LE GROTTE DI MINIERA
Tra economia mineraria ed economia turistica
Istituto Italiano di Speleologia - Memoria XVII, s.II, pp. 69-86

Le esplorazioni speleologiche della miniera di San Giovanni: prime sintesi

MAURO MESSINA[1], ANGELO NASEDDU[1-2], SILVESTRO PAPINUTO[1], FRANCO SANNA[1], SILVIANA SOTGIA[1], PAOLO FORTI[3], JO DE WAELE[4]

Riassunto
La miniera di San Giovanni nella sua "ultracentenaria" attività ha intercettato un considerevole numero di cavità naturali, di cui la Grotta di Santa Barbara è l'esempio più celebre.
Dal punto di vista strettamente speleologico le prime notizie di queste cavità si riconduce ad un articolo, apparso sul bollettino del Gruppo Speleologico Piemontese "Grotte" nel 1959, a firma di Piero Fusina, studente in Ingegneria mineraria in tirocinio presso la miniera. Negli anni '60 Padre A. Furreddu cita la grotta di Santa Barbara nel suo volume "Grotte della Sardegna", ma le attenzioni speleologiche interesseranno la zona in oggetto solo dopo gli anni 70, quando a cura del Centro Iglesiente Studi Speleo Archeologici, sono individuate e censite una decina di cavità. Altre sporadiche esplorazioni sono compiute dal Gruppo Speleologico Bolognese/Unione Speleologica Bolognese, dal Gruppo Grotte CAI di Cagliari e dal Gruppo Ricerche Speleologiche "E. A. Martel" di Carbonia, queste conoscenze sul finire degli anni 90 si compendiavano in 18 cavità.
Dal 1997 lo Speleo Club Domusnovas intraprende una serie d'esplorazioni che portano, in poco tempo, alla scoperta di oltre una trentina di cavità naturali, alcune delle quali di dimensioni notevoli. Testimonianze dell'esistenza di queste cavità si trovano nelle vecchie mappe di miniera e non è raro ritrovare in queste grotte evidenti tracce di una remota presenza dell'uomo. Durante le esplorazioni dei livelli più antichi, in particolare quelli d'età pisana è stato, infatti, particolarmente emozionante ed anche commovente per gli speleologi trovare tracce di frequentazione antropica anche in luoghi di difficile percorrenza, sino allora ritenuti mai raggiunti; a queste emozioni si aggiungeva la soddisfazione per aver documentato e rilevato grandi "crovasse" (neologismo sardo creato dai minatori, dal termine francese crevasse, per indicare i grandi vuoti naturali incontrati lungo le coltivazioni).
Le esplorazioni ed i rilievi effettuati in queste cavità naturali hanno permesso di verificare la stretta interconnessione esistente fra giacimento minerario e grotta, il cui confine è davvero effimero. Spesso, infatti, le grotte sono veri e propri paleokarst successivamente riempiti dalla mineralizzazione, riportati alla luce dalla mano dell'uomo nella sua continua ricerca di mineralizzazioni utili.
Parole chiave: Miniera di San Giovanni, Mineralogia, Speleogenesi, Parco Geominerario, Sardegna

Abstract
In its more than a century long activity the San Giovanni mine has intercepted a great number of natural caves of which Santa Barbara is the most famous one. From a speleological point of view the first citations go way back to 1959, when Piero Fusina, a student in mining engineering that made a stage at San Giovanni mine, published an article in Grotte, bulletin of the Gruppo Speleologico Piemontese CAI/UGET of which he was a member. In the 60's Padre A. Furreddu describes the Santa Barbara cave in his book "Grotte della Sardegna", but real cave explorations start only in the 70's, when cavers of the Centro Iglesiente Studi Speleo Archeologici discover and survey about ten caves. Some sporadic explorations are carried out later by the Gruppo Speleologico Bolognese/Unione Speleologica Bolognese, Gruppo Grotte CAI of Cagliari and Gruppo Ricerche Speleologiche "E.A. Martel" of Carbonia, and towards the end of the 80's the total of explored caves reached 18.
Since 1996 the Speleo Club Domusnovas started a series of fortunate explorations that bring, in only a couple of years, to the discovery of more than 30 natural caves, some of which of consid-

[1] Speleo Club Domusnovas
[2] IGEA S.p.A. loc. Campo Pisano 09016 Iglesias
[3] Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna. forti@geomin.unibo.it
[4] Dipartimento di Scienze della Terra, Via Trentino 51- 09127 Cagliari

erable dimensions. Some of these caves were present in the ancient maps of the mine and it is also not very rare to find ancient traces of human presence. During the cave explorations in the older parts of the mine, especially in the levels also excavated by Pisan (medieval) miners, the explorers have had the emotion of finding traces of these very old mine workings. Also the exploration of very big rooms in these mine caves or "crevasse" has brought great satisfaction among the cavers involved.
The explorations and the surveys carried out in these mine caves have enabled to ascertain the narrow relationship between ore deposit and cave, between which the limit is indeed very ephemeral. Often, in fact, the caves are palaeokarsts filled with economic minerals, and these ancient caves are revealed by human activities related to the exploitation of the ore deposits.
Keywords: *San Giovanni mine, Mineralogy, Speleogenesis, Geomining Park, Sardinia*

Introduzione

La miniera di San Giovanni è ubicata a circa quattro km ad Ovest dalla città d'Iglesias (Sardegna Sud-occidentale) lungo la SS 126, che costeggia il Rio San Giorgio. Le strutture minerarie sono insediate sul versante Sud di questa valle che, morfologicamente, rappresenta l'ala meridionale della sinclinale d'Iglesias (Civita *et al.*, 1983). Il rilievo, oggetto di coltivazioni minerarie da tempi antichi, presenta una conformazione a sella allungata in direzione Nordest-Sudovest ed è sormontato da due cime (P.ta Is Ollastus e P.ta sa Torre), allineate lungo la stessa direttrice ed elevate, rispettivamente, di 431 e 424 m s.l.m. (Fig. 1). La zona è caratterizzata da una morfologia aspra ed impervia a forte acclività e con pareti verticalizzanti lungo la falda Sudovest; mentre la parte Nordest è rappresentata da una morfologia più dolce e un declivio di versante ben diluito.
Le parti sommitali, denominate "*altopiano",* sono caratterizzate da ampie superfici peneplanate, testimonianza delle azioni d'erosione, prolungatesi per tempi lunghissimi.
Le litologie del rilievo sono quelle classiche delle formazioni carbonatiche della serie cambriana dell'Iglesiente (Civita *et al.*, 1983; Bechstadt & Boni, 1996), nota col nome di Gruppo di Gonnesa (ex F.ne del Metallifero) e rappresentate da una sequenza costituita, in situazione di giacitura subverticale, da Sud a Nord rispettivamente: dalla *Dolomia rigata (F.ne di S. Barbara)* costituita da dolomie primarie e metacalcari di colore grigio scuro e ben stratificati, dalla *Dolomia grigia (F.ne S. Giovanni)*, d'aspetto macrocristallino, all'interno della quale si rinvengono cavità di dissoluzione in forma di gesso, od anidrite, oltre a cristalli idiomorfi di gesso, e dal *Calcare ceroide* e da calcari neri *(F.ne di San Giovanni)* che seguono lateralmente le dolomie, costituito da metacalcari massicci di colore grigio, a grana finissima, generalmente mal stratificati e costituito alla base da facies scure e laminati mentre verso l'alto diventano gradualmente bianchi laminati o grigi "a fiamme".
Nella parte più occidentale affiorano allineamenti di depositi silicei (denominati *quarziti*) che, dalla letteratura, sono riconducibili ad episodi d'alterazione superficiale di rocce più ricche in silice, per dissoluzione dei carbona-

Fig. 1 – Vista panoramica del Monte San Giovanni con le infrastrutture della miniera.

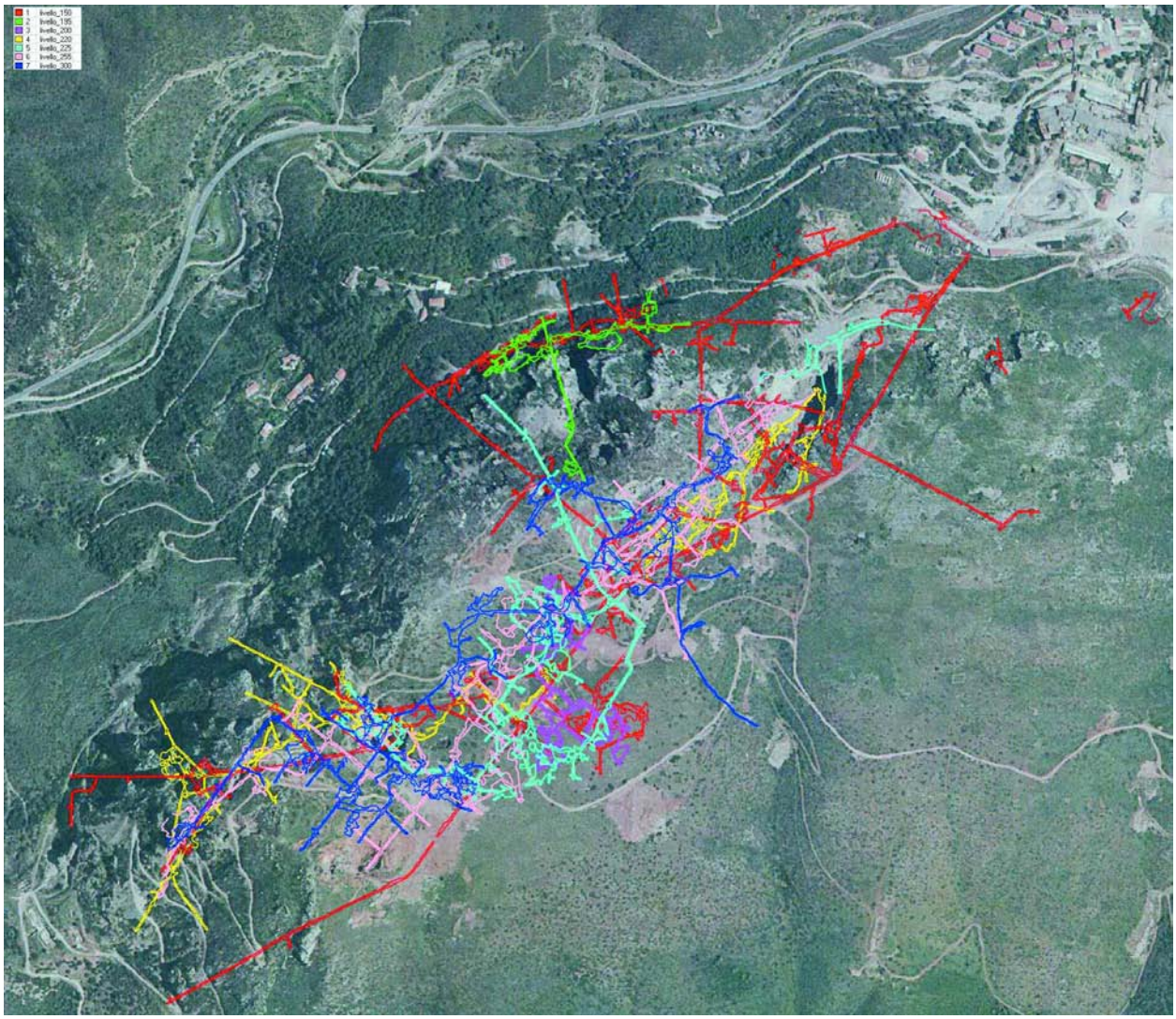


Fig. 2 – Foto aerea del Monte San Giovanni con l'andamento delle coltivazioni minerarie su vari livelli (colori diversi).

ti e ricementazione per parte di silice secondaria (Brusca & Dessau, 1968).

