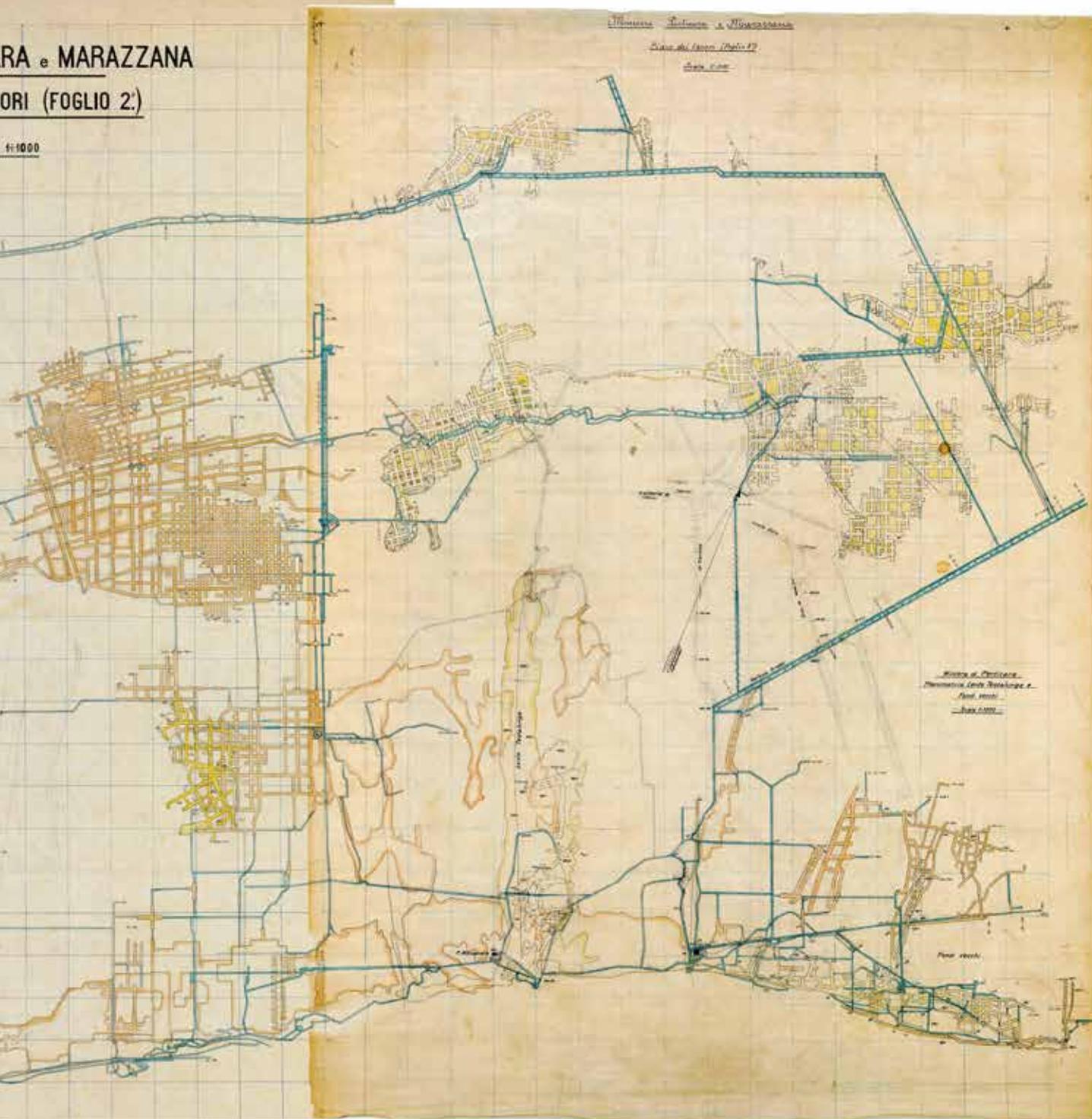


attraverso una galleria (RINALDI 1987, p. 84). Nel 1909 si registra nella miniera di Perticara uno scoppio di gas, che fortunatamente non causa decessi fra i minatori, ma solo feriti. La coltivazione a Perticara prosegue come nell'anno precedente; il Pozzo Montecchio fu dotato di un ventilatore dalla capacità di aspirazione di 10 metri cubi al secondo. Nella miniera Marazzana furono collocate nuove pompe al sistema di eduazione delle acque (CAMERANA 1910, p. 36). Nel 1910 continuarono le ricerche di nuove lenti mineralizzate a Perticara, nei sovrastrati, tra il livello 0 e il livello 4 a est della Discenderia Fanante. Queste lenti rappresentano la prosecuzione di una lente, coltivata anni addietro, detta Testalunga. Un'altra ricerca fu intrapresa con la galleria dei Greppi,

che si diparte dal piede del Pozzo Alessandro e si dirige verso il Monte Perticara. Anche nella miniera Marazzana proseguì, senza risultato, la ricerca verso ovest al livello 1; inoltre al Pozzo Paolo fu impiantata una pompa per l'eduazione delle acque (CAMERANA 1911, p. 7). Nel 1911 nella miniera di Perticara, le coltivazioni si svolsero nelle lenti dette Montecchio I e II al livello 0 (fig. 12) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1919b), lenti che si trovano nel soprastrato. Fu proseguita fino ad una lunghezza di 473 metri la galleria dei Greppi, fu scavata un'altra galleria di seguito alle lenti Montecchio, che incontrò una buona mineralizzazione. Al livello 4 si coltivò una lente rinvenuta a 900 metri dalla Discenderia Fanante, e scavata una galleria di ricerca in direzione del Mon-



Fig. 13 - Miniera di Perticara e Marazzana, piano dei lavori. Scala originale 1:1.000 (1916) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").



te Perticara, anch'essa incontrò una grande zona mineralizzata. Fu scavato un pozzo d'aerazione in comunicazione con il livello 0 per aerare una ventilazione ai cantieri delle lenti. Fu poi deciso di estrarre il minerale di questi nuovi cantieri dal Pozzo Alessandro, risistemato all'uopo. Nella Marazzana la galleria di ricerca scavata a occidente è stata arrestata ad una lunghezza di 1074 metri lineari senza risultato, contro una faglia (CAMERANA 1912, p. 7). Nel 1912 si continuò la coltivazione nelle lenti e si rimisero in esercizio i vecchi calcaroni nella zona del Pozzo Alessandro, che ha co-

minciato a funzionare come pozzo d'estrazione. Furono portati miglioramenti anche agli impianti della Discenderia Fanante (CAMERANA 1913, p. 7). Nel 1912, il governo italiano contrae un accordo segreto con i produttori nordamericani dell'Union Sulphur Co., che stanno ormai prepotentemente entrando sulla scena internazionale, lasciando loro ampie quote del mercato mondiale ed ottenendo in cambio la fissazione di un prezzo minimo. In questo modo, le quotazioni dello zolfo rimangono per oltre un quindicennio più o meno stabili, salvo crisi momentanee attorno alle 95-

100 lire a tonnellata. È quindi indicativa la marginalità del distretto romagnolo-marchigiano negli equilibri complessivi del settore dello zolfo, ma in un quadro stabile le produzioni appenniniche trovano un certo spazio per svilupparsi. La produzione nazionale si pose appena sopra alle 400.000 tonnellate nel 1911, allorché gli americani giungono ad estrarre 700.000 tonnellate di zolfo; la quota dello zolfo marchigiano-romagnolo, per la quasi totalità controllata della Trezza Albani, oscilla tra le 20 e le 30.000 tonnellate annue, all'incirca metà delle quali estratte nel Pergolese. La stabilità dei prezzi, comunque, offre alla Trezza Albani un favorevole contesto congiunturale all'interno del quale impegnarsi nel potenziamento della propria attività (CHIAPPARINO 2003, p. 46). Nel 1917, la Trezza Albani, nonostante sia proprietaria di tutte le miniere romagnole e marchigiane con una ricchezza e un potenziale estrattivo che le assicuravano un futuro sicuro, vendette tutto il pacchetto minerario alla Società Montecatini ad un prezzo fallimentare, inclusa la miniera di Perticara (fig. 13) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1916). Questo affare così disastroso per i venditori, si può attribuire in parte all'incapacità dei rappresentanti della società ed in parte all'abilità dei dirigenti della Montecatini. La società avrebbe compiuto una specie di rapina, impossessandosi di quell'immenso patrimonio con sistemi non del tutto corretti. Probabilmente gli eredi dei Trezza e degli Albani, che possedevano la quasi totalità delle azioni della Società Anonima Miniere Solfuree Trezza Albani Romagna, non furono attenti dirigenti come i loro antecedenti, si disinteressarono e vendettero le azioni. Inoltre la Montecatini potrebbe essere stata facilitata da qualche amministratore compiacente, acquistò i titoli e si trovò a possedere la maggioranza azionaria, divenendo proprietaria della società. Le voci della "rapina" trovarono conferma nel fatto che il solo minerale trovato sui piazzali delle miniere e con il denaro trovato nelle banche e nelle casseforti delle miniere stesse, si recuperarono e superarono ampiamente le spese fatte per acquistare la società (SCICLI 1995, p. 48). Acquisendo la Trezza Albani, la Montecatini fece un significativo passo avanti nella realizzazione del programma del suo amministratore Guido Donegani, che indicava la necessità per i forti organismi industriali e finanziari di dedicare «le loro forze alle industrie minerarie». L'in-

corporazione del gruppo marchigiano-romagnolo si accompagnò all'aumento del capitale sociale dell'azienda da 30 a 50 milioni di lire e pose quest'ultima ai vertici del settore estrattivo nazionale: nel 1918 la Montecatini controllava anche il 98% della produzione del rame in Italia, il 79% di quella delle piriti, cioè del principale concorrente dello zolfo per la produzione di acido solforico, e aveva buone posizioni, oltre che nel settore solfifero, anche in quello dello sfruttamento dei combustibili fossili (CHIAPPARINO 2003, p. 46). Nel 1918 si continuò lo sfruttamento delle lenti solfifere e si fecero lavori di ricerca con ottimi risultati che si possono stimare per cinque milioni di tonnellate di zolfo da estrarre. Si iniziò un nuovo pozzo d'estrazione in località Ca' della Vica; fu iniziata una teleferica dai forni del cantiere Fanante alla stazione del Savio, quattro chilometri a monte di Mercato Saraceno, per trasportare lo zolfo (RIBONI 1920, p. 7). Il pozzo avrebbe dovuto chiamarsi Roma, ma fu terminato nel 1918, quindi venne chiamato Vittoria, fu scavato con un diametro di 3,5 metri, in modo che la gabbia dell'ascensore potesse trasportare due vagoni in tandem (RINALDI 1985, p. 90). L'avvento della Montecatini pone fine alla conduzione della gestione precedente senza metodo e con una scarsa conoscenza della conformazione e delle dimensioni delle importanti lenti scoperte, cosicché la produzione era limitata a 7.500 tonnellate annue di solfo greggio. La Montecatini riorganizzò i servizi e iniziò i lavori preliminari per sistematiche esplorazioni del giacimento. Ciò comportò la creazione di adatti centri di estrazione e di introduzione dei materiali di riempimento, di vie di ritorno dell'aria per l'aerazione dei cantieri, di officine, di mezzi di trattamento del minerale. Furono affondati, durante la gestione Montecatini ben quattro nuovi pozzi, tutti rivestiti in muratura e attrezzati per l'estrazione: il Pozzo Vittoria profondo 280 metri, il Pozzo Perticara profondo 352 metri, il Pozzo Parisio profondo 255 metri e il Pozzo Mezzena profondo 465 metri (SCICLI 1972, p. 124). Nel 1920 furono elettrificati gli argani della Discenderia Fanante e del Pozzo Alessandro, furono installati nuovi aspiratori per migliorare l'aerazione del sottterraneo, fu ampliata e migliorata la carreggiatura del livello 0, con la sostituzione del binario. All'esterno furono ultimati i nuovi fabbricati per gli uffici e le nuove case per gli impiegati e la nuova casa opera-

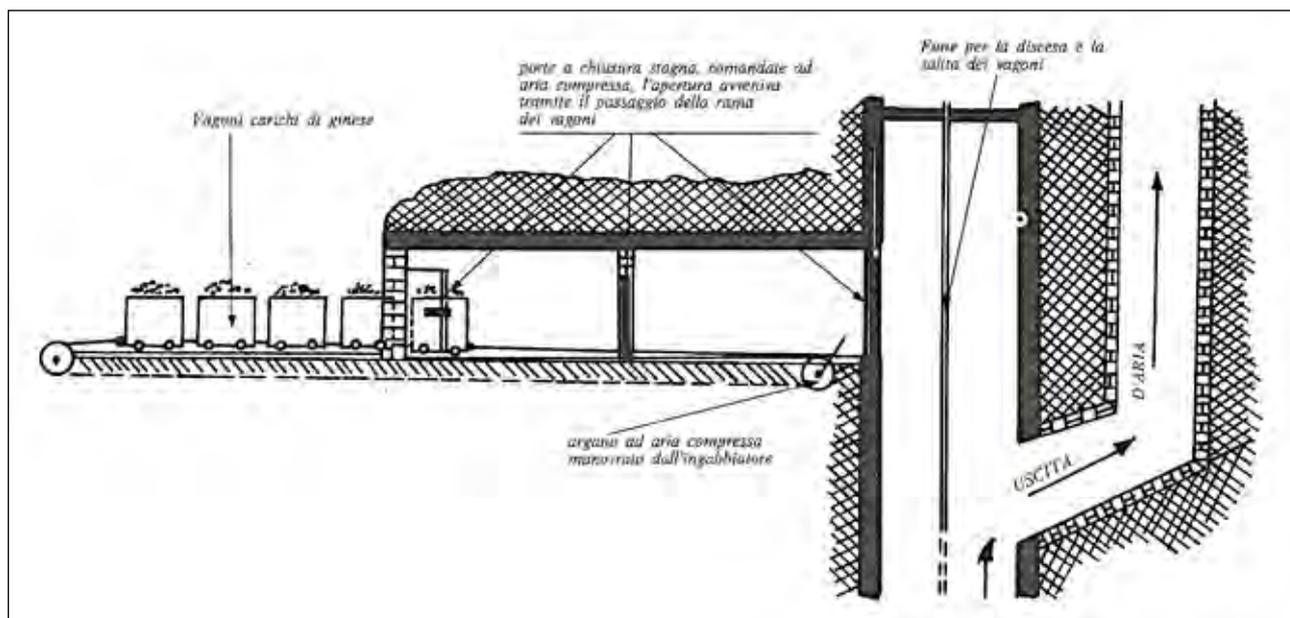


Fig. 14 – Schema del Pozzo Parisio (da RINALDI 1987).

ia in località Gaggio (RIBONI 1922a, p. 7). Nel 1921 il Pozzo Vittoria entrò in esercizio nel novembre, come pozzo d'estrazione, insieme all'Alessandro, la Discenderia Fanante era usata per il trasporto della ripiena. Da ottobre i lavori furono organizzati su due turni, dalle 6 alle 14 e dalle 17 all'1, per poter lasciare una pausa per ventilare e asportare i fumi prodotti dallo scoppio delle mine. Vennero costruite varie cabine di trasformazione per gli argani, per caricare le batterie dei primi locomotori elettrici che servivano il tratto del livello 0 dalla Fanante alla seconda lente Montecchio; lungo le gallerie principali e fino alle ricette dei pozzi il carreggio era a trazione animale, dai cantieri alla galleria principale il carreggio continuò ad essere manuale (RIBONI 1922b, p. 7). Fu iniziato l'affondamento del Pozzo Peticara, profondo 352 metri, tutto camiciato in muratura, si trovava nella zona nord-ovest della concessione (RINALDI 1987, p. 111). Nel 1922 tutti i cantieri vennero provvisti di condutture d'acqua e di aria compressa. Durante l'anno furono eseguiti notevoli lavori di ricerca e di perforazione per un totale di 650 metri tra gallerie e fornelli. Il metodo della ripiena venne usato sempre di più: per colmare i vuoti dei vari cantieri della seconda lente Montecchio furono introdotti 17.000 metri cubi, a cui si aggiunsero 4000 metri cubi per riempire i vuoti del secondo livello ovest. Fu costruita la teleferica Peticara-Mercatino Marecchia, oggi Novafeltria (RIBONI 1923, pp. 7-8). Nel 1923 i lavori conti-

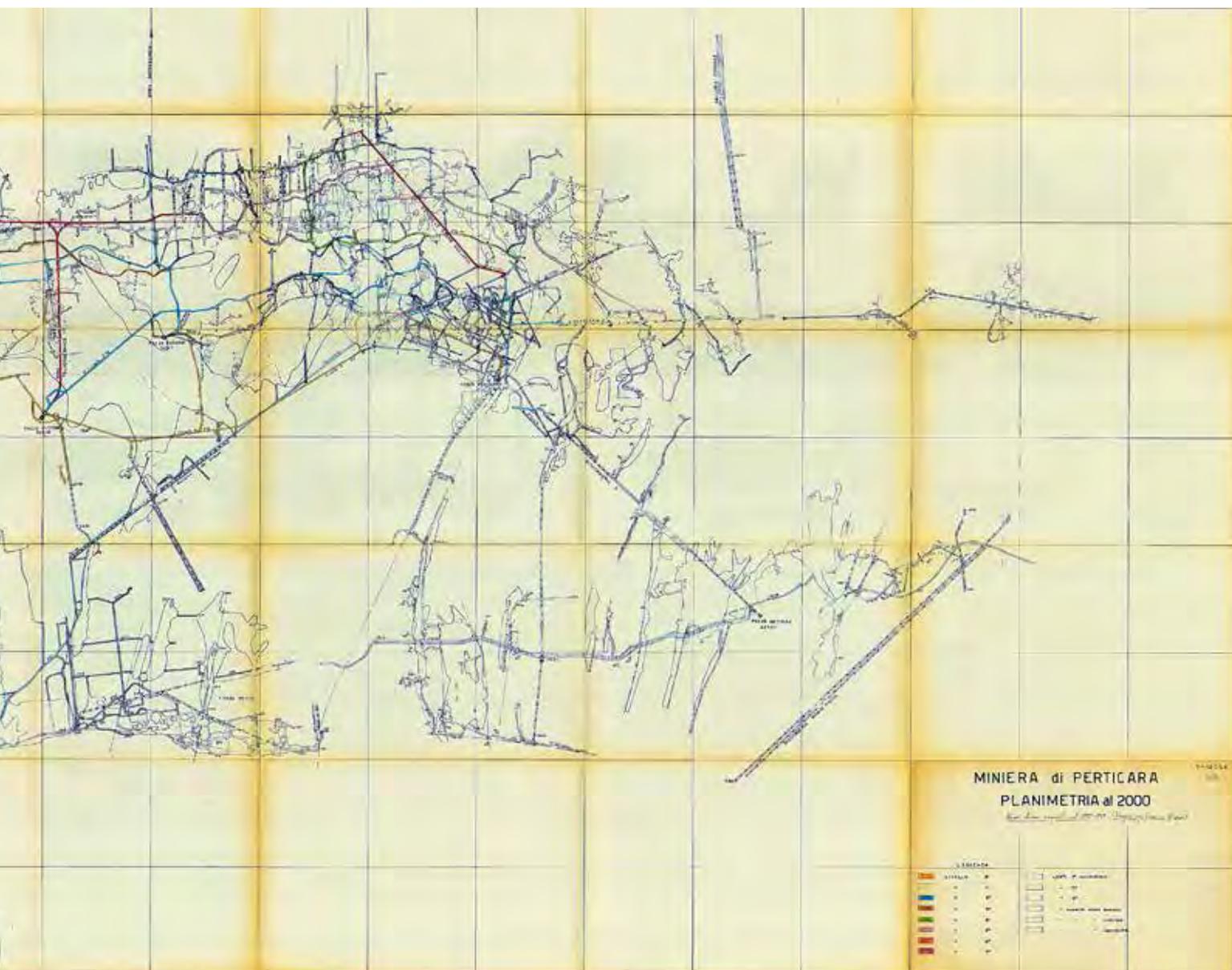
nuarono alacramente e furono raggiunti i 2.200 metri di avanzamento tra gallerie, rimate, discenderie, pozzetti e fornelli. Terminò l'estrazione del materiale dal Pozzo Alessandro, essendo terminato l'affondamento del Pozzo Vittoria al secondo livello ovest, quindi l'estrazione venne effettuata solo dal Vittoria e dalla Fanante. Si acquisì un nuovo locomotore, nuovi motori elettrici per potenziare gli argani. Furono costruiti nuovi calcaroni e tre otiglie di forni Gill. La teleferica venne collegata con un binario di raccordo con la stazione di Mercatino Marecchia (ora Novafeltria). Furono introdotte stazioni di pesatura per meglio controllare il peso del grezzo che andava agli impianti di fusione; su questi ultimi furono condotti esperimenti di miglioramento dell'efficienza mediante aria soffiata, aumentandola del 50%, senza perdere in resa (RIBONI 1924, pp. 7-8). Nel 1924 si continuò il lavoro di grandi tracciamenti e preparazioni con 1.570 metri di avanzamento con una spesa complessiva di 400.000 lire, mediamente 260 lire per metro di avanzamento. I cantieri del livello 0 furono chiusi tre volte nel corso dell'anno per gravi incendi per un intervallo di circa tre mesi, causando l'arresto delle lavorazioni in quel livello. Si notò che gli incendi furono provocati sia dalla ricchezza del minerale, sia dalla lentezza di combustione e di esplosione della polvere nera, quindi si decise di sostituirla completamente con la dinamite; la sostituzione comportò un aumento di spesa irrisorio. Fu costruita un'ap-



Fig. 15 – Piano generale della Miniera di Perticara. Scala originale 1:2.000 (1959) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

posita nuova discenderia, parallela alla prima di 140 metri fino al livello 0, dotata di argano autonomo per poter introdurre le ripiene. Furono ampliate le officine meccaniche e la centrale elettrica (RIBONI 1925, pp. 6-7). Nel 1925 continuarono i tracciamenti e lo scavo di gallerie di servizio, specialmente per distribuire meglio le ripiene nei vari cantieri aperti nei livelli più profondi; per lo spandimento delle ripiene si sperimentarono i trasporti a scossa, azionati da motori ad aria compressa. I risultati degli esperimenti dimostrarono un risparmio sulla manodopera del 30%. Per migliorare la ventilazione della miniera fu installato sul Pozzo Alessandro, che non funzionava più per l'estrazione, un ventilatore dalla potenza di

1.500 metri cubi (RIBONI 1926, p. 18). Nel 1927 si verificò un incendio, detto "Simoncini" dal nome dell'operaio che vi stava lavorando, nei cantieri della seconda lente Montecchio, che costrinse a chiuderli per un paio di mesi; per raffreddare la zona fu costruita una tubatura di lamiera che trasportava acqua, fango e "brusaia" sul luogo dell'incendio (RINALDI 1987, p. 42); inoltre durante l'anno franarono 60 metri di camiciatura del Pozzo Alessandro, costringendo a variare il circolo dell'aria di riflusso per poter areare i cantieri del secondo livello est, che erano serviti dall'Alessandro. Occorse anche una frana di argilla esterna che ostruì lunghi tratti della discenderia di estrazione e di quella di discesa ripiene. L'argilla fu



sgombrata e fu costruito un riparo alle imboccature delle discenderie prolungandole con un tratto di galleria artificiale protetta da armature opportune. Dopo una quiescenza che perdurava dal 1911, si decise di riattivare la Marazzana, furono fatti lavori per migliorare l'educazione delle acque della zona del Pozzo Paolo, lavori di manutenzione per la galleria di scolo (galleria del Gaggio) e furono resi accessibili tutti i cantieri della concessione. La Montecatini voleva indagare se anche nella Marazzana si ripeteva la presenza di lenti nei soprastrati (RIBONI 1928, p. 17). Negli anni 1929-30 fu affondato il Pozzo Parisio, a una quota di 528 metri sul livello del mare, con un diametro di 2,80 metri e una profondità di 255

metri, per raggiungere il secondo livello est e quindi la distributrice delle ripiene. Il Parisio doveva servire sia per portare nel sotterraneo il materiale per le ripiene, sia per partecipare al circuito di ventilazione della miniera; vi fu installato un aspiratore con motore asincrono della potenza di 90 metri cubi (RIBONI 1932, p. 16). Il pozzo aveva due entrate, una per i materiali e una per l'aspirazione; le sue porte erano chiuse ad aria compressa (fig. 14) (RINALDI 1987, p. 115).

Nel 1931 il servizio di introduzione ripiene venne concentrato sul Pozzo Parisio; con la nuova sistemazione della ventilazione furono utilizzate come entrate dell'aria alla periferia la Discenderia Fanante, il Pozzo Vittoria ed

il Pozzo Perticara, mentre tutto il riflusso dei cantieri fu diretto al Pozzo Parisio, lasciando però come riserva gli elettro ventilatori degli antichi riflussi del Pozzo Montecchio e del Pozzo Alessandro (LEONE 1932, p. 13). Il 23 dicembre 1932 scoppiò un grave incendio nel secondo livello, che divenne di proporzioni disastrose a causa della sua vicinanza al riflusso del Pozzo Parisio, il quale fungeva da camino alle fiamme. Queste ultime divorarono l'armatura della galleria e l'intero guidaggio della canna del pozzo. Dopo vani tentativi di soffocare l'incendio attraverso l'utilizzo delle porte tagliavento per costringere i percorsi dell'aria, la miniera fu chiusa totalmente con opere murarie. Il 31 dicembre s'ispezionò la zona e in dieci giorni l'incendio fu domato. Il Pozzo Parisio dovette essere ripristinato totalmente. Durante queste opere un muratore precipitò, perdendo la vita (RINALDI 1987, p. 44). Nel 1933, per cercare di scongiurare il pericolo degli incendi furono sostituite le lampade ad acetilene a fiamma libera, con un modello a fuoco protetto e negli avanzamenti furono sostituite le lampade di sicurezza a fiamma con lampade elettriche portatili (LEONE 1935, p. 17). Il 16 ottobre 1934 si sviluppò un altro grave incendio che causò numerose vittime. Esso si sviluppò al primo livello est, nei pressi del Pozzo Perticara, ma si allargò fino ad avere un raggio di circa 120 metri. La miniera fu sigillata e fu tentato più volte di cercare di avvicinarsi al fronte, ma tutte le volte l'incendio riprendeva vigore al riaprire i muri costruiti. Si decise di entrare dal Pozzo Perticara, con un flusso d'aria governabile e dopo 47 giorni di lavoro si riuscì a domare l'incendio (RINALDI 1987, p. 44). La miniera rimase chiusa fino al 4 marzo 1935; appena riaperta si lavorò alacremente per risistemare le gallerie e i cantieri, e già alla fine di aprile 1935 fu possibile rientrare quasi completamente nel programma di produzione (LEONE 1938, p. 38). Nel 1935 iniziò l'affondamento del Pozzo Mezzena, profondo 465 metri rivestito di muratura, con lo scopo di esplorare la zona meridionale del giacimento (RINALDI 1987, p. 44). Nel 1943 la produzione di zolfo fu di 196.200 tonnellate, si continuò con il tracciamento e le coltivazioni scavando complessivamente per 2.680 metri lineari (LEONE 1948, p. 514). Il 23 settembre 1944 furono distrutti gli impianti esterni della miniera per cause belliche; fino a quel momento la miniera produsse 95.457 tonnellate di minerale. Nonostante le gravissime

distruzioni sofferte dagli impianti esterni, la Montecatini riuscì a costruire un impianto di fortuna per disporre dell'energia elettrica per continuare l'eduzione delle acque e la manutenzione minima al sotterraneo (LEONE 1949a, p. 431). Dal giugno del 1945 la Montecatini condusse alacremente i lavori per la ricostruzione e per la preparazione della ripresa delle lavorazioni. Furono ricostruiti gli edifici per il magazzino e l'officina, la cabina di trasformazione, le sale compressori e macchine dei pozzi Vittoria e Parisio. La fornitura di energia elettrica fu ottenuta con l'allacciamento da Cesena alla rete del Nord, con materiale di proprietà della Montecatini, come due trasformatori per complessivi 775 KVA, salvati dalle distruzioni. Tuttavia l'alimentazione fu problematica per la bassa tensione e la ridotta frequenza. Tutti i pozzi dovettero essere dotati di nuove macchine, nuovi aspiratori e al pozzo Vittoria si riciclò il cavalletto di un pozzo della miniera siciliana di Grottacalda. In dicembre poterono ricominciare alcune coltivazioni (LEONE 1949b, p. 442). Nel mese di gennaio del 1946 vennero riprese completamente le lavorazioni, furono ultimate nel corso dell'anno una serie di riparazioni all'officine e al magazzino interno (ROSSI 1952, p. 481). Nel 1947 si incontrò nel settore dell'estremo ovest una nuova zona mineralizzata, al letto dello strato maestro, della potenza di tre metri. All'esterno iniziò la ricostruzione della teleferica tra il cantiere Certino e Novafeltria (ROSSI 1953, p. 485). Nel 1948 si proseguì con le coltivazioni e la zona mineralizzata nuova nell'estremo ovest fu riconosciuta di notevoli proporzioni. Fu deciso di non ricostruire la teleferica esterna: per ragioni di economia si preferì trasportare il minerale con autocarri (ROSSI 1954, p. 488). Nel 1949 la produzione fu di 205.416 tonnellate, vennero effettuati numerosi saggi, sondaggi e gallerie in tutti gli estremi del giacimento per cercare nuove lenti mineralizzate, con esito negativo (ROSSI 1954, p. 479). Il 16 maggio 1962 si scatenò un incendio nella zona "Bugone" al settimo livello, a causa del brillamento delle mine che avevano incendiato lo zolfo. La zona fu chiusa con muri in modo da soffocare l'incendio. L'area venne riaperta dopo una ventina di giorni (ARCHIVIO DI STATO 1962).

A partire dagli anni '50 la Montecatini iniziò una politica volta alla dismissione del comparto dello zolfo romagnolo e marchigiano, con li-

cenziamenti a raffica e la chiusura delle prime miniere: Cabernardi fu chiusa nel 1952, dopo una strenua lotta dei lavoratori per impedire la chiusura. A Perticara le prime lettere di licenziamento di grandi numeri di operai arrivarono nel 1955 a 250 persone. Nonostante le promesse della Montecatini e del Ministro del Commercio e dell'Industria on. Bo, le richieste di licenziamento si susseguirono implacabili. Nel 1962 chiuse la miniera di Formignano e nell'aprile del 1964 terminò la lunga vita della miniera di Perticara (RINALDI 1987, pp. 144-151). La mappa complessiva della miniera rende evidente la numerosità delle gallerie scavate negli anni fino a raggiungere uno sviluppo di 100 chilometri di sotterranei (fig. 15) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1959).

Problematiche della riesplorazione

Nell'affrontare la riesplorazione e documentazione delle zone ancora accessibili della miniera di Perticara, il primo e più importante problema da risolvere è la peculiare situazione delle gallerie della miniera: a parte poche zone, comunque rischiose, nelle gallerie non c'è aria respirabile. La Montecatini, cessando le attività nel 1964, in accordo e seguendo le direttive del Distretto Minerario, chiuse tutti gli ingressi (discenderie e pozzi di areazione) interrompendo per sempre la ventilazione forzata che permetteva la sopravvivenza nel sotterraneo. Con la chiusura dell'impianto cessò anche il drenaggio delle acque di circolazione, causando l'allagamento dei livelli inferiori a quello di carreggio, livello 0. Le gallerie si snodano principalmente nei calcari, nei gessi e nelle marne bituminose: l'ossidazione del kerogene contenuto nelle marne, l'ossidazione dell'ingente quantitativo di materiale legnoso abbandonato nelle gallerie in aria e soprattutto allagate, l'ossidazione dei solfati e dell'acido solfidrico presenti in atmosfera e soprattutto disciolti in acqua, hanno creato una situazione di forte carenza di ossigeno. La situazione estremamente stabile del contatto tra aria e zone allagate e la presenza di pellicole di zolfo colloidale in superficie, rendono lentissima la diffusione dei gas disciolti. L'evento perturbante dato dalla presenza degli speleologi, anche con la semplice vibrazione dei passi in prossimità del livello di falda, produce una improvvisa degassazione dell'acqua con una immediata immissione in

aria di gas velenosi o esplosivi tipo H_2S , SO_x , metano, CO_2 , ecc.

Oltre alla carenza di aria respirabile altri ostacoli si incontrano durante la riesplorazione della miniera: la presenza di interstrati di anidrite contenuti nelle marne bituminose, idratandosi ed aumentando di volume, producono dilatazioni della roccia con conseguenti frane e costante instabilità delle strutture delle gallerie; le condizioni delle armature delle zone ancora raggiungibili sono degradate dal tempo e dalla spinta della roccia, le aree di estrazione raggiungibili, i *Celloni* o *Cieloni*, risalgono a periodi in cui lo sfruttamento era condotto con il metodo denominato "a camere e pilastri"; in seguito le colonne di sostegno della volta dei grandi vuoti di coltivazione, furono in gran parte smantellate per estrarre fino agli ultimi residui di minerale e quindi la stabilità di questi grandi ambienti è inevitabilmente compromessa, secondo il metodo della "rapina".

Per affrontare questa sfida, tra gli speleologi della Federazione si è formata una squadra con la volontà e l'impegno di trovare le soluzioni migliori per riesplorare, documentare e diffondere la conoscenza di questi luoghi: il 15 febbraio 2014 si è costituita la "Squadra Solfi".

Attrezzature e modalità di progressione

Non conoscendo esempi a livello nazionale di squadre strutturate per affrontare ambienti analoghi a quello della miniera di Perticara e ritenendoli molto pericolosi, la Squadra Solfi ha valutato le alternative che il mercato professionale offre a chi lavora in ambienti confinati in presenza di gas velenosi, carenza di aria respirabile e presenza di gas esplosivi: le attrezzature di autoprotezione in dotazione ai Vigili del Fuoco, quelle che permettono l'evacuazione da aree confinate in caso d'incidenti rilevanti e quelle usate nelle gallerie delle miniere in caso di emergenza, sembravano adatte anche per affrontare il problema di Perticara. La Federazione si è, quindi, dotata di quattro autorespiratori Dräger PSS 3000 equipaggiati con bombole in materiale composito da 9 litri di capacità e 300 atmosfere di carico più altre 8 bombole in acciaio da 6 litri. Gli autorespiratori sono forniti di maschera facciale completa e di erogatore in sovrappressione: le gallerie sono sature di gas che non devono entrare in



Fig. 16 – Autorespiratori PSS 3000 Dräger.

contatto con le vie respiratorie e con gli occhi. L'attrezzatura completa pesa circa 14 kg (fig. 16). Il PSS 3000 della Dräger è un apparecchio molto sofisticato, tutti i materiali che lo compongono sono ignifughi e difficilmente attaccabili dalla corrosione, se esposti a sostanze acide o aggressive in genere (DRAEGERWERK 2013). Quest'apparato viene considerato un Dispositivo di Protezione Individuale (DPI) di Terza categoria, come definito dal D.Lgs 475/1992; tale categoria include i DPI che proteggono da danni gravi e/o permanenti e dalla morte. Tali attrezzature richiedono uno specifico corso di formazione essendo pericoloso l'utilizzo in sé del DPI.

Gli speleologi della Federazione hanno seguito un corso sull'uso degli autorespiratori presso la struttura del Servizio Gestione Emergenza Cantieri Alta Velocità (GECAV) del 118 di Bologna.

In realtà tali corsi, dimensionati su necessità di categorie di lavoratori che utilizzano principalmente le attrezzature per evacuazione o per affrontare situazioni limitate nel tempo e nello spazio, come i Vigili del Fuoco, non si applicavano esattamente alle necessità esplorative della Squadra, ma è stato di grande utilità con gli esercizi nella camera fumi per la conoscenza delle attrezzature (fig. 17).

Sono quindi state studiate, dalla stessa Squadra Solfi, regole originali di uso e di comportamento in ambienti a Carenza di Aria Re-

spirabile (zone ACAR), cercando di limitare per quanto possibile rischi ed imprevisti, tali regole sono in costante miglioramento, grazie dall'acquisizione di nuova esperienza.

Nel procedere all'esplorazione di sotterranei con problematiche ACAR è essenziale poter controllare costantemente la qualità dell'aria che s'incontra; per esperienza diretta, aria a diversa composizione percentuale di gas disciolti non si mischia gradualmente, ma entra in contatto con uno strato limite sfrangiato di alcuni metri di spessore. Il passaggio da aria respirabile ad aria al limite dell'ipossia è brusco, non immediatamente percepibile ed imprevedibile. Gli autorespiratori hanno un'autonomia limitata, al massimo 45/50 minuti, quindi è essenziale risparmiarli per quando sia effettivamente necessario usarli. Per questo motivo, per completare l'attrezzatura, la Federazione ha acquistato due misuratori di gas MSA: un Altair-4x multigas e un Altair Pro monogas; entrambi i modelli funzionano a diffusione. Il misuratore multigas rileva le percentuali di acido solfidrico (H_2S), di monossido di carbonio (CO), dei gas esplosivi (Comb/EX) e dell'ossigeno (O_2) presenti nell'atmosfera (MSA AUER GMBH 2012). Il misuratore monogas misura la sola percentuale di ossigeno (MSA AUER GMBH 2006). Alcuni componenti della Squadra Solfi si sono dotati di un ulteriore misuratore di gas Altair-5x multigas, più sofisticato dei precedenti e che ha un sistema attivo di



Fig. 17 – Camera fumi GECAV durante il corso ACAR (foto G. Fogli).

campionamento dell'aria, che misura oltre ai gas standard anche la presenza di CO₂ e SO₂ (fig. 18).

La Squadra è inoltre dotata di alcune bombole da 1 litro di ossigeno puro, caricate a 110 bar, per intervenire su un compagno in ipossia.

Gli strumenti, soprattutto se sofisticati, sono assolutamente necessari per la progressione ma, da soli, non migliorano di molto la sicurezza; è il comportamento, la conoscenza degli strumenti e dei luoghi da parte dei componenti della Squadra in esplorazione in zone ACAR che fa la differenza, è l'applicazione di regole comportamentali studiate in condizioni di quiete ed applicate in momenti critici.

Sul sito della Dräger Italia, durante le ricerche di documentazione sui modelli di attrezzature possibili per le esplorazioni a Peticara, apparve sul *banner* della sezione mineraria la foto di un corpulento minatore con fattezze chiaramente teutoniche con la frase in sovraimpressioni: «Ogni giorno, l'obiettivo è: minatori a casa sani e salvi». È sicuramente una frase a effetto, che rappresenta il primo e il più importante obiettivo da raggiungere nelle esplorazioni degli speleologi in miniera. «Tornare fuori tutti e tutti in buone condizioni» viene prima della documentazione, dei dati scientifici e delle osservazioni ambientali, delle foto e dei filmati. Da questo discende l'assoluta convinzione che tutte le azioni intraprese dagli speleologi in ambiente minerario debbono prima di tutto garantire il massimo di sicurezza possibile, compatibilmente con l'ambiente percorso. È evidente che tutte le tecniche adottate debbono costantemente adattarsi alla nuova esperienza acquisita, reagendo al mutare delle condizioni e soprattutto capitalizzando gli errori.

Condizioni dell'atmosfera interna

Le miniere di zolfo, e Peticara in particolare, sono una trappola complessa e mortale; tutte le variabili conosciute devono essere valutate bene e approcciate con sistematicità. La percorribilità delle gallerie in aria respirabile varia in relazione a fattori ambientali sia esterni alla miniera che interni: il flusso generale dell'aria all'interno di un qualsiasi ipogeo artificiale o naturale che sia, varia tra l'estate e l'inverno; in estate gli ingressi alti inghiottono aria e quelli bassi la espellono, viceversa du-

rante l'inverno. Iniziando l'esplorazione della miniera, si era ipotizzato che, anche se la Montecatini tentò di chiudere tutti gli ingressi, Peticara avesse comunque un comportamento di questo tipo: la Discenderia Fanante, unica entrata percorribile conosciuta, si apre a livello del torrente omonimo, in destra idrografica, e si dovrebbe comportare da ingresso basso; durante la stagione calda si ha un flusso in uscita, che spostando masse d'aria da luoghi remoti della miniera, peggiora la qualità dell'atmosfera di quelle gallerie che normalmente sono sufficientemente ossigenate. La variazione di temperatura innesca dei movimenti di "bolle" di aria semi-statica all'interno delle gallerie, spostando masse



Fig. 18 – Misuratori di gas MSA, da sinistra Altair Pro, Altair 4x e Altair 5x.

d'aria dall'interno verso l'esterno. L'inverno, invece, dovrebbe essere la stagione migliore per l'esplorazione, perché la discenderia inghiotte aria respirabile dall'esterno, che rende transitabile almeno la prima parte del sotterraneo. Questa è la teoria, applicabile in generale a tutti gli ipogei che presentino almeno due ingressi.

Con il proseguimento delle esplorazioni si sono potuti raccogliere molti dati sulle condizioni interne delle gallerie. Le squadre succedutesi in questi anni hanno sempre portato all'esterno, oltre alle loro sensazioni ed esperienze, anche i log dei misuratori e le oggettive condizioni incontrate. Il modello teorico degli ipogei non "teneva" costantemente; è vero che, in generale, in estate le condizioni sono peggiori e nella stagione fredda è più probabile riuscire a procedere maggiormente in profondità, ma sono state osservate condizioni che contraddi-

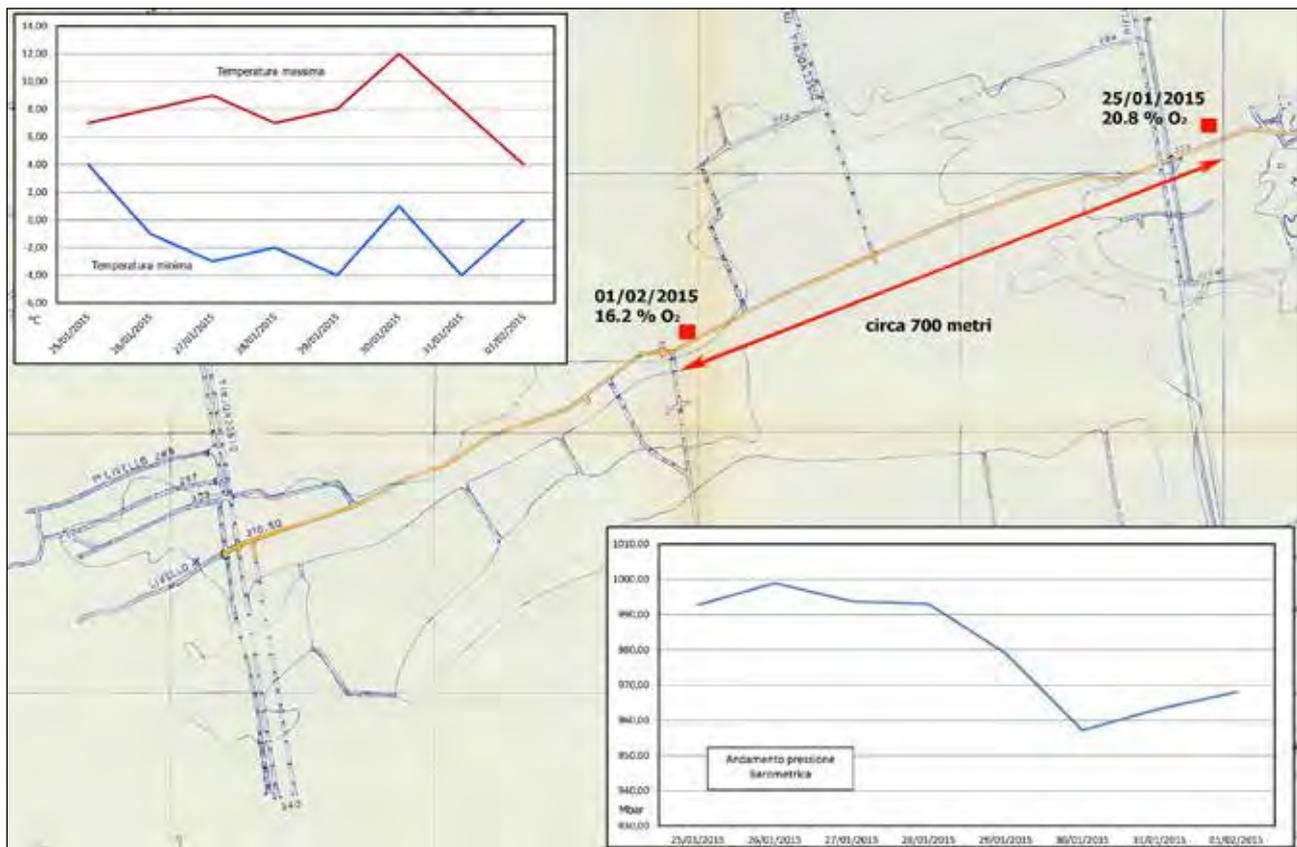


Fig. 19 – Stralcio della mappa del 1962 con evidenziato lo schema delle variazioni delle condizioni ambientali del Livello 0 (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).

cevano pesantemente questa teoria.

Un importante esempio in contrasto con la teoria fu osservato tra gennaio e febbraio del 2015: il giorno 25 gennaio durante un'uscita fotografica gli speleologi percorsero il livello 0 in aria respirabile (19% di O₂) ben oltre il limite solito (Giro Cavalli), raggiungendo inaspettatamente l'incrocio con il riflusso Montecchio a circa 1400 metri dall'ingresso della Discenderia Fanante. Questa prima osservazione concordava con la teoria: la giornata era molto fredda (circa -3°C). Dopo una settimana, il primo febbraio, gli speleologi, armati di autorespiratori, si predisposero per una punta esplorativa molto ambiziosa; in teoria le condizioni erano ancora più favorevoli, la temperatura esterna era scesa a -4°C. Inaspettatamente il limite di respirabilità dell'aria, che ci si aspettava ancora più in profondità, in realtà si era spostato verso l'esterno di 700 metri vanificando tutta l'organizzazione dell'esplorazione. Cosa era successo? Approfondendo le osservazioni delle condizioni delle due giornate (fig. 19), osservammo che la pressione barometrica del giorno 25 gennaio, una bellissima giornata,

era stabile a quasi 1000 Mbar; tra il 31 gennaio e il primo febbraio la pressione scese rapidamente a 960 Mbar, infatti la giornata era caratterizzata da cielo coperto e precipitazioni nevose. Era quindi la pressione barometrica il motore principale dello stato dell'atmosfera del sotterraneo? L'ingresso della Discenderia Fanante si comportava realmente da ingresso basso? Si decise quindi di eseguire una serie di osservazioni strutturate per delimitare i confini dei comportamenti dell'atmosfera interna e, di conseguenza, poter prevedere, sempre con le dovute cautele, le condizioni che si sarebbero affrontate.

La prima attività, sicuramente la più importante, fu quella di definire i flussi di aria tramite l'utilizzo dell'“Anemometro del Prof. Badino”. Posizionando questo sensibilissimo strumento, che consta di una striscia ricavata da un normale fazzolettino di carta (fig. 20), in punti notevoli del percorso: incroci di gallerie, strettoie al passaggio tra vuoti di coltivazione, ecc. si è potuto, con buona approssimazione, ricostruire l'andamento dei flussi interni dell'aria.

Rinaldi pubblica uno stralcio di una mappa del 1902 (RINALDI 1987 p. 36) (fig. 21), risalente ad un periodo in cui la miniera era ventilata solamente in modo naturale (il primo ventilatore fu montato nel 1909).

Le osservazioni sono state fatte nella medesima zona riportata nella mappa del 1902 e sono state riportate su una mappa del 1916 (fig. 22); paragonandole si può notare che alcune zone ora hanno circolazioni che sono opposte a quelle del periodo riferito alla mappa del 1902. Molte osservazioni riportano l'improvvisa ed inspiegabile scomparsa dei refoli d'aria percepiti fino a pochi metri prima. Le conclusioni tratte sono: la miniera non ha altri ingressi oltre alla Discenderia Fanante, la circolazione è solamente innescata tra le zone di coltivazione e le gallerie che le collegano. I grandi Celloni del "cantiere delle Cellette" fungono da corpo caldo rispetto alle gallerie, innescando una cella di circolazione d'aria. Le gallerie sono sufficientemente piccole rispetto alla massa d'aria della miniera da comportarsi come tubi capillari, piccole variazioni di pressione innescano grandi movimenti di bolle d'aria a diversa temperatura e densità. Le osservazioni e la ricostruzione della circolazione dell'aria han-

no dimostrato che, per la pianificazione delle attività in sotterraneo, è più importante conoscere la previsione della pressione barometrica rispetto alla temperatura esterna; anche la presenza degli speleologi, che percorrono zone da 50 anni praticamente statiche, produce degli effetti difficilmente quantificabili con contaminazione dell'aria respirabile con quella a bassissimo tenore di ossigeno (0-1%). Nel caso di gallerie di piccolo diametro, ad esempio 2 m per 1 m, gli speleologi hanno trascinato al ritorno, con il loro passaggio, l'aria cattiva; quindi non è mai garantito ritrovare l'aria respirabile dove si è indossata la maschera. Questo condiziona il calcolo dell'autonomia residua e quindi il tempo di permanenza in zona ACAR e la permanenza della squadra di appoggio, che dovrà necessariamente monitorare attentamente le condizioni e retrocedere verso l'uscita a seconda del mutare delle stesse.

È indispensabile il controllo assiduo dei misuratori di gas per poter risparmiare l'aria delle bombole, 2.700 litri, che permettono un'autonomia media di circa 45-50 minuti. L'uso di questi strumenti è fondamentale, perché non ci si può basare sui sintomi percepiti; è ingenuo e molto pericoloso pensare che sia possi-



Fig. 20 – Prove anemometriche nella galleria verso i Fondi Vecchi (foto di G. Belvederi).

ma ancora relativamente lontana dal limite di esplosione (100% del LEL che corrisponde al 4,4% volumetrico); in più esso si incontra in zone con una bassissima percentuale di ossigeno e quindi senza possibilità di innesco, possibile con percentuali di ossigeno tra 11 e 12%; il monossido di carbonio (CO) non è mai stato rilevato e il biossido di zolfo (o anidride solforosa) non è presente in modo significativo; la CO₂ è presente fino al 5%, già molto pericolosa, ma sempre in zone dove la carenza di ossigeno impone già da tempo l'uso degli autorespiratori. A differenza di autorespiratori e misuratori di gas, le normali attrezzature e gli indumenti che gli speleologi usano, in miniera come in grotta, non sono ovviamente certificate ATEX. ATEX è il nome convenzionale (*ATmosphères EXplosibles*) che raggruppa due direttive dell'Unione Europea:

- la 2014/34/UE per la regolamentazione di apparecchiature destinate all'impiego in zone a rischio di esplosione; la direttiva si rivolge ai costruttori di attrezzature destinate all'uso in aree con atmosfere potenzialmente esplosive e si manifesta con l'obbligo di certificazione di questi prodotti;
- la 99/92/CE per la sicurezza e la salute dei lavoratori in atmosfere esplosive; si applica negli ambienti a rischio di esplosione, dove impianti ed attrezzature certificate

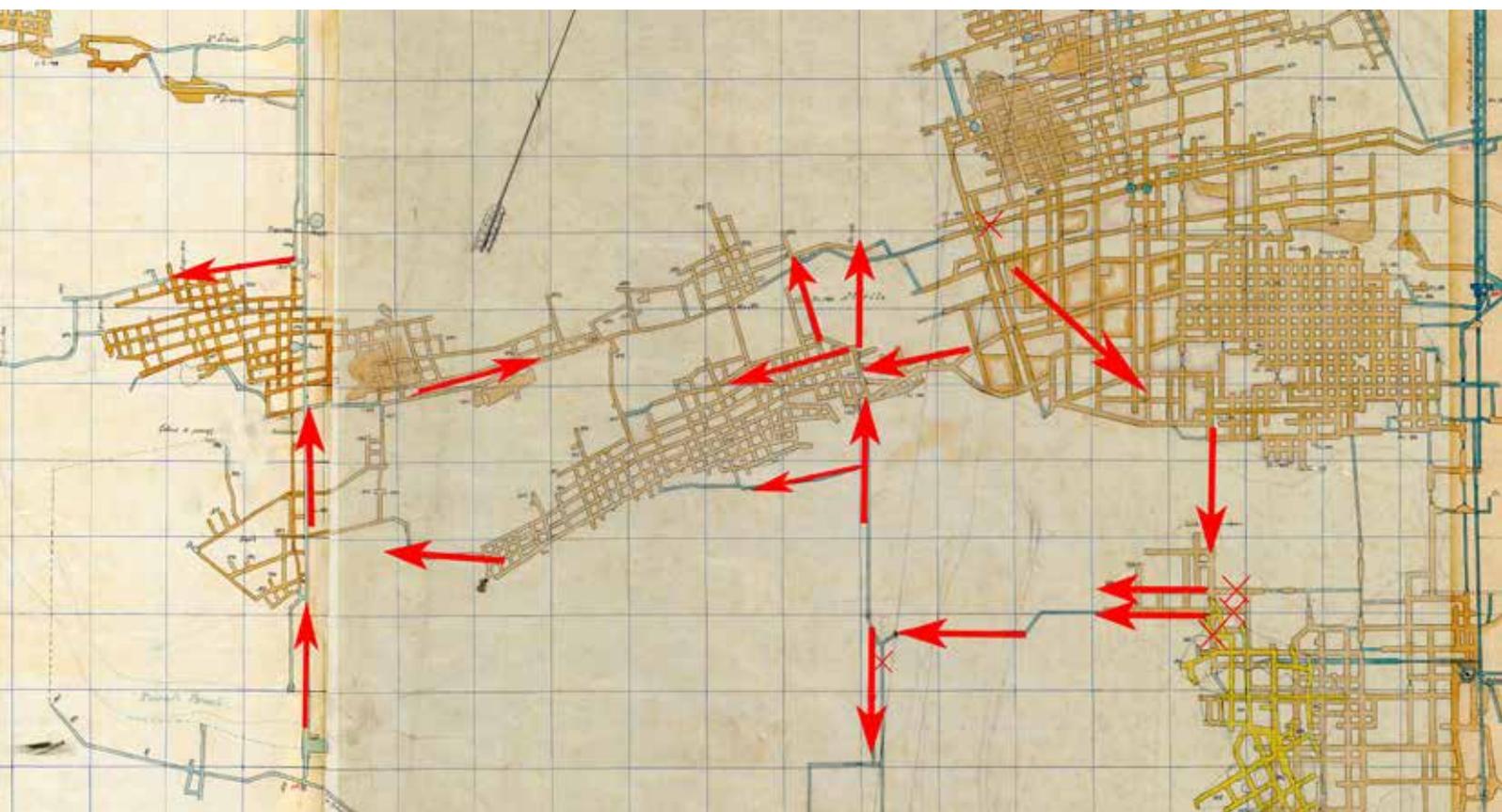
sono messe in esercizio ed è quindi rivolta agli utilizzatori.

Scintillamenti di un trapano o di un sottotuta di pile potrebbero innescare il metano presente in atmosfera se la sua percentuale raggiungesse il 100% del LEL. Nello stesso tempo ogni gas infiammabile possiede un livello minimo di combustione riferito al comburente/ossidante (l'ossigeno), il cosiddetto MOC (*Minimum Oxygen concentration for Combustion*), che per il metano è tra l'11% e il 12%: fortunatamente a Perticara, dove si riscontra alta percentuale di metano, c'è pochissimo ossigeno o è completamente assente. Quindi, in via teorica, la situazione parrebbe non pericolosa, ma tenendo presente che le condizioni cambiano in pochi metri, soprattutto la percentuale di ossigeno, raggiungere condizioni di pericolo è estremamente facile. Di conseguenza il controllo costante dei parametri dell'atmosfera del sottterraneo è essenziale alla sicurezza della squadra.

Comportamenti individuali

Gli speleologi hanno studiato e si sono imposti delle procedure da seguire durante la progressione; nella squadra di esplorazione ogni componente ha ruoli precisi. Chi coordina la

Fig. 22 – Stralcio della mappa del 1916 con evidenziata la circolazione dell'aria, dalle osservazioni anemometriche. Le "X" rosse evidenziano le gallerie prive di circolazione d'aria (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").



Data	CombEX %	O2 %	CO ppm	H2S ppm
	Picco	Picco	Picco	Picco
26/04/2014	0	0,1	0	20
27/04/2014	0	3,5	0	0
11/05/2014	0	4,9	0	1
02/06/2014	13	1,2	0	1
30/11/2014	0	16	1	1
06/12/2014	17	0,1	1	22
20/12/2014	11	0,2	0	1
21/12/2014	11	3,3	0	0
21/12/2014	18	0	0	8
05/01/2015	0	16	1	1
10/01/2015	13	6	1	1
10/01/2015	0	17	1	1
11/01/2015	10	3	1	1
25/01/2015	0	16	1	1
01/02/2015	27	0	1	12
14/02/2015	7	10,5	1	1
08/03/2015	7	10,6	1	1
21/03/2015	0	17,9	1	1
29/03/2015	7	10,9	1	1
02/05/2015	7	10,3	1	1

	Discenderia Ovest
	Fondi Vecchi
	Livello 0
	Livello 1

Fig. 23 – Tabella dei picchi elaborata dai log dei misuratori di gas.

squadra in zona ACAR deve tenere sempre presente lo stato oggettivo dell'ambiente, valutare le percentuali dei gas presenti e lo stato psicologico dei compagni. Le procedure devono essere rigidamente rispettate: in prima linea c'è chi porta il misuratore multigas, in avvicinamento nelle gallerie ad aria respirabile e in zona ACAR legge a cadenze regolari la percentuale dell'ossigeno, sia per informare i compagni sia per manifestare il suo stato psicofisico. In zona ACAR uno speleologo controlla il tempo trascorso dal momento in cui sono state indossate le maschere e i manometri dei compagni per controllare il consumo di aria; infine valuta con il coordinatore quando tornare. La squadra deve riconoscere il ruolo di ogni membro e seguirne le decisioni. Non basta: le zone ACAR vanno affrontate con consapevolezza e determinazione, ma senza sottovalutarle; la "Overconfidence" è pericolosa quanto la carenza di ossigeno (fig. 24).

La progressione nella miniera di Perticara mette sicuramente alla prova materiali e persone, mentre si procede all'interno delle gallerie si è costantemente sotto stress psicologico; non solo l'ambiente, in zona ACAR, è privo di aria respirabile, ma anche le strutture e la stessa roccia incassante sono fonti di pericolo; quindi lo stato psicologico dei componenti della squadra è sempre fonte di attenzione per chi

coordina le attività. È indicativo riprendere parte del diario di un componente della squadra durante il campo dal 25 al 27 aprile 2014, il quale diede l'avvio alle attività del progetto. Per la prima volta la Squadra Solfi approcciò una zona ACAR: la Discenderia Ovest.

....Il "giro cavalli" è abbondantemente vivibile, l'ossigeno rimane stabile sul 19.8%, ci aggiriamo nella stanza raccattando e catalogando scarpe, scatolette e oggetti vari.

...Ora però dobbiamo andare a tirare la coda al drago, siamo qui per questo....

Al fondo della stanza del "giro cavalli" c'è un portale, da dove mi trovo vedo il terreno sprofondare nel buio in forte pendenza. Indossiamo gli autorespiratori in tre: Marisa, Oscar ed io, gli altri rimarranno in attesa pronti ad un improbabile soccorso. Sono le 11,59 minuti e 30 secondi, passiamo la soglia ed entriamo in un altro mondo. Dopo due metri, parte l'allarme del misuratore, l'ossigeno è passato al 16,7% già abbondantemente sotto la soglia dell'ipossia. Scendiamo due passi, chiedo a Marisa, che ci precede di qualche metro e che sta leggendo il misuratore multigas, quanto è la percentuale di O₂... risponde: 0.1%! Sono le 12,02 minuti e 30 secondi: abbiamo superato il confine del mondo morto. Ora la nostra vita è scandita dal conto alla rovescia di 25 minuti e dal sibilo dell'erogatore che enfatizza ogni respiro. Entriamo in un buio vec-



Fig. 24 – Speleologi lungo il Livello 0 in condizioni ACAR (foto G. Belvederi).

chio di 50 anni che retrocede, sciabolato dai nostri led, faticosamente, lentamente, denso, come attaccato alle pareti.

Sono le 12,05 minuti 30 secondi, O_2 a -0.1%, le letture del misuratore sono a fondo scala e stanno perdendo di attendibilità, psicologicamente l'ambiente è estremamente ostile. Emergono dal buio le strutture della galleria, le cose abbandonate; proseguiamo verso il basso accompagnati dal suono inquietante dell'allarme del misuratore. Scatto qualche foto. Cerco di analizzare il mio stato psicologico: sono tranquillo? Sono cosciente di quello che sto facendo? Mi sembra di sì: faccio i conti del flash, cerco di inquadrare i compagni e la galleria, sento Marisa che continua a scandire le letture del misuratore. Mi accorgerò se perderò il controllo? Sono solo istanti, come ho notato in altre occasioni; è la reazione istintiva al pericolo che ti mantiene lucido, è l'adrenalina pompata nel sangue che ti fa diventare una macchina: controllo il consumo d'aria sul manometro, controllo Oscar che tiene il tempo e guarda i nostri manometri, controllo Marisa che continua le letture. Nel ricordo la percezione dell'intorno è precisa, tagliata con la scure. Stiamo andando bene, faccio qualche altra foto aiutato da Marisa che tiene il secondo flash. Ci comportiamo come ci eravamo imposti di fare, nessuno di noi dimentica il proprio ruolo.

Il pensiero che fuori dalla maschera c'è il drago in agguato non mi sfiora neppure.

Marisa continua il suo lavoro: O_2 a 0.1%... O_2 a 0%, H_2S 9 ppm... O_2 a -0.1%... O_2 a 0%. Arriviamo all'acqua che, sapevamo, doveva segnare il livello di falda sotto il quale la miniera è totalmente allagata. Inizialmente non sembra nemmeno acqua, ma un accumulo di marna franata che intasa la galleria; l'aspetto è denso, grigio, il fondo è di fanghiglia nera, la superficie è ricoperta da uno spesso strato di zolfo colloidale bianco. Non so se si possa ancora considerare acqua. Oscar inaspettatamente lancia un piccolo sasso nell'acqua, l' H_2S schizza a 20 ppm.

Faccio alcune foto e cominciamo la risalita, ho ancora più di 200 bar di aria nella bombola; anche se consumerò di più in salita non ci saranno problemi. Notiamo una diramazione sulla sinistra: è la galleria di collegamento con il riflusso Montecchio, lo sappiamo dalla mappa, decidiamo di non entrare. Proseguiamo e vedo Oscar che accelera verso l'uscita, ...non dovrebbe fare così... dovevamo essere sempre in contatto tra noi, comunque ne parleremo dopo, al *debriefing*. Ogni due passi controllo che Marisa mi stia seguendo e sento l'allarme del sensore che mi segue. Vedo le luci dei compagni al limitare del "Giro Cavalieri", passo il portale, sono fuori.

Sono le 12,14 minuti e 30 secondi, O_2 al 19.8%, H_2S 0 ppm....

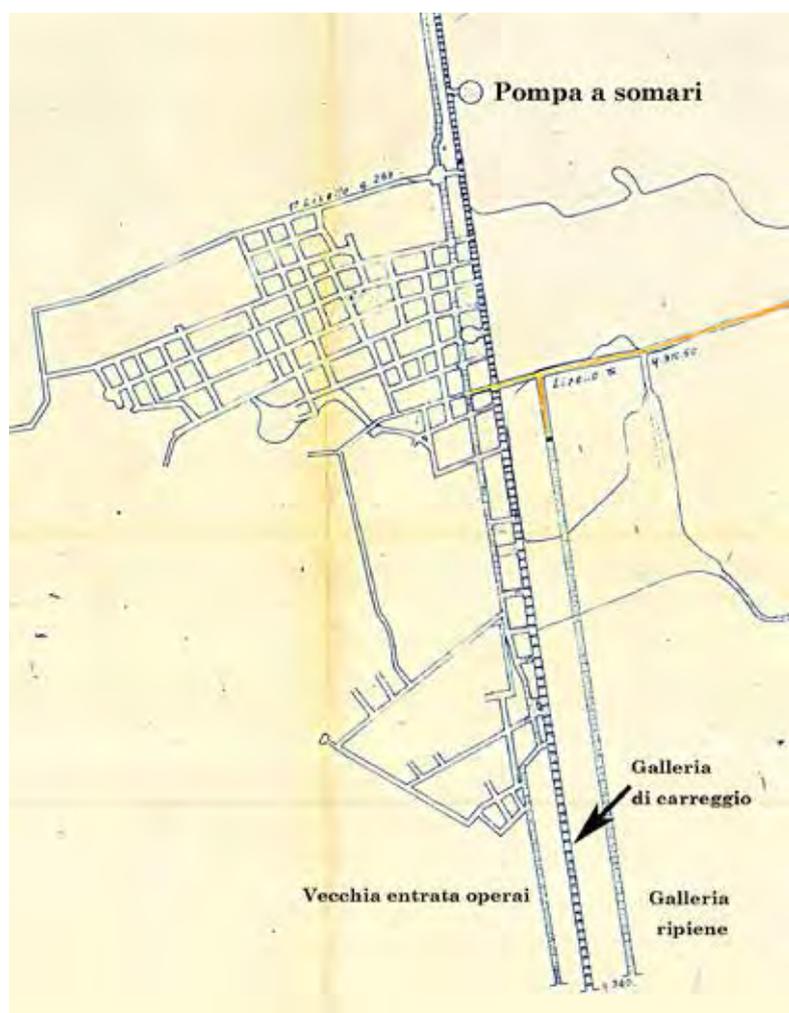


Fig. 25 – Stralcio della mappa del 1962 con evidenziata la struttura delle gallerie della Discenderia Fanante (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

Documentazione cartografica

Per potere effettuare una buona pianificazione delle esplorazioni era necessario possedere una buona documentazione cartografica delle gallerie della miniera. Il Museo Sulphur possiede un ricco fondo cartografico di mappe, che gli speleologi hanno consultato per potersi documentare. Tra i partner del progetto figura il Servizio Statistica, Comunicazione, Sistemi Informativi geografici, educazione alla sostenibilità e Partecipazione della Regione Emilia-Romagna, che attraverso i servizi dell'Archivio Cartografico Regionale ha scansionato un cospicuo numero di mappe del fondo. Le mappe sono state georiferite sulla cartografia tecnica regionale, in questo modo le mappe hanno assunto la loro dimensione nello spazio, diventando misurabili con uno strumento GIS.



Fig. 26 – Cellone detto “Le stalle” (foto G. Belvederi).

Gli speleologi hanno digitalizzato le mezzerie delle gallerie, in modo da creare un grafo connesso su cui era possibile avere le lunghezze delle gallerie, in modo da pianificare la riesplorazione in relazione alle distanze da percorrere e alla valutazione del consumo di aria. Dal grafo complessivo (fig. 2) delle gallerie sono stati stralciati tutti i tunnel che verosimilmente non potranno essere raggiunti: tutti i livelli interessati dal livello di falda sotto il quale la miniera è totalmente allagata e le zone troppo remote, non raggiungibili con l'autonomia degli autorespiratori. In fig. 31 è riportato il grafo ridotto con indicate le lunghezze dei tratti di galleria espresse in metri.

Le attività di riesplorazione, fino ad ora, hanno interessato le zone dette: Discenderia Fanante, Livello 0, Discenderia Ovest, Riflusso e Pozzo Montecchio, Livello 1, Fondi Vecchi, Galleria del Gaggio, “le Scale”, Pozzo di Casalbono.

Discenderia Fanante

Allo stato attuale delle conoscenze la Discenderia Fanante è l'unico ingresso percorribile

che dà accesso alla miniera di Perticara; si tratta di un complesso di 3 gallerie parallele tra loro con una pendenza media di circa 25-30 gradi (fig. 25).

La prima delle tre di circa 200 metri, la più facilmente percorribile ed accessibile, era un accesso con carreggio per l'ingresso del materiale di ripiena che, in seguito, tolte le rotaie, servì per l'accesso dei muli dei carreggi profondi e degli operai e collega la superficie al livello 0 o livello di carreggio principale. Si apre lungo il Torrente Fanantello in destra idrografica, dove terminava la vecchia strada carrabile che conduceva al cantiere Fanante, a pochi metri sopra al torrente. Lo stato della galleria è molto degradato, ma permette ancora, con le dovute attenzioni, l'accesso al sotterraneo. Lungo l'asse della galleria si incontrano varie diramazioni, quasi tutte intasate da crolli o da accumuli di inerte. Una di queste diramazioni dà accesso ad una vasta sala che conserva alcune strutture somiglianti a stalli di animali e per questo motivo è denominata “le stalle” (fig. 26). Le armature della galleria, butte in legno, sono completamente crollate, i portali che si incontrano lungo la discesa mostrano

chiaramente come la roccia incassante, oltre al distacco di ampie lamine, “stringa” comprimendo le soglie e gli architravi (fig. 27).

La seconda delle tre, con una pendenza leggermente superiore è la galleria di carreggio che serviva all'estrazione del minerale, incrocia il livello 0 e prosegue verso le zone profonde della miniera, oggi completamente allagate (fig. 28). La galleria è ancora attrezzata con rotaie e rulli di scorrimento dei cavi di traino dei carrelli di minerale (fig. 29). L'ingresso della galleria di carreggio, oggi difficilmente percorribile, al tempo del funzionamento della miniera era protetto da un manufatto in pietra e collegato al cantiere Fanante con un ponte con la medesima inclinazione della galleria. Lungo l'asse della discenderia si riscontrano alcune sale rotondeggianti leggermente fuori asse e collegate con brevi ed ampi portali. Nelle mappe ottocentesche sono definite “pompe somari” o “pompe cavalli”, quindi si tratta delle strutture che ospitavano le pompe di drenaggio del sottoterraneo azionate a traino animale (fig. 25). La terza galleria, dall'aspetto molto più antico e degradato (fig. 30), si perde anche questa affondando oltre il livello allagato; serviva per

l'ingresso operai prima del 1917. In vari punti questa terza galleria è raggiungibile da brevi tratti di collegamento con il carreggio. All'incrocio con il Livello 0 un'angusta ed estremamente degradata galleria collega l'accesso operai con la terza galleria di servizio superando quella di carreggio con un sovrappasso oggi crollato ma ancora identificabile. Lungo l'asse della galleria più antica si aprono alcuni vuoti di coltivazione, “Celloni” comodamente raggiungibili. Data la loro estrema vicinanza con l'esterno e la facile identificazione sulle mappe, sono stati riconosciuti come zone di coltivazione risalenti ai primi anni di sfruttamento della miniera. Sono zone di estremo degrado con piccole aree allagate con acque sulfuree dal caratteristico colore lattiginoso.

“Livello 0” e “Riflusso Montecchio”

Il Livello 0 era l'asse di carreggio fondamentale dell'intera miniera, all'incrocio con la Discenderia Fanante, descritta in precedenza, si presenta come una grande galleria fornita di tre linee di carreggio che s'innestano nella

Fig. 27 – Discenderia Fanante, portale (foto G. Belvederi).





Fig. 28 – Discenderia Fanante, limite del livello di falda (foto G. Belvederi).

Fig. 29 – Discenderia Fanante, carreggio (foto G. Belvederi).





