



ATTI
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI

MEMORIE • SERIE A • VOLUME CXXXI • ANNO 2024



Edizioni ETS

ATTI DELLA SOCIETÀ TOSCANA DI SCIENZE NATURALI

MEMORIE

Via Santa Maria, 53 - 56126 Pisa

Rivista di proprietà della Società Toscana di Scienze Naturali. Fondata nel 1875, la rivista pubblica Memorie e Note originali, recensioni, corrispondenze e notiziari nel campo delle Scienze Naturali. È inviata ai soci e depositata in biblioteche corrispondenti. Tutti i contenuti dei volumi a stampa (articoli originali, comunicazioni brevi, notizie e recensioni) è liberamente disponibile in rete, in conformità all'Open Access, sulle pagine <http://www.stsn.it/en/memorie-serie-a.html> (Serie A) e <http://www.stsn.it/en/memorie-serie-b.html> (Serie B). *Journal owned by Società Toscana di Scienze Naturali. Founded in 1875, the journal publishes original papers, short communications, news and book reviews on Natural Sciences. The Journal is sent to Società Toscana di Scienze Naturali members and deposited in selected libraries. All content of the printed version (original papers, short communications, news and book reviews) is freely available online in accordance with the Open Access at <http://www.stsn.it/en/memorie-serie-a.html> (Serie A) and <http://www.stsn.it/en/memorie-serie-b.html> (Serie B).*

Gli Atti sono pubblicati in due volumi (Serie A - Abiologica, ISSN 0365-7655; Serie B - Biologica, ISSN 0365-7450) all'anno nel mese di dicembre. Possono essere pubblicati ulteriori volumi, definiti Supplementi, su temi specifici.

Atti are published yearly in two Issues (Serie A - Abiological, ISSN 0365-7655; Serie B - Biological, ISSN 0365-7450) in December. Some monographic volumes may be published as Supplementi.

Le lingue usate dalla rivista sono l'inglese o l'italiano // *The languages of the journal are English or Italian.*

Comitato scientifico (*Editorial Board*)

Serie A: G. Bianucci (Pisa, Italia), R. Blanco Chao, (Santiago de Compostela, Spagna), L. Disperati (Siena, Italia), W. Finsinger, (Montpellier, Francia), C. Montomoli (Torino, Italia), A. Oros Sršen (Zagabria, Croazia), E. Pandeli (Firenze, Italia), S. Richiano (Puerto Madrin, Argentina), E. Starnini (Pisa, Italia).

Serie B: A. Aguilera (Valencia, Spain), N.E. Baldaccini (Pisa, Italy), E. Biondi (Ancona, Italy), B. Foggi (Firenze, Italy), E. Palagi (Pisa, Italy), G. Paradis (Ajaccio, France), L. Peruzzi (Pisa, Italy), M. Zuffi (Pisa, Italy).

Direttore scientifico (*Editor in Chief*): Paolo Roberto Federici

Comitato di redazione (*Editorial Office*)

Serie A: A. Chelli (*Segretario agli Atti / Editor*)

Serie B: G. Bedini (*Segretario agli Atti / Editor*), G. Astuti, A. Carta, M. D'Antraccoli, L. Peruzzi, F. Roma-Marzio

La corrispondenza deve essere inviata ai Segretari agli Atti (per la Serie A: A. Chelli, Dipartimento di Chimica, Scienze della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Parco Area delle Scienze, 157/A - 43124 Parma, email: alessandro.chelli@unipr.it; per la Serie B: G. Bedini, Dipartimento di Biologia, via Derna, 1 - 56126 Pisa, e-mail: gianni.bedini@unipi.it).

The correspondence must be sent to Editors (for Serie A: A. Chelli, Dipartimento di Chimica, Scienze della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Parco Area delle Scienze, 157/A - 43124 Parma, email: alessandro.chelli@unipr.it; for Serie B: G. Bedini, Dipartimento di Biologia, via Derna, 1 - 56126 Pisa, e-mail: gianni.bedini@unipi.it).

Per ulteriori informazioni / *For further information:* <http://www.stsn.it/>

Per informazioni editoriali / *For editorial information:* Edizioni ETS - <https://www.edizioniets.com/>

SOCIETÀ TOSCANA DI SCIENZE NATURALI

Fondata nel (*founded in*) 1874

Via Santa Maria, 53 - 56126 Pisa

Consiglio Direttivo (*Executive Committee*)
(2023-2024)

Presidente

P.R. Federici

Vice Presidenti

W. Landini, M. Pappalardo

Segretario generale

F. Rapetti

Segretari agli Atti (Editors)

A. Chelli (Serie A),

G. Bedini (Serie B)

Bibliotecario

M. Zuffi

Economo-Cassiere

R. Narducci

Autorizzazione n. 17/56 del 26 luglio 1956, Trib. di Pisa

Direttore responsabile (Editor in Chief): Paolo Roberto Federici

© Copyright 2023-2024 by Società Toscana di Scienze Naturali.

Per tutti gli articoli pubblicati (articoli originali, comunicazioni brevi, notizie e recensioni)
gli autori trasferiscono i diritti d'autore e di pubblicazione alla rivista.

*For all published articles (original papers, short communications, news and book reviews)
the authors transfer copyright and publishing rights to the Journal.*

Tutti gli articoli pubblicati sugli Atti (articoli originali, comunicazioni brevi, notizie e recensioni) sono rilasciati con licenza CC BY 4.0. Essi possono essere condivisi e adattati, a condizione che venga dato credito adeguato, e possono essere utilizzati anche per scopi commerciali.

All published articles in Atti (original papers, short communications, news and book reviews) are released under CCL BY 4.0. They can be shared and adapted, provided that adequate credit is given, for any purpose, even commercially.

PAOLO SAMMURI ⁽¹⁾, WALTER SCAPIGLIATI ⁽²⁾

STORIA DELLA MINIERA MEDIEVALE DI POGGIO MUZZETO NELLA VALLE DEL BAI (ROCCASTRADA, GROSSETO, ITALIA)

Abstract - P. SAMMURI, W. SCAPIGLIATI, *History of the medieval Poggio Muzzeto mine in the Bai Valley (Roccastrada, Grosseto, Italy).*

The copper and silver deposit of Poggio Muzzeto is located in the valley of the creek Bai, about 3 km NW of Roccastrada. The area, mainly made up of Triassic formations, is located in the western margin of the Monticiano-Roccastrada ridge. At Poggio Muzzeto, as recorded in Sienese documents of the 14th-15th centuries, and also in classical times, there was active a considerable extraction of copper and silver minerals; the remains of numerous tunnels, trenches and shafts still bear witness to this day. There are descriptions of this mine by scholars from the 18th and 19th centuries. During mineral prospecting in the last century, sporadic findings of iron hydroxides concentrations consisting of goethite, limonite and rare hematite were reported, containing traces of copper minerals: chalcocite, azurite, malachite. Today, due to erosion and the thick vegetation cover, it is very difficult to find traces of mineralization exploited at that time. In this work the geological knowledge of the deposit area and its mining activities are examined and discussed.

Key words - copper, silver, mine, Poggio Muzzeto, Southern Tuscany, Italy

Riassunto - P. SAMMURI, W. SCAPIGLIATI, *Storia della miniera medievale di Poggio Muzzeto nella Valle del Bai (Roccastrada, Grosseto, Italia).*

Il giacimento di rame e argento di Poggio Muzzeto si trova nella valle del torrente Bai, circa 3 km a NO di Roccastrada. L'area, costituita prevalentemente da formazioni triassiche, si colloca nel margine occidentale della dorsale Monticiano-Roccastrada. A Poggio Muzzeto, come registrato in documenti senesi del XIV-XV secolo, ma forse anche precedentemente in epoca classica, è stata attiva una consistente estrazione di minerali di rame e argento, testimoniata ancora oggi dai resti di numerose gallerie, trincee e pozzi. Su questa miniera esistono descrizioni di studiosi del XVIII secolo e del XIX secolo. Durante alcune prospezioni minerarie condotte nel secolo scorso furono segnalati sporadici ritrovamenti di concentrazioni di idrossidi di ferro, costituiti da goethite, limonite e rara ematite contenenti tracce di minerali di rame: calcosina, azzurrite, malachite. Attualmente, a causa dell'erosione e della folta copertura vegetale, è molto difficile individuare tracce della mineralizzazione sfruttata all'epoca. In questo lavoro sono esaminate e discusse le conoscenze geologiche sulla zona del deposito e le sue vicende estrattive.

Parole chiave - rame, argento, miniera, Poggio Muzzeto, Toscana meridionale, Italia

INTRODUZIONE

È certamente difficile ricostruire la storia di una miniera ormai inattiva da più di sei secoli basandosi sulle scarse tracce rimaste difficilmente databili e sui pochi studi scientifici reperibili, in pratica limitati ad alcune relazioni di ricerche minerarie del XX secolo. Infatti, per il giacimento di Poggio Muzzeto-Tisignana è necessario condurre una vera e propria ricerca di archeologia mineraria, basandosi sugli antichi documenti senesi di epoca medievale. La zona mineraria, in cui probabilmente si estraeva rame e argento, si trova presso il limite della dorsale metamorfica Monticiano-Roccastrada. Il giacimento si trova nella valle del torrente Bai a circa 3 km NO di Roccastrada lungo il versante sud-orientale di Poggio Muzzeto (Fig. 1) e si estende in parte anche sul colle immediatamente ad est, oltre il fosso Tisignana. Poco più a valle si trovano i resti del monastero di San Salvatore di Giugnano, menzionato già dal 1076, nel luogo di un precedente abitato. Questa struttura ecclesiastica fu essenziale per la realtà religiosa ed economica locale e, in particolare, per le attività estrattive e di lavorazione metallurgica del ferro, documentate fino al Seicento. Infatti, la località di Giugnano compare negli Statuti roccastradini del 1612, nonostante il verosimile abbandono del sito intorno alla seconda metà del XV secolo, confermato anche da alcuni ritrovamenti ceramici (Berni, 2023). L'impianto produttivo del monastero, di cui sono attestazione le vestigia di un mulino e di un sistema di opifici e canalizzazioni nei pressi del torrente Bai, era il più significativo nei pressi del giacimento di Poggio Muzzeto.