La sequenza carbonatica è delimitata, attraverso l'interposizione dell'orizzonte dei *Calcari nodulari* (ex *calcescisti*), sul quadrante settentrionale, da rocce prevalentemente d'origine terrigena, costituenti la F.ne di Cabitza (oggi Gruppo di Iglesias) e che rappresentano il nucleo della Sinclinale di Iglesias.

Strutturalmente, la zona, è condizionata dagli eventi deformativi che hanno determinato l'assetto strutturale dei terreni cambriani e che sono stati individuati da diversi autori in quattro diverse fasi: la *Fase Sarda* con piegamenti ad ampio raggio secondo direzioni E-W antecedenti alla trasgressione Ordoviciana, la *Prima fase Ercinica* con ripresa e accentuazioni delle precedenti deformazioni, la *Seconda fase Ercinica* con intense deformazioni con assi circa N-S e con una filiazione penetrativa di piano assiale molto inclinata e la *Terza fase Ercinica* con pieghe con direzioni assiali variabili associate ad una debole deformazione. Il corrugamento Alpino ha avuto, in zona, degli effetti molto blandi e carattere esclusivamente disgiuntivo (Carmignani *et al.*, 2001).

Gli stress derivanti dai movimento deformativi succedutisi hanno originato un diffuso sistema di faglie e fratture, importanti sia per gli aspetti minerari, sia per quelli legati al carsismo. Le faglie maggiori, note anche attraverso i lavori minerari, sono la Faglia di Gonnesa, di Punta sa Torre, di Monte S. Giovanni, di Colonna 8, di S. Antonio, di Biasterria e di Nicolay. Sono infine presenti, e definiti in carta geologica come filoni di calcite, delle grandi fratture denominate "filone S. Luigi e filone Burra" con direzione Nordest-Sudovest immergenti a Sudest di lunghezza intorno al mezzo chilometro. In queste fratture, con potenza variabile da uno a quattro metri, il riempimento è costituito maggiormente da calcite spatica e frequentemente da galena argentifera, tale da conferire il tipico aspetto della mineralizzazione "ricchi argento" di seguito menzionata (Brusca & Dessau, 1968).

Le caratteristiche giacimentologiche della miniera hanno determinato una geometria di tracciamento molto estesa (Fig. 2). Infatti, in una zona tutto sommato di non grande entità e abbastanza circoscritta, sono presenti vari tipi distinti di mineralizzazioni, e divise nella seguente nomenclatura storica: mineralizzazioni *stratabound*, di forma lenticolare,con rapida immersione a N, e tavolta lievemente discordanti, di forma colonnare, immergenti ESE, a blenda dominante e denominate "*blendosi*"; mineralizzazioni *stratabound*, essenzialmente a galena con basso tenore in Ag, a forma lenticolare con immersioni, pressoché verticali, a N, sviluppate in direzione NE-SW prossime al contatto tra la serie carbonatica e gli scisti sovrastanti, pertanto denominata *"il contatto*"; mineralizzazioni a forma irregolare, da ammassi a colonnari, eccezionalmente filoniane, localizzate nelle parti più elevate del massiccio (soprattutto nella parte W), costituite da galena ad altissimo tenore in Ag (fino a oltre 5 Kg per ton di galena mercantile), denominate perciò "*ricchi in Argento*"; fasci di vene ed occasionalmente masse imbutiformi ed irregolari di ossidati di Zn con prevalenza di Smithsonite ferruginosa, situate in zone superiori al livello idrostatico e denominate "*Ossidati*"; baritine che, oltre a far parte delle ganghe dei "*ricchi in Argento*" formano piccole tasche superficiali nelle dolomie.

Cenni storici sull'attività mineraria nel Monte San Giovanni

La miniera ha rappresentato una delle più importanti attività estrattive di Piombo e Zinco del distretto minerario dell'Iglesiente; il titolo di concessione "San Giovanni" e "San Giovanneddu" insiste su una superficie di circa 702 ha.

La sua storia ha inizio in periodi molto remoti, quando gli antichi abitanti scoprirono l'abbondanza dei metalli, Piombo e Argento soprattutto, presenti nei banchi calcarei e si adoperarono alla loro estrazione e lavorazione. Questo fatto ha determinato un importante flusso commerciale, ma anche stanziale con presenza di presidi, di popoli commercianti e intraprendenti quali i Fenici, per essere sottoposto poi al dominio di Roma. Le coltivazioni hanno interessato massicciamente il rilievo in oggetto per secoli con un fortissimo impulso determinatosi in epoca pisana e documentato magnificamente dalle centinaia di scavi di tale epoca (Naseddu & Papinuto, 2005). L'attività mineraria, sotto il dominio Aragonese, registrerà un lento e progressivo decadimento che terminerà solo nel XVIII secolo quando, anche a causa di forti impulsi legislativi, si avrà una vera e propria rivoluzione industriale mineraria.

Nel 1829 l'ingegnere del Corpo Reale delle Miniere Francesco Mameli riferisce, in una sua relazione sulle condizioni delle miniere del Regno di Sardegna, l'interesse primario minerario della zona, documentato da antichi lavori, nonostante l'assenza di attività in atto. Infatti egli descrive che "*i fianchi della montagna sono perforati da escavazioni grandissime, molte delle quali a cielo aperto, presentano dei vani grandissimi…"* e ancora: *"…l'escavazione è stata visibilmente operata per mezzo del fuoco…Le camere offrono dei grandi vuoti alcuni dei quali di altezza prodigiosa… Tutto annuncia che sono state estratte grandi quantità di minerali."*

Le frenetiche attività minerarie di quegli anni, con le calate in Sardegna di un cospicuo numero di imprenditori di varie nazionalità europee, vedono la miniera di San Giovanni fra le maggiori protagoniste. Nel 1865 la miniera fu dichiarata scoperta e la concessione affidata all'ingegner Keller di nazionalità ungherese; questi sfruttò la miniera fino al 1869, quando vendette la concessione ad una società a capitale inglese "Gonnesa Mining Company ltd.", che cedette a sua volta alla più grande e consolidata "Pertusola ltd.", acquisita dal potente gruppo minerario di Lord Brassey. Con questa ultima società, che attraverso sue successive trasformazioni ha operato fino al 1969, la miniera decolla ai vertici delle più importanti miniere della Sardegna e quindi dell'intero paese. La ricchezza dei giacimenti e quindi la necessità di sfruttarli intensamente, determinò rapidi e grandi sviluppi tecnologici di entità tali che si può affermare senza tema di smentite, che era una delle miniere più all'avanguardia del mondo, sia dal punta di vista delle tecniche di scavo che sulla lavorazione a valle (Ghiani, 1986).

Sul finire degli anni 60 i segnali di crisi del settore divennero più acuti e, nel 1969, la Pertusola abbandona le sue concessioni in Sardegna. La miniera fu affidata alla "Società Piombo Zincifera Sarda", una società controllata dall'Ente Minerario Sardo a capitale regionale. I lavori proseguirono fino all'82 con il passaggio di San Giovanni alla SAMIM, società del gruppo ENI.

La gestione ENI, con soggetto societario divenuto S.I.M. (Società Italiana Miniere) è proseguita fino al 1993. In questi anni si verificano grandi cambiamenti strutturali; l'intera miniera viene ridisegnata, con l'abbandono dei pozzi e l'introduzione delle rampe, per permettere l'accesso di grandi mezzi di scavo che hanno determinato l'evolversi di metodi di coltivazione massivi. Le campagne di grandi investimenti attuate dalle società dell'ENI non hanno, tut-

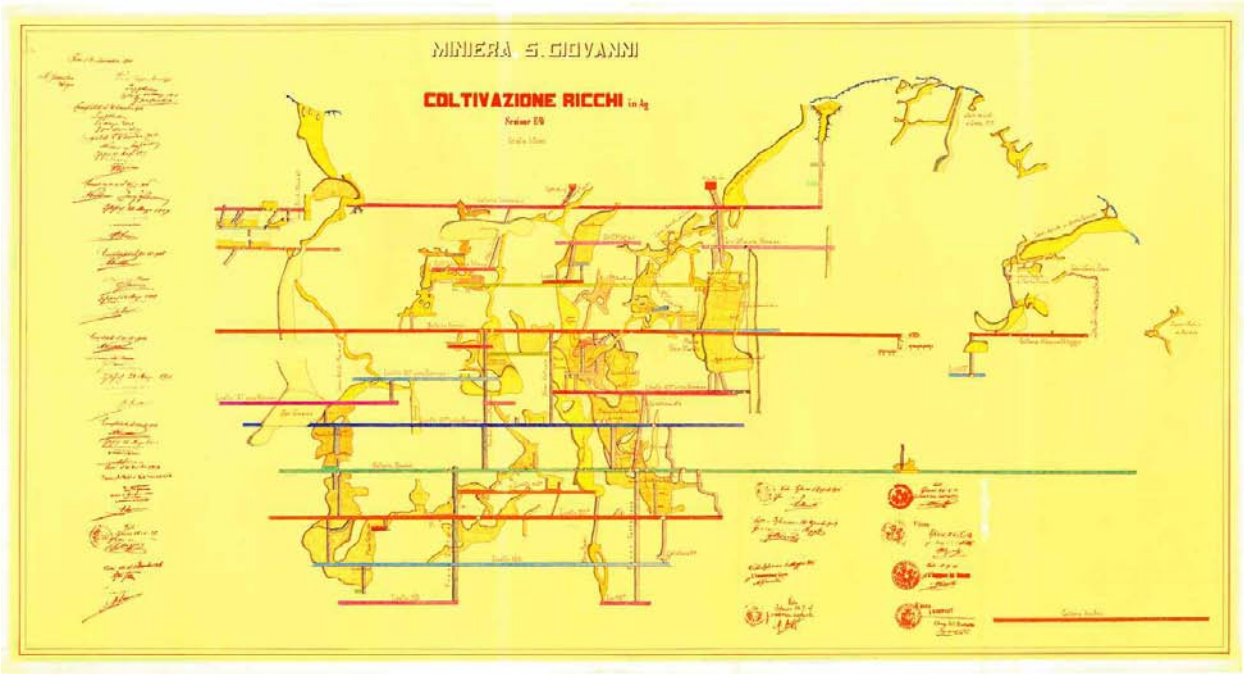


Fig. 3 – Carta mineraria del 1900 con sezione E-W del settore Ricchi in Argento. Le coltivazioni hanno rimesso in luce gli antichi paleokarst originari.

tavia, prodotto i risultati auspicati e pertanto si registra un disimpegno dell'Ente petrolifero e le miniere tornano in carico a società dell'area Ente Minerario Sardo, Miniere Iglesiente trasformatasi poi in IGEA SpA. (Interventi Geo Ambientali). Il declino fino alla cessazione delle estrazioni avvenne in modo ineluttabile e, nel 1998, la miniera di San Giovanni sarà l'ultima delle grandi miniere sarde che cesserà il regime produttivo. La produzione totale della miniera in oltre 130 anni di storia industriale moderna è valutata in oltre un milione di tonnellate di metallo (Pb- Zn).
I lavori minerari, interessando quasi esclusivamente le serie carbonatiche, hanno tracciato scavi estesi per un totale di oltre 100 km di gallerie, tracciando fino a oltre 2 km nella direzione E-W ed oltre 700 m nella direzione N-S.
In verticale i lavori hanno interessato uno spessore di roccia che partendo dalla superficie (circa 400 m s.l.m.) si sono spinti fino a quota 250 metri sotto livello mare, con fondo del Pozzo Carolina (uno dei due principali) arrivato a quota – 305.
Tutti questi lavori minerari hanno intercettato moltissime cavità naturali che non avevano nessuno accesso verso l'esterno, le cosiddette grotte di miniera, di grandissimo interesse scientifico (De Waele *et al.*, 2004a; 2004b) (Fig. 3).