Fig. 30 – Discenderia Fanante, antico passaggio operai (foto G. Belvederi).

linea che portava all'esterno (fig. 32). Percorrendola da ovest verso est cioè dall'incrocio con la Discenderia Fanante verso le zone remote del Riflusso Montecchio, la galleria perde rapidamente le sue ampie dimensioni e, dopo aver superato la prima porta pneumatica, diventa ad un solo binario con muri di ripiena laterali (fig. 33). Tali muri non sono solo consolidamenti o accumuli di inerte, nascondono vasti vuoti di coltivazione abbandonati quando furono dichiarati esauriti. In realtà quella che oggi si presenta come una ben strutturata galleria, si potrebbe definire come un percorso preferenziale all'interno dei grandi Celloni del cantiere delle Cellette, che con il progressivo esaurimento furono isolati con muri di ripiena per non disperdere la circolazione forzata dell'aria e preservare le importanti zone di caroggio dai pericoli di crollo ed incendio. In molti luoghi la ripiena è crollata e sono visibili i vuoti che nasconde (fig. 34); percorrendoli si può tornare sui propri passi e raggiungere le sale adiacenti alla Discenderia Fanante o percorrere lunghi tratti paralleli al Livello 0

in direzione del Riflusso Montecchio. Dall'interno del Cellone raggiungibile dalle "Stalle", sala descritta precedentemente, attraverso alcuni stretti passaggi si perviene ad ampie sale contigue al Livello 0 dove sono ben evidenti tracce di un antico incendio che ha "cotto" le spalmature di bitume e disgregato in molti punti grandi quantitativi di marna che ora ingombrano i passaggi. In questi luoghi, già molto distanti dalla superficie, sono state riscontrate evidenti tracce di frequentazione di istrici che riescono a percorrere nel buio totale l'accidentato percorso e soprattutto ritrovare la via per l'esterno. Durante le esplorazioni in questi vuoti di coltivazione gli speleologi hanno ritrovato un'antica barella per il trasporto del materiale, che erano utilizzate in cantieri dal fondo accidentato, dove non erano gettati i binari; la barella è ora visibile al Museo Sulphur (fig. 35).

Proseguendo lungo l'asse del Livello 0 si incontra, in un allargamento della galleria, una fossa tipo officina, probabile area di manutenzione locomotori (fig. 36). Dopo circa 500 me-

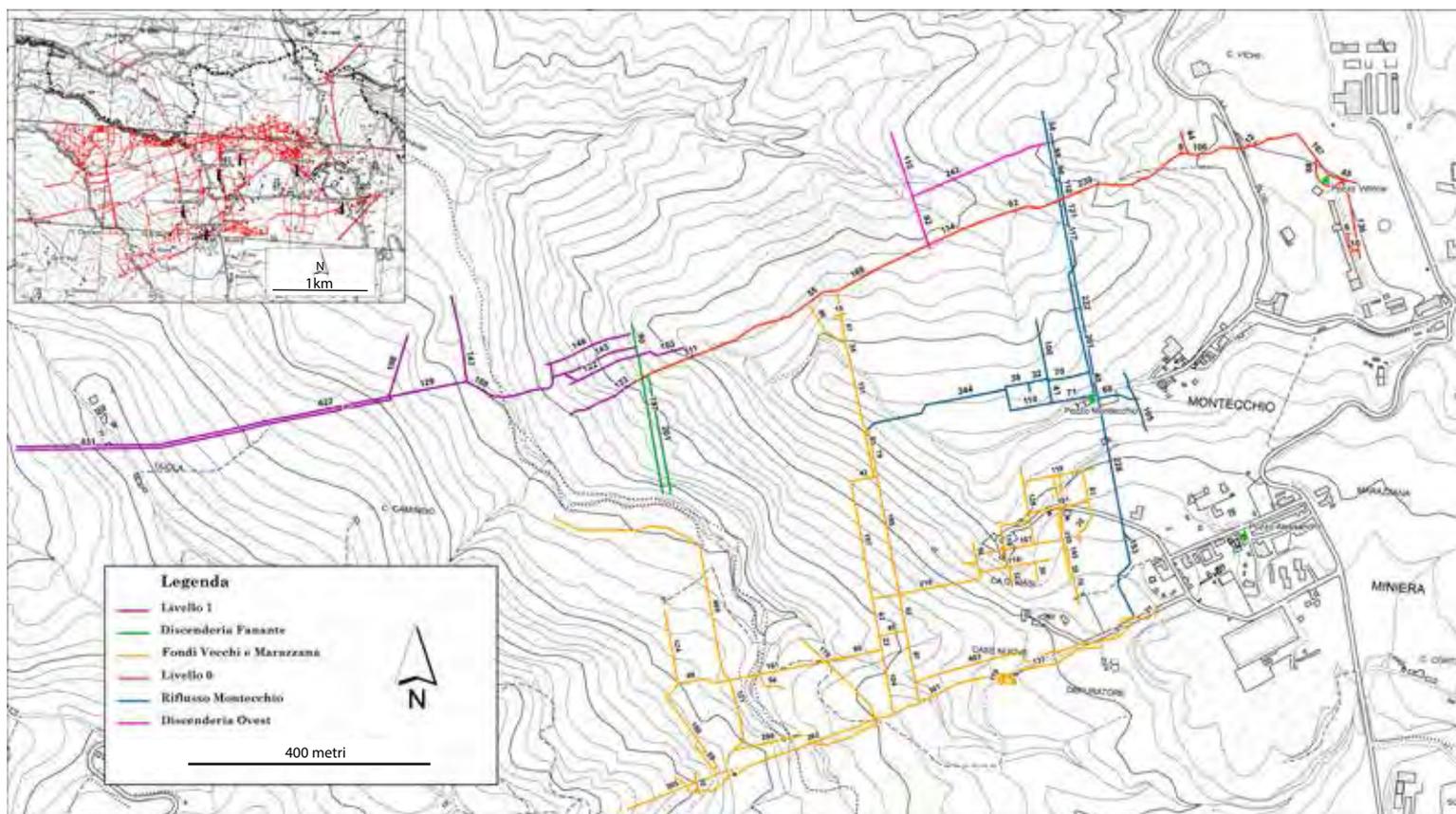


Fig. 31 – Grafo ridotto delle gallerie esplorabili quotate con strumenti GIS (elaborazione M.L. Garberi).

tri dall'incrocio con la Discenderia Fanante, la galleria del Livello 0 sbocca in una ampia sala con evidenti tracce del basamento di un argano: oggi detto il "Giro Cavalli" (fig. 37). La sala conteneva l'argano di servizio alla Discenderia Ovest e il suo nome si deve al fatto che, prima della messa in opera dell'argano elettrico, vi era un sistema a traino animale detto sulle vecchie mappe "Maneggio a Cavalli". La sala è molto degradata e presenta un grande cedimento del soffitto che ha quasi completamente ostruito l'accesso al proseguo del Livello 0 in direzione del Riflusso Montecchio. La galleria si presenta molto più degradata del tratto precedente, con vistosi crolli del soffitto e delle ripiene laterali, spesso il piano di calpestio è in realtà oggi a livello del cielo della galleria (fig. 38). Il Riflusso Montecchio si raggiunge dopo circa altri 600 metri di galleria in condizioni peggiori del primo tratto, molto spesso in condizioni ACAR (fig. 39). La zona di incrocio tra il riflusso e la galleria principale è composto da una struttura in muratura provvista di porte pneumatiche, che in origine erano stagne e permettevano al riflusso di agire, separato dal Livello 0, come risucchio

dell'aria delle zone profonde della miniera innescando così il ricircolo di aria pulita verso il fondo del sotterraneo. La struttura è piuttosto degradata, come la galleria di riflusso che si inabissa verso le zone profonde (fig. 40) o che risale verso la base del Pozzo Montecchio. La struttura dell'incrocio, essendo lievemente più bassa dell'odierno piano di calpestio della galleria principale, rimane contaminata costantemente da una presenza di aria a basso contenuto di ossigeno 15/16% risultando molto pericolosa all'attraversamento anche se le condizioni generali possono essere di aria respirabile. Il Riflusso Montecchio originariamente fu pensato come galleria inclinata di carreggio ed era denominato "piano inclinato Montecchio" diretto verso l'omonimo pozzo; dopo il 1909 la sua destinazione d'uso fu mutata in galleria di riflusso ed affondato fino ai livelli più profondi della miniera.

Il Livello 0, oltre l'incrocio con il Riflusso Montecchio, è molto degradato e presenta crolli laterali che ne ocludono quasi completamente la luce, anche il soffitto è in alcuni punti crollato (fig. 41).

Questo è il limite esplorativo che, fino ad ora,

è stato raggiunto nell'area del Livello 0 a circa 1500 metri dall'ingresso del sotterraneo. Dalle mappe si deduce che percorrendo altri 600 metri di galleria si potrebbe raggiungere una zona dove ci dovrebbero essere i resti di una officina interna e con altri 200 metri si potrebbe raggiungere la base del Pozzo Vittoria la cui struttura del cavalletto, all'esterno, è a fianco al Museo Sulphur, sede del vecchio cantiere Certino.

Discenderia Ovest

La Discenderia Ovest parte dalla sala argano del Livello 0, il "Giro Cavalli", e si inabissa per circa 120 metri verso le zone profonde della miniera, raggiungendo in breve il livello di falda sotto cui la miniera è totalmente allagata. È una zona esplorativa esigua rispetto alle altre, ma ha delle caratteristiche talmente peculiari che necessita di una sua descrizione particolareggiata.

La discenderia fu chiusa, con la miniera ancora in attività, con un muro lasciando solamente un accesso dato da una piccola porta; con questa configurazione l'argano presente al "Giro Cavalli" non poteva più funzionare, in-

fatti il cavo portante che permetteva il traino dei carrelli, si trova raccolto all'interno della sala dell'argano (fig. 42). La galleria inizia con una pendenza di circa 45° che si spiana progressivamente verso il fondo. La galleria è fiancheggiata da muri di ripiena che la isolano dai cantieri delle Cellette inferiori. Il carreggio e le strutture delle armature e della ripiena sono in buone condizioni, il metallo delle rotaie non è ossidato e il legno del guarnissaggio laterale è in buono stato; di conseguenza la galleria è abbastanza sgombra e di facile percorrenza (fig. 43). Lungo la parete corrono ancora tubi e cavi; è senza dubbio la galleria con le condizioni strutturali migliori incontrate nella esplorazione di Perticara. Questa sua insolita situazione è spiegabile con le particolari condizioni dell'atmosfera della galleria: oltre il portale la percentuale di ossigeno crolla in pochi metri allo 0%. Le strutture sono state preservate da una atmosfera non ossidante. Normalmente in questo ultimo tratto di discenderia l'ossigeno rimane allo 0% e c'è presenza di acido solfidrico (H_2S), metano e CO_2 . Raggiunta l'area allagata, si può notare come al contatto con il livello di falda la galleria presenta notevoli crolli dati dal degradarsi delle



Fig. 32 – Livello 0, carreggio (foto G. Belvederi).



Fig. 33 – Livello 0, muri di ripiena (foto G. Belvederi).

Fig. 34 – Livello 0, cantiere delle Cellette superiori (foto G. Belvederi).





Fig. 35 – Antica barella di trasporto del minerale (fotogramma video M.L. Garberi).

Fig. 36 – Livello 0, a destra fossa manutenzione locomotori (foto G. Belvederi).





Fig. 37 – Giro Cavalli, sala dell'argano (foto G. Belvederi).

Fig. 38 – Livello 0, verso il Riflusso Montecchio (foto G. Belvederi).





Fig. 39 – Livello 0, porta pneumatica all'incrocio con il Riflusso Montecchio (fotogramma video M.L. Garberi).

Fig. 40 – Riflusso Montecchio (fotogramma video M.L. Garberi).





Fig. 41 – Livello 0, oltre il Riflusso Montecchio (fotogramma video M.L. Garberi).

Fig. 42 – Giro Cavalli, cavo dell'argano (foto G. Belvederi).



strutture dell'armatura a contatto con l'acqua. L'acqua è densa e nerastra così come la fanghiglia sul fondo, con uno strato superficiale cristallizzato di colore bianco, probabilmente zolfo (fig. 44). Appena raggiunto il bordo della zona allagata l'acido solfidrico, con la sola vibrazione dei passi, aumenta in modo repentino. Poco prima di raggiungere il limite dell'acqua che allaga la discenderia, sulla destra di chi scende si incontra una stretta galleria che, dalle mappe, collega la discenderia con il Riflusso Montecchio; percorsa per una trentina di metri si raggiunge un muro ancora intonato che chiude ermeticamente la galleria. Un foro fu praticato al centro di tale muro e quindi richiuso con cemento quando ancora la miniera era in funzione: probabilmente si tratta di una "condanna" di un incendio aperta e richiusa dopo una ispezione non andata a buon fine. Dal diario delle uscite (21/11/2015):

.....Dobbiamo campionare l'acqua della discenderia Ovest, Fabio farà delle analisi, quindi serve l'acqua. Il tempo è brutto, la pressione bassa, ma la discenderia Ovest, con il suo 0% di O₂ non può peggiorare.... Entriamo: c'è un certo equilibrio nell'aria della Discenderia Fanante, brutto auspicio, raggiungiamo il livello 0 e ci incamminiamo, dopo alcune decine di metri ci troviamo l'aria con il 16% di ossigeno! Indossiamo le maschere e ci dirigiamo verso la discenderia Ovest. Siamo in tre: Giovanni, Enrico ed io. Il drago è agitato, il livello 0 presenta un alto tenore di metano fino al 21% del LEL, che non abbiamo mai incontrato in questo livello! Arriviamo alla Ovest e scendiamo giù lungo il ripido piano inclinato, superiamo la galleria sulla destra eraggiungiamo l'acqua, che è altissima. L'acqua è cresciuta di circa 20 metri lineari lungo la galleria al livello più alto che noi si sia mai visto, ma anche ad un livello record; ho controllato le mie riprese dell'inverno scorso, e nei luoghi dove ora c'è l'acqua non vi era traccia che le armature o la ripiena fossero mai state bagnate. Enrico campiona l'acqua e ce ne andiamo.

Livello 1

Lungo la galleria di carreggio della Discenderia Fanante dopo circa 80 metri dall'incrocio con il livello 0 (fig. 45) si incontra, poco prima di raggiungere il limite allagato, una galleria sulla sinistra che incrocia la terza galleria della Discenderia e prosegue, angusta, dopo

un muro da tempo sfondato. Questa vecchia galleria dall'aspetto ottocentesco è in stato di estremo degrado, le armature costituite da esili butte in legno, sono tutte schiantate dalla pressione del soffitto, la ripiena laterale è frantumata e lascia filtrare il terreno soprastante. La progressione è spesso complicata dall'obbligo di infilarsi tra le maglie delle armature rotte, gli speleologi devono essere attenti a non toccare le precarie armature (fig. 46). La galleria che procede rettilinea verso ovest, dopo circa 240 di metri incrocia in profondità il Torrente Fanantello, la galleria si presenta asciutta, quindi il torrente soprastante scorre in un alveo totalmente impermeabile, sospeso. Questo potrebbe spiegare le piene improvvise e brevissime del torrente non condizionate dalla presenza di una falda profonda che possa regolamentarne il flusso. Dopo circa 300 metri dalla Discenderia la galleria comincia a presentare scarsità di ossigeno, presenza di metano e ampi crolli; dalle mappe si evince che la galleria fu scavata ancora per un migliaio di metri ed abbandonata, non si è ritenuto necessaria una esplorazione esaustiva che avrebbe comportato l'uso degli autorespiratori i quali, con il loro ingombro, avrebbero reso la prima parte del percorso molto problematica.

Dal diario delle uscite (30 novembre 2014):

..... come resistere a quel buco nel muro dove strisciare dentro e poi la galleria bassa, angusta come tutte quelle scavate nell'Ottocento, le esili armature sono piegate e schiantate sotto la spinta potente della roccia che stringe inesorabile, esplorando ho l'impressione di muovermi all'interno di una immensa e minacciosa partita di Shanghai. Le ripiene sono stanche, spacciate..... nel terriccio che filtra dalle ripiene ci sono le impronte dei toporagni che abitano numerosi in questa galleria, ogni tanto qualcuno spunta tra i sassi del pavimento, con i suoi occhietti curiosi.....arriviamo ad alcune pozze bluastre con cornici concentriche bianche..... arriviamo ad un crollo, che si supera facilmente, al di là la galleria scende un po' e si vede la grande curva che mostra la mappa, siamo al limite del 17 %..... e poco dopo inesorabile l'ossigeno passa sotto, dobbiamo tornare.....

Fondi Vecchi e Pozzo Montecchio

Lungo il Livello 0 dopo circa 400 metri dall'incrocio con la Discenderia Fanante proceden-



Fig. 43 – Discenderia Ovest (foto G. Belvederi).

Fig. 44 – Discenderia Ovest, limite del livello di falda (foto G. Belvederi).





Fig. 45 – Livello 1 (foto G. Belvederi).

Fig. 46 – Livello 1, armature lesionate (fotogramma video M.L. Garberi).





Fig. 47 – Salita verso i Fondi Vecchi (foto G. Belvederi).

do verso est si incontra una galleria a destra che risale verso sud. Dalle mappe si riconosce come una galleria che, scavata nello sterile, collegava la miniera di Perticara con la miniera Marazzana (fig. 47). Questa galleria è un importante collegamento tra le zone più accessibili del Livello 0 e le aree dei Celloni ottocenteschi nei pressi del Pozzo Montecchio. La denominazione “Fondi Vecchi”, che normalmente si usa per indicare questa area, in realtà non è esatta: i veri “Fondi Vecchi”, così denominati nelle mappe, si trovano molto più lontano a est della “Lente Testalunga”. Più propriamente questa area si dovrebbe indicare come galleria verso Marazzana o verso i Fondi Vecchi, dato che era una via diretta a quelle zone della miniera (fig. 48). La galleria, in relativa salita, incontra vari accessi ad antichi cantieri di coltivazione e gallerie parzialmente ostruite. Dopo circa 260 metri sulla sinistra, procedendo verso sud, si incontra il bivio per il Pozzo Montecchio, segnalato anche da una originale scritta sul soffitto in nerofumo di carbonio (fig. 49). Proseguendo la galleria si spiana e, successivamente, inizia ad abbassarsi di quota cominciando a presentare condizioni di scarsità di ossigeno fino al 4% e con presenza di piccole percentuali di metano e acido solfidrico. Dopo circa 140 metri si raggiunge una zona allagata con la volta ribassata, che impe-

disce la progressione. Lungo l’asse della galleria a 80 metri dal bivio si incontra una galleria sulla destra chiusa da una frana, proseguendo altri 60 metri si incontra un altro bivio a destra, non indicato sulla mappa, che è interrotto da un paio di muri che chiudevano l’accesso. Il secondo muro è stato smontato per poter passare con gli autorespiratori e affacciarsi su una galleria parallela alla salita indicata sulle mappe e che poteva essere molto interessante per evitare il tratto allagato e raggiungere la galleria principale di Marazzana (fig. 50). Con delicati passaggi, indossando gli autorespiratori, si raggiunge la galleria parallela: a destra il passaggio è occluso da un crollo che ingombra totalmente lo scavo, mentre a sinistra si prosegue per circa 80 metri fino ad un accumulo artificiale che, intenzionalmente, sbarrava il passaggio. Curiosamente l’accumulo è attraversato da un condotto a sezione quadrata in legno di 20 cm di lato e lungo un paio di metri, che assicurava la circolazione dell’aria (fig. 51). Tale condotto testimoniava la volontà di impedire il passaggio ma di mantenere una circolazione forzata dell’aria per garantire la percorribilità e la sopravvivenza nel sotterraneo anche quando le zone di coltivazione della miniera di Marazzana erano già state abbandonate.

Dal diario delle uscite (10 gennaio 2016):

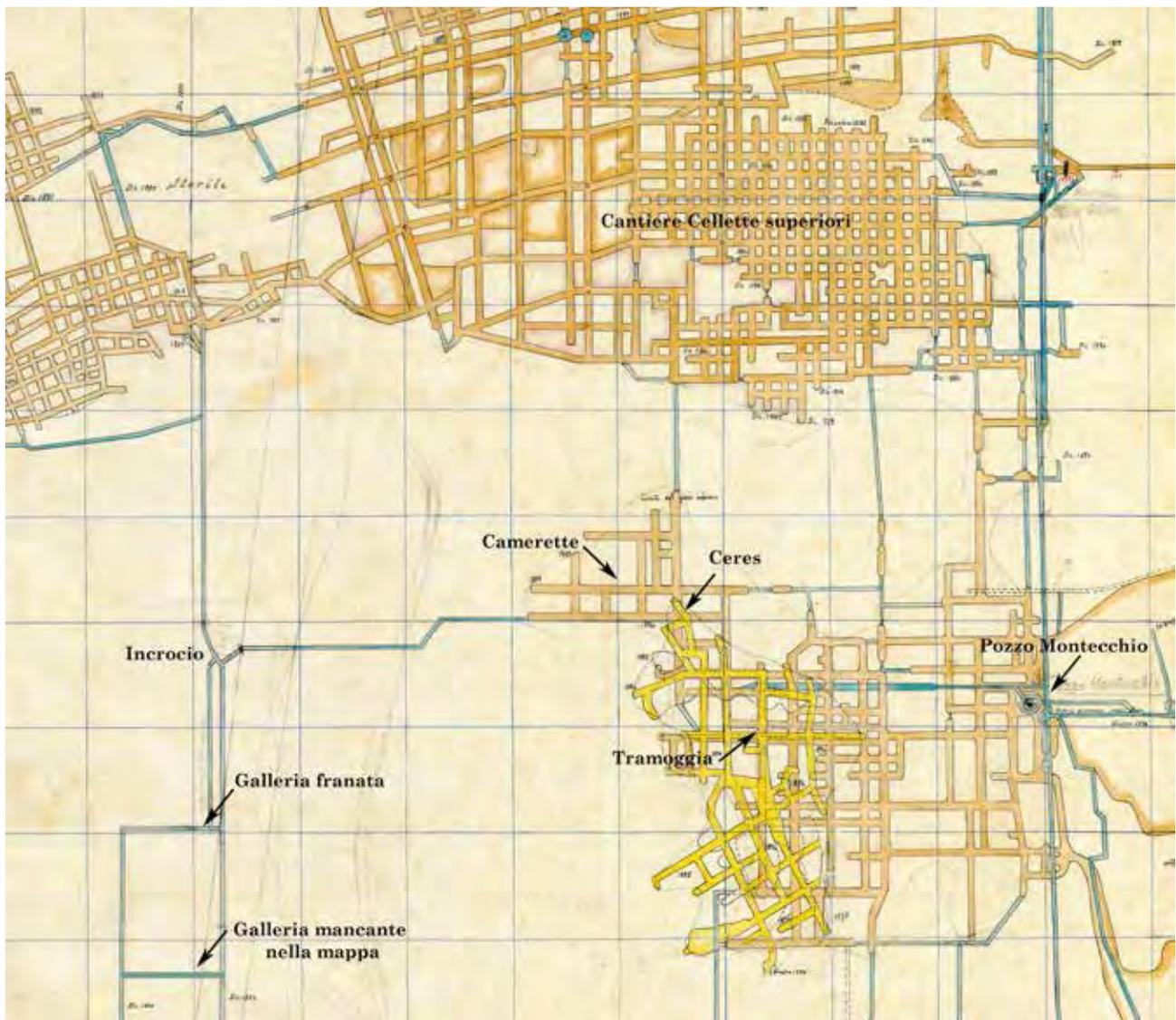


Fig. 48 – Stralcio della mappa del 1916 con evidenziati i luoghi notevoli dell'area (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

Questa volta siamo un bel numero, grazie anche alla presenza di un nutrito gruppo di urbinati che ci aiutano a portare il materiale. La pressione non è altissima, lungo il Livello 0 l'ossigeno oscilla tra il 19,7 e il 20,3%, l'anidride carbonica si presenta già piuttosto alta 0,5-1%, anche in presenza di ossigeno. Iniziamo la salita dei Fondi Vecchi, ossigeno stabile sul 19,4%, poca circolazione d'aria. Raggiungiamo il quadrivio, ci riposiamo e poi partiamo verso l'alto Belvederi, Rossi ed io per la puntata con le bombole accompagnati da Peruzzi e Giannotti; la squadra appoggio ci aspetta al quadrivio. Superiamo di poco la Galleria dei Ragni e l'ossigeno precipita, ... Rossi allarga il buco con una certa facilità, non è un vero muro ma un accumulo di detrito, striscio e scendo nella galleria che il cunicolo intercetta perpendicolarmente; alla mia destra è tamponata con un accumulo di detrito artificiale, alla mia sinistra prosegue, in lieve discesa, libera, con l'aspetto solido

... l'ossigeno è bassissimo, attorno al 3%, la CO_2 è 3,9%, dal soffitto pendono ragnatele, che oscillano al nostro passaggio. Camminiamo per circa 70/80 metri e arriviamo a un accumulo di detrito artificiale, la volta della galleria non presenta traccia di crolli, ...dal detrito spunta un tubo di legno.....

Tornando al bivio per il Pozzo Montecchio, e percorrendolo verso est, si procede in una zona parallela al Livello 0 a monte dei Celloni ottocenteschi del cantiere delle Cellette superiori. Dopo circa 300 metri si raggiunge un importante incrocio denominato in gergo "il Ceres" per la presenza di due bottiglie di birra Ceres semisepolte al centro dell'incrocio e indicanti la direzione di uscita (fig. 52). Tale incrocio dà accesso a due importanti zone esplorative: l'area del Pozzo Montecchio e il cantiere delle

Cellette superiori. Dall'incrocio del Ceres proseguendo a nord, in direzione del Livello 0 si incontrano gli ambienti del cantiere delle Cellette superiori: vuoti di coltivazione parzialmente chiusi da muri e porte, alcuni percorribili in aria respirabile altri in ACAR. L'area è completamente tappezzata da epsomite (fig. 53), che si sviluppa sia su strutture organiche (butte e travi) sia su tubi e residui di strutture in metallo. Questa area necessiterà di ulteriori approfondimenti perché è stata visitata in modo molto parziale e potrebbe permettere di raggiungere nuovamente il Riflusso Montecchio a monte del livello 0 nella zona della "Macchina di Olinto", che, se ancora esistente e *in loco*, mostrerebbe un sistema a vapore che azionava l'argano di sollevamento dei carrelli di minerale quando il Riflusso Montecchio funzionava come piano inclinato di recupero del minerale. Adiacente alla galleria che porta all'incrocio "Ceres" è stata individuata una struttura che potrebbe essere stata una antica riserverta esplosivi, ma sulle mappe tale manufatto non è indicata (fig. 54).

L'area del Pozzo Montecchio ha caratteristiche ACAR e complessivamente uno stato di stabilità molto precario; infatti durante un'esplosione si è verificato un crollo di una certa entità che ha causato un'incidente ad una speleologa il 2 maggio 2015:

..... La pressione non è altissima, l'aria è media ma ci consente di arrivare all'incrocio del Ceres con tenori di 19% di ossigeno. Indossiamo le bombole e partiamo Giovanni, Tommaso ed io. Percorriamo scarsi 50 metri e affrontiamo il solito passaggio in frana, io

sono in mezzo al gruppo, passa Giovanni, poi sto per affrontarlo quando sento uno schiocco secco e vedo la parete alla mie sinistra e il soffitto che mi vengono incontro..... una sensazione sgradevole che mi ha fatto formulare il seguente pensiero "è fatta...", la roccia mi rotola addosso, mi butta per terra. Mi rendo conto di aver trattenuto il respiro, quindi provo a respirare, la maschera funziona regolarmente..... la mente allora formula un nuovo pensiero "siamo a 50 metri dall'uscita della zona ACAR, ci sono 2700 litri di aria nelle bombole, vedrai che fuori ci vai, a costo di strisciare fino là!"

Intanto Giovanni e Tommaso cominciano a smontare i sassi che mi immobilizzano, sono libera, provo a mettermi in ginocchio... ci riesco! Provo a mettermi in piedi, traballo, mi fa male dappertutto o quasi ma ci riesco. Mi allungano un bastoncino che sembra quello di Igor in Frankenstein Junior e ci avviamo verso il Ceres, dove la squadra appoggio si carica il mio respiratore e la mia maschera, mi trova un altro bastoncino e cominciamo a tornare indietro, lentamente ma inesorabilmente. Mi fermo ogni tanto a riposarmi e pian piano arriviamo al livello 0. Lì utilizzo come supporto il basto dello zaino che ci eravamo portati per trasportare la scala, come rudimentale deambulatore funziona!

Usciamo, sono un po' provata ma mi devo sciogliere ancora il bosco e il ponte crollato, la squadra si fa in quattro per aiutarmi e con una corda e due bastoni arrivo all'inizio della strada campestre, lì mi fermo le ho spese tutte.... Al pronto soccorso mi riscontrano la rottura di 4 metatarsi su 5 del piede destro, strappo del legamento mediale con copioso versamento e fessurazione di un menisco al ginocchio sinistro, tumefazioni importanti lungo tutto il fianco sinistro, dalla spalla andare in giù tutto sommato è andata abbastanza bene



Fig. 49 – Indicazione in nerofumo di carburo (fotogramma video M.L. Garberi).



Fig. 50 – Apertura di un muro di sbarramento (fotogramma video M.L. Garberi).



Fig. 51 – Sbarramento artificiale, attraversato da un probabile condotto di areazione (fotogramma video M.L. Garberi).

Il crollo si è verificato a causa della presenza d'interstrati di anidrite nelle marne che idratandosi aumentano di volume, spaccando la roccia e generando dilatazioni.

Nella zona del Ceres esistono strutture particolari che non sono mai state osservate in altre aree del sotterraneo: dopo una cinquantina di metri dal Ceres, già in zona ACAR, esiste un accesso, unico nel suo genere nella miniera, simile ad una tramoggia (fig. 55) che permette

di raggiungere, con l'ausilio di una scala, una zona di antichi Celloni soprastanti le gallerie fin qui percorse. Questi Celloni sono tutt'ora percorsi da sentieri delimitati da muri di ripiena adibiti al passaggio delle carriere di trasporto in uso in tempi precedenti al carreggio. Proseguendo oltre la tramoggia si raggiunge una galleria totalmente armata con butte e traverse di legno con un guarnissaggio molto stretto, al di sopra del quale incombe una



Fig. 52 – Incrocio detto "Ceres", le bottiglie di birra (fotogramma video M.L. Garberi).

grande massa di ripiena. Le armature sono in estremo stato di degrado con evidenti cedimenti, ma il tutto è ancora in precario equilibrio. Questa galleria è con ogni probabilità la via che condurrebbe, in poche decine di metri, alla base del Pozzo Montecchio, ma il suo stato di estrema pericolosità ha fatto desistere gli speleologi dall'esplorazione (fig. 56). Accedendo ad un passaggio a destra della galleria armata, si raggiunge un Cellone ancora in buono stato che dà una idea di come dovevano essere le aree di sfruttamento ottocentesche; sulle pareti sono visibili colate di bitume e frecce tracciate con vernice verde.

Nei racconti dei locali circola l'informazione che, un non precisato numero di anni fa, il Pozzo Montecchio, che si apriva nei pressi dell'omonima località a poche centinaia di metri dal cantiere Certino oggi sede del Museo Suphur, chiuso dalla Montecatini come tutti gli altri nel 1964, si riaprì a seguito del cedimento della chiusura posta al termine delle attività, creando non pochi problemi al proprietario della casa ora è situata in corrispondenza della vecchia struttura. Si racconta che il pavimento del garage sprofondò e che dal crollo uscivano vapori e aria mefitica. Poi dopo qualche tempo la chiusura fu ripristinata e la situazione si normalizzò. Ora all'esterno non è più visibile nessuna traccia che faccia pensare alla presenza del pozzo; l'area è troppo rimaneggiata. Traccia di questo evento è rimasta anche nel sotterraneo: l'area esplorativa del Pozzo Montecchio oggi è percorribile solo con gli autorespiratori aggirandosi la

percentuale dell'ossigeno tra il 3% e il 9%, ma durante l'esplorazione sono state rinvenute alcune tracce che fanno pensare ad una breve frequentazione: frecce tracciate con vernice, bomboletta della vernice spray e alcuni mozziconi di sigaretta. Queste tracce fanno pensare, e alcuni racconti lo confermano, che ci fu un breve periodo in cui l'area era percorribile in aria respirabile. L'ipotesi che la percorribilità del sotterraneo sia legata allo sfondamento del pozzo è realistica, anche se priva di conferme oggettive; il Pozzo Montecchio avrebbe ripreso la sua funzione di ingresso alto rispetto alla bocca della Discenderia Fanante, favorendo la ventilazione interna:

..... Il cellone è molto ben conservato, ci sono muretti di protezione dell'ingresso della tramoggia, alcune gallerie si dipartono in varie direzioni, non ci sono crolli eccessivi. Il tutto è molto bello e interessante. Dopo pochi minuti però debbo ritornare, Marisa e Sabrina mi aspettano alla base della tramoggia Nell'avvicinarmi alla tramoggia noto un oggetto che nella sua semplicità ha una grande importanza: una cicca di sigaretta parecchio moderna, che sommata ad alcune scritte in vernice fluorescente risalenti al periodo pre-euro (abbiamo trovato la bomboletta ed aveva il prezzo in lire) mi fa pensare che attorno agli anni '90 in questa zona ci fosse aria respirabile, oggi il tenore di ossigeno è mediamente 9-10%, sotto all'11% lo svenimento avviene in pochi minuti e senza rianimazione immediata la morte è certa. Non è certamente una zona "limite" con lo 0% di ossigeno dove si muore in 40 secondi ma è comunque obbligatorio l'autorespiratore.....



Fig. 53 – Filamenti di epsomite (foto G. Belvederi).



Fig. 54 – Probabile riservetta degli esplosivi (foto G. Belvederi).



Fig. 55 – Tramoggia verso i cantieri alti (fotogramma video M.L. Garberi).

Galleria del Gaggio

La galleria del Gaggio, così chiamata dato che si apre quasi nell'alveo del Torrente Gaggio tributario in destra idrografica del Torrente Fanantello, era in origine una galleria di accesso al sotterraneo della miniera Marazzana, interveniva nel ricircolo d'aria e permetteva l'eduazione delle acque del sotterraneo. Procaccini Ricci in un suo scritto del 1834 ne descrive, probabilmente, la costruzione (PROCACCINI RICCI 1834, p. 86).

Quando la miniera era in gestione alla Montecatini e fino alla chiusura degli impianti, svolse il compito di ingresso della ventilazione forzata generata dai ventilatori dei pozzi Montecchio, Parisio e Perticara (fig. 57).

L'accesso alla galleria, chiuso dalla Montecatini, era ormai perduto alla memoria se non per una vaga indicazione che indicava il luogo lungo l'alveo del Torrente Gaggio. Una ricerca approfondita della zona ha permesso agli speleologi di individuare l'area del probabile accesso in modo più preciso e quindi di individuare, sotto ad una frana probabilmente artificiale, il manufatto di chiusura del sotterraneo. Dopo un imponente lavoro di scavo è stata individuata la porta di accesso e di conseguenza si è potuto penetrare nella galleria. Il sotterraneo si presenta con grandi depositi argillosi trasportati da una evidente fuoriusci-

ta di acqua (la galleria funziona tuttora come eduazione delle acque della miniera), e risulta caratterizzato da una rinaturalizzazione del gesso che è percorso da forme erosive le quali hanno parzialmente trasformato in un meandro quello che inizialmente si presentava come un ipogeo artificiale. A circa 30 metri di distanza dall'accesso si incontra una frana che occlude quasi completamente la galleria; fino a pochi metri prima le pareti e soprattutto la volta si presentano compatte e stabili, in quel punto, invece, l'aspetto è estremamente fratturato. Questo potrebbe essere un indizio che il crollo non è avvenuto per cause naturali, ma sia artificiale provocato per chiudere l'accesso quando la miniera ha cessato l'attività. Effettivamente si può leggere nei resoconti di chiusura della miniera, riportati nei documenti del Distretto Minerario (ARCHIVIO DI STATO 1964), che la galleria fu chiusa da un muro, da una porta metallica e da un crollo generato dallo smontaggio dell'armatura della galleria per un tratto di alcune decine di metri.

A lato della frana si può accedere ad uno stretto meandro, in parte invaso da fango, che conduce ad ambienti che si svolgono a lato della frana e che hanno caratteristiche sia naturali di escavazione da parte delle acque, sia artificiali con piccoli muri a secco eseguiti con ripiena. Confrontando il rilievo eseguito dagli speleologi (vedi LUCCI, *Le grotte nei Gessi della*

Romagna orientale, in questo stesso volume, tav. 10) con le mappe della miniera Marazzana non si riesce, purtroppo, a posizionare con certezza tali ambienti in relazione con gallerie e zone di coltivazione. L'esplorazione della galleria del Gaggio non è tuttora conclusa e potrebbe portare a interessanti sviluppi per raggiungere le zone precluse dalle altre esplorazioni.

Le Scale

Le "Scale" erano un antico accesso della miniera Marazzana nelle vicinanze di Ca' de Masi, che portava ad una angusta e ripida scala a chiocciola che scendeva nel sottoterraneo. La scala arrivava lungo la direttrice che dal termine della galleria del Gaggio portava al Pozzo Alessandro. La presenza di questo accesso è attestata verosimilmente già in alcuni documenti degli anni Trenta e Quaranta del XIX secolo (vedi BENATTI *et alii*, in questo stesso volume), poi testimoniata con certezza in una mappa del 1861 dell'archivio del Museo Sulphur (fig. 8) (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1861). La struttura partiva con una galleria suborizzontale camiciata in mattoni, di cui oggi rimane un breve tratto, quindi sprofondava avvitandosi su sé stessa per giungere al sottoterraneo. Anni fa un intervento un po' az-

zardato cercò di riaprire l'accesso scoprendo un tratto della galleria orizzontale; l'uso disinvolto di una pala meccanica ottenne sicuramente l'effetto di raggiungere rapidamente il manufatto, ma anche di comprometterne tutto il tratto iniziale. Da qui è iniziato il lavoro di disostruzione, che ha richiesto la ventilazione forzata dell'ambiente: anche se lo scavo non aveva alcun contatto con il sottoterraneo, l'ossigeno si aggirava infatti costantemente tra il 19% e il 18%. Riaperto un tratto di circa un metro la galleria inizia a scendere rapidamente, sempre ostruita. Dopo un paio di metri, dove erano ancora visibili i supporti di chi aveva effettuato il tentativo di disostruzione, sono venuti alla luce i primi gradini in pietra e assi di legno e le butte di sostegno, però tutta la galleria era chiusa a causa di un crollo naturale. Lo scavo è continuato seguendo i gradini e le butte ancora per alcuni metri, le scale scendono per diversi metri curvando a chiocciola sulla sinistra (fig. 58). Lo stato di tamponamento dovuto al crollo è tale da rendere difficile, se non impossibile, proseguire lo scavo. Complessivamente lo sviluppo è di 21 metri, di cui 14 sono stati disostruiti raggiungendo una profondità di 8 metri dell'ingresso. Durante l'avanzamento, dato che lo scavo procedeva all'interno di materiale argilloso di scarsissima tenuta, la galleria è stata armata con puntelli e tavole di legno. Il lavoro è proseguito,



Fig. 56 – Galleria verso il Pozzo Montecchio con armatura pericolante (fotogramma video M.L. Garberi).

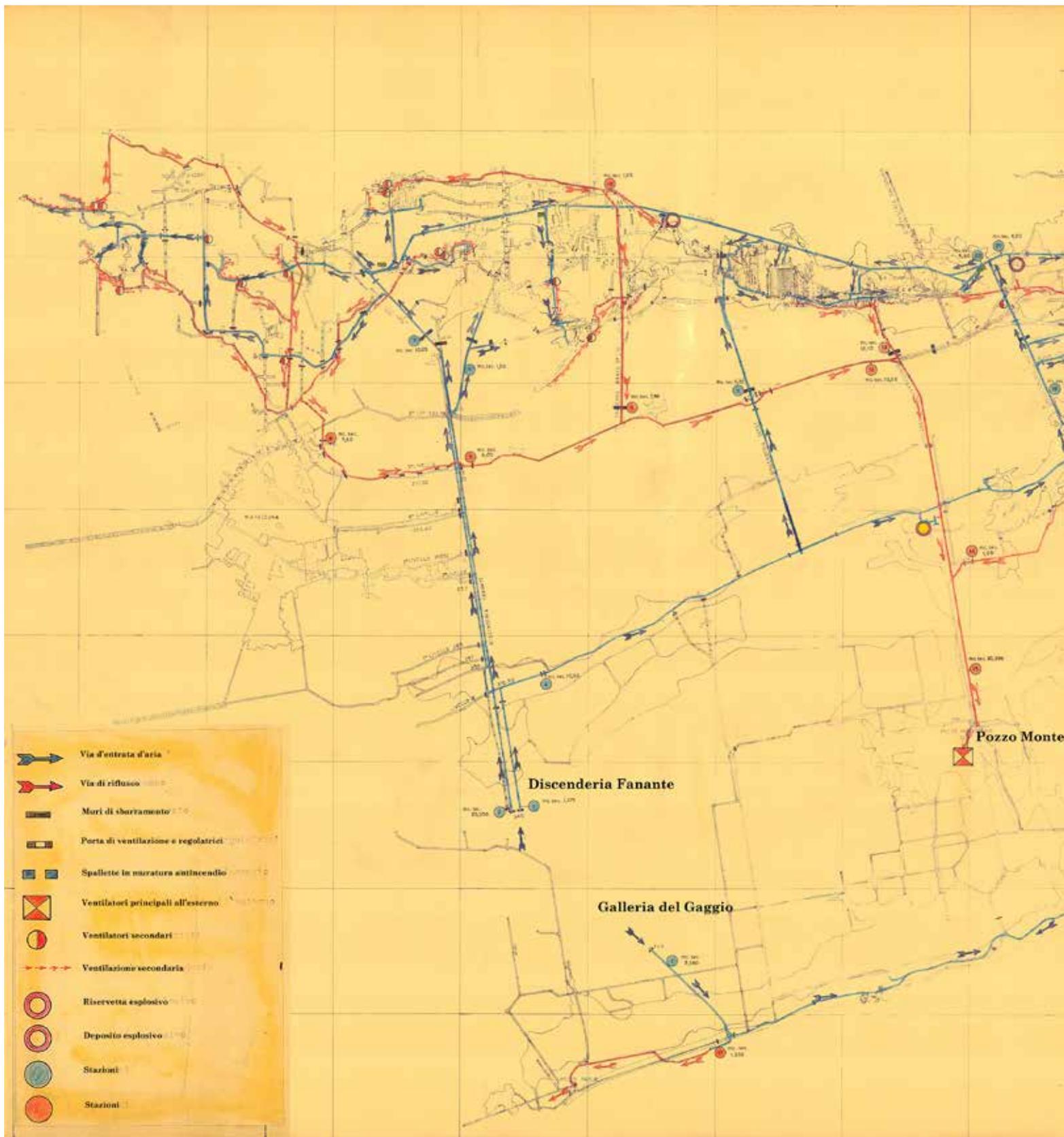
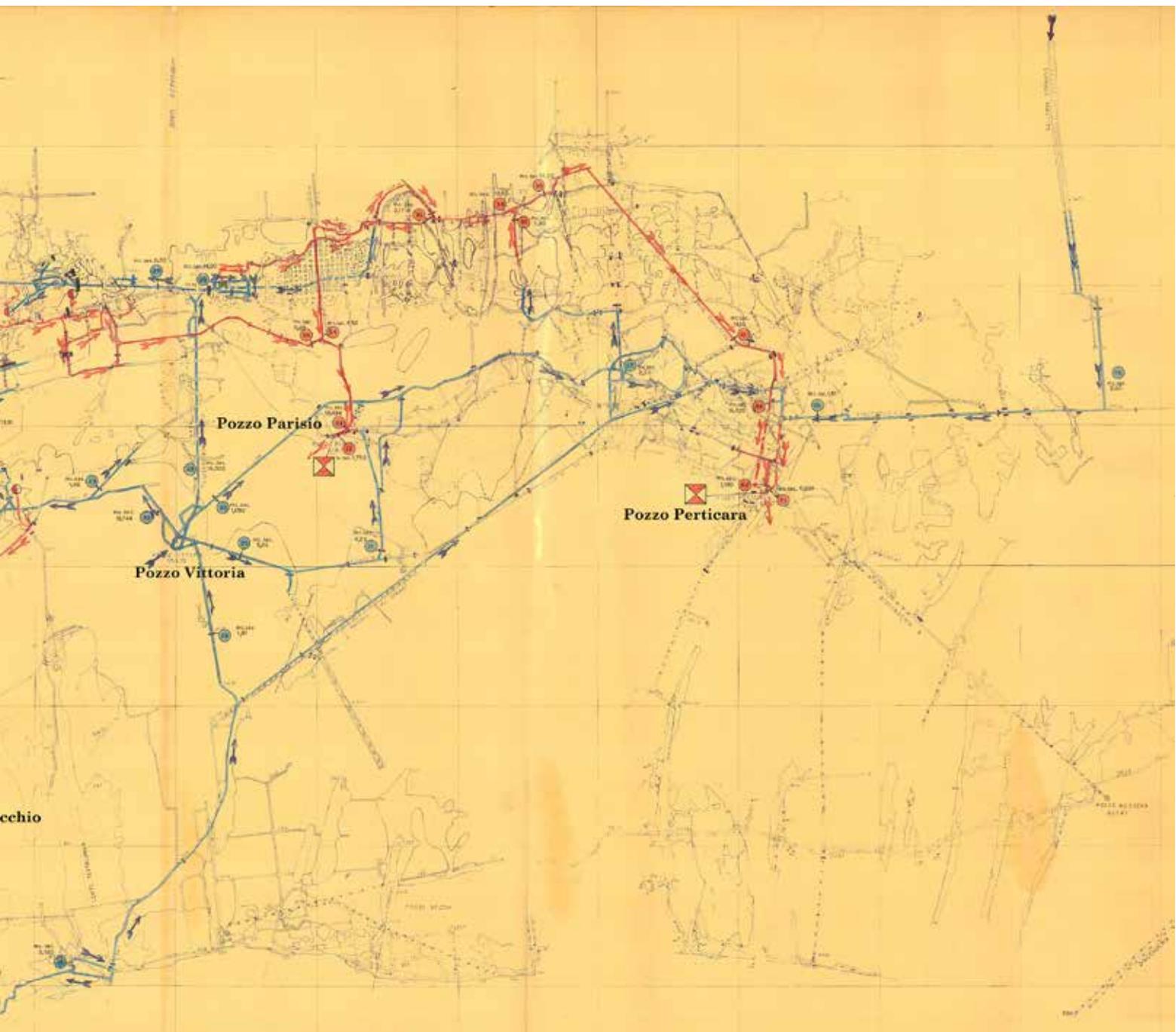


Fig. 57 – Miniera di Perticara, piano della ventilazione forzata. Scala originale 1:2000 (1962) (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).



MINIERA di PERTICARA
 PLANIMETRIA al 2000
 PIANO VENTILAZIONE

AGGIORNATO AL 31 DICEMBRE 1962
 IL REGATTORE PER LA SOC. ESERCENTE



JOLOGNA - 1962



Fig. 58 – “Le Scale”, lavori di disostruzione. A sinistra è visibile il tubo per la ventilazione forzata (foto M.L. Garberi).

con tempi alterni, per tutta l'estate del 2014; con l'avvento dell'inverno e della stagione piovosa il lavoro è stato interrotto per le condizioni ambientali proibitive; purtroppo durante l'inverno un crollo imponente ha interessato la parte iniziale della galleria, danneggiata dal primo tentativo, determinando anche un collasso esterno in corrispondenza del sotterraneo. Questo evento ha concluso l'esplorazione consigliando di non perseverare con altri tentativi di scavo; il lavoro non sarebbe potuto svolgersi senza la tenacia e la maestria di Baldo, infaticabile disostruttore.

Aree esterne e Pozzo di Casalbono

Per conoscere e posizionare in modo preciso le strutture sotterranee del complesso delle miniere di Perticara e di Marazzana è molto importante conoscere e riconoscere quanto è rimasto all'esterno e di questo, quanto e dove è collegato con il sotterraneo. Per questo motivo gli speleologi hanno organizzato battute esterne per ritrovare antiche strutture ed esplora-

zioni di pozzi e gallerie, individuati tramite le antiche mappe che, in alcuni casi, riportano la morfologia e l'edificato esterni e tramite i contatti con la popolazione locale. L'area che è stata maggiormente indagata è stata la pendice in sinistra idrografica del Torrente Fanantello, sede del cantiere Fanante di lavorazione del minerale attiguo alla discenderia. Tutta l'area è interessata da grandi depositi di materiale di scarto dei calcaroni e dei forni Gill, i “rosticci”, che formano terrapieni tagliati in alcuni punti dal torrente che mette in evidenza la loro natura. Al tempo del funzionamento del cantiere tutta la valle del Torrente Fanantello era praticamente desertificata dai fumi solforosi dei forni e si presentava completamente priva di vegetazione (fig. 59). Oggi è completamente rinaturalizzata con abbondante sottobosco, segno di quanto siano fertili i terreni arricchiti con scarti della lavorazione dei forni dello zolfo (fig. 60). Molte strutture che sono riportate sulle mappe non hanno più riscontro nell'intrico della vegetazione. Si trovano alcune strutture murarie probabilmente basi dei forni, una cabina elettrica, un ingresso ad un sotterraneo che probabilmente corrisponde alla galleria di servizio di una quadriglia di forni Gill. Nessun accenno a ingressi di gallerie della miniera, anche nelle zone identificate dalle mappe. Ci sono notizie riportate dalla popolazione locale che tempo addietro fu portata a giorno, dopo una frana generata dal torrente, una camiciatura di un pozzo che però difficilmente si potrà collegare a qualcosa di conosciuto, data anche l'indeterminatezza, nei racconti, del luogo del rinvenimento.

Una struttura degna di nota, individuata e indagata, è un pozzo che si apre in vicinanza di un piccolo nucleo di case che portano il toponimo “Casalbono”, che abbiamo indicato come il Pozzo di Casalbono. La struttura si apre nel bosco ad una quota di circa 470 metri. È un pozzo molto antico camiciato in pietra, di forma rotondeggiante. La sezione è evidentemente modificata dalla spinta del terreno ma è tuttora poco compromessa. Ha un diametro di un paio di metri e sprofonda di una trentina dal piano campagna. Gli speleologi hanno sceso il pozzo con l'ausilio di un paranco per permettere l'uso dell'autorespiratore al compagno in esplorazione (fig. 61). Il pozzo scende abbastanza regolare con evidenti tracce di scorrimento d'acqua sulle pareti sempre umide e con stillicidio persistente. A circa 2 metri dal

fondo si nota uno scavernamento generato dal crollo della camiciatura. Il fondo è di terreno compatto completamente asciutto senza tracce di permanenza d'acqua. Il fatto che le pareti siano bagnate mentre il fondo è asciutto ha fatto elaborare un'ipotesi agli speleologi: il fondo potrebbe essere un tappo di sedimento e macerie sospeso su un pozzo molto più profondo, generatosi naturalmente o volontariamente quando la miniera fu chiusa. Dato che a Casalbano erano presenti nel XVII e XVIII secolo numerose piccole solfatare, è probabile che il pozzo possa appartenere ad una di esse. Nelle vicinanze del pozzo è stata identificata una piccola galleria suborizzontale scavata a mazza e scalpello di una ventina di metri di lunghezza che termina nel pieno della roccia, evidentemente abbandonata dopo una breve ricerca (fig. 62).

Conclusioni

L'esplorazione del complesso minerario di Perticara è ancora in corso, anche se ormai le possibilità esplorative sono esigue: in alcuni

casi per lo stato di degrado delle gallerie, che non consentono la prosecuzione in relativa sicurezza degli speleologi, in altri perché oltre all'autonomia degli autorespiratori. In realtà l'inviluppo delle gallerie è talmente esteso da rendere praticamente infinito il numero di possibilità di esplorazioni e di studio; i medesimi luoghi possono essere visti con occhi diversi a seconda dell'esperienza e delle motivazioni che spingono gli speleologi a frequentarli.

Fino ad oggi sono stati esplorati 2300 metri di cui 1100 in zona a carenza di ossigeno (fig. 63); i tempi di redazione del presente volume non hanno permesso la scrittura di un articolo a conclusione di tutte le esplorazioni.

Gli speleologi nei prossimi mesi contano di effettuare ancora alcune uscite per tentare di esplorare meglio:

- il Cantiere delle Cellette Superiori, per capire se è possibile raggiungere il Riflusso Montecchio a monte del suo incrocio con il Livello 0;
- il Livello 0 oltre il Riflusso Montecchio, approfittando di condizioni favorevoli di pressione e temperatura.

Fig. 59 – Cantiere Certino, calcaroni nel 1950 (foto B. Stefani, da REGIONE LOMBARDIA 2015).





Fig. 60 – Ponte sul Torrente Fanantello (foto G. Belvederi).



Fig. 61 – Pozzo di Casalbono, discesa (foto M.L. Garberi).



Fig. 62 – Galleria di ricerca di zolfo nei pressi di Casalbono (foto G. Belvederi).

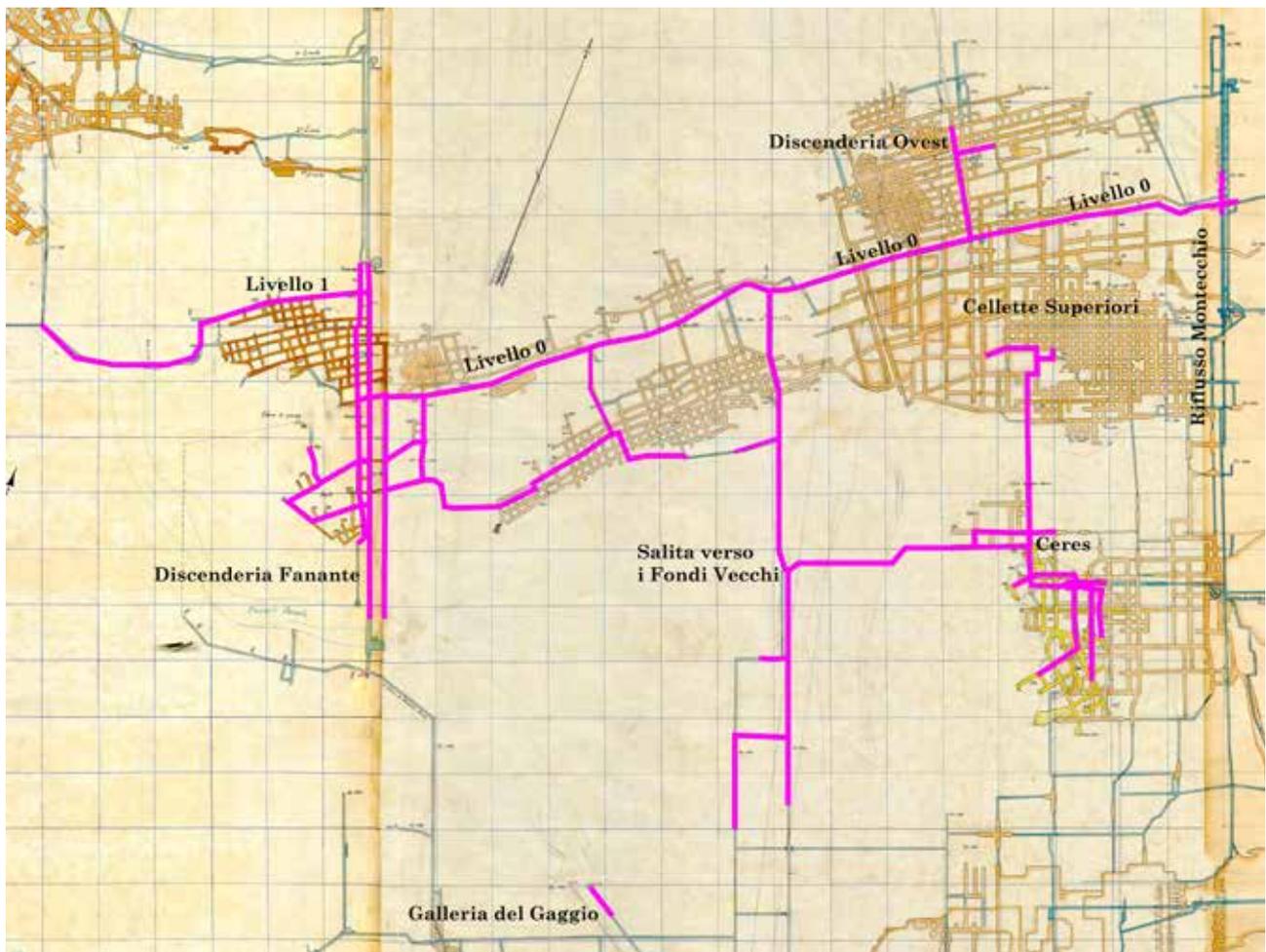


Fig. 63 – Stralcio della mappa del 1916 con evidenziate le esplorazioni finora effettuate (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

Dal punto di vista della comprensione dell'atmosfera interna, gli speleologi si sono dotati di un misuratore di CO₂ per poterla misurare e metterla in relazione con i valori degli altri gas presenti. L'impegno ad esplorare altre miniere del progetto, non ha permesso una campagna di misurazioni esaustiva fino ad ora. Le uniche due uscite effettuate con il misuratore hanno permesso agli speleologi di notare che l'atmosfera interna di Perticara contiene una presenza importante di anidride carbonica, lo 0,5%, anche in presenza di tenori di ossigeno quasi normali attorno al 19,5 %. L'anidride carbonica sale a livelli altissimi nelle gallerie con assenza di ossigeno, raggiungendo valori attorno al 5%, la sua crescita non compensa comunque il vuoto del 20.8% dato dall'assoluta carenza di ossigeno. Resta quindi da capire quali altri gas siano presenti nella miscela che alberga in alcune gallerie, come la Discenderia Ovest. Gli speleologi sperano in futuro di effettuare alcu-

ne campionature di atmosfera per un'analisi completa.

Il lavoro svolto dagli speleologi della Federazione è stato molto intenso con più di 40 uscite, caratterizzato da un'esplorazione resa molto difficile dalle problematiche legate alla situazione dell'atmosfera interna della miniera e dal degrado delle gallerie e delle strutture: la miniera di Perticara è stata infatti abbandonata dal 1964 ed è scavata in roccia estremamente instabile e fragile. Le aree ancora percorribili si trovano in zone molto antiche, che essendo le più elevate di quota non sono state allagate al termine del pompaggio: gli speleologi percorrono quindi un sotterraneo, che, nel migliore dei casi, risale alla fine dell'800.

Tutte queste considerazioni portano a evidenziare che la miniera di Perticara può rivelarsi una trappola mortale: come ha scritto Oscar Wilde, «(...) L'esperienza è il tipo di insegnante più difficile. Prima ti fa l'esame, poi ti spiega la lezione (...)».

Fonti inedite

- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" s.d., Perticara (Novafeltria), *Miniera di Perticara, planimetria lente Testalunga scala 1:1.000*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1861, Perticara (Novafeltria), Società delle Miniere Zolfuree di Romagna, *Miniera di Perticara, proiezione orizzontale scala 1:1.000*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1896, Perticara (Novafeltria), Società delle Miniere Zolfuree di Romagna, *Miniera di Marazzana, proiezione orizzontale e verticale scala 1:1.000*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1903, Perticara (Novafeltria), Miniere Solfuree Trezza Romagna, *Miniera di Perticara, profili e sezioni scala 1:1.000*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1916, Perticara (Novafeltria), Miniere Solfuree Trezza Albani, *Miniera di Perticara e Marazzana, piano dei lavori scala 1:1.000*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1919a, Perticara (Novafeltria), Montecatini, *Prima lente Montecchio scala 1:500*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1919b, Perticara (Novafeltria), Montecatini, *Seconda lente Montecchio scala 1:500*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1959, Perticara (Novafeltria), Montecatini, *Miniera di Perticara, Piano generale scala 1:2.000*.
- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1962, Perticara (Novafeltria), Montecatini, *Miniera di Perticara, Piano ventilazione scala 1:2.000*.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1962, Dattiloscritto "Incendio nella zona Bugone", in Concessione di zolfo Perticara, I-00-060.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1964, Dattiloscritto "Verbale di verifica dello stato di consistenza della miniera di zolfo Perticara in territorio dei comuni di: Novafeltria, Sant'Agata Feltria (Pesaro), Sogliano al Rubicone (Forlì) rinunciata dalla Montecatini", in Concessione di zolfo Perticara, I-00-061.

Bibliografia

- A. BARTOLINI 1974, *Perticara nel Montefeltro*, Rimini.
- M. BATTISTELLI 1975, *Le miniere di zolfo del Santagate*, "Studi Montefeltrani" III, pp.

38-63.

- M. BATTISTELLI 1994, *Le miniere di zolfo di Mariano di Sant'Agata*, San Leo.
- G. BELVEDERI, M.L. GARBERI 2015a, *Gessi e Solfi della Romagna Orientale. La complessa riesplorazione della miniera di Perticara*, "Montagne 360", gennaio 2015.
- G. BELVEDERI, M.L. GARBERI 2015b, *Perticara mine (Emilia-Romagna, Italy): first re-exploration, documentation and problems*, in *Hypogea 2015*, (Proceedings of the International Congress of Speleology in Artificial Cavities Italy, Rome, March 11/17 2015), Roma, pp. 262-268.
- G. BELVEDERI, G. FOGLI, M.L. GARBERI, M. GIORDANI, S. GONNELLA, O. LEANDRI, F. PERUZZI, G. ROSSI 2015, *L'esplorazione delle zone a carenza d'aria respirabile della Miniera di zolfo di Perticara (RN)*, in L. DE NITTO, F. MAURANO, M. PARISE (a cura di), *Condividere i dati. Atti del XXII Congresso Nazionale di Speleologia. EuroSpeleo Forum 2015*, (Pertosa-Auletta, 30 maggio-2 giugno 2015), (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIX), s.l., pp. 64-69.
- G. CAGNI 1903, *Miniere di zolfo in Italia*, Milano.
- E. CAMERANA 1905, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1904", pp. 5-30.
- E. CAMERANA 1906, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1905", pp. 5-32.
- E. CAMERANA 1907, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1906", pp. 5-39.
- E. CAMERANA 1908, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1907", pp. 5-37.
- E. CAMERANA 1909, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1908", pp. 5-39.
- E. CAMERANA 1910, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1909", pp. 5-38.
- E. CAMERANA 1911, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1910", pp. 3-10.
- E. CAMERANA 1912, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1911", pp. 3-11.
- E. CAMERANA 1913, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1912", pp. 3-11.

- F. CHIAPPARINO 2003, *La vicenda imprenditoriale del distretto solfifero marchigiano-romagnolo tra '8 e '900*, in G. ALLEGRETTI, E. SORI (a cura di), *Sopra l'inferno. Il villaggio di Miniera di Perticara*, San Leo, pp. 27-55.
- P. DE FERRARI 1899, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1898", pp. 5-25.
- L. DOMINICI 1931, *Storia generale montefeltrana*, Lanciano.
- DRAEGERWERK AG&Co. 2009, *Explosion Protection, Gas Detection Systems*, s.l.
- DRAEGERWERK AG&Co. 2010, *Introduction to personal protection technology*, s.l.
- DRAEGERWERK AG&Co. 2013, *Draeger PSS 3000 Compressed Air Breathing Apparatus*, s.l.
- EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION EIGA 2009, *Pericoli relativi ai gas inerti e alla carenza di ossigeno*, Bruxelles.
- M. FANTUZZI 1804, *Memorie di vario argomento del Conte Marco Fantuzzi*, s.l.
- M. FATICA 1982, *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 26, [http://www.treccani.it/enciclopedia/giovanni-cisterni_\(Dizionario-Biografico\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/giovanni-cisterni_(Dizionario-Biografico)/) [consultato il 31 luglio 2016].
- IUPAC 1997, *Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book")*, Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson, Oxford.
- G. JERVIS 1874, *I tesori sotterranei dell'Italia: descrizione topografica di tutte le località nel Regno d'Italia. Regione dell'Appennino e vulcani attivi e spenti dipendentivi*, Torino.
- A. LEGNANI 1860, *Esposizione storica di fatti passati fra i sigg. Conte Giovanni Cisterni ed il suo erede e il sig. Angelo Legnani di Bologna*, Prato.
- S. LEONE 1933, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1931", pp. 3-25.
- S. LEONE 1935, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1933", pp. 3-31.
- S. LEONE 1938, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1935", pp. 23-56.
- S. LEONE 1941, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1938", pp. 477-546.
- S. LEONE 1948, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1943", pp. 500-528.
- S. LEONE 1949a, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1944", pp. 424-443.
- S. LEONE 1949b, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1945", pp. 437-451.
- T. LIPPARINI (a cura di) 1930, *Storia naturale de' gessi e solfi delle miniere di Romagna*, in COMITATO MARSILIANO (a cura di), *Scritti inediti di Luigi Ferdinando Marsili*, Bologna, pp. 189-211.
- MSA AUER GMBH 2012, *Operating manual Altair 4x*, Germany.
- MSA AUER GMBH 2006, *Operating manual Altair Pro*, Germany.
- E. NICCOLI 1890a, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1888", pp. 5-27.
- E. NICCOLI 1890b, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1889", pp. 5-62.
- E. NICCOLI 1893a, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1891", pp. 5-42.
- E. NICCOLI 1893b, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1892", pp. 5-34.
- E. NICCOLI 1894, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1893", pp. 5-31.
- E. NICCOLI 1895, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1894", pp. 5-28.
- E. NICCOLI 1896, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1895", pp. 5-41.
- E. NICCOLI 1897, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1896", pp. 5-42.
- E. NICCOLI 1898, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1897", pp. 5-40.
- G. PEDROCCO 2002, *Zolfo e minatori della Provincia di Pesaro e Urbino*, Urbino.
- V. PROCACCINI RICCI 1834, *Osservazioni geognostiche da Monteluro nel pesarese a Perticaja, fatte dal socio ordinario Vito Procaccini Ricci*, in *Esercitazioni dell'Accademia Agraria di Pesaro*, Anno IV, Semestre II, Pesaro.
- PROVINCIA DI FORLÌ 1866, *Monografia statistica, economica, amministrativa della Provincia di Forlì*, Forlì.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012, *I geositi dell'Emilia-Romagna – Miniere di Perticara 2152*, <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/geositi/> [consultato il 19 ottobre 2016].
- REGIONE LOMBARDIA 2015, *Lombardia Beni Culturali – Perticara – Miniera di zolfo – Calcaroni Scheda AFRLIMM – IMM-3h030-0000878*, <http://www.lombardiabeniculturali.it/fotografie/schede/IMM-3h030-0000878/> [consultato l'11 no-

vembre 2016].

- P. RIBONI 1920, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1918”, pp. 3-11.
- P. RIBONI 1922a, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1920”, pp. 3-10.
- P. RIBONI 1922b, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1921”, pp. 3-11.
- P. RIBONI 1923, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1922”, pp. 3-10.
- P. RIBONI 1924, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1923”, pp. 3-11.
- P. RIBONI 1925, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1924”, pp. 3-11.
- P. RIBONI 1926, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1925”, pp. 3-31.
- P. RIBONI 1927, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1926”, pp. 3-23.
- P. RIBONI 1928, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1927”, pp. 3-33.
- P. RIBONI 1931, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1929”, pp. 3-28.
- P. RIBONI 1932, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1930”, pp. 3-26.
- I. RINALDI 1987, *Perticara, la miniera di zolfo, la sua gente*, Verucchio.
- D. ROSSI 1952, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1946”, pp. 472-492.
- D. ROSSI 1953, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1947”, pp. 475-495.
- D. ROSSI 1954, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1948”, pp. 477-495.
- D. ROSSI 1955, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1949”, pp. 467-486.
- M. ROVERI, V. MANZI 2007, *Gessoso-Solfifera*, in *Catalogo delle formazioni*, ne *I Quaderni*, s. III, VII, 7, Unità tradizionali (2), Roma, pp. 303-310.
- A. SCICLI 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della Regione Emilia-Romagna*, Modena.
- A. SCICLI 1995, *I bacini solfiferi marchigiani*, in P. MATTIAS, G. CROCCETTI, A. SCICLI, *Lo zolfo nelle Marche. Giacimenti e vicende*, Roma, pp. 59-63.
- USEPA 1980, *Health and Environmental Effects Profile for Hydrogen Sulfide*, s.l.

Gli autori vogliono dedicare gli articoli riguardanti le riesplorazioni dei siti minerari a Oscar Leandri, membro della Squadra Solfi, che ha partecipato attivamente alle esplorazioni delle miniere di Perticara, dell'Inferno e di Formignano. Oscar ci ha lasciato durante questa nostra avventura; lo ricorderemo sempre per la sua passione e il suo entusiasmo.

Ringraziamenti: un particolare ringraziamento va a Miro e ai soci del “Circolo Culturale il Boccalino” che hanno ospitato e supportato gli speleologi in tutte le trasferte necessarie al progetto “Gessi e solfi”.

Gli autori ringraziano Cesare Bianchi della Pro Loco di Perticara e Andrea Onofri del Museo Sulphur per l'aiuto e la disponibilità offerti.

CONTENUTI AGGIUNTIVI MULTIMEDIALI

Il DVD allegato al volume contiene i file ad alta risoluzione delle figg. 7-13, 15, 57, e due video intitolati *Miniera di Perticara: riesplorazioni* e *Miniera di Perticara: la riesplorazione*, girati durante le fasi di riesplorazione della miniera di Perticara. Gli autori dei video sono Maria Luisa Garberi, Giovanni Belvederi; montaggio di Giovanni Belvederi.

CARATTERIZZAZIONE IDROGEOCHIMICA DELLE ACQUE DELLA MINIERA DI PERTICARA

FABIO PERUZZI¹, GIOVANNI BELVEDERI², MARIA LUISA GARBERI³, MATTEO GIORDANI⁴

Riassunto

Nel lavoro che segue vengono presentate le analisi effettuate sulle acque della miniera di zolfo di Perticara. Le miniere abbandonate possono essere un problema ambientale rilevante, in quanto le strutture sotterranee possono portare ad un aumento dell'interazione tra aria ed acqua e le mineralizzazioni profonde, causando la risalita in superficie di elementi che altrimenti si troverebbero isolati in profondità. Le analisi delle acque della miniera di Perticara hanno mostrato elevati contenuti di calcio, magnesio e solfati, ma localmente anche di selenio ed alcuni metalli come manganese, ferro, nichel ed antimonio. Dai risultati ottenuti, le acque non sembrano costituire un problema così rilevante come in altre note miniere; tuttavia il superamento del limite delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (D. Lgs 152/06) di alcuni elementi non ci permette di escludere effetti dannosi che possono derivare dalla dispersione nell'ambiente esterno di tali acque.

Parole chiave: miniera di Perticara, Gessi e solfi della Romagna orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, drenaggio di miniera.

Abstract

In this paper, the results of the hydrochemical survey of Perticara sulfur mine (Municipality of Novafeltria, Northern Italy) are reported. Abandoned mines can be an environmental threat, because the underground cavities can bring an enhanced interaction between air, water and deep mineralization, causing the upwelling of ions that are otherwise blocked in the deep formation. The analysis reports high level of calcium, magnesium and sulphates and locally, in some samples, selenium and other metals like manganese, iron and antimony. The results showed that the mine water does not seem to be a relevant threat, but the overcome of the Contamination Threshold, according to the Italian regulation (152/06) for some elements, does not allow us to exclude some harmful effects depending on the external environmental dispersion of these waters.

Keywords: Perticara Mine, Eastern Romagna Gypsum and Sulfur, Emilia-Romagna Speleological Federation, Mine Drainage.

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - fabio.peruzzi@gmail.com

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

⁴ Gruppo Speleologico Urbino - matteo3giordani@hotmail.it

Introduzione

Le aree minerarie abbandonate sono una problematica ambientale rilevante, in quanto sebbene una miniera, una volta smantellate le strutture esterne e ripristinata la copertura vegetale, possa dare un impatto visivo minimo, essa può presentare situazioni ambientali critiche. Nonostante la legge di Polizia mineraria imponga la bonifica interna delle gallerie, le compagnie minerarie non ottemperano quasi mai per via dei costi e le gallerie vengono lasciate ingombre di materiali che possono concorrere alla contaminazione delle acque circolanti. Lo sviluppo sotterraneo delle gallerie aumenta la permeabilità di aria ed acqua, modificando notevolmente il naturale scambio di elementi all'interno del corpo roccioso, che altrimenti avverrebbe in modo molto più lento e con minore intensità.