Le informazioni raccolte in questo studio mostrano che la miniera di rame di Poggio Muzzeto ebbe un passato importante, ma non fu coinvolta come molte altre nel tumultuoso periodo ottocentesco di rinascita e riattivazione delle antiche miniere. Tuttavia, la storia del deposito ed i suoi legami con il territorio sono dati fondamentali per la conoscenza di questo geosito minerario del Parco Nazionale delle Colline Metallifere Grossetane. In passato Poggio Muzzeto è stata citata

⁽¹⁾ via Pietro Sensini 60, 00176 Roma

⁽²⁾ via Liguria 16, 58027 Ribolla (GR)

Corresponding authors: Paolo Sammuri (science.sam@tiscali.it), Walter Scapigliati (wscapigliati@gmail.com)

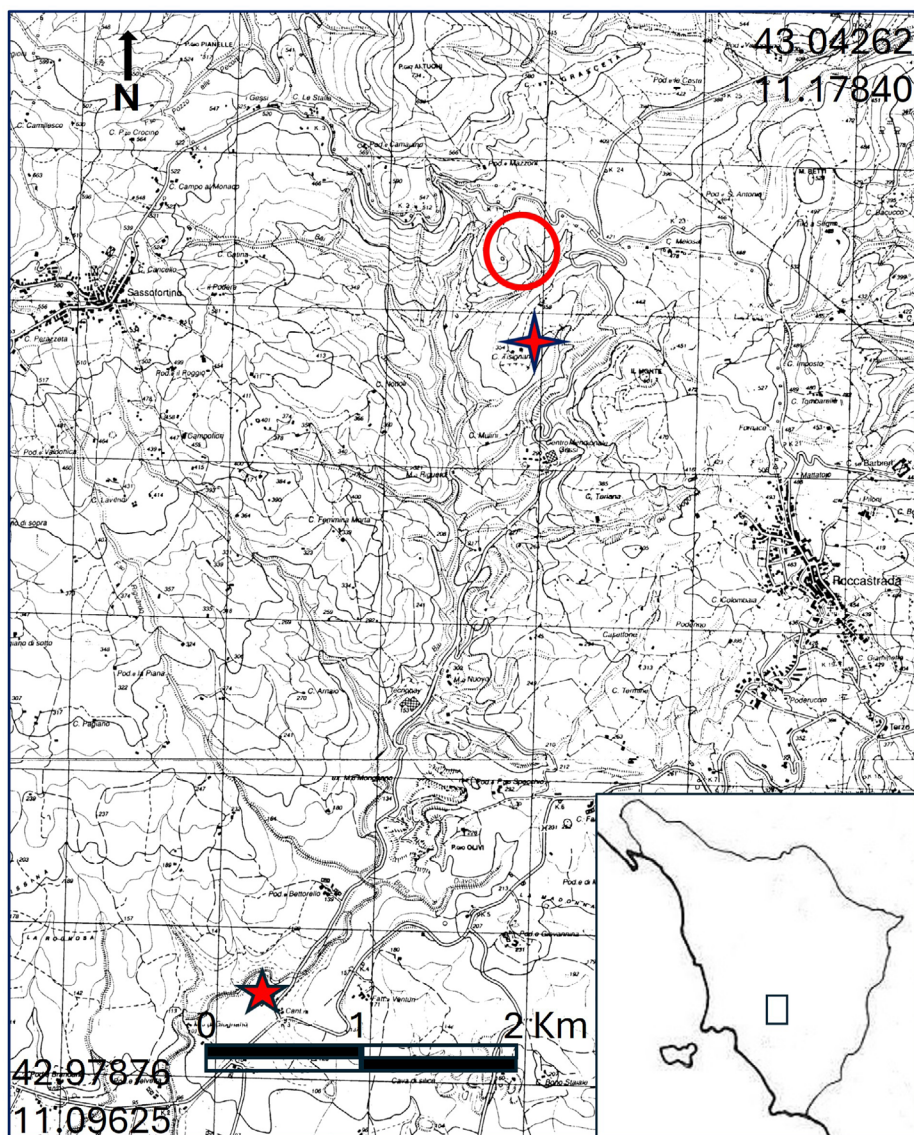


Figura 1. Posizione geografica della miniera: Il cerchio delimita l'area mineraria di Poggio Muzzeto (cfr. Fig. 6), la croce a 4 punte indica la località Tisignana e la stella la posizione dei resti del monastero di San Salvatore di Giugnano. Nel riquadro della regione Toscana è indicata l'area della zona mineraria.

da diversi autori, in genere con brevi notizie, ma nessuno ha mai trattato monograficamente questa miniera. In questo lavoro è stato scelto di utilizzare per la miniera la denominazione *Poggio Muzzeto* secondo la toponomastica ufficiale dell'Istituto Geografico Militare Italiano, per indicare la zona mineraria di Poggio Muzzeto-Tisignana. Nei documenti medievali, citati in seguito nel testo, appare come *Podio de Moczeta* (1303) o *Moceto* (1305), quindi nel XVIII secolo *Poggio Mozetto* (1750), ed infine *Mozetta* (1858); in tutti i casi il toponimo è indicativo di un bosco ceduo. Santi (1806) parla di *Poggio di Tisignana* e *Poggio Bottini* come Simonin (1858) *Poggio Bottini* e Matteucci (1890) *Poggio di Tisignana* e *Poggio de' Bottini*, evidentemente per la presenza dei molti "Bottini" ossia pozzi minerari. La scelta del toponimo *Poggio Muzzeto* è importante an-

che per non essere confuso con *Poggio Mozzeta*, altura dell'altezza di ca. 600 m posta a NNE della miniera di rame di Roccatederighi.

Gli autori sottolineano che questo è il primo studio monografico completo sulla miniera di Poggio Muzzeto, che tuttavia stimola la necessità di future integrazioni ed approfondimenti.

CENNI GEOLOGICI

L'Unità Monticiano-Roccastrada

Essa è parte della Dorsale Toscana Metamorfica che comprende le Alpi Apuane, il M. Pisano, Iano, la Montagnola Senese, Monticiano-Roccastrada ed il M. Leoni. Proprio nella dorsale Monticiano-Roccastrada

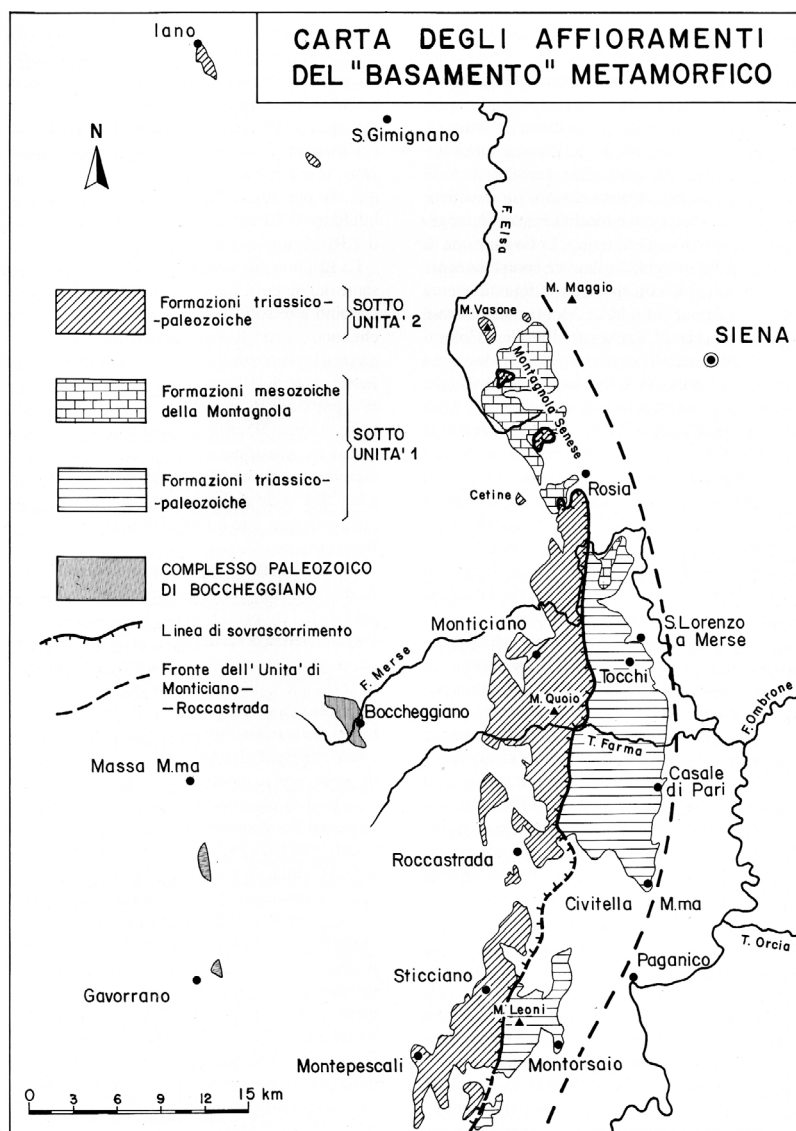


Figura 2. Unità Monticiano-Roccastrada, in cui sono indicati i rapporti di sovrascorrimento fra le Sottounità 1 e 2 (da Costantini *et al.*, 1987-88).

affiorano tra i più antichi sedimenti paleontologicamente datati dell'Appennino Settentrionale a costituire il complesso di formazioni epimetamorfiche paleozoiche denominato, appunto, Unità Monticiano-Roccastrada (Bertini *et al.*, 1991) (Fig. 2). Essa rappresenta l'affioramento principale delle unità metamorfiche più profonde dell'Appennino Settentrionale al di sotto di quelle non metamorfiche della Falda Toscana e delle Unità Liguri e Subliguri e delle coperture sedimentarie neogenico-quadernarie (Fig. 3). In questa dorsale ("ruga" Auctt.) sono presenti alcuni dei più importanti affioramenti delle formazioni paleozoiche toscane (con termini devonico-permiani) ed è costituita largamente dai metasedimenti silicoclastici del Verrucano triassico (Signorini, 1962a; Cocozza *et al.*, 1975; Costantini *et al.*, 1987-88; Pandeli *et al.*, 1994; Al-

dinucci *et al.*, 2008). La dorsale è incisa profondamente dal Torrente Farma, che la taglia trasversalmente da Ovest a Est mettendone a nudo alcuni tratti con ottime esposizioni (Cocozza *et al.*, 1975; Costantini *et al.*, 1987-88). Dal punto di vista stratigrafico Azzaro *et al.* (1976) e Costantini *et al.* (1987-88) hanno evidenziato che il gruppo triassico del Verrucano si sovrappone ai sedimenti paleozoici in discordanza stratigrafica e include prevalentemente formazioni clastiche essenzialmente continentali del Triassico medio. Dall'alto verso il basso esse sono a) Anageniti minute b) Formazione di Monte Quoio (siltiti e arenarie violette intercalate con spessi letti conglomeratici) c) Formazione di Civitella Marittima o Quarziti verdi. Il Verrucano passa verticalmente alla Formazione di Tocchi che consiste di sedimenti silicoclastici-carbonatici, spesso brecciati,