Le esplorazioni speleologiche nel Monte San Giovanni

Le prime vere notizie riguardanti gli aspetti speleologici sono riconducibili al lavoro di Rossetti & Zucchini (1956) sulla "*Baritina della Grotta di Santa Barbara*", cavità carsica scoperta nell'Aprile del 1952 durante lo scavo di un fornello nel livello 195 del cantiere *"contatto"*. Dalle analisi mineralogiche e dalle interpretazioni di esse si attribuiscono le cristallizzazioni di barite al periodo Siluriano; si tratta della prima affermazione sull'interesse scientifico delle grotte di miniera.
L'esercizio delle attività minerarie non è compatibile con l'esercizio di attività speleologiche per tutta una serie di ovvi fattori, per cui del ritrovamento di cavità naturali non si conosce niente e questa condizione permane fino al 1959.
In quest'anno Piero Fusina, studente in ingegneria mineraria ma anche speleologo del Gruppo Speleologico Piemontese di Torino, è assegnato alla miniera di San Giovanni per un periodo di tirocinio pratico sulle materie minerarie. In tale circostanza ha l'occasione di visitare i vari cantieri della miniera e quindi di vedere le numerose "crovasse" intercettate dai lavori. La sua passione per la speleologia gli permette di cogliere l'interesse di queste cavità e ne rendiconta nel bollettino del GSP "Grotte" n° 10 del 1959; si ritiene utile riproporne alcune parti , dove fra l'altro scrive:
"… *dove ho avuto modo di soffermarmi maggiormente ad osservare il fenomeno carsico è stato nelle grotte della miniera. Le gallerie di ricerca, i fornelli o le camere a grandi vuoti formate dalla coltivazione del giacimento, mettono a volte in comunicazione con cavità naturali del tutto particolari, ricchissimamente concrezionate, estremamente fossili che pon-*

gono al visitatore problemi interessantissimi di genesi e di morfologia carsica. Vorrei ora esporre alcune mie osservazioni frutto più che altro della mia fantasia, non avendo trovato una letteratura sull'argomento, né essendo riuscito a trovare collaborazione su alcuni interessanti problemi da persone competenti a cui mi sono rivolto. Mi soffermerò soprattutto su un problema parsomi molto interessante: quello riguardante una eventuale relazione tra il fenomeno mineralizzante e la formazione delle cavità. Spero di poter in un secondo tempo esporre altre questioni di genesi e di morfologia di queste cavità più che mai meritevoli di uno studio generale."

E ancora: "…*Volendo cercare ora di inquadrare la formazione di cavità naturali frequenti nel banco, nella storia geologica della zona, alcuni problemi si pongono:*

Le numerose fratture che hanno probabilmente servito alla mineralizzazione, hanno anche servito alla formazione di grotte? Non mi è stato possibile osservare ciò direttamente. Nelle zone più elevate dove le cavità si presentano come pozzi spesso intasati quasi completamente da concrezioni, ad andamento prevalentemente verticale, come si presentano quasi tutti i filoni mineralizzati, ciò può essere stato possibile, ma a livelli più bassi le grotte seguono un andamento suborizzontale in discordanza con le eventuali fratture circostanti …

Le attuali cavità sono antecedenti o no alla mineralizzazione? Si potrebbe subito dire che ove esiste un banco calcareo soggetto all'azione meteorica, li si dovranno formare cavità secondo il normale processo carsico. Ora, è possibile che il banco in esame sia risultato presumibilmente scoperto o quasi fin poco tempo dopo l'orogenesi ercinica e quindi fin da allora avrebbero potuto formarsi grotte. Ma quelle che vediamo hanno così lontana origine? Nel caso affermativo esse dovrebbero rappresentare le più antiche grotte conosciute al mondo…

…nella zona più elevata del banco ove la mineralizzazione è essenzialmente a galena argentifera, è frequente la presenza di grotte verticali affiancate e comunque vicine alle "colonne" mineralizzate. Si potrebbe giustificare una origine delle grotte antecedente alla venuta idrotermale pensando che questa abbia percorso le vie naturali preesistenti, venendo a riempire le cavità alterandone le pareti. Superata la zona interessata dal fenomeno idrotermale, il calcare è rimasto naturale e l'acqua si è scavata il nuovo percorso spostandosi dall'antico di quel tanto che gli era sufficiente per ritrovare la roccia carsica.…

Alcuni filoni mineralizzati immettono invece in cavità naturali parzialmente riempite da argilla sul fondo e da minerale alle pareti. Un esempio classico è rappresentato dalla cosiddetta "Grotta n°1" che si presenta come qui schematicamente rappresentato.

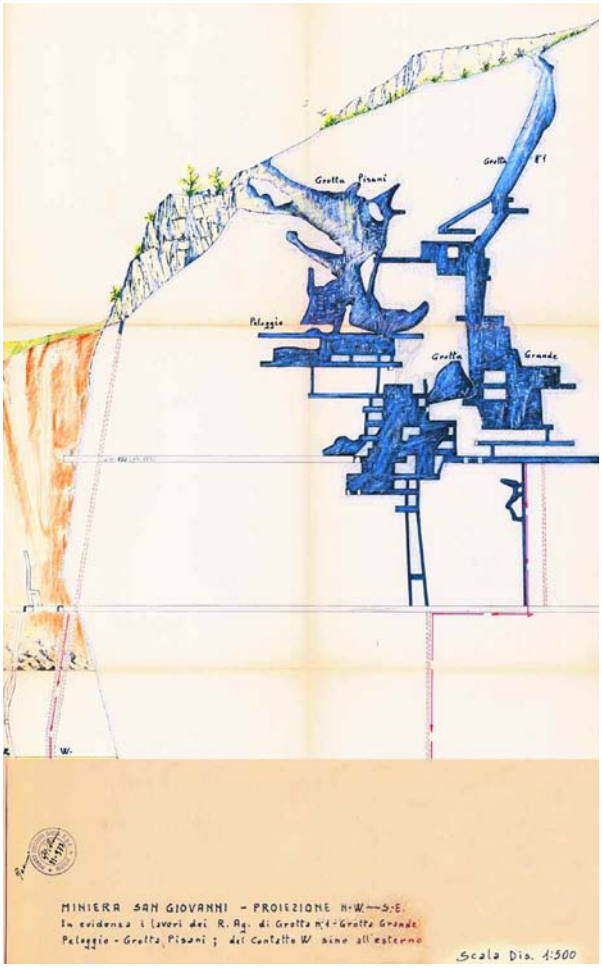


Fig. 4 – Sezione NW-SE dei cantieri Grotta n. 1 - Grotta Grande - Grotta Pisani: i corpi minerari sono strettamente connessi alla struttura del karst.

I filoni di galena hanno pendenza 65/70° ENE, come tutto il sistema di fratture esistente nel banco, e la loro sezione orizzontale giunge fino a 1000 metri quadrati. Si può pensare ad un processo carsico posteriore alla venuta del minerale e risolto o quasi dalla presenza di argilla in gran quantità che rende inosservabili eventuali prosecuzioni più in basso. D'altro parte anche qui rimane la possibilità che la venuta di galena abbia percorso antiche cavità verticali già esistenti riempiendole e metamorfosandole. Da queste considerazioni si possono trarre conclusioni di carattere generale. Volendo continuare a studiare il problema occorrerebbe, tornando sul posto, eseguire ricerche più accurate soprattutto al contatto tra grotte e colonne mineralizzate per cercare di individuare segni di una correlazione tra i fenomeni. Su altri problemi riguardanti aspetti morfologici di una certa rarità in queste inte-

Tabella 1 – Le grotte del Monte San Giovanni.

Anni	N° catasto	Nome grotte	Rilevatori
1964	SACA 210	Grotta S. Barbara	Furreddu /GSB -ASI
1985	SACA 325	Grotta dello Julius	GRS“Martel” Carbonia
1985	SACA 328	Pozzo BCR	GRS“Martel” Carbonia
1999	SA CA 639	Grotta della Colonna Egiziana	S.C.D.
1999	SACA 818	Grotta della Galleria cieca	S.C.D.
1999	SACA 819	Meandro del Liv. 300	S.C.D.
1999	SACA 820	Grotta della Lucerna	S.C.D.
1999	SACA 910	Grotta del Salone delle stalagmiti	S.C.D.
1976	SACA 1126	Grottone di Pelloggia	CISSA
1976	SACA 1127	Grotta Fonnesu	CISSA
1976	SACA 1128	Grottone di M.te S. Giovanni	CISSA
1976	SACA 1129	Crovassa di Masia	CISSA
1976	SACA 1130	Grotta n° 1 di S. Maria	CISSA
1976	SACA 1131	Grotta n° 2 di S. Maria	CISSA
1976	SACA 1132	Grotta della Barite	CISSA
1976	SACA 1133	Voragine di M.te S. Giovanni	CISSA
1976	SACA 1134	Grotta del Cratere	CISSA
1976	SACA 1135	Pozzo di Monte Ollastus	CISSA
1992/1999	SACA 1838	Crovassa de S’Azzurra	S.C.D./G.G. CAI (CA)
1992	SACA 1839	Pozzo Fetta di Limone	G.G. CAI (CA)
1997	SACA 2240	Grotta del Bacino	S.C.D.
1985/2004	SACA 2320	Grotta di S. Barbara 2	GSB/SCD/SSI
1997	SACA 2331	Abisso Albert	S.C.D.
1997	SACA 2332	Grottone del Fornello	S.C.D.
1996	SACA 2333	Grotta n°3 Albert	S.C.D.
1997	SACA 2334	Grotta n° 4 Albert	S.C.D.
1998	SACA 2405	Sa Crovassa de Trexentusu	S.C.D.
1999	SACA 2469	Crovassa Quarziti	S.C.D.
1999	SACA 2470	Grotta Pisani	S.C.D.
1999	SACA 2471	Grotta Albert n°6	S.C.D.
1999	SACA 2472	Sa Grutta de Serpi	S.C.D.
2000	SACA 2492	Pozzo degli scavi Palomba	S.C.D.
2000	SACA 2493	Pozzo della Calamina	S.C.D.
1999	SACA 2533	Crovassa del Caving Pelloggio	S.C.D.
1999	SCCA 2534	Crovassa “Ricchi in Argento”	S.C.D.
2003	SACA 2785	Grotta Grande di Pelloggio	F.S.S.
2003	SACA 2786	Cunicolo Presso Grotta N°1	F.S.S.
2003	SACA 2787	Grotta par. presso scavi grot. n° 1	F.S.S.
2003	SACA 2788	Grotta presso Grotta n°1 liv 300	F.S.S.
2003	SACA 2789	Grotta di Albert n° 7	F.S.S.
2003	SACA 2790	Grotta di Albert n° 8	F.S.S.
2004	SACA 2907	Grotta dei Cristalli	SCD / USC
2004	SACA 2908	Grotta de Trexentusu 2	S.C.D.
2004	SACA 2909	Grotta de Trexentusu 3	S.C.D.
2004	SACA 2911	Grotta dei Pozzi	SCD / USC
2004	SACA 2912	Grotta del Paiolo N° 1	SCD / USC
2004	SACA 2913	Grotta del Paiolo N° 2	SCD / USC
2004	SACA 2914	Grotta del Paiolo N° 3	SCD / USC
2004	SACA 2915	Grotta del Paiolo N° 4	SCD / USC
2004	SACA 2918	Grotta SCF	SCD / USC
2004	SACA 2919	Grotta della Forgia	SCD / USC

ressanti grotte, spero di poter ritornare in un secondo tempo, non avendo ora dati sufficienti per affrontarli…"

Le note esposte da Piero Fusina, sia pure inficiate da qualche ingenuità e da quelle che erano le teorie giacimentologiche dell'epoca, che verranno stravolte a meta degli anni 60 (Brusca & Dessau, 1968), denotano una acutezza di osservazioni e di assoluta pertinenza dei dubbi postulati circa la genesi delle grotte. Insomma mette a fuoco un interesse scientifico di notevole portata, eppure non si hanno ripercussioni sul mondo speleologico, nonostante in quegli anni ci fosse molta più attenzione generalizzata verso gli aspetti scientifici.