Nel contesto delle strutture sotterranee di una miniera, l'interazione tra aria ed acqua e le mineralizzazioni profonde spesso permette la risalita in superficie di elementi che altrimenti si troverebbero isolati in profondità. Nel caso della miniera di Perticara le acque che provengono dall'interno non costituiscono un problema così rilevante come invece si presenta nel caso delle miniere di metalli ferrosi o di solfuri in genere, che producono acque di drenaggio fortemente acidificate e con alti contenuti in

metalli pesanti. Tuttavia, alla luce dell'estensione totale delle gallerie della miniera stimabile in più di 100 km, si è ritenuto di grande importanza effettuare un monitoraggio analitico delle acque sotterranee, a causa delle significative implicazioni che possono derivare dalla dispersione nell'ambiente esterno di tali acque. Il testo che segue trae origine da un approfondimento del lavoro svolto da uno degli autori tra 2009 e 2010 durante la redazione della Tesi del Corso di Laurea in Scienze per l'ambiente ed il Territorio, Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Università di Bologna. Durante le operazioni di riesplorazione della miniera all'interno del Progetto *Gessi e solfi della Romagna orientale* della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia Romagna, nell'autunno 2015 è stato possibile ripetere alcune analisi di laboratorio sulle acque interne alla miniera, con lo scopo di verificare il contenuto attuale di alcuni elementi che avevano dato dei risultati interessanti durante la campagna di campionamento svolta per la redazione della Tesi. Purtroppo i fondi del progetto non hanno consentito di effettuare tutte le analisi che sarebbero state necessarie per meglio documentare e monitorare le caratteristiche geochimiche delle acque; è sembrato comunque importante effettuare ugualmente le analisi, anche se in numero esiguo, allo scopo di verificare i risultati delle analisi svolte



Fig. 1 – Campionamento delle acque interne alla miniera; Campione Fanante1 (fotogramma video M.L. Garberi).



Fig. 2 – Campionamento delle acque interne alla miniera; Campione Dis. Ovest (fotogramma video G. Belvederi).

nel 2009 e implementare una base dati utile ad effettuare confronti anche con altre miniere della Romagna orientale.

Materiali e metodi

Il campionamento delle acque interne alla miniera di Perticara è stato condotto tenendo bene in considerazione i risvolti relativi alla sicurezza ed incolumità della squadra Solfi. Come già descritto nell'articolo che documenta la riesplorazione della miniera perticarese (vedi *supra*, in questo stesso volume), la percorrenza all'interno dei cunicoli presenta alcuni problemi molto seri, come la possibilità di incontrare zone in carenza di aria respirabile e l'instabilità di alcune delle gallerie le quali, essendo scavate all'interno delle marne bituminose, sono piuttosto instabili.

La miniera raggiungeva con i livelli più bassi un dislivello di circa 180 metri tra l'ingresso della discenderia Fanante e il settimo livello. L'entrata della discenderia Fanante si trova a circa 20 metri al di sopra del livello del Torrente Fanantello; la miniera si sviluppava con tutti i livelli, ad esclusione dei livelli 0 e 1, sotto il livello di falda: in letteratura sono documentate imponenti macchine di eduazione delle

acque di falda dall'interno della miniera (RINALDI 1988, p. 52). Alla chiusura, avvenuta nel 1964 il pompaggio cessò e le acque hanno lentamente invaso la miniera. Le acque di falda si possono incontrare con facilità lungo le discenderie, che con loro forte pendenza raggiungono notevoli profondità con brevi percorrenze.

Le acque oggetto dello studio sono state campionate all'interno della miniera di Perticara in due differenti momenti. Le acque campionate in occasione della redazione della Tesi (Campioni DF1 e DF2) sono state prelevate il 10/10/2009 lungo la discenderia Fanante, al livello piezometrico dell'acqua all'interno della discenderia (circa 265 m slm rispetto alla quota di ingresso di 340 m slm), in un punto a metà tra le intersezioni del livello 1 e del livello 2 con la discenderia Fanante.

Le acque campionate con il supporto della squadra Solfi nell'autunno 2015 sono state prelevate in prossimità della discenderia Fanante in zona "Marazzana" (campione "Marazzana", il 25/10/2015); lungo la discenderia Fanante (Campione "Fanante1", il 25/10/2015) (fig. 1), allo scopo di ripetere l'analisi del campione prelevato durante la Tesi; lungo la Discenderia Ovest, alla quota piezometrica dell'acqua, in ambiente in carenza di aria respirabile (fig. 2). La Discenderia Ovest presenta una forte pen-

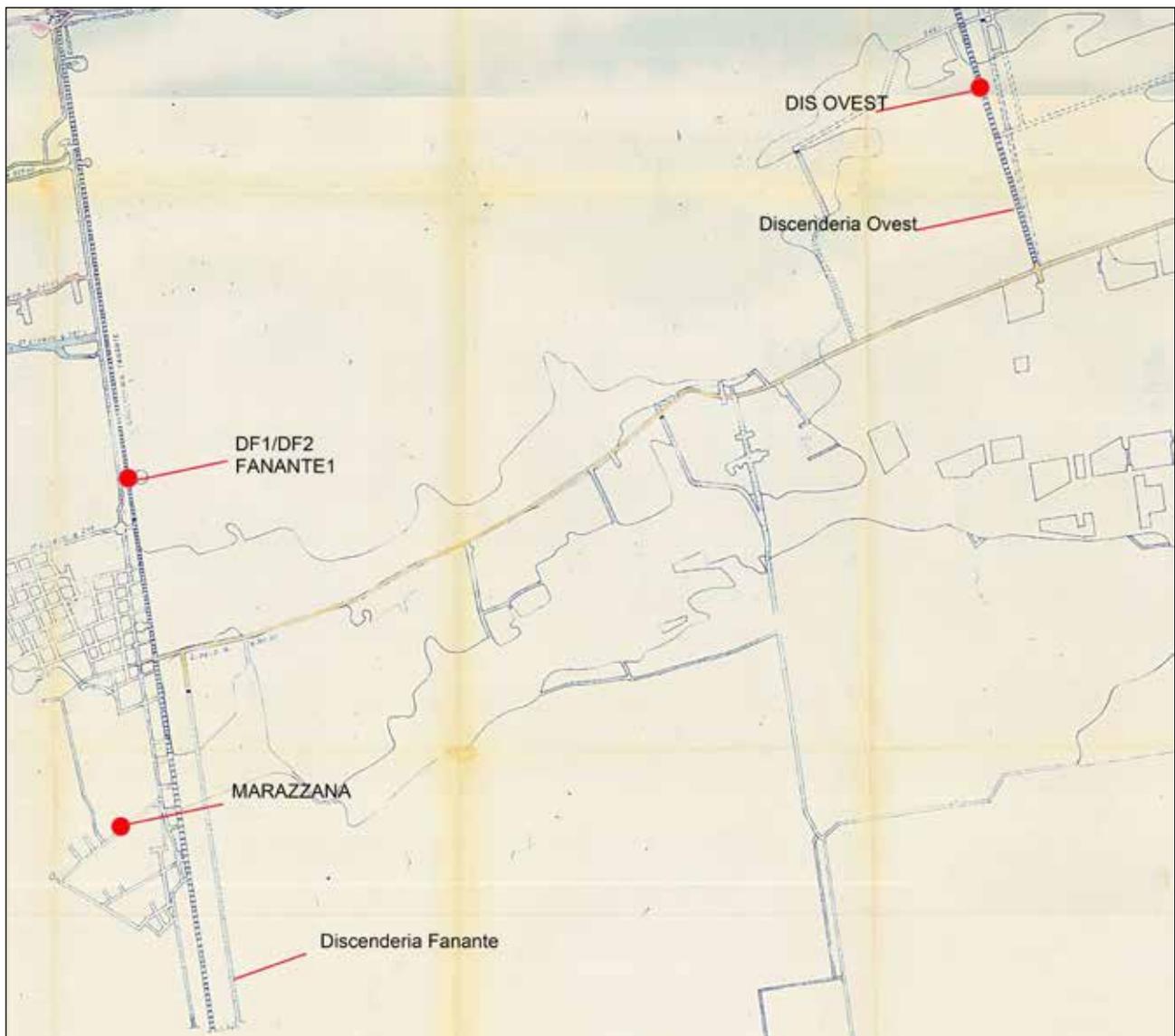


Fig. 3 – I luoghi di campionamento (evidenziati con un punto rosso), riportati su estratto della mappa *Miniera di Perticara Piano generale Scala 1:1000*, elaborata dalla Montecatini, 1960 (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”, Perticara, Novafeltria).

denza ed un’atmosfera avente la seguente composizione: O_2 0%, CO_2 5%, COMB/EX 16%LEL, CO 1 ppm, H_2S 1 ppm (Campione “Dis. Ovest”, il 21/11/2015). Per effettuare campionamenti in questo settore della miniera è stato necessario utilizzare attrezzature sofisticate, tipiche degli utilizzi in ambienti confinati: autorespiratori e maschere gran facciali. Per una descrizione di queste attrezzature si rimanda al capitolo descrittivo della riesplorazione della miniera di Perticara in questo stesso volume. I punti di campionamento 2009 e 2015 sono indicati su un estratto di una mappa della miniera risalente agli ultimi anni di esercizio, precisamente al 1960, che è conservata presso il Museo Sulphur di Perticara (ARCHIVIO MUSEO “SULPHUR” 1960) (fig. 3).

Le acque delle due discenderie si presentano alla vista molto diverse tra loro. L’acqua della Fanante ha infatti un aspetto quasi meteorico, con una certa limpidezza, che permette di vedere la patina scura che depositano sulle pareti e sul fondo della discenderia. L’acqua della Discenderia Ovest ha invece un aspetto completamente diverso: molto più scura, non permette la penetrazione della luce se non per una decina di centimetri. L’acqua si presenta ricoperta di uno strato ben visibile di zolfo colloidale biancastro (fig. 4).

La zona Marazzana comprende alcuni vecchi cantieri ottocenteschi, che si trovavano lungo la discenderia Fanante, nella porzione più occidentale della miniera. La pozza d’acqua campionata fa parte di residui d’acqua pene-

trati nella miniera in periodi molto piovosi che evaporano lentamente se non più alimentati (fig. 5). Le sporadiche pozzanghere di quest'area che si possono trovare sul piano di calpestio delle gallerie orizzontali presentano un sedimento nero al fondo, ed una sospensione biancastra di zolfo colloidale. La procedura analitica è stata diversa nei due diversi momenti di campionamento: per i campioni DF1 e DF2 al momento del prelievo sono stati rilevati anche i parametri chimico-fisici di temperatura, Eh, pH e Conduttività. A causa di difficoltà logistiche non è stato possibile ripetere le misure nell'ambito dei campionamenti ripetuti nel 2015. Per i campioni DF1 e DF2 sono state svolte le seguenti analisi chimiche direttamente in fase di campionamento: alcalinità con kit IDRIMETER Alkalinity, Fe^{2+} e S^{2-} , data la sensibilità dei due elementi all'ossigeno, tramite spettrofotometro portatile HACK DR2010, munito di kit per le analisi dei due elementi, alimentato da una batteria 12 V tramite un inverter. Entro 24 ore, sempre per via spettrofotometrica, sono stati analizzati nitrati, nitrati, fosfati, solfati, cloruri. Successivamente in laboratorio, previa conservazione dei campioni tra 4 e 8° C, sono stati analizzati calcio, magnesio, sodio, potassio e stronzio tramite Spettrometro F-AAS Perkin – Elmer, con torcia acetilenica. Le analisi relative ad arsenico, bario, selenio, cromo, nichel sono state svolte in ICP – OES con nebulizzatore ad ul-

trasuoni (PERUZZI 2009, p. 40). Le analisi svolte nel 2015 in occasione del Progetto *Gessi e solfi* sono state svolte in laboratorio con Spettrometro AES Agilent Technologies MP4100 AES.

Risultati

I risultati delle analisi chimiche svolte (2009 e 2015) sono riportati in tab. 1.

Discussione dei risultati

Le acque interne alla miniera mostrano un elevato contributo chimico dato dalla dissoluzione delle rocce entro le quali si sviluppa il giacimento, costituite principalmente da marne, calcare solfifero e gesso. Le acque sono infatti ricche in calcio, magnesio e vari solfati. Allo stesso tempo, nei campioni analizzati nel 2015 è possibile osservare un effetto piuttosto marcato di diluizione dovuto probabilmente alla stagionalità dei flussi idrici interni alla miniera, influenzati da ingresso e percolazione di acque meteoriche che si possono notare come ruscellamento localizzato in diversi punti della miniera. Allo stesso tempo non si può escludere un innalzamento del livello della falda acquifera. La Discenderia Ovest, probabilmente a causa delle condizioni anossiche e riduttive che la contraddistinguono, presenta



Fig. 4 – Acque della Discenderia Ovest (fotogramma video M.L. Garberi).



Fig. 5 – Pozza di acqua in zona “Marazzana” (fotogramma video M.L. Garberi).

contenuti in metalli (come Mn e Fe) maggiori di almeno un ordine di grandezza rispetto agli altri campioni prelevati. Si segnala anche la presenza di Se in quantità significative.

Il campione “Fanante 1” conferma sostanzialmente, nel contenuto di alcuni metalli minori, i risultati del campionamento effettuato nel 2009 (PERUZZI 2009, p. 53). Il contenuto in ioni maggiori (Na, K, Ca, Mg) invece potrebbe aver risentito maggiormente della stagionalità e di una maggior diluizione dovuta all’aumento del livello di falda o dalla percolazione di acque meteoriche.

In tabella è riportato anche il limite delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) riportate nella Tabella 2, Allegato 5 al Titolo V Parte quarta del DLGS 152/06 per le acque sotterranee. Oltre allo sfioramento per i campioni raccolti nel 2015 del manganese (fino a 5 volte il limite) si evidenzia un superamento delle CSC per il Ni e due per il Fe. La presenza del manganese nell’area di studio doveva essere ben conosciuta anche all’inizio del XX secolo, dato che la Breda aveva installato un impianto di estrazione di manganese a Novafeltria, che trattava le marne calcaree spalmate di ossidi di manganese raccolte in zone calanchive (RUGGIERI 1970, p. 43). Va evidenziato

un segnale significativo dato dall’Sb, che molto si avvicina al limite per le CSC delle acque sotterranee nel campione “Marazzana”. La presenza dell’Sb, elemento definito in geochimica come “Calcofilo” (GOLDSCHMIDT 1923), ossia affine chimicamente allo zolfo, non sorprende in un sistema idrico come quello della miniera di Perticara.

Conclusioni

I risultati delle analisi svolte nel 2009 e durante il Progetto *Gessi e solfi della Romagna orientale* lasciano ampi spazi di approfondimento sulle dinamiche di mobilizzazione e trasporto degli ioni derivanti dall’interazione tra il giacimento e l’acqua di falda interna alla miniera di Perticara. L’acqua interna alla miniera presenta notevoli escursioni stagionali (anche 5 m in altezza e più di 10 metri di sviluppo delle gallerie) per cui non è possibile escludere un contatto tra questa e le acque superficiali del Torrente Fanantello, seppur contrastato dalla limitata permeabilità della formazione ed in particolare dagli strati di marne intercalanti gli strati di gesso. L’ipotesi dello stillicidio verso l’esterno delle acque interne alla miniera è

rafforzata anche dalla presenza sulle rive del Torrente Fanantello, ad un livello topografico conforme al livello piezometrico delle acque interne alla miniera, di numerose piccole sorgenti dalle quali scaturiscono acque ad alto tenore di S^{2-} e Fe^{2+} . Un'analisi isotopica degli elementi zolfo ed ossigeno potrebbe aiutare a verificare questo meccanismo, ed in quali tempi e modalità questo contatto avviene. Interessante sarebbe anche l'approfondimento del rapporto tra la periodicità dell'aumento del livello di falda esterno alla miniera e la quota piezometrica delle acque interne alla miniera,

che ad una prima osservazione sembrano avere un differimento temporale notevole (anche alcuni mesi).

Particolarmente interessante e rilevante dal punto di vista ambientale sarebbe approfondire lo studio sul contenuto di Mn, Ni e Sb nelle acque interne alla miniera, aumentando il numero delle analisi e confrontando situazioni piezometriche diverse, anche alla luce del fatto che le acque che si accumulano in ambiente anossico (la maggior parte della miniera di Perticara) tendono ad accumulare metalli in forma ridotta, i quali spesso presentano una mo-

	DF1 (2009)	DF2 (2009)	FANANTE 1 (2015)	DIS. OVEST (2015)	MARAZZANA (2015)	CSC per le acque sotterranee**
T (°C)	14,4	14,5				
pH	7,14	7,06				
Eh (mV)	-190	-105				
Cond (mS/cm)	9,7	9,73				
Fe^{2+} (mg/L)	0,32	0,46	0,019*	0,175*	0,026*	0,2
S^{2-} (mg/L)	2,2	0,1				
NO_3^- (mg/L)	nr	0,4				
NO_2^- (mg/L)	nr	0,004				0,5
PO_4^{3-} (mg/L)	0,1	0,16				
Na^+ (mg/L)	1144,5	1124	85*	59*	65*	
K^+ (mg/L)	23,83	22,12	140*	121*	180*	
Ca^{2+} (mg/L)	408,4	398,85	280*	241*	228*	
Mg^{2+} (mg/L)	357	352,75	118*	124*	96,2*	
Sr^{2+} (mg/L)	7,349*	7,096*	0,001*	<0,001*	<0,001*	
SO_4^{2-} (mg/L)	8180	8430				
Cl ⁻ (mg/L)	1057,9	994				
HCO_3^- (mg/L)	270	240				
As (mg/L)	nr	nr	nr	nr	nr	0,01
Ba (mg/L)	nr	nr				
Cr (mg/L)	0,001*	nr	0,003*	<0,001*	<0,001*	0,05
Ni (mg/L)	0,057*	0,003*	0,012*	<0,001*	<0,001*	0,02
Se (mg/L)	nr	nr	nr	0,002*	nr	0,01
Sb (µg/L)			<1*	<1*	3,14*	5
Mn (mg/L)			0,15*	0,261*	0,121*	0,05

Tab. 1 – Risultati analitici delle analisi chimico-fisiche delle acque interne alla miniera. In rosso, i valori oltre il limite delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC).

* I dati sono riferiti a tutti i composti dell'elemento chimico analizzato;

** RIF tabella 2, Allegato 5 al Titolo V Parte quarta del D.LGS 152/06: Concentrazioni Soglia di Contaminazione per le Acque Sotterranee.

bilità maggiore rispetto ai rispettivi elementi ossidati. Questi elementi sono assolutamente rilevanti da un punto di vista tossicologico, e la miniera, con il volume di acque non quantificabile contenuto, ne potrebbe mobilitare grandi quantità. L'antimonio merita di essere tenuto in considerazione, in quanto presenta un profilo tossicologico simile a quello dell'As (OLSON 1999, p. 88), il quale ha già mostrato in alcune forme un potenziale effetto cronicizzante anche in piccole quantità. Il manganese, sebbene sia un oligoelemento presente ubiquitariamente negli organismi viventi, necessario per il funzionamento di alcuni enzimi in quantità infinitesimali, può avere effetti nocivi per la salute umana sia in caso di esposizione acuta sia, come nel caso delle quantità contenute nelle acque interne alla miniera, in caso di esposizione cronica a piccole quantità dell'elemento. Il nichel è un elemento chimico fortemente sensibilizzante, le cui dinamiche di mobilitazione sono simili a quelle del ferro. Alla luce dei risultati analitici che hanno dimostrato in un caso il superamento delle CSC questo metallo, si ritiene assolutamente significativo un approfondimento analitico relativo alla valutazione di un'eventuale dispersione di questo elemento nell'ambiente esterno.

Fonti inedite

- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR", Peticara (Novafeltria), 1960, Montecatini, *Miniera di Peticara Piano generale Scala 1:1000*.
- F. PERUZZI 2009, *Studio geochimico dell'interazione tra il relitto della miniera di Peticara, Novafeltria (PU) e l'idrologia superficiale e sottosuperficiale del torrente Fanantello*, Università di Bologna, Corso di Studio in Scienze per l'ambiente e il territorio, Rel. E. Dinelli, Anno Accademico 2008-2009.

Bibliografia

- V.M. GOLDSCHMIDT 1923, *Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente*, Vol. 8, Kristiania.
- K.R. OLSON 1999, *Intossicazioni acute. Veleni, farmaci e droghe*, Milano.
- I. RINALDI 1988, *Peticara, la miniera di zolfo, la sua gente*, Verucchio.
- G. RUGGIERI 1970, *Nota illustrativa alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 108 Mercato Saraceno*, (Servizio Geologico d'Italia), Ercolano.

L'ANALISI DI ELEMENTI STRUTTURALI LIGNEI DELLA MINIERA DI PERTICARA

ALESSANDRA BENATTI^{1,2}, GIOVANNA BOSI¹, SALVIA GARCIA ALVAREZ², STEFANO PIASTRA³

Riassunto

Vengono qui presentati i risultati delle analisi xilologiche effettuate come saggio su dodici elementi strutturali lignei della miniera di zolfo di Peticara (Novafeltria, RN). L'individuazione dei *taxa* utilizzati per la realizzazione delle armature e di altri elementi della miniera fornisce uno spunto per fare ipotesi sull'utilizzo, in una prospettiva diacronica, di risorse vegetali locali o extralocali, al fine di fornire altre informazioni sul sistema-miniera nel suo complesso.

Parole chiave: analisi xilologiche, elementi strutturali, miniera di zolfo di Peticara, evoluzione del paesaggio.

Abstract

The report refers to the results of analysis of twelve wooden structural elements of the sulfur mine of Peticara (Municipality of Novafeltria, Rimini Province, Northern Italy). The identification of the plants used for the construction of the mine is instrumental to make assumptions on the use, in a historical perspective, of local or 'exotic' resources, in order to provide additional informations on the mine as a whole.

Keywords: Wood Analysis, Structural Elements, Peticara Sulfur Mine, Landscape Evolution.

Introduzione

Nell'ambito della nuova esplorazione della miniera di zolfo di Peticara, portata avanti nel contesto del progetto di studio "Gessi e solfi della Romagna orientale" promosso dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (2014-2016), le ricerche hanno individuato, nelle gallerie, numerosi materiali lignei.

Si trattava di elementi ancora *in situ* (armature degli scavi), o più spesso in giacitura secondaria e frammentari, relativi ad elementi strutturali o di servizio dell'attività estrattiva. Essendo la miniera di Peticara uno dei siti più significativi analizzati nell'ambito delle ri-esplorazioni minerarie del progetto di ricerca, e trattandosi della solfatara più grande d'Europa, caratterizzata da un'attività estrattiva plurisecolare conclusasi definitivamente nel

¹ Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Vita, Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica, viale Caduti in Guerra 127, 41121 Modena (MO) - giovanna.bosi@unimore.it

² Université de Limoges, Département de Géographie, GEOLAB UMR, 39E rue Camille Guérin, 87036 Limoges (Francia) - alessandra.benatti@etu.unilim.fr; salvia.garcia@upm.es

³ Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) - stefano.piastra@unibo.it

1964, si è pensato di effettuare alcune analisi di saggio di elementi lignei qui rintracciati.

I campionamenti hanno riguardato i soli elementi in giacitura secondaria, facilmente trasportabili e campionabili, ottenuti in seguito a lavori di disostruzione speleologica oppure ancora trovati in gallerie non allagate e che non rientrano nella tipologia di “ambiente a carenza di aria respirabile” (ACAR), il quale caratterizza invece gran parte delle gallerie di Perticara e che ha rappresentato un importante ostacolo esplorativo (fig. 1).

Tali condizionamenti hanno pesantemente limitato il numero dei campioni e l’areale di campionamento (come si vedrà, due discenderie di accesso alla miniera, di diversa cronologia).

Pur entro i limiti appena enunciati, queste analisi, come già si è potuto appurare in altri contesti indagati in questo senso (ad es. BOENKE 2005), possono aiutare a comprendere meglio fasi e aspetti tecnologici legati all’impianto estrattivo, e contribuire a ottenere informazioni circa l’eventuale sfruttamento di risorse naturali locali (nel nostro caso, i boschi) e la conseguente evoluzione del paesaggio.

Materiali e metodi

Sono stati sottoposti ad analisi xilologica 12 campioni, suddivisi in due gruppi, provenienti dalla miniera di Perticara:

- A. Il primo gruppo (campionamento effettuato a maggio 2014), composto da 5 campioni, proveniva dalla “Discenderia Fanante”, ovvero una delle gallerie che permettevano l’accesso dei minatori dall’esterno sino ai vari livelli di lavoro. Tale discenderia è posta presso il margine occidentale della concessione estrattiva, in direzione del sito-gemello “Marazzana”. Qui sono stati campionati guide lignee per cavi elettrici ed impiantistica (1.1, 1.2), un palo generico (2), un cuneo (3) e un montante verticale di un’armatura di galleria (“butta”) (4).
- B. Il secondo gruppo (campionamento effettuato a luglio 2014), composto da 7 campioni, proveniva da “Le scale”, poste presso il margine sud-occidentale del complesso minerario in esame. Si tratta di un vecchio accesso alla miniera, così chiamato in quanto consiste in una scalinata sub-elicoideale ricavata



Fig. 1 – Esempio di legni campionati dalla Discenderia Fanante (miniera di Perticara) (foto S. Piastra).

nel substrato. I campioni, rinvenuti durante lavori di disostruzione speleologica nel tentativo (poi fallito) di riaprire l'accesso de "Le scale", pesantemente ostruito da crolli e forse da brillamenti operati nella fase di chiusura del sito, hanno riguardato i pali di armatura di galleria (1, 3, 4, 5, 6 e 7) e un elemento del guarnissaggio della stessa (2).

I campioni di legno sono stati analizzati e identificati utilizzando i criteri e le tecniche propri dello studio di legni e carboni rinvenuti in contesti archeologici.

I campioni sono stati sezionati al fine di ottenere le tre sezioni anatomiche fondamentali del legno:

1. sezione trasversale (perpendicolare all'asse maggiore del fusto o ramo);
2. sezione longitudinale radiale (parallela all'asse maggiore e passante per il centro);
3. sezione longitudinale tangenziale (parallela all'asse maggiore e tangente al cerchio del piano trasversale).

Il discreto stato di conservazione di questi campioni ha permesso di ottenere le tre sezioni anatomiche mediante delle spaccature operate a mano con l'aiuto di bisturi e scalpelli; i campioni infatti erano abbastanza resistenti ma non eccessivamente duri, probabilmente grazie alla loro particolare modalità di conservazione. I frammenti ottenuti non tendevano a sbriciolarsi e i tagli si presentavano puliti e lisci; ciò ha reso possibile l'osservazione delle tre sezioni anatomiche al microscopio episcopico a luce riflessa (Nikon Eclipse LV 100) con ingrandimenti di 50X, 100X, 200X, 500X. L'osservazione al microscopio è stata affiancata dall'utilizzo di atlanti e chiavi di determinazione del legno (JACQUIOT *et alii* 1973; SCHWEINGRUBER 1990; VERNET *et alii* 2001) e da una collezione di confronto presente presso il laboratorio GEOLAB UMR/CNRS 6042 del Dipartimento di Geografia dell'Università di Limoges.

Risultati e discussione

A livello xilologico sono stati individuati 5 *taxa* (tab. 1; fig. 2):

- *Larix decidua/Picea abies* (larice/abete rosso) (non si riesce a distinguere i legni delle due specie con sicurezza – SCHWEINGRUBER 1990) – 2 campioni (1.1A e 3A)
- *Pinus* sp. (pino) – 2 campioni (2A e 4A)

- *Salix/Populus* (salice/pioppo) – 1 campione (1.2A)
- *Castanea sativa* (castagno) – 5 campioni (1B, 4B, 5B, 6B e 7B)
- *Quercus* sp. (quercia) – 2 campioni (2B e 3B)

Si vede chiaramente che i due gruppi di campioni provenienti dai contesti presi in considerazione si differenziano tra loro (tab. 1):

1. il gruppo A mostra prevalentemente *taxa* di Conifere e un unico campione ascrivibile al tipo xilologico *Salix/Populus*;
2. i campioni del gruppo B sono in maggioranza di legno di castagno e due attribuibili al genere *Quercus*.

L'area dove è presente la miniera, appartenente alla Formazione Gessoso-solfifera, ma confinante con vaste plaghe argillose e con rupi arenacee plioceniche (ZANGHERI 1966; CIAVATTA, PICCARI RICCI 1988), a livello di vegetazione è attualmente interessata da estesi boschi di roverella e lembi di rimboschimenti a pino nero, mentre nelle vicinanze si possono trovare boschi a carpino nero e castagneti (BIONDI *et alii* 2009) e c'è una buona presenza di leccio allo stato arbustivo (CASINI *et alii* 1988).

Si può ipotizzare che i *taxa* identificati fossero di provenienza locale per quanto riguarda *Quercus* e *Castanea sativa*; sulle pendici a est del Monte Perticara è infatti presente un folto castagneto secolare (CASINI *et alii* 1988) e nella zona in passato il castagno era un'essenza che formava estese coperture, arrivando sporadicamente fino alla fascia della faggeta (ZANGHERI 1966). Per *Quercus* si potrebbe trattare di *Q. pubescens*, la roverella, ma forse ancora di più di *Q. cerris*, il cerro, che tende a raggiungere anche dimensioni ragguardevoli ed è tipico dell'Alta Valmarecchia (MERLONI 1988). Difficilmente potrebbe essere *Q. ilex*, il leccio, che, nonostante abbia una buona presenza nell'area, è sempre nella forma arbustiva (ZANGHERI 1966; CASINI *et alii* 1988) e quindi non sarebbe riuscito a fornire legname adeguato per realizzare elementi strutturali per le gallerie.

A sostegno di un utilizzo di risorse forestali locali per i campioni del gruppo B da "Le scale" depone il fatto che tale discenderia dovrebbe essere stata usata tra la fase finale della gestione Cisterni (secondo quarto del XIX secolo) e la gestione della Nuova Società delle Miniere Solferee di Romagna (1844-1855), poi ricapitalizzata in Società Anonima delle Miniere

MINIERA DI PERTICARA							
Zona campionamento	Descrizione campione	n°	<i>Castanea sativa</i>	<i>Quercus</i> sp.	<i>Larix decidua/Picea abies</i>	<i>Pinus</i> sp.	<i>Salix/Populus</i>
B. "Le scale" - campioni del XIX secolo (?) (campionamento luglio 2014)	Pali armatura galleria	1					
	Guarnissaggio galleria	2					
	Pali armatura galleria	3					
	Pali armatura galleria	4					
	Pali armatura galleria	5					
	Pali armatura galleria	6					
	Pali armatura galleria	7					
A. Discenderia Fanante - campioni novecenteschi (?) (campionamento maggio 2014)	Guide lignee per cavi elettrici e impiantistica	1.1					
	Guide lignee per cavi elettrici e impiantistica	1.2					
	Palo generico	2					
	Cuneo	3					
	Montante verticale armatura galleria	4					

Tab. 1 – Tabella dei risultati delle analisi dei campioni xilologici.

Zolfuree di Romagna (1855-1896) (PEDROCCO 2002, pp. 37, 40, 49-50, 62-64): "Le scale" appaiono infatti identificabili verosimilmente nella «scala a chiocciola» riportata in una sezione degli scavi perticaresi databile al 1837-1838 (BATTISTELLI 1994, pp. 56-57; lettere a-f in sezione e legenda); Domenico Santagata sembra riferirsi ad esse in una sua memoria geologica edita nel 1844, quando parla, circa la miniera di Perticara, «(...) di una stretta via aperta nel fianco meridionale del monte stesso, la quale in lunghi e tortuosi giri sempre in basso inclinati, e per lunghe gradinate giunge al fondo che destendesi molto avanti nel corpo stesso del monte» (SANTAGATA 1844, p. 75). Nel corso del Novecento tale discenderia venne invece abbandonata e non fu oggetto di manutenzione. Con tutta probabilità, i campioni del gruppo B si datano quindi al XIX secolo, periodo durante il quale le comunicazioni stradali della zona, importanti per eventuali importazioni

di legname da altri ambiti extra-regionali, non erano facili, e la miniera, in relazione ad approvvigionamenti e risorse, gravitava ancora molto sul territorio locale. L'utilizzo di materiali lignei montefeltrani e dell'Appennino riminese per "Le scale" ben rientrerebbe dunque nel quadro appena delineato (cf. anche BATTISTELLI 1986, p. 101).

Del resto, allargando l'analisi, un impiego di essenze forestali locali in funzione dei cantieri minerari solfiferi della Romagna orientale è ben documentato in una prospettiva di lungo periodo tra XVII e XIX secolo: "legnaroli" locali, ovvero fornitori di legna da bruciare negli impianti di distillazione dello zolfo (i cosiddetti "Doppioni") e di legname da opera per armare i lavori sotterranei, sono attestati ad esempio dalle fonti sei-settecentesche in riferimento al territorio di S. Agata Feltria, confinante con Perticara (PEDROCCO 2002, p. 22), e agli inizi del XIX secolo per il Cesenate (SEVERI 1999, p.

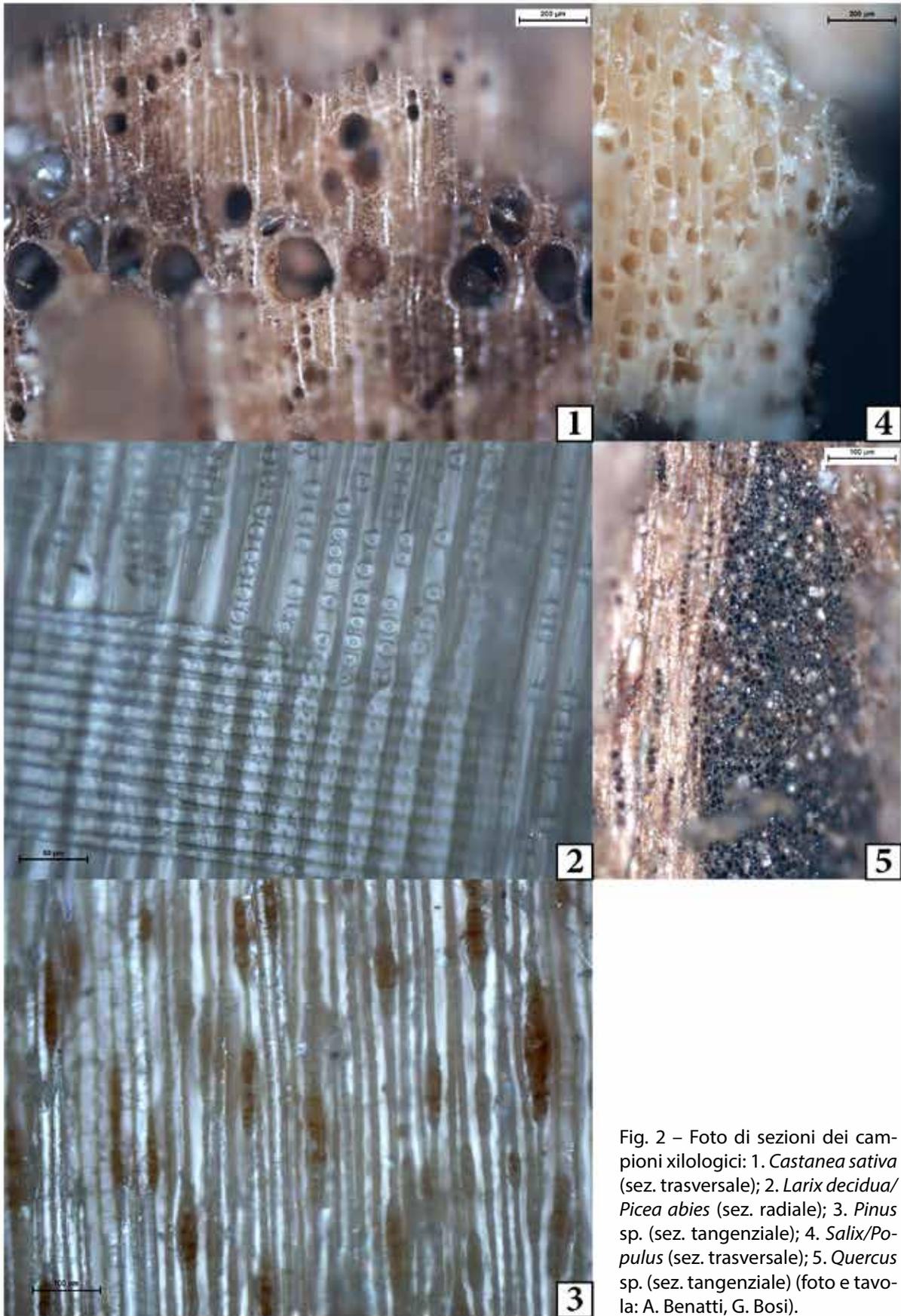


Fig. 2 – Foto di sezioni dei campioni xilologici: 1. *Castanea sativa* (sez. trasversale); 2. *Larix decidua/Picea abies* (sez. radiale); 3. *Pinus* sp. (sez. tangenziale); 4. *Salix/Populus* (sez. trasversale); 5. *Quercus* sp. (sez. tangenziale) (foto e tavola: A. Benatti, G. Bosi).

87, nota 27).

L'importanza della disponibilità di legname (che, indirettamente, sembra intuirsi come di provenienza locale) per le ricerche minerarie lungo la valle del Savio è poi sottolineata da Vincenzo Masini in alcuni versi iniziali del suo poema settecentesco *Il Zolfo* (MASINI 1759, p. 4):

Pronti al bisogno sian travi, e legnami / Atti
a regger le volte, e'l sovrapposto / Peso del
monte, e a far puntelli, e panche (...)

Lo stesso Masini ritorna, all'interno della medesima opera, sull'argomento, esplicitando questa volta la provenienza locale del legname messo in opera in miniera nel territorio romagnolo (MASINI 1759, pp. 16-17):

Qui parmi di veder sotto l'impero / Di chi l'o-
pra allor resse, in varie schiere / La gioventù
robusta affaticarsi, / E su gli omeri curvi im-
por le some / De' legni pesantissimi ed im-
mani. / Certo diresti l'Apennin nevoso / Degli
orni, delle quercie, e del veloce, / Al mare av-
vezzo, temerario abete / Fè largo dono, e spo-
polò la selva, / E qua li trasse il vigil maestro
/ Per accertarsi al fossile [lo zolfo] la strada;
/ Poi con tal'arte e simetria al bisogno / Gli
adattò, li confisse e li distinse, / Che'l numero
non stipa, e'l passo è aperto / All'andar, al
venir, come più aggrada.

Proseguendo nel tempo, Marco Fantuzzi ribadisce l'importanza di armare, per ragioni di sicurezza, le gallerie delle solfatare romagnole, ma aggiunge anche che tale pratica, nell'ultimo quarto del XVIII secolo, era spesso disattesa per ragioni di economia (FANTUZZI 1804, p. CCI; tale scritto risaliva però al 1788); altrove nelle sue *Memorie* aggiunge in modo esplicito che «quando li pongono in uso [Fantuzzi si riferisce qui a legname per armare i cunicoli], si servono di qualche Albero di que' Monti» (FANTUZZI 1804, p. CLXXXIX).

Per le Conifere del gruppo A sembra invece più credibile una provenienza extralocale. Per l'abete rosso e il larice, l'introduzione nell'area dell'Appennino romagnolo è infatti relativamente recente, essendo ipotizzata come legata alla figura di Carlo Siemoni, tecnico forestale granducale, intorno al 1835-1840 (ZANGHERI 1966). La specie oggi qui più diffusa del genere *Pinus*, *P. nigra*, è comunque un'essenza non autoctona, e introdotta in Romagna, a scopo di rimboschimento (ZANGHERI 1966), a più riprese soprattutto nel corso del Novecento, special-

mente durante il periodo fascista e nell'ambito dei cosiddetti "Cantieri Fanfani" a cavallo degli anni Quaranta e Cinquanta (cf. COSTA, PIASTRA 2015): proprio perché impiegata localmente per la riforestazione, appare poco verosimile un suo taglio in funzione di utilizzi pratici in miniera.

Poiché la Discenderia Fanante è riconducibile, nella sua configurazione attuale, alla fase novecentesca di attività della miniera (a tale orizzonte cronologico rimanda peraltro la presenza qui di impiantistica elettrica) (cf. BATTISTELLI 1975, pp. 54-55; ANTINORI 1993, p. 27), e siamo certi di una sua funzionalità ancora alla chiusura del sito estrattivo di Perticara (1964), i campioni del gruppo A sarebbero dunque databili tra gli inizi del XX secolo e i primi anni Sessanta, ovvero in gran parte il periodo di gestione del sito da parte della Montecatini (1917-1964), società che portò l'impianto perticarese ad avere una caratura internazionale anche in fatto di approvvigionamenti e uso di risorse: l'importazione di conifere qui ipotizzata per il gruppo A troverebbe quindi un adeguato inquadramento in questa congiuntura.

A conferma di ciò, nell'Archivio del Museo "Sulphur" di Perticara è conservato un documento della gestione Montecatini, datato 1961 (di poco precedente alla chiusura della miniera), che rappresenta la risposta a un questionario del Distretto Minerario di Bologna, in cui si dà una breve descrizione del materiale legnoso allora impiegato in miniera (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR", PERTICARA, Corpo Reale delle Miniere-Distretto Minerario di Bologna, 8. *Miniera di Perticara, Prospetto utilizzazione legname*, 1961): per i «tondelli» (ovvero legno messo direttamente in opera senza essere segato in assi) è segnalato l'impiego di «legname resinoso», quindi conifere; in relazione alle guide dei pozzi minerari viene menzionato l'uso di «*Pitch Pine*» importato dall'estero (senza però indicarne il paese di importazione): potrebbe trattarsi di *Pinus rigida* Miller, *taxon* con due sottospecie entrambe di origine nordamericana (ECKENWALDER 2009, pp. 473-474).

L'utilizzo di conifere per realizzare le strutture della miniera è in linea con le proprietà del loro legno, tendenzialmente molto elastico ma che garantisce al contempo stabilità (BOENKE 2005).

La presenza, all'interno del gruppo A, di un campione attribuibile a *Salix/Populus*, *taxa* ben diffusi nell'area soprattutto lungo i corsi

d'acqua (ZANGHERI 1966), può essere anche interpretabile come il probabile utilizzo di essenze locali per sostituire elementi danneggiati.

Conclusioni

A corollario finale delle ipotesi qui avanzate, appare verosimile immaginare un deciso sfruttamento dei boschi locali, in funzione dell'alimentazione dei "Doppioni" e dell'armo dei lavori minerari, nella fase iniziale dell'epopea mineraria della zona, tra XVII e XIX secolo: in questo periodo, dovettero essere intrapresi disboscamenti notevoli e sistematici, con probabili effetti negativi sulla stabilità dei versanti. In accordo col quadro qui delineato sono le testimonianze di Vincenzo Masini, il quale poco dopo la metà del XVIII secolo preconizza che «(...) dell'Apennin tutta la selva / Sarà col tempo alla vorace fiamma [dei "Doppioni"] / Pasto ben scarso (...)» (MASINI 1759, p. 41; p. 116, nota 15), e di Marco Fantuzzi, che sul finire del Settecento rimarca, in relazione ai cantieri solfiferi, «la scarsezza, e caro prezzo della legna [locale]» (FANTUZZI 1804, p. CXCVI). Anche i documenti degli inizi del XIX secolo citati in TONELLI 1980, pp. 176-177 e in SEVERI 1999, p. 83 delineano la medesima situazione.

Col Novecento, in seguito a nuove tecnologie di fusione dello zolfo e all'importazione di conifere per i lavori in un quadro macro-economico e aziendale più maturo, la pressione antropica sui boschi appenninici della zona diminuì, ponendo le condizioni, anche in seguito a rimboschimenti artificiali, per un modesto ritorno del bosco nelle aree non direttamente contermini agli impianti estrattivi e di lavorazione dello zolfo. In corrispondenza invece dei cantieri solfiferi, il bosco non trovò mai le condizioni per svilupparsi sino alla cessazione definitiva dell'attività: le esalazioni di biossido di zolfo sprigionate dai "Doppioni" prima, e dai "calcaroni" e dai "forni Gill" poi, rendevano infatti impossibile lo sviluppo della vegetazione spontanea o delle colture (cf. MARSILI 1930, p. 201; VEGGIANI 1991; BIAGIANTI 2003; PIASTRA, *Lo zolfo romagnolo tra natura e cultura*, in questo stesso volume). Significativamente, l'ampia copertura vegetazionale che oggi caratterizza la valle del Torrente Fanantello, dove si collocavano ingressi minerari e impianti perticaresi, risale agli ultimi cinquant'anni circa, successivamente alle dismissioni industriali;

all'epoca invece dei lavori, le immagini fotografiche storiche rimandano ad un paesaggio completamente brullo (BATTISTELLI 1994, pp. 74-77, con un'immagine della Discenderia Fanante in funzione; RINALDI 1998, pp. 66, 71-72, 75-76).

Fonti inedite

ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR", PERTICARA (NOVAFELTRIA), Corpo Reale delle Miniere-Distretto Minerario di Bologna, 8. *Miniera di Peticara, Prospetto utilizzazione legname*, 1961.

Bibliografia

- E. ANTINORI 1993, *La buga. Storia "minore" della miniera di Peticara*, San Marino.
- M. BATTISTELLI 1975, *Le miniere di zolfo del Santagate*, "Studi Montefeltrani" III, pp. 35-65.
- M. BATTISTELLI 1986, *I pionieri dell'industria solfifera perticarense*, "Studi Montefeltrani" XIII, pp. 97-130.
- M. BATTISTELLI 1994, *Le miniere di zolfo di Miano di Sant'Agata*, San Leo.
- I. BIAGIANTI 2003, *La Montecatini a Peticara fra industria e agricoltura*, in G. ALLEGRETTI, E. SORI (a cura di), *Sopra l'inferno. Il villaggio di Miniera di Peticara*, Frontino, pp. 83-99.
- E. BIONDI, E. ANGELINI, S. CASAVECCHIA, S. PESARESI, L. ZIVKOVIC 2009, *Carta della vegetazione (fitosociologica) SIC Monte della Peticara Monte Pincio IT5310021 (AB02) (direttiva 92/43/CEE) scala 1:10.000*, Ancona.
- N. BOENKE 2005, *Organic resources at the Iron Age Dürrnberg salt-mine (Hallein, Austria) – Long-distance trade or local sources?*, "Archaeometry" 47 (2), pp. 471-483.
- L. CASINI, R. SANTOLINI, G. SEMERARO 1988, *Considerazioni conclusive sull'ambiente e aree di interesse naturalistico*, in R. SANTOLINI (a cura di), *La Valle del Marecchia*, Bologna, pp. 215-232.
- C. CIAVATTA, P.P. PICCARI RICCI 1988, *Caratteri del territorio*, in R. SANTOLINI (a cura di), *La Valle del Marecchia*, Bologna, pp. 19-80.
- M. COSTA, S. PIASTRA 2015, *I rimboschimenti di Monte Rontana: temi paesistici e gestionali*,

- in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza, pp. 569-577.
- J.E. ECKENWALDER 2009, *Conifers of the World*, Portland.
- M. FANTUZZI 1804, *Memorie di vario argomento*, s.l.
- C. JACQUIOT, Y. TRENARD, D. DIROL 1973, *Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (essences feuillues)*, Parigi.
- L.F. MARSILI 1930, *Storia naturale de' gessi e solfi delle miniere di Romagna*, in COMITATO MARSILIANO (a cura di), *Scritti inediti di Luigi Ferdinando Marsili*, Bologna, pp. 187-211.
- V. MASINI 1759, *Il Zolfo. Poema*, Cesena.
- N. MERLONI 1988, *Flora e vegetazione*, in R. SANTOLINI (a cura di), *La Valle del Marecchia*, Bologna, pp. 80-148.
- G. PEDROCCO 2002, *Zolfo e Minatori della Provincia di Pesaro e Urbino*, Urbina.
- I. RINALDI 1998, *La miniera di zolfo di Perticara. Storia per immagini*, Villa Verucchio.
- D. SANTAGATA 1844, *Dei Gessi e della Formazione dello Zolfo in Perticara*, "Rendiconto delle sessioni dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna", Anno Accademico 1844-1845, pp. 70-93.
- F.H. SCHWEINGRUBER 1990, *Mikroskopische Holzanatomie* (3 Aufl.), Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- A. SEVERI 1999, *Una città fra due papi: urbanistica e architettura a Cesena tra Sette e Ottocento*, in P. ERRANI (a cura di), *Due papi per Cesena. Pio VI e Pio VII nei documenti della Piancastelli e della Malatestiana*, Bologna, pp. 73-183.
- V. TONELLI 1980, *Sarsina napoleonica. Storia e folklore in terra romagnola*, Imola.
- A. VEGGIANI 1991, *I problemi ecologici connessi alle attività delle antiche miniere di zolfo nel Cesenate*, in S. LOLLETTI, M. TOZZI FONTANA (a cura di), *La miniera. Tra documento storia e racconto. Rappresentazione e conservazione*, Bologna, pp. 141-149.
- J.L. VERNET, P. OGEREAU, I. FIGUEIRAL, C. MACHADO YANES, P. UZQUIANO 2001, *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récentes, Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule ibérique et iles Canaries*, Parigi.
- P. ZANGHERI 1966, *Romagna fitogeografica V. Flora e Vegetazione del Medio ed Alto Appennino Romagnolo*, Forlì ("Webbia" XXI, 1, 1966).

Ringraziamenti: la "Squadra solfi" del progetto FSRER "Gessi e solfi della Romagna orientale", in particolare Maria Luisa Garberi e Giovanni Belvederi, per i campionamenti dalla Discenderia Fanante; Massimo Ercolani, Piero Lucci e Baldo Sansavini per i campionamenti da "Le scale"; il Museo "Sulphur" di Perticara per le ricerche effettuate nell'archivio lì conservato.

I MINATORI DI PERTICARA E I RISCHI DEL MESTIERE. ALLA RICERCA DEL DNA DI *ANCYLOSTOMA DUODENALE*

ANNUNZIATA GIANGASPERO¹, MARIANNA MARANGI², CLAUDIO VENTURELLI³

Riassunto

La miniera di Perticara (Novafeltria, RN), la più grande miniera di zolfo d'Europa e attiva tra età moderna e contemporanea, conobbe la sua massima attività nel Novecento. A causa delle condizioni ambientali e lavorative, i minatori delle miniere solifere di Perticara, e non solo, soffrivano di una malattia definita anemia del minatore, causata da un nematode, *Ancylostoma duodenale*, che, nella fase di adulto, si localizza nell'intestino. Oltre a descrivere il contesto storico, ambientale e sociale della miniera di Perticara, gli autori ripercorrono la storia degli studi della ancylostomiasi e descrivono la parassitosi dal punto di vista eziologico, clinico e diagnostico. Contestualmente, gli autori riportano i risultati della loro ricerca, finalizzata al rilievo di eventuali tracce di DNA del parassita da materiale utilizzato dai minatori per l'igiene personale (fogli di giornali), e raccolti dagli speleologi a distanza di oltre cinquant'anni dalla chiusura della miniera, databile al 1964. Centosessantotto frammenti, ritagliati da 14 fogli di quotidiani risalenti al 1958, sono stati sottoposti alla metodica di RealTime PCR. Nessun campione è risultato positivo. I fattori biologici, ambientali e storici sono discussi in relazione al mancato rilievo del DNA del parassita.

Parole chiave: miniera di Perticara, ancylostomiasi, *Ancylostoma duodenale*, residui di materiale fecale, RealTime PCR.

Abstract

*The Perticara Mine (Novafeltria, Rimini Province, Northern Italy), the largest Sulfur mine in Europe and active between Modern and Contemporary Ages, reached the peak of its activity in the 20th century. Environmental and labor conditions brought Perticara miners, like those in other mines, to suffer from a disease informally known as miner's anemia; this is caused by a nematode, *Ancylostoma duodenale*, whose adult stage lives in the intestine and is responsible for ancylostomiasis. In addition to providing historical information on Perticara Mine, the authors trace the history of studies of ancylostomiasis, and describe the parasite from the etiological, clinical and diagnostic point of views. Furthermore, the authors report the results of research aimed at detecting traces of the parasite's DNA on sheets of newspapers used by miners for personal hygiene, and collected by cavers more than fifty years after the end of the works (1964). RealTime PCR was used to test 168 fragments cut from 14 sheets of newspapers, dating back to 1958. No positive samples were found. The biological, environmental and historical factors are discussed in relation to the failure to detect parasite DNA residues.*

Keywords: *Perticara Mine, Ancylostomiasis, Ancylostoma duodenale, Residues of feces, RealTime PCR Assay.*

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università degli Studi di Foggia, via Napoli 25, 71122 Foggia (FG) - annunziata.giangaspero@unifg.it

² Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, Università degli Studi di Foggia, via Napoli 25, 71122 Foggia (FG) - marianna.marangi@unifg.it

³ Dipartimento di Sanità Pubblica, Ausl della Romagna - cventurelli@ausl-cesena.emr.it

La miniera di Perticara, i minatori e i rischi del mestiere

I depositi solfiferi romagnoli e montefeltrani sono al centro di una storia estrattiva e socio-economica plurisecolare, tuttora alla base del senso di identità delle comunità locali e che ha segnato in modo indelebile questi territori. Specie a partire dalla Seconda Rivoluzione Industriale si assistette ad un deciso potenziamento del comparto solfifero, in risposta a una domanda sempre maggiore dello zolfo raffinato nelle industrie e in agricoltura. Se da un lato tale *boom* garantì occupazione e cospicui guadagni, alternati a rapidi rovesci di fortuna, per i proprietari, dall'altro il duro e malsano lavoro della solfatara comprometteva ineluttabilmente la salute dei minatori, specie degli operai più giovani, costretti, ancora in tenera età, a trasportare pesi considerevoli, che spesso li condannava ad uno sviluppo fisico inadeguato alla loro età. Oltre agli infortuni, alla malnu-

trizione e alle deformazioni scheletriche, i minatori, che di frequente lavoravano scalzi (fig. 1), soffrivano di una malattia, spesso, fatale, nota con il nome di "anemia dei minatori".

Verso la conoscenza della eziologia della "anemia del minatore"

Per centinaia di anni, soprattutto i minatori, ma anche i lavoratori di mattoni e i contadini, morivano per cause ignote. Era il 1838 quando l'italiano Angelo Dubini (1813-1902), medico, patologo e parassitologo, nel corso del suo lavoro presso l'Ospedale Maggiore di Milano, per primo, riconobbe nell'intestino di una contadina un nuovo nematode. DUBINI (1843) pubblicò le sue indagini e denominò il nematode *Agchylostoma (duodenale)*, nome poi corretto in *Ancylostoma*, da allora posto in correlazione con i casi di anemia.

Negli anni successivi, l'interesse nei confronti



Fig. 1 – BIBLIOTECA MALATESTIANA DI CESENA, FONDO FRANCESCO DELLAMORE, Miniera di zolfo di Montevocchio (Cesena): giovane minatore a riposo. Immagine risalente al 1926. Come usuale, il lavoratore è scalzo, comportamento che esponeva pesantemente al rischio di ancylostomiasi. Circa tale miniera, vedi ERCOLANI *et alii*, in questo stesso volume.

di questo nematode andò crescendo e gli studi consentirono in molti casi di riconoscere la patologia in molte zone del mondo: Griesinger, nel 1854, in Egitto; Wucherer, nel 1866, a Bahia, ma anche in Italia. Bozzolo, nel 1879, riconobbe in *Ancylostoma* la causa dell'anemia tra i mattonai e, nella seconda metà del 1800, grazie agli studi di Grassi, dei fratelli Parona, di Perroncito e di altri, gli studi sullo sviluppo del parassita e la sua relazione con il terreno o gli escrementi divennero sempre più chiari (GRASSI *et alii* 1878). La diagnosi di ancylostomiasi da parte di Perroncito sulla causa dell'anemia degli operai addetti al traforo del Gottardo fece "scuola", tanto che queste intuizioni, supportate da sempre maggiori evidenze scientifiche (PERRONCITO 1910), aprirono la strada alla conoscenza degli aspetti epidemiologici dell'ancylostomiasi anche in altri paesi e in diversi centri minerari italiani e stranieri. Nelle miniere di Francia, Belgio, Germania, Ungheria (paesi nei quali l'anemia dei minatori era nota sin dalla seconda metà del 1700), e, via via, anche in altre regioni italiane (Sicilia, Umbria, Veneto) si accertò, con sempre maggiore cognizione di causa, la relazione tra la grave malattia, nota da oltre un secolo col nome di *anemia o cachessia dei minatori*, che faceva strage tra gli operai delle miniere, e *Ancylostoma duodenale*⁴.

Ovviamente anche i lavoratori delle miniere di Perticara non si sottrassero alla malattia e alla diagnosi di ancylostomiasi.

Ancylostomiasi

L'agente eziologico va identificato in *Ancylostoma duodenale* (dal gr. ἀγκύλος, "curvo, adunco" e στόμα, "bocca"), un nematode di colore bianco perlaceo che, nella fase di adulto, si localizza nell'intestino tenue dell'uomo ed è responsabile dell'ancylostomiasi.

L'apparato buccale, o capsula buccale, è provvisto di due serie di denti aguzzi, chitinosi, robusti, unciniformi con la punta rivolta all'interno. Sul fondo della capsula si trovano due laminette taglienti, dette lamine faringee (fig. 2).

In sede intestinale, i maschi (8-10 mm x 0,4



Fig. 2 – Capsula buccale di *Ancylostoma duodenale* (da www.pinterest.com).

mm) e le femmine (10-14 mm x 0,6mm) si accoppiano e la femmina depone le uova (56-75 x 34-47 μm), di forma ellissoidale con poli dissimili e pareti laterali "a botte". Queste, eliminate dall'ospite con le feci, in circa 24 ore schiudono una larva rabditoide (L1) che si nutre di detriti organici, quindi si trasforma in larva strongiloide (L2) e infine in larva strongiloide infettante (L3) (fig. 3). Lo sviluppo di queste larve si compie esclusivamente nel terreno o negli stessi escrementi umani, in condizioni di umidità elevata e di una temperatura compresa tra 18° e 28° C. Per poter progredire nel suo sviluppo e diventare adulto, la larva L3 deve necessariamente parassitare un organismo umano: penetra nell'ospite per via percutanea (soprattutto attraverso i piedi, quando privi di protezione: prassi, come detto, molto comune in passato in miniera) oppure tramite ingestione delle larve mediante cibo o mani contaminate, e da qui inizia un complesso viaggio all'interno del corpo. Le larve, tramite il torrente circolatorio, migrano al cuore destro e al polmone, e, attraverso i capillari polmonari, per effrazione degli alveoli, passano nei bronchioli. Da qui, spinti dall'epitelio ciliato dei

⁴ La scoperta di tutti gli aspetti della ancylostomiasi (eziologia, epidemiologia, aspetti clinici e terapia) si deve ad un gruppo di valenti scienziati italiani (oltre a Dubini, i fratelli Parona, Grassi, Perroncito e Bozzolo) che contribuirono con le loro ricerche a scrivere le più belle pagine della storia della Parassitologia non solo italiana (RONCALLI 2001).

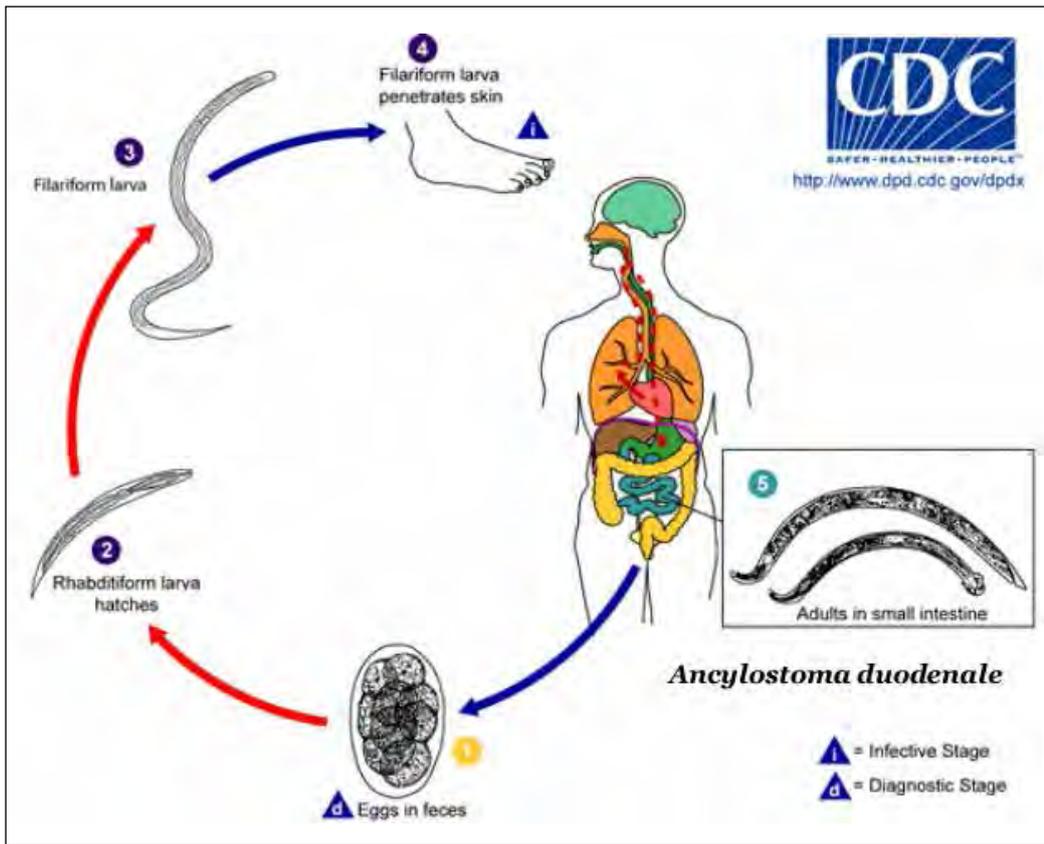


Fig. 3 – Ciclo biologico di *Ancylostoma duodenale* (da www.cdc.gov/parasites/hookworm/biology.html).

bronchi e della trachea passano nel retrobocca e, degluite con la saliva, raggiungono l'intestino tenue dove compiono alcune mute (L4 - L5) fissandosi ai villi intestinali. Dopo 5-6 settimane dall'infezione si trasformano in adulti, maschi e femmine le quali, dopo l'accoppiamento, depositeranno le uova (con una media di 25.000 al giorno). Nell'ospite parassitato, i vermi adulti possono vivere da 2 a 10 anni; quando l'infestazione è elevata, il soggetto può eliminare 2-5 milioni di uova al giorno.

I sintomi della malattia sono correlati al numero dei parassiti. Se il numero è ridotto, il soggetto non presenta sintomi generali ma soltanto un *rash* pruriginoso papulo-vescicoloso nel punto di ingresso della larva ("prurito della terra"). Se il numero di parassiti è elevato, i vermi adulti causano dolore epigastrico spastico, anoressia, flatulenza, diarrea e perdita di peso. L'infezione cronica determina una anemia sideropriva e ipoprotidemia, che causa pallore, dispnea, stanchezza, tachicardia, pro-

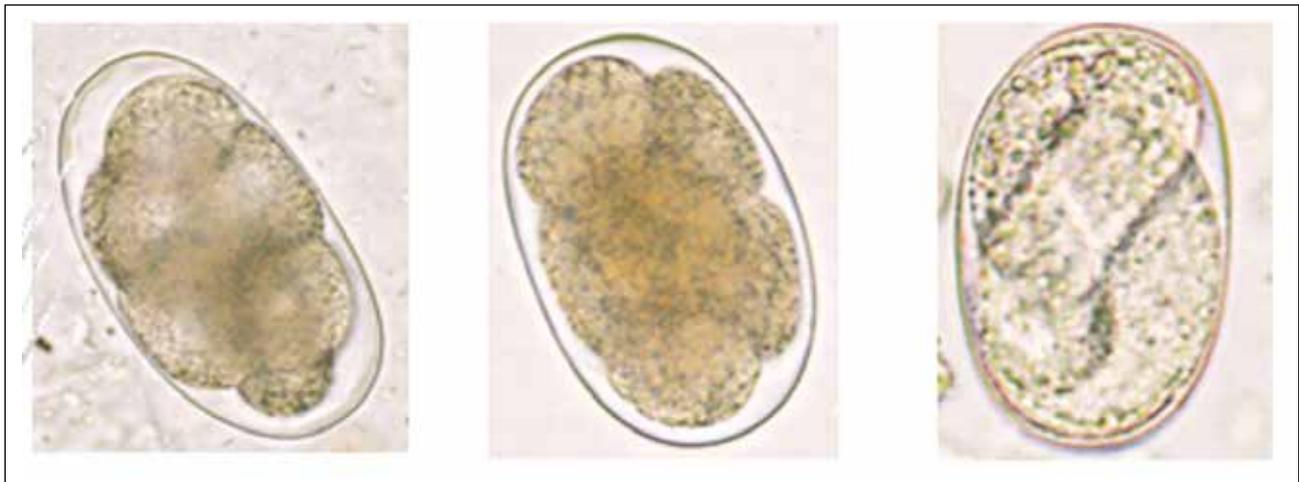


Fig. 4 – Uova di *Ancylostoma duodenale* a diverso stadio di sviluppo nell'ambiente (da <https://www.studyblue.com/notes/note/n/parasitology-6b-nematodes-ii-/deck/1075865>).



Fig. 5 – Speleologi in fase di raccolta dei campioni (foto M. Giordani).

strazione. La grave perdita di sangue può portare a ritardo dell'accrescimento, insufficienza cardiaca e anasarca. L'emoglobina diminuisce in proporzione alla gravità della malattia, dal 27 al 13%. I globuli rossi si riducono e compare eosinofilia (13-15% e oltre), più intensa all'inizio della malattia. I casi a decorso mortale molto rapido sono rari, ma la perdita di ferro (2 mg al giorno, pari al doppio del fabbisogno giornaliero) e la perdita di sangue, aggravata ulteriormente dall'inibizione dell'assorbimento di acido folico provocata dai parassiti, può risultare fatale (PIEKARSKI 1989, pp. 225-229; DE CARNERI 2013, pp. 234-236).

I valori ematici, e in particolare la presenza di eosinofilia, consentono di sospettare la malattia, ma la diagnosi di ancylostomiasi si basa sulla ricerca delle uova (fig. 4) nelle feci, mediante tecniche di coprologia classica (Kato Katz, o più recentemente, il FLOTAC (HABTAMU *et alii* 2011) o sul rilievo del DNA del parassita. Approcci molecolari basati sulla PCR convenzionale sono stati ampiamente impiegati per il rilievo di numerosi nematodi intestinali, compreso *A. duodenale* (VERWEIJ *et alii* 2001; DE GRUIJTER *et alii* 2005). Tuttavia, queste tecniche convenzionali hanno lo svan-

taggio di possibili contaminazioni e richiedono tempi molto lunghi di esecuzione. L'introduzione delle tecniche di RealTime PCR per la loro specificità, rapidità di esecuzione e la capacità di rilevare quantità ridottissime di DNA hanno trovato sempre più ampia applicazione (VERWEIJ *et alii* 2007; MEJIA *et alii* 2013). I frammenti del gene ribosomiale (ITS), le sequenze della subunità ribosomiale e i geni mitocondriali, come la citocromo-ossidasi I (*cox1*), sono tra i marcatori molecolari più impiegati per una diagnosi accurata di *A. duodenale* (MEJIA *et alii* 2013). Nella presente ricerca è stato impiegato il gene ribosomiale (ITS) per la presenza di regioni geniche molto conservate, e ridotta variabilità intraspecie, consentendo un rilievo specifico del parassita in esame.

Obiettivo

Allo scopo di rilevare la presenza di eventuali tracce di DNA di *Ancylostoma duodenale* e, di conseguenza, a distanza di oltre cinquant'anni dalla chiusura della miniera di Perticara, e conoscere indirettamente le condizioni di sa-



Fig. 6 – Fogli di giornali raccolti sul suolo e campionati nella miniera di Perticara.



Fig. 7 – Foglio di giornale raccolto sul suolo della miniera di Perticara con la data di pubblicazione.

lute dei minatori di Perticara, fogli di giornali, impiegati per l'igiene in miniera, sono stati sottoposti ad indagine molecolare mediante la tecnica di Real Time PCR.

Materiali e metodi

Area di studio e raccolta dei campioni

La miniera di Perticara è costituita da un vasto reticolo di pozzi e gallerie disposti su svariati livelli, giustappostisi nel corso dei secoli a partire dall'età moderna, oggi in massima

parte allagati in seguito alla dismissione del sito minerario (1964). Gli ipogei artificiali attualmente praticabili ad oltre cinquant'anni dalla chiusura sono caratterizzati da un ambiente a bassissima presenza di ossigeno e da alti livelli di biossido di carbonio, biossido di zolfo e metano, con scarsi scambi con l'atmosfera esterna.

Nel contesto del progetto di studio "Gessi e solfi della Romagna orientale" promosso dalla Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (2014-2016), la squadra "Solfi" ha cominciato le proprie riesplorazioni del sito minerario a partire dalla "Discenderia Fanan-

te”, vecchio accesso degli operai.

All'interno di un cellone dismesso a lato del livello 0 di carreggio, all'incrocio della salita ai cosiddetti “Fondi Vecchi”, e a non molta distanza dall'ingresso della “Discenderia Fanante”, nell'aprile 2014 gli speleologi hanno individuato e campionato 14 fogli di giornali, utilizzati dai minatori per l'igiene personale (figg. 5-7). Il fatto non deve sorprendere, in quanto era già noto da racconti orali come nella miniera perticarese non esistessero vere e proprie latrine: i bisogni corporali erano espletati nelle aree marginali e più lontane dei fronti di avanzamento e di coltivazione. I quotidiani ritrovati risultavano tutti datati al febbraio 1958, dunque alla fase finale di attività mineraria, sei anni prima della chiusura: tale mese rappresenta il termine *post quem* per il materiale fecale lì contenuto oggetto di analisi, mentre il termine *ante quem* è il 1964 (dismissione della miniera perticarese). Al momento della raccolta, i fogli di giornale, ancora imbrattati di materiale fecale, sono stati trasferiti in sacchetti di plastica, inviati al laboratorio di Parassitologia del Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente dell'Università di Foggia e processati come segue: su ciascun foglio di giornale, sono state individuate tutte le zone con tracce di materiale fecale e ritagliati frammenti di 2,5 cm². Dai 14 fogli di giornali sono stati ritagliati da un minimo di 3 ad un massimo di 37 frammenti, e un totale di 168 campioni sono stati sottoposti

ad indagine molecolare per la ricerca del DNA di *A. duodenale*.

Estrazione del DNA

Da ciascun campione è stato estratto il DNA genomico, impiegando il kit Qiagen Investigator kit (Qiagen, Germania) secondo le istruzioni fornite dalla casa produttrice. Gli estratti sono stati risospesi in 50 µl di acqua distillata, quantificati mediante il Qubit Fluorimetro 5.0 e tutti i campioni sono stati conservati a -20° C.

Identificazione molecolare

Una sequenza genica di *Ancylostoma duodenale* 18S (PHOSUK *et alii* 2013) è stata selezionata come riferimento per la sintesi di un plasmide di controllo. Il vettore PEX-a (Eurofins, MWG/Operon, Ebersberg, Germania) è stato utilizzato per inserire un frammento di circa 380 bp di *A. duodenale*. La concentrazione del plasmide è stata misurata utilizzando un fluorimetro, e i corrispondenti numeri di copie sono stati calcolati usando la seguente equazione:

$$\text{DNA (copie)} = 6.02 \times 10^{23} \text{ (copie/mol)} \times \frac{\text{DNA (g)}}{\text{DNA lunghezza(bp)} \times 660 \text{ (g/mol/bp)}}$$
 (WHELAN *et alii* 2003).