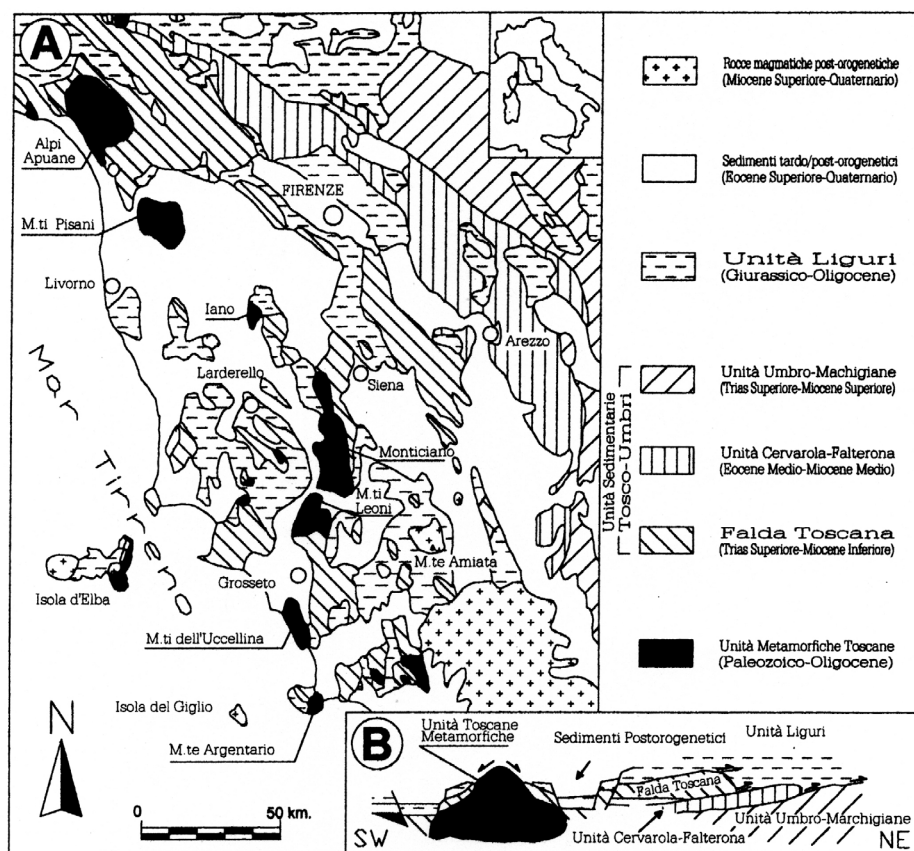


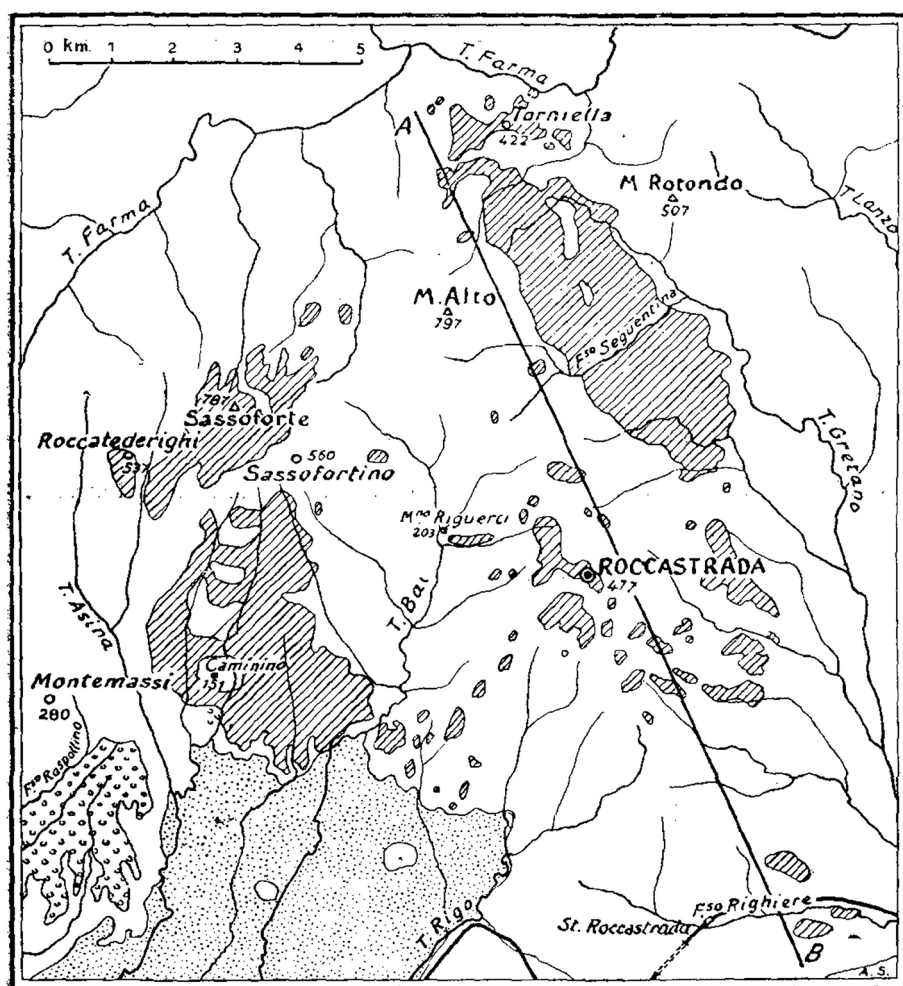
Figura 3. Schema geologico dell'Appennino Settentrionale. Si noti, indicati in nero, l'arco formato dalle Unità Metamorfiche Toscane dalle Alpi Apuane al Monte Leoni cui appartiene l'Unità Monticiano-Roccastrada (da Corsi *et al.*, 2001).

deposti in ambiente marino-lagunare e a sua volta ai depositi carbonatici di mare sottile del Norico-Retico. Pertanto, si ritiene che la Formazione di Tocchi rappresenti il sedimento della prima reale trasgressione marina del Ciclo Alpino esposta in Toscana a sud dell'Arno e correlabile con le Quarziti di M. Serra (M. Pisano) soprastanti la Formazione della Verruca nella sezione tipica dei Monti Pisani (Azzaro *et al.*, 1976; cfr. Rau & Tongiorgi, 1974; Vai, 1978) e che presentano i primi fossili marini della successione post-ercinica del Carnico inferiore. Infine, Pandeli (2002) e Aldinucci *et al.* (2008) hanno presentato un nuovo quadro stratigrafico-paleogeografico circa l'evoluzione delle successioni carbonifere-carniche toscane dividendo quelle della dorsale Monticiano-Roccastrada in cinque sintemi o unità a limiti non conformi. Costantini *et al.* (1987-88) individua all'interno dell'Unità Monticiano-Roccastrada almeno due sottounità allungate in direzione N-S (Fig. 2), l'interna sovrascorsa sull'esterna da O verso E per circa 2 km. In particolare, Corsi *et al.* (2001) hanno delineato la tettonica e l'evoluzione deformativa-metamorfica del Verrucano (Fig. 3) nell'Unità Monticiano-Roccastrada, considerando anche altri nuclei metamorfici quali Iano, Isola d'Elba e Monte Argentario. Gli studi petrografici condotti su queste rocce mostrano che esse hanno subito un metamorfi-

simo di alta pressione-bassa temperatura ($P > 1.1$ GP e $T = 370^{\circ}\text{--}420^{\circ}\text{C}$) (Ricci, 1972; Franceschelli *et al.*, 2004) legato all'ispessimento della crosta continentale durante la collisione orogenica terziaria che ha originato l'Appennino (Brogi & Giorgetti, 2012).

Studi nella valle del torrente Bai

Il torrente Bai nasce poco a NE di Sassofortino e, dopo un percorso di circa 2 km in direzione E, piega verso S e costeggia il versante occidentale di Poggio Muzzeto prima di ricevere il fosso Le Vene che lambisce il versante orientale del colle su cui si trova Casa Tisignana. Lotti (1877) osservò che nell'ampio semicerchio di colli sul cui crinale si trovano Roccastrada, Sassofortino e Roccatederighi, la massa trachitica di Sassofortino separava la parte orientale di rocce più antiche da quella occidentale di rocce molto più giovani. Misurando le inclinazioni individuò la presenza di un'anticlinale con asse orientato N-S da Roccastrada a Monte Alto, sui cui fianchi il Calcare Cavernoso ricopriva le rocce paleozoiche. In ambedue i versanti sopra il Calcare Cavernoso poggiavano direttamente lembi di depositi terziari separati da zone di terreni più antichi. Nel versante occidentale predominava il Miocene, che in basso si univa ai terreni lignitiferi di Montemas-



Scala 1:150.000.

Tratteggio: liparite. — Circoletti: terrazze alluvionali quaternarie. — Puntini: pianura.

Figura 4. Mappa geomorfologica della regione vulcanica di Roccastrada, in cui è indicato l'allineamento dei centri di emissione delle vulcaniti liparitiche quaternarie (da Sestini, 1935).

si e Casteani, mentre nel versante orientale e nella valle del Gretano prevaleva il Pliocene, ed il terreno più recente era la trachite. Si deve precisare che per indicare la roccia vulcanica di Roccastrada gli autori più antichi utilizzavano il termine trachite, in seguito sostituito da liparite ed infine da riolite; in tutti i casi il termine impiegato identificava una roccia magmatica effusiva acida di composizione intermedia a chimismo alcalino. Nel suo studio sulla regione trachitica di Roccastrada Matteucci (1890) notò che la formazione più antica quarzoso-anagenitica, ossia il Verrucano, era divisa in due masse principali, una che da Torniella proseguiva in direzione N-S ad O di Roccastrada, e l'altra orientata in direzione NO-SE ad oriente di Roccastrada. Egli aggiunse che nella valle del torrente Bai sotto i terreni miocenici compariva una massa secondaria di terreno anagenitico e attribuì all'Infralias (Triassico) il locale Calcare Cavernoso. Sestini (1935) nella sua nota geomorfologica affermò che la valle del Bai era certamen-

te scavata secondo la direzione attuale prima dell'ingressione del mare pliocenico. Poiché le argille plioceniche superano a valle l'affioramento liparitico del Molino Rigueri e raggiungono la pianura, conclude che la valle era già erosa prima del Pliocene nella parte media e inferiore fino ad una profondità poco diversa dall'attuale. Egli notò inoltre che la valle del Bai non fu mai riempita dalla liparite, e quindi si espresse per una pluralità di centri di emissione lavica quaternari allineati ad oriente del Torrente Bai e del Monte Alto (Fig. 4). Signorini (1962b) osservò che la valle del Bai con i suoi affluenti aveva inciso profondamente la copertura neogenica e messo in evidenza i terreni ad essa sottostanti. Quindi precisò che sotto i terreni del Neogene si trovava il Calcare Cavernoso insieme ai terreni gessiferi ed immediatamente sottostante era molto sviluppata la Formazione di Tocchi che passava inferiormente al Verrucano. Egli confermò la presenza dell'anticlinale in direzione N-S, prece-