Nei primi anni 60 anche Padre Antonio Furreddu ha l'occasione di visitare la grotta di Santa Barbara e ne coglie la singolarità, sposando le stesse teorie di Rossetti & Zucchini circa l'età della grotta (Furreddu & Maxia, 1964).

Solo a metà degli anni 70 iniziano delle vere ricerche speleologiche sul rilievo di Monte San Giovanni; il Centro Iglesiente Studi Speleo Archeologici esplora e rileva una decina di cavità soprattutto con imbocco esterno, durante una campagna coordinata da Padre A. Furreddu e finalizzata a indagini idrogeologiche tese ad approfondire le conoscenze sulle vie di infiltrazione delle acque di fondo della miniera di Monteponi (Furreddu, 1976). Le ricognizioni all'interno della miniera rimangono tuttavia ancora tabù.

Sul finire degli anni 70 e primi anni 80 si effettua uno studio multidisciplinare finalizzato alla definizione delle caratteristiche del bacino idrogeologico dell'area, propedeutico alla progettazione e costruzione di un nuovo impianto di eduzione delle acque dalle miniere e ubicato alla profondità di 200 metri sotto il livello del mare (Civita *et al.*, 1983). In questo studio la speleologia ha la sua parte e, sotto la direzione di Paolo Forti alcuni speleologi hanno l'opportunità di vedere alcune "crovasse" delle miniere e acquisire consapevolezza dell'esistenza di un considerevole numero di cavità naturali; se ne documentano alcune, essenzialmente nelle miniere di Nebida, Acquaresi e Monteponi, ma a San Giovanni ci si limita solo a visite (Fabbri & Forti, 1981; Forti & Perna, 1982).

Nel 1985, durante gli scavi della Rampa di San Giovanni, si intercetta la Grotta di Santa Barbara 2 ed in questa circostanza la direzione della miniera ne chiede l'esplorazione (parziale) ed il rilevamento da parte degli speleologi (Fabbri & Forti, 1986). Circostanza fortunata era che uno degli autori (Silvestro Papinuto) fosse uno degli addetti allo scavo della rampa.

Nei primi anni 90, il Gruppo Ricerche Speleologiche "E.. A. Martel" di Carbonia ed il Gruppo Grotte C.A.I. di Cagliari documentano 4 nuove grotte con ingresso in galleria (Bartolo & Fadda, 1998; Locci, 1999).

Sempre in quegli anni la Federazione Speleologica Sarda richiede l'accesso ai cantieri minerari per documentare le cavità naturali scoperte, ma la richiesta non ottiene risposta.

Nel 1997, a seguito della cessazione delle attività estrattive, lo Speleo Club Domusnovas inizia una fortunata campagna di ricerche nella miniera in oggetto, che porterà in poco tempo all'esplorazione ed alla documentazione di oltre una trentina di "nuove" cavità.

Le esplorazioni iniziano nel livello Albert (225 m s.l.m.) dove s'incontrano una serie di cavità di cui la più rappresentativa è costituita dall'abisso Albert, un grande salone che presenta una prosecuzione verticale che raggiunge i 120 metri di profondità (De Waele *et al.*, 2003).

A seguito di queste prime ricognizioni una fortunata ricerca di materiale documentale ha permesso di pianificare in maniera mirata le ricerche. Dalla visione dei piani di miniera, delle sezioni, dai piani di coltivazione e da, non meno importanti, interviste con vecchi minatori si sono focalizzate le grotte e le ricerche si sono indirizzate a colpo quasi sicuro. In modo particolare la nota di Brusca & Dessau (1968), che ha rivoluzionato le teorie giacimentologiche e che attribuisce ai cantieri "ricchi argento" un'origine carsica, ha permesso di indirizzare le ricerche in modo mirato.

Degna di nota è una sezione dei "cantieri *ricchi argento*" del 1900 (Fig. 3). Dalla visione di questa si evince che la morfologia giacimentologica è simile in misura impressionante a quella di un karst; gli stessi nomi dei cantieri evocano i fenomeni carsici (Grotta N°1, Grotta Grande, Grotta Pisani), ed, infatti, le ricognizioni permettono di individuare le grotte quasi sempre in zona mineralizzata (Fig. 4).

Dopo le esplorazioni nel livello Albert, le ricognizioni hanno interessato il livello 300; la visita di questo livello, uno dei più vecchi della miniera, si rivela molto fruttuosa, una vera e propria "miniera di grotte", oltreché d'interesse per le lavorazioni stesse. In questo livello si percepisce un'atmosfera particolare; sembra di sentire il mormorio sommesso, quasi silenzioso, dei minatori, tutto trasuda di "lavoro": la sala argano di Pozzo Albert che sembra attenda l'arganista da un momento all'altro, le iscrizioni a nerofumo sulle pareti della galleria che marcano il numero dei pesanti vagoni caricati, gli attrezzi da lavoro ormai incrostati di ruggine e lo stillicidio che ritma il tempo che sembra non finire mai. Le

esplorazioni nella grotta della Colonna Egiziana permettono di incontrare un connubio che si ripeterà frequentemente: la grotta con le evidenti testimonianze dei minatori di età pisana, di oltre settecento anni fa; segni del piccone sulle pareti, cumuli di cenere, residui di legname bruciato e carbone testimoniano la durezza del lavoro dell'uomo in miniera, in un ambiente che doveva sembrare infernale; una luce situata circa 40 metri più in alto indica l'accesso che questi antichi minatori hanno scavato, mentre alla base del pozzo delle carcasse d'auto testimoniano, invece, l'inciviltà dei nostri tempi, l'opulenza e l'imbarbarimento dei costumi.
Le prospezioni hanno interessato sostanzialmente l'area occidentale, dei "ricchi argento". In quest'area vengono scoperte la Crovassa Quarziti (nella toponomastica della miniera è nota come "antichi lavori Bambola"), anch'essa interessata da lavorazione di età pisana, e la Grotta Pisani. Nella galleria Peloggio (218 m s.l.m.) si riscontrano tutta una serie di cavità di notevole interesse, ed anche nella zona del "contatto" si fanno ritrovamenti speleologici (Grotta Serpi). L'entità delle scoperte ha fatto maturare la consapevolezza dell'importanza di quanto si stava documentando e pertanto si è sentita l'esigenza di alzare il tiro con il coinvolgimento diretto dell'Istituto Italiano di Speleologia che ha dato luogo al progetto nazionale COFIN 2002-2004 dal titolo "Studio morfologico e genetico di speleotemi di particolari ambienti carsici italiani e dell'America Centro-Meridionale" che ha visto come attori, ricercatori delle Università di Modena, Bologna e Cagliari, nonché, naturalmente, gli speleologi che hanno fin qui portato avanti le ricerche. Questo progetto si è avvalso della collaborazioni dell'IGEA SpA, titolare della concessione mineraria, che ha attivamente reso possibile tutta una serie di ricerche e che ha permesso l'esplorazione verso l'alto della Grotta di Santa Barbara 2 (Badino & Messina, 2005); ad oggi le conoscenze speleologiche nel Monte San Giovanni ammontano a 50 cavità naturali (Tabella 1). Rimane grande l'amarezza di non possedere la documentazione di grandi cavità carsiche intercettate dai livelli profondi ed oggi inaccessibili a causa della risalita della falda, giunta a circa quota + 40 m s.l.m.

Il Carsismo e le grotte

Come gia affermato, quasi tutte le cavità naturali del versante occidentale sono strettamente interconnesse alle fasi minerogenetiche e riconducibili ad un carsismo impostatosi in periodi molto remoti e che ha avuto varie fasi di ringiovanimento (Forti *et al.*, 2005). Verosimilmente i fenomeni carsici hanno iniziato a svilupparsi poco dopo la deposizione della serie cambriana, nei periodi di continentalità, e si sono protratti (a meno di brevi periodi) fino ai giorni nostri. L'intensità del carsismo è stata fortemente condizionata dalla favorevole situazione strutturale ed accompagnata da un elevato potere solvente delle acque meteoriche derivato dalla ossidazione dei solfuri (presenti nelle rocce carbonatiche cambriane) e da fenomeni ipercarsici (De Waele *et al.*, 2001).
All'allargamento dei condotti e delle fratture è seguita una fase "minerogenica", con le soluzioni ricche in Pb e Ag che sono andate ad incrostare le pareti e cementare le brecce di dissoluzione e di crollo delle cavità carsiche, propagandosi sia lungo le rete principale delle fratture diaclasiche, sia nelle litoclasi. Questi fenomeni sono ben documentati in tutto il settore "ricchi argento" e, in modo particolare, si può desumere dall'osservazione delle pareti dei pozzi scavati in età pisana, in cui si notano evidenti le forme relitte dei condotti carsici, che questi risultano essere dei veri e propri paleokarst.
La figura 4 mostra una sezione longitudinale Nordovest-Sudest dei lavori relativi ai cantieri di Grotta N°1, Grotta Grande e Grotta Pisani. Questo schema è indicativo del fatto che le masse mineralizzate si sono presumibilmente consolidate in quello che era la struttura di antiche cavità carsiche, ed i condotti, le diaclasi di collegamento fra i diversi corpi sono state anch'esse obliterate da crolli e successivi flussi mineralizzanti. Le coltivazioni minerarie hanno seguito la mineralizzazione in tutti i suoi andamenti irregolari ed hanno così permesso di riportare alla luce questi paleokarst.
In questa nota si forniscono cenni descrittivi delle principali grotte di miniera intercettate dalle gallerie minerarie, ad esclusione delle grotte di Santa Barbara e Santa Barbara 2 oggetto di altre note in questo volume.