Dieci diluizioni seriali del plasmide con un

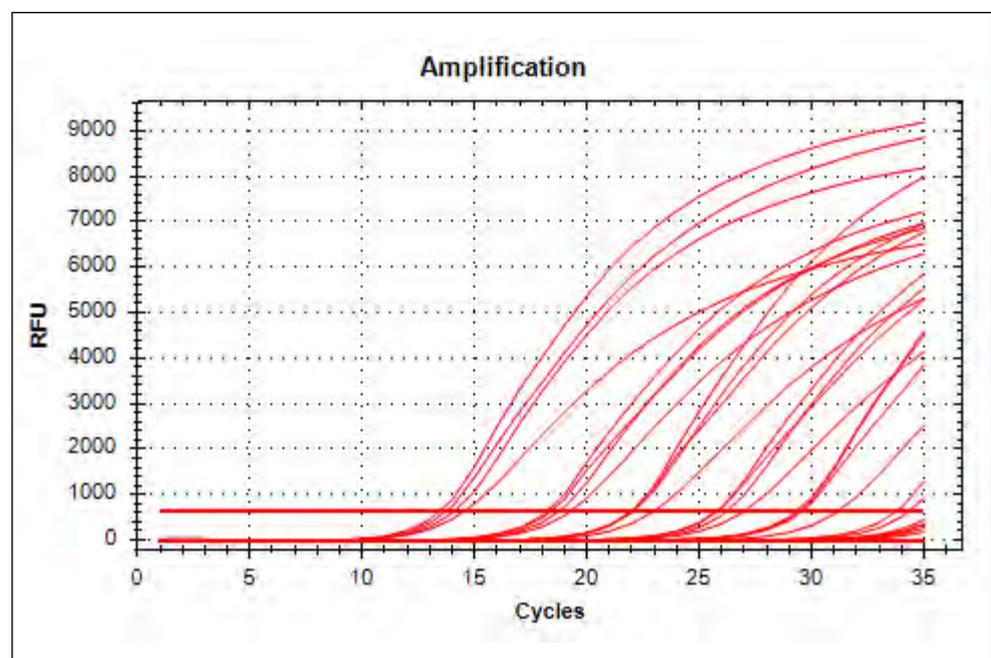


Fig. 8 – Messa a punto della RealTime PCR: curve di amplificazione del plasmide di *Ancylostoma duodenale* (concentrazioni da 10⁵ a 10 copie/µl) a diverse temperature di *annealing*.

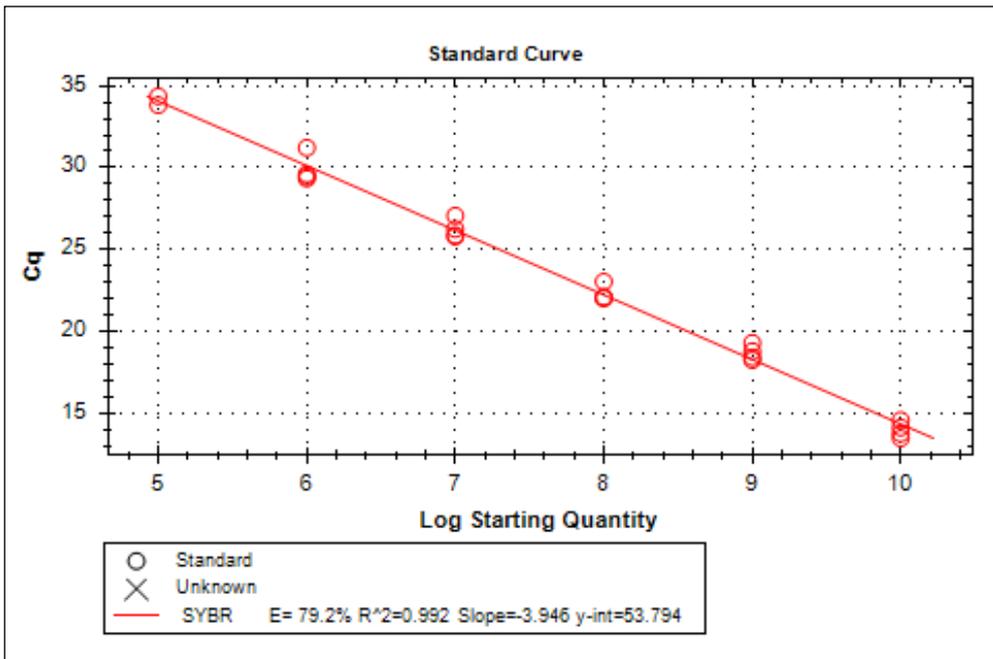


Fig. 9 – Messa a punto della RealTime PCR: curva standard del plasmide di *Ancylostoma duodenale* (concentrazioni da 10^5 a 10 copie/ μ l) a diverse temperature di annealing.

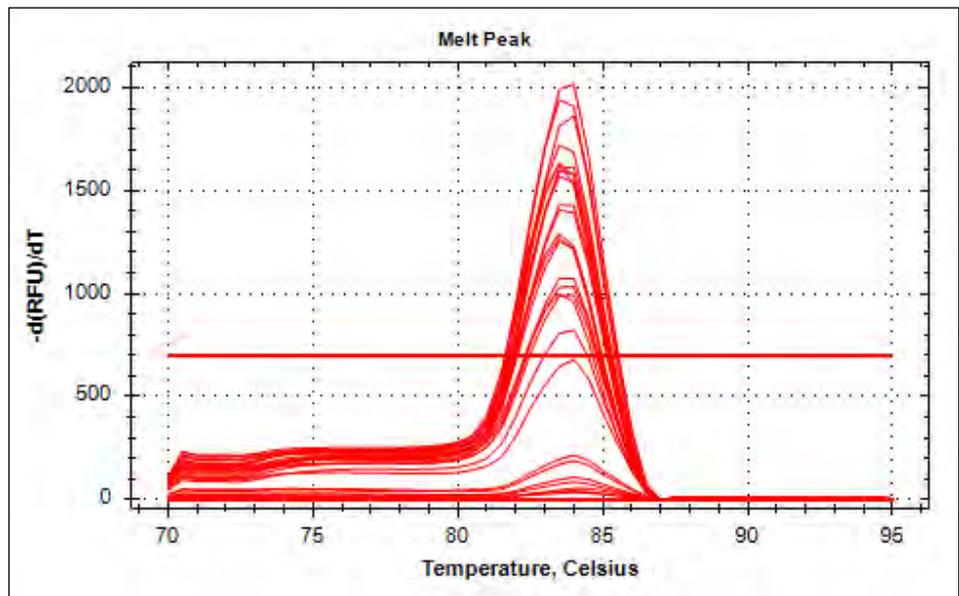


Fig. 10 – Messa a punto della RealTime PCR: picchi di melting del plasmide di *Ancylostoma duodenale* (concentrazioni da 10^5 a 10 copie/ μ l) a diverse temperature di melting.

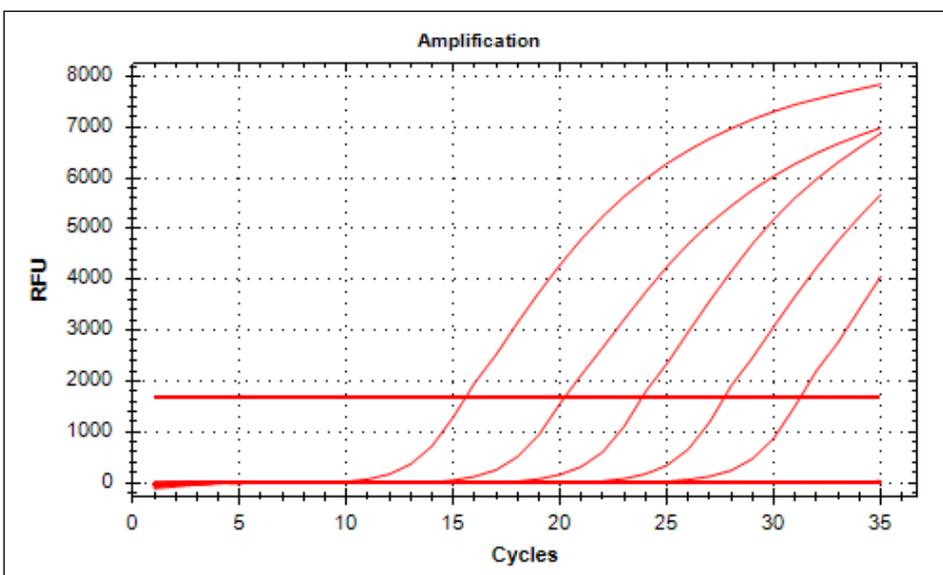


Fig. 11 – Curve di amplificazione dei 5 plasmidi di *Ancylostoma duodenale* (controlli positivi) e assenza di amplificazione dei campioni sottoposti ad indagine.

range compreso tra 10^{10} copie e 10 copie/ μl , sono state utilizzate per valutare i parametri di sensibilità, riproducibilità e ripetibilità del saggio di real time, e per determinare la quantità di campioni sconosciuti sulla base della retta di regressione lineare degli standard.

Real Time PCR e analisi in HRM

Tutte le amplificazioni e le analisi di *melting* sono state eseguite impiegando lo strumento CFX-96 (BioRad, Italia). La coppia di primers utilizzata è stata RTHW1F (5'-GATGAGCAT-TGCWTGAATGCCG-3') e RTHW1R (5'-GCA-AGTRCCGTTTCGACAAACAG-3'). La miscela di PCR (concentrazione finale: 20 μl) ha previsto 1 μl del plasmide (o 5 μl del campione di DNA genomico da 1 a 5 ng), 5X EvaGreen® (BioRad, Italia) e 0,5 μl di ciascuno dei primer. Il protocollo di PCR è stato il seguente: denaturazione iniziale a 98° C per 2 min, seguiti da 35 cicli di amplificazione a 98° C per 5 s ed a 58° C per 15 s. I dati di fluorescenza sono stati raccolti al termine di ogni ciclo come una singola acquisizione. Dopo l'amplificazione, i prodotti di PCR sono stati denaturati aumentando la temperatura da 70° C a 95° C, con un incremento di 0,5° C / 5 s, per denaturare e ri-assemblare prima della risoluzione, registrando i cambiamenti nella fluorescenza al variare della temperatura (dF/dt). Il profilo della curva di *melting* ad alta risoluzione è stato poi analizzato utilizzando il software Precision Melt Analysis™ versione 1.2. Per il plasmide e per tutti i campioni, sono stati infine registrati i valori di *Tm* e la deviazione standard (SD).

Risultati

Un buon *range* di linearità è stata osservata per il plasmide di controllo e per sette delle dieci diluizioni seriali con un valore *E* di 79,2%, una pendenza di 3.946 ed un valore R^2 di 0,992 (figg. 8-9). Il più basso valore di detection è stato di 5,00 copie / μl di DNA nel campione. I valori di CV per gli esperimenti intra-assay sono stati, rispettivamente, di 1,8%, 1,5% e 1,2% per 10^5 , 10^3 , e 10^1 punti standard. I valori di CV per gli esperimenti inter-assay sono stati 0,80%, 0,60%, 0,93% per i tre punti standard. Il frammento

di DNA amplificato è stato di 380 bp con un valore medio di *Tm* di 83,50-84,00 (fig. 10). Tutti i 168 campioni di DNA estratti, sottoposti a Real Time PCR, sono risultati negativi (fig. 11).

Discussione e Conclusioni

La miniera di Perticara era la più grande solfatara d'Europa e una delle più grandi miniere solfifere al mondo per estensione sotterranea e per quantità di materiale presente.

Nelle miniere solfifere della Romagna, l'ancylostomiasi era nota come malattia tipica tra i lavoratori sin dall'ultimo quarto del XIX secolo almeno, e la percentuale di infestazione tra gli operai che si documentava nel 1908 superava il 44% (MALTA 2013).

Tali percentuali di diffusione e la consapevolezza dell'elevato livello di rischio per i minatori imposero controlli medici più serrati (CANTÙ 1882) e trattamenti sistematici.

I soggetti ammalati venivano trattati con timotal, teniolo, embellato d'ammonio, beta-naftolo o con i più efficaci "estratto etereo di felce maschio" o con il timolo. La diffusione dell'ancylostomiasi - riconosciuta non solo come malattia professionale, ma anche come malattia sociale - spinse il governo a formulare una proposta di legge tendente a stabilire in Italia un monopolio di stato per la vendita del timolo. L'olio di chenopodio (olio essenziale ricavato dal *Chenopodium anthelminticum*) si rilevò, invece, poco efficace nei confronti di *Ancylostoma* (FILIPPINI 1921).

Le numerose campagne organizzate, dimostrano, tuttavia, che nella lotta contro *Ancylostoma* la terapia aveva poca efficacia in assenza di correlate misure di profilassi e precauzioni igieniche, che - per noi oggi, molto semplici - si rivelarono da sole in grado di fornire risultati soddisfacenti.

Tra queste: l'isolamento degli ammalati; l'uso di latrine nelle miniere e nei luoghi di lavoro; la bonifica delle miniere infestate con soluzioni di acido fenico (al 5%), o di cloruro di calce (al 20%) o di solfato ferroso (al 20%), o sale da cucina (al 20%), da spargere allo stato cristallino sul terreno umido.

Grazie alle misure di profilassi, alle misure igieniche imposte dalle proprietà, alla maggiore consapevolezza da parte degli operai e ai migliori livelli di igiene personale raggiunti,



Fig. 12 – Cartello in esposizione presso il Museo Sulphur, Peticara (sala che ricostruisce l'ambiente minerario).

dopo gli anni Quaranta del Novecento la percentuale di soggetti portatori di *Ancylostoma* si ridusse drasticamente. La miniera di Peticara cessò la sua attività nel 1964.

In questa ricerca, non è stata evidenziata alcuna positività tra i campioni testati. La mancata evidenziazione di DNA di *Ancylostoma* non è da considerare del tutto inaspettata, in quanto, le probabilità di rilevare tracce di DNA del parassita sono strettamente correlate al numero di uova eliminate dal/dai soggetti (intensità di infezione), ma soprattutto alle possibilità che il DNA del parassita possa essersi conservato sul substrato da noi investigato. È stato ipotizzato che le condizioni ambientali delle gallerie ipogee (scarsissima ossigenazione) abbiano potuto aver favorito la conservazione del DNA del parassita (uova, anche a diversi stadi di evoluzione, resti di esse, o addirittura larve) consentendo, grazie anche alla tecnica molecolare impiegata, il rilievo di tracce anche minime di DNA del parassita, ma tale evenienza è da considerare alquanto difficile e nessun dato è disponibile circa la possibilità di conservazione del DNA sul substrato analizzato (carta stampata).

È importante sottolineare che dopo la procedura di estrazione del DNA, materiale genetico è stato rilevato sul substrato oggetto di indagine. Tuttavia, tale presenza è da attribuire a DNA ambientale di origine vegetale o animale, a seguito di contaminazioni, anche assai

recenti.

L'eventualità di rilevare DNA di *Ancylostoma* sarebbe stata (forse) possibile se la carica parassitaria dell'ospite eliminatore fosse stata molto elevata, ma è molto probabile che nei tardi anni Cinquanta del Novecento (periodo al quale, come detto, risalgono con certezza i campioni), la malattia tra i minatori fosse in massima parte (o del tutto) sconfitta a Peticara, e pertanto le possibilità di rilevare tracce di DNA sono del tutto remote. Del resto, la proprietà Montecatini in questo periodo dedicava particolare attenzione agli aspetti assistenzialistici connessi alla miniera.

Un altro aspetto da considerare è che il numero di campioni sottoposti ad indagine (a causa anche la difficoltà di rintracciare e riconoscere oggi, a cinquant'anni dalla chiusura, materiale utilizzato per l'igiene personale dai minatori) è stato assai ridotto, e va ricondotto con tutta probabilità a un numero limitatissimo di individui, poco rappresentativo rispetto alle centinaia di operai che ancora negli anni Cinquanta/Sessanta lavoravano nel sito.

A. duodenale è oggi confinato in alcune aree marginali del mondo (India, Cina, Giappone, Sud America e nell'Africa equatoriale). In Italia, fortunatamente, la patologia è scomparsa come malattia professionale, ma negli ex stabilimenti minerari di Peticara, oggi trasformati in museo (Museo Sulphur; <http://www.museo-sulphur.it/storia.php?lang=it>), si conserva an-

cora il ricordo di quelle tragiche pagine della storia del lavoro e dei rischi e dei danni subiti da tanti minatori. Un cartello informa ancora oggi i visitatori dei rischi collegati al lavorare scalzi in miniera (fig. 12). Per non dimenticare.

Bibliografia

- A. CANTÙ 1882, *L'anemia dei solfatori e l'anchilostoma duodenale*, "Rivista Clinica di Bologna" I, 2, pp. 70-84.
- I. DE CARNERI 2013, *Parassitologia medica e diagnostica parassitologica*, Milano.
- J.M. DE GRUJTER, L. VAN LIESHOUT, R.B. GASSER, J.J. VERWEIJ, E.A. BRIENEN, J.J. ZIEM, L. YELIFARI, A.M. POLDERMAN 2005, *Polymerase chain reaction based differential diagnosis of Ancylostoma duodenale and Necator americanus infections in humans in northern Ghana*, "American Journal of Tropical Medicine and Hygiene" 10, pp. 574-580.
- A. DUBINI 1843, *Nuovo verme intestinale umano (Ancylostoma duodenale), costituente un sesto genere di Nematoidei proprii dell'uomo*, "Annali dell'Università di Medicina. Milano" 106, pp. 5-51.
- A. FILIPPINI 1921, *L'olio di Chenopodio nella lotta contro l'anchilostomiasi*, "Il Policlinico. Sezione pratica" 28, p. 1268.
- G.B. GRASSI, C. PARONA, E. PARONA 1878, *Intorno all'Anchilostoma duodenale (Dubini)*, "Gazzetta Medica Italiana. Lombardia" 38, pp. 193-196.
- K. HABTAMU, A. DEGAREGE, Y. YE-EBIYO, B. ERKO 2011, *Comparison of the Kato Katz and FLOTAC techniques for the diagnosis of soil-transmitted helminth infections*, "Parasitology International" 60, pp. 398-402.
- R. MALTA 2013, *Storia delle parassitosi nelle zolfare di Sicilia*, ("Rivista di Storia della Medicina" XXIII, n.s. (XLIV) - Supplemento al fascicolo 2, Accademia delle Scienze Mediche di Palermo), Palermo.
- R. MEJIA, Y. VICUNA, N. BRONCANO, C. SANDOVAL, M. VACA, M. CHICO 2013, *A novel, multi-parallel, realtime polymerase chain reaction approach for eight gastrointestinal parasites provides improved diagnostic capabilities to resource-limited at-risk populations*, "American Journal of Tropical Medicine and Hygiene" 88, pp. 1041-1047.
- E. PERRONCITO 1910, *La malattia dei minatori dal San Gottardo al Sempione. Una questione risolta*, Torino.
- I. PHOSUK, P.M. INTAPAN, T. THANCHOMNANG, O. SANPOOL, P. JANWAN, P. LAUMMAUNWAL, W. AAMNART, N. MORAKOTE, W. MALEEWONG 2013, *Molecular detection of Ancylostoma duodenale, Ancylostoma ceylanicum and Necator americanus in humans in north-eastern and southern Thailand*, "Korean Journal of Parasitology" 51, pp. 747-749.
- G. PIEKARSKI 1989, *Medical Parasitology*, Berlino.
- R. RONCALLI 2001, *The history of Italian parasitology*, "Veterinary Parasitology" 98, pp. 3-30.
- J.J. VERWEIJ, E.A. BRIENEN, J. ZIEM, L. YELIFARI, A.M. POLDERMAN, L. VAN LIESHOUT 2007, *Simultaneous detection and quantification of Ancylostoma duodenale, Necator americanus, and Oesophagostomum bifurcum in fecal samples using multiplex real-time PCR*, "American Journal of Tropical Medicine and Hygiene" 77, pp. 685-690.
- J.J. VERWEIJ, D.S. PIT, L. VAN LIESHOUT, S.M. BAETA, G.D. DERY, R.B. GASSER, A.M. POLDERMAN 2001, *Determining the prevalence of Oesophagostomum bifurcum and Necator americanus infection using specific PCR amplification of DNA from faecal samples*, "Tropical Medicine and International Health" 6, pp. 726-731.
- J.A. WHELAN, N.B. RUSSEL, M.A. WHELAN 2003, *A method for the absolute quantification of cDNA using real-time PCR*, "Journal of Immunology Methods" 278, pp. 261-269.

Siti internet

<http://www.museosulphur.it/storia.php?lang=it>.

Ringraziamenti: gli autori ringraziano Tiziana Caradonna per il suo prezioso aiuto in laboratorio, la "Squadra Solfi" del progetto "Gessi e solfi della Romagna orientale" per i campionamenti in miniera e Davide Fagioli per la fig. 1.

Questa ricerca è stata in parte finanziata con il progetto L.A.I.F.F. - Rete di laboratori per l'innovazione nel campo degli alimenti funzionali (codice n. 47); "PO Puglia FESR- 2007-2013, Asse I, Linea 1.2. Accordo di Programma Quadro in materia di Ricerca Scientifica. Intervento "Reti di Laboratori Pubblici di Ricerca".

IL COMPLESSO FORMIGNANO, BUSCA, MONTEMAURO E LUZZENA

GIOVANNI BELVEDERI¹, MASSIMO ERCOLANI², MARIA LUISA GARBERI³
SABRINA GONNELLA⁴, PIERO LUCCI⁵, FABIO PERUZZI⁶, GIOVANNI ROSSI⁷, BALDO SANSAVINI⁸

Riassunto

Il lavoro presenta lo studio effettuato sul complesso di miniere di zolfo Formignano, Busca, Montemauro e Luzzena, il più grande della valle del Savio. La miniera di Formignano ha un grande valore storico sociale. Presso la miniera esistono i ruderi del villaggio minerario, costruito nel XIX secolo. La miniera di Formignano ha lavorato sicuramente a partire dal Rinascimento ed era la maggior realtà economica della zona; è stata chiusa nel 1962. L'entrata principale, una grande discenderia di 500 metri di lunghezza, inclinata a 50°, è stata chiusa con macerie e cemento. Gli speleologi hanno cercato e trovato la scala di entrata degli operai, nel villaggio abbandonato. Gli speleologi hanno individuato anche altre entrate del complesso minerario. L'esplorazione è ancora in corso e si presenta problematica per la possibile presenza di gas nell'aria, come biossido di carbonio e per la possibile mancanza di ossigeno. Le esplorazioni della discenderia e dei pozzi sono condotte con metodi non convenzionali.

Parole chiave: miniera di Formignano, miniera Busca, miniera Montemauro, miniera Luzzena, Gessi e solfi della Romagna orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, zolfo, gesso, speleologia in cavità artificiali, Cesena.

Abstract

The paper presents the study about the mining complex of Formignano, Busca, Montemauro and Luzzena. The Emilia-Romagna Regional Speleological Federation rediscovered the entrance of the Sulfur mine of Formignano, the biggest mine of the Savio Valley (province of Forlì-Cesena, Northern Italy). The Formignano mine had a big industrial archaeology, historic and social value. Next to the mine it is a mining village, built in the 19th century. The site mined Sulfur from a part of Gessoso-Solfifera Group, precisely in the Sapigno Member. The Formignano mine, which worked surely since Renaissance, was the most important economic site in the area. The mine worked until the year 1962. After the closure the main entrance was closed: the big winze (500 meter long and inclined by 50°) was covered with a big concrete sheet. The speleologists searched for the old workers entrance in the abandoned village and found it. The speleologists identified also other entrances of the mine. The exploration of this artificial cavity is currently in progress, and it is quite problematic, because there are problems for the dangerous gases in the air: oxygen deficiency and high values of carbon dioxide. The exploration of the winze and the pits are carried on also through unconventional techniques.

Keywords: Formignano Mine, Busca Mine, Montemauro Mine, Luzzena Mine, Eastern Romagna Gypsum and Sulfur, Emilia-Romagna Regional Speleological Federation, Sulfur, Gypsum, Speleology in Artificial Cavities, Cesena.

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano - massimoercolani55@gmail.com

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - sgonnella@libero.it

⁵ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano - pierolucci@libero.it

⁶ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - fabio.peruzzi@gmail.com

⁷ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - shotokai-2kyu@libero.it

⁸ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano

Introduzione

L'area della valle del Savio è stata teatro di estrazione dello zolfo fin da epoche remote, con numerose miniere che hanno lavorato con alterne fortune fino all'inizio degli anni Sessanta del XX secolo. Sicuramente il complesso minerario Formignano, Busca, Montemauro e Luzzena è stato il maggiore dell'area e ha rappresentato una realtà economica molto importante per il territorio in esame.

Il complesso minerario si apre sulle prime colline, in sinistra orografica, della valle del Fiume Savio, nella provincia di Forlì-Cesena. L'entrata principale del complesso è situata a quota 217 s.l.m., approssimativamente a tre chilometri a SW del villaggio di Borello nel comune di Cesena (fig. 1).

Inquadramento geologico

L'area romagnola è un perfetto laboratorio per capire la prima fase della crisi di salinità che ha trasformato parti del Mediterraneo in gigantesche saline durante il Messiniano (Mioce-

ne Superiore), tra 5,97 milioni e 5,6 milioni di anni fa. La crisi di salinità ha deposto in queste aree il Gruppo della Gessoso-Solfifera, che in Emilia-Romagna è diviso in due formazioni: quella della Vena del Gesso, che è formata da 16 livelli di selenite (gesso primario formato da cristalli di dimensione fino a due metri, contenenti filamenti fossilizzati di cianobatteri) e dalla Formazione di Sapigno, che è formato da gesso risedimentato (ROVERI, MANZI 2007). Quando terminò la deposizione di gesso primario, l'area ha subito movimenti tettonici, che hanno creato grandi frane sottomarine, causando lo smantellamento del gesso primario e la sua rideposizione sotto forma di clasti gessosi (LUGLI *et alii* 2015). La miniera di Formignano si apre nella Formazione di Sapigno, che è caratterizzata da gessi risedimentati alternati ad argille marnose bituminose scure e a calcari dolomitici grigi o biancastri a grana fine massicci, laminati e/o brecciati, in strati sottili e medi, bituminosi; diatomiti; sabbie fini gialle. Può affiorare alla base della formazione un banco di calcare e calcare dolomitico biancastro o grigio-chiaro, con frequenti ondulazioni alla base (REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012) (fig. 2).

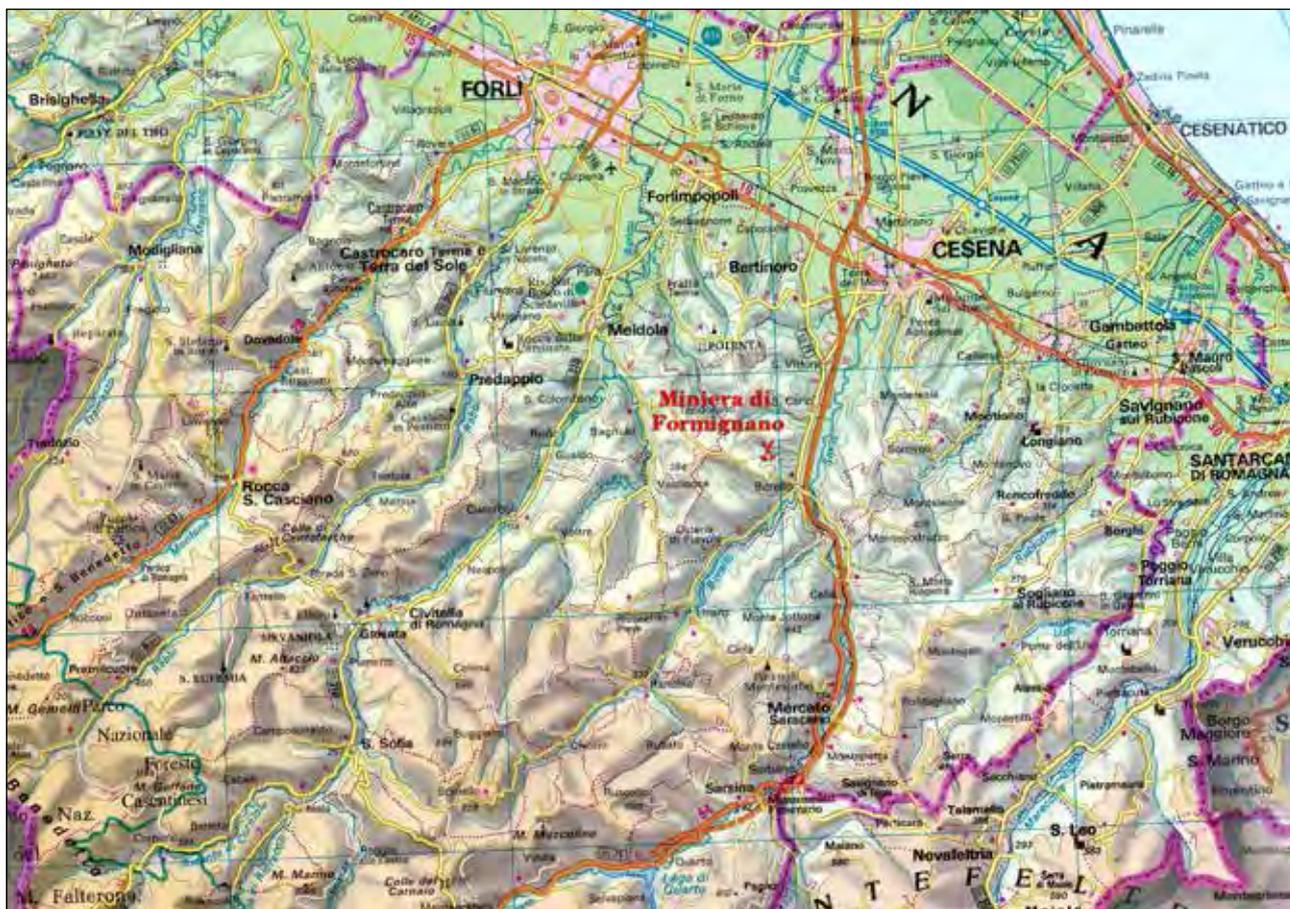


Fig. 1 – Posizionamento geografico (cartografie Regione Emilia-Romagna).

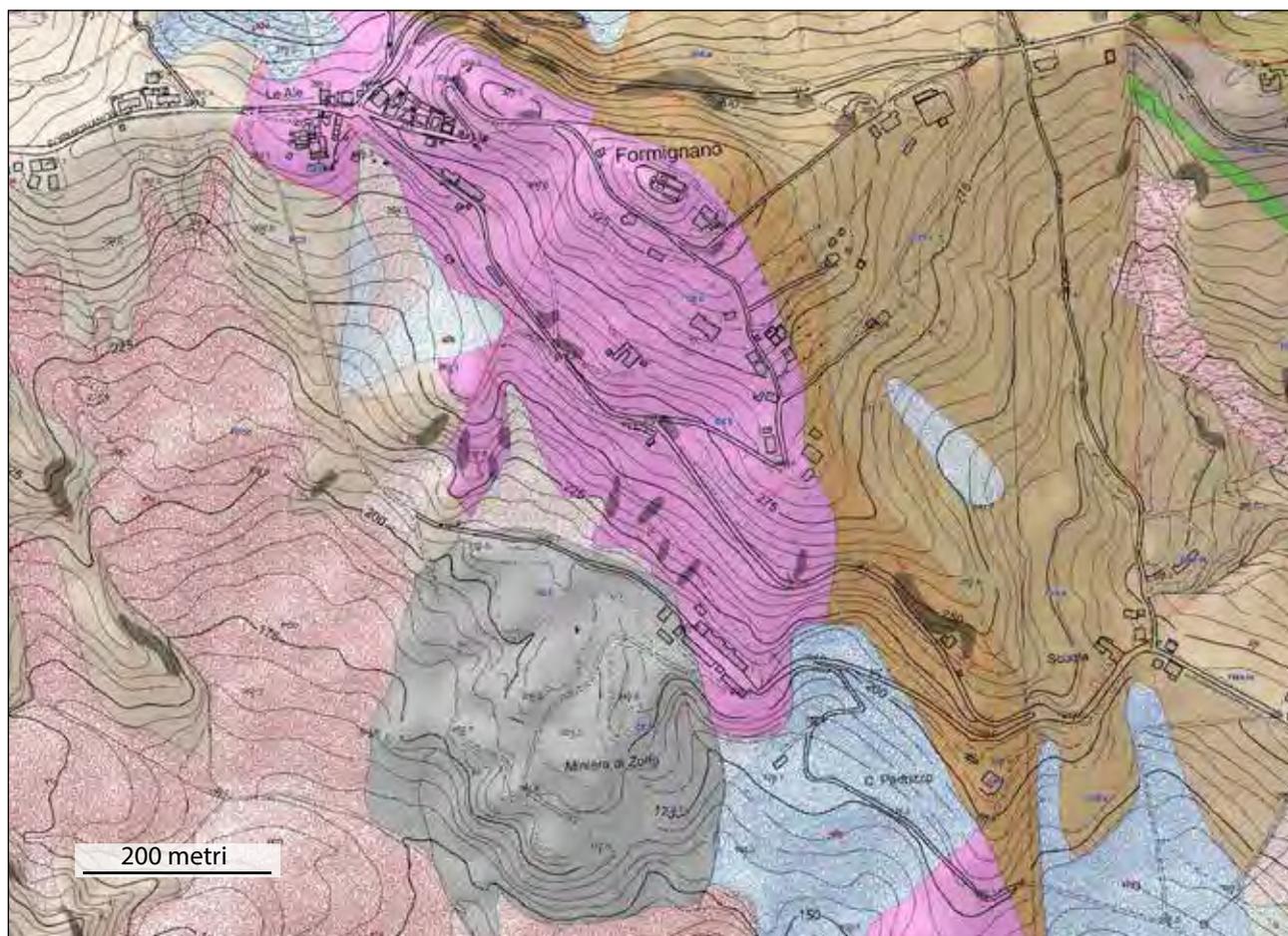


Fig. 2 – Inquadramento geologico dell'area della miniera di Formignano. Il colore rosa evidenzia la Formazione Gesso-solfifera; l'area grigia si riferisce all'estensione dei "rosticci" (cartografie Regione Emilia-Romagna).

Inquadramento storico

Durante il periodo romano sono documentate attività minerarie nella valle del Savio: una miniera chiamata Solfaranaccia fu un luogo noto per essere stata coltivata dai "Damnata ad metalla". Nella vallata esisteva una chiesa parrocchiale dedicata a San Pietro in Sulferina, localizzata nell'attuale villaggio di Borello (MAGALOTTI 1998, p. 11). Il toponimo esplicita chiaramente un legame con l'estrazione dello zolfo. Il documento più antico che cita lo zolfo romagnolo risale al 1047 e si trova nell'Archivio Arcivescovile di Ravenna. Sul documento si legge: «ottobre, Bulgarello abate del monastero di Sant'Eufemia di Ravenna dà in enfiteusi a Berardo Saraceno di Oterico – unam curtem Burum sita in territorio di Cesena nella Pieve di San Pietro in Sulpherina» (PROVINCIA FORLÌ 1866, p. 48).

La scoperta della polvere da sparo, nell'anno 1320, gioca un ruolo di primaria importanza nella storia dello zolfo, che insieme al carbo-

ne di legna e al potassio era uno dei principali ingredienti. Lungo la valle del Savio nacquero numerose solfatare e altrettanti mulini per la produzione della polvere (MAGALOTTI 1998, p. 12). Nella Monografia statistica della Provincia di Forlì, del 1866, si legge: «Pur negli archivi ravegnani esiste un istromento col quale un Ostasio da Polenta compera da un altro della medesima famiglia l'anno 1343 in territori circconvicini al detto luogo predj rustici, coll'espressa menzione a favore del compratore, del diritto fodiendi venas aeris ferri et sulphuris» (PROVINCIA DI FORLÌ 1866, p. 48).

La solfataria di Formignano è citata da Giuliano Fantaguzzi (1452-1521) nel suo testo *Ochurentie et nove* (MAGALOTTI 1998, p. 13). Le cartografie del XVI secolo di Egnazio Danti (fig. 3) e di Giovanni Antonio Magini riportano sia il toponimo Sulferina sia quello di Formignano, elevati a rango di centri importanti. Nei primi anni del XVIII secolo, lo scienziato Luigi Ferdinando Marsili visita e descrive le miniere di Romagna, fra cui quella di For-



Fig. 3 – Affresco cartografico di Egnazio Danti nelle Gallerie Vaticane, che rappresenta la *Flaminia* (Romagna), 1580-1583.

mignano (LIPPARINI 1930, p. 200; PIASTRA, *Lo zolfo romagnolo tra natura e cultura*, in questo stesso volume). Nel 1759 il poeta cesenate Vincenzo Masini pubblica *Il zolfo. Poema*, dove descrive tutto il ciclo della lavorazione del minerale e nomina più volte la miniera di Formignano (MASINI 1759). Il conte Fantuzzi nelle sue memorie, scrive a proposito delle miniere sulfuree romagnole in attività nell'anno 1788 e cita Formignano con 9 bocche d'estrazione (FANTUZZI 1788, p. CCX). L'Abate Alberto Fortis, nel 1790, scrivendo a Dolomieu a proposito di miniere romagnole di lignite, ricorda una visita del Conte Fantuzzi alla miniera di Formignano (FORTIS 1790, p. 7). Nel 1801 un Natale Dellamore acquista la concessione a scavare la pietra sulfurea a Pedrizzo, nel territorio della parrocchia di Formignano; più tardi entrerà in società con il fratello Giovanni, che estenderà la concessione anche sulla miniera Busca, acquistandola dalla famiglia Marchetti, che non l'aveva mai sfruttata. Giuseppe,

figlio di Giovanni cederà la miniera al Conte Giovanni Cisterni, il 28 ottobre del 1823 (RIVA, MAGALOTTI 2006, pp. 66-67). Giovanni Cisterni è stato una figura molto importante nella storia delle miniere di zolfo romagnole montefeltrane: nacque a Rimini nel 1755 da famiglia modesta ma, grazie alla sua intraprendenza e ad un ottimo matrimonio, divenne presto abiente ed importante. Durante la campagna napoleonica in Italia accrebbe la sua fortuna con le forniture alle truppe, acquistò e vendette beni confiscati alla chiesa, ebbe qualche incarico politico durante la Repubblica Italiana e incarichi amministrativo-finanziari durante il Regno d'Italia. La Francia nel 1806 acquisì il Regno di Napoli, il re Ferdinando di Borbone fuggì in Sicilia, in permanente stato di ostilità con la Francia e sotto la protezione dell'Inghilterra, causando, sul mercato controllato dai Francesi, una grave carenza di zolfo, materia prima indispensabile nella fabbricazione non solo della polvere pirica, ma anche dell'acido

solforico, richiesto dai vari settori industriali, soprattutto da quello tessile. In questo periodo, quindi lo zolfo romagnolo e marchigiano ebbe un rilancio, favorito dal regio decreto del 1808, che accordava facilitazioni per lo sfruttamento delle miniere anche contro le difficoltà opposte dai proprietari. Il Cisterni in quegli anni acquisì alcune concessioni, tra cui anche le miniere di Perticara e Marazzana, nel Montefeltro. Le forniture di zolfo gli resero un cospicuo patrimonio e il titolo comitale, che gli concesse il Regno d'Italia (FATICA 1982). La ricomparsa dello zolfo siciliano, a prezzi incredibilmente bassi, sul mercato internazionale, costrinse il Cisterni ad una grande ristrutturazione delle sue miniere e ad economie di scala al fine di aumentarne la produttività unitaria e sostenerne la concorrenzialità. A Formignano furono costruite quattro chiaviche per il drenaggio delle acque e affondati due nuovi pozzi, di cui uno, il Pozzo Alessandro, a sezione quadrata con il lato di metri 1,80 profondo 120 metri (SCICLI 1972, p. 73); fu introdotta una macchina di estrazione dello zolfo dal pozzo mossa da cavalli e fu razionalizzato il trasporto interno del minerale attraverso il sistema dei secchioni: «il trasporto dei secchioni dall'una all'altra delle inferiori gallerie fino al pozzo della suprema [a mezzo] degli uomini che, collocati a brevissima distanza gli uni dagli altri, se li passavano con una misurata rapidità e senza interruzione reciprocamente fino ad assicurarli al canapo della macchina» (FATICA 1982). Queste continue opere di modernizzazione richiedevano ingenti capitali che il Cisterni ottenne con i prestiti del banchiere israelita riminese Foligno, col quale costituì un'accomandita (FATICA 1982). Nel 1836 si diffuse il colera, questo comportò il fermo delle miniere, il Cisterni non fu più in grado di restituire i prestiti ricevuti e si trovò nelle condizioni di dover cedere le sue tre importanti miniere, tra cui Formignano, per «tutto quel tempo che basti alla soddisfazione dei debiti contratti» ai banchieri Manzoni e Foligno (RIVA, MAGALOTTI 2006, p. 69). L'intervento di operatori economici francesi nel mercato dello zolfo siciliano ed il successivo contratto stipulato dalla compagnia Taix-Aymard & C. con il governo borbonico nel luglio 1838, eliminando gli incettatori inglesi dello zolfo siciliano e programmandone la produzione alla domanda del mercato, aprirono allettanti prospettive di rialzo del prezzo e attirarono sulle miniere romagnole l'interesse di



Fig. 4 – Natale Dellamore (1821-1886) (Archivio Società di Ricerca e Studio della Romagna Mineraria).

alcuni speculatori francesi come Augustine Picard e Charles Pothier, che ne richiesero l'acquisto. La Reverenda Camera apostolica impedì ogni contratto di compravendita. Allora il Cisterni fu costretto a ripiegare sopra un'accomandita (rogito del notaio capitolino Domenico De Santis in data 13 ottobre 1838) con il Picard e il Pothier, nella quale metteva in società le miniere e la raffineria contro 700.000 franchi necessari a pagare i debiti contratti (FATICA 1982). Durante la gestione francese fu direttore della miniera di Formignano Charles Perdereaux, che avviò una gestione del lavoro più rigida, introdusse regolamenti nuovi, penali per i trasgressori e innovazioni nel campo della previdenza sociale e dell'aiuto ai minatori in caso di malattia o incidenti; nel campo della fusione dello zolfo furono sperimentati nuovi forni in ghisa che aumentavano la resa, disperdevano meno biossido di zolfo ed erano più resistenti (RIVA, MAGALOTTI 2006, p. 69).

Nel luglio 1840 la Gran Bretagna impose al governo borbonico la rescissione del contratto Taix-Aymard & C., minacciandolo di un intervento della sua flotta da guerra del Mediterraneo. Questo portò al fallimento anche dell'accomandita costituita dai soci francesi col Cisterni, il quale, solo dopo una lunga sequela di vertenze giudiziarie, riuscì a recuperare miniere e raffineria, che cedette nel febbraio 1844 ad una società bolognese; la pregiudiziale della Reverenda Camera apostolica cadde, perché ogni cessione doveva essere fatta a sudditi pontifici (FATICA 1982). La società bolognese era la "Nuova Società delle Miniere Solfuree di Romagna" costituita allo scopo di riprendere le attività sospese nelle miniere romagnole. Tra i suoi primi soci si annoveravano personaggi famosi come Gaetano Pizzardi, Antonio Zanolini, Marco Minghetti, Gioacchino Rossini. La nuova società proseguì le innovazioni del Cisterni per migliorare i sistemi di estrazione: venne introdotto l'esplosivo, venne migliorata l'aerazione delle gallerie, vennero introdotti nuovi metodi di trasporto del minerale con le prime rotaie di legno di rovere e i carrelli per affiancare il trasporto con carriole e secchioni. Nel 1848 fu nominato responsabile della miniera di Formignano Natale Dellamore (1821-1886), che altri non era se non un discendente di quell'omonimo antenato che all'inizio del XIX secolo aveva acquisito la concessione delle medesime zolfatare (fig. 4). Nel 1850 la Galleria Nuova, lunga 210 metri, che portava al fondo del Pozzo Nuovo, fu dotata di rotaie di rovere. Nel 1850 ci fu un incidente al Pozzo Alessandro: un operaio rimase infortunato (DELLAMORE 2002). Nel 1855 la società fu sciolta a causa dell'enorme disavanzo (quasi sette volte il capitale sociale) con cui aveva chiuso l'esercizio; immediatamente fu costituita un'altra società, che fu chiamata "Società Anonima delle Miniere Solfuree di Romagna", a cui lo stato pontificio accordò una concessione di cinquant'anni in cambio del pagamento annuo di una libbra di argento. Natale Dellamore insieme ad altri cesenati si oppose a questa concessione, in nome della bolla di papa Paolo III del 1535 che concedeva ai soli cittadini cesenati la possibilità di sfruttare miniere di zolfo (ARCHIVIO DI STATO 1863). La contestazione fu rigettata e la nuova società poté cominciare ad operare, dopo la nuova delimitazione definita dal Corpo delle Miniere (ARCHIVIO DI STATO 1869). Nel 1857 con un rescritto pontificio le

miniere Busca, Montemauro e Luzzena furono accordate alla Società Anonima delle Miniere Solfuree di Romagna per 50 anni (SCICLI 1972, p. 72); ma nel 1860 queste concessioni erano in mano del Dellamore che le aveva acquistate, insieme a Giuseppe Saragoni, per poi cederle a Massimiliano Malaguti, che il giorno 1 gennaio 1861 ne diviene unico proprietario (MALAGUTI 1861, p. 1). Malaguti, per finanziare i lavori nelle miniere costituisce la società in accomandita "Società Miniere Zolfuree Cesenati" con sede in Firenze, con fondo sociale di 400.000 lire italiane da raccogliersi emettendo azioni. Consigliere e depositario della pecunia sociale sarà il banchiere Levi, fiorentino (MALAGUTI 1861, p. 3). In quegli anni il prezzo dello zolfo subì un rialzo grazie ad una serie di circostanze: lo sviluppo sempre più veloce dell'industria chimica e tessile, che necessitavano di acido solforico, la diffusione dell'oidio, la cui cura prevede una miscela di zolfo e rame, lo scoppio della guerra di Crimea e della seconda guerra d'Indipendenza (RIVA, MAGALOTTI 2006, pp. 71-72).

Il 17 settembre 1864, nella miniera di Formignano, avvenne un grave incidente a causa di una fuoriuscita di gas venefico in una galleria a 80 metri di profondità; il bilancio finale fu di 4 morti, 5 feriti e almeno 12 intossicati. Dalle relazioni della gerenza e del Corpo delle Miniere si evince che il gas, una miscela d'idrogeno solforato (H_2S) e di metano fuoriuscì da una spaccatura, incendiandosi; i minatori presenti spensero prontamente il fuoco, ma alcuni di essi respirarono il gas venefico rimanendo uccisi sul colpo, altri riuscirono a rinvenire e ad uscire aiutati da altri compagni sopraggiunti. La relazione dell'ingegnere del Distretto evidenzia la carenza di lampade di sicurezza, ma soprattutto di respiratori, di cui la miniera era priva, quindi anche i soccorritori dovettero intervenire senza alcuna protezione (FAGIOLI 2011a; FAGIOLI 2011b).

Nei primi anni '70 del XIX secolo, la Società delle Miniere Solfuree di Romagna, utilizzava un argano con una macchina a vapore della potenza di dieci cavalli, per estrarre il minerale dal pozzo principale di Formignano (profondo circa 120 m); man mano che i cantieri sotterranei avanzavano nello strato solfifero, si allontanavano sempre più dal pozzo, quindi era sempre più lungo e faticoso portare il minerale alla base di quest'ultimo. Si decise quindi di affondare una discenderia che avreb-

Sezione di lavoro di approfondimento del Pozzo d'estrazione della Miniera di Formignano e di una Discenderia progettata in sostituzione del medesimo.

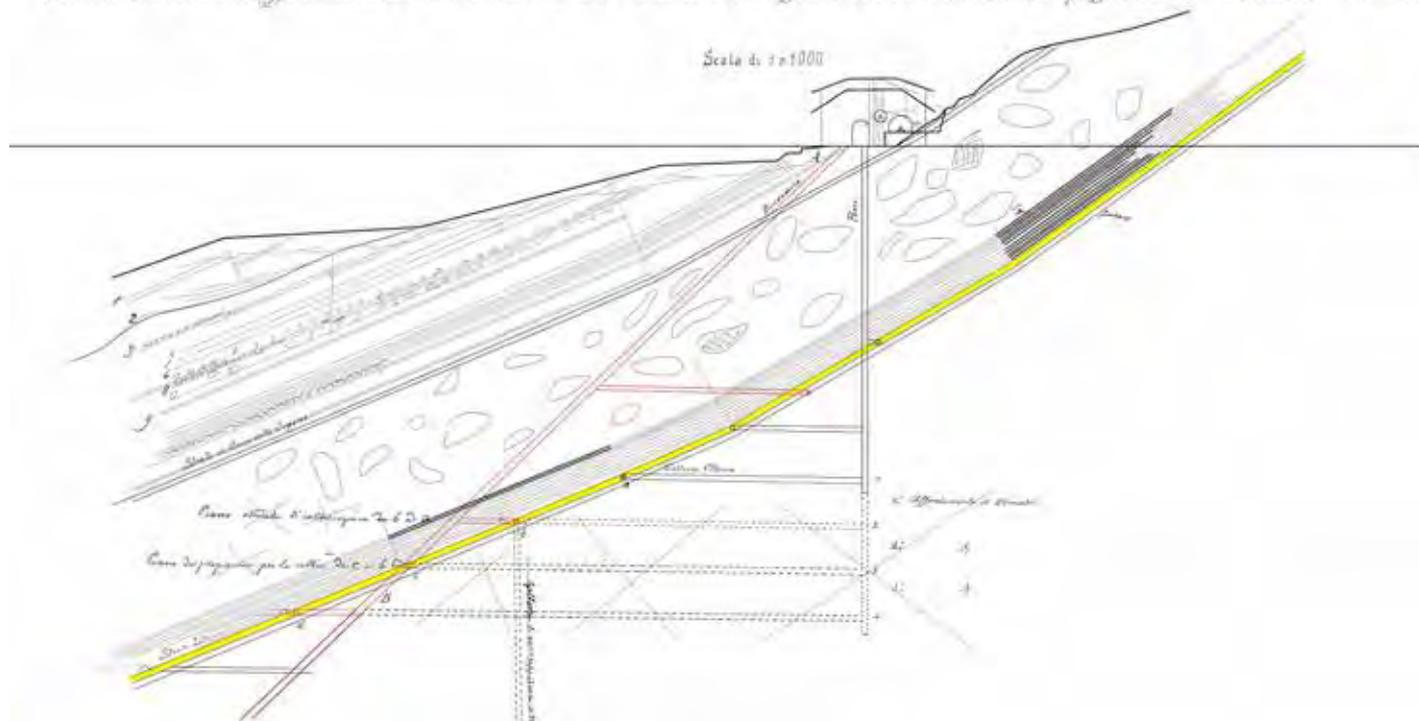


Fig. 5 – Sezione discenderia, ridisegnato da FAGIOLI 2015.

be raggiunto lo strato solfifero alla profondità del 4° livello; la discenderia sarà poi approfondita, di mano in mano che si estendeva la coltivazione, entro lo strato stesso fino a raggiungere col tempo una profondità di 306 metri sotto il piano campagna, quindi 90 metri circa sotto il livello del mare, con una lunghezza lineare di circa 500 metri. Lo scavo della discenderia fu un lavoro coraggioso, molto più costoso dell'approfondimento del pozzo, ma la discenderia offriva notevoli vantaggi: entrava direttamente nello strato solfifero; permetteva un movimento dei vagonetti più rapido, sia in entrata che in uscita dalla miniera e consentiva, utilizzando il medesimo argano del pozzo, di estrarre un numero maggiore di carrelli per ogni tirata (FAGIOLI 2015) (fig. 5). Il 20 dicembre del 1873 la Società delle Miniere Zolfuree di Romagna fa domanda al Distretto Minerario di riunire le concessioni di Formignano e di Luzzana Fosso, per ragioni di prossimità e di convenienza; il Distretto concesse la riunificazione con lettera del 18 marzo 1874 (ARCHIVIO DI STATO 1874).

Dopo il 1880 la situazione dello zolfo si fa sempre più critica a causa della concorrenza dell'estrazione dalle piriti, dell'entrata sul mercato

mondiale dello zolfo americano, estratto con il nuovo e rivoluzionario metodo Frasch, che consisteva nel perforare il terreno introducendovi un sistema di tre tubi concentrici fino a raggiungere il giacimento solfifero; nel tubo esterno veniva immessa acqua surriscaldata a 180° C ed a 18 atmosfere, che provocava la fusione dello zolfo. Il metodo era applicabile in giacimenti molto superficiali, come quelli americani, ma non era assolutamente adatto ai giacimenti italiani. In quegli anni le innovazioni tecnologiche nella miniera si fermarono e la Società Anonima delle Miniere Zolfuree di Romagna iniziò ad appaltare a piccoli imprenditori locali l'estrazione del minerale, che continuava a raffinare in proprio. I pagamenti dello zolfo e dei salari degli operai furono sempre più in ritardo e risicati, la società aveva accumulato ormai debiti ingentissimi, superiori al valore degli impianti minerari stessi e il 2 agosto del 1895 fu dichiarata in fallimento dal Tribunale di Bologna con la nomina di una commissione per la cura della liquidazione; la miniera venne chiusa, spogliata di tutto quello che era vendibile, il personale fu licenziato. Nel 1899 la ditta "Luigi Trezza", di Verona, acquistò tutte le concessioni minerarie della

MONTECATINI

SOCIETÀ GENERALE PER L'INDUSTRIA MINERARIA E CHIMICA
ANONIMA - CAPITALE VERSATO L. 100.000.000.000
MILANO

RACCOMANDATA R.R.

Miniera di Formignano

Formignano, 25 giugno 1962
(Ferr)

Onorevole
CORPO DELLE MINIERE
Distretto Minerario
B O L O G N A
(Via Ugo Bassi, 7)

UFFICIO MINIERE - n. 3870
H. 26 GIU. 1962
Città

vs. R.R.R. - prot. 2153
del 18/6/62

Dir/gr

Cessazione dei lavori della Miniera di Formignano - Art.147 del D.P.R. 9/4/59 n°128

Con riferimento alla Vs. autorizzazione indicata a margine, Vi comuniciamo di avere completate le opere di chiusura di tutte le comunicazioni con l'esterno della miniera di Formignano; sono stati chiusi i seguenti imbocchi:

Pozzo di Montemauro e chiavica scolo acque.

Tiro Badile.

Tiro Busca e chiavica scolo acque.

Tiro Confine e chiavica scolo acque
Galleria accesso tiro Confine.

Vecchio Tiro Capannacce e chiavica scolo acque.

Tiro Tontini e chiavica scolo acque.-

Imbocco esterno Discenderia Principale.-

Imbocco esterno scalette passaggio operai.-

Vecchio pozzo Emilio.-

Dette chiusure sono state eseguite con le modalità da Voi autorizzate.-

Vi comuniciamo anche di avere provveduto alla demolizione di tutti i muraglioni di sostegno dei forni e dei terrapieni, creando delle scarpate con inclinazione naturale - e di avere demolito anche i camini dei forni.-

Vi confermiamo inoltre che il giorno 30 p.v. la Miniera cesserà ogni attività.-

In attesa dei Vs. accertamenti e della stesura del verbale di chiusura, Vi inviamo i ns. rispettosi saluti.-

IL DIRETTORE



infradito

Fig. 6 - Dattiloscritto della cessazione dei lavori della miniera di Formignano (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).

società bolognese, quindi anche quelle delle miniere di Formignano, Busca e Montemauro. Nel 1904 la ditta Trezza si fonde con la ditta “Casa Albani” dando origine alla “Società Anonima miniere Trezza – Albani di Romagna”. La situazione finanziaria rimaneva comunque pesante, a causa della sempre crescente concorrenza dello zolfo americano, immesso sul mercato a prezzi notevolmente inferiori. Agli inizi del secolo funzionavano a Formignano 44 forni Gill, 2 calcaroni e un doppione per la fusione dello zolfo (RIVA, MAGALOTTI 2006, p. 74). Nei primi anni del ‘900 la miniera di Formignano fu funestata da una serie d’incidenti: il 29 ottobre 1903 uno scoppio di gas uccideva un operaio e ne feriva un altro; il 10 novembre 1903 un altro scoppio di gas uccideva un operaio (MAGALOTTI 2008, p. 4); il 7 febbraio 1912 un’esplosione di grisou misto ad un’esalazione di idrogeno solforato ustionava ed intossicava due operai, di cui uno in modo molto grave, che lavoravano all’ottavo livello, a circa 165 metri di distanza dalla discenderia principale (ARCHIVIO DI STATO 1912); il 25 ottobre 1915 un’esplosione di grisou in un fornello al decimo livello ustionò due operai, di cui uno in maniera gravissima (ARCHIVIO DI STATO 1915c); il 12 agosto del 1916 una rotaia mal assicurata su un vagonetto precipitò lungo la discenderia ferendo gravemente due operai, a cui verrà amputata una gamba (ARCHIVIO DI STATO 1916). Nell’aprile del 1915, il Corpo delle Miniere impose alla società Trezza-Albani una serie di modifiche alla ventilazione delle due miniere di Busca e Formignano, con la costruzione di alcune nuove discenderie interne ed alcuni accorgimenti sulla entrata delle scale (ARCHIVIO DI STATO 1915a). La società Trezza-Albani rispose in modo positivo alle sollecitazioni del Corpo delle Miniere, impegnandosi ad eseguire le modifiche imposte (ARCHIVIO DI STATO 1915b).

Nel 1917 Guido Donegani, direttore della Montecatini, riesce con una mossa astuta ad impossessarsi dell’intero pacchetto azionario della Trezza-Albani e quindi di quasi tutte le concessioni minerarie possedute, mentre la miniera di Luzzena seguirà una storia a parte. Da documenti reperiti all’Archivio di Stato di Bologna risulta che la miniera di Luzzena, il giorno 19 settembre 1919 era gestita dalla Società Sindacato Miniere Zolfuree di Romagna Montevecchio e Boratella III (ARCHIVIO DI STATO 1919); dopo circa due anni, il giorno 8 gen-

naio 1921 era in carico alla Società Montezolfi di Milano (ARCHIVIO DI STATO 1921).

Lo zolfo italiano tornò competitivo a causa della prima guerra mondiale, che non consentiva l’arrivo dello zolfo americano in Europa, per l’inagibilità delle rotte atlantiche (RIVA, MAGALOTTI 2006, pp. 74-75). Questa congiuntura positiva si esaurì con il 1922 e la Montecatini, nel 1923, sospese per alcuni mesi i lavori nella miniera a causa della profonda crisi dello zolfo, con l’intenzione di abbandonare i lavori come si evince da una lettera del 23 aprile 1923 dell’ingegnere capo del Corpo delle Miniere al Prefetto di Forlì, dove l’ingegnere scrisse che «risulta evidente l’intenzione del concessionario di abbandonare le miniere Busca e Formignano, anzi l’abbandono della Busca è già di fatto avvenuto, con l’asportazione del macchinario di estrazione, dei binari e delle armature delle gallerie». L’ingegnere suggerisce al Prefetto di ingiungere alla Montecatini di smettere lo smantellamento e di riavviare la manutenzione di tutta la miniera, assumendo, come Corpo delle Miniere, l’incarico di formare una sorveglianza per assicurarsi che direttive fossero seguite (ARCHIVIO DI STATO 1923). In un dattiloscritto non datato, intitolato “Promemoria per la cessione della miniera di Formignano”, contenuto nella medesima cartella del precedente documento, si fa cenno all’intenzione della Montecatini di abbandonare la coltivazione e dell’intenzione di un folto gruppo di minatori di costituirsi in cooperativa e acquistare l’esercizio della miniera; risulta poi che la Montecatini sarebbe favorevole e che un ingegnere minerario governativo visiti la miniera per esprimere un parere. Il dattiloscritto è incompleto e non si è potuta rilevare nessun’altra notizia in proposito (ARCHIVIO DI STATO s.d.).

Da un dattiloscritto consultato all’Archivio di Stato di Bologna, si evince che nel 1927 la società Zolfi presentò una domanda di proroga di un anno per la concessione della possibilità di effettuare ricerca di zolfo in località Luzzena, che le venne concessa (ARCHIVIO DI STATO 1927). La crisi economica del 1929 fu superata solo grazie agli interventi governativi, ma nel 1933 il governo autorizzò la Montecatini a ridurre il salario agli operai del 15% circa (RIVA, MAGALOTTI 2006, p. 76). Nel 1933 un decreto del Ministro per le Corporazioni concede in perpetuo la concessione della Miniera Luzzena alla Montecatini, riunendola nella concessio-

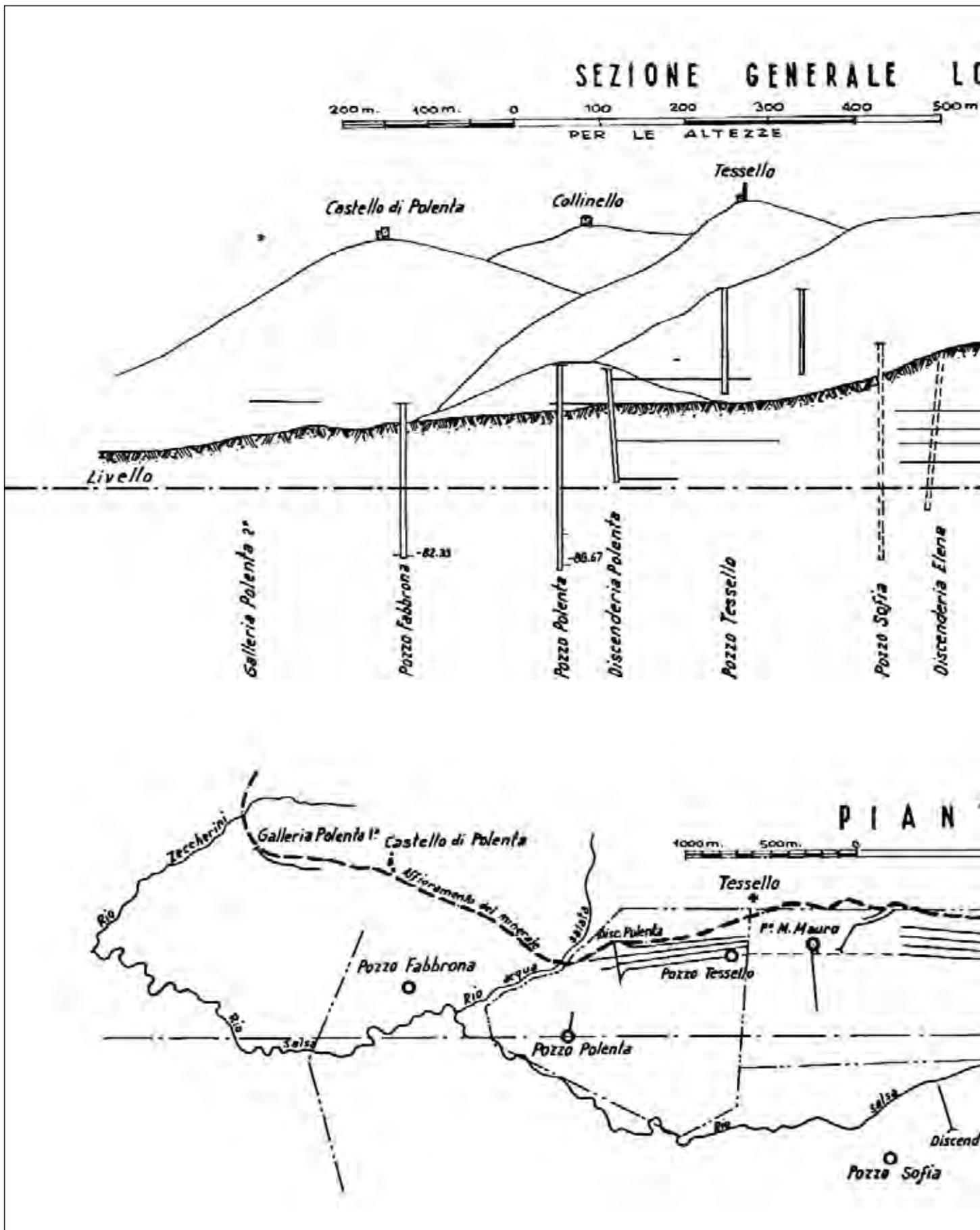
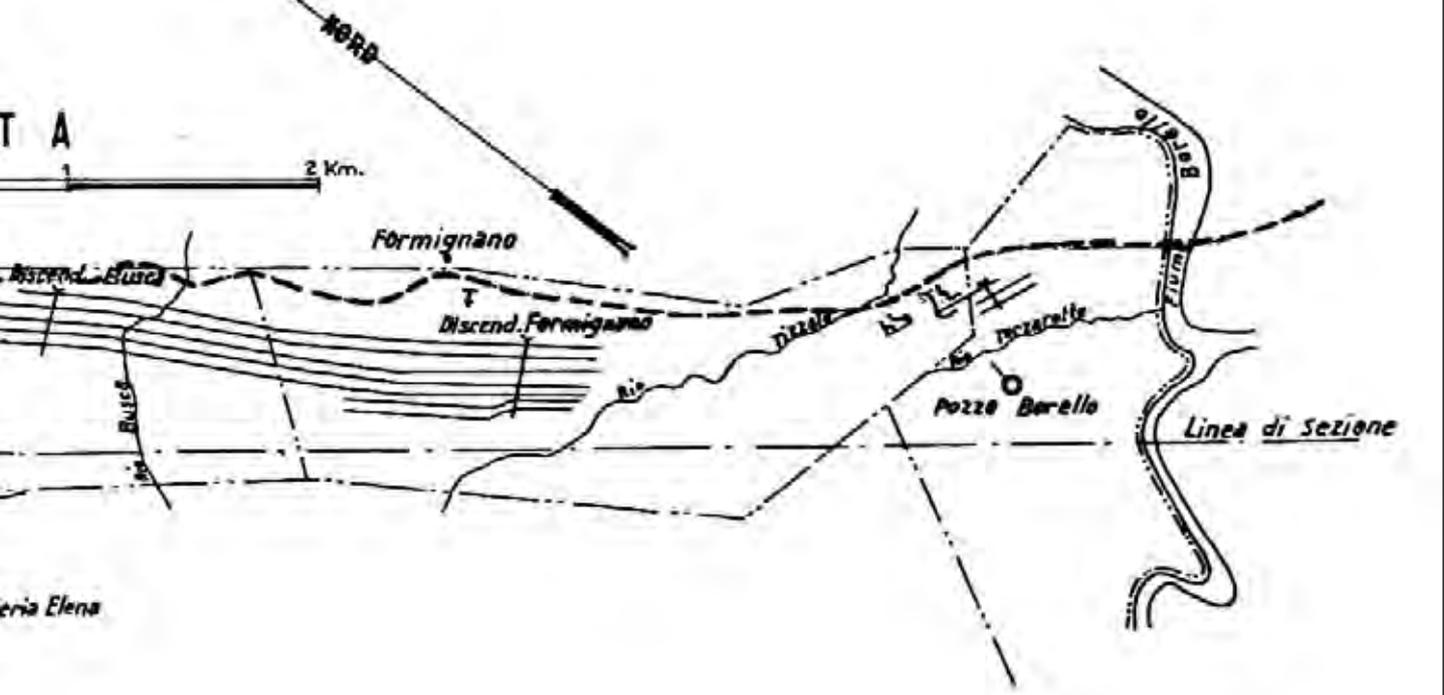
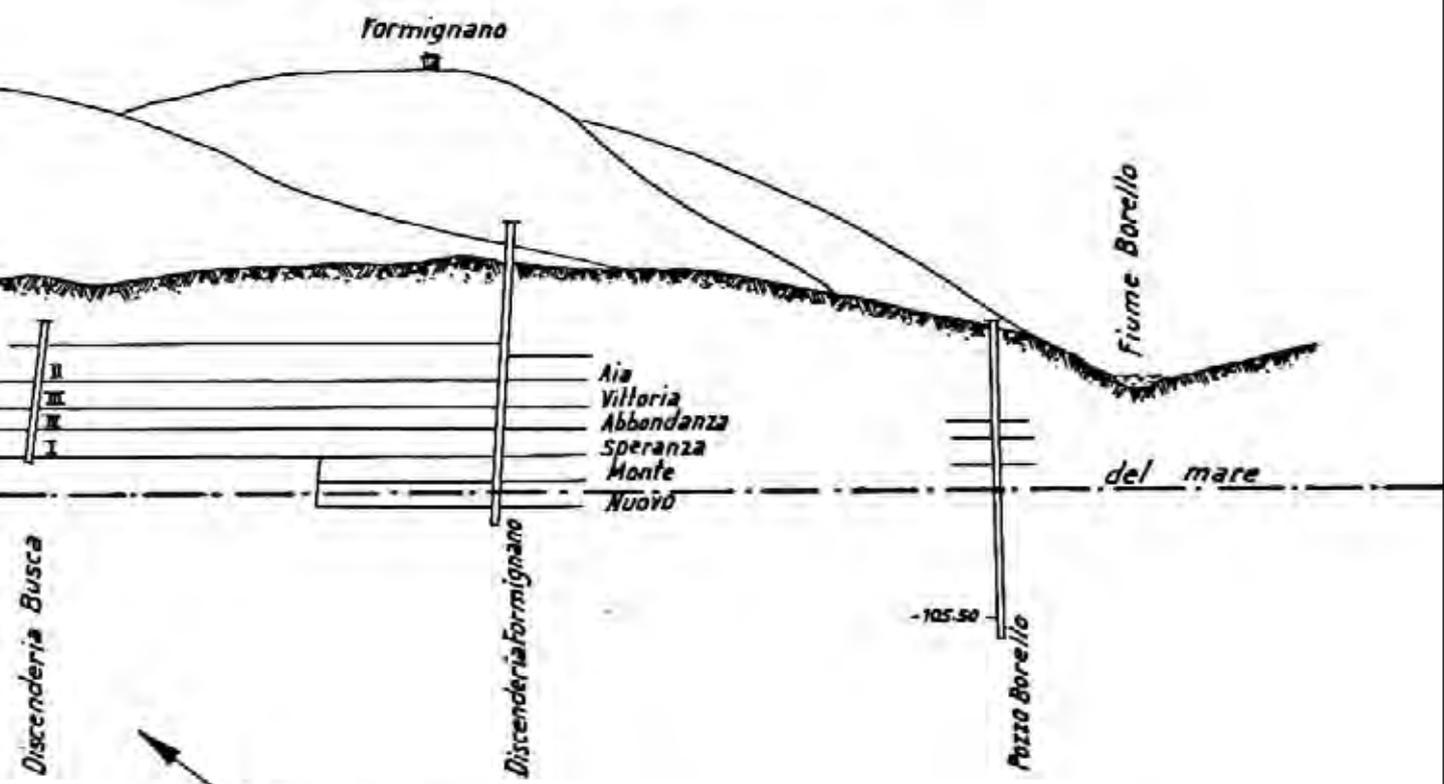


Fig. 7 - Prospetto panoramico delle lavorazioni minerarie esistenti alla fine dell'800 nell'area relativa al complesso minerario di Formignano (da Sciu 1972).

LONGITUDINALE N. 37° 0.