dentemente già individuata da Lotti e rappresentata da Cecioni in sezione (Fig. 5), che a partire dal Monte Alto si prolungava con immersione assiale verso Sud lungo la valle del Bai. Di conseguenza gli strati della Formazione di Tocchi, che prima si mostrava divisa nei due lati della valle, verso Sud si riunivano quando raggiungevano il fondovalle e quindi proseguivano uniti fino al Molino Rigueri. Quindi l'autore accennava una sua interpretazione del Calcare Cavernoso come una brecciatura tettonica del livello di scollamento. In tempi successivi sia il Calcare Cavernoso che la Formazione di Tocchi sono stati interpretati entrambi come trasformazioni in breccia dei depositi della Formazione anidritica di Burano del Triassico superiore. Signorini concludeva che l'area dei monti di Roccastrada-Monticiano-Rosia era un'area di sopraelevazione, caratterizzata dalla massima estensione in affioramento del basamento Verrucano e dalla presenza della «Serie Toscana ridotta» in cui la base delle Liguridi poggiava direttamente sul Calcare Cavernoso e mancavano tutti i termini superiori della successione toscana, compreso il Macigno. Passeri (1975) rilevò che nell'area Tosco-Umbro-Marchigiana la formazione Evaporitica era stata incontrata in numerosi sondaggi (tra cui Burano) ma, anche se presente nel sottosuolo, aveva affioramenti rari e di estensione molto limitata, perché era sostituita in affioramento dal Calcare Cavernoso. Questo autore accettava il meccanismo autoclastico che, agendo sugli strati dolomitici, ne provocava il collasso formando il Calcare Cavernoso ed agendo sugli strati filladici, intercalati alla base della formazione evaporitica, generava la Breccia di Tocchi. Tra i principali affioramenti della formazione Evaporitica citava quello della zona di Roccastrada lungo la valle del Bai, in cui i gessi triassici affioravano su un'estensione relativamente ampia ed erano oggetto di attiva estrazione in numerose cave. Egli notava inoltre in alcune lenti dolomitiche della formazione evaporitica presso Roccastrada la presenza della litofacies a palle e

cuscini, struttura che riteneva generata dall'anidrite fluidificata e sostituita dal gesso durante diagenesi. Nella sua rassegna dei principali affioramenti di gesso naturale in Italia, Antolini (1984) inseriva il giacimento di Roccastrada come senza dubbio il più cospicuo tra i giacimenti toscani. Egli affermava che il versante orientale della valle del torrente Bai è in gran parte formato da gesso anidritico, microcristallino, bianchissimo, localmente denominato «alabastrino». La grossa lente aveva una giacitura molto inclinata (quasi verticale) pendente verso ovest e quindi si immergeva sotto i terreni terziari del versante occidentale della valle. Stimava le dimensioni della lente all'incirca di 2 km in direzione N-S per uno spessore sui 30-50 metri. Tuttavia, rilevava che alla testata della stessa valle, a monte del paese di Sassofortino, affioravano anche gessi messiniani macrocristallini. Nel loro studio sulla sequenza evaporitica triassica della Toscana meridionale Martini *et al.* (1989) tra gli affioramenti esaminati includevano la cava di gesso di Roccastrada nella valle del Bai. Essi riportavano che la cava era stata scavata nel livello dolomitico e anidritico che si trovava sopra la Formazione di Tocchi ed era ricoperto dai sedimenti argillosi e marnoso-sabbiosi pliocenici. Gli autori sostenevano che nella Toscana meridionale gli orizzonti evaporitico-dolomitici della Formazione di Burano in affioramento, in seguito alla dissoluzione dei solfati, avevano assunto l'aspetto di una breccia, nota con il nome di Calcare Cavernoso; essi riferivano l'ambiente deposizionale dei depositi dolomitici ed evaporitici ad un complesso di sabkha antistante un'area marina confinata ad alta salinità. Costantini *et al.* (1980), basandosi su analisi petrografiche e mineralogiche, proponevano una successione degli eventi che avrebbero dato origine alla Formazione di Tocchi. Inizialmente hanno formulato un'ipotesi per l'interpretazione paleogeografica dell'ambiente deposizionale, con alternanza di apporti continentali pelitici e marini e deposizione carbonatica episodica, che si evolveva

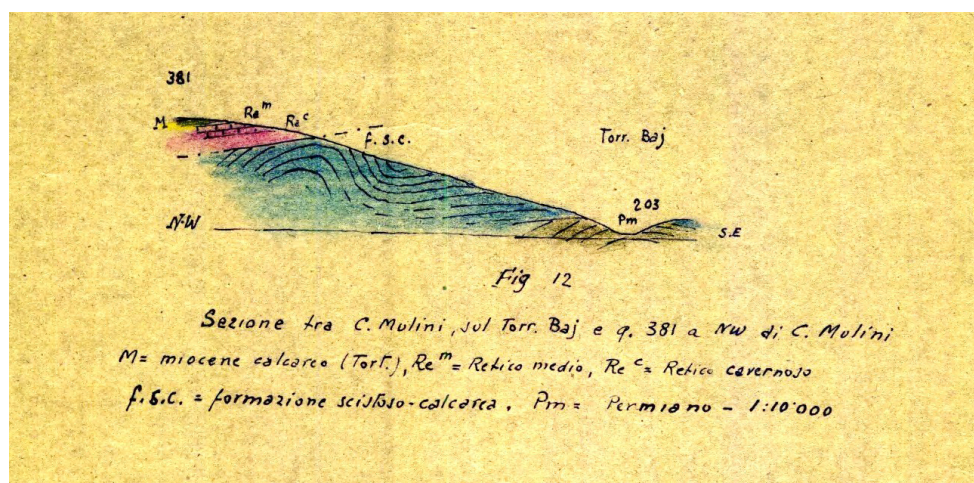


Figura 5. Sezione della Valle del torrente Bai in cui si evidenzia l'anticlinale con la formazione scisto-calcareo sovrapposta al Permiano sui fianchi della valle (da Cecioni, 1947).

poi in carbonatico-evaporitica in un ambiente subaqueo di tipo lagunare. Quindi ipotizzavano che la complessa genesi della breccia di Tocchi, compresa nella formazione, fosse il risultato dei processi conseguenti agli eventi tettonici collegati all'orogenesi alpina. Con un recentissimo e dettagliato studio litologico Cornamusini *et al.* (2024) hanno formulato una nuova interpretazione del Calcare Cavernoso come breccia tettonica a grande scala, in cui sono stati certamente importanti i processi diagenetico e autoclastico, ma sempre subordinati e sovrainpressi dal processo cataclastico. Essi hanno definito il Calcare Cavernoso come un orizzonte tettonico regionale, creato a spese dei depositi evaporitico-dolomitici triassici e posto alla base della falda toscana, che ha favorito gli scollamenti durante le fasi compressive ed estensionali della catena appenninica. Gli autori hanno poi individuato alcuni differenti tipi di breccia che sono stati distinti in base alla loro diversa origine, tettonica o sedimentaria. Tra essi in particolare hanno considerato la Breccia di Grotti, precedentemente definita da Signorini nel 1962b, come una breccia sedimentaria monogenica da conoide di deiezione alluvionale, derivante dallo smantellamento nel Miocene superiore del Calcare Cavernoso. Casini *et al.* (2015) hanno poi ipotizzato che la mineralizzazione della miniera di Poggio Muzzeto si trovasse tra la Breccia di Grotti e la Formazione di Tocchi.

STUDI SULLA MINIERA

Osservazioni degli studiosi del XVIII-XIX secolo

La prima citazione è stata di Baldassarri (1750), relativa al campione di minerale n.71, descritto tra i 167 pezzi del catalogo del museo Gallerani: «marcasita, che si trova a Roccastrada in luogo detto Poggio Mozzetto». È bene precisare che all'epoca si intendeva con il termine generico marcasita il bisolfuro di ferro in generale, sia la pirite (cubica) che la marcasite (rombica), e che in precedenza il termine era impiegato per indicare genericamente un solfuro metallico. Lo storico senese Pecci osservò in questo modo il grande sviluppo degli antichi lavori minerari: «gli scavamenti sotterranei così profondi fatti con grandissima spesa e fatica; le loppe in quantità, le pomici che vi si trovano, i pozzi, le gallerie che vi sono danno evidentemente a conoscere essere stati estratti ne' contorni di questa terra metalli di più generi» (Pecci, 2016 - mss.1758-1768). Questo brano di Pecci fu inserito da Bartaloni (1875) nella sua descrizione della miniera di Tisignana e Poggio Muzzeto, che confermò ed integrò quella di Pecci: «per le circostanze di ritrovarsi ivi oro, argento e rame, siccome oggidì pure ravvisasi dalle marcassite, dai rosticci e loppe ed altri indizi che ivi si trovano. Molte volte ho esaminato io stesso [...] quei spessi e profondi bottini

[...] le sotterranee strade e le gallerie non sono meno profonde e magnifiche». Quindi, nel corso del suo terzo viaggio per la Toscana, Santi (1806) osservò la miniera e aggiunse: «Il minerale era di rame, che purgavasi, e fondevasi presso il torrente le Vene, ove osservammo i ruderi del forno abbandonato, ed i getti delle scorie o loppe». Caillaux (1858-1859) descrisse nel luogo detto *Poggio Mozzetta* presso Roccastrada (proprio dove nasce il torrente Bai), la presenza di quarantadue pozzi e gallerie aperti in parte nel terreno miocenico, ovvero di lavori di una certa importanza. Segnalò inoltre che discendendo lungo il torrente, erano ancora visibili le rovine di una antica fonderia, nei pressi della quale erano ammassate quantità notevoli di scorie cuprifere. Inoltre, Caillaux trovò dei frammenti di fahlerz (tetraedrite argentifera Cu_3SbS_3 , o rame grigio) che fece analizzare, ottenendo un risultato di 530 kg di rame e 6,17 kg di argento per 1000 kg di minerale. Osservò inoltre che la parte inferiore della collina era formata da potenti strati di quarziti, ricoperte da strati scistosi verdi e rossastri, talvolta ocracei, su cui poggiavano discordanti gli strati gessosi, i conglomerati e le argille carbonifere e marnose del Miocene anch'essi in parte interessati dalle mineralizzazioni. Nelle tracce di sterro dei lavori minerari notò alcune argille con parti ocracee in cui probabilmente doveva essere incluso il minerale utile. Quindi trovò negli strati scistosi delle vene quarzose al centro delle quali si trovavano alcuni noduli molto ricchi di calcopirite (CuFeS_2). L'insieme di queste osservazioni lo portarono alla conclusione che nel giacimento i solfuri di rame dovevano essere presenti sia disseminati nei filoni, che in noduli. Simonin (1858) riferì che a Roccastrada, nella miniera sul *Poggio Bottino* si trovavano una trentina di cunicoli e pozzi, utilizzati per sfruttare una serie di filoni di rame che attraversavano i terreni argilloso-calcarei. Trovò alcuni pezzi di minerale nelle discariche e in fondo alla valle, sul bordo del ruscello, individuò i ruderi di un vecchio lavatoio e due grandi cumuli di scorie di fonderia vicino a un forno a manica ancora in piedi. Infine, descrisse le caratteristiche del forno fusorio realizzato con mattoni refrattari, che presentava una sezione quadrata con lati di 70 cm in cui era riconoscibile l'apertura dell'ugello e di cui stimò un'altezza tra i 3 e i 5 m. Von Rath (1873) fece solo questa breve osservazione: «Immediatamente al nord di Roccastrada sparisce la trachite e si incontrano strati di marna argillosa, calcare e gesso. In una gola profonda, circa un miglio a NO di Roccastrada si trova un filone di quarzo rossiccio, breccioso sovrastante al calcare; in questo ebbe luogo nel medio evo una lavorazione per ottenere il rame». Matteucci (1890) testimonia ancora la presenza dei resti minerari: «Al Poggio di Tisignana e a quello de' Bottini, fra Sassofortino e Roccastrada, vi sono memorie di antichi scavi ove si estraeva rame, che poi si fondeva presso il fosso Le Vene, e tuttora vi

si osservano le rovine degli edifici costruiti all'uopo e dei forni fusorii». Egli riferisce anche delle abbondanti infiltrazioni di acqua nella moderna miniera di rame di Roccastrada «[...] e così pure in quelle gallerie a SE di Sassofortino, dove anticamente si estraeva lo stesso minerale», evidenziando che le acque avevano dovuto ostacolare in passato anche i lavori nella miniera di Poggio Muzzeto.