L'Abisso Albert

L'Abisso Albert è situato nella galleria omonima (225 m s.l.m.), l'ingresso della cavità è stato intercettato da una galleria di tracciamento della massa Albert, di cui la grotta sembra essere un'apice marginale "risparmiata" dagli eventi mineralizzanti. La grotta è costituita da un ampio salone con piano in risalita, impostato su una frattura Nordest-Sudovest, immergente a Sudest e concordante con la massa mineralizzata. La lunghezza è intorno ai 50 metri con larghezza media sugli 8 metri; la volta si eleva fin'oltre i 40 metri, (limite strumentale del distanziometro laser) (Fig. 5). Sulle pareti si notano fenomeni corrosivi di gran-

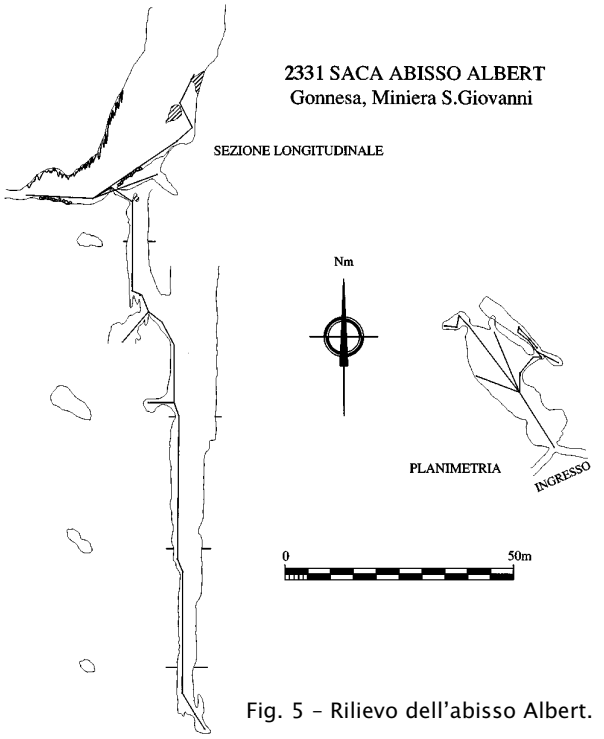


Fig. 5 – Rilievo dell'abisso Albert.

Fig. 6 – Abisso Albert: il grande salone scoperto dagli scavi.

de intensità e, localmente, sono ricoperte da spessi concrezionamenti policromatici di calcite (Fig. 6); sono evidenti dei bordi concrezionati che marcano antichi paleolivelli idrici. In alcune parti sono presenti vaste superfici ricoperte da cristalli di calcite di neoformazione. Sulla parete Sudest è vistosa la discontinuità che, partendo dalla parete, si immette in una frattura a direzione parallela alla principale, la quale, attraverso una rapida sequenza di salti, raggiunge la profondità di 120 metri. La sequenza dei pozzi, impostati su frattura ma notevolmente modellati secondo gli schemi di pozzi cascata, è caratterizzata da forme corrosive taglienti e sono indice di una fase di ringiovanimento della grotta; sul fondo una frana impedisce di proseguire.

Sa Crovassa de Trexentusu

Alla cavità in oggetto, già presente nelle mappe del 1885, si accede da una botola della galleria del livello 300 che, attraverso un pozzetto, immette nella volta di un grande salone. Il corpo della grotta è costituito dal salone suddetto, che in pianta si presenta come un ellisse con asse maggiore di circa 70 metri allungato in direzione Sudovest-Nordest; la larghezza media è sui 30 metri, mentre dalla volta, a circa 2/3 della lunghezza, svetta un pozzo in risalita da cui proviene un fitto stillicidio e la cui altezza è stimata intorno ai 30 metri (Fig. 7). Dalla parete Sudest si stacca una diramazione discendente a pozzo, parzialmente artificiale che conduce 20 metri più in basso ad una saletta fangosa dove si ritrovano lavori minerari. La morfologia del pozzo è carsica, ma sono evidenti le testimonianze di scavo e/o di ampliamento. Sulle pareti della sala insistono vaste superfici ornate da bellissimi cristalli di calcite a foglia; questa cristallizzazione ne ricopre un'altra, più antica, costituita da macrocristalli di calcite scalenoedrica, testimonianza probabile di un'antica fase idrotermale. Questa grande "crovassa", date le sue dimensioni, è stata adibita a deposito di sterili minerari. Infatti, due grandi cumuli di pietre frammiste a terra coprono il pavimento del salone ed il loro culmine corrisponde a zone di tramogge aperte nel soprastante livello 300 (Fig. 8).

Grotta della Colonna Egiziana

Anche questa grotta si apre nel livello 300 ed è stata intercettata trasversalmente dai lavori di scavo nella parte più settentrionale. Sul limite Nordovest della parete si apre un pozzo ascendente, valutato sulla trentina di metri; il pozzo è separato da un diaframma di concrezione di struttura colonnare che ha assegnato il nome alla grotta. La struttura della cavità è costituita da una grande sala di circa 40 metri di lunghezza per 20 di larghezza sviluppata longitudinalmente in direzione Sudest-Nordovest, con la volta che si leva fino ad oltre 20 metri (Fig. 9). Anche questa cavità

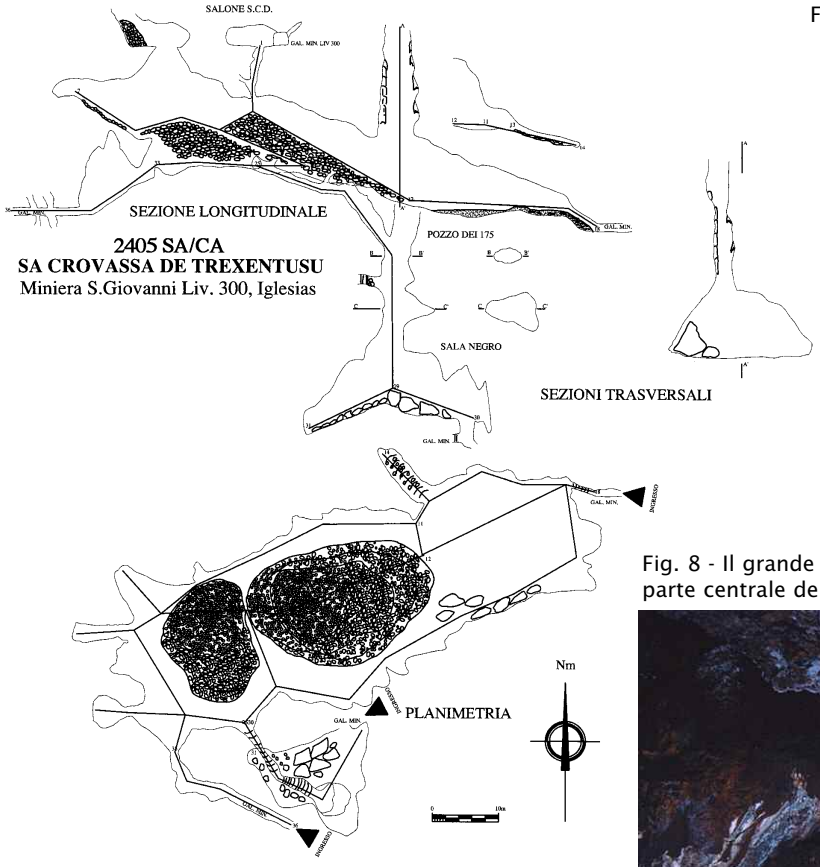


Fig. 7 - Rilievo della crovassa Trexentusu.

Fig. 8 - Il grande cono di sterile minerario che occupa la parte centrale della crovassa Trexentusu.

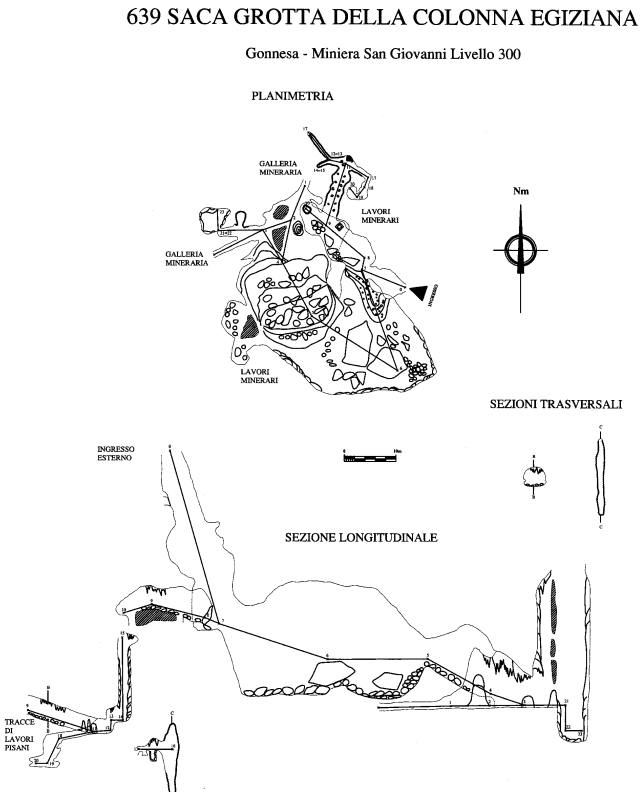


Fig. 9 - Rilievo della grotta della Colonna Egiziana.

Fig. 10 - Concrezioni e macerie nel ramo coltivato dai pisani.

è strettamente connessa ad una coltivazione, denominata "massa 47", di cui costituisce la parte occidentale che è stata anch'essa soggetta a lavori di scavo, di cui permangono evidenti le testimonianze, costituite da un conoide di blocchi di roccia sterile che occupano il pavimento dell'ambiente. Le pareti Sud e Sudovest sono ricoperte da un'antica e potente colata concrezionale che presenta evidenti testimonianze di successive azioni corrosive. Nelle parti dove è evidente la roccia nuda si osserva che questa è costituita da breccia ad elementi carbonatici ben cementata che presenta incrostazione da fluidi concrezionanti, testimonianza di antichi cicli carsici, e su cui si è reimpostata una fase carsica successiva ben documentata da grandi cupole di corrosione che hanno corroso le brecce di cui sopra. Sulla parete Est è presente una cengia sulla quale converge un pozzo dall'esterno; questo presenta palesi forme carsiche ma sono altrettanto palesi le evidenze che esso è stato almeno parzialmente scavato da mani umane. Si tratta dell'accesso di lavorazioni di età pisana: lungo la canna del pozzo si affacciano due imbocchi di gallerie di ridotte sezioni, tipiche dei lavori di quel periodo. Dal fondo del pozzo, percorrendo la cengia lungo la parete Nordovest della sala, si raggiunge una saletta che presenta concrezioni di aragonite fortemente imbrunita e opacizzata da fumi di combustione; dalla sala si diparte un condotto a sezione di origine tubolare, lungo circa 15 metri che interseca un frattura orientata Sudest-Nordovest. Le pareti del condotto sono marcate, a circa un metro e mezzo dal suolo, da un bordo di concrezione che testimonia la passate presenza di un livello idrico. Sono presenti delle grandi stalagmiti e incrostazioni calcitiche parietali, spesso di aspetto opaco, "cotto" e i colori vistosamente condizionati da fumi e calore (Fig. 10). Tutta la zona è stata, infatti, oggetto di scavi minerari con l'ausilio del fuoco, come dimostra il pavimento costituito da una sequenza stratificata di ceneri da combustione e carbone, mentre le rocce sterili frammentate sono messe a dimora in muretti a secco. La frattura già citata, in direzione Nordovest immette in una stretta diaclasi, riccamente ricoperta da cristalli di calcite, che va a chiudersi in alto dopo una ventina di metri, la parte bassa diventa impraticabile ad una profondità di circa 10 metri. La parte Sudest è costituita da un condotto completamente riscavato dagli antichi minatori, lungo poco più di 10 metri, che termina a fondo cieco in un saltino di 4 metri in corrispondenza di una fronte di scavo che lascia intravedere il contorno del condotto carsico originario e la breccia mineralizzata di riempimento.