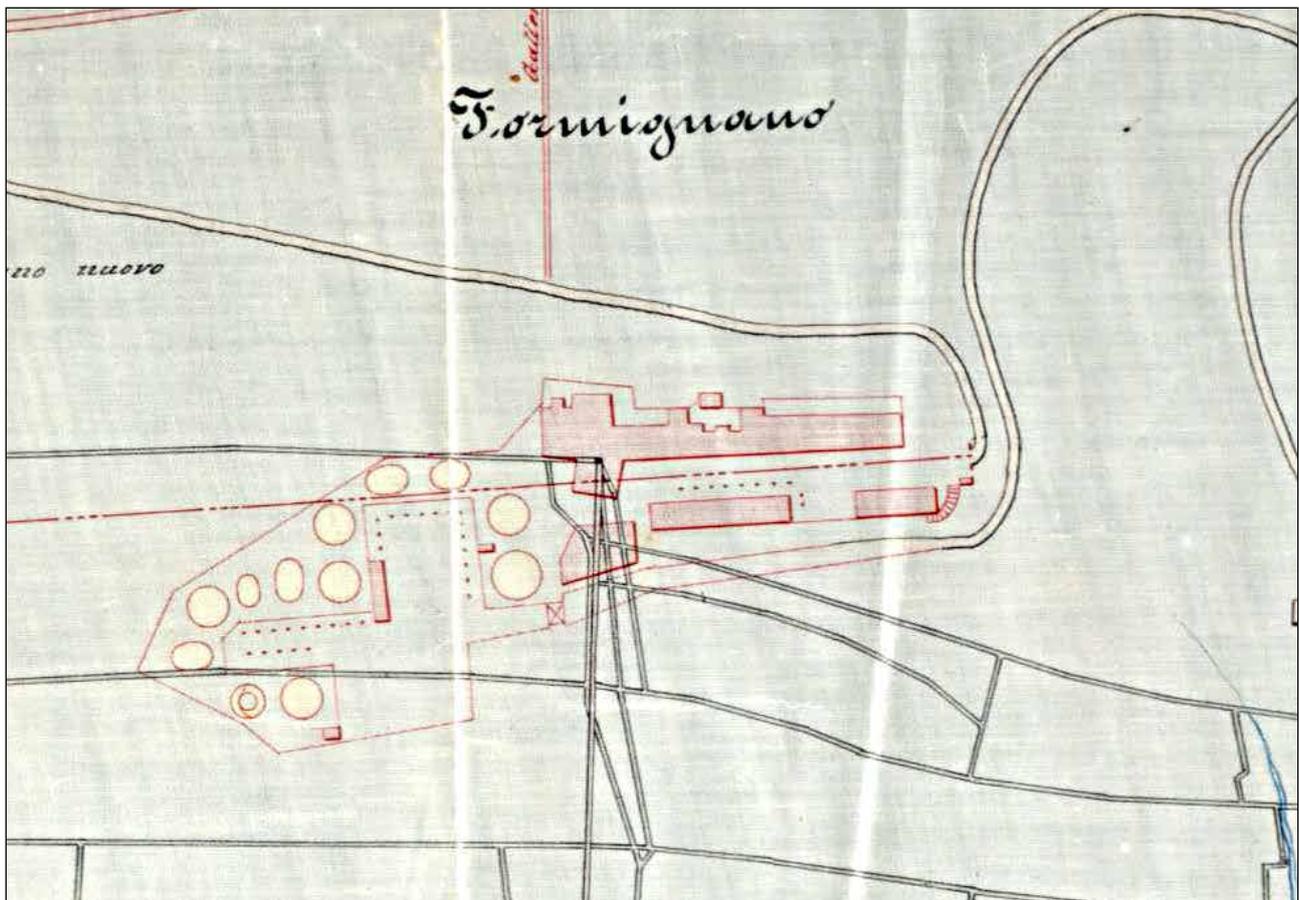


Fig. 8 – Pianta del villaggio minerario nella mappa del 1878 (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).

ne Luzzena Formignano (ARCHIVIO DI STATO 1933). Lo scoppio della seconda guerra mondiale favorì l'esportazione dello zolfo verso la Germania e la produzione continuò anche durante il conflitto (RIVA, MAGALOTTI 2006, p. 76). Nel 1945-46 a causa degli effetti della seconda guerra mondiale la miniera fu chiusa temporaneamente per riparare i guasti avvenuti all'abbandono da parte delle truppe tedesche che l'avevano controllata durante la guerra: crolli e allagamenti avevano funestato i livelli più bassi e produttivi. Nel rapporto del Corpo delle Miniere, a seguito dell'ispezione ordinaria del 25-27 novembre 1947, si legge: «(...) procede ancora lo sgombero delle gallerie ostruite in seguito all'inondazione per cause belliche. Il lavoro va a rilento a causa delle deficienze di energie elettriche e delle difficoltà che si incontrano durante l'avanzamento (...)» (ARCHIVIO DI STATO 1947). Negli anni post-bellici si avverte che la ripresa non ci sarà, la Montecatini non ha alcuna intenzione di investire sulle miniere romagnole, perché ha acquisito miniere in Sicilia, dove intende spostare la produzione, per le sovvenzioni statali ed un costo della

mano d'opera inferiore (RIVA, MAGALOTTI 2006, pp. 77-78). La manutenzione degli impianti si rarefà e gli incidenti mortali non tardano ad insorgere. Il 31 dicembre 1946, per un'errata manovra dell'argano si sganciò un carrello che travolse un operaio, uccidendolo. Il 30 maggio del 1948 un crollo della galleria all'undicesimo livello schiacciò mortalmente un minatore. Il giorno 8 settembre del 1953 un macigno uccise al ventunesimo livello un sorvegliante ed infine il 4 agosto del 1956 un'esplosione di grisou nei cantieri del diciassettesimo livello causò un grave incendio con la morte di 4 minatori (ARCHIVIO DI STATO 1956a).

Nel 1952 la Società Esercizio Miniere, presieduta da Terprando Fanfani, fratello del più noto Amintore, chiese il permesso di poter effettuare ricerche di zolfo nella zona denominata Luzzena; il permesso fu accordato, prorogato nel 1954 (ARCHIVIO DI STATO 1954) e infine revocato per inattività nel 1956 (ARCHIVIO DI STATO 1956b).

Il giorno 1 giugno 1957, la Società Italmin, rappresentata da Domenico Cesa Bianchi fa domanda di poter eseguire ricerche di zolfo

nell'area denominata Luzzena (ARCHIVIO DI STATO 1957).

La Montecatini, nel frattempo, condurrà la danza illudendo le maestranze di Formignano con concessioni ed elargizioni, ma colpendo duramente con licenziamenti e trasferimenti di minatori presso i suoi stabilimenti chimici a Ferrara e a Ravenna, fino al giorno 8 giugno 1962, quando con una laconica lettera comunicherà al Corpo delle Miniere, Distretto Minerario di Bologna, di aver chiuso definitivamente tutte le entrate della miniera di Formignano, lettera a cui farà eco una risposta, altrettanto fredda e burocratica (ARCHIVIO DI STATO 1962a e 1962b) (fig. 6), che sancirà la fine di una storia secolare fatta di persone, di lotte, di speranze, di entusiasmi, di fatica, di lavoro...

Concessione Formignano, Busca, Montemauro, Luzzena

Sotto il nome Concessione Formignano, sono state riunite nel 1956 una serie di concessioni e di permessi di ricerca: "Polenta-Montepenino", "Busca-Montemauro", "Luzzena-Fosso",

"Formignano" e "Borello-Tana", in origine separate tra di loro e poi riunite nel tempo (fig. 7). In alcuni casi queste miniere, che nacquero fisicamente separate tra loro, furono poi interconnesse con gallerie, pozzi e teleferiche esterne. La miniera di Formignano era sicuramente la principale e la più produttiva. In realtà tutte le miniere di cui sopra insistevano sullo stesso giacimento solfifero, che intercettavano in luoghi diversi; lo strato parte poco a sud dell'abitato di Bertinoro e arriva al fondovalle del Savio, presso Borello, prosegue poi anche sulla destra orografica del fiume ed è stato coltivato da altre miniere. L'immersione dello strato è verso nord-ovest e varia molto lungo il suo percorso, passando da 18° a 72°. L'affioramento, che si presenta quasi rettilineo, è lungo circa quindici chilometri ed è stato oggetto, fin da tempi antichi, di ricerca e coltivazione, però solo nell'area di Formignano è stato rintracciato uno strato economicamente veramente redditizio (SCICLI 1972, p. 70). Lo spessore dello strato raggiunse a Formignano quasi i due metri in alcuni punti, mediamente si presentava con una potenza di metri 1,50, con una resa del 12%; approfondendosi lo spessore e la ricchezza diminuirono, seguen-

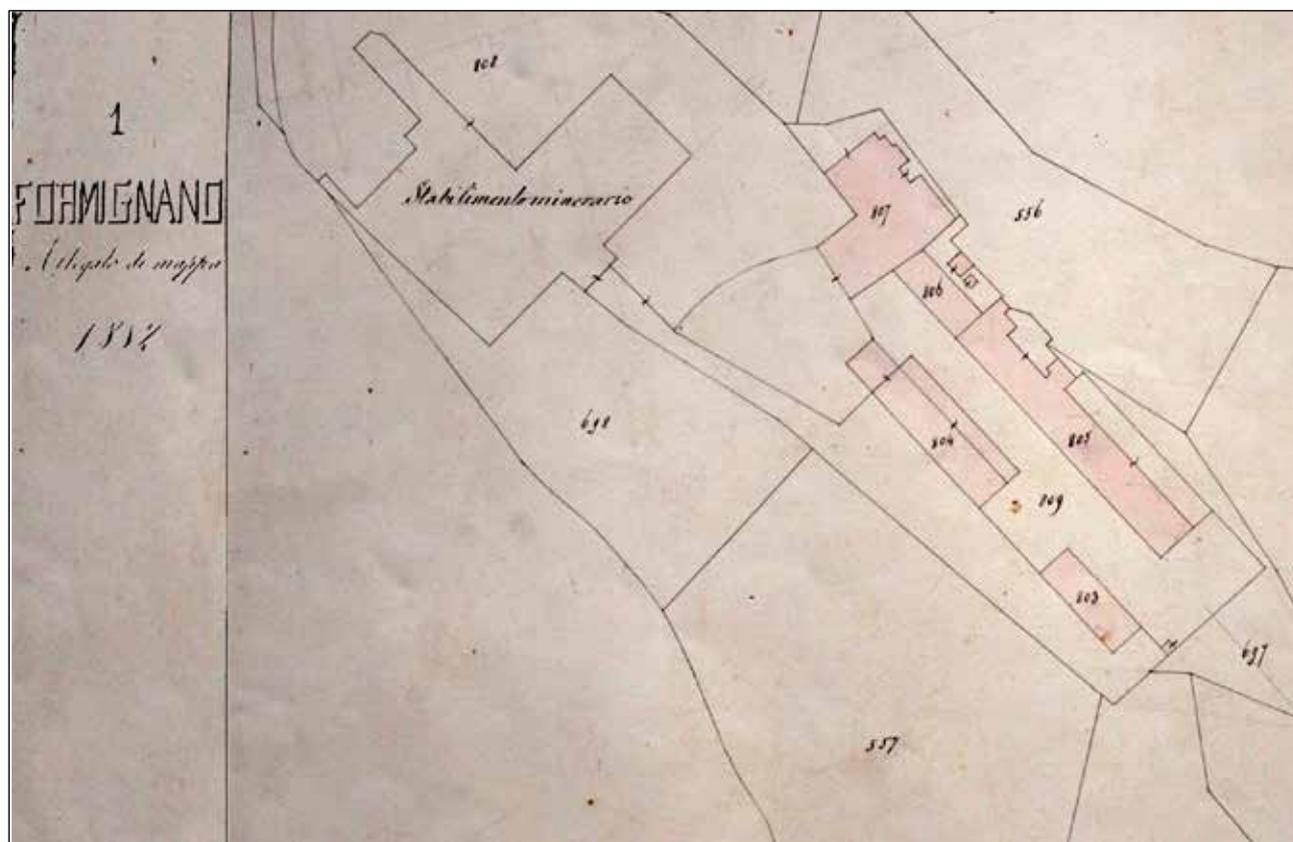


Fig. 9 – Allegato di mappa catastale del 1882 (REGIONE EMILIA-ROMAGNA).

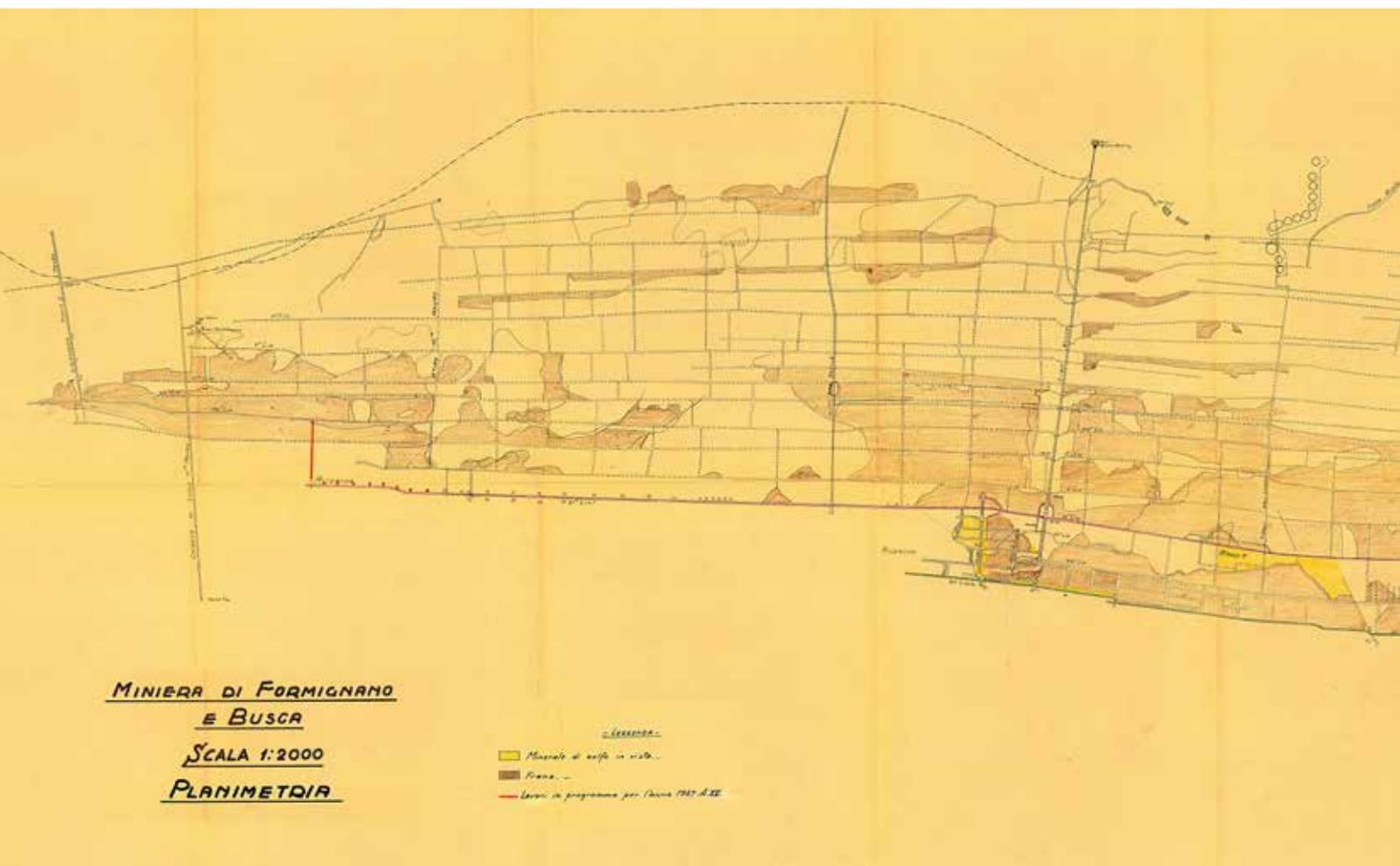


Fig. 10 – Planimetria della miniera di Formignano e Busca del 1936. Scala originale 1:2000 (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

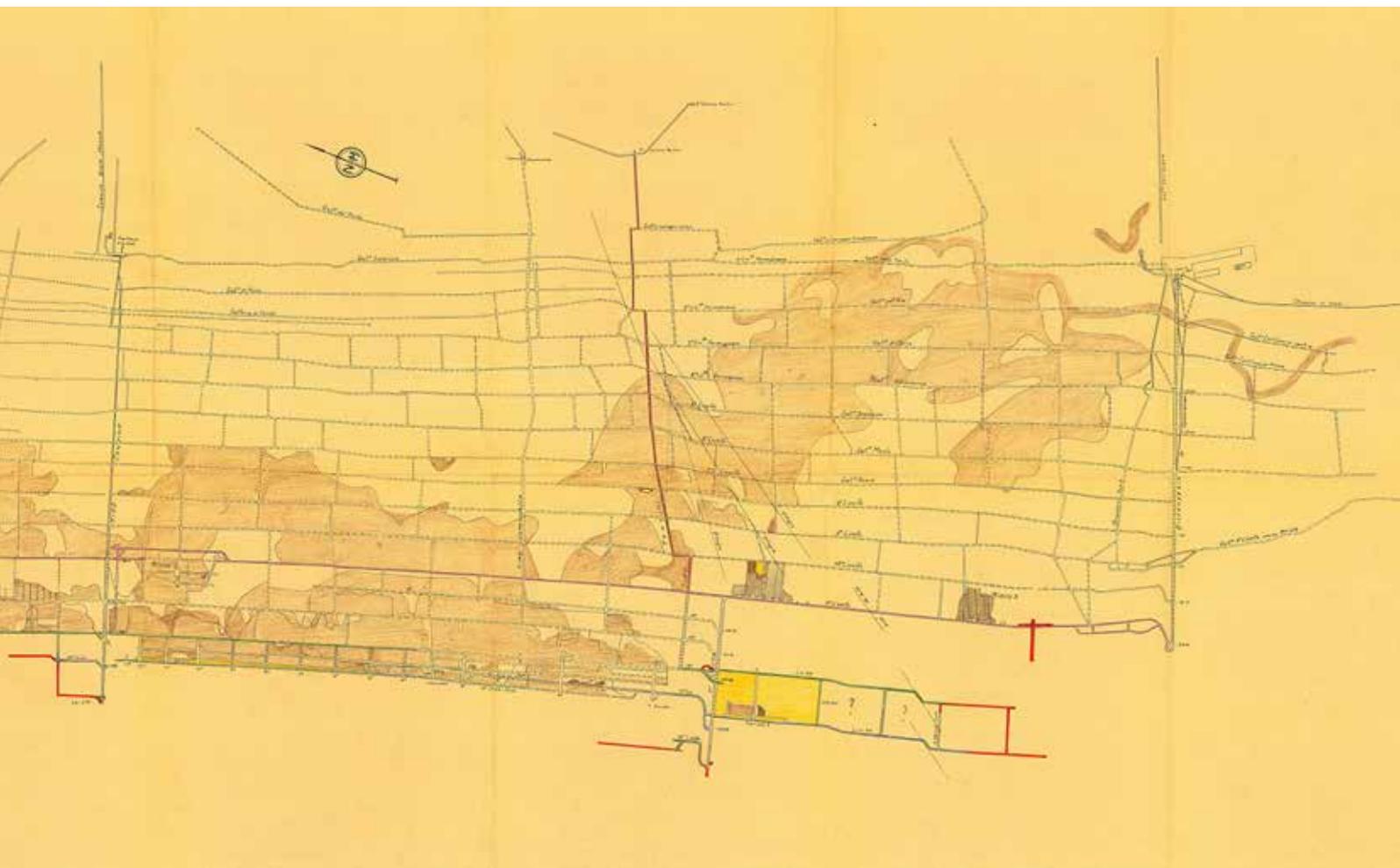
do una regola piuttosto assodata che gli strati solfiferi s'impoveriscono andando in profondità, per questo motivo non fu mai scandagliato il fondo di battello della sinclinale situato nel Fosso di Luzzena, oltre 500 metri di profondità, a causa del costo della perforazione e delle incerte possibilità (SCICLI 1972, pp. 72, 79). In un documento consultato all'Archivio di Stato di Bologna è stata trovata una descrizione del giacimento di Formignano, redatta durante una visita eseguita dal Corpo delle Miniere il 6 giugno del 1951: «(...) il giacimento solfifero si trova compreso tra le marne bituminose (ghiolo) al tetto e il calcare siliceo (cagnino) al letto; sopra al ghiolo vi sono 12 strati di gesso di circa 80 centimetri di potenza, alternati a marna di potenza di circa 120 centimetri singolarmente. I tre strati di gesso più bassi, al di sopra del ghiolo di tetto, sono detti procedendo dal più basso Segoncello, perché di piccola potenza, Sega Buona e Sega Bertana. L'11° livello della miniera è scavato tra il Segoncello e la

Sega Buona (...)» (ARCHIVIO DI STATO 1951).

La miniera di Luzzena coltivava il medesimo giacimento, ma in una zona un poco più povera, dove la resa era dell'8% e lo spessore dello strato solfifero di circa un metro (SCICLI 1972, p. 77).

Situazione attuale

Nel 1962 la Società Montecatini chiuse definitivamente la Miniera di Formignano, secondo i dettami ricevuti dal Corpo delle Miniere, Distretto Minerario di Bologna: tutte le entrate dovevano essere interdette con muri e i forni Gill dovevano essere fatti franare (ARCHIVIO DI STATO 1962a). Attorno all'entrata principale di Formignano fu costruito un villaggio minerario a scopo funzionale (laboratori, officine, uffici) e residenziale per il direttore e gli impiegati che provenivano da altre province. Il villaggio è già presente su una mappa del 1878 (ARCHIVIO DI STATO 1878) (fig. 8) e sul catasto del 1882



(fig. 9). Il villaggio fu abbandonato una decina di anni dopo la chiusura della miniera; oggi la sua situazione è di estremo degrado, specialmente dopo le forti nevicate del 2012. La maggioranza dei tetti è caduta e molti edifici sono collassati. La distruzione e l'incuria in cui si trova il villaggio è veramente un peccato, perché si tratta di una testimonianza di archeologia industriale legata alla attività mineraria dello zolfo praticamente unica nel territorio romagnolo-marchigiano. Durante gli anni le istituzioni promisero di restaurarlo a scopi turistico educativi, ma nulla fu mai fatto (vedi SANTI in questo stesso volume).

Riscoperta

Quando gli speleologi della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (FSRER) decisero di tentare la ri-esplorazione del complesso di Formignano, Busca,

Montemauro e Luzzena, capirono immediatamente che l'azione più importante da fare era documentarsi per sapere dove si trovavano gli ingressi delle varie miniere. Gli speleologi avevano trovato al Museo Sulphur una planimetria del 1936 (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1936) (fig. 10), che è stata georeferita sulla cartografia tecnica in scala 1:5.000 della Regione Emilia-Romagna con molte difficoltà, a causa dei pochissimi riferimenti esterni presenti, utilizzabili. Effettuata la georeferenziazione, sicuramente affetta da errori ancora non quantificabili, sono stati stampati stralci di cartografia tecnica e di ortofoto aeree con evidenziati i possibili ingressi, con i quali gli speleologi hanno effettuato battute in campagna per rinvenire gli eventuali ingressi o le loro tracce, ancora visibili. Gli ingressi possibili erano costituiti dalla grande discenderia, l'entrata principale di tutto il complesso, dai camini di aerazione, dalle discenderie di aerazione dette "tiri", dalle chiaviche di scolo e dai



Fig. 11 – In primo piano l'ingresso della discenderia, subito dietro la "buca" che dà accesso alla scala operai, ancora dietro la loggetta accanto alla lampisteria (foto P. Lucci).

Fig. 12 – L'archetto rivelatore della scala operai (foto M.L. Garberi).



pozzi. Oltre alla mappa era necessario acquisire documentazione che descrivesse fisicamente la miniera, non solo la sua storia.

Determinante è stato, infine, il contributo di Baldo Sansavini che ha svolto una sistematica ricerca sul campo, rinvenendo molte strutture della vecchia miniera. A ciò ha fatto seguito una sua impegnativa attività di disostruzione e di ripristino degli ambienti da tempo ormai in rovina.

Discenderia e scala d'ingresso

Dalle notizie raccolte era chiaro agli speleologi che la grande discenderia, lunga 500 metri lineari e profonda 300, costituiva l'ingresso più importante del complesso ed era situata al centro del piazzale del villaggio minerario. Evidenze architettoniche, come ad esempio finestre per il passaggio dei cavi dell'argano, ora murate, nell'edificio che ospitava appunto l'argano, indicano con chiarezza dove era situata la discenderia, completamente ostruita da macerie e ricoperta da terra, come prescritto dal distretto minerario nel 1962. In un testo,



Fig. 13 – La scala operai vista dall’alto (foto G. Belvederi).

che descriveva un progetto di restauro del villaggio minerario (ALOISI *et alii* 1991, p. 339), fu trovato un indizio fondamentale per il proseguimento della riscoperta: nel piazzale della discenderia si apriva anche una scala d’ingresso degli operai, sotto una loggetta in mattoni a fianco della lampisteria (fig. 11). Una piccola porzione della loggia esisteva ancora, sebbene molto danneggiata, con il pavimento ostruito di rovine dove gli speleologi decisero di scavare alla ricerca della scala d’entrata alla miniera. Il giorno 10 ottobre 2015, dopo alcune ore di arduo scavo in mezzo alle macerie, fu trovata la scala di ingresso operai: le informazioni si rivelarono esatte (fig. 12). Il passaggio era molto angusto, troppo perché si potesse passare muniti di respiratori: la miniera poteva presentare problemi di carenza di ossigeno o di presenza di gas venefici o tossici nell’aria.

La miniera è stata scavata principalmente nel gesso e nelle marne bituminose, il cui kerogene si ossida a contatto con l’aria; l’ossidazione dell’ingente quantità di legno nelle parti allagate, l’ossido-riduzione dei solfati e dell’acido solfidrico, la presenza di elevati quantitativi di biossido di carbonio sono le cause che de-

terminano la situazione a carenza di ossigeno. Nell’aria possono essere presenti anche gas esplosivi come il metano. Gli speleologi della FSRER sono relativamente esperti di queste situazioni, avendo condotto all’interno del medesimo progetto la ri-esplorazione della miniera di Peticara, dove l’atmosfera dei tunnel è caratterizzata da una forte carenza di ossigeno, che può raggiungere lo 0% (BELVEDERI, GARBERI 2015, p. 263; vedi anche BELVEDERI *et alii*, *Miniera di Peticara: la complessa riesplorazione*, in questo stesso volume). La FSRER si è dotata di quattro apparati Dräger PSS 3000, con bombole da nove litri in composito, caricate alla pressione di 300 atmosfere, che forniscono una riserva d’aria di 2700 litri di aria. I respiratori sono integrati da maschere in sovrappressione, per impedire l’entrata di gas nocivi che potrebbero danneggiare occhi, pelle e vie respiratorie degli esploratori (DRAEGERWERK 2013). L’equipaggiamento è completato da 3 misuratori di gas MSA: Altair 5x, Altair 4x e Altair pro. Il misuratore Altair 5x rileva la presenza di acido solfidrico, di monossido di carbonio, di gas esplosivi, di ossigeno e di biossido di carbonio (MSA AUER GMBH 2015); il misuratore Altair

4x rileva acido solfidrico, biossido di zolfo, gas esplosivi e ossigeno (MSA AUER GMBH 2012); il misuratore Altair Pro rileva la presenza di ossigeno (MSA AUER GMBH 2006). L'aria della scala operai, durante la prima entrata si presentava con l'ossigeno al 17,5%. La scala, quando gli speleologi sono entrati il 10 ottobre 2015, era ricoperta da uno strato di terra, depositata nei 54 anni di chiusura; qualcuno finalmente entrava di nuovo in quei luoghi dopo tanto tempo (fig. 13). La scala operai è lunga, oggi, 81 gradini con un'alzata di 25 centimetri e una pendenza del 45%; si interrompe a seguito di un crollo, che forma un breve salto verticale di circa tre metri il quale poi dà accesso ad un ambiente con il pavimento completamente coperto da terra, macerie e massi (fig. 14). A seguito della rimozione di parte di questo materiale sono venuti alla luce i resti della scala sino al pavimento, una pompa per il drenaggio delle acque, ora completamente visibile. Da questo ambiente, in parte in muratura, si dipartono in vari punti tre gallerie subito interrotte da crolli; vi è anche un arrivo di acqua, che proviene da una cavità di non chiara natura naturale o artificiale.

Di seguito si riporta uno stralcio del diario degli speleologi, nelle date più significative per l'esplorazione (BELVEDERI 2016):

10 ottobre 2015

La pioggia e la bassa pressione ci respingono da Perticara, dove dobbiamo andare per fare delle osservazioni sulla circolazione interna dell'aria. Ripieghiamo su Formignano. Sotto la pioggia torrenziale cominciamo a cercare nel punto, dove una relazione da me letta, indicava la presenza di una scala operai..... Baldo saggia in vari punti, quando il nostro Presidente, santa Lucia gli conservi la vista, nota un curioso archetto di mattoni che spunta per pochi centimetri dalla terra ai piedi di un muro..... Baldo attacca lo scavo e in breve attraverso un pertugio intuivamo che potrebbe essere la via giusta. Proseguiamo lo scavo, quando si passa ci infiliamo e arriviamo ad un pianerottolo di mattoni a piede d'oca che entra in una lunghissima scala (85 gradini) tutta camiciata in mattoni, con un curioso corrimano in legno in stile vagamente liberty. I gradini sono coperti di terriccio, depositati nei 53 anni trascorsi dal 1962, quando la miniera ha chiuso. L'aria ha in sospensione un lieve pulviscolo, immagino che così sia apparsa la tomba di Tutankhamon nel 1922 alla spedizione Carter..... l'emozione è stata forte, l'entusiasmo al massimo. Siamo scesi pian piano lungo i gradini, resi scivolosi dal

terriccio, la scala sprofondava nel buio, ma intuivamo che alla fine si troncava bruscamente, con un salto..... Arrivati all'ultimo gradino l'ossigeno è al 17%, un salto di un paio di metri ci divide da un pavimento argilloso, su cui scorre un rivolo d'acqua, sulla destra si indovina che la galleria prosegue, è necessario tornare con una scala, è necessario allargare il pertugio di entrata se vogliamo passare con gli autorespiratori.....”.

18 ottobre 2015

“Entriamo nella scala attraverso la nuova apertura allargata a dovere da Baldo. Giovanni R. arma con un corrimano in sicurezza per scendere la scala di mattoni, che è ancora ingombra di terra. Arriviamo alla fine della scala, dove inizia il crollo, viene calata la scala di Baldo in due spezzoni. Sabrina scende per prima, tenendo d'occhio il misuratore, l'ossigeno si attesta al 19% prima della partenza, a terra due metri sotto scende verso il 18%. Scende anche Giovanni B., e nota che il cielo del vano in cui si trova è costituito dai binari della grande discenderia! Una volta tanto il crollo ci ha aperto la porta! Scendiamo tutti e a turno andiamo a vedere il tunnel che scende, in picchiata, con 50° d'inclinazione e sprofonda verso il buio..... una visione dantesca! (fig. 15). La galleria ha una forma ovoidale, molto schiacciata, è camiciata in mattoni, la luce dello Scurion ne illumina una cinquantina di metri, si notano degli scavernamenti; verso l'alto una grata di rotaie sostiene le macerie che tappano la discenderia.... Baldo, all'esterno, ha individuato dove potrebbe essere l'inizio della discenderia, inizia lo scavo sul piazzale e raggiunge in breve tempo la volta di mattoni della discenderia, l'aria esce”.

14 novembre 2015

“Ci siamo presentati molto agguerriti e motivati per tentare la discesa della grande discenderia di Formignano, aperta nelle uscite precedenti. L'operazione si presentava abbastanza complessa ed articolata, bisognava permettere a due persone di scendere in sicurezza lungo un piano inclinato a 50°, in ambiente forse ACAR. La discenderia si presentava alla profondità di 20 metri con atmosfera di 20.8 di ossigeno, ma non sapevamo come l'aria poteva cambiare scendendo in profondità..... I due Giovanni, organizzatori dell'operazione, hanno deciso che la prima discesa sarebbe stata tentata in aria, senza autorespiratori, in seconda istanza le due persone li avrebbero indossati e sarebbero ridiscesi per avanzare oltre il limite dell'ACAR. Giovanni R. ha diretto, con estrema competenza e professionalità tutte le operazioni che



Fig. 14 – La scala operai vista dall'ambiente di crollo alla base (foto G. Belvederi).



Fig. 15 – La discenderia: vista dalle rotaie il 18 ottobre 2015 (foto M.L. Garberi).

Fig. 16 – L'attacco per le corde, durante la prima discesa (fotogramma video M.L. Garberi).





Fig. 17 – La partenza per la prima esplorazione della discenderia (fotogramma video P. Lucci).

Fig. 18 – La discenderia viene armata con la corda (foto G. Belvederi).



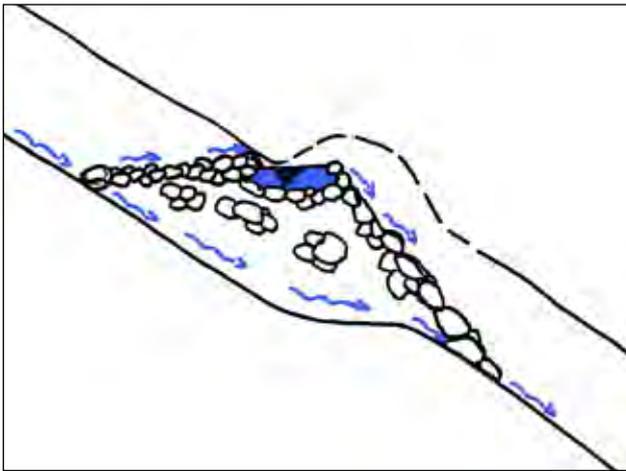


Fig. 19 – Schizzo della situazione probabile al fondo della discenderia (elaborazione G. Belvederi).

si sono svolte nel migliore dei modi. Ha fatto costruire una capra in tubi dalmine, dove erano attaccate le carrucole auto bloccanti e i discensori. Le corde erano attaccate agli anelli del traino della nostra Land Rover (fig. 16). Lungo il percorso della corda erano sistemate delle protezioni e alla grata di ferro dei rullini in acciaio dove le corde scorrevano in posizione obbligata, dai rullini in poi le corde entravano nella discenderia.

Enrico ha portato le corde al punto di entrata degli speleologi, al termine della scala in mattoni che fiancheggia la discenderia, in attesa della partenza. La squadra di superficie era in contatto con il punto di partenza attraverso radio PRM. Gli organizzatori hanno deciso che gli speleo che sarebbero scesi erano Giovanni B. ed io. Giovanni R. avrebbe diretto tutte le operazioni esterne della squadra di superficie. Giovanni B. era in contatto con Giovanni R. in superficie con una potente radio VHF, gentilmente fornita dal Nano.

Piero Lucci documentava con la mia videocamera la nostra partenza e la nostra discesa dal punto a -20 della discenderia. Enrico si è alternato con Fabio alla radio nel punto a -20. All'esterno Matteo custodiva il primo tratto della corda, quando entrava nella discenderia e arrivava ai rullini perché tutto scorresse bene senza logorii; Oscar, Massimo, Rita e Claudio tiravano ai paranchi sotto l'occhio vigile di Giovanni R. che dettava la velocità di calata e recupero delle corde che raggiungevano una lunghezza di 110 e 120 metri con due spezzoni.

Alle ore 11,00 la macchina da guerra era pronta, (fig. 17) Giovanni B. ed io siamo scesi alla fine della scala e ci siamo presentati sul lungo piano inclinato che sprofondava nel buio..... mi ha fatto un po' impressione la sua inclinazione, decisamente importante! Ci mettiamo in posizione, ci leghiamo, tendiamo le corde, sempre in contatto con la superficie.

Inizia la discesa, la discenderia è molto fangosa, in alcuni tratti manca del rivestimento e ci sono tracce di scavernamenti. L'aria si mantiene buona, ogni tanto si manifesta 1 ppm di H_2S .

Scendiamo tutti i 110 metri della corda di Giovanni B. e arriviamo ad un tappo di detrito proveniente dallo scavernamento che abbiamo incontrato circa a metà percorso. L'aria passa in mezzo al crollo, ma notiamo che la respirazione è un po' difficile, anche se l'ossigeno è sempre 20.8: Giovanni accusa un repentino mal di testa ed io un bruciore molto forte a naso e gola, forse presenza di CO_2 . La frana non chiude ermeticamente la galleria, il soffitto di mattoni prosegue oltre il detrito..... diamo ordine alla superficie di recuperarci e il tiro comincia inesorabile a portarci su.

L'esperienza è stata molto positiva, ora dobbiamo organizzare le operazioni di scavo, per eseguirle in sicurezza e cercare di passare. Vorrei ringraziare di cuore tutte le persone

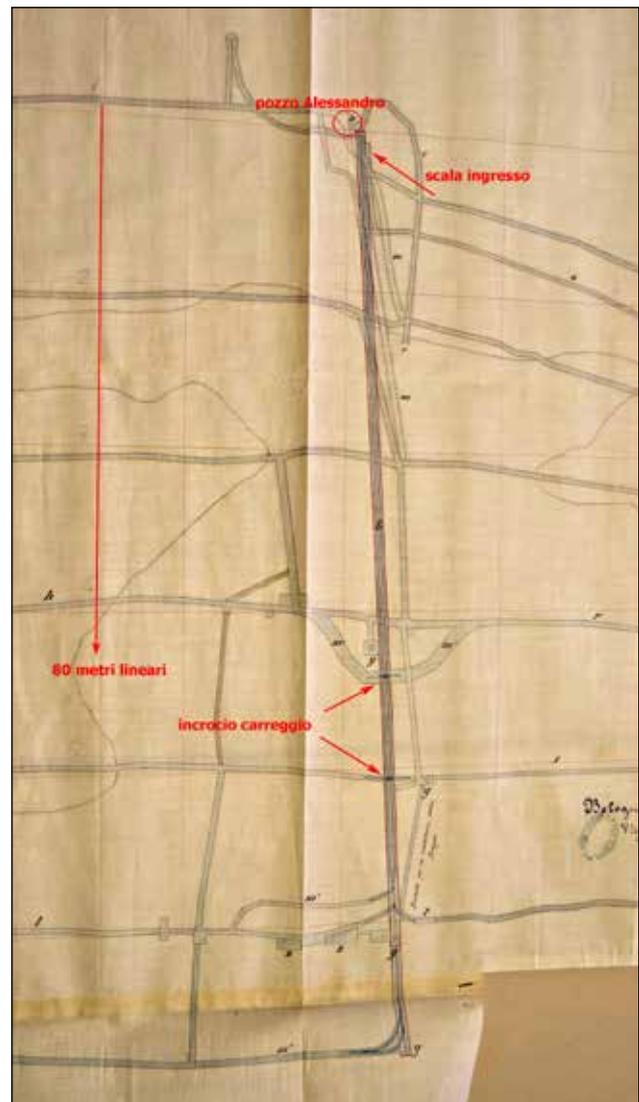


Fig. 20 – Stralcio della mappa del 1879 con la discenderia (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).



Fig. 21 – Ultimi scavi alla scala ingresso operai (foto P. Lucci).

che hanno reso possibile l'operazione, grazie è stata una bellissima esperienza!

La discenderia è stata percorsa per 80 metri lineari e circa 90 metri di profondità. Durante uscite successive la discenderia è stata armata per la discesa con le corde e per le operazioni di scavo sull'accumulo di frana del fondo (fig. 18).

Il 5 marzo 2016 gli speleologi tentarono di forzare la frana, scavando tra i blocchi di gesso, l'argilla e i mattoni scivolati fino a lì dal grande scavamento, che si incontra a circa metà della discesa. È stato aperto un passaggio che mostra uno specchio d'acqua ferma che invade la galleria, per quanto si vede, lasciando 15 cm d'aria: all'apparenza sembra che la galleria sia arrivata al livello di base e sia allagata.

È necessario però fare una serie di considerazioni:

- all'esterno pioveva e nella discenderia c'era un notevole scorrimento d'acqua, quasi un torrentello; ma lo specchio intercettato non cresceva di livello. Non è quindi chiaro dove va l'acqua che entra;
- l'aria circola, quindi l'acqua non sigilla tutto; la discenderia emetteva aria, che gli speleologi sentivano chiaramente in faccia;
- non si sentono rumori d'acqua che scorre, se non quella che proviene dall'alto;



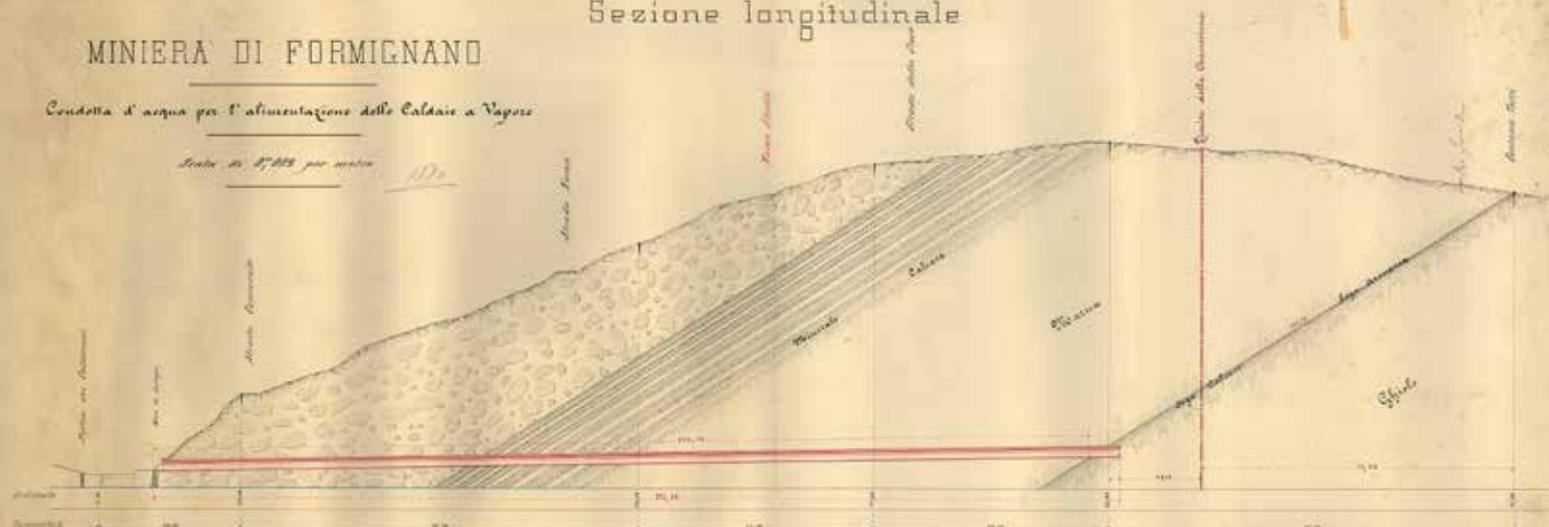
Fig. 22 – Situazione attuale della discenderia (foto P. Lucci).

Sezione longitudinale

MINIERA DI FORMIGNANO

Condotta d'acqua per l'alimentazione delle Caldaie a Vapore

Scala di 1/2000 per metri



Planimetria



Fig. 23 – Condotta dell'acqua per l'alimentazione delle caldaie, 1880 (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

- il livello di base dato dalla quota del torrente esterno è una ventina di metri più basso della quota raggiunta; la miniera si apre in una formazione che intercala livelli impermeabili, quindi, una galleria può passare sotto ad un corso d'acqua ed essere solo un po' umida, come succede nella miniera di Perticara nella galleria del livello 1 che passa sotto al Torrente Fanantello.

Un'ipotesi che lascia qualche speranza di prosecuzione è quella che la frana si sia fermata su una discontinuità della pendenza della discenderia, probabilmente data da un incrocio con una galleria laterale oppure da un ostacolo e si sia formato un laghetto pensile al colmo della frana con uno stramazzo di troppo pieno ed uno scorrimento interno alla frana stessa (fig. 19). All'Archivio di Stato di Bologna è stata consultata e fotografata una mappa molto dettagliata alla scala 1:200 del complesso minerario, risalente al 1879 (ARCHIVIO DI STATO 1879). La discenderia nel 1879 arrivava solo al 6° livello

(circa 120 metri lineari); negli anni successivi sarà affondata fino al 14° ed oltre per un totale di 450-500 metri lineari ed a una profondità di - 93 metri sotto il livello del mare. La mappa molto dettagliata mostra chiaramente che, tra i 60 e gli 80 metri lineari dall'ingresso, dove circa è arrivata l'esplorazione e si trova l'accumulo di detrito, sono disegnati un paio di incroci con scambi nelle rotaie del carreggio. È ipotizzabile che l'accumulo si sia fermato nel suo scivolamento lungo la galleria al primo cambio di pendenza, cioè alla piazzola d'intersezione con una galleria, dove uno scambio circolare permetteva la manovra d'innesto di un vagone sulle rotaie della discenderia stessa. Una piazzola di questo tipo deve essere pianeggiante, per permettere le operazioni di scambio (fig. 20). Nei prossimi mesi, dopo l'estate, gli speleologi tenteranno di passare per capire se le ipotesi fino ad ora formulate possano corrispondere alla realtà. Ulteriori lavori di scavo presso la bocca della discenderia, condotti per portare alla luce

l'intera apertura della discenderia stessa, hanno permesso di completare la lunghezza della scala operai fino all'esterno (fig. 21). L'imbocco della discenderia è ora libero completamente dalle macerie che lo ostruivano e si presenta nelle sue forme originali (fig. 22).

Galleria dell'acqua

La necessità di disporre di più acqua per alimentare le caldaie della macchina a vapore che manovrava l'argano, spinse la gestione della miniera a cercare una sorgente, costruendo una captazione che portasse l'acqua sul piazzale principale del villaggio minerario. Al Museo Sulphur di Perticara è stata trovata una mappa del 1880, con sezione e planimetria della "Condotta d'acqua per l'alimentazione delle Caldaie a Vapore" (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" 1880) (fig. 23). Dalla mappa si evince che la galleria aveva una lunghezza complessiva di 45 metri. Gli speleologi hanno condotto una ricognizione per conoscere lo stato del manufatto, che era camiciato in pietra per un primo tratto di tre metri (fig. 24); alla fine della volta in pietre è crollato. Seguendo le butte ancora visibili è stato effettuato uno scavo per altri quattro metri ma il crollo è tale da impedire ogni prosecuzione.

Alcuni metri a destra, rispetto all'entrata della galleria delle acque si apre una cisterna, profonda tre metri, con pareti in cemento, che era utilizzata per la captazione dell'acqua piovana. Dalla base della cisterna, a monte, si apre una galleria in parte crollata chiusa da una parete in cemento da cui fuoriesce un tubo; verso valle, sempre dalla base della cisterna, si apre una galleria crollata che è possibile percorrere per alcuni metri, seguendo un tubo sino ad una frana che impedisce il passaggio.

Pozzo Alessandro

Nella prima metà del XIX secolo, sotto la gestione del conte Cisterni furono affondati due pozzi, di cui uno a sezione quadrata, che ancora è segnato sulle mappe del 1879, anche se probabilmente non era più in uso (fig. 20). A seguito della georeferenziazione di una foto di una porzione della mappa, è stata individuata l'area della probabile ubicazione del pozzo, nel piazzale principale del villaggio minerario, a



Fig. 24 – Galleria dell'acqua (foto P. Lucci).

fianco della discenderia. Lo scavo per mettere alla luce, per i primi tre metri, il pozzo è stato impegnativo (fig. 25). Alle pareti sono ancora visibili i mattoni che le rivestivano. Il pozzo è stato interrato, quasi certamente ancora nel XIX secolo, perché già in cattive condizioni nel 1851, come si evince dalle parole di Natale Dellamore, direttore della miniera di Formignano, in una lettera al gerente bolognese Carlo Roberti. Il Dellamore lamenta di dover usare ancora per un po' di tempo il pozzo, la cui armatura vorrebbe usare per alimentare i forni di fusione, essendo assai «dirocata» (DELLAMORE 2002).

Scavernamento nella parete sud-ovest

L'area del villaggio di Formignano è stata interessata da movimenti franosi che hanno coinvolto alcuni edifici, ancora presenti sulle foto aeree della Regione Emilia-Romagna del 16 giugno 1976 (fig. 26). La scarpata che bor-



Fig. 25 – Scavo del Pozzo Alessandro (foto G. Belvederi).



Fig. 26 – Foto area del 1976 con il villaggio di Formignano (REGIONE EMILIA-ROMAGNA).



Fig. 27 – Supporto di carrello rovesciato nella galleria con binari (foto G. Rossi).

da il villaggio verso sud-ovest, oggi completamente rimboschita, è formata dalla terra franata e dalle macerie dei due edifici coinvolti. Alla base della scarpata si apre una cavità di non chiara natura, che gli speleologi hanno investigato. I primi sette metri della cavità sono formati da una galleria semi-orizzontale, dall'aspetto naturale, al termine della quale è stato effettuato uno scavo di tre metri di profondità, durante il quale sono venute alla luce tracce di armatura in posto ed è stato raggiunto il piano di calpestio originale di una probabile galleria. A tutt'oggi non è chiara la sua funzione. Testimonianze orali raccolte tra gli abitanti di Borello fanno presumere che potrebbero essere i resti di un'entrata degli operai, utilizzata nel Novecento, che avrebbe dovuto trovarsi immediatamente sotto agli edifici ora crollati. Le mappe non riportano nulla di significativo in quella posizione, se non la chiavica di scolo, troppo profonda per essere stata raggiunta dallo scavo.

Galleria con binari

Ai piedi della scarpata di sud-ovest, a 30 metri in direzione ovest dallo scavernamento appe-

na descritto si apre una galleria di carreggio, con ancora presenti i binari e un supporto di carrello rovesciato (fig. 27). La galleria pianeggiante entra per 90 metri rettilinei, in alcuni tratti è camiciata in mattoni, con rigonfiamenti alle pareti ed evidenti indizi di pressioni laterali esercitate dalla roccia sui muri di contenimento. Al termine, un grande crollo antigraavitativo impedisce la prosecuzione, gli speleologi hanno tentato di forzare il passaggio, scavando nel detrito. Il crollo si è verificato nelle marne bituminose, che sono estremamente fragili e si sfogliano in lastre; l'asportazione del materiale franato ha favorito la prosecuzione del crollo verso l'alto, erodendo gli strati di roccia sovrastanti. L'estrema pericolosità ed instabilità dello scavernamento ha reso obbligatoria la sospensione dei lavori. La galleria indagata non è presente sulle mappe ottocentesche consultate; la ritroviamo in quella del 1936 alla scala 1:2.000 e in quella non datata in scala 1:5.000; quest'ultima mappa risale, presumibilmente, agli ultimi anni della vita della miniera (1955-1962), in quanto vi sono presenti i livelli più profondi (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR" s.d. a). La galleria non ha alcun nome nella mappa del 1936, mentre è chiamata "Imbocco scale" nella mappa posteriore (fig.

— MINIERA di FORMIGNANO

PLANIMETRIA
SCALA 1:5000

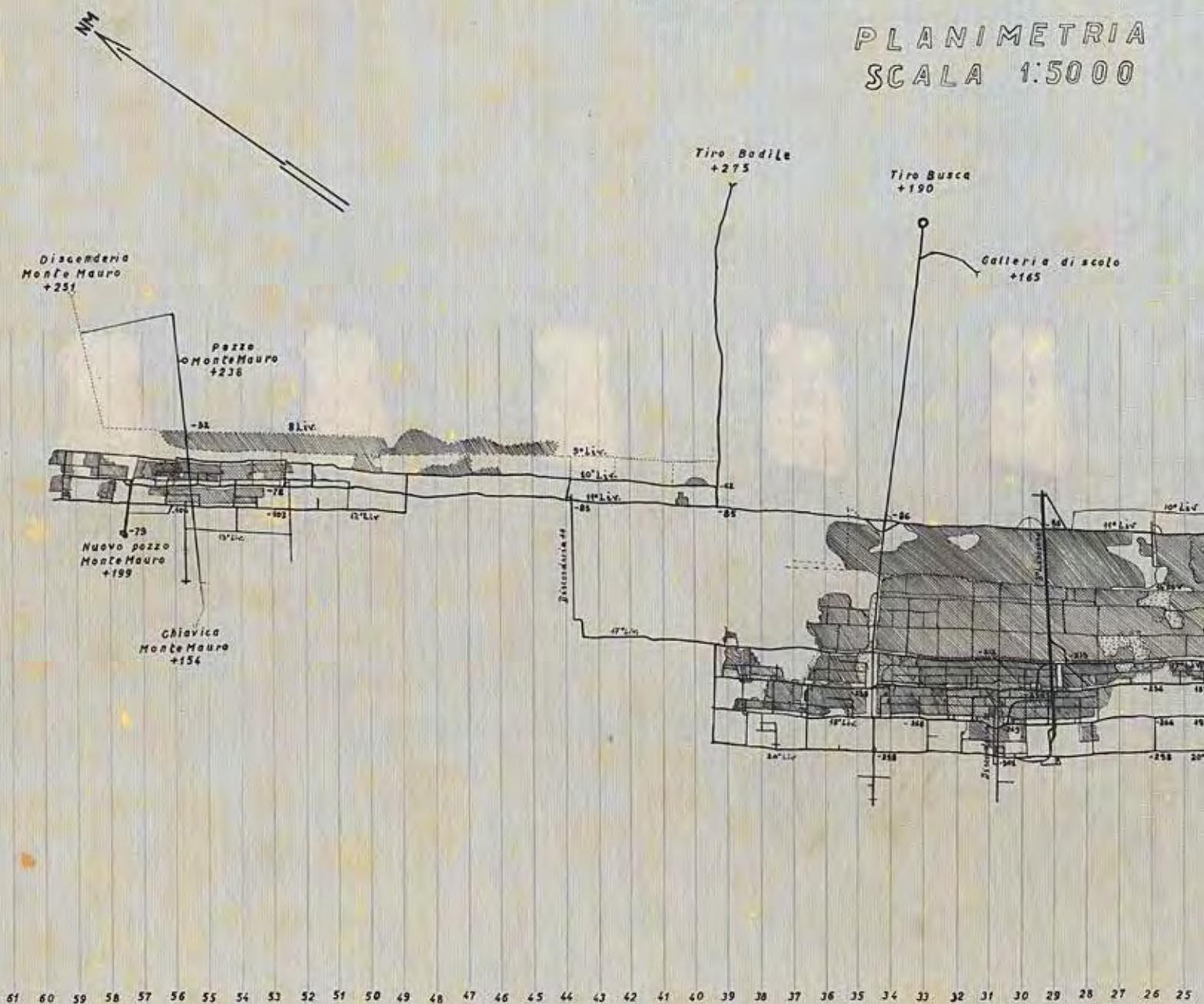
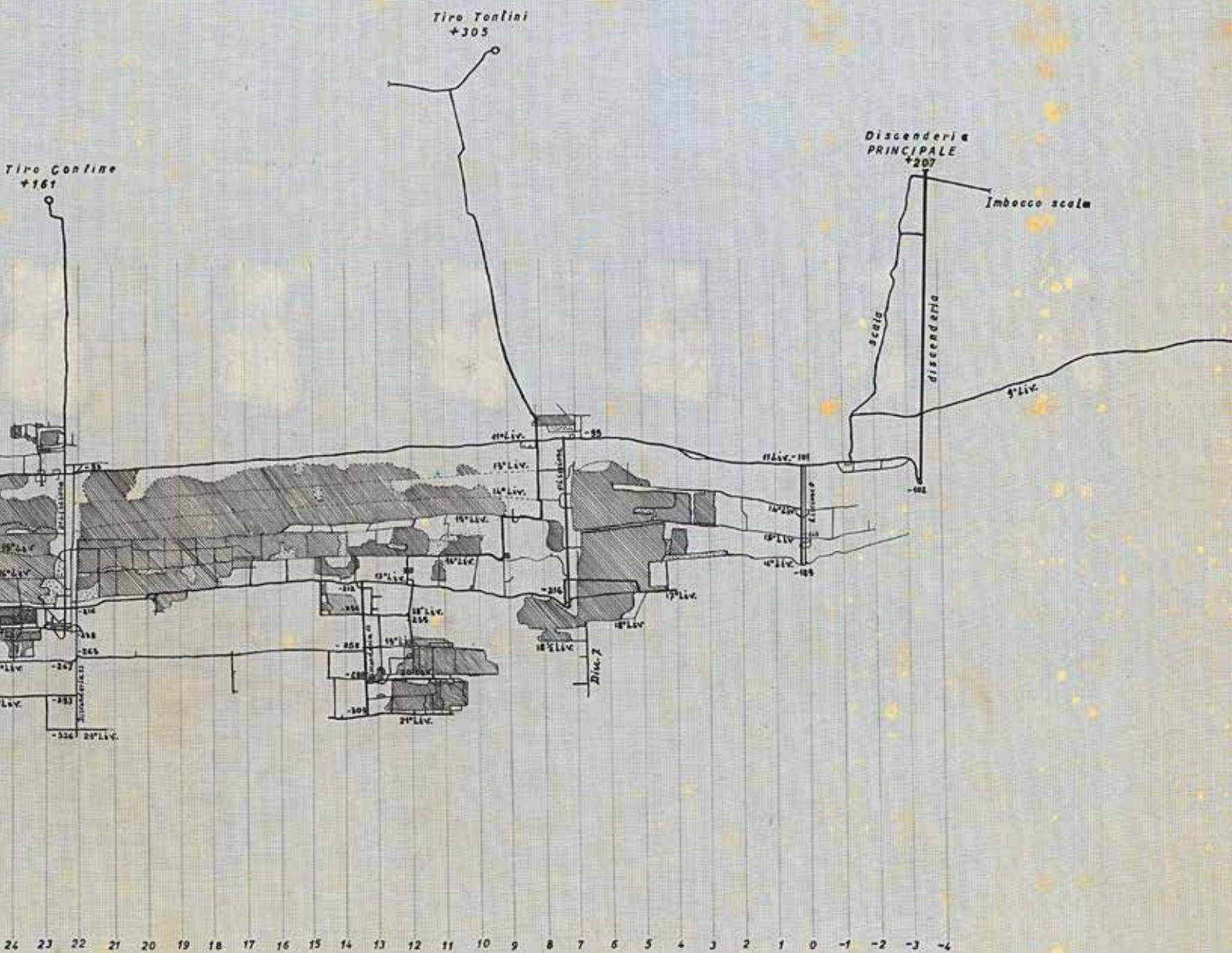


Fig. 28 – Planimetria della miniera di Formignano. Scala originale 1:5.000, s.d. (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

28). In una testimonianza di un ex minatore (FANTINI s.d.) si trovano notizie dell'esistenza di un ingresso per gli operai, formato da una galleria in forte pendenza, stretta e tortuosa, che portava all'undicesimo livello. Nonostante il nome attribuito sulla mappa non datata, non è ipotizzabile che la galleria indagata sia l'imbocco operai descritto da Fantini, perché morfologicamente completamente diversa.

Scolo delle acque dello spogliatoio

Durante le ricerche di un ingresso alla miniera, diverso dalla discenderia, gli speleologi hanno rinvenuto un piccolo pertugio nella scarpata che contorna a sud il villaggio minerario. Dopo un breve lavoro di disostruzione si è aperta una stretta galleria (circa 60 cm), la cui altezza non è definibile in quanto il piano



attuale di calpestio è formato dal crollo della volta e delle pareti; ai lati si trovano ancora in posto le butte.

La galleria è stata risalita per circa 20 metri. Dal posizionamento e dai rilievi esterni è stato possibile stabilire che si tratta di una galleria per lo scarico delle acque dei servizi degli spogliatoi minatori.

Camino e Tiro Tontini

I “tiri” erano strutture di aerazione della miniera, composte da una galleria, di solito in forte pendenza, a volte superiore ai 45°, larga poco più di un metro, e da un camino, cha partiva nel tetto della galleria qualche metro prima dell’uscita. Il camino aveva all’esterno una ciminiera che aumentava il tiraggio e di con-



Fig. 29 – Ciminiera del Tiro Tontini (foto P. Lucci).

seguenza la velocità dell'aria circolante. Nella galleria, ai piedi del camino erano installati potenti ventilatori che aspiravano l'aria dal profondo (FANTINI s.d.). Il Camino Tontini è ancora presente e visibile presso il villaggio Aie di Formignano a quota 320 metri s.l.m., a lato di una cabina elettrica: esso consta di una ciminiera conica di mattoni, alta circa tre metri, di un paio di metri di diametro (fig. 29). Una finestrella ad un metro di altezza consente di osservare l'interno, che scende per circa una trentina di metri, tutto camiciato in mattoni (fig. 30). Gli speleologi hanno calato una videocamera per poter rilevare la presenza di eventuali gallerie: l'ispezione non ha dato risultati; il camino è intasato di terra in fondo e le pareti non presentano aperture. Le due gallerie di servizio al tiro omonimo sono andate perdute e non sono state rintracciate durante le battute all'esterno. Il Tiro Tontini scendeva fino al 14° Livello e serviva per areare i cantieri nei pressi del primo liscione ed era ancora in esercizio nel 1951 (ARCHIVIO DI STATO 1951).

Tiro Capannacce

Fig. 30 – Interno del camino del Tiro Tontini (foto P. Lucci).

Il Tiro Capannacce si trovava anch'esso nei dintorni del villaggio Aie di Formignano, cir-





Fig. 31 – Localizzazione dei Tiri di aerazione ritrovati (Ortofoto AGEA 2011, Regione Emilia-Romagna).

ca 245 metri a nord-ovest del Tiro Tontini. Attualmente la zona si presenta coltivata, con macchioni di vegetazione frammisti ai campi (fig. 31). A seguito di numerose battute, rese difficili dalla vegetazione spontanea particolarmente intricata, è stato possibile individuare la posizione di un ingresso, che tra rovi, macerie ed immondizia, conduceva alla galleria del tiro. Effettuato uno scavo tra le macerie, gli speleologi sono riusciti a penetrare nel primo tratto franato; l'acqua percola ovunque. La galleria, dopo la frana, ha muri di mattoni e pavimento e soffitto di gesso in posto; sul fondo tracce di traverse di legno incastrate nelle pareti, probabilmente gradini per facilitare il transito, durante la manutenzione. La pendenza è attorno ai 50°. Appena superata la frana, in una nicchia a sinistra scendendo, si riconosce l'arrivo del camino, intasato di terra e privo di ciminiera. La galleria è percorribile per una trentina di metri e poi è occlusa da fango molle, argilloso; uno scavo mostra che l'accumulo diminuisce e la galleria prosegue, oltre l'accumulo; il fango smosso rilascia odori nauseabondi molto forti. L'aria della galleria ha una percentuale di ossigeno abbastanza alta

(19%) e la CO₂ è accettabile (0,5%), limite di attenzione per l'esposizione (TWA): l'esposizione massima consentita a queste percentuali è di otto ore lavorative per 5 giorni consecutivi. In corrispondenza di un'altra nicchia laterale, dove si accumula parte del fango, c'è un calo improvviso dell'ossigeno fino al 17,5% e la CO₂ sale fino oltre il 2%, valore già molto pericoloso. All'esterno nel campo, gli speleologi notano alcuni tubi sospetti che finiscono proprio nel cespuglio che nasconde l'ingresso... probabili scarichi delle vasche Imhoff delle case soprastanti: se così fosse sarebbe facilmente spiegata la presenza di puzza e di CO₂, derivata da materia in decomposizione (BELVEDERI 2016). È interessante notare che il Tiro Capannacce non viene descritto nella relazione del 1947 (ARCHIVIO DI STATO 1947), trovata all'Archivio di Stato di Bologna; forse non era già più in uso.

Tiro Confine

Il Tiro Confine si trovava a circa 500 metri a nord-ovest rispetto al Tiro Capannacce, nella valletta del Rio della Busca, in destra orogra-



Fig. 32 – Ingresso della galleria di servizio del Tiro Confine dopo lo scavo (foto G. Belvederi).

fica a quota 160 metri s.l.m.; faceva parte del sistema di aerazione di quella porzione del complesso detto miniera Busca e portava aria ai cantieri della zona del secondo liscione ed era ancora in esercizio nel 1949 (ARCHIVIO DI STATO 1949b; nella mappa del 1960 il tiro è stato prolungato fino al 21° livello (ARCHIVIO DI STATO 1960). Attualmente la zona si presenta fittamente boscata, con vegetazione molto intricata (fig. 31). Gli speleologi hanno effettuato battute esterne ed hanno ritrovato i resti in muratura di un edificio, che fungeva da cabina elettrica e da sede dell'aspiratore. Nei pressi, oltre ad un piccolo piazzale in cemento, forse il supporto per un generatore, è stato trovato un tombino, aperto dopo uno scavo, che immette in una galleria a volta, probabilmente collegata al camino di aspirazione. Attualmente, a seguito di un crollo, sbuca all'esterno dopo pochi metri. Alcuni metri sotto a queste strutture, alla base di una scarpata è stato rinvenuto un ingresso che conduce al camino di aspirazione (fig. 32). Un consistente lavoro di distruzione e rimozione di terra, massi e pietre ha reso possibile l'entrata e il raggiungimento della base

Fig. 33 – Galleria di servizio del Tiro Confine (foto G. Belvederi).





Fig. 34 – Galleria di aerazione del Tiro Confine (foto G. Belvederi).

del camino attraverso una galleria a volta (fig. 33), di tre metri di lunghezza. Lungo la galleria è possibile vedere all'ingresso i cardini di una porta e diverse nicchie; al suo termine s'incontrava un'altra porta di cui ora sono visibili i cardini, su butte, che sorreggevano la porta stessa. Da questo punto in poi la galleria presenta sulla destra un muro in mattoni mentre sulla sinistra era armata con butte di legno, che ora sono crollate. Il muro prosegue fino alla base del pozzo di aspirazione, che era completamente tamponato da mattoni, i quali sono stati asportati mettendo così in luce la galleria di areazione discendente, attualmente ostruita da crolli ingenti (fig. 34).

Chiavica Busca

La chiavica della Busca era la galleria di educazione della miniera Busca, scaricava le acque lungo il corso del Rio omonimo a quota 135 metri s.l.m.. La zona è stata fortemente rimaneggiata negli ultimi 50 anni: il Comune di Cese-

na ha costruito nella località una discarica per rifiuti non pericolosi, che ha occupato quasi tutto il piazzale della vecchia miniera. Oggi si rinvengono ancora alcuni resti di edifici ed un piezometro, che risalgono al periodo in cui la miniera era in attività. A seguito di lavori di imbrigliatura del Rio della Busca è stata completamente sotterrata l'uscita della chiavica. Oggi, percorrendo la strada sterrata che fiancheggia il torrente è visibile una fuoriuscita d'acqua sulfurea biancastra, che non si mescola immediatamente con l'acqua circostante e quindi si riconosce. In caso di fuoriuscita di acqua di piena, è riconoscibile un piccolo "fungo" sulla superficie del torrentello (fig. 35).

Tiro Busca

Il Tiro Busca si apre in sinistra orografica nella valletta del Rio dei Piani, un tributario in sinistra idrografica del Rio della Busca, a quota 205 metri s.l.m. (fig. 31). Il versante, anche in questo caso si presenta fittamente coperto di



Fig. 35 – Fuoriuscita di acqua sulfurea nel Rio Busca in corrispondenza dello sbocco della Chiavica di scolo omonima (foto M. Ercolani).



Fig. 36 – Galleria di aerazione del Tiro Busca (foto G. Belvederi).

intricata vegetazione, ricca di rovi, che ha reso le ricerche molto difficili e faticose. Sono stati individuati i ruderi di un edificio adibito a cabina elettrica e a ricovero del potente aspiratore che permetteva la ventilazione. Nei pressi dell'edificio è stato riconosciuto l'imbocco della galleria del tiro, ostruito da mattoni. A seguito della loro rimozione è stato possibile entrare per alcuni metri nella galleria in forte pendenza, che si presenta con una volta in mattoni (fig. 36) e, almeno nella porzione iniziale, scavata molto in superficie: è infatti possibile riconoscere all'esterno il collasso della volta per una decina di metri. Il Tiro Busca aveva i cantieri del terzo liscione e arrivava nel 1936 al quattordicesimo livello (MONTECATINI 1936); in un documento trovato all'Archivio di Stato di Bologna, verbale di una visita del Corpo delle Miniere, si relaziona sui lavori di riapertura del Tiro Busca, ostruito dai crolli causati dagli eventi bellici e di lavori per collegarlo al 15° livello (ARCHIVIO DI STATO 1947); nella mappa del 1960 il tiro Busca è stato prolungato fino al 20° livello (ARCHIVIO DI STATO 1960).

Tiro Badile

Il Tiro Badile si apre in destra orografica nella valletta del Rio dei Piani, a quota 280 metri s.l.m. (fig. 30). Gli speleologi hanno individuato la sua posizione, nel versante coperto di bassi e intricati cespugli: dal terreno fuoriusciva infatti una piccolissima porzione dell'arco d'ingresso. Dopo un primo saggio di scavo è stata rinvenuta la volta in pietra e le pareti laterali. La galleria si presenta completamente tamponata da terra, con una pendenza molto accentuata (fig. 37) e una larghezza di metri 1,75; allo stato dello scavo non è possibile rilevarne l'altezza e l'effettiva pendenza, che sembra molto simile a quella del Tiro Capannacce. Nei prossimi mesi gli speleologi si dedicheranno allo svuotamento della galleria, perché un documento del 1949 consultato all'Archivio di Stato di Bologna contiene un'esplicita imposizione da parte del Corpo delle Miniere alla Montecatini a ripristinare e rinforzare il Tiro Badile per utilizzarlo come uscita di sicurezza per la porzione occidentale della miniera, essendo la discenderia troppo lontana e non raggiungibile in caso di incendi o altre calamità (ARCHIVIO DI STATO 1947). Il Tiro Badile era una galleria di aerazione molto vecchia,



Fig. 37 – Ritrovamento del Tiro Badile e primi scavi (foto P. Lucci).

che era stata abbandonata, perché sostituita da altre gallerie, e arrivava all'undicesimo livello; nel rapporto alla visita condotta il 18-20 agosto 1949 (ARCHIVIO DI STATO 1949a) si legge che la ripresa del tiro è pressoché ultimata. Nella lettera di chiusura della miniera (fig. 6) il Tiro Badile è nominato come uno degli ingressi chiusi dalla Montecatini, per ordine del Corpo delle Miniere, notizia che conferma la sua avvenuta riutilizzazione (ARCHIVIO DI STATO 1962a).