Studi e ricerche minerarie del XX secolo (1947-1954)

Cecioni (1947) produsse una ampia relazione basata sul suo rilevamento geologico della zona di Roccastrada, corredata di carta geologica, carta tettonica e di 21 sezioni stratigrafiche, tra cui quella relativa al torrente Bai (Fig. 5). Pur evidenziando le difficoltà di rilevamento presenti sul terreno, riuscì a distinguere litologicamente gli elementi stratigrafici di tre falde tettoniche in parte ricoperte dalle posteriori colate liparitiche. Il fine del suo studio era essenzialmente la ricerca e la valutazione delle mineralizzazioni e delle possibilità di sfruttamento minerario, ma nella sua relazione evidenziò l'importanza delle azioni metamorfiche ed idrotermali sulla formazione dei minerali utili. Nelle conclusioni giudicò degna di interesse solo la zona tra la cava di gesso e la strada Sassofortino-Roccastrada, comprendente le vecchie miniere di Poggio Muzzeto (vedi Fig. 1). La presenza dei segni di mineralizzazione e le tracce di minerali rilevati da Cecioni destarono interesse, tanto che nel dicembre 1947 venne richiesto un permesso di ricerca per solfuri metallici nella località "Muzzeto" che il Distretto Minerario di Grosseto accordò nel marzo 1948 per la durata di 2 anni. Tuttavia, a seguito di rinuncia dei permissionari, nel 1949 subentrò la Società Montecatini che mutò la denominazione del permesso di ricerca in "Tisignana" per pirite, minerali di ferro e solfuri misti, iniziando una serie di rilievi geofisici. Nel 1952 fu richiesto da privati un permesso di ricerca per scorie ferriferi nella zona "Molino di Giugnano"; nello stesso anno la Società Montecatini richiese la proroga del permesso di ricerca e poi nel 1954 un'ulteriore proroga per eseguire dei sondaggi. Nel rapporto relativo alla visita eseguita per il rinnovo del permesso, il perito minerario Carlini (1954) allegava una carta topografica con la posizione delle antiche gallerie e pozzi minerari (Fig. 6).

I MINERALI DI POGGIO MUZZETO

Minerali e livello stratigrafico della mineralizzazione

Nei documenti medievali della repubblica di Siena le miniere di Roccastrada sono citate come miniere di rame, d'oro e d'argento. Come riferito in precedenza, Baldassari (1750) è stato il primo naturalista a parlare della *marcasita* (come solfuro generico) di Poggio Muz-

zeto. Ma il primo dato certo è l'analisi sul campione di tetraedrite argentifera fatta eseguire da Caillaux nel 1858 che conteneva il 53% di rame e lo 0,6% di argento. Egli afferma che è molto difficile determinare l'effettiva natura dei filoni che sono stati coltivati, ma ritiene che il minerale dovesse essere contenuto nelle parti ocracee associate alle argille; tra gli strati scistosi individuò delle vene quarzose in cui si trovava qualche nodulo molto ricco di calcopirite. Concluse che il minerale di rame doveva trovarsi come solfuro disseminato nei filoni quarzosi o in noduli nelle faglie argillose. Simonin, Von Rath e Matteucci pur descrivendo Poggio Muzzeto non riferiscono nulla sui minerali del giacimento, che evidentemente non avevano individuato. Cecioni (1947) rilevò la presenza di realgar (As_4S_4), marcasite (FeS_2), solfato ferroso $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e zolfo nel Calcare Cavernoso poco sopra le cave del gesso della valle del torrente Bai. A Poggio Muzzeto segnalò che era mineralizzato il contatto del Calcare Cavernoso con il sottostante calcare giallo della formazione scistoso-calcareo, probabilmente identificabile con la Formazione di Tocchi come denominata in seguito da Signorini. Ipotizzò che l'assenza di discariche nei pressi dei numerosissimi pozzi fosse dovuta al dilavamento; comunque trovò, scavando nei brucioni argillosi rossastri, piccoli esemplari di calcosina e azzurrite, più raramente malachite insieme a tracce di ematite. Spiegò la minerogenesi della calcosina come collegata agli stessi fenomeni idrotermali che, per azione dell'idrogeno solforato, avevano causato la formazione del realgar e dello stesso gesso nel Calcare Cavernoso. La maggiore permeabilità rispetto ai calcari della Formazione di Tocchi aveva favorito la solfatizzazione dei calcari cavernosi, con la deposizione di zolfo libero oltre al gesso. Interpretò la mineralizzazione come originata dal trasporto idrotermale legato ai fenomeni post-eruttivi delle lipariti. Casini *et al.* (2015) sintetizzarono la stratigrafia dell'area: dal basso verso l'alto si trova il Verrucano, poi la Formazione di Tocchi e le Formazioni Anidriti di Burano – Calcare Cavernoso (tutte del Triassico) e quindi, in discordanza angolare, la Breccia di Grotti (Miocene) e la riolite (Pliocene). Secondo questi autori i pozzi e le gallerie di Poggio Muzzeto sono stati scavati per ricercare il minerale al contatto della Breccia di Grotti che poggia con scarso spessore sulla Formazione di Tocchi. Questa posizione stratigrafica della mineralizzazione, di fatto concorda con quella precedente di Cecioni (1947), perché la Breccia di Grotti, formata prevalentemente da clasti di Calcare Cavernoso, è stata descritta solo negli anni '60. Anche Tanelli (1983) sostenne che i giacimenti metalliferi toscani si trovano in generale dove i terreni paleozoici e triassici sottostanno al Calcare Cavernoso, e che essi sono geneticamente connessi con le manifestazioni magmatiche, tettoniche e metamorfiche del Ciclo Orogenico Appenninico.

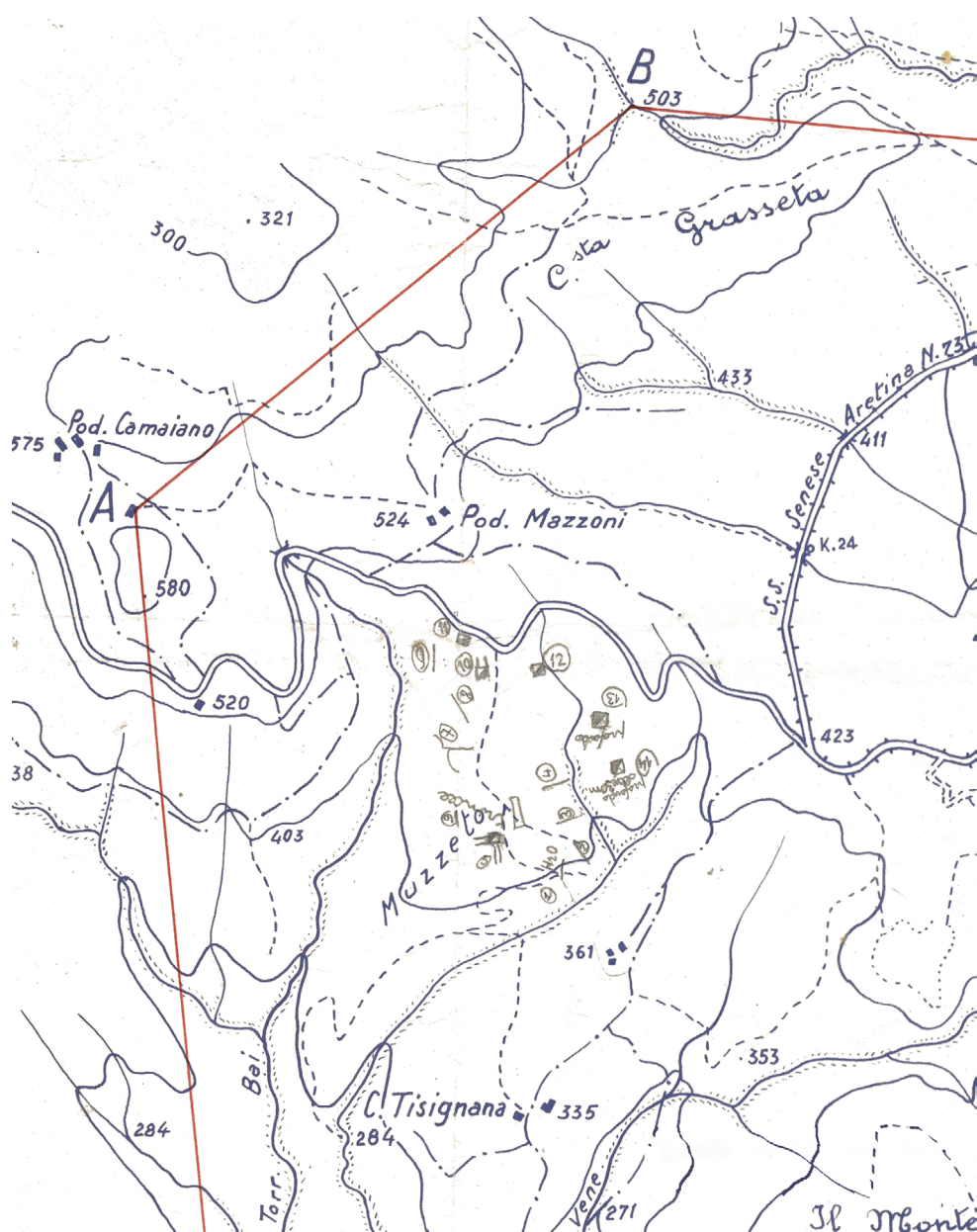


Figura 6. Carta del complesso delle gallerie e dei pozzi minerari di Poggio Muzzeto (da Carlino, 1954).