Grotta Pisani

La grotta Pisani figura già nel 1882 in un rapporto del Reale Corpo delle Miniere, ed era la denominazione di un cantiere del settore *"ricchi argento"*. Dalle ricerche in archivio si è ritrovata la documentazione relativa all'evoluzione dei lavori di coltivazione sul finire del 1800. Il nome attribuito dai concessionari del titolo indica chiaramente l'origine del cantiere. Alla cavità si accede da un'antica galleria mineraria che si apre a quota 275 sul versante Nordovest del rilievo. Il carsismo è già evidente dall'esterno, in quanto nel piazzale antistante la galleria si ritrova una bella marmitta carsica di forma quasi perfettamente circolare; la singolarità è data dal fatto che la marmitta è stata intonacata con calce ed adibita a cisterna. Il percorso della vecchia galleria, circa una trentina di metri, è una vera esaltazione della origine carsica dei giacimenti in oggetto, infatti, tutto l'opera di scavo insiste in un paleocondotto carsico di cui si riesce a distinguere la delimitazione di contorno. La galleria conduce ad una zona di vuoto di coltivazione nella cui parete Nordest si apre un passaggio che conduce alla grotta vera e propria. Si tratta della parte sommitale di un grande ambiente che si sviluppa verso il basso. Dalla volta filtra la luce del sole che arriva da un pozzo, di circa 40 metri, scavato nella mineralizzazione dagli antichi minatori. Anche questo pozzo risulta essere palesemente di origine carsica. Si accede alla grotta attraverso una discesa di circa 30 metri lungo la parete Ovest che immette in un grande ambiente discendente in direzione Sudest, lungo una sessantina di metri, con larghezza media sopra i 20 metri mentre la volta degrada dai 30 ai 12-14 metri (Fig. 11). Il pavimento è ingombro da blocchi di roccia calcarea gettati come sterili nella grotta, mentre le concrezioni incrostano in misura abbondante le pareti. Anche in questa grotta si notano vari cicli genetici, infatti le concrezioni ricoprono precedenti cristalli scalenoedrici di calcite, mentre si riconoscono fasi freatiche con delle concrezioni gluteiformi incrostate da successive cristallizzazioni di origine vadosa. Le concrezioni e le pareti presentano un imbrunimento indotto dai fumi dei fuochi di scavo. Infatti, sull'apice settentrionale della parete Sudovest si apre un'antica galleria mineraria di una ventina di metri che ha sfruttato una mineralizzazione in diaclasi e residui di scavo, muretti a secco e cumuli di rocce sterili. Nella parte basale la cavità si imposta in direzione Nordest-Sudovest, ortogonale alla precedente direzione, ed anche in questa parte è possibile osservare le antiche

Fig. 11 - Concrezioni e pareti annerite nella grotta Pisani.

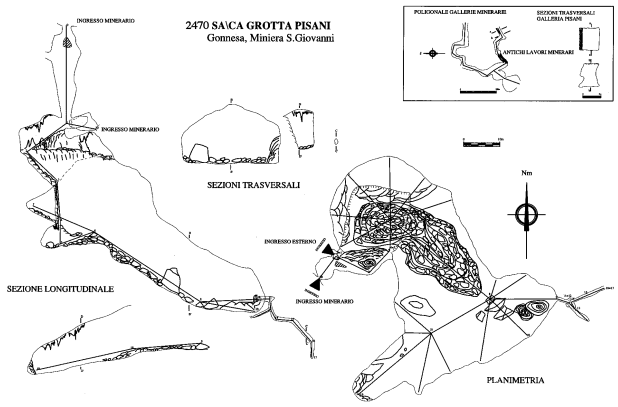


Fig. 12 - Rilievo della grotta Pisani.

lavorazioni. La grotta chiude inesorabilmente in potenti concrezionamenti in direzione Sudovest (Fig. 12).

Crovassa Quarziti (Antichi Lavori Bambola)
La grotta si apre nella parte occidentale del Monte San Giovanni, ad una quota di 220 m s.l.m.. Il suo nome deriva dall'affioramento di "quarziti" in prossimità dell'ingresso, anche se la cavità era nota col nome di "antichi lavori bambola". L'accesso è ricavato da uno scavo di saggio per barite che ha sfondato la volta di

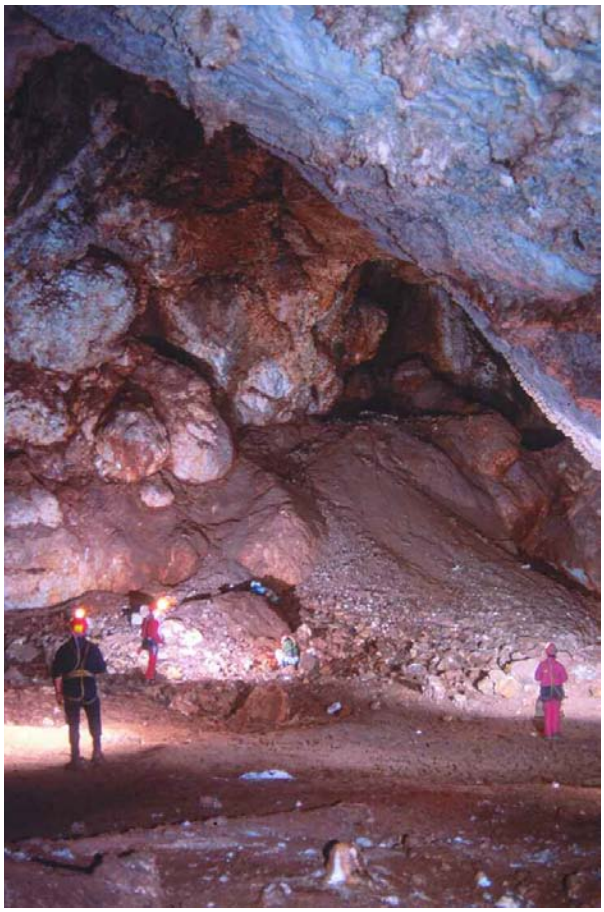


Fig. 13 - Grande salone della grotta Quarziti.

un condotto carsico ampliato da lavori di epoca pisana, di cui non si è riusciti a trovare l'antico ingresso. Il condotto, di ridotte dimensioni, ha uno sviluppo di circa 60 metri inclinato negativamente di una trentina di gradi e conduce ad un ampio salone; l'ambiente è notevolmente concrezionato e molto alterato da scavi minerari. Attraverso uno stretto condotto inclinato si accede alla parte sommitale di un ampio ambiente, anch'esso "adattato" all'utilizzo minerario: sono rimasti infatti al suo interno manufatti in legno (scale, tramogge). In questa parte della grotta sono presenti colate notevolmente alterate da pesanti incrostazioni di polveri, al di sotto della quale si riesce comunque a riconoscere la complessità della composizione chimica che le caratterizzano: evidente infatti assieme alla calcite la presenza di idrozincite ed altri minerali (tra cui forse opale azzurro). Sulla parete Est si apre un condotto (anch'esso impostato in direzione N-S) che risale per circa 15 m: alla sua sommità pare possibile una prosecuzione; sulle pareti sono molto evidenti le morfologie corrosive da acidi forti (acido solforico derivante dalla ossidazione dei giacimenti a polisolfuri) che hanno anche conferito colorazioni rossastre e brunastre molto intense

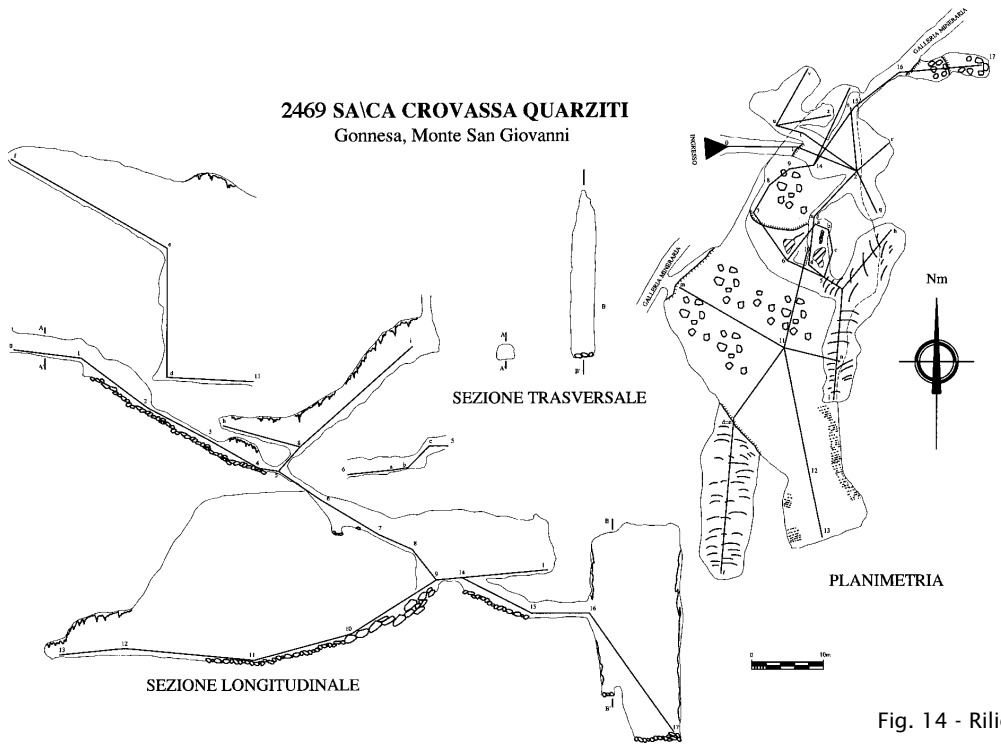


Fig. 14 - Rilievo della grotta Quarziti

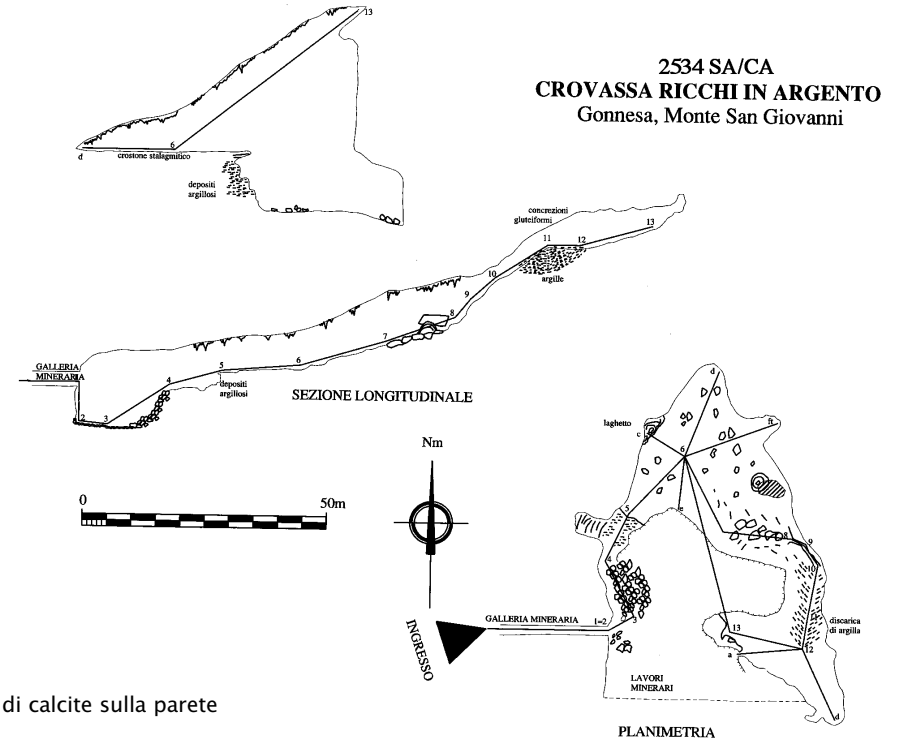
dovute a probabili ossidi di ferro e manganese. Il salone di base si presenta di forma, grossolanamente, triangolare con vertice rivolto a Nordest; ha uno sviluppo longitudinale di circa 60 metri con larghezza sui 20 e con la volta che si eleva fino a oltre 20 metri (Fig. 14). Cumuli di materiali sterili occupano grandi porzioni del pavimento, che si presenta pianeggiante e costituito da un notevole spessore di argille costipate, con strutture di essiccazione poligonali (mud cracks), prova certa della esistenza passata di un bacino d'acqua, prosciugatosi forse anche a causa dell'approfondimento dei lavori minerari. Nonostante l'evidentissima antropizzazione che ha in parte distrutto le concrezioni e le mineralizzazioni secondarie presenti, nella sala sono ancora presenti pregevoli formazioni (Fig. 13). Tra queste possono essere citati cristalli di aragonite aciculare di colore bianco traslucido e, nella parete Nordovest, una colata di comune calcite, ma sotto la quale sono evidentissimi macrocristalli (dell'ordine di qualche decimetro) scalenoedrici sempre di calcite, che testimoniano una precedente fase evolutiva della grotta, probabilmente termale. Sull'estremità Nordest è presente un potente deposito stalattitico e stalagmitico di colore grigio perla che è stato riconosciuto costituito da "Emimorfite" e legato probabilmente a fenomeni di dissoluzioni delle quarziti esterne e conseguenti concrezionamento (Forti *et al.*, 1999). La grotta ha la sua naturale prosecuzione nell'apice Nord della sala, attraverso un condotto carsico ampliato da lavorazioni minerarie (si tratta delle gallerie del livello 150 che qui hanno intersecato la cavità sul finire del 1800), che conduce ad uno stretto ed alto meandro impostato su frattura E-W, il cui fondo è purtroppo occluso da materiale sterile accumulatovi durante lo scavo della galleria, ponendo termine alla grotta.