Pozzo Montemauro Vecchio

La miniera Montemauro faceva parte del medesimo complesso minerario, di cui rappresentava la porzione nord-occidentale. Era collegata attraverso vari livelli alla miniera Busca, quindi anche a Formignano. Le notizie che si hanno non sono molte: nel 1863 la

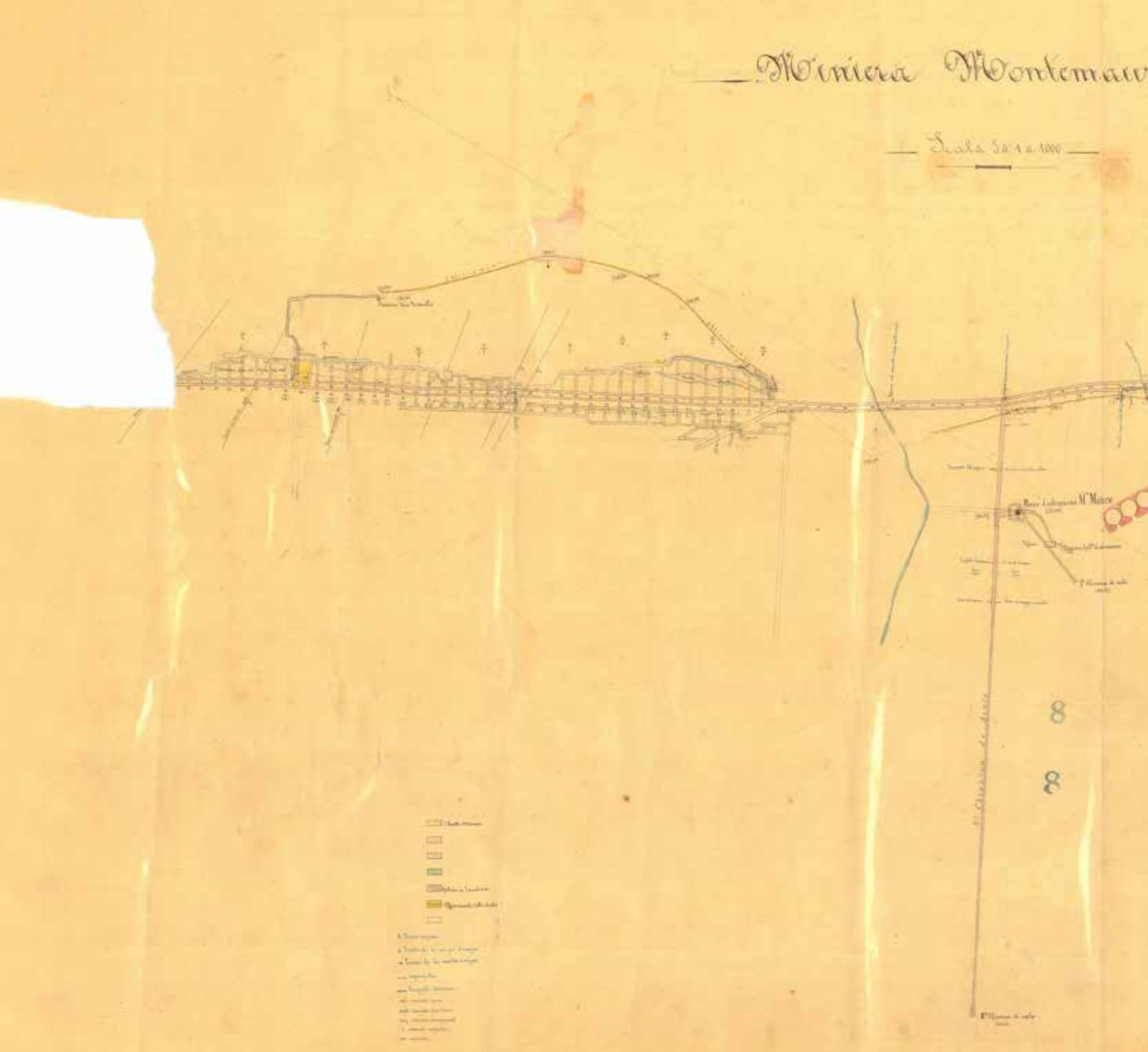
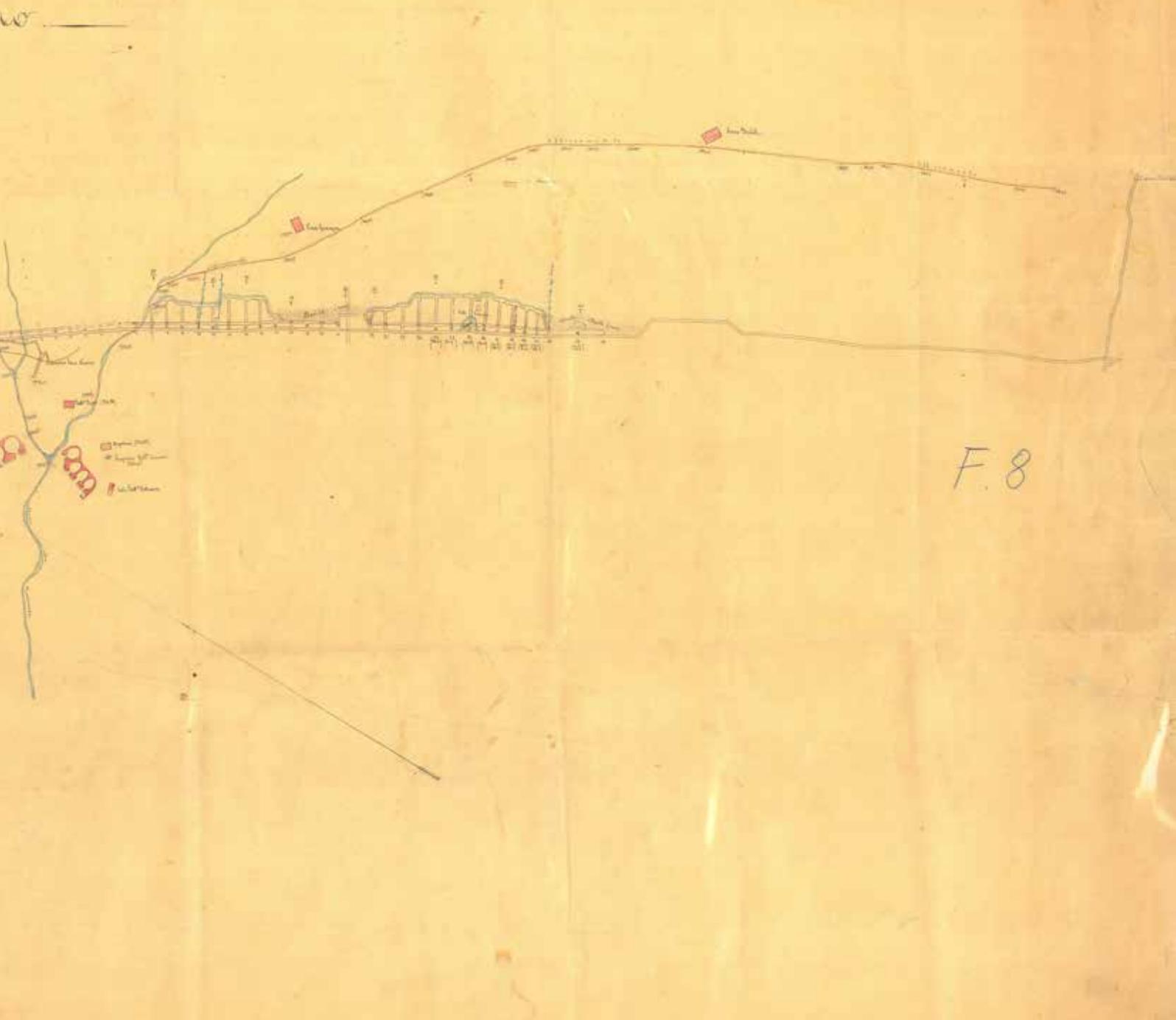


Fig. 38 – Mappa ottocentesca della miniera Montemauro. Scala originale 1:1000 (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”).

famiglia Marchetti la reclamava dichiarando di esserne proprietaria, sebbene da tempo non vi facesse alcuna estrazione (ARCHIVIO DI STATO 1863). Al Museo Sulphur è stata trovata una mappa ottocentesca, che reca alcuni aggiornamenti del 1902 nella zona di Tessello (fig. 38); l'impianto della mappa è molto più vecchio; la miniera vi è rappresentata ancora isolata, non comunicante con la Busca ed era formata da due cantieri di sfruttamento, da un pozzo di estrazione, una chiavica di scolo e alcuni tiri di aerazione (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR” s.d. b). All'Archivio di Stato di Bologna è stata

fotografata una mappa del 1901, con aggiornamenti fino al 1921, che riporta la presenza delle gallerie della Busca ad un livello molto più basso della chiavica di scolo che parte dal Pozzo Montemauro Vecchio (ARCHIVIO DI STATO 1901-1921) (fig. 39). Dalla mappa più recente si evince che il collegamento con la miniera Busca era effettuato attraverso una discenderia fino al nono livello, che qualcuno ha aggiunto a matita, in modo molto tenue, sulla mappa ottocentesca, dove non era presente, presumibilmente perché non ancora scavata. Il Pozzo Montemauro Vecchio è profondo 75



metri; è ancora visibile, anche se chiuso da un tappo di cemento. Quando gli speleologi lo hanno trovato, in un boschetto, qualcuno aveva scoperchiato una stretta galleria che si immetteva nel pozzo in superficie. Sfruttando questo lavoro, piuttosto discutibile, in quanto gli ignoti, per accedere al pozzo avevano distrutto la volta della galleria, gli speleologi hanno calato un sistema di due videocamere, con illuminatori che ha permesso loro di effettuare una video ispezione del pozzo. Una videocamera riprendeva orizzontalmente la canna del pozzo, girando su se stessa, grazie

alla torsione del cavo a cui era sospesa, l'altra riprendeva verso il basso il pozzo; la combinazione dei due filmati consente di stabilire con precisione in che posizione si trovino gli oggetti ripresi dalla telecamera orizzontale. La canna del pozzo è camiciata in mattoni, con innumerevoli nicchie per le travi dell'armatura, ora non più presente. A tredici metri di profondità è stata vista una galleria, che corrisponde alla galleria d'estrazione indicata sulla mappa ottocentesca; la galleria è tamponata con un muro in cui si apre una finestrella. Al di là della finestrella si intravede



Fig. 39 – Stralcio di mappa del complesso Busca-Montemauro del 1905-1921 (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).



Fig. 40 – Canna del Pozzo Montemauro Vecchio: è visibile il supporto del pianerottolo (foto M.L. Garberi).



Fig. 41 – Rudere degli spogliatoi presso il Pozzo Montemauro Nuovo (foto M.L. Garberi).

la presenza di oggetti non identificabili, forse carrelli; alla quota della galleria sono presenti ancora i sostegni del pianerottolo (fig. 40). A ventisei metri di profondità è stata vista un'altra galleria, non tamponata ma con presenza di frane che la ostruiscono a pochi metri dal pozzo. La camicia del pozzo è molto danneggiata: disassata e spaccata in vari punti, con forti discontinuità. La discesa del pozzo si presenta molto pericolosa e non dà possibilità esplorative, quindi gli speleologi hanno deciso di non affrontarla.

Negli anni 1953-54 la Montecatini decise di esplorare l'estremo nord-ovest dell'undicesimo livello del complesso, affondando il Pozzo Montemauro Nuovo profondo 283 metri. Purtroppo la potenza dello strato solfifero trovato si dimostrò solo di 60 centimetri e fu coltivato per breve tempo. La Montecatini aveva intenzione di trasferire i mezzi di trattamento dello zolfo in quella località, ma il progetto fu abbandonato e il pozzo funzionò solo come bocca di aerazione (SCICLI 1972). Oggi restano come testimonianza della sua esistenza un cumulo di macerie sul luogo del pozzo e il piccolo edi-

ficio che fungeva da spogliatoio per i minatori, coperto di rovi (fig. 41).

Luzzena

La miniera di Luzzena non ha una storia molto connotata e non si hanno molte notizie della sua attività, al di fuori di quelle riportate precedentemente. Durante le ricerche in campagna gli speleologi hanno trovato, su indicazione di persone del territorio, tutto ciò che presumibilmente resta: alcuni manufatti esterni come una cabina elettrica e il camino della macchina a vapore che faceva funzionare l'argano (fig. 42); una galleria di scolo, molto concrezionata (fig. 43), e un pozzo completamente allagato. All'Archivio di Stato di Bologna è stata consultata e fotografata una mappa molto dettagliata alla scala 1:200 dell'intero complesso minerario, risalente al 1879 che contiene anche un rilievo delle gallerie di Luzzena (fig. 44) (ARCHIVIO DI STATO 1879). È stato fatto un tentativo di georeferenziazione della porzione di mappa, ma purtroppo le poche evi-



Fig. 42 – Cabina elettrica e camino della macchina a vapore per l'argano a Luzzena (foto P. Lucci).

denze esterne non sono sufficienti a permettere un posizionamento corretto. Sarà necessario attendere l'intera scansione della mappa per permettere un posizionamento utile.

Conclusioni

L'esplorazione del complesso Formignano, Busca, Montemauro e Luzzena è ancora in corso; i tempi di redazione del presente volume non hanno permesso la scrittura di un articolo a conclusione di tutte le esplorazioni.

Gli speleologi nei prossimi mesi contano di effettuare una serie di attività:

- nella discenderia sarà necessario scavare per constatare se l'acqua trovata sia un bacino pensile oppure il raggiungimento della falda;
- nel Tiro Badile sarà necessario procedere nello scavo, che si presenta di grande entità, ma promettente;
- nel Tiro Capannacce sarà necessario procedere nello scavo, che si presenta più facile del precedente, ma da con-

dursi in ambiente malsano;

- un paio di tiri sono ancora da posizionare e da trovare.

La mole di lavoro fin qui svolta dagli speleologi della Federazione è stata notevole e ha permesso alla miniera di Formignano di passare da un non-luogo ad un luogo vero, connotato fisicamente e conosciuto attraverso esperienze dirette di esplorazione da parte di persone, che ne hanno respirato l'aria, scavato le gallerie e cercato di carpirne lo spirito. Gli speleologi confidano che nonostante la vecchia miniera sia avara nel mostrarsi, sarà in grado di dare loro ancora soddisfazioni, perché il *Genius loci* di Formignano sta camminando al loro fianco e non ha intenzione di abbandonarsi all'oblio del tempo a cui alcuni uomini vorrebbero continuare a condannarlo.

Fig. 43 (nella pagina accanto) – Chiavica di scolo a Luzzena (foto P. Lucci).



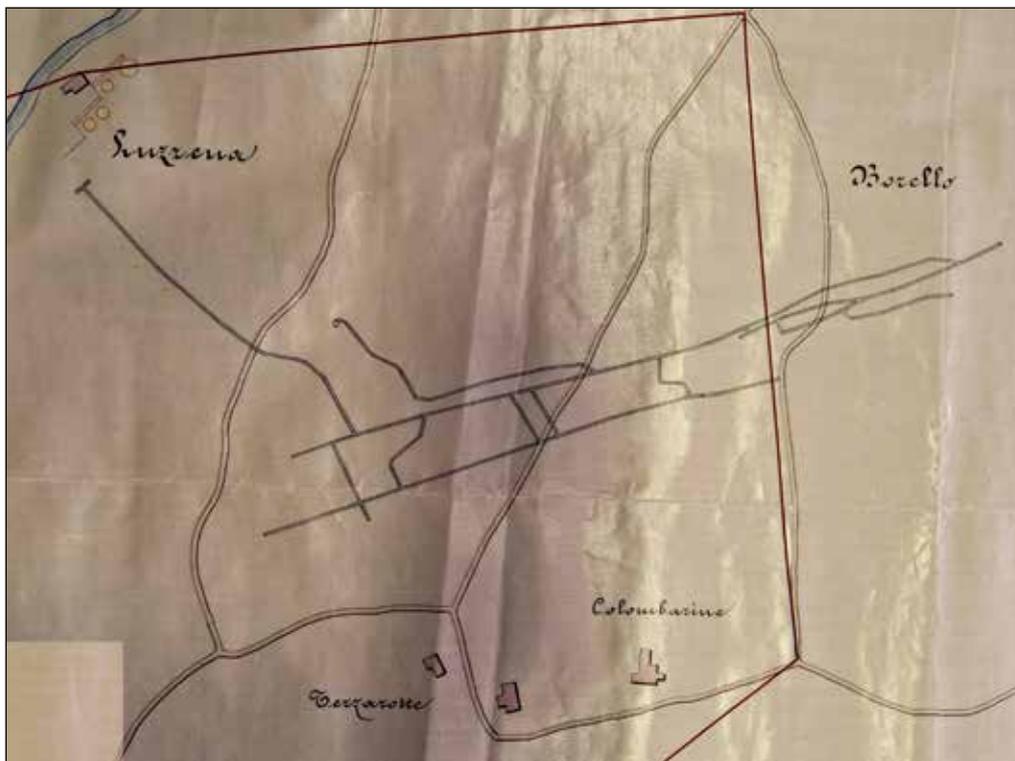


Fig. 44 – Stralcio di mappa del 1879 con le gallerie di Luzzena (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).

Fonti inedite

ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”, Peticara (Novafeltria), s.d. a, Montecatini, *Miniera di Formignano Planimetria Scala 1:5000*.

ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”, Peticara (Novafeltria), s.d. b, Miniera Montemauro, scala 1: 1.000.

ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”, Peticara (Novafeltria), 1880, Società delle Miniere Zolfuree di Romagna, *Miniera di Formignano Condotta d’acqua per l’alimentazione delle Caldaie a Vapore scala 1:200*.

ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR”, Peticara (Novafeltria), 1936, Montecatini, *Miniera di Formignano e Busca Scala 1:2000 Planimetria*.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, s.d., Dattiloscritto “Promemoria per la cessione della miniera di Formignano”, in Concessione Miniera di zolfo Luzzena e Formignano, III-71-01.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1863, Manoscritto “Parere sulla delimitazione delle miniere di Busca e Montemauro 18 ottobre 1863”, in Concessione di zolfo Busca e Montemauro, III-22-01.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1869, Manoscritto “Verbale di delimitazione della miniera di zolfo di

Formignano”, in Concessione di zolfo Busca, Polenta, Luzzena e Formignano, I-00-001.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1874, Manoscritto “Risposta alla domanda della Società delle Miniere Zolfuree di Romagna 18 marzo 1874”, in Concessione Miniera di zolfo Luzzena e Formignano, III-71-01.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1878, Società delle Miniere Zolfuree di Romagna, *Planimetria generale Scala 1:5.000*.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1879, Società delle Miniere Zolfuree di Romagna, *Planimetria Formignano - Busca Scala 1:200*.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1901-1921, Montecatini, *Miniera di Polenta, Montemauro e Busca Nuova, Planimetria generale Scala n.d.*

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1910, Dattiloscritto “Processo verbale dell’infortunio 18 ottobre 1910”, in Concessione di zolfo Busca e Montemauro, III-22-01.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1912, Dattiloscritto “Processo verbale dell’infortunio 7 febbraio 1912”, in Concessione di zolfo Busca e Montemauro, III-22-01.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MI-

- NERARIO DI BOLOGNA, 1915a, Dattiloscritto “Provvedimenti alla ventilazione delle miniere Busca e Formignano”, in Concessione Miniera di zolfo Luzzena e Formignano, III-71-01.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1915b, Dattiloscritto “Ventilazione delle miniere Busca e Formignano”, in Concessione Miniera di zolfo Luzzena e Formignano, III-71-01.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1915c, Dattiloscritto “Processo verbale dell’infortunio 25 ottobre 1915”, in Concessione di zolfo Busca e Montemauro, III-22-01.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1916, Dattiloscritto “Processo verbale dell’infortunio 12 agosto 1916”, in Concessione di zolfo Busca e Montemauro, III-22-01.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1919, Dattiloscritto “Verbale di denuncia di esercizio” in Ricerca di Solfo Luzzena, III-28-02.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1921, Dattiloscritto “Comune di Cesena” in Ricerca di Solfo Luzzena, III-28-02.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1923, Dattiloscritto “Lettera al Sig. Prefetto sulle miniere Busca e Formignano”, in Concessione Miniera di zolfo Luzzena e Formignano, III-71-01.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1927, Dattiloscritto “Decreto prefettizio di proroga”, Ricerca di minerale di Solfo Luzzena, III-35-30.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1933, Dattiloscritto “Decreto del Ministro delle Corporazioni” in Concessione di zolfo Luzzena Formignano, I 00 001.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1947, Dattiloscritto “Rapporto sulla visita eseguita alla miniera di zolfo di Formignano 25-26-27 novembre 1947”, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-088.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1949a, Dattiloscritto “Rapporto sulla visita eseguita alla Miniera di zolfo Formignano 18-20 agosto 1949”, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-088.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1949b, Dattiloscritto “Rapporto sulla visita eseguita alla Miniera di zolfo Formignano 11-15 ottobre 1949”, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-088.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1951, Dattiloscritto “Rapporto sulla visita eseguita alla Miniera di zolfo Formignano 8-10 maggio 1951”, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-088.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1954, Dattiloscritto “Permesso di ricerca di zolfo Luzzena, richiesta di proroga”, in Ricerca di zolfo Luzzena, III-33-34-17.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1956a, Dattiloscritto “Duplice infortunio mortale accaduto il 4 agosto 1956 alla miniera solfifera di Formignano”, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-091.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1956b, Dattiloscritto “Permesso di ricerca di zolfo Luzzena”, in Ricerca di zolfo Luzzena, III-33-34-17.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1957, Dattiloscritto “Richiesta di ricerca di minerale di zolfo”, in Ricerca Minerale di Zolfo Luzzena, III-33-34-26.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1960, Montecatini, *Miniera di Formignano Planimetria Scala 1:1000*.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1962a, Cessazione dei lavori della miniera di zolfo di Formignano, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-088.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1962b, Rapporto della visita 27-28 giugno 1962 alla miniera Formignano, in Concessione di zolfo Formignano, I-00-088.

Bibliografia

- P. ALOISI, F. CASADEI, G. MAGNANI 1991, *La miniera di Formignano. Rilievo e progetto*, in S. LOLLETTI, M. TOZZI FONTANA (a cura di), *La miniera tra documento, storia e racconto, rappresentazione e conservazione*, Bologna, pp. 339-353.
- G. BELVEDERI 2016, *Formignano Morte e Rinascita. They Shoot Horses, Don't They*, “Sot-

- toterra” 142, pp. 65-75.
- G. BELVEDERI, M.L. GARBERI 2015, *Perticara mine (Emilia-Romagna, Italy): first re-exploration, documentation and problems*, in *Hypogea 2015*, (Proceedings of International Congress of Speleology in Artificial Cavities Italy, Rome, March 11-17, 2015), Roma, pp. 262-268.
- N. DELLAMORE 2002, *Lettera 9 febbraio 1851*, “Paesi di zolfo” III, 2, pp. 6-7.
- DRAEGERWERK AG&Co. 2013, *Draeger PSS 3000 Compressed Air Breathing Apparatus*, s.l.
- D. FAGIOLI 2011a, *L'incidente del 17/9/1864 a Formignano*, “Paesi di zolfo” XII, 1, pp. 9-10.
- D. FAGIOLI 2011b, *L'incidente del 17/9/1864 a Formignano*, “Paesi di zolfo” XII, 2, pp. 9-11.
- D. FAGIOLI 2015, *La coltivazione delle miniere di Zolfo del cesenate nel XIX e XX Secolo*, “Paesi di zolfo” XVI, 2, pp. 7-9.
- L. FANTINI s.d., “Amarcord” di Formignano, <http://www.homolaicus.com/artes/cesena/storia/Zolfo/Formignano/amarcord.htm> [consultato il 10 agosto 2016].
- M. FANTUZZI 1804, *Memorie di vario argomento del Conte Marco Fantuzzi*, s.l.
- M. FATICA 1982, *Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 26, [http://www.treccani.it/enciclopedia/giovanni-cisterni_\(Dizionario-Biografico\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/giovanni-cisterni_(Dizionario-Biografico)/) [consultato il 31 luglio 2016].
- A. FORTIS 1790, *Memoria del Signor Abate Alberto Fortis pensionario dell'Accademia di Padova al celebre Sig. Commendatore F. Diodato Dolomieu*, Cesena.
- T. LIPPARINI (a cura di) 1930, *Storia naturale de' gessi e solfi delle miniere di Romagna*, in COMITATO MARSILIANO (a cura di), *Scritti inediti di Luigi Ferdinando Marsili*, Bologna, pp.189-211.
- S. LUGLI, V. MANZI, M. ROVERI 2015, *Geologia dei Gessi di Brisighella e Rontana*, in P. LUCCI, S. PIASTRA (a cura di), *I Gessi di Brisighella e Rontana*, (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXVIII), Faenza, pp. 17-26.
- P.P. MAGALOTTI 1986, *Miniere di zolfo e società minerarie (1861-1962)*, in *Zolfi e zolfatari, un'attività mineraria scomparsa nel cesenate*, Cesena, pp. 16-21.
- P.P. MAGALOTTI 1998, *Paesi di zolfo, le miniere di zolfo del cesenate*, Cesena.
- P.P. MAGALOTTI 2008, *Vittime del lavoro*, “Paesi di zolfo” IX, 1, p. 4.
- M. MALAGUTI 1861, *Società in accomandita delle miniere zulfuree Fosso, Busca e Montemauro poste nel territorio di Cesena*, Firenze.
- V. MASINI 1759, *Il Zolfo. Poema*, Bologna.
- MSA AUER GMBH 2006, *Operating manual Altair Pro*, s.l.
- MSA AUER GMBH 2012, *Operating manual Altair 4x*, s.l.
- MSA AUER GMBH 2015, *Operating manual Altair 5x*, s.l.
- PROVINCIA DI FORLÌ 1866, *Monografia statistica, economica, amministrativa della Provincia di Forlì*, Forlì.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012, *I geositi dell'Emilia-Romagna – Miniere di Formignano 2041*, <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/geositi/> [consultato il 1 giugno 2016].
- C. RIVA, P.P. MAGALOTTI 2006, *Fede e zolfo a Formignano*, Cesena.
- M. ROVERI, V. MANZI 2007, *Gessoso-Solfifera*, in *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Catalogo delle Formazioni*, I Quaderni, serie III, SGI, Volume 7 - Fascicolo VII - Unità tradizionali, Roma, pp. 303-310.
- A. SCICLI 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*, Modena.

CONTENUTI AGGIUNTIVI MULTIMEDIALI

Il DVD allegato al volume contiene i file ad alta definizione delle figg. 10, 23, 28, 38 e due video intitolati *Miniera di Formignano: la riscoperta ed Esplorazione Pozzo Montemauro vecchio*, girati durante le fasi di esplorazione della discenderia di Formignano e la videoispezione al Pozzo Montemauro Vecchio. Gli autori dei video sono Maria Luisa Garberi, Giovanni Belvederi e Piero Lucci; montaggio di Giovanni Belvederi.

LE ANTICHE MINIERE DI ZOLFO DEL TERRITORIO DI SAPIGNO. LA MINIERA “INFERNO”

GIOVANNI BELVEDERI¹, MARIA LUISA GARBERI², ALESSANDRO GENTILINI³, SABRINA GONNELLA⁴,
OSCAR LEANDRI⁵, FABIO PERUZZI⁶, ELMIRO POGGIOLI⁷, GIOVANNI ROSSI⁸

Riassunto

Il lavoro presenta lo studio effettuato nella zona di Sapigno, comune di Sant'Agata Feltria, sede di un'antica attività mineraria di estrazione dello zolfo, iniziata in maniera documentata nella prima metà del 1500. A Sapigno si sono susseguite numerose ricerche ed estrazioni, in un giacimento che però è sempre stato molto avaro di materiale e che presentava lo zolfo in una giacitura molto dispersa e poco remunerativa. Le ubicazioni delle attività e alcune cartografie storiche sono state georiferite sulla CTR della Regione Emilia-Romagna e controllate in campagna. In questo modo sono stati ritrovati e rilevati tratti di antiche gallerie e pozzi che testimoniano uno sfruttamento precedente all'uso della polvere pirica.

Parole chiave: Sapigno, Sant'Agata Feltria, gesso, zolfo, Romagna orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, miniere di zolfo, speleologia in cavità artificiali, cSurvey, ricostruzione 3D.

Abstract

This paper describes the study in the Sapigno area, municipality of Sant'Agata Feltria, which merged with Rimini Province (Northern Italy) in 2009. Sulfur mining is here attested since the sixteenth century. The sulfur field was quite poor, therefore the exploitation experienced up-and-down trends. The vein was very dispersive and the exploitation was unrewarding. Mining and industrial sites and historical cartographies were georeferenced in the Emilia-Romagna Region topographic maps. Mining wells and tunnels were found and surveyed.

Keywords: Sapigno, Sant'Agata Feltria, Eastern Romagna, Gypsum, Sulfur, Emilia-Romagna Regional Speleological Federation, Speleology in Artificial Cavities, Mining Activity, cSurvey, 3D Reconstruction.

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - alegend@gmail.com

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - sgonnella@libero.it

⁵ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, †

⁶ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - fabio.peruzzi@gmail.com

⁷ Associazione Culturale “Il Boccalino” - epoggioli@paresa.it

⁸ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - shotokai-2kyu@libero.it

Introduzione

Nel territorio di Sapiigno si aprivano, a partire dal XIV secolo, alcune piccole miniere di zolfo. Le fonti storiche non sono chiare: parlano a volte alternativamente e a volte con sinonimia di “Solfanara”, miniera Inferno e miniera di Sapiigno, senza mai chiarire completamente le

reciproche posizioni ma sovrapponendo i nomi e le storie (BATTISTELLI 1975).

Si è scelto, nel presente lavoro, di ricercare tracce dell’attività mineraria che si assume appartengano alla miniera Inferno; l’ubicazione dei lavori in sotterraneo si era persa totalmente, probabilmente perché le attività cessarono più di un secolo fa e a seguito della completa

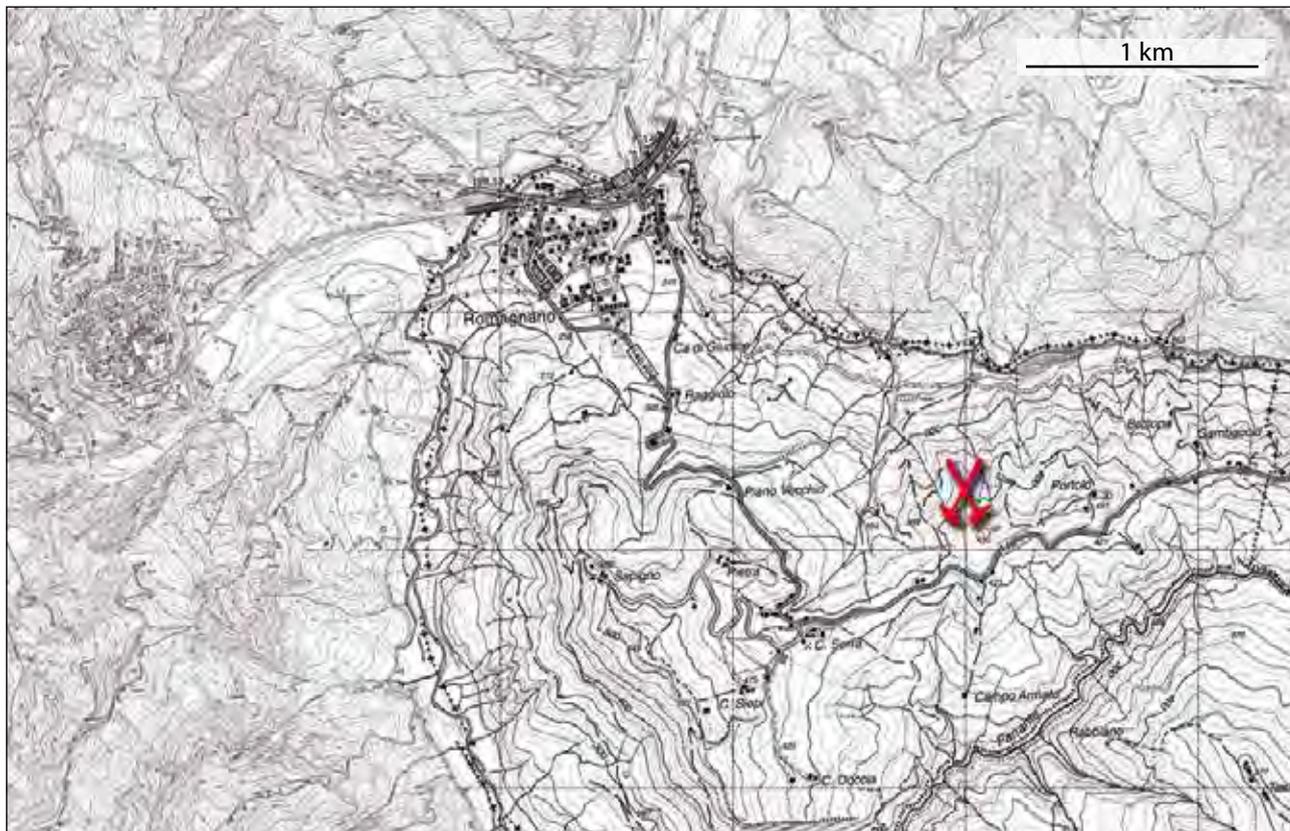


Fig. 1 – Posizionamento geografico (Cartografie Regione Emilia-Romagna).

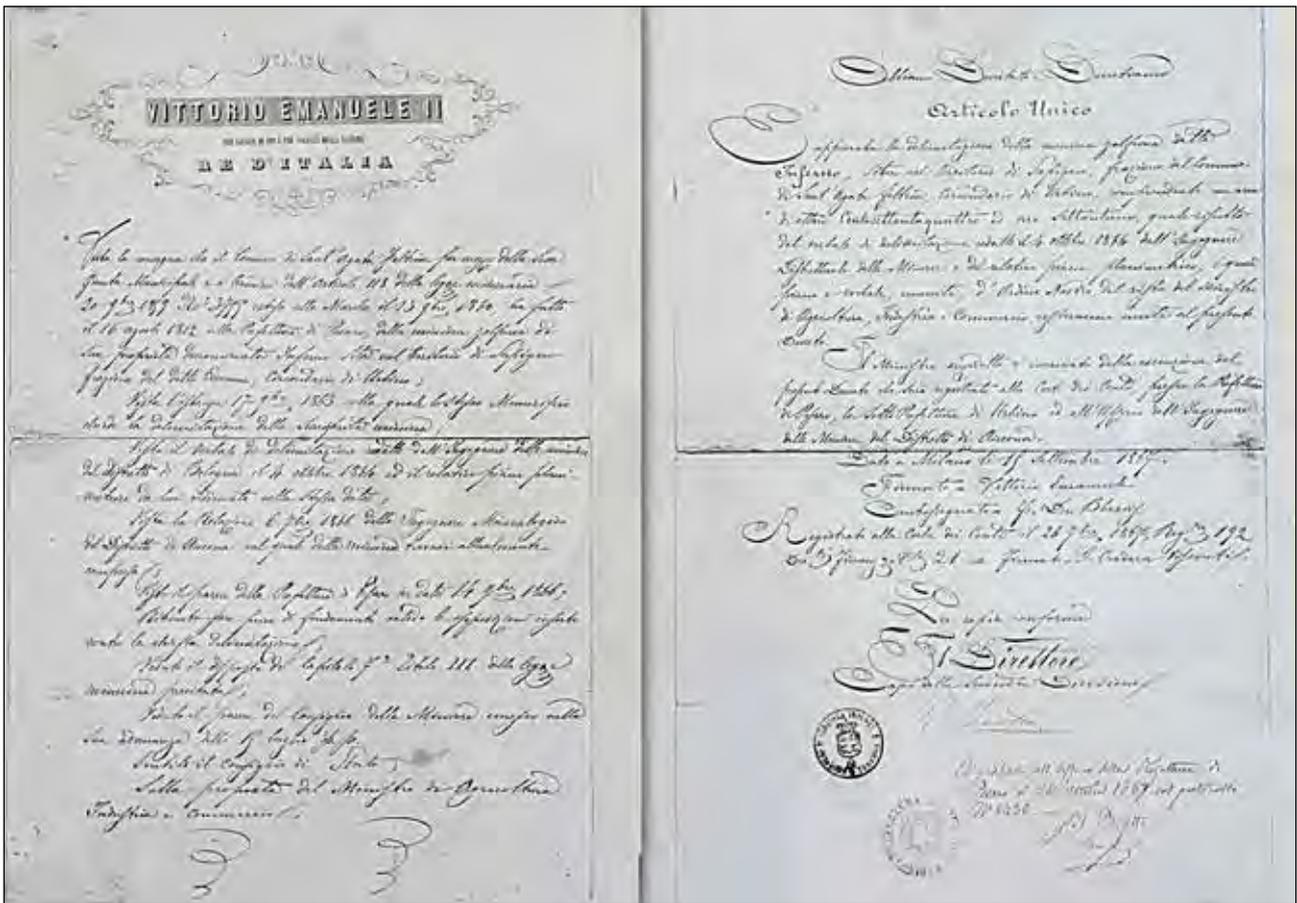


Fig. 3 – Regio Decreto del 1867 di validità della delimitazione della concessione alla Municipalità di Sant’Agata Feltria (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).

rinaturalizzazione del territorio, si sono cancellate completamente tutte le testimonianze. Il lavoro degli speleologi ha permesso di localizzare e documentare alcune strutture di questa antica area mineraria.

L’area investigata dal presente lavoro si trova in provincia di Rimini, in comune di Sant’Agata Feltria, località Sapigno (fig. 1). L’area è racchiusa tra il corso dei Torrenti Chiusa e Fanantello; oggi si presenta fittamente boscata nel versante del Chiusa, mentre il versante del Fanantello è più spoglio, con presenza di aree calanchive.

Inquadramento storico

La storia documentata dello sfruttamento dello zolfo nel territorio santagatese inizia nel XVI secolo, sotto la dominazione dei Signori Fregoso. Il 19 febbraio 1563 Aurelio Fregoso, signore di Sant’Agata, invitava la Comunità agatese a fare tutto il possibile per «rintracciare le miniere di solfaro di Maiano». La Comu-

nità dette otto bolognini di salario giornaliero ad ogni operaio addetto al lavoro di ricerca e la miniera fu ritrovata, «ma alla Comunità non fu dato alcun prodotto, che si presero invece li Marchesi» (DOMINICI 1931, p. 23).

La testimonianza certa più antica dell’estrazione dello zolfo nel territorio del comune di Sant’Agata Feltria è il documento del gennaio 1542 in cui Marino fu Filippo di Maiano di Sant’Agata promette di lavorare 20.000 libbre di zolfo e di consegnarle al compratore (BATTISTELLI 1994, p. 5). Esistono teorie che farebbero iniziare questa estrazione nell’epoca romana e bizantina, ma non sono state provate con certezza; l’ing. Parisio, nel 1928, riporta di aver trovato tracce di coltivazione che reputa risalire appunto a tale epoca e che mostrano i primitivi sistemi di estrazione del minerale (DOMINICI 1931, p. 23).

La storia delle miniere in località Sapigno, del Comune di Sant’Agata Feltria, non è ben documentata come quella della miniera di Perticara, Marazzana o Maiano, anche se non si possono escludere ricerche ed indagini anteriori a quelle

di cui si hanno evidenze documentali. Il Masini, nel libro secondo del suo famoso Poema *Il Zolfo*, cita lo zolfo di Sapigno come un minerale conosciuto ed apprezzato anche da «popoli lontani» (MASINI 1759, p. 114).

Il conte Marco Fantuzzi nel suo libro di memorie cita la miniera di Sapigno, senza specificarne il nome, in un elenco redatto nel 1788 come «miniera chiusa per imperizia» da parte dei soggetti che estraevano la pietra sulfurea (FANTUZZI 1804, p. CCX).

I luoghi di estrazione nel territorio di Sapigno erano vari e probabilmente solo due miniere avevano un'estensione apprezzabile: una più antica, detta Solfanara, e l'altra, detta Inferno, aperta nel 1756 ad opera di Marco Filippo Angelini di Sapigno. A Sapigno gli Angelini pagarono per decenni lo «ius fondiario delle Solfanare» e sono ricordati come pionieri dell'arte estrattiva. Alla morte di Marco Filippo Angelini si scriverà di lui: «era stato l'inventore della pietra sin dal 1756 nella sua miniera sulfurea denominata l'Inferno, ora lasciata in eredità ai suoi quattro figli, due dei quali sacerdoti» (VEGGIANI 1995, p. 11).

Nel 1812 si ha notizia ancora della miniera Inferno in occasione della sua concessione ad

un erede dell'Angelini che porta il suo stesso nome: Filippo. In quegli anni gli Angelini avevano alle loro dipendenze nove operai ed avevano ricevuto, nel 1808, l'investitura della miniera per un periodo massimo di 50 anni con decreto del Regno d'Italia del 9 agosto (VEGGIANI 1995, p. 11).

Il 17 novembre 1863 la municipalità di Sant'Agata Feltria chiese al Regio Corpo delle Miniere una ricognizione per ridefinire la delimitazione della concessione, richiesta motivata dal passaggio dallo Stato Pontificio al Regno d'Italia; tale ricognizione fu effettuata dal 30 settembre al 3 ottobre 1864 dall'Ing. F. Fabbri del distretto minerario (ARCHIVIO DI STATO 1864) (fig. 2). Il 19 settembre 1867 il Re Vittorio Emanuele II decreta valida la delimitazione corredata dal piano planimetrico e dai pareri degli ingegneri del corpo delle miniere (ARCHIVIO DI STATO 1867) (fig. 3).

Tra il 1866 ed il 1893 il Comune concede in affitto la miniera ed i lavori a diversi locatari: nel 1872 l'affittuario fu il conte Bartolomeo Orsi di Mondovì, che abbandonò l'impresa nel 1880, cedendo i diritti a Don Filippo Pedrelli, che rinunciò nel 1884 (ARCHIVIO DI STATO 1884). Il Comune procedette con le opere fino al 1887,

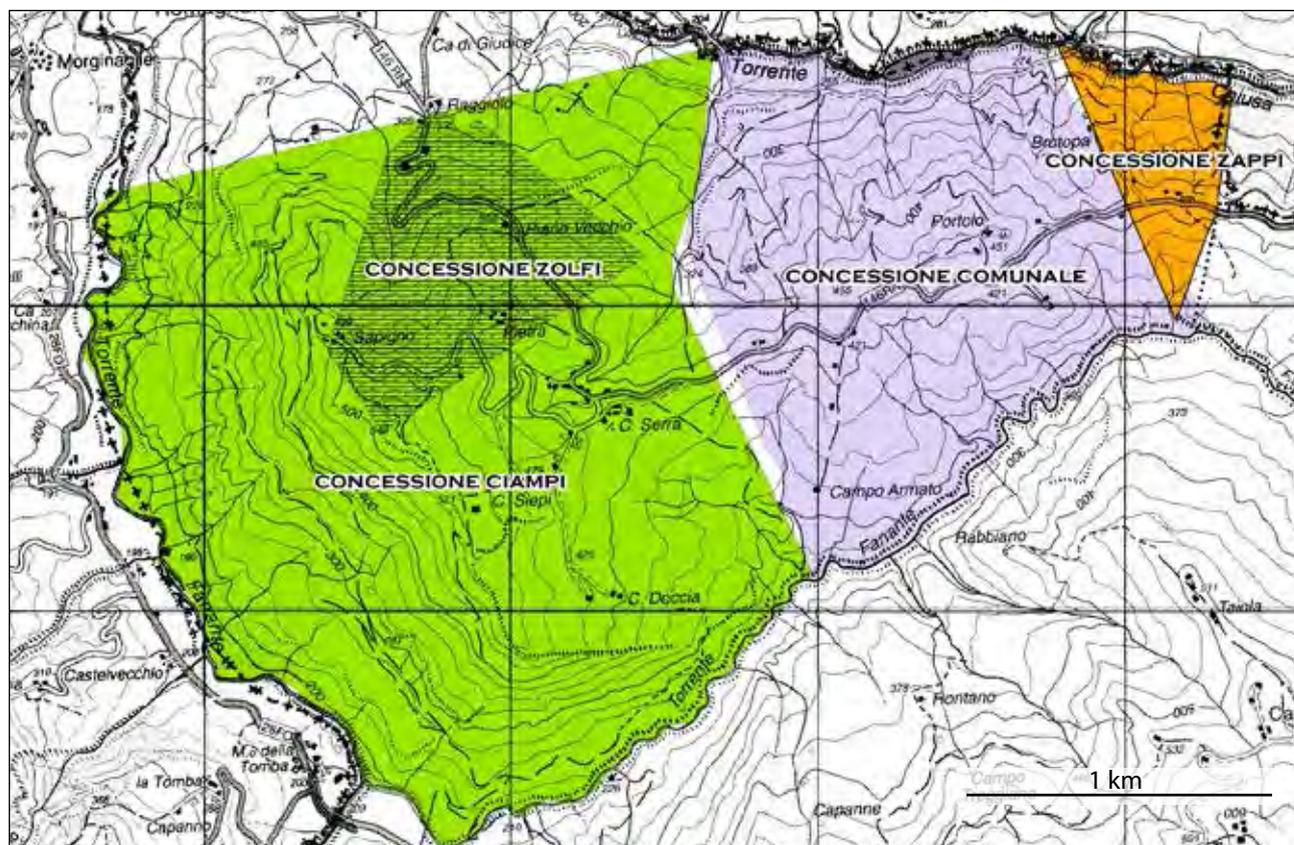


Fig. 4 – Confini delle concessioni che si sono succedute nell'area dell'Inferno.



Fig. 5 – Carta geologica dell'area dell'Inferno (cartografia Regione Emilia-Romagna).

estraendo il poco minerale residuo dalle ricerche precedenti. La concessione venne definitivamente revocata al Comune con Regio Decreto nel 1893. Dal 1872 al 1893 si stima che siano state prodotte ai dopponi 180 tonnellate di zolfo. Nel 1893 il tribunale di Urbino concede all'asta i diritti di estrazione a Gregorio Zappi, in società con Giuseppe Celli, i quali eseguiranno solo piccole opere fino al 1897 (SCICLI 1995, pp. 59-60). Nel 1898 non furono eseguiti la-

vori. Nel 1901 venne iniziata una ricerca, nel versante del Torrente Fanantello, diretta ad esplorare il giacimento di 45 metri senza alcun risultato; tali lavori furono abbandonati nel 1902. Nel 1903 fu iniziata una nuova discenderia presso il confine della concessione Perticara, diretta a nord-ovest per 80 metri; nel 1904 la discenderia è portata a 160 metri attraversando la zona dei gessi. Nel 1905 viene prolungata di altri 40 metri e a metri 190 si



Fig. 6 – Georeferenziazione dei punti notevoli del piano planimetrico 1864 e delle coordinate di Scicli 1995 (ortofoto Regione Emilia-Romagna).

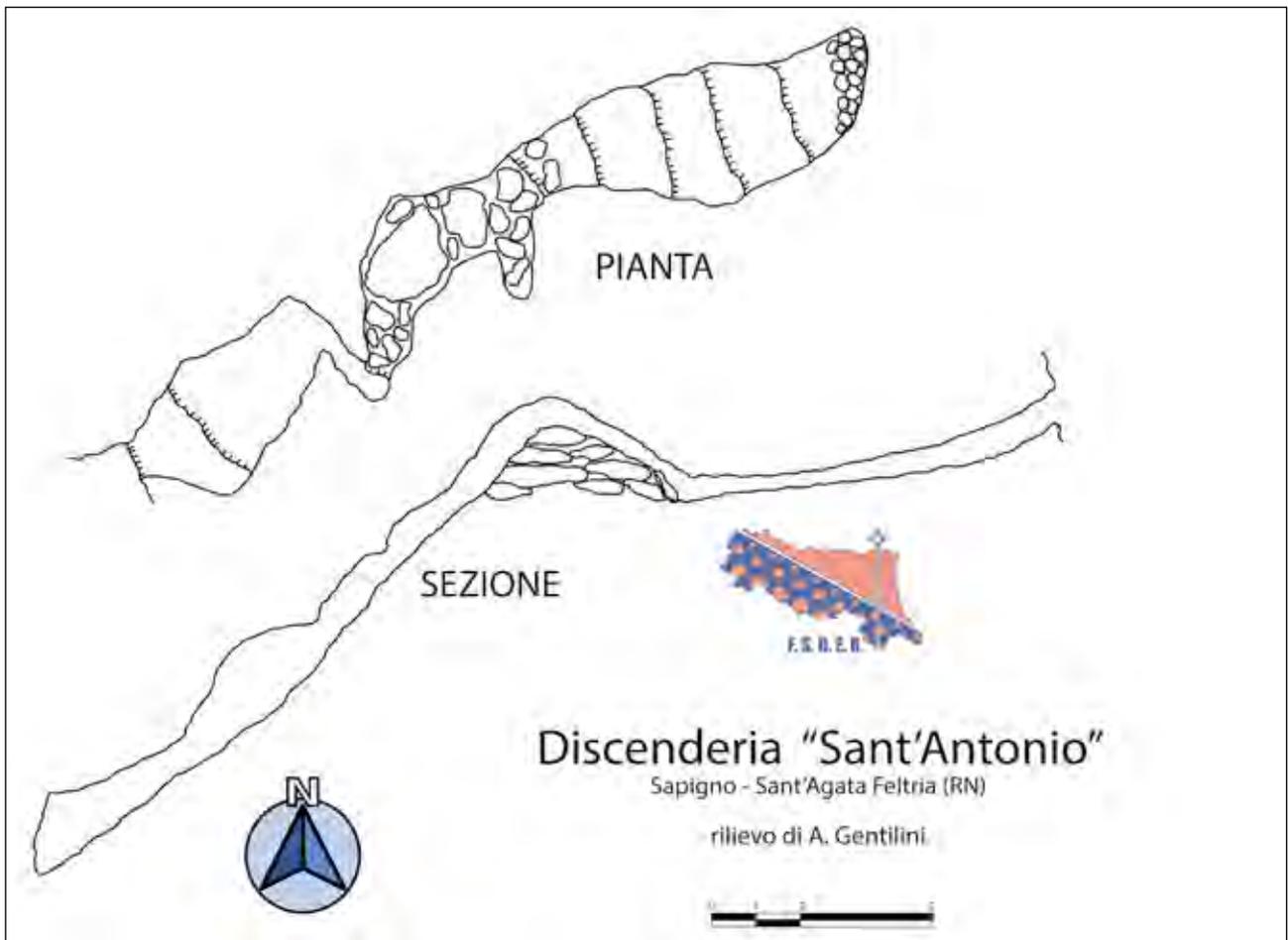


Fig. 7 – Rilievo della discenderia.

attraversò lo strato gessoso detto “Il segone”; nel 1906 la discenderia aveva raggiunto una lunghezza di 236 metri, attraversando a metri 225 uno straterello di marne sulfuree che fu seguito con un braccio di galleria diretto a nord per circa 10 metri. Il 17 maggio del 1906 ci fu uno scoppio di gas nella galleria che causò la morte di un operaio e il ferimento di altri; dopo tali eventi i lavori furono interrotti (ARCHIVIO DI STATO s.d.).

A causa della constatazione da parte dell'Ufficio delle miniere di inconsistenza dell'avanzamento dei lavori, gli stessi furono sospesi con Decreto Ministeriale del 11 luglio 1914. Nel 1919 venne richiesto un permesso di ricerca di zolfo nel territorio di Sapigno da Adolfo Ciampi, tale permesso fu prorogato nel 1921, dopo la ricognizione ai lavori, che erano costituiti da una galleria di 53 metri (ARCHIVIO DI STATO 1921).

Nel 1926 la Società Zolfi scavò una galleria della lunghezza metri 47 in località Ca' Piano a nord dell'abitato di Sapigno; da quel momento non si hanno più notizie di coltivazioni o ricerche svolte nell'area dell'Inferno (SCICLI 1972, p. 133) (fig. 4).

A proposito della miniera detta “Solfanara”, se ne ha notizia in una delibera del Consiglio di Sapigno dell'8 maggio del 1774 in cui si distribuiscono alcuni proventi derivati dal suo affitto; dopo questo periodo se ne perdono le tracce (BATTISTELLI 1975, p. 60).

Inquadramento geologico

La miniera dell'Inferno si apre nella località che dà il nome alla Formazione di Sapigno; la formazione racchiude in sé le evaporiti clastiche risedimentate, è estesa nei bacini dell'avanfossa appenninica e dell'arco calabro, ha come area-tipo di affioramento i bacini interni dell'Appennino romagnolo-marchigiano (ROVERI, MANZI 2007, p. 304). Nell'area di studio affiorano i gessi risedimentati, sormontati da argille marnoso-siltose grigie e grigio scure laminate e bituminose, in strati da medi a molto sottili, più raramente spessi, con sottili intercalazioni lenticolari siltose e arenacee fini. Questi terreni si osservano deformati in una blanda sinclinale e il loro spessore ha fatto ipotizzare una bacino di sedimentazione delimitato da faglie e più depresso delle aree circostanti (REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012) (fig. 5).

Posizionamento della miniera

Il primo problema che si poneva per poter individuare le tracce delle antiche coltivazioni dell'area di Sapigno, era cercare di posizionare su una mappa recente gli antichi ingressi delle gallerie e dei pozzi di coltivazione per facilitare il compito di andarle a ritrovare fisicamente sul territorio. Oggi la zona è completamente rinaturalizzata con estesa vegetazione che ha ricoperto tutta l'area e ha cancellato quasi completamente le tracce del lavoro dell'uomo. Una prima testimonianza reperita è stata un contributo di Scicli (SCICLI 1995), dove, nel breve capitolo sulle miniere di Sapigno, venivano riportate le coordinate degli ingressi. L'autore riporta le coordinate e i riferimenti alla mappa da cui furono estratte senza definire chiaramente la base cartografica usata. Il lavoro di georeferenziazione è dovuto partire da alcuni assunti che sono stati poi verificati, non essendoci riferimenti espliciti. La dicitura «F° 108 IV SE» all'inizio del capitolo era un indizio chiaro verso la cartografia IGM alla scala di 1:25.000, ma di quale impianto cartografico, di quale sistema di coordinate e di quale sistema di riferimento? Scicli redasse le sue osservazioni negli anni '60-70 del Novecento, quando la cartografia IGM era già inquadrata nel sistema geodetico ED50, ellissoide di Hayford con origine a Monte Mario in coordinate geografiche. Per poter utilizzare le coordinate riportate da Scicli nel suo testo in un programma GIS, si dovevano traslare tali coordinate nel sistema di riferimento più idoneo all'utilizzo. Per ottenere il risultato voluto la longitudine è stata trasformata con un “falso est” aggiungendo la porzione di angolo che sottende la distanza tra Greenwich e Monte Mario: 12° 27' 08,40” e quindi si è provveduto alla necessaria traslazione e trasformazione. Ottenendo, infine, coordinate compatibili con la carta tecnica regionale della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:5000.

Lo Scicli riportava vari punti notevoli della zona delle concessioni dell'area di Sapigno ed uno di questi faceva riferimento alla miniera “Inferno”; una volta ubicati sulla cartografia moderna, mentre gli altri posizionamenti erano sufficientemente attendibili, proprio la coordinata dell'Inferno si posizionava in una zona estremamente improbabile: oltre i limiti della formazione mineralizzata e oltre i confini



Fig. 8 – Pilastro strutturale del primo vuoto di coltivazione (foto G. Belvederi).

Fig. 9 – Vuoto di coltivazione a camere e pilastri (foto G. Belvederi).





Fig. 10 – Secondo vuoto di coltivazione con tracce di lavorazione (foto G. Belvederi).

Fig. 11 – Esempio di armatura con butta di legno (foto G. Belvederi).



delle concessioni.

Consultando la concessione mineraria a Gregorio Zappi e Giuseppe Celli del 1864, conservata all'Archivio di Stato di Bologna, è stato trovato il "Piano planimetrico dell'ubicazione della Solfataria di Sapigno" che riporta i punti dove si trovavano alcune gallerie e alcuni pozzi (ARCHIVIO DI STATO 1864) (fig. 2). Il piano è stato scansionato e quindi georiferito, utilizzando alcune case con toponimi presenti sia nel piano ottocentesco sia ancora oggi sulla cartografia regionale. Con il software ArcGis è stato creato uno *shape file* con i punti notevoli del vecchio piano, in questo modo è stato possibile stampare una carta con la CTR in scala 1:5000 con i punti del piano e preparare una base dati in formato gpx da utilizzare in un GPS portatile (fig. 6).

Ricerca e ritrovamento della miniera

Gli speleologi si sono confrontati con alcuni abitanti della località Sapigno Pietra Bassa, appartenenti al Circolo Culturale "Il Boccalino", durante il Campo Speleologico che la

Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna ha organizzato nel periodo 25-27 aprile 2014 per dare inizio al progetto "Gessi e solfi della Romagna Orientale". È stata effettuata una battuta di ricerca congiunta nella zona indicata dalle posizioni suggerite dal vecchio piano planimetrico (fig. 2), che coincideva con la zona che la tradizione orale voleva come ubicazione della miniera scomparsa. Durante la battuta gli abitanti hanno indicato una cavità, che si apriva ai piedi di una paretina di gesso e che si è rivelata quello che resta di una discenderia fortemente in pendenza, purtroppo occlusa da una frana imponente a circa 40 metri dall'ingresso. La cavità è stata rilevata e posizionata (fig. 7). È stata individuata anche una sorgente solfurea, particolarmente ricca d'acqua che, come particolarità, emette grandi quantità di acido solfidrico già pericolose per brevi esposizioni, come segnalato dal misuratore di gas con cui è stato eseguito il test. Una così alta concentrazione si spiegherebbe se la sorgente fosse in realtà lo sbocco dell'acqua proveniente da un'antica galleria mineraria nascosta da una frana.

Fig. 12 – Manufatto in pietra con foro quadrato (foto G. Belvederi).



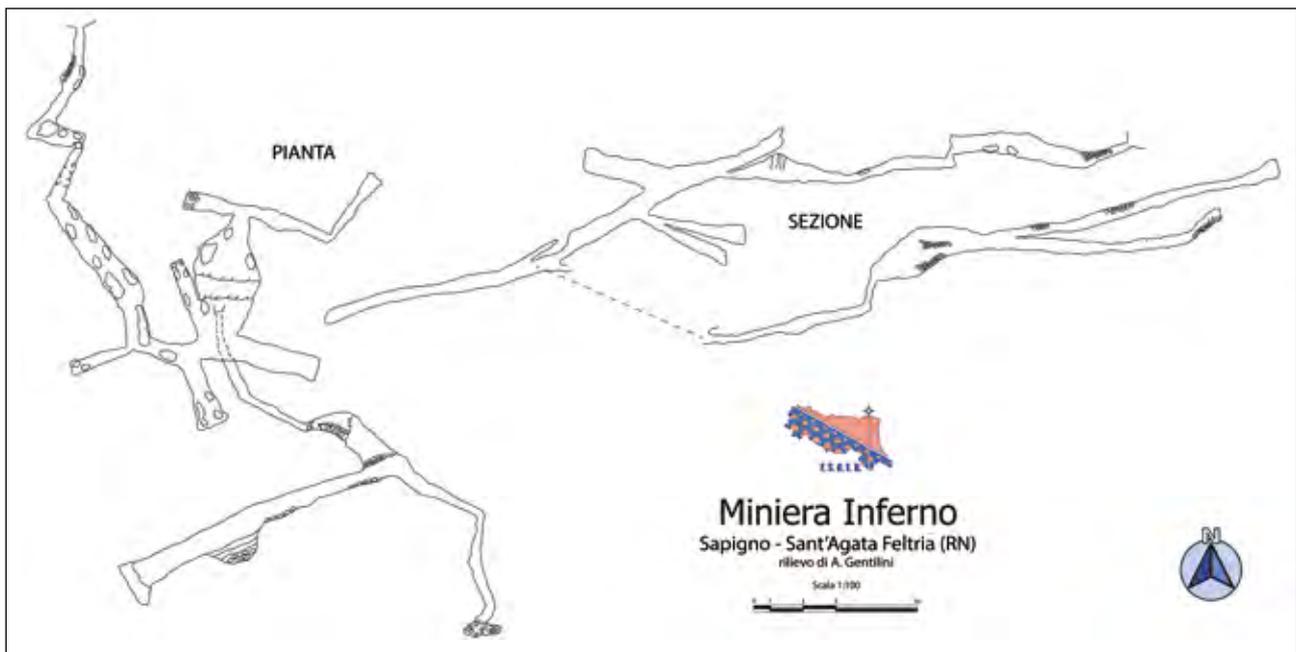


Fig. 13 – Rilievo della “miniera Inferno”.

Durante la battuta è stata osservata una piccola fessura soffiante aria particolarmente fredda, ai piedi di un altro costone di gesso, in mezzo al bosco.

Effettuato un modesto scavo nella fessura, gli speleologi sono penetrati in una galleria di inequivocabile natura mineraria, fiancheggiata da muri di ripiena, parzialmente ostruita da una frana, che rendeva difficoltosa la prosecuzione. Un nuovo lavoro di disostruzione ha permesso di continuare la ri-esplorazione in gallerie parzialmente franate, ma che permettevano il passaggio, fino a giungere in un piccolo vuoto di coltivazione, di modeste proporzioni. Il vuoto presenta un grande pilastro, lasciato come sostegno, secondo una tecnica antica di sfruttamento minerario, detta “a camere e pilastri” (figg. 8-9).

La saletta si presenta con un fondo inclinato a 45° e circa a metà altezza una forte corrente d’aria fredda ha condotto gli speleologi a una fessura che si è rivelata una piccola galleria intasata, che dopo un breve scavo ha condotto in altre zone della miniera, formate da gallerie parzialmente ostruite e cantieri di estrazione. Si è rivelato particolarmente interessante un altro piccolo vuoto di coltivazione (fig. 10), nella cui volta sono presenti evidenti tracce di scavo effettuato con mazza e scalpello, quindi senza utilizzo della polvere pirica; in altre zone della piccola coltivazione sono presenti anche tracce di scavo effettuato con barramina

e mazza (uso di esplosivo), sicuramente antecedenti all’utilizzo dei perforatori ad aria compressa, essendo cessata l’attività negli ultimi anni del XIX secolo. È ipotizzabile che in miniere di così piccola estensione, coltivate sempre in regime di totale economia, nella logica del risparmio la polvere pirica fosse usata il più raramente possibile.

In una galleria che si diparte dal vuoto di coltivazione è stata rinvenuta una vecchia armatura che sosteneva la volta (fig. 11), la sua lunghezza piuttosto esigua dimostra che le gallerie fossero molto anguste, poco diverse da come si presentano oggi. All’interno della miniera non sono stati trovati che due esempi di armatura, nonostante la franosità della roccia incassante, tipico aspetto dello sfruttamento di queste miniere settecentesche, in regime di assoluta economia e probabilmente a gestione familiare, che non prevedeva l’acquisto di grandi quantità di legna per consolidare le gallerie (FANTUZZI 1804).

Al termine di una galleria laterale, una frana sbarra il passo, ma lascia passare una debole corrente d’aria. Durante l’esplorazione è stata ritrovata una lastra, sicuramente lavorata, che presenta un foro a sezione quadra molto evidente (fig. 12), utilizzato probabilmente per impennare una carrucola per un argano o un utensile di qualche genere; durante l’esplorazione è stato effettuato il rilievo (fig. 13) base per le successive elaborazioni.

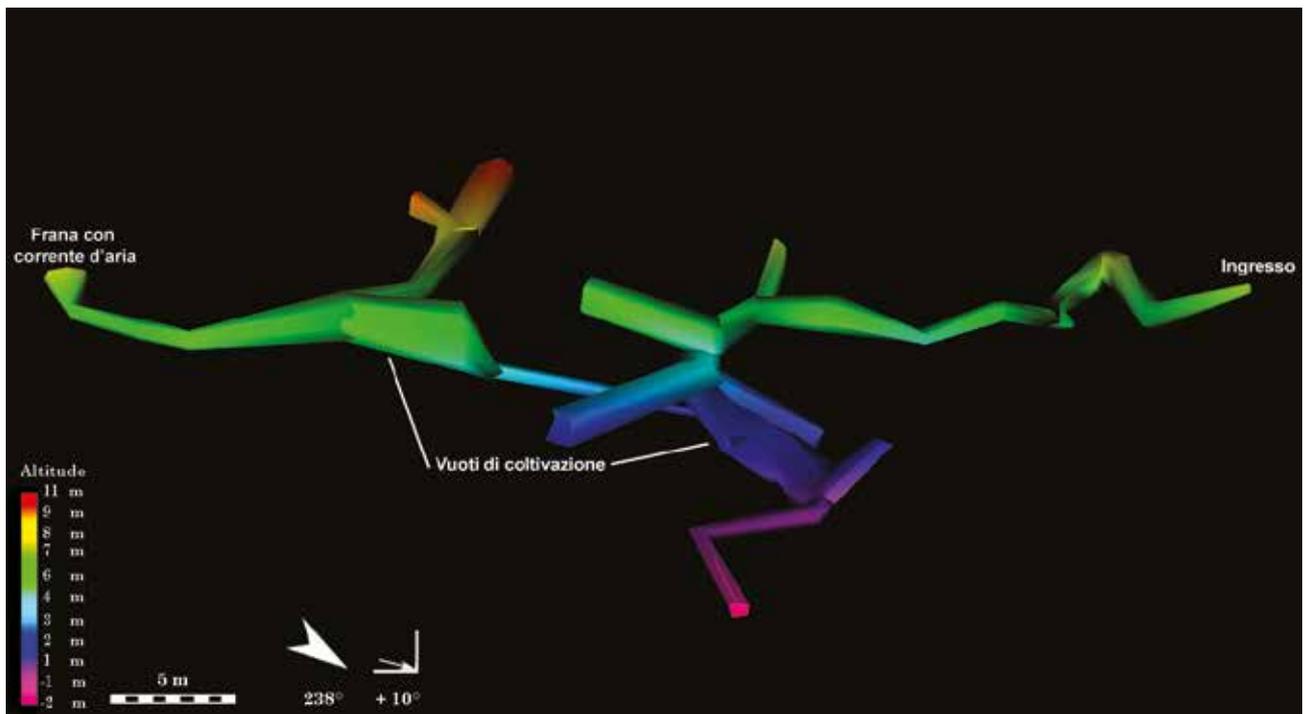


Fig. 14 – Ricostruzione 3D della miniera Inferno vista da nord-est.

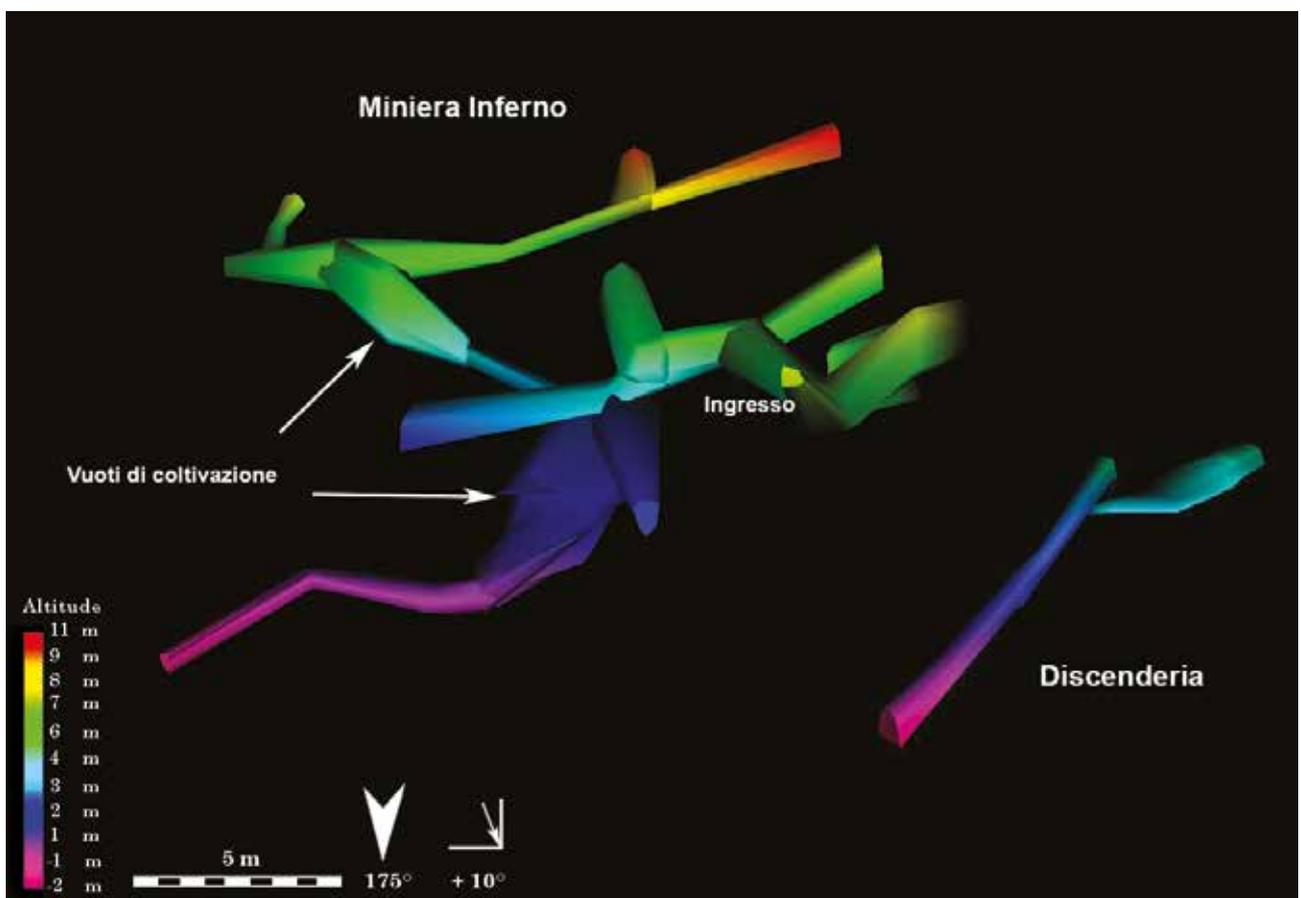


Fig. 15 – Ricostruzione 3D della miniera Inferno e della discenderia, nelle loro reciproche posizioni nello spazio, vista da nord.

le miniere di zolfo davano ai loro proprietari, proprio a causa dell'imperizia tecnica con cui venivano coltivate. Nell'elenco presente al termine della memoria XVII è citata la miniera di Sapigno, chiusa per imperizia tecnica nel 1788 (FANTUZZI 1804).

Conclusioni

Successivamente alle esplorazioni, all'Archivio di Stato di Bologna è stato reperito un ulteriore piano planimetrico dell'area di Sapigno molto più dettagliato del precedente, con riportati i tracciati dei sotterranei ed i nomi delle gallerie. Il nuovo piano planimetrico dettagliato risale al 1869 ed è stato aggiornato il 19 giugno 1890, in seguito alla «ricognizione per constatare l'abbandono della miniera», in uno dei numerosi periodi di sospensione delle attività che hanno caratterizzato la storia di questo piccolo comprensorio minerario. Questo piano è stato per ora solo fotografato, in quanto la scansione seguirà un *iter* più lungo, la fotografia del piano è stata poi georiferita attraverso morfologie, edifici e toponimi ancora oggi riconoscibili (fig. 16). Il piano riporta anche i riferimenti di quota e di identificazione dei tracciati delle gallerie, le loro lunghezze e i loro nomi. In VEGGIANI 1995 sono pubblicate due relazioni particolarmente utili per cercare di capire la morfologia della miniera: una datata 7 gennaio 1868 dell'Ingegnere Battistini e una dell'Ingegnere Niccoli del Corpo delle Miniere del 20 giugno 1890, che accompagnava presumibilmente il piano fotografato.

Purtroppo la relazione Battistini non è corredata da alcuna mappa; le gallerie qui descritte sono tre: la galleria Sant'Antonio che conduce al Pozzo Trovanelli per una lunghezza di 200 metri, alta metri 1,30; la galleria Rocchino che conduce al Pozzo omonimo lunga 120 metri, alta 1,10 metri; la galleria Dellamore che conduce anch'essa al Pozzo Rocchino, lunga 40 metri e alta 1,20 metri. I due pozzi Rocchino e Trovanelli sono profondi rispettivamente 60 e 70 metri.

Il Niccoli introduce la sua relazione dei lavori facendo notare che «la Miniera Inferno non ebbe per anco ad assumere l'importanza di una vera miniera, perché i lavori che vi si praticarono furono quasi sempre dei semplici lavori di ricerca, causa la scarsità dei capitali impiegati nei relativi lavori. Taluni pozzi e talune galle-

rie per trascuratezza del concessionario o degli affittuari, trovansi in istato di semiabbandono e quindi inaccessibili». Segue poi la descrizione delle gallerie tracciate sul piano, da cui si evince che solo la Galleria della Chiusa, scavata a 6 metri sopra il torrente omonimo è un lavoro nuovo, mentre tutte le altre sono vecchi lavori, in parte ripresi. Le gallerie descritte sono la "Discenderia Sant'Antonio" per una lunghezza di 130 metri, inclinata di 35°; la "Galleria del Monte" lunga 265 metri, pianeggiante, e la "Galleria di Mezzo", lunga 83 metri, pianeggiante. La relazione descrive anche due pozzi, Il Rocchino e il Pozzo del Monte, della profondità di una trentina di metri. La descrizione delle gallerie tra le due relazioni non coincide, specialmente nei nomi; probabilmente alcuni lavori nel 1868 non erano ancora stati svolti e altri si erano persi, occultati da frane o allagati. Emerge poi un dato curioso: secondo Battistini i pozzi sono profondi una sessantina/settantina di metri, mentre il Niccoli dà una profondità di 30 metri. Battistini è l'unico che dà informazioni sulla Galleria Dellamore, di cui non si hanno altre notizie. È interessante notare le altezze delle gallerie, veramente ridotte, assolutamente compatibile con quelle ritrovate dagli speleologi nella porzione esplorata.