Minerali estratti e minerogenesi

I minerali significativi individuati nella zona sono essenzialmente solfuri metallici di rame, tetraedrite Cu_3SbS_3 , calcosina Cu_2S , calcopirite CuFeS_2 , e le loro alterazioni come carbonati idrati: malachite $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ e azzurrite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, insieme a vari accessori, soprattutto ferrosi. Questo concorda con l'estrazione medievale di rame e argento, quest'ultimo contenuto soprattutto nella tetraedrite. Cecioni (1947) collega la mineralizzazione di Poggio Muzzeto alla stessa epoca e agli stessi fenomeni idrotermali che hanno generato il realgar e il gesso nel Calcare Cavernoso. Considera che la calcosina derivi da azioni idrotermali,

soprattutto dell'idrogeno solforato che ha prodotto anche i sali ferrosi, il gesso e lo zolfo. Distingue la mineralizzazione primitiva da quella di trasporto idrotermale, a cui assegna un'età recente. A questa seconda fase, legata ai fenomeni post-eruttivi della riolite, ascrive la venuta dell'idrogeno solforato in rapporto a faglie, con la solfatizzazione del cavernoso e la mineralizzazione a rame-argento a Poggio Muzzeto. Pandeli *et al.* (1994) evidenziarono che durante il Terziario le successioni paleozoiche sono state fortemente coinvolte nell'orogenesi alpina e localmente, nella Toscana meridionale, sono state anche interessate da fenomeni termometamorfici e idrotermali connessi al magmati-

smo pliocenico-quadernario toscano. A questo riguardo Tanelli (1983) e Lattanzi *et al.* (1994) sottolinearono che i più importanti corpi minerari della Toscana (Alpi Apuane, regione di Massa Marittima e Isola d'Elba) sono ospitati nelle successioni triassico-paleozoiche. Questi autori definiscono parecchi minerali come mineralizzazioni o pre-concentrazioni pre-giurassiche probabilmente legate al magmatismo paleozoico o alla sedimentazione e vulcanismo del Triassico medio-superiore. Queste sono state poi sovrainpresse e rimobilizzate dagli eventi tettono-metamorfici dell'Oligocene superiore-Tortoniano e dai successivi processi idrotermali correlati al magmatismo del Miocene superiore-Quaternario. Inoltre, sembra evidente l'analogia dell'origine di questi sistemi geotermici e i giacimenti minerari in quanto alcuni dei più famosi centri minerari della Toscana (Boccheggiano-Campiano, e Niccioleta nella zona di Massa Marittima) sono situati ai confini dell'area geotermica di Larderello-Travale (Pandeli *et al.*, 1994; Bertini *et al.*, 2006). Micheluccini (1961) ha ipotizzato la presenza di un plutone granitico nell'area di Prata (circa 18 km a NW di Roccastrada) come origine delle rioliti di Roccastrada, prodotte da eruzioni lineari attraverso faglie, nonché delle cospicue e diffuse mineralizzazioni (Niccioleta, Boccheggiano) e delle rocce termometamorfosate presenti nell'area. Quindi, tenendo presente la vicina faglia di Sassoforte, è possibile che la mineralizzazione di Poggio Muzzeto sia il lascito idrotermale depositato nel Calcare Cavernoso da un fluido proveniente da una apofisi del plutone di Prata. La presenza di questo plutone è corroborata da una marcata anomalia magnetica negativa, da un accentuato minimo gravimetrico, e anche dalla sismica a riflessione (Ricceri & Stea, 1992).

LE ATTIVITÀ MINERARIE

Anche oggi è veramente problematico datare con certezza i resti dei lavori minerari, che sono stati spesso iniziati, interrotti e ripresi più volte in varie epoche nello stesso luogo in cui si trovava il minerale. Per i periodi più antichi la tipologia dello scavo è la stessa ed i lavori più recenti spesso proseguono o obliterano i precedenti. In assenza di dati archeologici certi è solo possibile riportare le ipotesi e considerazioni degli studiosi.

Epoca Etrusca e Romana

Lo storico senese Pecci (2016 - mss.1758-1768) così si esprimeva nei suoi manoscritti su Poggio Muzzeto: «[...] ma quando questi si estraessero e quando cessassero non è cosa facile a rinvenirsi; bene è vero che si comprende esser lavori degli antichi secoli, e facilmente fin da i tempi degli antichi Toscani, e dipoi de' Romani». Bartaloni nel suo manoscritto del 1769 scris-

se: «[...] ho formato il concetto che siano di antichissima data [...] mi pare che le loro pareti e volte fossero reticolate, cioè con quadretti incastrati di vivo sasso fra loro a foggia di rete, come [...] solevano fabbricare gli antichi templi [...] questa maniera di costruire è l'argomento più certo dell'antichità delle fabbriche ed edificii di quell'antica nazione. [...] che antichissime sieno le accennate miniere» (Bartaloni, 1875). Santi (1806) concordò sull'antichità dei resti: «Questi ruderi, queste loppe sono gli avanzi dei lavori fattivi sotto la Repubblica Senese: ma vi ha ragion di credere, che tanti, e sì belli scavi siano antichissimi, e forse dei tempi stessi, nei quali la Romana superbia non aveva ancor debellati, né conosciuti questi Etruschi Paesi». Anche Farinelli (1992) si esprime per una fase precedente all'intervento senese: «Numerosi sono gli indizi che fanno propendere per l'esistenza nella valle del Bai di coltivazioni minerarie anteriori alla conquista senese. Una radicata tradizione locale, attestata dal XVIII secolo, attribuisce i cunicoli di Poggio Muzzeto all'opera di minatori etruschi, mentre un indizio ben più concreto è rappresentato dai rinvenimenti nella valle del Bai di manufatti in bronzo di età preromana».

Epoca Tardo Medievale (XIV-XV secolo)

Grottanelli (1873) scrive che nel 1301 Roccastrada con un trattato passò dagli Aldobrandeschi alla Repubblica di Siena, a cui sarebbe stata sottoposta ed appartenuta in perpetuo, e riferisce delle successive domande di aprire miniere nel suo contado. Quindi Lisini (1935), nel suo lavoro sulle miniere della Maremma Toscana, riporta numerosi documenti originali della Repubblica di Siena. Il primo relativo alla miniera di Poggio Muzzeto è datato 17 marzo 1303: Nel Consiglio generale di questo giorno fu letta una proposta con la quale Simone di Ventura da Monticiano, Niccola di Mico, Giovannuzzo di Riccomanno da Gerfalco «*guerchi sive argenterii*» e Chele da Travale chiedono di «*aperire in curia et districtu Castri de Rocchastrada etc., novam argenteriam sive ramieram in podio sive loco dicto Mocseta et alibi ubi voluerint in dicta curia et districtu de Rocchastrada*», di fare in detto luogo «*tres fosse pro inveniundo et habendo venam argenteam vel rameam seu coffarum*» con alcuni patti e condizioni, e cioè di dare al comune la ventesima parte del minerale che trovassero, che non si facesse nessuna fossa se non alla distanza di otto passi, computando «*quem libet passum tribus brachiis ad rectum brachium Kanne Senarum*», e che il comune desse loro libera facoltà di potere lavorare. Tale proposta venne approvata per consiglio dato da Federigo di Renaldo Tolomei, perché ritenuta utile ed onorevole per il Comune di Siena. Un successivo documento del 6 agosto 1305 dà a Chele di Ildebrandino e a Simone di Monticiano il permesso di lavorare nelle miniere che si trovano nella corte di Roccastrada e precisamente nel Poggio di Moceto: «*quod de locationibus que fierent*

de aliquibus argenterii seu possessionibus comunis Senarum, pro ipsis argenterii faciendis seu fodendis». Nella pubblicazione di Lisini ci sono numerose altre richieste ed accordi relativi genericamente alla miniera di Roccastrada negli anni 1322, 1323, 1324, 1325, 1343 e, dopo la peste nera del 1348, nel 1438 e 1445. Sembra evidente che la miniera di Poggio Muzzeto chiamata argentiera producesse il ricercato argento, oltre che come ramiera il rame. In quel periodo ci fu un grande arricchimento di Siena dalle miniere della Maremma, tanto che nel 1322-1334 il Governo dei Nove emanò i regolamenti per l'escavazione delle miniere. In generale la Repubblica di Siena si riservava una percentuale del metallo estratto dai concessionari, ma non sosteneva la spesa per l'estrazione. Ancora nel 1334 nella *Relazione su lo Stato Senese* di Jacopo Tondi ai Nove, Roccastrada viene ricordata per l'argento. Piccinni (1999) in particolare smentisce la totale sospensione delle attività minerarie senesi nella seconda metà del Trecento, dopo la peste nera. La stessa riferisce che nel 1362 Siena pagava ancora il salario a propri *magistri cave*, incaricati di controllare le miniere, di riscuotere la percentuale di spettanza comunale, "segnare" nuove cave e di saggiare il metallo. Inoltre, dal 1365 atti privati senesi testimoniano la ricerca di cave nuove di argento, di rame e di vetriolo. La ripresa delle attività estrattive a Siena avviene nel 1430, quando Stefano di Leone di Avignone *magister cavarum* presenta una domanda per «fovere in quolibet loco comitatus et districtus Senarum pro mineris et venis cuicumque metalli», quindi estesa a tutto il territorio e per qualsiasi minerale. Nel 1437 due ragusani *magistri minierarum* e *inventores venarum* importano nel senese manodopera e capitali, e nel 1438 Daniele di Nicolò Romanelli fonda la prima compagnia senese con una licenza di scavo che include, nominandole una ad una, quasi tutte le principali aree minerarie del senese, tra cui Roccastrada. Lo scopo era individuare cave «cominciate per anticho che sieno state tralassate et abandonate». In seguito, lamentandosi delle spese, nel 1441 ottiene una licenza limitata a Monteargentario, Montorsaio e Serpena per ferro, vetriolo e zolfo che probabilmente erano i soli luoghi in cui avveniva l'estrazione. In assenza di documenti possiamo quindi ritenere che la miniera di Poggio Muzzeto non fu riaperta nel XV secolo, anche perché mentre nei primi anni del '400 la ricerca e lo scavo di nuove miniere vennero quasi totalmente sostituite dalla sola ricerca delle vecchie miniere, verso la seconda metà del secolo si sviluppò l'affare molto più conveniente della ricerca e sfruttamento dell'allume (Pestelli, 1987). Anche Boisseuil (2014) scrive dell'intensa attività mineraria nel territorio senese durante il XV secolo, e soprattutto del posto che la Maremma occupava nell'economia cittadina. Nel suo catalogo elenca 66 concessioni minerarie tra il 1426 e il 1512. Oltre a numerose concessioni generiche per tutto il territorio senese Roccastrada è indicata, insieme ad altre località,

per argento e altri metalli negli atti del 19 aprile 1445, 4 ottobre 1460, 8 febbraio 1473. Tuttavia, queste sono in pratica delle concessioni "di ricerca" che di per sé non possono dimostrare che la miniera di Poggio Muzzeto sia stata effettivamente riaperta. Certamente uno dei problemi maggiori, come osservato da Matteucci (1890), era rappresentato dalle abbondanti acque sotterranee: «Nelle gallerie di alcune miniere moderne di rame, presso Roccatederighi, e così pure in quelle gallerie a SE di Sassofortino (cioè Poggio Muzzeto, N.d.aa.), dove anticamente si estraeva lo stesso minerale, ed in ogni altra sotterranea vacuità, si hanno una filtrazione e uno stillicidio abbondantissimi». Opinione confermata da Cecioni (1947): «Gli antichi devono avere scavato le gallerie seguendo il minerale fin dove potevano dare uno sfogo all'acqua, che doveva essere abbondante, dato il contatto, la cavernosità del Retico, (Calcare Cavernoso, N.d.aa.) e la sua brecciatura notevole». Probabilmente, una volta esaurito il minerale facilmente raggiungibile, sono state queste le difficoltà che impedivano lo scavo del minerale sottostante e a contribuire all'abbandono della miniera.