Crovassa Ricchi Argento

Anche questa cavità rappresenta un vero archivio delle particolarità delle grotte di miniera. Essa rappresenta la parte basale del cantiere "Grotta Grande", che ha un ingresso esterno intorno a quota 370 m s.l.m. e si è sviluppata fino a al livello 150. I lavori di coltivazione hanno seguito in profondità il paleokarst, ed hanno tranciato longitudinalmente, in direzione E-W e lungo la parete S, la grotta in oggetto. Alla cavità si arriva dalla galleria Idina, (liv.150) settore "ricchi argento", che entra direttamente nel vuoto di coltivazione rimasto dai lavori di abbattimento della parte mineralizzata. Per accedere alla cavità occorre risalire il fianco di un accumulo di argille rosse, potenti oltre la decina di metri. La parte sommitale del cumulo è rappresentato da un crostone stalagmitico che risulta essere il pavimento della grande sala. L'orizzontalità del cumulo e del crostone denota che c'è stata la presenza di un bacino d'acqua. La grotta si presenta come un grande salone ascendente in direzione E, con forma

Fig. 15 - I Fantasmi di scalenoedri di calcite sulla parete della crovassa Ricchi in Ag.

Fig. 16 - Rilievo della crovassa Ricchi in Ag.



planimetrica a triangolo isoscele con vertice rivolto a N e base orientata E-W. Le dimensioni di lunghezza sono di circa 50 metri ed altrettanti sono di larghezza, mentre la volta è intorno ai 10 metri; nella grotta insiste tutta una sequenza di speleotemi ascrivibili a fasi successive. Le pareti della parte bassa, di colore molto scuro, presentano cupole di corrosione molto incise e hanno vaste porzioni ricoperte da colate aragonitiche di neoformazione. La salita che conduce alla parte alta è composta da colate di argilla ben consolidata, mentre sono presenti grandi edifici stalagmitici che presentano grossi cristalli scalenoedrici di calcite fortemente cariati da successivi processi corrosivi. Nella parte alta, sulla volta, si notano delle grandi concrezioni gluteiformi, di colore molto scuro, che testimoniano antiche fasi freatiche; mentre nelle pareti si possono notare dei bellissimi fantasmi di scalenoedri calcitici di colore rossastro corrosi ed appiattiti sulle pareti (Fig. 15). La grotta chiude in un condotto, che sovrasta il vuoto di coltivazione, diretto a Sud con forme corrosive parietali molto plastiche ed addolcite (Fig. 16).

Crovassa Azzurra

La cavità in questione è stata intercettata dai lavori di ripresa della galleria Peloggio (218 m s.l.m.) situata alla base di una parete verticale di calcare ceroide, nel settore nord-occidentale del rilievo, intorno a metà degli anni 60. Il nome della grotta denota la sua caratteristica principale, si tratta infatti di una classica "crevasse", ma completamente ricoperta da concrezioni di aragonite azzurra, peraltro studiate già una trentina di anni fa (Cervellati *et al.*, 1971). La presenza di questo minerale ha però causato il suo pessimo stato di conservazione, infatti la cavità si presenta completamente spogliata delle infiorescenze aragonitiche che la caratterizzavano (Locci, 1999). La grotta è costituita da due ambienti posti, il primo sopra sul livello della galleria ed il secondo posto una decina di metri più in basso. Il condotto di collegamento è stato tranciato dallo scavo della galleria che ha diviso la cavità in due parti (Fig. 17). La parte superiore è costituita da un ambiente di forma rettangolare, lungo circa 10 metri per una larghezza di 8, mentre la volta si eleva fino ad oltre la quindicina di metri; le pareti sono ricoperte da spesse colate di aragonite azzurra, purtroppo notevolmente deturpate dalla mano dei collezionisti che le hanno completamente spogliate. Alla parte inferiore si accede da un pozzo posto sul piano della galleria (Fig. 18) che, attraverso una discesa di oltre 10 metri, conduce ad una salette di forma irregolare, lunga circa 15 metri per 8 di larghezza; in questa sala erano presenti splendide aragoniti azzurre aciculari e coralloidi che sono state completamente asportate. Le pareti sono quasi completamente ricoperte da imponenti colate di aragonite azzurra massiva, purtroppo smartellate anch'esse; l'ambiente è discendente in

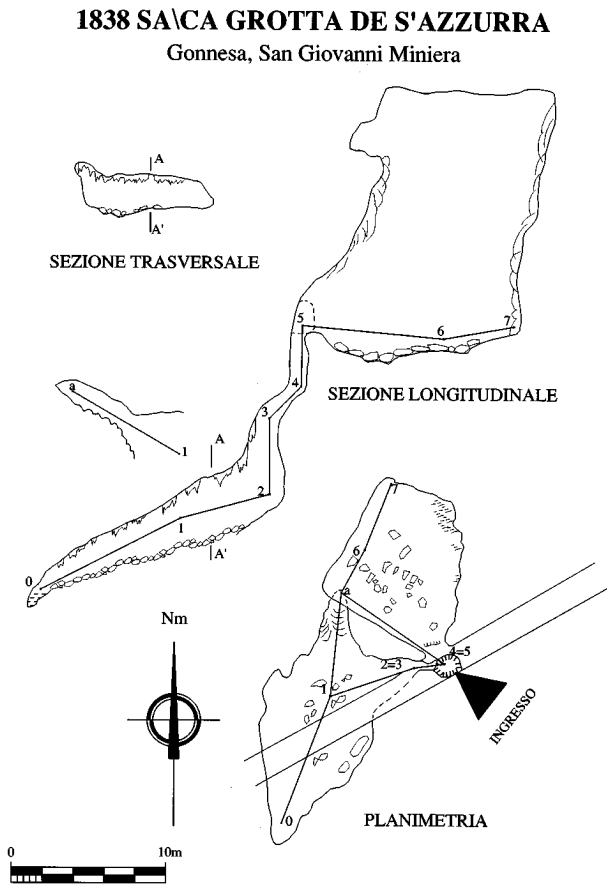


Fig. 17 - Rilievo della crovassa Azzurra.

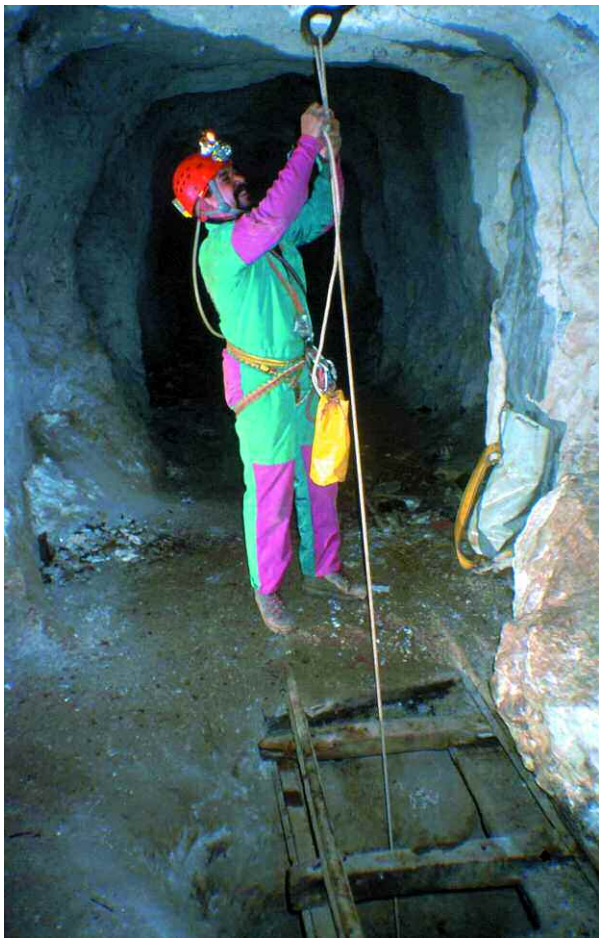


Fig. 18 - Ingresso a pozzo della parte inferiore della crovassa Azzurra.

direzione Sud dove, però, un conoide detritico di sterili va a chiudere su un piccolo bacino d'acqua. In questa ultima porzione di grotta si riscontrano ampie superfici di pareti cristallizzate con calciti *a dente di cane* della lunghezza di 7-8 cm. Come già osservato questa cavità doveva essere decisamente splendida, ma si è del parere che ancora oggi, con pochi interventi si può conservare quel che resta di questo bellissimo esempio di "crovassa".