Sovrapponendo al piano del 1869 georiferito i rilievi georiferiti delle gallerie esplorate e le coordinate della sorgente sulfurea, prese in campagna, è possibile osservare che la discenderia si posiziona a circa 20 metri da quella che nel piano planimetrico viene definita come Discenderia "S. Antonio", mentre la sorgente sulfurea coincide con la posizione di una galleria di estrazione, senza nome, che usciva nei pressi di una installazione di "doppioni" (forni di fusione dello zolfo) (fig. 17). Gli scarti ottenuti nel posizionamento sono da considerarsi più che accettabili, considerando che il piano della concessione è stato fotografato e quindi deformato.

La posizione del sotterraneo esplorato, che gli speleologi hanno associato alla miniera Inferno, non coincide con nessuna galleria riportata nel piano planimetrico posizionandosi, comunque, al centro della zona di sfruttamento. Il piano riporta tracce molto schematiche di gallerie che hanno una lunghezza massima di circa 300 metri e si presentano con l'aspetto di ricerche senza cantieri di coltivazione, come d'altronde fa notare l'Ing. Niccoli nella sua re-



Fig. 18 – Muri di ripiena nel secondo vuoto di coltivazione (foto G. Belvederi).

lazione. La miniera ritrovata dagli speleologi presenta invece evidenze di lavorazione ed estrazione: vuoti di coltivazione, tracce di armature e muri di ripiena (fig. 18); è plausibile pensare che questo piccolo complesso fosse già abbandonato al tempo della prima redazione del piano, tanto più al suo aggiornamento del 1890, anno dopo il quale non furono più effettuati lavori, come si evince dalle concessioni consultate. Niccoli in un altro punto della sua relazione menziona l'esistenza di numerosi lavori più antichi, specialmente quelli gestiti nella prima metà del diciannovesimo secolo dalla famiglia Angelini e da altri: la piccola miniera ritrovata potrebbe appartenere proprio a questi ultimi.

Purtroppo oggi, oltre a ciò che gli speleologi sono riusciti a ritrovare, è molto probabile che non esistano altre testimonianze del lavoro di queste piccole miniere, però tra gli obiettivi degli speleologi, anche oltre il naturale compimento del progetto "Gessi e solfi", ci sarà comunque l'approfondimento della ricerca in campagna di eventuali altre cavità sia nella zona già investigata sia nelle zone suggerite dalle coordinate di Scicli e dalla relazione Niccoli, per capire se vi

siano altre strutture relitte. Il versante è molto accidentato, funestato da alcune grandi frane che hanno sicuramente occultato le tracce del lavoro minerario e dalla vegetazione di arbusti e rovi molto intricata, che rendono poco agevole l'esplorazione.

Fonti inedite

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, s.d., Manoscritto "Miniera Inferno" in Concessione Miniera di Solfo denominata Inferno, III 22bis 13.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1864, Manoscritto "Verbale di delimitazione della miniera di Solfo detta Inferno" in Concessione Miniera di Solfo denominata Inferno, III 22bis 13.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1864, Piano Planimetrico in Concessione Miniera di Solfo denominata Inferno, III 22bis 13.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1867, Manoscritto "Re-

gio Decreto n. 192, 19 settembre 1867” in Concessione Mineraria di Solfo denominata Inferno, III 22bis 13.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1884, Ricerca di Zolfo nella regione Sapigno (Gambaccio), III 38B 12.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1921, Manoscritto Rapporto della visita del 23 novembre 1921, in Ricerca di Solfo, III 38B 04.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1928, Ricerca di minerale di solfo denominata Sapigno, III 44 10.

Bibliografia

M. BATTISTELLI 1975, *Le miniere di zolfo del Santagatese*, “Studi Montefeltrani” 3, pp. 38-63.

M. BATTISTELLI 1994, *Le miniere di zolfo di Mariano di Sant’Agata*, San Leo.

G. BELVEDERI, M.L. GARBERI, A. GENTILINI, F. PERUZZI, E. POGGIOLI 2015, *The ancient sulphur mines in Sapigno, Sant’Agata Feltria (I)*, in *Proceedings of 10th International Symposium on Archeological Mining History*, Institute Europa Subterranea, Aichach 21-24/5/2015, pp. 127-133.

G. BELVEDERI, M.L. GARBERI, A. GENTILINI, S. GONNELLA, O. LEANDRI, F. PERUZZI, E. POGGIOLI, G. ROSSI 2015, *Le antiche Miniere di zolfo del territorio di Sapigno (RN)*, in L. DE NITTO, F. MAURANO, M. PARISE (a cura di), *Condividere i dati. Atti del XXII Congresso Nazionale di Speleologia. EuroSpeleo Forum 2015*, (Pertosa-Auletta, 30 maggio-2 giugno 2015), (Memorie dell’Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIX), s.l., pp. 542-547.

F. CENDRON 2012, *Il Progetto cSurvey*, “Speleologia Emiliana” s. V, XXIII, 3, pp. 36-45.

L. DOMINICI 1931, *Storia Generale montefeltrana*, I, Lanciano.

M. FANTUZZI, 1804, *Memorie di vario argomento del Conte Marco Fantuzzi*, Memoria XVII, pp. CLXXIII-CCX.

V. MASINI 1759, *Il zolfo. Poema*, Cesena.

PROVINCIA DI FORLÌ 1866, *Monografia statistica, economica, amministrativa della Provincia di Forlì*, Forlì.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012, *I geositi dell’Emilia-Romagna – Sinclinale di Sapigno 2153*, <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/geositi/> [consultato il 3 agosto 2016].

M. ROVERI, V. MANZI 2007, *Gessoso-Solfifera*, in *Catalogo delle formazioni*, ne *I Quaderni*, s. III, VII, 7, *Unità tradizionali* (2), Roma, pp. 303-310.

A. SCICLI 1972, *L’attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*, Modena.

A. SCICLI 1995, *I bacini solfiferi marchigiani*, in P. MATTIAS, G. CROCETTI, A. SCICLI, *Lo zolfo nelle Marche. Giacimenti e vicende*, Roma, pp. 59-63.

A. VEGGIANI 1995, *Miniere e ricerche di zolfo a Sapigno*, in *Templari, miniere e pittori nella storia antica di Sant’Agata*, (Atti del I Convegno di studi storici), Rimini, pp. 9-39.

Ringraziamenti: un particolare ringraziamento va a Miro e ai soci del Circolo Culturale “Il Boccalino”, che hanno ospitato e supportato gli speleologi in tutte le trasferte necessarie al progetto *Gessi e solfi della Romagna orientale* e hanno partecipato attivamente alla ricerca della Miniera Inferno.

CONTENUTI AGGIUNTIVI MULTIMEDIALI

Il DVD allegato al volume contiene un video intitolato *Inferno... alla ricerca della miniera perduta...*, girato durante le fasi di riesplorazione della miniera Inferno da Maria Luisa Garberi, Giovanni Belvederi e Fabio Peruzzi; montaggio di Giovanni Belvederi.

SOLFATARA DI PREDAPPIO ALTA: RICOSTRUZIONE 3D

GIOVANNI BELVEDERI¹, MARIA LUISA GARBERI², SABRINA GONNELLA³,
ENZO LUCCHI⁴, GIOVANNI ROSSI⁵

Riassunto

Il lavoro presenta lo studio effettuato nella Solfatara di Predappio Alta, di cui esistono notizie della coltivazione fino dal 1600. Il giacimento non è mai stato molto ricco e lo sfruttamento ha avuto alterne fortune, specialmente nella prima metà del Novecento, quando Predappio assurse ad una notorietà nazionale e la convenienza politica suggeriva l'investimento di capitali per costruire infrastrutture attorno ad una miniera che era già esaurita. La miniera è stata visitata, documentata e sono state effettuate nuove misurazioni che consentissero, a partire dal rilievo del 1985-86, la ricostruzione tridimensionale con l'utilizzo del software cSurvey. Il software cSurvey, pacchetto *open-source* specificamente progettato per la gestione informatica di rilievi ipogei, fornisce una specifica funzione, Resurvey, che consente di calcolare a ritroso i dati di una poligonale partendo dai rilievi stampati.

Parole chiave: Predappio, gesso, zolfo, Romagna orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, miniere di zolfo, speleologia in cavità artificiali, cSurvey, ricostruzione 3D.

Abstract

This project is determined to survey and study the artificial and natural cavities in the Eastern Romagna Region (Northern Italy). The area stretches from Rabbi River Valley (Forlì-Cesena Province) to the new border with Marches Region. A lot of important artificial cavities are located in the area, which holds significant industrial archaeology, historical and social values. The mines quarried sulfur from the Gessoso-solfifera Formation rocks. This paper describes the study in the Predappio Alta mine, which is one of the oldest mines in Romagna. We have informations on its activity since the seventeenth century. The sulfur field was very poor; the exploitation experienced up and down trends. We re-explored the mine, we took pictures and new measures to make, from the 1985-86 survey, the 3D reconstruction utilizing the software cSurvey. The software cSurvey is an open-source pack, specifically designed for the computerized management of caves survey. cSurvey has a specific function, called 'Resurvey', that allows the computation of a polygonal from an already done cave survey.

Keywords: Eastern Romagna Gypsum and Sulfur, Emilia-Romagna Regional Speleological Federation, Speleology in Artificial Cavities, Mining Activity, Predappio, cSurvey, 3D Reconstruction.

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - sgonnella@libero.it

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - enzolucchi@libero.it

⁵ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - shotokai-2kyu@libero.it

Introduzione

La Solfataria di Predappio Alta, oggi in gestione alla Pro Loco della frazione, si apre poco fuori dell'abitato, circa 500 metri a nord, sul versante sinistro del Fosso Predappio, a circa quindici chilometri dalla zona mineraria della valle del Savio (fig. 1). Gli strati mineralizzati

si trovano sovrapposti alle arenarie micacee e marne azzurre, sottoposti ad un banco di conglomerato di ciottoli calcarei, silicei e serpentinosi a cemento calcareo. Le coltivazioni furono praticate entro spezzoni di strato dislocati e sconvolti e sempre a poca profondità (SCICLI 1972, pp. 84-86).

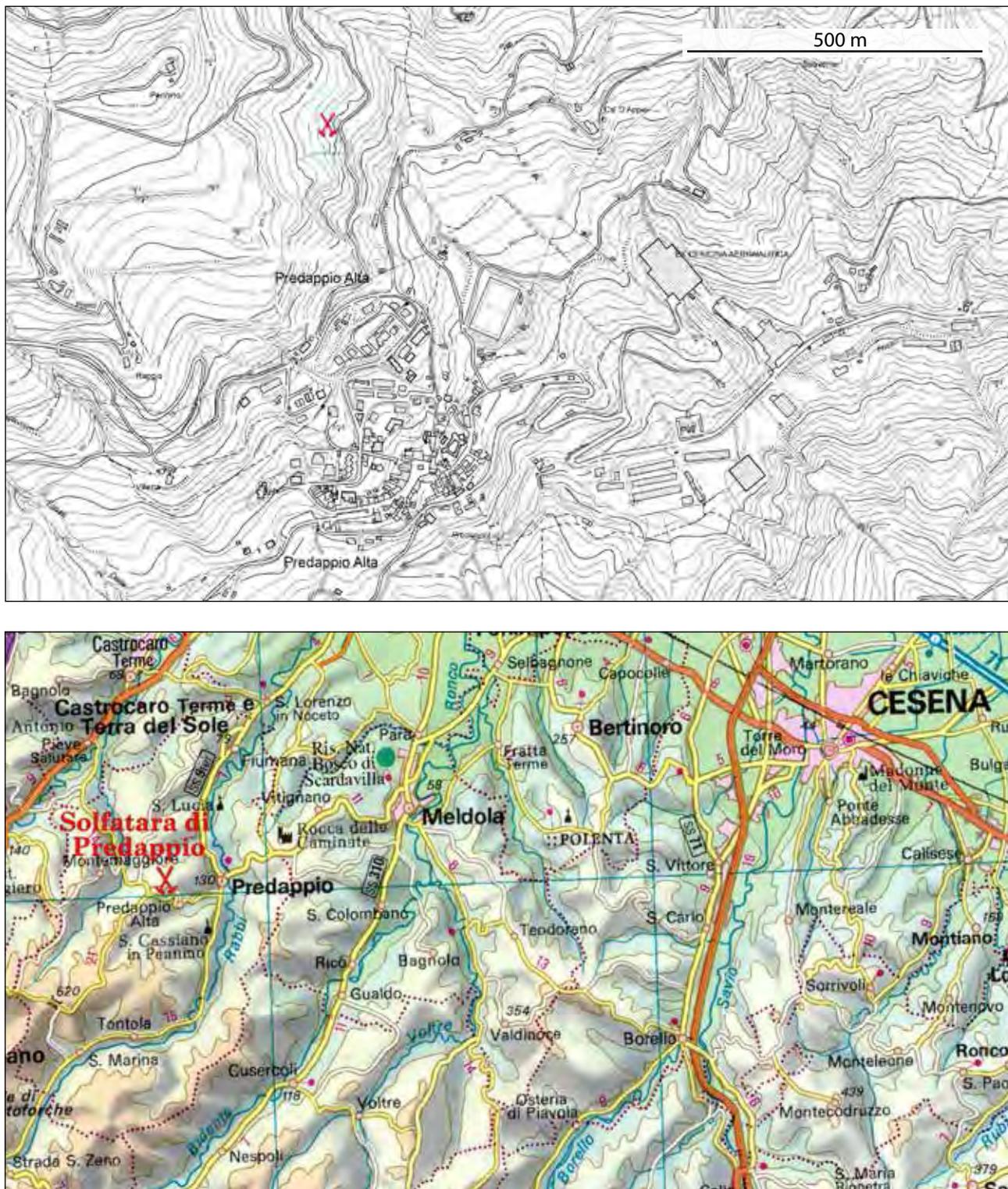


Fig. 1 – Posizionamento geografico (Cartografie Regione Emilia-Romagna).

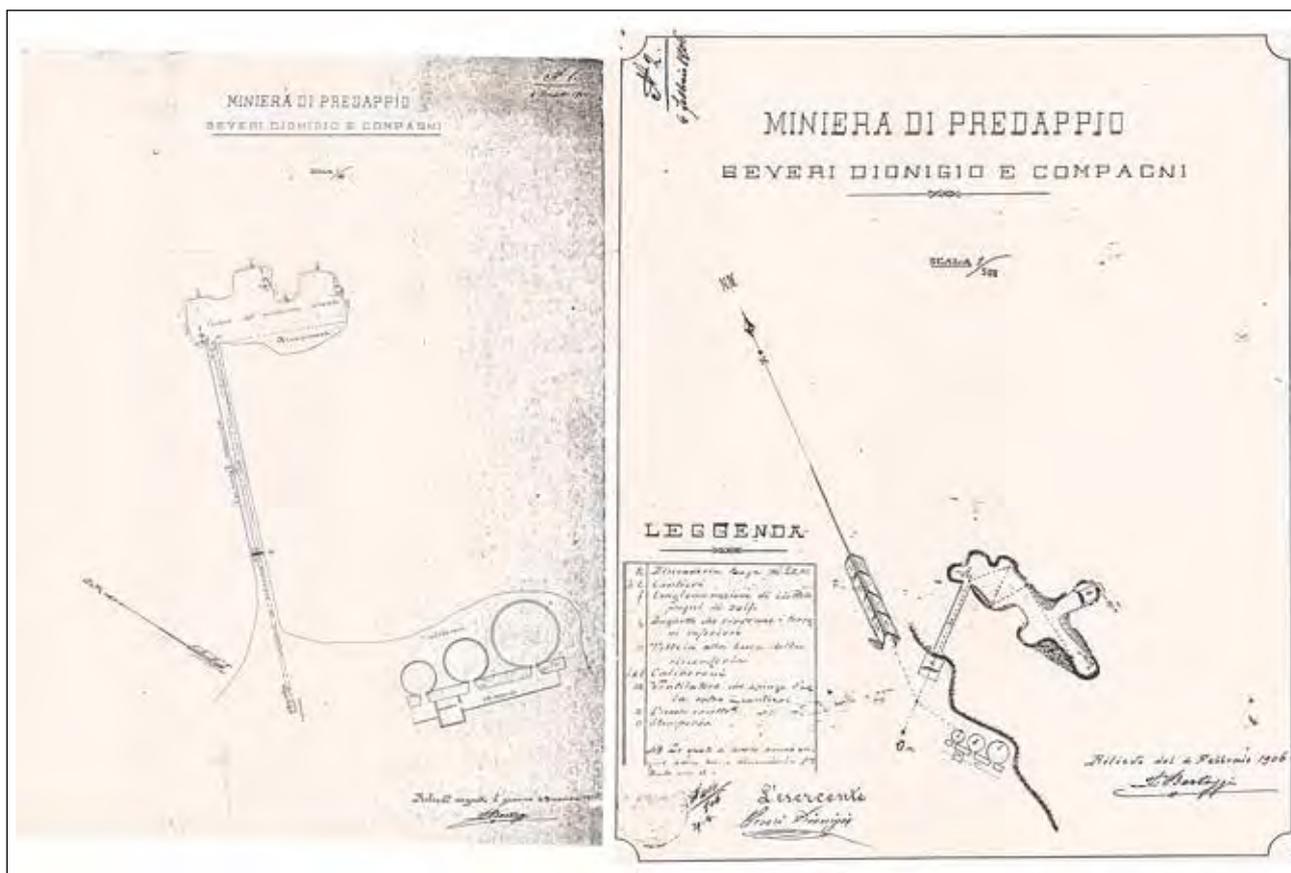


Fig. 2 – Mappe del 1901 e 1906, concessionario Dionigio Severi.

Inquadramento storico

La Solfatarà di Predappio è una delle più antiche della Romagna; fu Francesco Raineri di Villa Salto che nel 1645 segnalò per primo la presenza di zolfo nella conca della solfatarà dominata dal Monte Pennino. La famiglia, che vantava anche un papa tra gli ascendenti, tenne la proprietà fino alla prima metà dell'800, cedendola alla famiglia Zoli di Predappio. Durante il periodo napoleonico, un Almanacco del Dipartimento del Rubicone per l'anno bisestile 1812 cita la solfatarà come una delle più fertili (PERINI 2000). Le Società Panciatichi, Piceni e Flori, verso il 1850 diedero inizio allo scavo di una galleria per l'eduzione delle acque a circa 20 metri al di sotto dei precedenti lavori, ma tale opera fu sospesa, dopo aver raggiunto i 320 metri, nel 1860 quasi a compimento del suo scopo (SCICLI 1972).

L'ingegnere del Distretto Minerario di Bologna, Fabbri, cita la miniera di Predappio come data in concessione ad Alessandro Flori nel 1862, successore del signor Piceni; in due anni di esercizio (1862-1863) la solfatarà ebbe una produzione di 2.000 quintali di zolfo. La mano-

dopera impiegata passa da 170 unità nel 1862 a 48 unità (PROVINCIA FORLÌ 1866, pp. 70-71). Ufficialmente la miniera venne data in Concessione ai Fratelli Antonio ed Alessandro Manzoni nell'anno 1874, seguirono poi affidamenti a diversi affittuari. La coltivazione aveva luogo per pozzi e gallerie sfruttando delle masse discontinue di minerale, i lavori furono sempre molto vicini alla superficie raggiungendo un massimo di 33 metri con un pozzo denominato Manzoni. Il minerale si presentava sotto forma di filetti o noduli di solfo quasi puro a struttura cristallina in una matrice marnoso calcarea o gessosa. Sembra che questo tipo di minerale si prestasse meglio alla fusione con il metodo dei dopponi piuttosto che con quello dei calcaroni: infatti per tutto il 1800 rimase in uso tale sistema (SCICLI 1972).

Dallo sfruttamento iniziale con metodi rudimentali, nella seconda metà del 1800 si è passato ad una coltivazione organizzata, anche se non si sono mai avuti importanti quantitativi di minerale estratto.

Dalle documentazioni cartografiche rintracciabili nell'Archivio di Stato di Bologna si evince che nel 1900 era esercente della solfatarà Giu-



Fig. 3 – Consolidamenti all'interno della Solfatarata di Predappio Alta (foto G. Belvederi).

lio Severi, a cui succede l'anno successivo Severi Dionigio che nello stesso anno la cede ad Ambrogio Stagni. Nel periodo 1901-1906 Dionigio Severi è esercente di una piccola miniera probabilmente limitrofa, non più rintracciabile (fig. 2). Tutte le mappe di inizio Novecento sono redatte da Primo Bertozzi, perito minerario, direttore e concessionario di alcune miniere del Cesenate.

Nel 1924 rileva la miniera la società "La Produttrice Commerciale", poi l'escavazione passò alla Società Anonima Zolfi di Torino e, successivamente, il 31 maggio 1928 il Distretto Minerario di Bologna concede, tramite apposita delibera, per anni tre alla Società Nazionale Industria Zolfi il permesso di eseguire ricerche di minerale di solfo nella località Predappio (ARCHIVIO DI STATO 1928). Dal 1924 al 1928 la produzione fu così esigua (solo 252 tonnellate di solfo greggio) da indurre la società ad abbandonare i lavori nel 1929, pur mantenendo la concessione almeno fino al '31, come si evince dagli aggiornamenti presentati al distretto. Negli anni precedenti il secondo conflitto mondiale i lavori furono condotti in modo disordinato ma con grande dovizia di mezzi, con la costruzione di centrali elettriche e teleferiche, strade e infrastrutture. Quest'attività, com'è facile intuire, non era suggerita da un'effettiva

importanza del giacimento, ma da convenienze di propaganda politica legate all'importanza che il paese di Predappio aveva assunto in quella particolare epoca storica (PERINI 2000). La struttura comunque fu lasciata attiva fino all'inizio della Seconda Guerra Mondiale.

Negli anni '50 l'area di Predappio fu di nuovo interessata da ricerche minerarie: la società Italmin in data 21 gennaio 1957 presenta istanza per ottenere permessi di ricerca per le zone di Teodorano, Luzzena, San Romano, Predappio e Pieve di Rivoschio. Senza dare avvio a nessuna effettiva ricerca, la Società rinuncerà a tali istanze già l'anno successivo (ARCHIVIO DI STATO 1958b). Sempre nel medesimo periodo, in data 28 gennaio 1958 il Distretto Minerario concede per anni due alla Società "Quirina" Industria Chimica e Mineraria il permesso di ricerca per minerali di ferro, solfuri di ferro, pirite o marcassite, minerali di zolfo o solforati, idrogeno solforato e anidride carbonica, per l'area definita "Predappio Alta" (ARCHIVIO DI STATO 1958a), permesso a cui la Società rinuncia due anni dopo. Dopo questi sporadici tentativi di ripresa dell'attività che non diedero risultati degni di nota, la miniera fu definitivamente abbandonata.

Alcune delle gallerie di ricerca e coltivazione di quegli anni sono ancora percorribili e sono



Fig. 4 – Muri di ripiena (foto G. Belvederi).

l'oggetto del presente studio.

Oggi la miniera è in gestione alla Pro Loco della frazione di Predappio Alta ed è utilizzata come attrazione turistica, organizzandovi il presepio natalizio ed altre iniziative pubbliche. Le attività di sistemazione per rendere le gallerie accessibili ai visitatori hanno comportato rimaneggiamenti e consolidamenti (fig. 3) che potrebbero dare adito a certe critiche di tipo estetico e conservativo della funzione che ebbe il sotterraneo, ma quanto meno mantengono in parte la memoria delle attività minerarie del territorio, riconoscibili anche dai muri di ripiena originali che si incontrano in alcune gallerie (fig. 4).

Inquadramento geomineralogico

Il massiccio inglobante la Solfatara di Predappio Alta interessa prevalentemente terreni appartenenti alla formazione Gessoso-solfifera di età Messiniana: calcari marnosi e calcari solfiferi disposti con andamento monoclinale ricoperti in parte da un "cappellaccio" argilloso-limoso. L'affioramento calcareo in oggetto è circondato su tre lati (nord, est ed ovest) da Formazioni marnoso-arenacee più antiche, da cui è separato da contatti tettoni-



Fig. 5 – Concrezione calcarea detta "La sala del Trono" (foto M.L. Garberi)

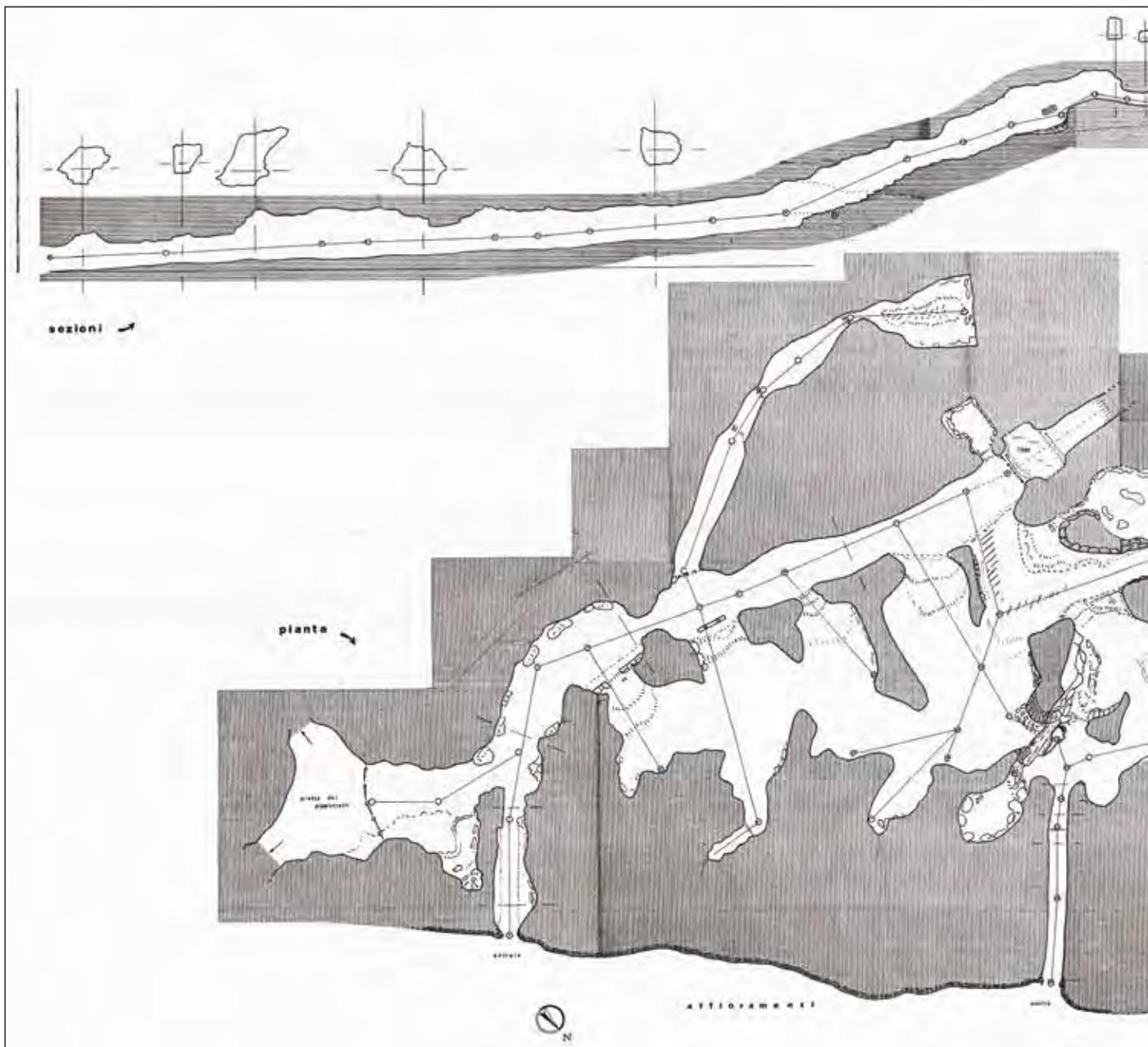


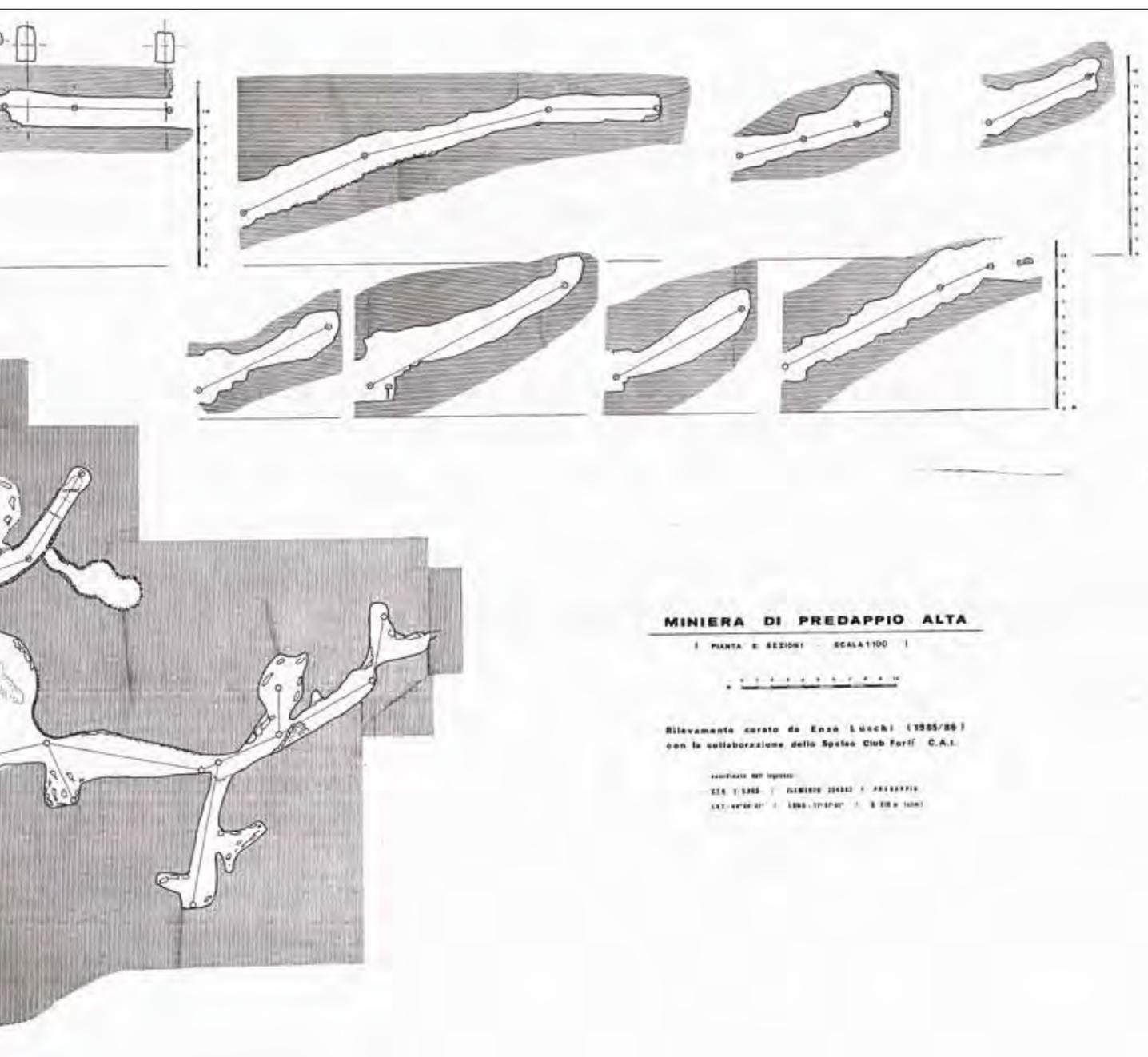
Fig. 6 – Rilievo effettuato nel 1985-86 da E. Lucchi con la collaborazione dello Speleo Club Forlì.

ci, mentre a sud l'affioramento calcareo confina con conglomerati cementati e mal stratificati, che sono visibili 150 metri prima di raggiungere l'ingresso della miniera lungo la strada di accesso, provenendo da Predappio Alta. Le gallerie sono scavate prevalentemente in roccia calcarea disposta con andamento monoclinale (direzione 185° , inclinazione 20° - 25°), che si presenta a volte compatto e a volte poroso. Lo zolfo è presente in piccoli nuclei di cristalli sparsi; a volte si manifesta con patine bianco-giallastre di spessore millimetrico che rivestono le rocce. È interessante

anche la presenza di ferro sotto forma di ossido ed idrossido (ocra rossa e limonite) che forma concrezioni visibili nella cavità. Sono visibili anche concrezioni calcaree di limitate dimensioni, l'esempio più significativo è rappresentato dalla "sala del Trono" (fig. 5) (LUCCHI 1987).

Il software cSurvey

Il software cSurvey, concepito come progetto aperto alla comunità degli speleologi, nasce



con l'ambizione di essere un sistema completamente integrato per la gestione di un rilievo passando dai dati di campagna fino ad arrivare al disegno di pianta e sezione (CENDRON 2012, p. 36). Il sistema di calcolo di cSurvey è basato su Therion, un software altamente sofisticato capace di fornire un incredibile numero di funzionalità, ma poco diffuso nella realtà speleologica italiana a causa della mancanza di un'interfaccia utente amichevole e della sua, apparente, complessità d'uso. Il connubio tra i due software permette un utilizzo trasparente perché l'uso avviene tramite un'interfac-

cia utente molto più amichevole e completa. Il software contiene molteplici funzionalità come 'Resurvey', che sicuramente è stata la più rilevante e decisiva per realizzare la ricostruzione della solfatara. Lo scopo di Resurvey è permettere di ricostruire la poligonale di una cavità partendo dai disegni di pianta e sezione longitudinale.

Si tratta di una funzione matematicamente molto semplice, il cui pregio risiede nella comoda interfaccia grafica ed in funzionalità aggiuntive.

Caricate le immagini di pianta e sezione, il ri-

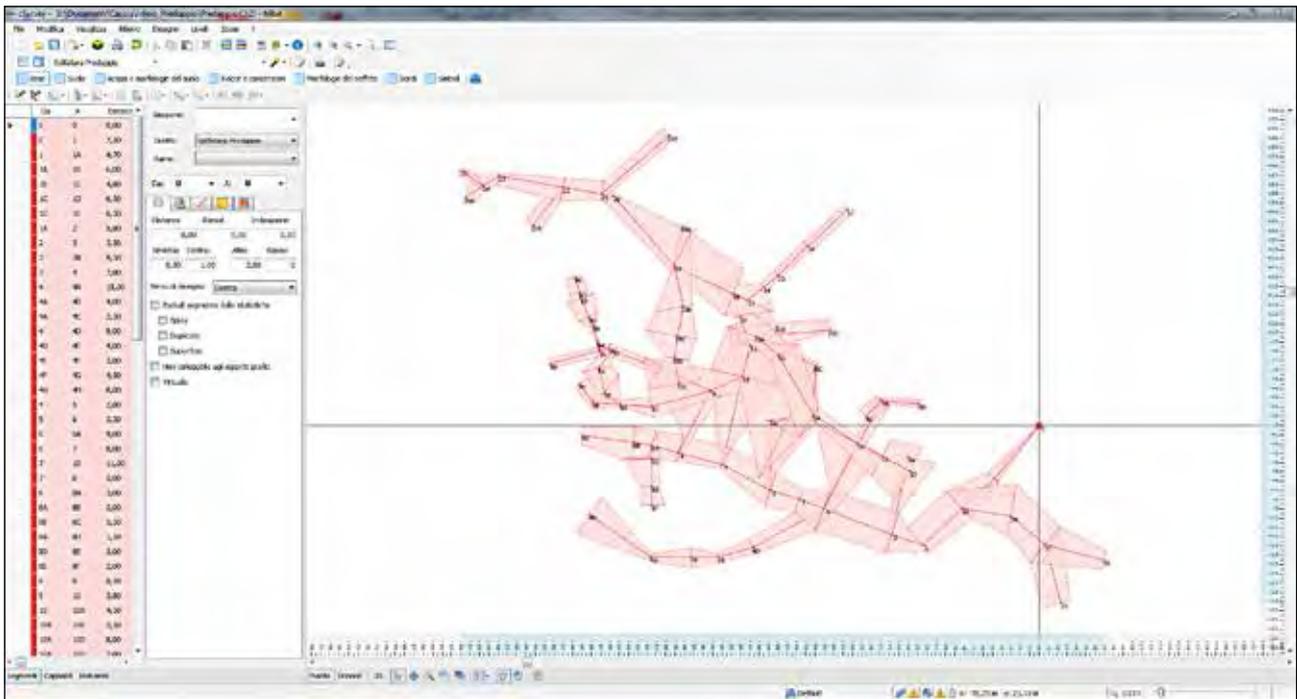


Fig. 7 – Poligonale ricostruita con la funzione Resurvey.



Fig. 8 – Rilievo della miniera adattato alla poligonale ricostruita.

levatore dovrà posizionare i singoli capisaldi, specificando quale dei capisaldi dovrà essere utilizzato come origine (primo caposaldo) della futura poligonale; successivamente, mano a mano che verranno definite nuove stazioni, dovrà avere cura di costruire i collegamenti tra queste ultime: collegamenti che, una volta ultimato il lavoro, diverranno le battute della poligonale ricostruita.

La ricostruzione 3D

La ricostruzione è partita dal rilievo effettuato da uno degli autori, Lucchi, nel 1985 con la collaborazione dello Speleo Club Forlì (LUCCHI 1991, p. 133) (fig. 6). Gli autori hanno rilevato, durante la visita odierna alla solfatara, alcune misure aggiuntive di direzioni e altezze che rendessero più agevole le operazioni di rico-

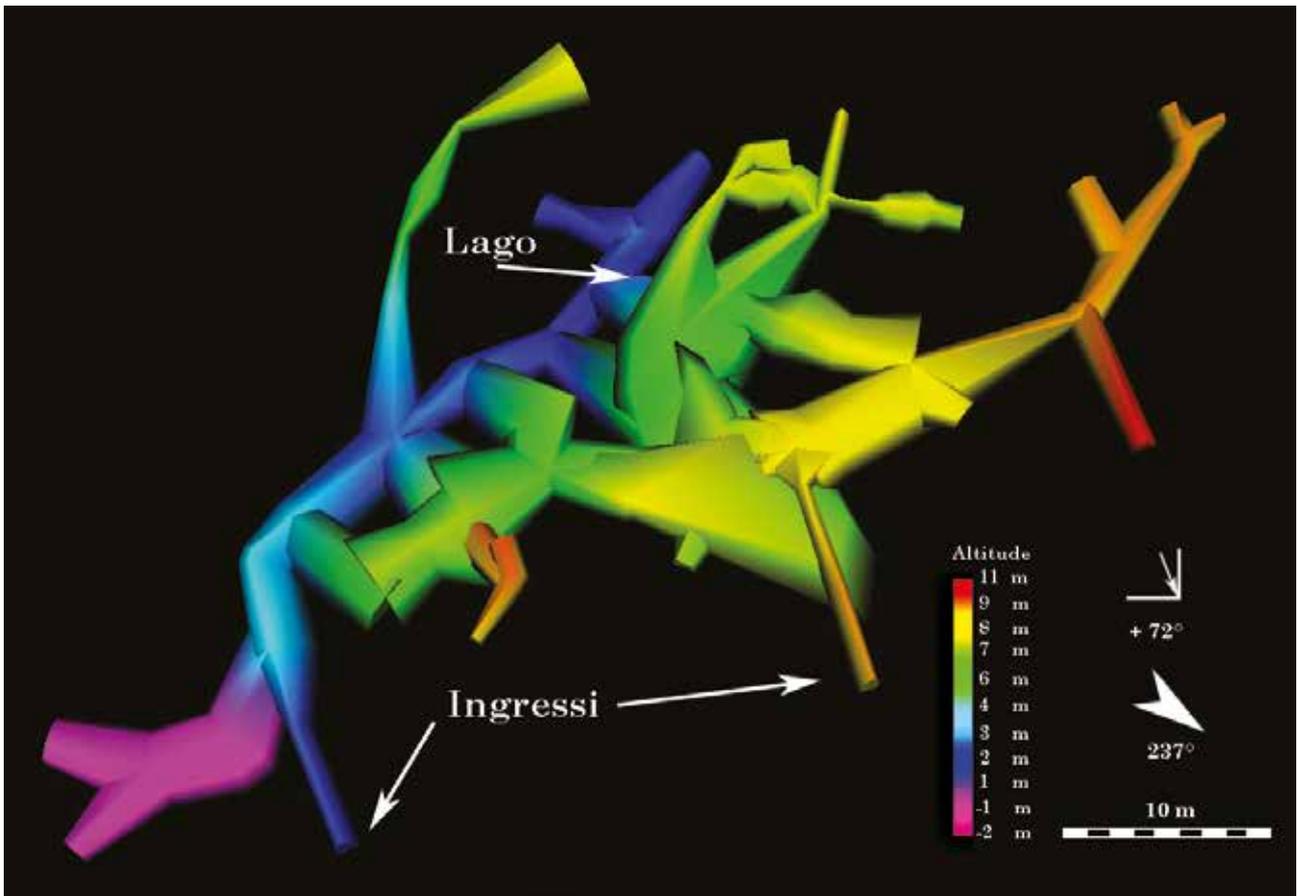


Fig. 9 – Ricostruzione 3D vista da nord.

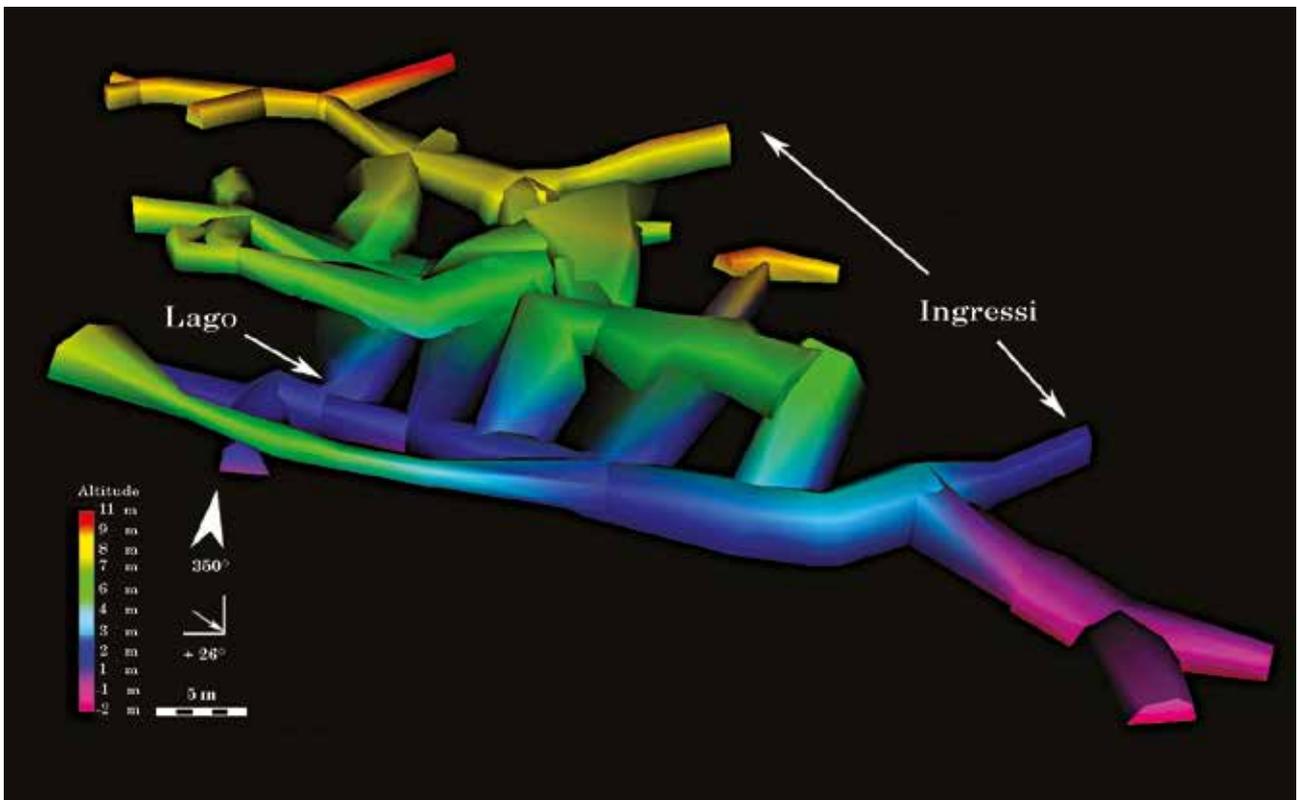


Fig. 10 – Ricostruzione 3D vista da sud.

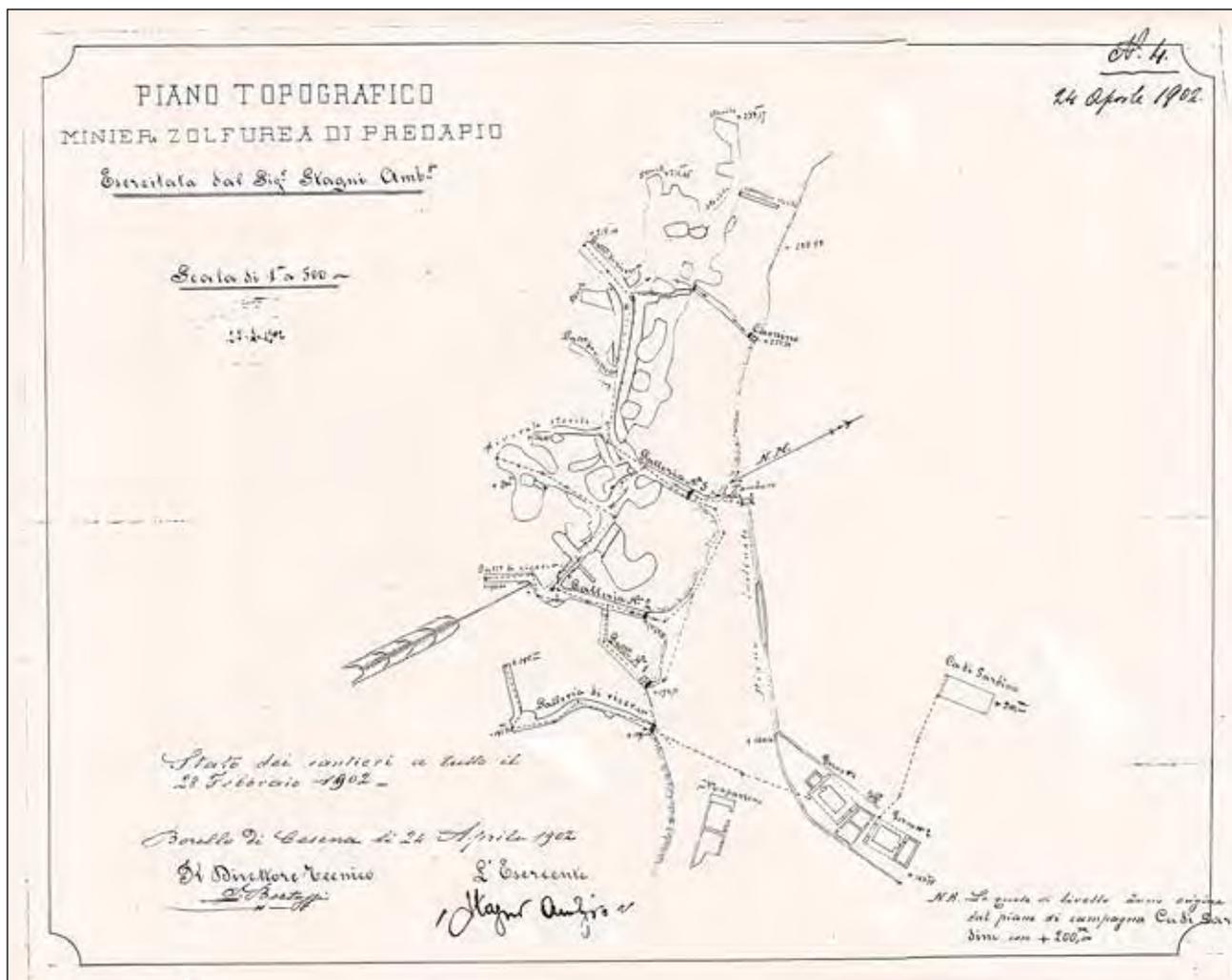


Fig. 11 – Piano topografico del 1901, concessionario Ambrogio Stagni.

struzione. La presenza della sezione longitudinale rende il calcolo della poligonale completo di riferimenti altimetrici relativi e le gallerie ricostruite appaiono quindi disposte sui vari piani di quota.

Le coordinate dei due ingressi della solfataria, rilevate con il GPS, sono state attribuite ai due caposaldi che li rappresentavano, durante la ricostruzione della poligonale.

Utilizzando la funzione Resurvey sono state posizionate tutte le battute rilevabili dal rilievo del 1985, integrandole con quelle necessarie a posizionare le sezioni longitudinali acquisite durante i sopralluoghi; si ottiene quindi una poligonale ricostruita (fig. 7) da cui è possibile generare il modello 3D in forma di solido tridimensionale di approssimazione delle distanze e sezioni dei capisaldi della poligonale. Per migliorare la forma del modello ottenuto si è utilizzata la funzione di caricamento di uno *sketch*, un disegno (la

scansione del rilievo del 1985), usandolo come riferimento per il tracciamento dei bordi della cavità. Questa funzione permette di fissare i riferimenti dei capisaldi della poligonale a dei punti del disegno caricato in modo da collocarlo nello spazio, modificarlo di forma e adattarlo alla posizione dei capisaldi. Si ottiene quindi un riferimento raster con un adattamento anisotropo di scala e di forma (fig. 8). Con gli strumenti di disegno dei bordi si ricalda il raster ottenendo un nuovo riferimento per il programma. La generazione del modello 3D, partendo dalla precedente forma di approssimazione, genera una rappresentazione che meglio definisce la forma e il volume reali della miniera (fig. 9). La solfataria si presenta con un andamento est-ovest, con uno sviluppo longitudinale di 390 metri e un massimo dislivello di 10 metri (fig. 10).

Paragonando il risultato della ricostruzione con il piano topografico del 1901 (fig. 11)

e la sua probabile proiezione verticale (fig. 12) quando la miniera era in gestione al sig. Ambrogio Stagni, sia pure con le dovute differenze relative al progredire dei lavori, si riconosce chiaramente la corrispondenza delle gallerie di ingresso e della disposizione del sotterraneo.

Oggi la galleria N° 1 non è più visibile, la galleria N° 2 è l'attuale ingresso e la N° 3 è l'uscita usata nelle visite turistiche. I lavori interni a quell'epoca erano costituiti da un unico vuoto di coltivazione intercalato da colonne e le zone dei cantieri più a sud non erano ancora presenti nel 1901. Nella proiezione verticale, anche se il disegno è alquanto approssimativo, si riconoscono gli stessi ingressi ed è ben visibile la zona del vuoto di coltivazione intrcalato da colonne.

La galleria di ricerca visibile sia nella pianta che nella sezione non è più identificabile, così come il piano inclinato che dalla galleria N° 3 portava ai forni di fusione del minerale.

Conclusioni

La forma della miniera ci mostra un andamento degli scavi che hanno presumibilmente seguito la stratificazione del calcare che qui ha una giacitura monoclinale (LUCCHI 1991), approfondendosi lungo la mineralizzazione sulfurea. La miniera non presenta oggi grandi vuoti di coltivazione: le sale maggiori, infatti, misurano al massimo 30x17 metri (fig. 13). Durante gli scavi minerari è stata intercettata una sorgente sulfurea oggi raccolta in una vasca, detta "il Lago" (fig. 14).

Il software utilizzato per la ridefinizione della poligonale interna del sotterraneo e conseguente costruzione del modello tridimensionale della miniera, permette di valutare le effettive dimensioni dei vuoti di coltivazione e l'andamento relativo delle gallerie e delle diverse quote dei cantieri di estrazione del minerale, contribuendo ad una migliore conoscenza dei rapporti della Solfataria di Predappio Alta

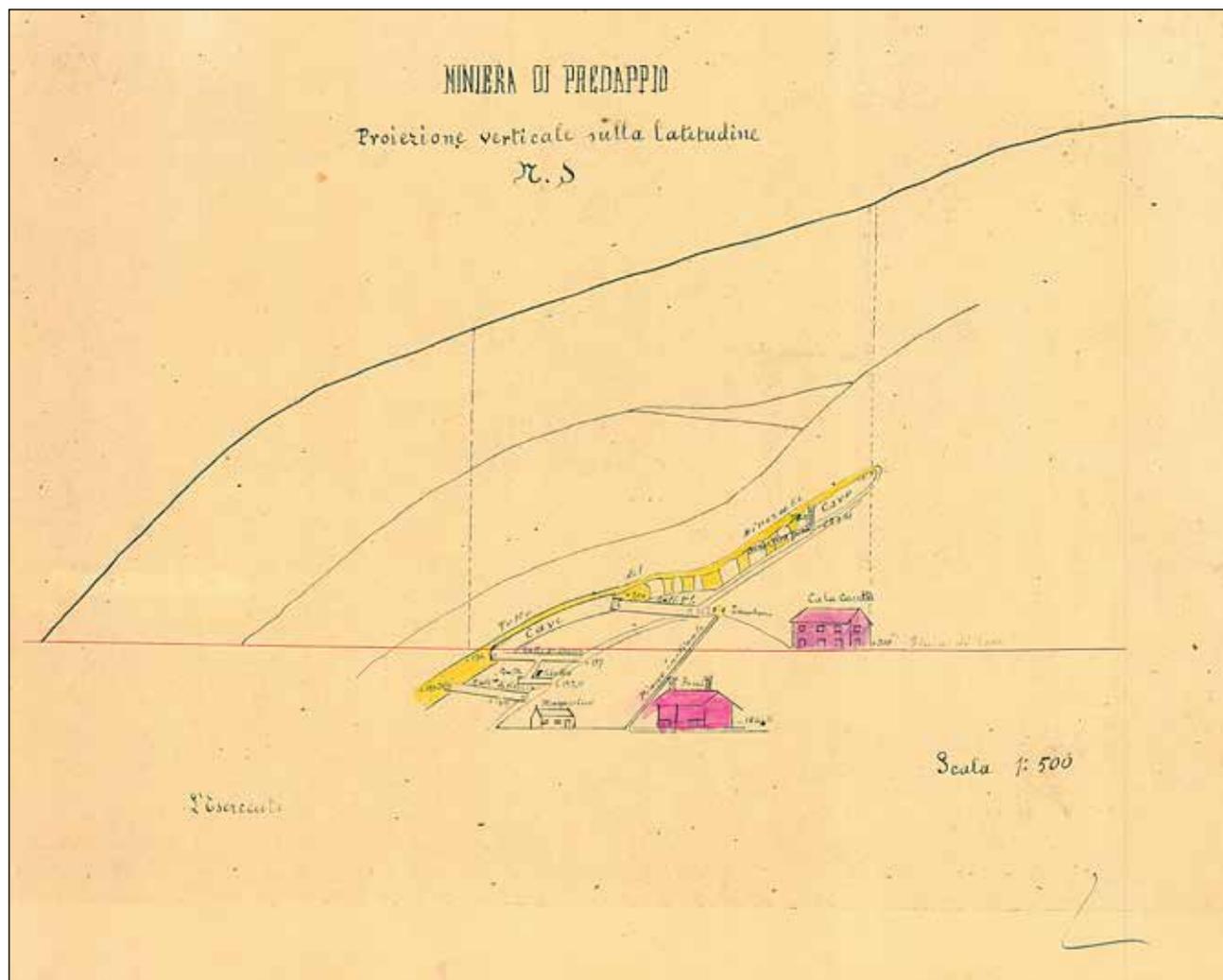


Fig. 12 – Proiezione verticale, presumibilmente riferibile al piano del 1901.



Fig. 13 – Vuoto di coltivazione (foto G. Belvederi).

Fig. 14 – Sorgente sulfurea, detta "Il lago" (foto G. Belvederi).



con il territorio che la contiene.

Lo sfruttamento turistico odierno, durante il periodo natalizio, rappresenta l'unico esempio di tentativo di conservazione effettuato a tutt'oggi nel territorio romagnolo di un'emergenza mineraria legata all'estrazione dello zolfo. Sicuramente non rappresenta un esempio didattico, perché nato in assoluta spontaneità, senza il supporto di quelle conoscenze storiche e minerarie necessarie per il recupero di un luogo di questo tipo. Gli stessi gestori dichiarano di non avere notizie circa la storia dell'estrazione avvenuta in questo luogo, infatti lo chiamano "La grotta", non solo per affinità linguistica alla ricostruzione del presepio, ma perché nella memoria collettiva lo scopo minerario originale della cavità si è perso. Perdita giustificata, a nostro avviso, dal fatto che l'impianto non ha mai reso quantità importanti di minerale, non rappresentando mai una realtà economica rilevante per il territorio. La vera produzione ha chiuso nei primissimi anni del '900, quindi più di cento anni fa, e la breve parentesi nel ventennio, dove l'estrazione assunse il ruolo di un'attività propagandistica del regime politico, ha assunto nell'immaginario della comunità quasi l'aspetto di una farsa.

Fonti inedite

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1928, Ricerca di minerale di solfo denominata Predappio, III-31-03.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1958a, Ricerca di minerale di solfo denominata Predappio, III-33-34-21.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1958b, Ricerca di minerale di solfo denominata Predappio, III-33-34-32.

Bibliografia

- G. BELVEDERI, M.L. GARBERI, S. GONNELLA, E. LUCCHI, G. ROSSI 2015, *Miniera di Predappio Alta (Emilia-Romagna): ricostruzione 3D*, in L. DE NITTO, F. MAURANO, M. PARISE (a cura di), *Condividere i dati. Atti del XXII Congresso Nazionale di Speleologia. EuroSpeleo Forum 2015*, (Pertosa-Auletta, 30 maggio-2 giugno 2015), (Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIX), s.l., pp. 143-148.
- F. CENDRON 2012, *Il Progetto cSurvey*, "Speleologia Emiliana" s. V, XXIII, 3, pp. 36-45.
- E. LUCCHI 1987, *Rilievi Geologici e Topografici nella Miniera di Predappio Alta*, Relazione inedita.
- E. LUCCHI 1991, *Miniera di Predappio alta. Storia ed evoluzione della miniera dalla Escavazione all'utilizzo turistico-culturale*, in S. LOLLETTI, M. TOZZI FONTANA (a cura di), *La miniera tra documento, storia e racconto, rappresentazione e conservazione*, Bologna, pp. 125-139.
- P. PERINI 2000, *La miniera di Predappio*, "Paesi di zolfo" I, 5, pp. 6-8.
- PROVINCIA FORLÌ 1866, *Monografia statistica, economica, amministrativa della Provincia di Forlì, Allegato 2*, Forlì.
- A. SCICLI 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della Regione Emilia-Romagna*, Modena.

LE MINIERE DI BORATELLA

GIOVANNI BELVEDERI¹, MARIA LUISA GARBERI², SABRINA GONNELLA³,
FABIO PERUZZI⁴, GIOVANNI ROSSI⁵

Riassunto

Il lavoro presenta lo studio effettuato sul complesso di miniere di zolfo della Boratella, contrassegnate con i numeri 1, 2 e 3. Le miniere della Boratella hanno avuto un grande valore storico-sociale, rappresentando un'occasione di lavoro redditizia per gli abitanti della valle del Rio Boratella e dei territori limitrofi. Le miniere Boratella 1 e 2 hanno lavorato sicuramente a partire dal XVIII secolo e sono state chiuse alla fine dell'Ottocento, mentre la Boratella 3 ha lavorato fino agli anni trenta del XX secolo. Gli speleologi hanno cercato e localizzato le evidenze ancora presenti dell'antica attività mineraria.

Parole chiave: miniera di Boratella, Gessi e Solfi della Romagna Orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, zolfo, gesso, speleologia in cavità artificiali, Cesena.

Abstract

The paper presents the study about the mining complex of Boratella: Boratella 1, Boratella 2 and Boratella 3 (Province of Forlì-Cesena). The Boratella mines had a significant industrial, historic and social value, because the mines was an important place of work for the local people. The Boratella 1 and 2 mines worked surely since 18th century until the end of 19th century; the Boratella 3 mine worked until the 1930 ca. The Speleologists found and localized the old evidences of the old mining activities.

Keywords: Boratella Mine, Eastern Romagna Gypsum and Sulfur, Emilia-Romagna Regional Speleological Federation, Sulfur, Gypsum, Speleology in Artificial Cavities, Cesena.

Introduzione

L'area dove si sono aperte le miniere della Boratella si trova nelle prime colline a sud-ovest della città di Cesena ad una quota attorno ai 200 metri sul livello del mare.

Il Rio Boratella è un affluente in sinistra idrografica del Fiume Savio, nel quale confluisce all'altezza di Bacciolino. Il paesaggio è, oggi, in prevalenza agricolo con zone calanchive in forte dissesto. La sola presenza d'imponenti depositi residui della lavorazione dello zolfo, incisi

dal torrentello, parla ad un occhio attento del lontano passato minerario dell'area (fig. 1).

Inquadramento geologico

Nell'area in cui si aprivano le miniere della Boratella affiorano la Formazione Gessoso Solifera e la Formazione a Colombacci, entrambe messiniane. La serie dei terreni dell'area non si differenzia molto da quelli che affiorano nelle altre valli del Cesenate (REGIONE EMILIA-RO-

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - sgonnella@libero.it

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - fabio.peruzzi@gmail.com

⁵ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - shotokai-2kyu@libero.it

MAGNA 2012) (fig. 2).

Dal punto di vista strutturale il bacino minerario occupa il fondo di una sinclinale molto disturbata da una serie di fratture e dislocazioni di notevole entità. Gli strati si presentano fortemente ondulati. Al fondo della sinclinale lo strato solfifero s'ispessisce e aumenta in ricchezza, nelle ondulazioni che creano piccole anticlinali secondarie, viene assottigliato e perde di potenza. Nei punti di massimo spessore lo strato arrivava a 5 metri, ma per tratti molto brevi. La ricchezza del minerale, pur essendo tra le maggiori del Cesenate, non superava mai il 12% nel calcarone. Il minerale che si estraeva era costituito da marna solfifera, che passava lateralmente a gesso o a calcare puri. Il giacimento era quindi costituito da un'alternanza di ricche lenti produttive, localmente dette «fosse», e da zone sterili, dette «cavalli di gesso» (SCICLI 1972, p. 93).

Inquadramento storico

I lavori nelle miniere di Boratella erano già attivi nel XVIII secolo: il conte Marco Fantuzzi nel suo libro di memorie, in un elenco delle miniere di zolfo romagnole redatto nel 1788,

cita infatti la miniera di «Burattella o Ciola» come «miniera attiva» con quattro bocche che estraevano la pietra sulfurea (FANTUZZI 1788, p. CCX).

Nella monografia Statistica della Provincia di Forlì, è pubblicata una relazione dell'ingegnere inglese Richard, datata 22 giugno 1864, che cita la miniera Boratella come un'unica miniera, descritta come florida, promettente e aperta da poco (PROVINCIA DI FORLÌ 1864, p. 51).

Il giacimento della Boratella che poteva costituire un'entità vantaggiosa da sfruttare in maniera unitaria, fu invece suddiviso in quattro concessioni, affidate a ditte diverse che si ostacolarono vicendevolmente, a discapito del profitto ricavabile (SCICLI 1972, p. 93).

Boratella 1

La miniera Boratella 1 nel 1870 era affidata in concessione a Natale Dellamore, Giuseppe Prosperini e Mazzuoli Cicognani. Attraverso vari passaggi di proprietà pervenne nel 1917 alla società Montecatini.

La miniera fu produttiva ininterrottamente per 43 anni, iniziò il declino verso il 1895 e cessò completamente la produzione nel 1903.



Fig. 1 – Posizionamento geografico (cartografie Regione Emilia-Romagna).

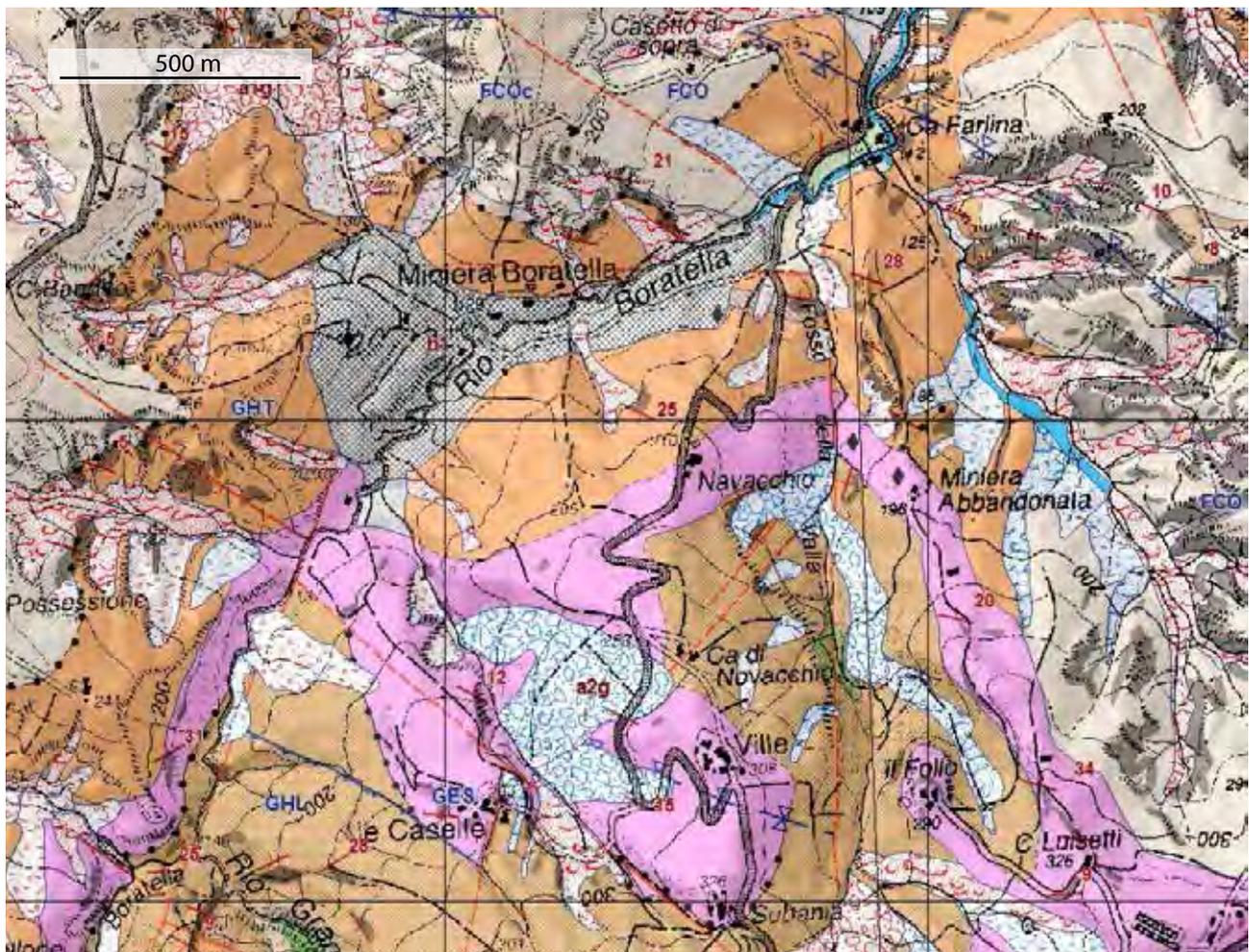


Fig. 2 – Inquadramento geologico dell'area delle miniere di Boratella; in rosa la Formazione Gessoso-solfifera; l'area con il reticolato grigio si riferisce all'estensione dei rosticki (cartografie Regione Emilia-Romagna).

La produzione complessiva fu di 133.100 tonnellate di solfo greggio. Il numero medio degli operai impiegati fu di 730 unità. La miniera coltivò una grande lente detta appunto “Lente Boratella 1°” e alcune minori, di cui una era chiamata “Lente del Vescovo”. Il metodo di coltivazione adottato era quello in uso nel momento, per gallerie e pilastri abbandonati, a scacchiera (SCICLI 1972, p. 94). Nella mappa del 1901, ritrovata al Museo Sulphur di Perticara, sono apprezzabili gli immensi vuoti di coltivazione (ARCHIVIO DEL MUSEO “SULPHUR” 1901) (fig. 3).

Durante la vita della miniera furono scavati numerosi pozzi, sia per estrarre il minerale sia per cercare di intercettare la lente di zolfo in direzione nord, sempre con risultati negativi. Questi scavi furono effettuati principalmente sul versante del Torrente Borello, a nord della miniera, nel permesso limitrofo Piavola, in mano alla medesima società di gestione (ARCHIVIO DI STATO s.d.).

Il Pozzo 4 (profondo 262 metri) fu teatro di una disgrazia il 31 luglio 1889, nella quale perirono due minatori. Il cavo dell'argano si sfilò e la gabbia precipitò al fondo con a bordo i due uomini (MAGALOTTI 2006, p. 8).