XVIII-XX secolo

La miniera di Poggio Muzzeto era ben nota agli studiosi (si veda il paragrafo studi sulla miniera) ma anche se destò l'interesse di Caillaux (1858-1859), non ci fu una ripresa delle attività. Grottanelli (1873) scrive: «Nella località denominata Tisignano di proprietà di Carlo Borri vi si trova il rame. Anni indietro una società francese tentò di coltivare la miniera di questo metallo, ma le esigenze del proprietario furono ritenute inaccettabili». Un risveglio di interesse è testimoniato dalle già citate ricerche minerarie che si svolsero negli anni tra il 1947 e 1954, in conclusione delle quali però la Società Montecatini non ritenne conveniente riaprire la miniera.

LE ATTIVITÀ METALLURGICHE

Farinelli (1992) scrive che la lavorazione del ferro già prima degli inizi del '300 si svolgeva in un opificio posto presso l'abbazia di San Salvatore di Giugnano, che da decenni apparteneva ai monaci cistercensi di San Galgano. Il mulino di Giugnano era al centro di un importante complesso produttivo che si basava sull'energia idraulica fornita dal torrente Bai. Riferisce poi che la "Tavola delle Possessioni" nel 1319 attesta il toponimo *al Dificio*, derivato dall'esistenza di un impianto deputato alla lavorazione del minerale locale, la cui costruzione si trovava poche centinaia di metri a valle di Poggio Muzzeto, nel luogo dove poi sorgeva il mulino del Barlettaio. Questo mulino, posto nel fosso Le Vene, era la sede di un impianto destinato alla lavorazione del minerale di rame di Poggio Muz-

zeto; era detto anche “del Rotone” perché dotato di una imponente ruota ad asse orizzontale in grado di muovere i mantici per il forno fusorio, a differenza dei comuni e meno potenti mulini ad asse verticale (ritrecine), comunemente usati per la macinazione delle granaglie. Il toponimo “Le Vene” già descrive la ricchezza di acque; infatti, il corso d’acqua è alimentato da due sorgenti, la fonte Petreto e Le Vene, e all’epoca doveva certamente avere una notevole portata, oggi notevolmente ridotta per i prelievi di Roccastrada e della cava del gesso. Sicuramente il mulino non fu costruito nel Bai, nonostante la maggiore vicinanza, sia per l’accesso molto più disagiata che per la minore portata rispetto al suo affluente, il Fosso Le Vene. Farinelli riporta un documento del 1380 in cui il Capitolo dello Spedale di Santa Maria della Scala delibera «che Pongatello de’ Salimbeni possa portare ogni quantità di schiuma lap-pola di rame che è in quello di Roccastrada del dificio di Finuccio di Barbotto». Quindi queste scorie, forse più ricche di rame, probabilmente venivano utilizzate come additivo in ulteriori fusioni. Simonin (1858), come detto precedentemente, descrisse accuratamente i resti di un forno fusorio nei pressi del mulino del Barlettaio. Comunque, Farinelli (1987) nel suo studio sui mulini della valle del Bai, ritenne probabile che il mulino che era a servizio della miniera di Poggio Muzzeto, piuttosto che essere abbandonato, sia stato riconvertito per l’impiego in altre lavorazioni.

Rapporti tra la miniera di Poggio Muzzeto e l’abbazia di Giugnano

La relativa prossimità tra i due siti, la miniera di rame-argento di Poggio Muzzeto e il sito industriale dell’abbazia di San Salvatore di Giugnano non devono portarci a facili, quanto errate, conclusioni. Innanzitutto, la storia dell’abbazia precede di almeno due secoli l’inizio dell’attività della miniera (Farinelli, 2020), e comunque la costruzione del mulino cistercense per la lavorazione del ferro è precedente e continuerà a lungo la sua attività come ferriera locale, anche dopo il declino dell’abbazia. Invece la storia della miniera “senese” sembra svolgersi in un ambito temporale molto ristretto, in pratica forse solo i primi decenni del XIV secolo. Simonin (1858) testimonia la presenza di un impianto minerario (lavatoio, forno fusorio, mulino) dedicato alla lavorazione del rame nel fosso Le Vene, posto a più di 3 km a monte di Giugnano, ma a poche centinaia di metri da Poggio Muzzeto. Questa collocazione ovviamente riduceva moltissimo i tempi di trasporto del minerale grezzo, che veniva poi preparato e fuso in un forno specifico per il rame, diverso e indipendente da quello utilizzato per il ferro più a valle. In definitiva possiamo ritenere che le due attività siano state del tutto indipendenti, nonostante l’apparente contiguità temporale e spaziale.

I RESTI DELLA MINIERA

Abbiamo effettuato un sopralluogo per verificare quanto ancora oggi è rimasto visibile dei lavori storici della miniera. La ricognizione si è svolta seguendo la carta topografica della zona con la posizione delle antiche gallerie e pozzi della miniera realizzata da Carlino nel 1954. Certamente in passato i resti minerari erano più facilmente osservabili, ma attualmente a causa della folta copertura vegetale è veramente molto difficile localizzare i pozzi, del resto poco visibili tra gli alberi anche perché a fior di terra e quasi completamente interrati. Nonostante le difficoltà sono stati individuati su Poggio Muzzeto alcuni antichi pozzi di cui era ancora visibile l’imboccatura (Fig. 7) e talvolta anche l’ingresso di una galleria laterale (Fig. 8). Purtroppo, non è stato possibile individuare le discariche eredità dell’attività di estrazione, utili per studiare la mineralizzazione, ma questa mancanza era già stata evidenziata dai precedenti autori. Nel fosso Le Vene si trovavano i ruderi degli edifici minerari annessi alla miniera descritti da Simonin nel 1858; più di un secolo dopo, nel 1992 Farinelli scriveva in merito: «oggi i suoi ruderi sono quasi per intero ricoperti dagli scarichi delle cave soprastanti». Dopo ulteriori 32 anni, nulla è ormai più visibile, e tutti i resti degli edifici medievali sono stati completamente ricoperti dalla discarica della vicina cava di gesso. Anche i cumuli di scorie di fusione oggi non sono più individuabili perché coperti da detriti, terreno e vegetazione.

CONCLUSIONI

Le informazioni raccolte in questo studio mostrano che la miniera di rame di Poggio Muzzeto ebbe un passato importante, ma non fu coinvolta come molte altre nel tumultuoso periodo ottocentesco di rinascita e riattivazione delle antiche miniere. L’attività di estrazione a Poggio Muzzeto, forse risalente all’età del rame e all’epoca classica, è testimoniata con certezza da numerosissimi documenti senesi di epoca medievale (XIV-XV secolo). Sebbene i resti della antica miniera fossero ben noti l’attività mineraria non fu mai ripresa né nel XIX secolo, e nonostante ulteriori prospezioni e ricerche neanche nel XX secolo. Gli storici hanno riportato i testi di numerose concessioni minerarie di epoca medievale della Repubblica di Siena nella zona di Roccastrada – Poggio Muzzeto – Tisignana. È importante ricordare che all’epoca Roccatederighi era un comune a sé distinto da Roccastrada; quindi, le richieste relative a Roccastrada nelle concessioni del XV secolo non possono che riferirsi alla miniera di Poggio Muzzeto. Tuttavia, non abbiamo alcuna certezza che non ci siano stati tentativi di sfruttamento dopo la peste nera (1346-1353), anche se per ora si tratta solo di assenza di documenti. Il governo di Siena allestì una “argentiera” nel borgo



Figura 7. Imboccatura di pozzo minerario (foto Paolo Sammuri, 2024).



Figura 8. Pozzo in cui è visibile l'ingresso di una galleria laterale (foto Paolo Sammuri, 2024).

di Roccastrada, da intendere come magazzino deputato alla custodia, saggiatura e, forse, alla prima lavorazione del minerale argentifero. Un grave problema è che nei contratti medievali si parla solo dei metalli da estrarre, e di conseguenza non è possibile avere alcuna informazione sui minerali che li contenevano. D'altra parte, la mineralogia non esisteva ancora come scienza, e le citazioni dei minerali rinvenuti nella zona in pratica iniziano solo dall'800 in poi. È molto difficile ricostruire la paragenesi del deposito, che comunque è molto diverso dal pur vicino giacimento ofiolitico di Roccatederighi, e forse questo spiega perché non è stato coinvolto nella "corsa al rame" nelle rocce verdi ottocentesca. Verosimilmente Poggio Muzzeto era un deposito cupro-argentifero di tipo idrotermale, costituito superiormente dai prodotti supergenici derivanti dall'alterazione dei minerali primari sottostanti: tetraedrite, calcosina e forse anche solfuri misti. Nulla si può dire del tipo di deposito, forse filoniano, e in assenza di affioramenti o discariche non è possibile conoscere esattamente la natura delle rocce ospitanti la mineralizzazione e della sua ganga. In base alla posizione degli scavi alcuni studiosi ritengono che la mineralizzazione fosse situata al contatto tra il Calcare Cavernoso e la Formazione di Tocchi. Date le scarse informazioni disponibili a tutt'oggi, è purtroppo evidente che, se si volesse far luce sui caratteri mineralogici e sull'origine del deposito, si dovrebbero compiere ulteriori indagini sotterranee.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano, per la collaborazione Andrea Rossellini e Fabio Senesi dell'Associazione Mineralogica Fiorentina, Davide Salvestroni, Vanio Caporali, Fabio Coralli, il Perito minerario Marcello Ovi, il Prof. Roberto Farinelli per i preziosi consigli, ed inoltre Marco Pantaloni ed il personale della biblioteca ISPRA per l'aiuto nelle ricerche iconografiche e bibliografiche.

DICHIARAZIONE SUL CONFLITTO DI INTERESSI

Gli Autori dichiarano di non avere né un conflitto di interessi né conosciuti interessi economici o relazioni personali che potrebbero aver influenzato il lavoro riportato in questo articolo.

BIBLIOGRAFIA

- ALDINUCCI M., PANDELI E., SANDRELLI F., 2008. *Tectono-sedimentary evolution of the Late Palaeozoic-Early Mesozoic metasediments of the Monticiano-Roccastrada Ridge (southern Tuscany, northern Apennines, Italy)*. Bollettino della Società Geologica Italiana (Italian Journal of Geosciences), 127 (3): 567-579.
- ANTOLINI P., 1984. *Rassegna dei principali affioramenti di gesso in Italia*. In: Atti della Accademia Roveretana degli Agiati. Contributi della Classe di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Fasc. B, s. 6, 24: 83-117.
- AZZARO E., COCOZZA T., DI SABATINO B., GASPERI G., GELMINI R., LAZZAROTTO A., 1976. *Geology and petrography of the Verucano and Paleozoic formations of Southern Tuscany and Northern Latium (Italy)*. In: H. Falke (ed.), *The Continental Permian in Central, West, and South Europe: 181-195*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland.
- BALDASSARRI G., 1750. *Saggio di produzioni naturali dello Stato Senese che si ritrovano nel museo del Nobile Signore Cavaliere Giovanni Venturi Gallerani*. Francesco Rossi stampatore, Siena, 32 pp.
- BARTALONI D., 1875. *Memorie storiche riguardanti la terra di Roccastrada coll'aggiunta d'altre notizie spettanti alle famiglie del paese raccolte nel 1769 dal dottor Domenico Bartaloni professore pubblico nell'Università di Siena*. Manoscritto stampato a cura dell'Editore Cappelli, Siena, 59 pp.
- BERNI G., 2023. *Riflessioni sulla cripta del Monastero di San Salvatore in Giugnano, spazio sacro frammentato tra tutela e divulgazione*. In: Quaderni di Storia e Archeologia in Maremma, 1, Pievi e Monasteri dal Medioevo all'Età Moderna dal Monte Sassofoorte alla valle del Bruna: 28-37, Associazione Archeologica Odysseus, tipografia Sereum 3000, Roccastrada.