Crovassa Serpi (Crevasse 182)

Questa grotta è stata intercettata dai lavori di sviluppo del cantiere *Contatto* e più precisamente dallo scavo della galleria 195, la stessa da cui si è staccato il fornello che ha intercettato la famosa grotta di Santa Barbara. La cosa che rende singolare la grotta è che è stata intercettata in senso longitudinale e lungo la direzione del giacimento ed utilizzata come galleria naturale, tanto che lungo il suo percorso si notano evidenti i luoghi di sosta e gli scarichi di carburo esausto. La galleria in oggetto era una galleria "in direzione" cioè tracciata lungo lo sviluppo del giacimento, al fine di delimitarne la geometria. Era abbastanza usuale, nelle miniere della soc. Pertusola, che le gallerie in direzione non fossero rettilinee, ma bensì seguivano la mineralizzazione spostandosi dall'asse longitudinale fino a lambire le salbande del "filone"; in questa maniera si aveva un controllo geometrico della potenza della mineralizzazione. Alla cavità, oggi, si accede da un imbocco di galleria aprentesi in una zona di subsidenza causata dai lavori di coltivazione del "*contatto*"; in prossimità del livello Albert 225 m s.l.m., nel versante settentrionale del rilievo. Dall'imbocco, attraverso una discesa di circa 30 metri gradonata artificialmente, si arriva alla grotta che è costituita da una sequenza di ambienti che si sviluppano in discesa lungo la direzione Sudovest- Nordest, la stessa della mineralizzazione; il percorso è comunque notevolmente adattato artificialmente dai lavori minerari. Lo sviluppo della cavità è intorno ai 200 metri di lunghezza con larghezze variabili dal metro fino ad oltre 12 metri, la volta è variabile dai 2 metri fino ai 20 metri; a circa metà percorso si incontra un salto verticale di circa 15 metri che immette in un ambiente ampliato artificialmente dai lavori di coltivazione, che non hanno risparmiato la grotta laddove era presente minera-

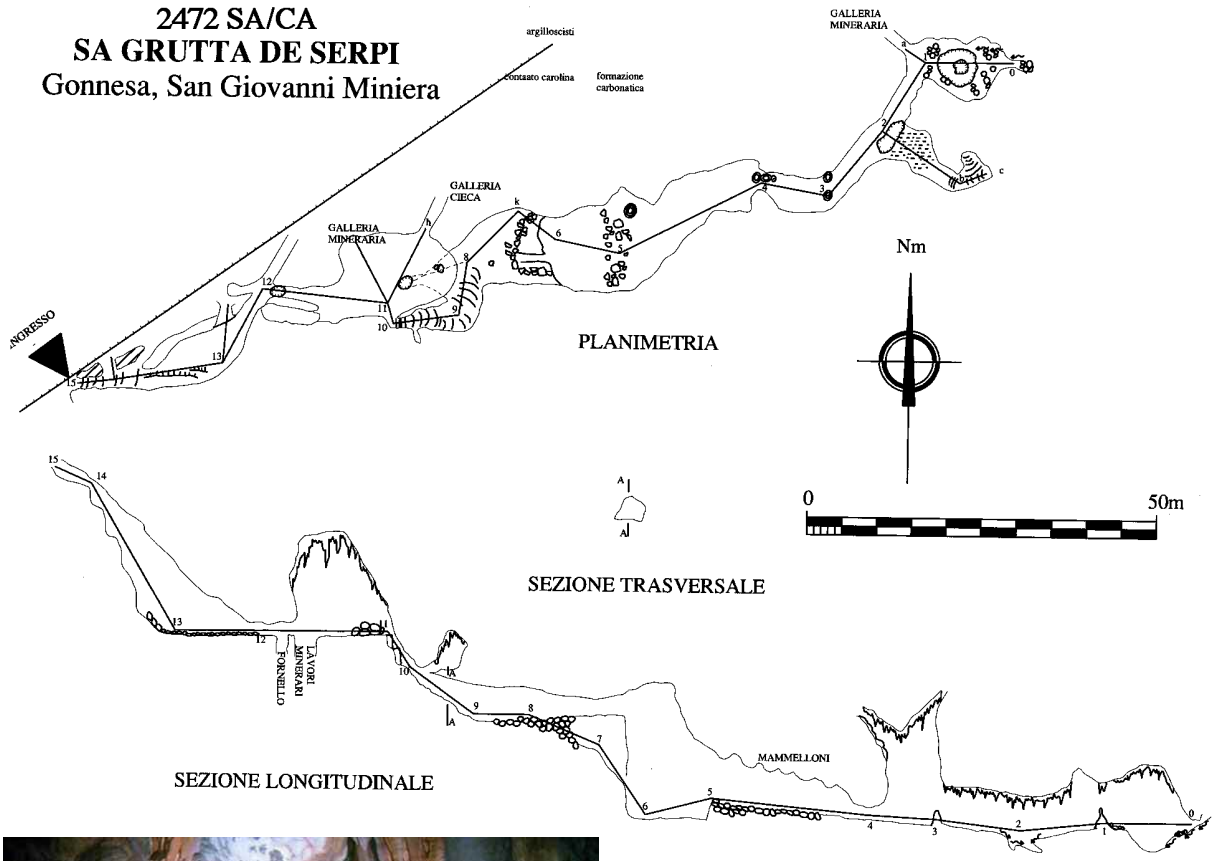


Fig. 19 - Rilievo della crovassa Serpi.

Fig. 20 - Concrezioni policrome nella crovassa Serpi.

lizzazione (Fig. 19). Dalle sezioni trasversali si riconoscono gli originari condotti tubolari, che insieme alla presenza di concrezioni gluteiformi, testimoniano un'antica fase freatica. Questa fase è stata seguita da una successiva fase vadosa che ha determinato un intenso concrezionamento che maschera notevolmente le forme originarie; gli speleotemi sono rappresentati da un vasto gamma policromica che va da potenti colate ad esili aragoniti e, sorprendentemente, non presentano segni vistosi di danneggiamento (Fig. 20). La grotta va a chiudere in un ambiente che doveva insistere su zone mineralizzate, tanto che la cavità termina nella parte superiore di un vuoto di coltivazione che si perde verso il basso. La grotta è impostata, sostanzialmente, nella stessa maniera, infatti laddove si nota la roccia nuda si nota il calcare ceroide sul lato S mentre su quello Nord si nota la dolomia gialla geodica, marker di zona mineralizzata. La cavità è allineata, in direzione, con la grotta di Santa Barbara, da cui dista poco meno di cento metri; è verosimile ipotizzare che la grotta in oggetto facesse parte del sistema Santa Barbara 1-2 e che i potenti concrezionamenti ne hanno interrotto la continuità.

Conclusioni

L'esplorazione speleologica del Monte San Giovanni ha messo in evidenza l'esistenza di un elevato numero di cavità carsiche prive di sbocchi naturali all'esterno e raggiungibili quindi solo attraverso le gallerie minerarie che nei secoli di scavi le hanno intersecate. Questo permette di apprezzare in misura molto più approfondita l'indice di carsificazione reale della zona che risulta essere molto superiore di quello che i pochi ingressi superficiali facciano dedurre.

Allo stato attuale si possono già tracciare le sintesi dell'evoluzione di insieme dei sistemi carsici e dei meccanismi speleogenetici, minerogenetici e paleoclimatici. Gli studi sulle concrezioni e le mineralizzazioni secondarie presenti all'interno di queste grotte, pur essendo

preliminari ed parziali, confermano l'eccezionale interesse delle "Grotte di Miniera" esistenti nel Distretto di Iglesias, per cui si auspica che nell'ambito del "Parco Geominerario, Storico ed Ambientale della Sardegna" venga costituito un gruppo di ricerca specifico in cui le competenze degli speleologi vengano integrate da quelle di geologi, mineralogisti e giacimentologi

Ringraziamenti
Gli autori desiderano ringraziare tutti gli speleologi che, in vario modo, hanno contribuito a far accrescere le conoscenze speleologico-carsiche del Monte San Giovanni.

Riferimenti bibliografici

BADINO G., MESSINA M., 2005 – *L'esplorazione della Grotta di Santa Barbara 2.* Atti Simposio "Le grotte di miniera tra economia mineraria ed economia turistica", Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 17, pp. 93-98

BARTOLO G., FADDA A.F., 1998 - *Sardegna il mondo sotterraneo*. Coedisar, Cagliari, 300 p.

BECHSTADT T., BONI M., 1996 - *Sedimentological, stratigraphical and ore deposits field guide of the autochtonous Cambro-Ordovician of Southwestern Sardinia*. Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia 48, 390 p.

BRUSCA C., DESSAU G., 1968 - *I giacimenti piombo-zinciferi di S. Giovanni (Iglesias) nel quadro della geologia del Cambrico sardo*. L'Industria Mineraria 19, pp. 1-53.

CARMIGNANI L., OGGIANO G., BARCA S., CONTI P., SALVADORI I., ELTRUDIS A., FUNEDDA A., PASCI S., 2001 - *Geologia della Sardegna. Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000*. Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia 60, 283 pp.

CERVELLATI R., FORTI P., ZAVATTI R. 1971 - *L'aragonite azzurra sarda*. Spel.Emiliana II, 3(7), pp. 43-60.

CIVITA M., COCOZZA T., FORTI P., PERNA G., TURI B., 1983b - *L'idrogeologia del bacino minerario dell'Iglesiente*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 2, 137 p.

DE WAELE J., FORTI P., FRAU F., GALLI E., NASEDDU A., ROSSI A., 2004a - *Le grotte di miniera del Monte San Giovanni (Iglesiente, Sardegna sud-occidentale): una risorsa scientifica e turistica di inestimabile valore*. Atti del II Convegno Nazionale "Geologia e Turismo", Bologna 3-4 novembre 2004, Volume delle Relazioni, pp. 106-108.

DE WAELE J., FORTI P., PERNA G., 2001 - *Hyperkarstic phenomena in the Iglesiente mining district (SW-Sardinia)*. In "Water-Rock Interaction 2001", R. Cidu (Ed.), A.A.Balkema Publishers, Lisse, pp. 619-622

DE WAELE J., FRAU F., FORTI P., GALLI E., ROSSI A., 2004b - *The scientific and didactic importance of the mine caves of Mount San Giovanni (Southwest Sardinia, Italy).* 32nd International Geological Congress, Florence August 20-28, 2004, Abstract Volume Part 2, p.1015

DE WAELE J., MESSINA M., NASEDDU A., PAPINUTO S., SANNA F., SOTGIA S., 2003 - *Le grotte di miniera in Sardegna.* Anthèo 7, pp. 46-52.

FABBRI M., FORTI P., 1981 - *Esplorazioni nell'Iglesiente*. Sottoterra 59, pp. 31-35.

FABBRI M., FORTI P., 1986 - *Recenti esplorazioni nelle miniere dell'Iglesiente (Sardegna Sud Occidentale).* Sottoterra 74, pp. 1-9 .

FORTI P., MESSINA M., NASEDDU A., PAPINUTO S., SANNA F., SOTGIA S., 1999 - *Emimorfite in una "grotta di miniera" Gonnesa - Sardegna*. Speleologia 41, pp. 61-68.

FORTI P., PAGLIARA A., GALLI E., ROSSI A., DE WAELE J., BORSATO A., ZANCHETTA G., SHOPOV Y., 2005 - *Santa Barbara cave (Sardinia, Italy): some hundred million years of development as recorded in speleothems*. Geophysical Research Abstracts, 7, 01160

FORTI P., PERNA G., 1982 - *Le cavità naturali dell'Iglesiente*. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 1, 229 p.

FURREDDU A., 1976 - *Aspetti geoidrologici del bacino minerario Iglesiente dedotti da esplorazioni speleologiche*. Speleologia Sarda 19 e 20, pp. 19-26 e pp. 7-25.

FURREDDU A., MAXIA C., 1964 - *Grotte della Sardegna*. Editrice Fossataro Sardo, Cagliari. pp. 1-310.

FUSINA P., 1959 - *Grotte nella miniera di San Giovanni*, Grotte 10, pp. 1-23.

GHIANI M., 1986 - *Le tecniche di estrazione attraverso i secoli*. In MANCONI F. (a cura di): Miniere e minatori della Sardegna, Silvana Editoriale, pp. 159-190.

LOCCI C., 1999 - *Iglesiente*. Continua..! Numero unico del Gruppo Grotte CAI Cagliari, pp. 62-75

NASEDDU A., PAPINUTO S., 2005 - *Ispezioni Speleologiche nelle fosse Pisane di San Giorgio - "Sa Sedd'e is fossas" - Iglesias*. Atti Simposio "Le grotte di miniera tra economia mineraria ed economia turistica", Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, Serie II, 17, pp. 173-182

ROSSETTI V., ZUCCHINI A., 1956 - *Baritina della Grotta di Santa Barbara*. Rendiconti del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università degli Studi di Cagliari, 26(3-4), pp. 240-255.