Boratella 2

La miniera Boratella 2 era affidata in concessione già dal 1869 a Giovanni Petrucci & C. (SOCIETÀ RICERCA STUDIO ROMAGNA MINERARIA 2000, p. 5). Al distretto minerario non risultano lavori precedenti al 1863, nonostante lo scritto del Conte Fantuzzi, probabilmente a causa del passaggio tra lo stato pontificio e il Regno d'Italia. Attraverso numerosi passaggi di proprietà, essa pervenne nel 1917 alla Montecatini. La miniera fu attiva per 38 anni ininterrottamente dal 1865 al 1904 con una produzione complessiva modesta di 54.000 tonnellate di solfo greggio. La miniera coltivò

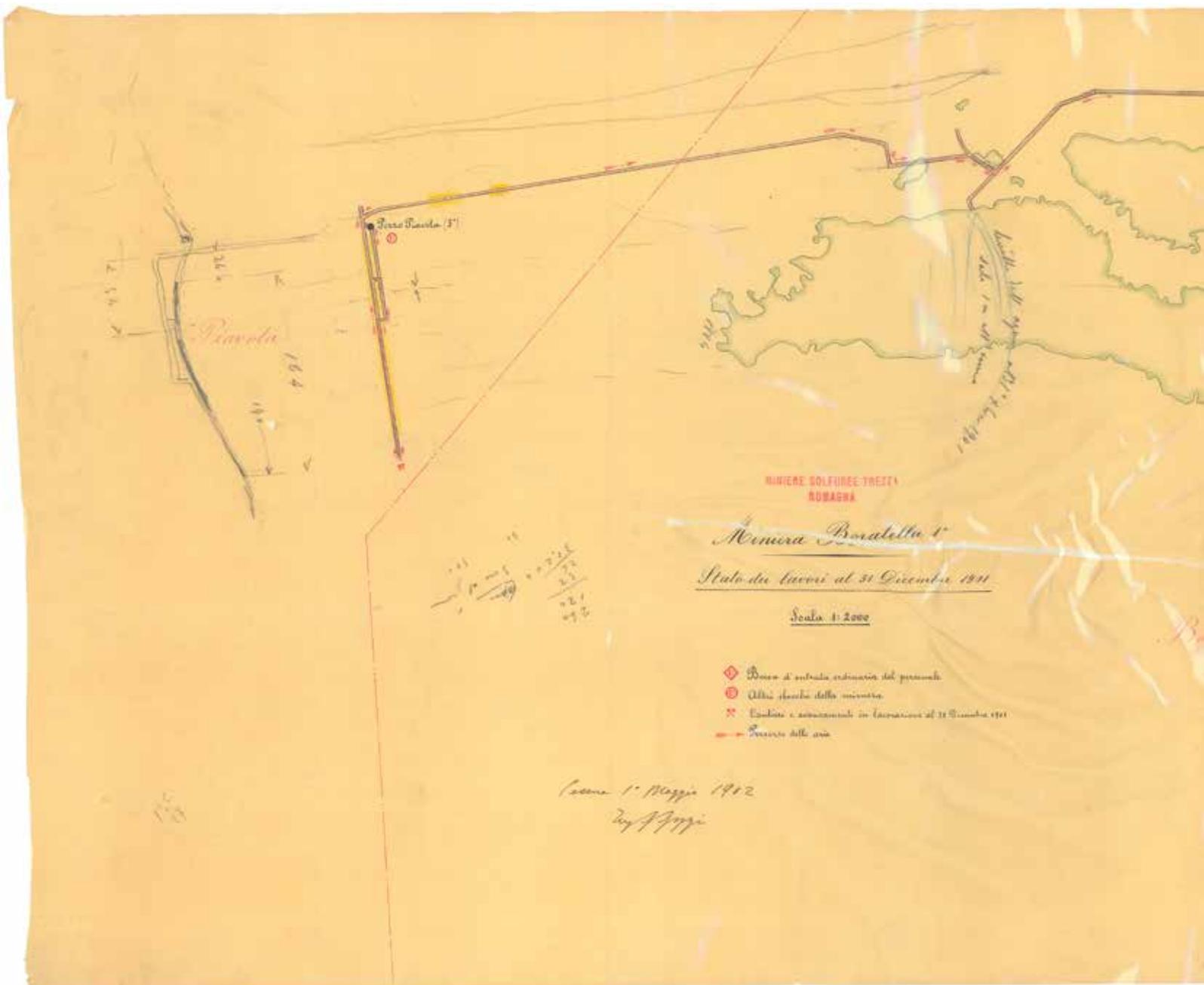


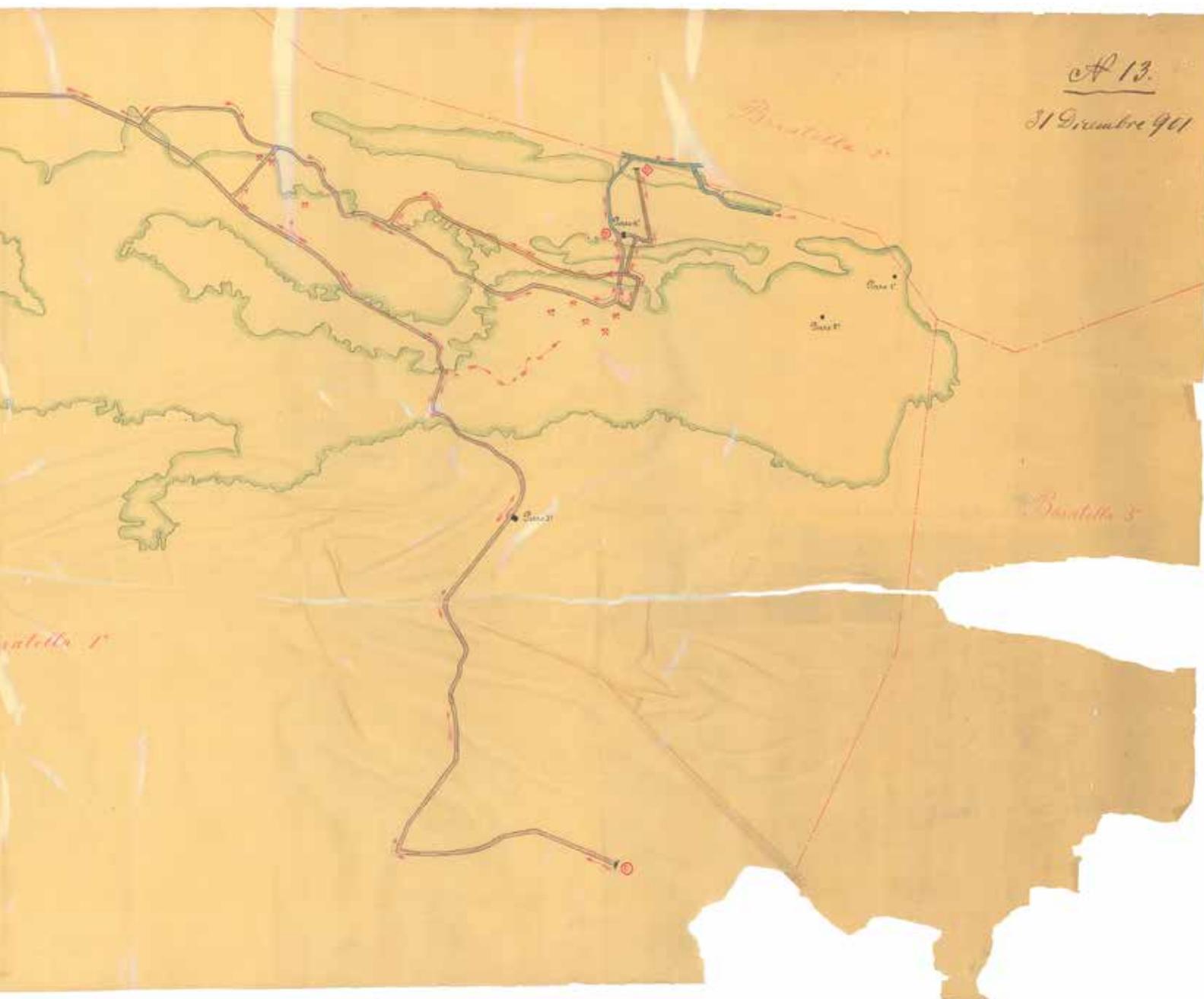
Fig. 3 – Planimetria della miniera Boratella 1 del 1901. Scala originale 1:2000 (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR").

il lembo marginale della grande lente della Boratella (SCICLI 1972, p. 94). I vari proprietari fecero numerosi lavori di ricerca verso la valle del Borello per intercettare nuovi strati solfiferi, purtroppo senza fortuna: riuscirono solo a constatare che lo strato si assottigliava fino a suddividersi in piccolissime lenti, tipiche dei giacimenti a corona. Lo spessore dello strato solfifero nella concessione Boratella 2 non superò mai i due metri. Il metodo di coltivazione fu a pilastri abbandonati, che venne sostituito dal metodo per ripiene nel 1875 (SCICLI 1972, p. 95). La miniera fu teatro di numerosi incidenti, come quello del giorno 11 dicembre

1869, quando cinque minatori furono travolti da un crollo e asfissati dalle esalazioni sotterranee, riuscendo comunque a salvarsi (SOCIETÀ RICERCA STUDIO ROMAGNA MINERARIA 2000, p. 4).

Boratella 3

La miniera Boratella 3 era la più importante dell'area; nel 1870 era accordata in concessione a Giovan Battista Balducci, Paolo Grazi, Lino Ricci, Gaetano e Luigi Petrucci, i quali l'affittarono con atto notarile a Natale Dellamore che fu il protagonista principale di tutta



la storia del giacimento Boratella (SCICLI 1972, p. 96). La sua capacità e la sua voracità avranno un'influenza, anche negativa, sullo sviluppo delle vicende minerarie dell'area. Il Dellamore costruì una ferrovia ippotrattata che trasportava lo zolfo estratto fino allo sbocco nella valle del Savio a Bacciolino; permetteva l'utilizzo a prezzi proibitivi anche alle altre due miniere, costringendole a spese impossibili da sostenere. Questo non lo salvò dal fallimento, che nel 1873 lo travolse (MAGALOTTI 1998, p. 71). Nel 1924 la concessione passò alla società Zolfi (ARCHIVIO DI STATO 1925) e nel 1937 alla società Montecatini, che la accorpò insieme alle altre

due concessioni, per poi rinunciarle nel 1956 (ARCHIVIO DI STATO 1964).

La miniera si trovava sul versante opposto del Rio Boratella, rispetto alle altre due miniere, in sinistra orografica, ed estraeva dal lembo sud-est dalla grande lente Boratella. La miniera ebbe uno sviluppo molto rapido, grazie alla sua posizione topografica favorevole, alla profondità limitata del giacimento, alla sua ricchezza e all'assenza assoluta di acqua (SCICLI 1972, p. 97).

La coltivazione era eseguita per pilastri abbandonati, a scacchiera non regolare, dato che si preferiva lasciarli dove era presente materiale



Fig. 4 – Voragine del Pozzo Fondoni, 1985 (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).

sterile. Questo comprometteva notevolmente la stabilità delle camere; la miniera infatti fu teatro di numerosi gravi crolli: rimase famoso quello del 1875, il quale causò la completa rovina dell'area di estrazione, con la formazione di un crepaccio di 400 metri di lunghezza, dal letto del Rio Boratella fino al Pozzo Navacchio. A seguito di un tale disastro verrà impiegato almeno in parte il metodo della ripiena (SCICLI 1972, p. 97).

Il giorno 5 febbraio 1985 si aprì una voragine di 20-30 metri di diametro, nel campo attiguo a dove sorgeva il Pozzo Fondoni, che interessò una profondità di circa 150 metri (ARCHIVIO DI STATO 1986) (fig. 4). Dopo un paio d'anni di trattative la società Montecatini compì un intervento di ripristino, sebbene non obbligata a termini di legge, tombando la voragine (ARCHIVIO DI STATO 1987).

La miniera fu produttiva dal 1868 al 1902, poi

nuovamente dal 1925 al 1933, per un totale di 162.000 tonnellate di solfo greggio estratto (SCICLI 1972, p. 104).

La ricerca nell'archivio del Museo Sulphur e all'Archivio di Stato di Bologna ha permesso, attraverso il confronto e la georeferenziazione di alcune mappe, di effettuare un ridisegno dello schema delle gallerie e dei vuoti di coltivazione delle tre miniere, almeno per quanto è stato trovato (fig. 5).

Situazione odierna

Oggi nella valle del Rio Boratella, nonostante l'importanza che le miniere hanno avuto nella società cesenate, non rimane assolutamente nulla (fig. 6). Il tempo, l'indifferenza e l'incuria verso un patrimonio testimoniale così peculiare hanno cancellato ogni cosa, salvo i grandi

depositi di detriti, detti “brusaia” o “rosticci”, che il torrente incide mettendoli in chiaro. L’agglomerato di costruzioni della Boratella 1 è scomparso, se si escludono un paio di edifici restaurati, oggi ad uso abitativo privato, un pozzo sigillato e un grande muro di un rudere di dimensioni imponenti, che probabilmente era l’edificio dell’argano. Purtroppo il muro, tutto costruito in massi di gesso è crollato durante l’ultimo inverno.

Il pozzo è stato disceso nel 2011 dagli speleologi dello Speleo Club Forlì, per una profondità di circa 20 metri, profondità alla quale si presenta ostruito di terra. Il pozzo ha un diametro di circa 2,5 metri ed è camiciato in mattoni, sono presenti nicchie per le armature. La camiciatura è interrotta, appare la roccia costituita da marne molto fogliettate, che hanno originato un crollo che forma una “sala” circolare del diametro di circa 8 metri. Non sono stati rilevati cunicoli o gallerie laterali ed il tappo di terra e roccia che ostruisce il pozzo si presentava piuttosto asciutto.

La georeferenziazione e il ridisegno della cartografia, ritrovata all’Archivio di Stato di Bologna, relativa alla miniera Boratella 1, pongono a pochi metri dal manufatto ritrovato il Pozzo 3, di cui non è stata ritrovata notizia della profondità effettiva (ARCHIVIO DI STATO 1904a) (fig. 5).

Gli speleologi con la mappa georiferita sopra alle foto aeree hanno cercato altre evidenze sopravvissute. Risalendo il pendio fra campi arati, lungo le tracce delle gallerie, in prossimità della probabile ubicazione del Pozzo 4, si nota un avvallamento dove ristagna l’acqua: presumibilmente è ciò che resta del pozzo. La georeferenziazione proposta dei due pozzi contrasta con il posizionamento ipotizzato da D. Fagioli in suo recente scritto (FAGIOLI 2015, p. 24), che pone il Pozzo 3 più in alto, a mezza costa, al posto del Pozzo 4. La georeferenziazione è stata effettuata a partire da una carta del 1904 allegata ad una concessione, ritrovata all’Archivio di Stato Bologna (ARCHIVIO DI STATO 1904b) (fig. 7). Osservando la carta, che ha una base topografica in stile IGM semplificato, si nota con chiarezza come il Pozzo 3 si trovi in prossimità delle case del nucleo Boratella 1, mentre il Pozzo che è posto nord dell’abitato, un poco più alto, appunto a mezza costa, è il numero 4. Anche il disegno del 1866 (MAGALOTTI 1999, p. 33) ritrae i cantieri della miniera Boratella 1 e mostra un pozzo, nella

medesima posizione del manufatto ritrovato, ovvero nel fondo della valletta, in un’ansa del Rio Boratella, alla confluenza con il Fosso Boratella, confortando l’ipotesi che il manufatto ritrovato sia il pozzo 3.

Una vecchia fotografia presumibilmente della fine dell’Ottocento (MAGALOTTI 1998, p. 63) (fig. 8) ritrae alcuni pozzi della Boratella con una didascalia che indica le miniere fotografate: Boratella 1, 2 e 3 contemporaneamente. Nella foto si vedono due edifici; uno di questi viene indicato da Fagioli (FAGIOLI 2015, p. 24) come l’antica caserma dei carabinieri, presente sul luogo del complesso minerario, a causa dei turbolenti momenti storici della seconda metà dell’Ottocento. Oggi nella valletta una casa restaurata viene indicata dalla gente del luogo come l’antica caserma (fig. 9), ma certamente non è quella ritratta nella foto antica, perché morfologicamente molto diversa; quindi l’ipotesi di Fagioli, basato sul riconoscimento della caserma, perde il suo principale fondamento, da cui discendono il riconoscimento delle miniere. Naturalmente la casa può anche essere stata ricostruita, ma in questo caso qualsiasi edificio può essere indicato come tale. Questo particolare è molto importante per cercare di ubicare il punto di vista della fotografia, perché la posizione della presunta caserma può capovolgere le interpretazioni.

Gli autori hanno quindi cercato di riprodurre, in una foto attuale (fig. 10), il campo di ripresa della foto antica. Hanno virato in scala di grigi la foto moderna, perché assomigli maggiormente alla foto antica; hanno riconosciuto alcuni particolari morfologici, a prescindere dalle modifiche del tempo, comuni alle due foto, come i profili dei crinali e la forma dei pendii e quindi hanno posizionato il punto di vista della foto antica presumibilmente alle spalle del pozzo 1 (fig. 5) della Boratella 1. Per verificare l’ipotesi sono state sovrapposte alla foto in bianconero parti della foto antica, nei punti in cui dovrebbero posizionarsi gli elementi ritratti: oggi sono ancora riconoscibili i terrapieni su cui sorgevano gli edifici minerari e un pozzo, non presente nelle mappe consultate, della Miniera Boratella 3, ma presente sul progetto della ferrovia ippotrattata (MAGALOTTI 1999, p. 51). Georeferenzando il disegno della ferrovia sulla carta tecnica regionale, il Pozzo Grazi (NICCOLI 1893, p. 38) si posiziona esattamente sul terrapieno ripreso dalla foto ottocentesca (fig. 11). Nella miniera Boratella

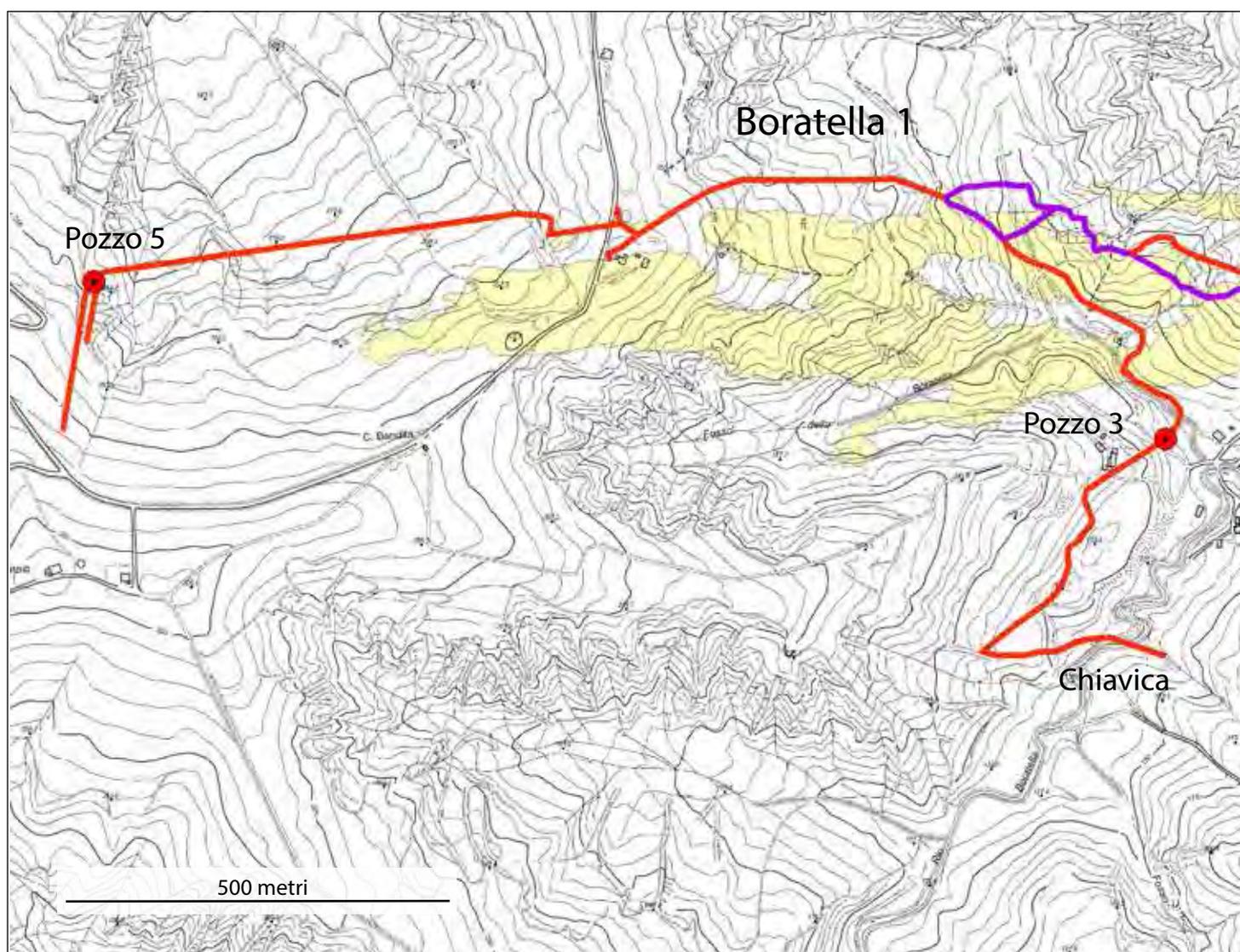
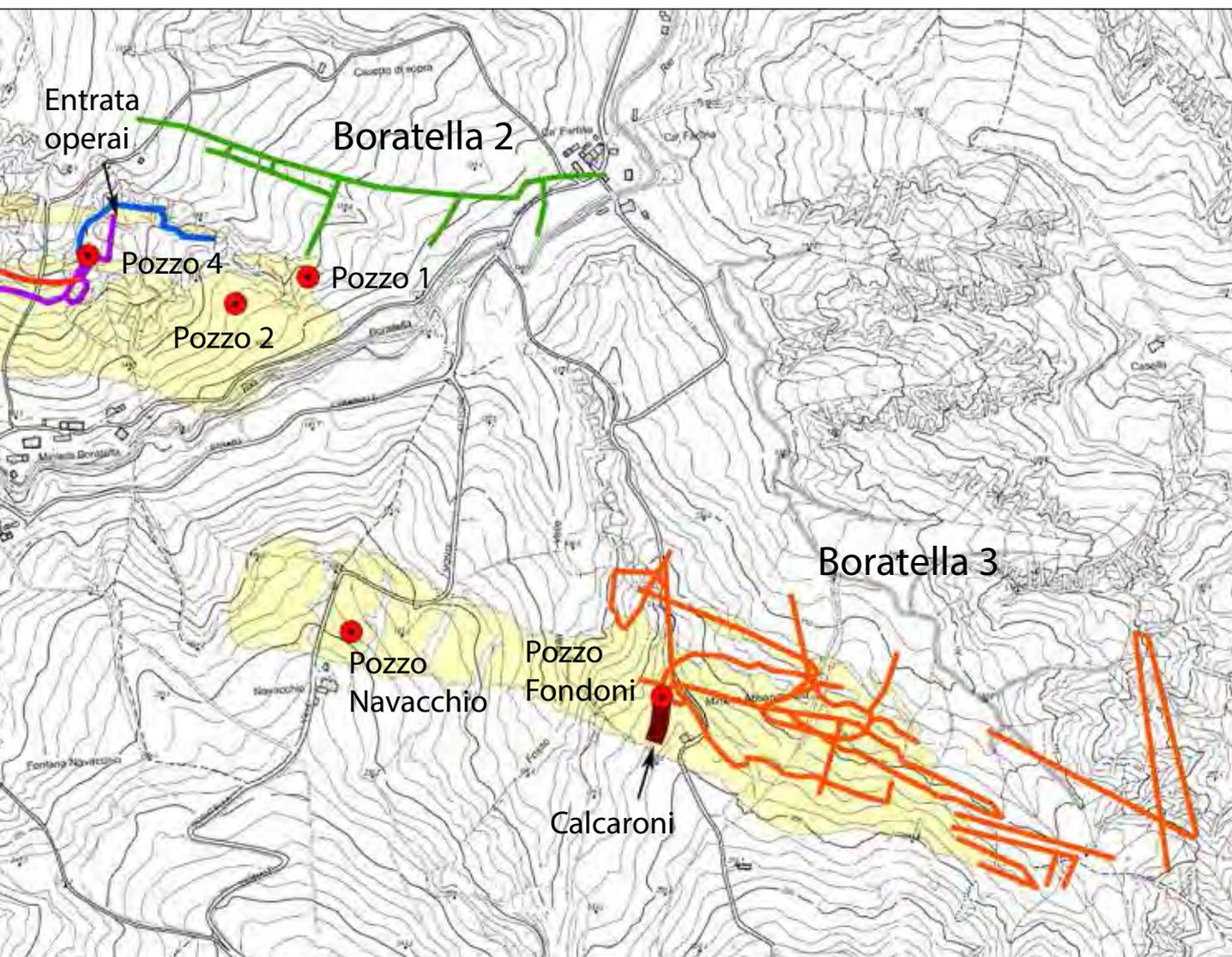


Fig. 5 – Georeferenziazione e ridisegno delle gallerie delle miniere Boratella 1 e 2 su CTR della Regione Emilia-Romagna (elaborazione M.L. Garberi).

3 erano stati scavati numerosi pozzi, che non sono stati ancora ubicati; ad esempio nella rivista del Servizio minerario del 1889 si nomina il Pozzo Fanini (NICCOLI 1890, p. 28) della Boratella 3, per un grave incidente occorso, di cui non è stato possibile trovare l'ubicazione. Il pozzo più alto che Fagioli indica come Pozzo 3 è invece, secondo la presente ricostruzione, il Pozzo Fondoni, ritratto da vicino in un'altra foto di inizio '900 (fig. 12) (MAGALOTTI 1998, p. 72), ben riconoscibile su entrambe le foto per la presenza di una batteria di calcaroni che affiancano l'edificio della macchina a vapore e che sono ancora presenti oggi sul pendio (fig. 13), accanto ai ruderi di un edificio. Concludendo, la didascalia corretta, secondo la presente interpretazione, dovrebbe essere: miniera Boratella 1 e miniera Boratella 3.

Nella medesima pubblicazione (FAGIOLI 2015, p. 25), Fagioli dà conto del ritrovamento dell'ubicazione dei calcaroni della Boratella 1, con l'ausilio di una immagine da Google Earth. Una felice combinazione temporale e la situazione del campo, non ancora arato, mostra la presenza di un *pattern* a fenomeni circolari in fila che potrebbero essere interpretati come i calcaroni della Boratella 1. In queste occasioni è necessario consultare altri voli di anni diversi per cercare di capire se l'interpretazione dell'immagine è corretta. La consultazione dei voli AGEA 2008, 2011 e 2014 non dà certezza dell'interpretazione, perché il *pattern* a strutture circolari non è più così evidente nel medesimo campo. Il volo della Regione Emilia-Romagna del 1976, a colori e alla scala 1:13.000, non permette di apprezzare il *pattern*, perché



la parte del campo in oggetto è completamente boscata. Il volo G.A.I., realizzato dal Gruppo Aereo Italiano negli anni 1954-1956, è la prima ripresa stereoscopica in B/N dell'intero territorio italiano realizzata su *input* dell'Istituto Geografico Militare. Questo volo fu compiuto per la ricognizione dei danni inferti dai bombardamenti e la verifica dello stato di attuazione degli aiuti economici del piano Marshall; la scala media dei fotogrammi di circa 1:33.000. Consultando i fotogrammi riguardanti la zona d'interesse, si osserva la presenza di *pattern* che fanno pensare a strutture circolari, probabilmente sporgenti dal suolo in quegli anni, anzi si riconoscono anche strutture analoghe, parallele alla precedente a 160 metri, in direzione nord-ovest (fig. 14). Nel volo del 1954 si notano dei *pattern* circolari anche in altre due

zone: a est del pozzo 3, in sinistra idrografica del Fosso Boratella e, più a valle, in destra idrografica del Rio Boratella, che potrebbero indicare la presenza di ulteriori batterie di calcaroni. Nella zona della Boratella 3 si notano bene i calcaroni ancora visibili nella vallata, che si raggiungono risalendo il versante opposto in destra idrografica, lungo una strada campestre all'interno di una macchia molto intricata; il loro *pattern* è abbastanza simile alle altre evidenze, quindi la loro presenza, conforta in qualche modo le precedenti interpretazioni.

Il calcarone è stato il metodo utilizzato per ottenere il solfo dalla roccia a partire dal 1850 ed è rimasto in uso fino alla fine della storia dell'industria solfifera italiana. Il calcarone era una fossa circolare scavata lungo un



Fig. 6 – Panoramica della valle del Rio Boratella (foto G. Belvederi).



Fig. 7 – Mappa del 1904 (ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA).



Fig. 8 – Foto del 1890-1900 pubblicata con la seguente didascalia: miniera di Boratella 1 detta degli inglesi, miniera di Boratella 2 detta dei francesi e miniera di Boratella 3 di Natale Dellamore (da MAGALOTTI 1998).



Fig. 9 – Casa indicata oggi come caserma dei carabinieri (foto G. Belvederi).



Fig. 10 – Foto attuale con posizionamento di elementi della foto ottocentesca (elaborazione G. Belvederi).

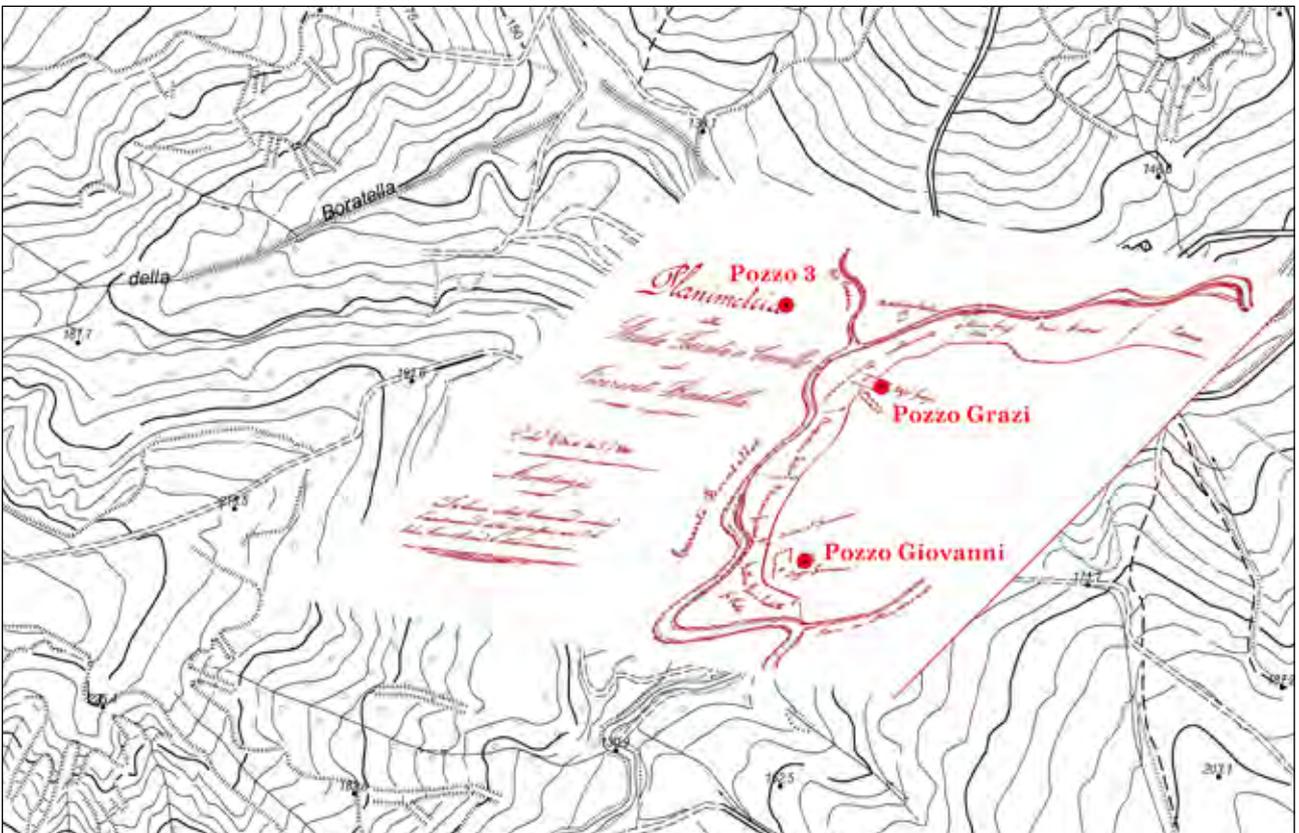


Fig. 11 – Georeferenziazione della planimetria della ferrovia ippotrainerata (MAGALOTTI 1998) (elaborazione M.L. Garberi).



pendio, con il fondo inclinato per permettere lo scolo del solfo fuso; anteriormente era circondato da un muro di mattoni alto 6-7 metri nel quale si apriva la bocca del forno: un vano abbastanza grande con il soffitto a volta (fig. 13). Alla base erano caricate pezzature grandi di minerale, poi via via sempre più piccole finì ad un'altezza di quattro o cinque metri. Il mucchio di minerale veniva poi coperto da materiale fine, scorie di precedenti fusioni, il "ginese". Il minerale era disposto in modo da lasciare canali di passaggio per l'aria, in cui erano introdotti dall'alto bastoni di legno accesi; in questo modo il solfo bruciava lentamente e si fondeva, separandosi dalla ganga, scendeva in basso e colava all'esterno dai fori predisposti all'interno di cassette di legno bagnate o di ghisa, dove si solidificava in pani da 50-60 kg. Il metodo del calcarone era poco redditizio, perché il solfo recuperato era circa il 60% della massa iniziale (RINALDI 1988, pp. 11-13).

I calcaroni della Boratella 3 sono oggi diroccati, alcuni sfondati; solo uno si presenta piuttosto integro, con ancora visibile la lastra di cotto con i fori per far uscire il solfo fuso (fig. 15).

Subito a monte della fila di calcaroni è presente il rudere di una cabina elettrica, ciò che resta delle costruzioni che sorgevano attorno al Pozzo Fondoni, nel cui campo adiacente si aprì la voragine nel 1985, oggi non più riconoscibile (fig. 8).

Conclusioni

Le rare foto delle miniere di Boratella di fine Ottocento ci mostrano l'architettura tipica delle miniere di quel periodo: alte ciminiere, costruzioni imponenti, cavalletti dei pozzi, case in pietra attorniate da un paesaggio brullo, avvelenato dai fumi.

Oggi la valle del Rio Boratella è assolutamente irriconoscibile, completamente coltivata, con ingenti dissesti e ampie zone calanchive. Numerose macchie boschive sono disseminate nei campi, alcune di esse celano ruderi, non sempre riconoscibili, quasi certamente legati al lavoro della miniera. Le case oggi sono rare, mentre nel passato hanno abitato nella vallata fino a 2500 persone.



Fig. 12 – Foto del 1900-1910 pubblicata con la seguente didascalia: «miniera di Boratella 3 pozzo e camino per il tiraggio dell'aria delle gallerie» (MAGALOTTI 1998).



Fig. 13 – Batteria dei calcaroni della miniera Boratella 3 (foto G. Belvederi).

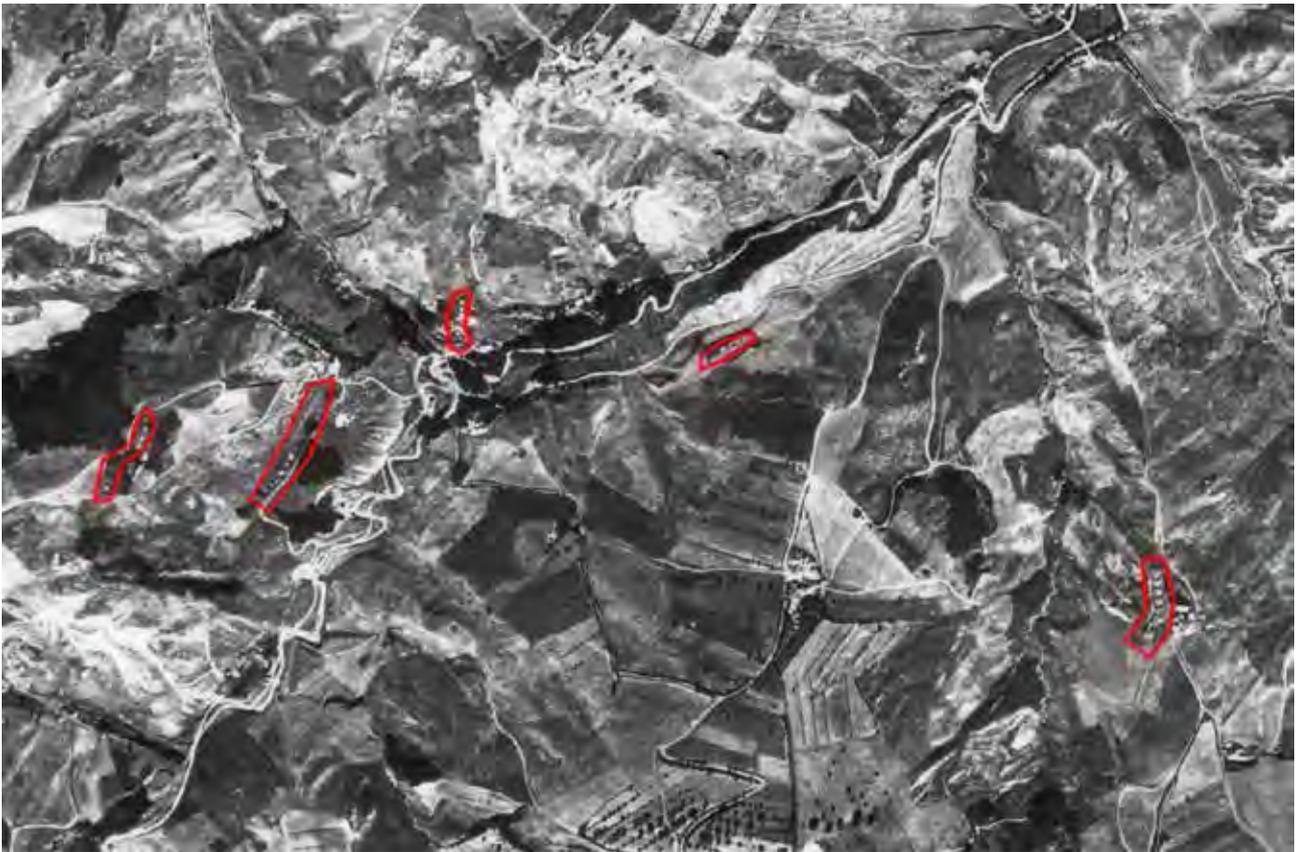


Fig. 14 – Stralcio del volo GAI 1954, fotogramma 8067, con evidenza dei *pattern* circolari (Regione Emilia-Romagna).



Fig. 15 – Bocca di un calcarone della miniera Boratella 3, lastra di cotto con i fori per far uscire il solfo fuso (foto G. Belvederi).

È incredibile come il tempo e l'uomo abbiano cancellato sistematicamente le tracce di un passato relativamente vicino e molto importante per la storia del territorio. È triste constatare che nessuno si sia occupato di salvaguardare il ricordo dell'attività estrattiva, come se il passato fosse da cancellare e in qualche occasione negare. Una celebre frase di Aristotele sosteneva che «l'unica cosa che è impedita a Dio, è di cancellare il passato» probabilmente perché prerogativa dell'umanità.

Fonti inedite

- ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR", Peticara (Novafeltria), 1901, *Miniere Solfuree Trezza Romagna, Miniera di Boratella 1ª Stato dei lavori al 31 dicembre 1901, Scala 1:2000*.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, s.d., Manoscritto "Miniere gruppo Boratella", in *Concessione Miniera di zolfo Boratella*, III-71-02.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1904a, Planimetria "Allegato III", in *Concessione Miniera Boratella 1*, I-00-079.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1904b, Planimetria "Allegato I", in *Concessione Miniera Boratella 1*, I-00-079.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1925, Dattiloscritto "Riassunto cronologico dei trapassi delle Miniere solfuree di proprietà della Società Zolfi – Società Nazionale Industria Zolfi", in *Concessione Miniera di zolfo Boratella*, III-71-02.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1964, Dattiloscritto "Trascrizione dei decreti di rinuncia", in *Concessione Boratella*, I-00-077.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1986, Dattiloscritto "Verbale di sopralluogo", in *Miniera Boratella ex Pozzo Fondoni*, I-00-078.

ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1987, Dattiloscritto "Sistemazione Pozzi franati", in *Chiusura voragine Pozzo Fondoni*, I-00-080.

Bibliografia

- G. BELVEDERI, M. FOSCHINI, M.L. GARBERI, S. GONNELLA, G. ROSSI 2015, *Le miniere di Boratella 1, 2 e 3*, "Speleologia Emiliana", s. V, XXXVI, 6, pp. 66-73.
- D. FAGIOLI 2015, *Miniere dismesse e archeologia industriale a Sogliano e nella Valle del Savio*, in C. RAVARA MONTEBELLI (a cura di), *Miniere solfuree e carbonifere tra Sogliano al Rubicone, Repubblica di San Marino e Peticara*, (Atti delle Giornate Internazionali di Studio), s.l., pp. 20-26.
- M. FANTUZZI 1804, *Memorie di vario argomento del Conte Marco Fantuzzi*, s.l.
- P.P. MAGALOTTI 1998, *Paesi di zolfo, le miniere di zolfo del cesenate*, Cesena.
- P.P. MAGALOTTI 1999, *Museo delle miniere*, Cesena.
- P.P. MAGALOTTI 2006, *Disgrazia in miniera, "Paesi di zolfo" VII*, 6, p. 8.
- E. NICCOLI 1890, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1889", pp. 5-62.
- E. NICCOLI 1893, *Distretto di Bologna*, "Rivista del Servizio minerario del 1891", pp. 5-42.
- PROVINCIA DI FORLÌ 1866, *Monografia statistica, economica, amministrativa della Provincia di Forlì*, Forlì.
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2012, *I geositi dell'Emilia-Romagna – Miniera di Boratella 2039*, <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/geositi/> [consultato il 8 settembre 2016].
- I. RINALDI 1988, *Peticara, la miniera di zolfo, la sua gente*, Verucchio.
- A. SCICLI 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna*, Modena.
- SOCIETÀ RICERCA STUDIO ROMAGNA MINERARIA 2000, *Brevi di storia locale, "Paesi di zolfo" I*, 1, p. 5.

CONTENUTI AGGIUNTIVI MULTIMEDIALI

Il DVD allegato al volume contiene il file ad alta risoluzione della fig. 3.

RICERCA CAMPOBINDI

GIOVANNI BELVEDERI¹, MARIA LUISA GARBERI², FABIO PERUZZI³, MATTEO BORGHESI⁴

Riassunto

Il lavoro presenta lo studio effettuato sulla ricerca di zolfo Campobindi, scavata nel territorio di Sant'Agata Feltria, in provincia di Rimini. La ricerca è stata una realtà molto modesta tra le tante che hanno contornato il grande giacimento sfruttato dalle miniere di Perticara-Marazzana. Gli speleologi hanno cercato e localizzato le evidenze ancora presenti dell'antica attività mineraria.

Parole chiave: ricerca Campobindi, Gessi e Solfi della Romagna Orientale, Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, zolfo, gesso, speleologia in cavità artificiali, Sant'Agata Feltria.

Abstract

The paper presents the study about the mining research of Campobindi in the municipality of Sant'Agata Feltria (Province of Rimini, Northern Italy). The Campobindi research was a little site around the biggest Sulfur vein of Perticara Mine. The Speleologists found and localized the old evidences of the old mining activities.

Keywords: Campobindi Research, Eastern Romagna Gypsum and Sulfur, Emilia-Romagna Regional Speleological Federation, Sulfur, Gypsum, Speleology in Artificial Cavities, Sant'Agata Feltria.

Introduzione

L'area dove è stata scavata la ricerca di zolfo Campobindi si trova nelle immediate vicinanze, a 800 metri a N-NW, dell'abitato di Sant'Agata Feltria, presso la frazione di San Donato, accanto al cimitero (fig. 1). Il toponimo si ritrova scritto sia con un'unica parola, sia con le due parole staccate Campo Bindi; per comodità verrà utilizzata la dizione unica.

Inquadramento geologico

Le gallerie della ricerca Campobindi sono state scavate all'interno della Formazione Gesso-

so Solfifera di epoca messiniana, precisamente nella *litofacies* risedimentata di origine clastica che portava il nome classico di Ghioli di Tetto, oggi compresa nella Formazione di Sapigno (ROVERI, MANZI 2007, p. 304) (fig. 2).

Inquadramento storico

Le prime informazioni trovate riguardanti attività di ricerca ed estrazione di zolfo nella zona di Campobindi provengono da un grazioso scritto del Conte Marco Ginanni Fantuzzi, nipote di quel Conte Fantuzzi, autore di articoli sulle miniere di zolfo, nelle sue *Memorie*. Nel 1845 Ginanni Fantuzzi dedica ad una ni-

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - giovanni.belvederi@regione.emilia-romagna.it

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Commissione Cavità Artificiali SSI - marialuisa.garberi@regione.emilia-romagna.it

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - fabio.peruzzi@gmail.com

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - matteo.borghesi91@gmail.com

pote, Maria, un libretto per rallegrarsi delle sue nozze, parlando di «coserelle geologiche de' monti Sub-Appennini di S. Agata Feltria», di cui la nipote era appassionata. Tra le descrizioni geologiche si legge che nel Campobindi furono scavati due o tre pozzi per la ricerca del minerale e che nella rupe a sud fu scavata una grande galleria per estrarre lo zolfo e dalle pareti colava copioso il bitume (GINANNI FANTUZZI 1845, pp. 8-9). Nel 1886 Giuseppe Celli, piccolo imprenditore minerario locale già attivo a Sapigno (vedi BELVEDERI *et alii*, *Le antiche miniere di zolfo del territorio di Sapigno. La miniera "Inferno"*, in questo stesso volume), pensò di aver trovato un giacimento interessante presso l'abitato di San Giovanni, limitrofo al grande giacimento sfruttato dalla miniera di Perticara; in realtà si trattava di una lente limitata all'estremo lembo dello stesso giacimento. La ricerca diede anche una piccola produzione di 35 tonnellate di zolfo nel 1886 e di 3 tonnellate nel 1893 (SCICLI 1972, p. 63). Il giorno 1 maggio 1896 a Campobindi si verificò un grave incidente, dove perse la vita un minatore: fu utilizzato un verricello inadatto nell'argano e una fune di acciaio molto vecchia e logora, che si spezzò facendo precipitare il secchione nel pozzo con il malcapitato operaio (NICCOLI 1896, p. 29). L'anno seguente, in data 17 ottobre, in una galleria che sfociava in un pozzo, senza sbocco all'esterno, avvenne uno scoppio di gas, e due operai,

Paolo Valli e Antonio Succi, furono ustionati in modo grave. La galleria era ventilata con una semplice tubazione di tela, che partiva dal pozzo; gli operai dichiararono di aver usato lampade di sicurezza solo per riconoscere la presenza di gas infiammabile e poi di aver proseguito il lavoro con lampade a fiamma libera. L'ingegnere del Distretto Minerario di Bologna, Niccoli, sospettò che lo scoppio fosse stato provocato dall'uso di un lume a fiamma libera senza aver preventivamente usato la lampada di sicurezza. Lo scoppio fu di poca intensità e per fortuna non coinvolse altri tre operai che si trovavano sulla traiettoria delle fiamme nella galleria di carreggio e al verricello del pozzo (NICCOLI 1897, pp. 22-23). Il Celli proseguì le sue ricerche fino al 1905, scavando fino a 472 metri di gallerie, quattro pozzi per un totale di 87 metri e 146 metri di discenderie (BATTISTELLI 2004, p. 10). Nel 1907 il Celli scavò una galleria più a nord, con risultati negativi: dopo aver attraversato le marne e i gessi trovò infatti il calcare solfifero sterile (SCICLI 1972, p. 63). Nel 1908 il Celli scrisse all'ingegnere capo del Distretto Minerario, chiedendogli di visitare i suoi lavori a Campobindi, dove una galleria da lui appena scavata emetteva un getto di acqua, che lasciava depositi di zolfo «inflammabilissimi». L'imprenditore si dichiara «imperterrito e sfortunato», e chiede all'ingegnere consigli e suggerimenti in merito alla direzione per



Fig. 1 – Posizionamento geografico (cartografie Regione Emilia-Romagna).

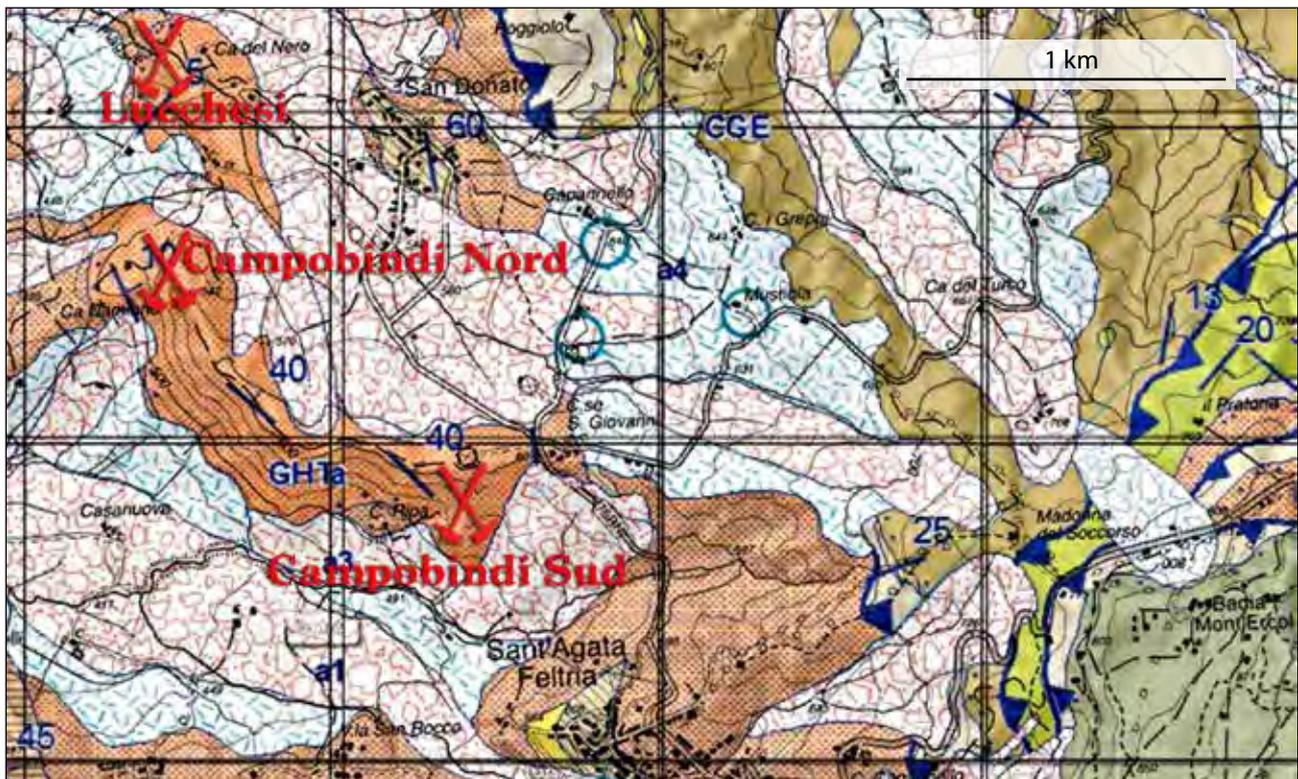


Fig. 2 – Inquadramento geologico dell'area della ricerca Campobindi, che si apre nella Formazione di Tetto nella sua facies costituita da gessi risedimentati (cartografie Regione Emilia-Romagna).

la prosecuzione dei lavori (ARCHIVIO DI STATO 1908) (fig. 3). Il Celli chiese al Prefetto un nuovo permesso di ricerca a Campobindi il 4 gennaio 1910, permesso accordato per due anni il 20 maggio 1910 (ARCHIVIO DI STATO 1910). Nel 1917 il permesso fu rinnovato per due anni alla vedova di Celli, la signora Girolama Rossi, che lo cederà definitivamente nel 1920 alla Montecatini (ARCHIVIO DI STATO 1920) (fig. 4). Nel 1923 furono eseguiti piccoli lavori di manutenzione e piccoli scavi (RIBONI 1924, p. 3). La Montecatini, tramite l'ingegnere Abramo Parisio, direttore di Perticara, rinnovò il permesso il 26 ottobre 1925 (ARCHIVIO DI STATO 1925) e lo rinunciò allo scadere dei due anni nel 1927 (BATTISTELLI 2004, p. 10).

Situazione odierna

Per rintracciare la ricerca Campobindi, gli speleologi hanno utilizzato le coordinate presenti sullo SCICLI (1995), le hanno trasformate in un sistema di riferimento moderno e sovrapposte alla cartografia regionale. Le coordinate si sono rivelate esatte e nella piccola parete gessosa a sud del Cimitero di Sant'Agata è stata trovata l'ingresso alle gallerie

della ricerca (fig. 5). Una frana ha cancellato il vecchio ingresso e tra i detriti della frana è possibile entrare, attraverso uno scoscendimento quasi verticale di circa tre metri, raggiungendo la conoide di massi che ingombra il pavimento. Purtroppo il foro di ingresso viene utilizzato come discarica di ogni tipo di rifiuto, tra cui cadaveri di pecore. Scendendo la conoide verso est, ci si trova in una grande caverna di 4 metri per 3, dalle pareti tagliate a gradoni, probabilmente per cavare il gesso, quasi certamente la caverna che il Conte Ginanni Fantuzzi descriveva nel suo scritto (fig. 6). Scendendo la conoide verso ovest si percorre una galleria più stretta, di circa una trentina di metri che termina in frana.

La ricerca ha uno sviluppo di circa settanta metri complessivamente. Scicli in una mappa indica la presenza di due ricerche Campobindi, contrassegnando con il suffisso sud, quella presso il cimitero e nord un'altra galleria, che ubica circa 500 metri a settentrione della precedente (SCICLI 1995, p. 42). Gli speleologi hanno cercato nell'area probabile, dopo aver anche intervistato persone del luogo che li hanno accompagnati dove si apriva una galleria nel bosco, ma che ora è stata cancellata da una frana.



Fig. 5 – L'entrata della ricerca Campobindi (foto F. Peruzzi).



Fig. 6 – La grande caverna descritta dal Ginanni Fantuzzi (fotogramma video M.L. Garberi).

Conclusioni

L'esplorazione di ciò che resta della ricerca Campobindi ha in qualche modo commosso gli speleologi, perché, pur rappresentando una piccola realtà nella produzione dello zolfo, è stata sicuramente una ragione di vita e di lavoro per Giuseppe Celli, che vi ha cercato il minerale ininterrottamente per più di

trent'anni e ancor prima per altri, che nella prima metà dell'Ottocento vi hanno scavato pozzi e gallerie. È difficile, oggi, immaginare la realtà di un'epoca assai lontana, in cui uomini si aggiravano per la Romagna e il Montefeltro bucando in maniera selvaggia, alla ricerca dello zolfo, in uno scenario da corsa all'oro californiana, mentre le terre erano agitate dai venti del Risorgimento.

Fonti inedite

- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1908, Manoscritto “Lettera al Gentilissimo ingegnere”, in Ricerca di solfo Campobindi, III-388-10.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1910, Dattiloscritto “Decreto del Prefetto della provincia di Pesaro e Urbino”, in Ricerca di solfo Campobindi, III-388-10.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1920, Dattiloscritto “Lettera al Prefetto della provincia di Pesaro”, in Ricerca di solfo Campobindi, III-388-10.
- ARCHIVIO DI STATO DI BOLOGNA, DISTRETTO MINERARIO DI BOLOGNA, 1925, Dattiloscritto “Decreto del Prefetto della provincia di Pesaro”, in Ricerca di minerale di solfo Campobindi, III-44-03.

Bibliografia

- M. BATTISTELLI 2004, *Miniere a Campobindi*, “La Rocca” 2, p. 10.
- M. GINANNI FANTUZZI 1845, *Dimostrazione di sincero rallegramento*, Forlì.
- E. NICCOLI 1896, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1896”, pp. 27-29.
- E. NICCOLI 1897, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1897”, pp. 21-23.
- P. RIBONI 1924, *Distretto di Bologna*, “Rivista del Servizio minerario del 1923”, p. 3.
- M. ROVERI, V. MANZI 2007, *Gessoso-Solfifera, in Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Catalogo delle Formazioni, I Quaderni, serie III, SGI, Volume 7 - Fascicolo VII - Unità tradizionali*, Roma, pp. 303-310.
- A. SCICLI 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della Regione Emilia-Romagna*, Modena.
- A. SCICLI 1995, *I bacini solfiferi marchigiani*, in P. MATTIAS, G. CROCETTI, A. SCICLI, *Lo zolfo nelle Marche. Giacimenti e vicende*, Roma, pp. 59-63.

CONTENUTI AGGIUNTIVI MULTIMEDIALI

Il DVD allegato al volume contiene un video intitolato *Le antiche miniere di solfo di Sant'Agata Feltria. Ricerca Campobindi Sud*, girato durante la riesplorazione della ricerca Campobindi. Gli autori del filmato sono Maria Luisa Garberi e Giovanni Belvederi; montaggio di Giovanni Belvederi.

ALTRE RICERCHE

MASSIMO ERCOLANI¹, WILLIAM FORMELLA², SABRINA GONNELLA³, PIERO LUCCI⁴,
STEFANO PIASTRA⁵, GIOVANNI ROSSI⁶, BALDO SANSAVINI⁷

Riassunto

L'articolo sintetizza alcune ricerche minori intraprese nell'ambito del progetto *Gessi e solfi della Romagna orientale*, focalizzate sui siti estrattivi solfiferi di Rio Paladino (Meldola), S. Apollinare (Meldola), Linaro (Mercato Saraceno) e Montevecchio (Cesena), attivi tra la seconda metà del XIX e la prima metà del XX secolo e posti tra le vallate del Voltre (affluente di destra del Bidente) e del Savio. Nella totalità dei casi si tratta di studi che hanno portato a risultati modesti sul piano esplorativo, qui riportati per documentare compiutamente il progetto di ricerca.

Parole chiave: miniere di zolfo, Rio Paladino, S. Apollinare, Linaro, Montevecchio.

Abstract

The paper deals with some minor studies undertaken in the framework of the research project Gessi e solfi della Romagna orientale [Eastern Romagna Gypsum and Sulfur], focused on the sulfur mining sites of Rio Paladino (Municipality of Meldola), S. Apollinare (Municipality of Meldola), Linaro (Municipality of Mercato Saraceno) and Montevecchio (Municipality of Cesena), in Romagna region (Northern Italy), active between the second half of the 19th century and the first half of the 20th century, located between the Voltre Valley (right tributary of the Bidente River) and the Savio Valley. In all the cases, explorations of the former mines were not highly significant from the speleological point of view: these studies are here discussed for a comprehensive analysis of the research project as a whole.

Keywords: Sulfur Mines, Rio Paladino Mine, S. Apollinare Mine, Linaro Mine, Montevecchio Mine.

Nell'ambito del progetto di ricerca *Gessi e solfi della Romagna orientale*, gli sforzi di ricognizione ed esplorazione si sono concentrati sui siti più grandi, maggiormente conservati oppure chiusi in tempi recenti (*in primis* Perticara e Formignano), dei quali si conservavano ancora presso la comunità locale ricordi relativamente precisi circa strutture e localizzazioni.

Il distretto solfifero romagnolo e montefeltra-

no si presentava però, a cavallo tra XIX e XX secolo, come articolato in una miriade di miniere, alcune effimere o caratterizzate da lavori limitati.

Alcune uscite ricognitive o tentativi disostruttivi hanno riguardato alcuni di questi siti minori (fig. 1): dal punto di vista esplorativo, tali ricerche hanno portato a risultati modesti; esse meritano comunque di essere ricorda-

¹ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano - massimoercolani55@gmail.com

² Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Gruppo Speleologico Paleontologico G. Chierici (RE) - formella@libero.it

³ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - sgonnella@libero.it

⁴ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano - pierolucci@libero.it

⁵ Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dipartimento di Scienze dell'Educazione, via Filippo Re 6, 40126 Bologna (BO) - stefano.piastra@unibo.it

⁶ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna - shotokai-2kyu@libero.it

⁷ Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, Speleo GAM Mezzano

te per una più completa documentazione del lavoro svolto e come testimonianza di cavità artificiali destinate, in tempi brevi, al collassamento completo.

Miniera di Rio Paladino

Posta in una vallecola laterale del Torrente Voltre e in territorio comunale meldolese, essa faceva parte del più ampio complesso noto come “miniera Valdinoce” (SCICLI 1972, pp. 87-88). I lavori conobbero un incremento deciso nell’ultimo quarto del XIX secolo sotto la proprietà di Alessandro Albicini, nobile bolognese, alla cui impresa non furono forse estranei tentativi di emulazione nei confronti della più potente “Società Anonima delle Miniere Zolfuree di Romagna”, con sede a Bologna, oppure la sua frequentazione della Grotta del Farneto nei Gessi Bolognesi, in quegli anni oggetto di disordinati scavi alla ricerca di zolfo da parte di Francesco Orsoni (PIASTRA 2012, pp. 404-405).

L’estrazione si concluse nei tardi anni Venti del Novecento.

Della miniera sopravvive attualmente un piccolo agglomerato edilizio, solo in parte recuperato (fig. 2), di valore archeologico-industriale e risalente verosimilmente alla fase novecen-

tesca della solfataria; si conservano inoltre grandi calcaroni per la fusione dello zolfo: tali strutture sono alla base del riconoscimento della miniera di Rio Paladino come geosito di rilevanza locale per l’Emilia-Romagna (vedi PIASTRA, *Gessi e solfi della Romagna orientale: temi gestionali, tra problemi e prospettive*, in questo stesso volume).

Le ricerche sviluppatesi nell’ambito del progetto *Gessi e solfi della Romagna orientale* si sono indirizzate laddove, sino ad alcuni anni fa a detta dei residenti, si apriva ancora una non meglio precisata galleria, percorribile per circa 150 metri, in tempi recenti ostruitasi a seguito di una frana. Gli scavi hanno riportato alla luce la parte superiore della volta della struttura; allo stato attuale, la fuoriuscita di un piccolo corso d’acqua crea problemi al proseguimento dei lavori di disostruzione.

Miniera di S. Apollinare

La miniera di zolfo di S. Apollinare (Meldola), posta presso il crinale tra le vallate del Voltre e del Torrente Borello, non conobbe mai un vero decollo, causa l’esiguità dei depositi solfiferi: i suoi periodi di massima attività si collocarono tra 1904 e 1908 e tra 1929 e 1930 (fig. 3) (SCICLI 1972, pp. 88-89).



Fig. 1 – Localizzazione dei siti analizzati nel testo.



Fig. 2 – Strutture della miniera di zolfo di Rio Paladino (Meldola) ai nostri giorni. Sulla destra, è visibile la cabina elettrica, risalente all'ultima fase di attività del sito (foto W. Formella).



Fig. 3 – La miniera di S. Apollinare (Meldola) negli anni Venti-Trenta del Novecento in una fotografia di Francesco Dellamore (da Aa.Vv. 1986).



Fig. 4 – Miniera di S. Apollinare (Meldola): la cabina elettrica oggi (foto S. Piastra).

Eccettuate alcune effimere ricerche successive, essa risultava abbandonata già di fatto negli anni Trenta del Novecento.

Del sito restano oggi alcuni edifici di servizio, il basamento in cemento della locale teleferica e i ruderi della cabina elettrica (fig. 4).

All'interno dell'edificio di servizio superstite posto più ad est, è ancora individuabile l'imboccatura della discenderia, murata (fig. 5). All'esterno di quest'ultima, è stato effettuato un saggio di scavo, propedeutico ad un'eventuale disostruzione: la galleria risulta però completamente tamponata.

Miniera di Linaro

Forse già oggetto di coltivazioni in età moderna, le notizie di una miniera di zolfo presso Linaro (Mercato Saraceno) si fanno più certe verso il 1860, quando Natale Dellamore, imprenditore minerario locale già attivo presso Formignano e la Boratella (vedi BELVEDERI *et alii*, *Il complesso Formignano, Busca, Montemauro e Luzzena*, e BELVEDERI *et alii*, *Le miniere di Boratella*, in questo stesso volume), ne



Fig. 5 – Miniera di S. Apollinare: all'interno di un edificio di servizio, è ancora individuabile l'imboccatura della discenderia, oggi murata (foto P. Lucci). Tentativi di disostruzione hanno dato esito negativo.

diventò concessionario (SCICLI 1972, p. 140). Nel tempo, i lavori furono frequentemente sospesi a causa della limitatezza del minerale estraibile. A cavallo degli anni Dieci e Venti del Novecento, il sito pervenne alla famiglia locale linarese degli Angelini (SACCHINI 2014, pp. 28-30), contemporaneamente attiva anche nel settore del gesso (vedi PIASTRA, *L'estrazione del gesso nella Romagna orientale tra passato e presente*, in questo stesso volume) e verosimilmente imparentata con la famiglia omonima già attiva a Sapigno (vedi BELVEDERI *et alii*, *Le antiche miniere di zolfo del territorio di Sapigno. La miniera "Inferno"*, in questo stesso volume), la quale portò avanti una gestione che sembra essere stata a livello artigianale più che industriale. Dagli anni Trenta sino agli anni Cinquanta, il sito è oggetto di ricerche minerarie che non sembrano però mai portare più a vere e proprie coltivazioni (SACCHINI 2014, pp. 33-35).

Studi recenti hanno portato all'individuazione, presso Ca' di Gallo e Casetto, a NW della rupe dell'abitato di Linaro, di una breve galleria, forse legata allo scolo delle acque, di cronologia imprecisata (fig. 6) (SACCHINI 2014, pp. 5, 7, 27, 36, 39).

Miniera di Montevecchio

L'area di Montevecchio (Cesena), in destra Savio, fu al centro di interessi estrattivi solfiferi sin dall'età moderna: Luigi Ferdinando Marsili menziona infatti più volte questo sito all'interno dei suoi scritti (vedi PIASTRA, *Lo zolfo romagnolo tra natura e cultura*, in questo stesso volume). Nell'ultimo quarto del XIX secolo la miniera era gestita dall'onnipresente Natale Dellamore (vedi *supra*); nel 1925 essa passò alla Società Nazionale Industria Zolfi (fig. 7), quindi alla Montecatini (1937), la quale la dismise definitivamente nel 1941 (SCICLI 1972, pp. 81-82). Nel Novecento, nei pressi dell'ormai ex miniera di zolfo, risultò attiva per alcuni decenni, a partire dal secondo dopoguerra, una modesta cava di gesso (vedi PIASTRA, *L'estrazione del gesso nella Romagna orientale tra passato e presente*, in questo stesso volume).

I cunicoli minerari, pur in gran parte ostruiti, ancora negli anni Ottanta dovevano però presentare alcuni settori praticabili abbastanza facilmente, poiché si ha notizia di ricerche



Fig. 6 – Linaro (Mercato Saraceno), località Ca' di Gallo e Casetto. Breve galleria, forse legata allo scolo delle acque della locale solfatara, di cronologia imprecisata (foto S. Gonnella).

chiroterologiche al loro interno da parte dei naturalisti (vedi BERTOZZI in questo stesso volume). Nello stesso periodo, anche i calcaroni dovevano risultare ben identificabili (AA.VV. 1986, p. 72), mentre oggi lo sono solo a fatica. Nell'ambito del progetto di ricerca *Gessi e solfi della Romagna orientale* è stato possibile individuare e successivamente disostruire una galleria sotterranea, inizialmente pressoché invisibile, posta in un'area quasi completamente boscata ai nostri giorni (fig. 8): dopo pochi metri ancora ricoperti da una volta in mattoni, l'ipogeo artificiale è percorribile seguendo il vuoto creatosi nella parte superiore della galleria, in gran parte collassata (fig. 9). Svolgendo brevi distruzioni è stato possibile inoltrarsi per circa settanta metri lungo il condotto. Ulteriori disostruzioni permetterebbero forse una prosecuzione esplorativa, ma le condizioni di precaria stabilità dell'ambiente, davvero critiche e prossime al totale collassamento, sconsigliano altri interventi. Georefe-



Fig. 7 – L'imboccatura di una galleria della solfataria di Montevecchio (Cesena) in un'immagine di Francesco Dellamore del 1926 (da Aa.Vv. 1986).

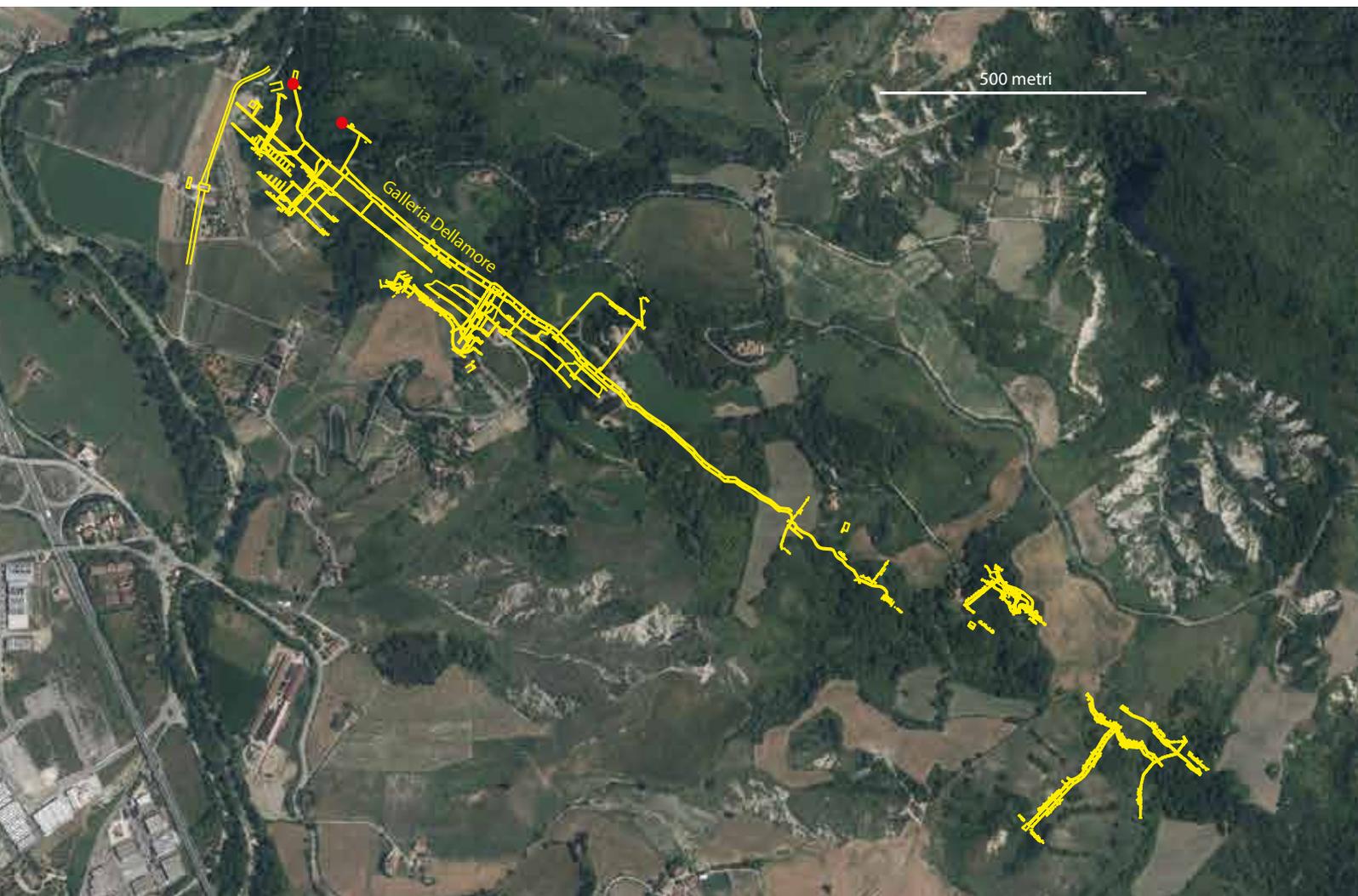
Fig. 8 – Montevecchio: l'ingresso della "Galleria Dellamore" all'inizio dei lavori di disostruzione (foto P. Lucci).





Fig. 9 – Montecatini, “Galleria Dellamore”: l’ipogeo artificiale è percorribile seguendo il vuoto creatosi nella parte superiore della galleria, in gran parte crollata (foto P. Lucci).

Fig. 10 – Foto aerea dell’area di Montecatini con sopra georeferenziata una carta del sito minerario, senza data (ma verosimilmente degli anni Venti-Trenta del XX secolo) e conservata presso il Museo Sulphur di Perticara. I due punti rossi indicano le strutture individuate: da NW a SE, l’imboccatura della “Galleria Dellamore” e un “tiro” (elaborazione P. Lucci).



renziando una planimetria del sito estrattivo di Montevecchio, senza data (ma verosimilmente degli anni Venti-Trenta del XX secolo) e conservata presso il Museo Sulphur di Perticara (ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR", Perticara), emerge come l'ipogeo individuato vada con tutta probabilità identificato nella cosiddetta "Galleria Dellamore" (fig. 10), da non confondere con una struttura mineraria omonima, verosimilmente riconducibile sempre a gestioni o interventi di Natale Dellamore, attestata dalle fonti ottocentesche per una solfatara presso Sapigno (S. Agata Feltria) (vedi BELVEDERI *et alii*, *Le antiche miniere di zolfo del territorio di Sapigno. La miniera "Inferno"*, in questo stesso volume).

Alcune decine di metri sopra la "Galleria Dellamore" è poi stato rintracciato un "tiro" della miniera: esso è stato disostruito, riportando alla luce, subito dentro l'ingresso, i resti di un muro. Anche in questo caso è stato possibile proseguire per circa venti metri lungo il vuoto creato dal collasso della galleria.

Fonti inedite

ARCHIVIO DEL MUSEO "SULPHUR", Perticara (Novafeltria), s.d., *Miniera Montevecchio. Pianta dei lavori*.

Bibliografia

- AA.VV. 1986, *Zolfi e zolfatari. Un'attività mineraria scomparsa del Cesenate*, Cesena.
- S. PIASTRA 2012, *I gessi del Bolognese tra natura e cultura*, in D. DEMARIA, P. FORTI, P. GRIMANDI, G. AGOLINI (a cura di), *Le grotte bolognesi*, Bologna, pp. 402-416.
- P.L. SACCHINI (a cura di) 2014, *Odore di zolfo a Linaro. Appunti sulla ritrovata miniera solfurea*, Novafeltria.
- A. SCICLI 1972, *L'attività estrattiva e le risorse minerarie della Regione Emilia-Romagna*, Modena.