- BERTINI G., CAMELI G.M., COSTANTINI A., DECANDIA F.A., DI FILIPPO M., DINI I., ELTER F.M., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., PANDELI E., SANDRELLI F., TORO B., 1991. *Struttura geologica fra i monti di Campiglia e Rapolano Terme (Toscana meridionale): stato attuale delle conoscenze e problematiche*. Studi Geologici Camerti, volume speciale (1991/1): 155-178.
- BERTINI G., CASINI M., GIANELLI G., PANDELI E., 2006. *Geological structure of a long-living geothermal system, Larderello, Italy*. Terra Nova 18 (3): 163-169.
- BOISSEUIL D., 2014. *Regestes des concessions minières du territoire siennois au XV^e siècle*. In: *Honos Alit Artes*. Studi per il settantesimo compleanno di Mario Ascheri - Gli universi particolari. Città e territori dal medioevo all'età moderna, a cura di P. Maffei e G.M. Varanini, Reti Medievali E-Book, 19 (II): 161-170. Firenze University Press, Firenze.
- BROGI A., GIORGETTI G., 2012. *Tectono-metamorphic evolution of the siliciclastic units in the Middle Tuscan Range (inner Northern Apennines): Mg-carpholite bearing quartz veins related to syn-metamorphic syn-orogenic foliation*. Tectonophysics: 526-529, 167-184.
- CAILLAUX A., 1858-1859. *Études sur les mines de la Toscane*. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale, Tome IV: 153-200.
- CARLINO M., 1954. *Rapporto sulla visita eseguita al permesso di ricerca per pirite minerali di ferro e solfuri misti "Tisignana", comune di Roccastrada, della Società Montecatini, il giorno 3 agosto 1954, per accertamenti a seguito richiesta di proroga*. Rapporto interno del Distretto Minerario di Grosseto, 2 pp.
- CASINI A., COSTANTINI A., PAGANI G., 2015. *Poggio Mozzeto*. In: *Geositi: eccellenze della natura nel Parco delle Colline Metallifere Grossetane*: 277-279. Pacini Editore, Pisa.
- CECIONI G., 1947. *Relazione sul rilevamento geologico della tavola "Roccastrada", III SE del F.120 "Siena"*. Rapporto interno Montecatini, Società Generale per l'Industria Mineraria e Chimica, Milano, 15 pp.
- COCOZZA T., LAZZAROTTO A., PASINI M., 1975. *Segnalazione di una fauna triassica nel conglomerato di Monte Quoio (Verrucano del torrente Farma - Toscana meridionale)*. Rivista Italiana di Paleontologia, 81 (4): 425-436.
- CORNAMUSINI G., MILANESCHI L., CONTI P., LIBERATO G.P., 2024. *Significance of the Calcare Cavernoso: Stratigraphic-structural setting and role as tectonic chaotic unit in the evolution of the Northern Apennines (Italy)*. Italian Journal of Geosciences 143: (2), 187-209.
- CORSI B., ELTER F.M., PANDELI E., SANDRELLI F., 2001. *Caratteri strutturali del Gruppo del Verrucano (Unità di Monticiano-Roccastrada) nella Toscana meridionale ed insulare*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra 42: 47-58.
- COSTANTINI A., GANDIN A., MATTIAS P.P., SANDRELLI F., TURI B., 1980. *Un'ipotesi per l'interpretazione paleogeografica della formazione di Tocchi*. Memorie della Società Geologica Italiana 21: 203-216.
- COSTANTINI A., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A., SANDRELLI F., 1987-88. *L'Unità di Monticiano-Roccastrada fra la Montagnola Senese e il Monte Leoni (Toscana meridionale)*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra 31: 382-420.
- FARINELLI R., 1987. *Mulini e sfruttamento delle acque nella valle dei Bai*. In: *Miniere e mulini nella Valle dei Bai*, a cura dell'Archeoclub d'Italia, sede di Roccastrada: 8-11. Amministrazione Comunale di Roccastrada.
- FARINELLI R., 1992. *Note sulle attività minerarie e metallurgiche nel territorio di Roccastrada (secoli XIII-XVI)*. In: *Roccastrada. Storia - Arte - Paesaggio*, a cura dell'Archeoclub d'Italia, sede di Roccastrada: 35-51, Tipolito Vieri, Roccastrada.
- FARINELLI R., 2020. *La memoria perduta di un borgo di fondazione senese. Il caso di Roccastrada*. Bollettino Senese di Storia Patria 127: 75-97.
- FRANCESCHELLI M., GIANELLI G., PANDELI E., PUXEDDU M., 2004. *Variscan and Alpine metamorphic events in the Northern Apennines (Italy): A review*. Periodico di Mineralogia 73 (Special Issue 2): 43-56.
- GROTTANELLI L., 1873. *La Maremma Toscana. Studi storici ed economici. I. (Roccastrada)*. Ignazio Gatti Editore-Libraio, Siena, 240 pp.
- LATTANZI P., BENVENUTI M., COSTAGLIOLA P., TANELLI G., 1994. *An overview on recent research on the metallogeny of Tuscany, with special reference to the Apuane Alps*. Memorie della Società Geologica Italiana 48: 613-625.
- LISINI A., 1935. *Notizie delle miniere della Maremma Toscana e leggi per l'estrazione dei metalli nel medio evo*. Bollettino Senese di Storia Patria 42 (3): 185-256.
- LOTTI B., 1877. *Descrizione geologica dei dintorni di Roccastrada nella Maremma Toscana*. Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia 8 (3-4): 100-114.
- MARTINI R., GANDIN A., ZANINETTI L., 1989. *Sedimentology, stratigraphy and micropaleontology of the triassic evaporitic sequence in the subsurface of Boccheggiano and some outcrops of southern Tuscany (Italy)*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia 95 (1): 3-28.
- MATTEUCCI R.V., 1890. *La regione trachitica di Roccastrada (Maremma Toscana)*. Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia 21 (7-8): 237-299.
- MICHELUCCHINI R., 1961. *Guide for the excursion to Roccastrada (Tuscany)*. In: *Atti del Symposium su "Ignimbrites and Hyaloclastites"* (Catania, September 1961). Istituto di Vulcanologia dell'Università di Catania, 7 pp.
- PANDELI E., GIANELLI G., PUXEDDU M., ELTER F.M., 1994. *The paleozoic basement of Northern Apennines: Stratigraphy, tectono-metamorphic evolution and alpine hydrothermal processes*. Memorie della Società Geologica Italiana 48: 627-654.
- PANDELI E., 2002. *Sedimentary-tectonic evolution of the Tuscan area (Northern Apennines, Italy) from Late "Autunian" to Carnian*. Bollettino della Società Geologica Italiana 1 (volume speciale): 251-262.
- PASSERI L., 1975. *L'ambiente deposizionale della formazione evaporitica nel quadro della paleogeografia del Norico Tosco-Umbro-Marchigiano*. Bollettino della Società Geologica Italiana 94: 231-268.
- PECCI G.A., 2016 - mss.1758-1768. *Lo Stato di Siena antico, e moderno*. Edizione a stampa a cura di M. De Gregorio e D. Mazzini, volume V, parte IX, Accademia Senese degli Intronati, Siena.
- PESTELLI G., 1987. *Alcune considerazioni su una miniera di rame argentifero: il caso Roccastrada*. In: *Miniere e mulini nella Valle dei Bai*, a cura dell'Archeoclub d'Italia, sede di Roccastrada: 1-7. Amministrazione Comunale di Roccastrada.
- PICCINNI G., 1999. *Le miniere del Senese. Contributo alla messa a punto della cronologia dell'abbandono e della ripresa delle attività estrattive*. In: *La Toscane et les Toscans autour de la Renaissance*. Cadres de vie, société, croyances. Mélanges offerts à Charles Marie De La Roncière: 239-254. Université de Provence, Aix-En-Provence.

- RAU A., TONGIORGI M., 1974. *Geologia dei Monti Pisani a sud-est della Valle del Guappero*. Memorie della Società Geologica Italiana 13 (3): 227-408.
- RICCERI F., STEA B., 1992. *Geophysical presence of a deep seated "granitic" stock in the Massa Marittima mining district (Grosseto, Southern Tuscany): metallogenic implications*. In: Contributions to the Geology of Italy with Special Regard to the Paleozoic Basements, IGCP n° 276, Newsletter, 5: 391-400.
- RICCI C.A., 1972. *Geo-Petrological features of the metamorphic formations of Tuscany*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A 79: 267-279.
- SANTI G., 1806. *Viaggio terzo per la Toscana. Viaggio terzo per le due Provincie Senesi che forma il seguito del viaggio al Montamiata*. Ranieri Prosperi stampatore dell'almo Studio, Pisa, 433 pp.
- SESTINI A., 1935. *La regione vulcanica di Roccastrada nella Maremma Toscana. Nota geomorfologica*. Bollettino della Società Geografica Italiana, Serie 6 (12): 363-381.
- SIGNORINI R., 1962a. *Sguardo d'insieme alla geologia della Toscana a sud dell'Arno*. Memorie della Società Geologica Italiana 4: 413-431.
- SIGNORINI R., 1962b. *Osservazioni geologiche dalla valle del Bai presso Roccastrada (Grosseto) alla gola della Rosia (Siena)*. Memorie della Società Geologica Italiana 4 (1): 433-446.
- SIMONIN M.L., 1858. *De L'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'Antiquité et le Moyen Age*. Annales des Mines, Série V (14): 557-615.
- TANELLI G., 1983. *Mineralizzazioni metallifere e minerogenesi della Toscana*. Memorie della Società Geologica Italiana 25: 91-109.
- VAI G.B., 1978. *Tentative correlation of Palaeozoic rocks, Italian peninsula and islands*. In: Scientific Results of the Austrian Projects of the International Geological Correlation Programme (IGCP) until 1976, ed. by Prof. Dr. H. Zapfe: 313-329. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen, Band 3, Springer-Verlag, Wien.
- VON RATH G., 1873. *Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien. 9. Aus der Umgebung von Massa Marittima*. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft 2: 117-248.

(ms. pres. 15 ottobre 2024; ult. bozze 30 dicembre 2024)

