

Filladi e quarziti del Torrente Mersino, Filone quarzoso-cuprifero e Faglia di Boccheggiano

A) DESCRIZIONE NATURALISTICA, PAESAGGISTICA E GEOLOGICA DEL GEOSITO

A1 COME ARRIVARCI

Da Grosseto:

Si prende la nuova Aurelia a scorrimento veloce in direzione Livorno fino all'uscita di Giuncarico. Si esce e si seguono le indicazioni per Ribolla. Giunti a Ribolla si svolta sinistra e si procede fino a lasciare l'abitato. Percorse alcune centinaia di metri si incontra sulla destra il bivio per Tatti, si svolta e si percorre questa strada fino a raggiungere il paese. Giunti a Tatti si svolta a sinistra e dopo circa 9 km si incrocia la strada provinciale 162. Si svolta a destra in direzione Siena, Boccheggiano, Abbazia di San Galgano; si percorrono circa 5 km e in sponda sinistra del fiume Merse (attraversabile con un ponte) è ubicato il geosito.

Da Siena:

Dall'Uscita di Siena ovest si prende la strada N° 73 in direzione di Massa Marittima, Rosia Abbazia di San Galgano. Circa 7 chilometri oltre il confine provinciale si incontra sulla sinistra il bivio per Boccheggiano, mentre sulla destra si può accostare l'auto lungo il corso del F. Merse. In sponda sinistra del fiume (attraversabile con un ponte) è ubicato il geosito.

A2 DESCRIZIONE DEL GEOSITO

A2' Inquadramento geologico

Il geosito affiora nell'area delle colline metallifere, zona ricca di risorse minerarie. L'evoluzione tettonica di quest' area ha condizionato pesantemente la natura e la localizzazione dei giacimenti minerali, comunemente prodotti dalla risalita, lungo sistemi di faglie, di soluzioni idrotermali riconducibili al magmatismo tardo-terziario che ha interessato la regione. Una pronunciata tettonica distensiva è stata attiva precedentemente e parallelamente al fenomeno magmatico, e ha prodotto notevoli elisioni tettoniche all'interno della pila orogenica che costituisce questo settore di catena appenninica.

A2'' Il geosito

Il geosito è esposto lungo la strada provinciale n° 441 che collega S. Galgano a Massa Marittima, in prossimità (ma a lato strada opposto) del bivio che porta al paese di Boccheggiano.

Il geosito è costituito da un affioramento roccioso esposto per alcune decine di metri lungo il corso del Torrente Mersino. Il geosito può essere suddiviso in due parti, ciascuna costituita da un corpo roccioso litologicamente omogeneo. Questi sono separati da una zona complessa, centrale rispetto all'intera esposizione rocciosa costituente il geosito.

Questa zona si compone di una fascia di colore grigio piombo, costituita da materiale estremamente fino, al cui interno brillano numerosi cristalli millimetrici; è spessa circa un metro ed inclina moderatamente verso valle. A tetto di questa fascia plumbea, e concordante con essa, affiora un corpo filoniano quarzoso, di colore rossastro, spesso alcuni metri. Questo corpo filoniano costituisce nel suo insieme un corpo roccioso indipendente. Al letto il filone è separato tramite un contatto netto da un litotipo molto fogliettato di colore grigio-verde e grigio-nero, che si sfalda facilmente secondo fitti piani similmente orientati. L'ultima litologia affiora al tetto del filone centrale ed è costituita da livelli argillitici organizzati internamente in una fitta fogliettatura, separati da livelli di roccia più competente di colore grigio scuro.

Tipi di rocce che costituiscono il geosito (Fig. 1)

Il geosito espone due differenti formazioni rocciose, in contatto tettonico tra loro, separate da uno spessore di alcuni metri di materiale cataclatico in una matrice quarzosa, variamente mineralizzato, che rappresenta la zona centrale della faglia di Boccheggiano.

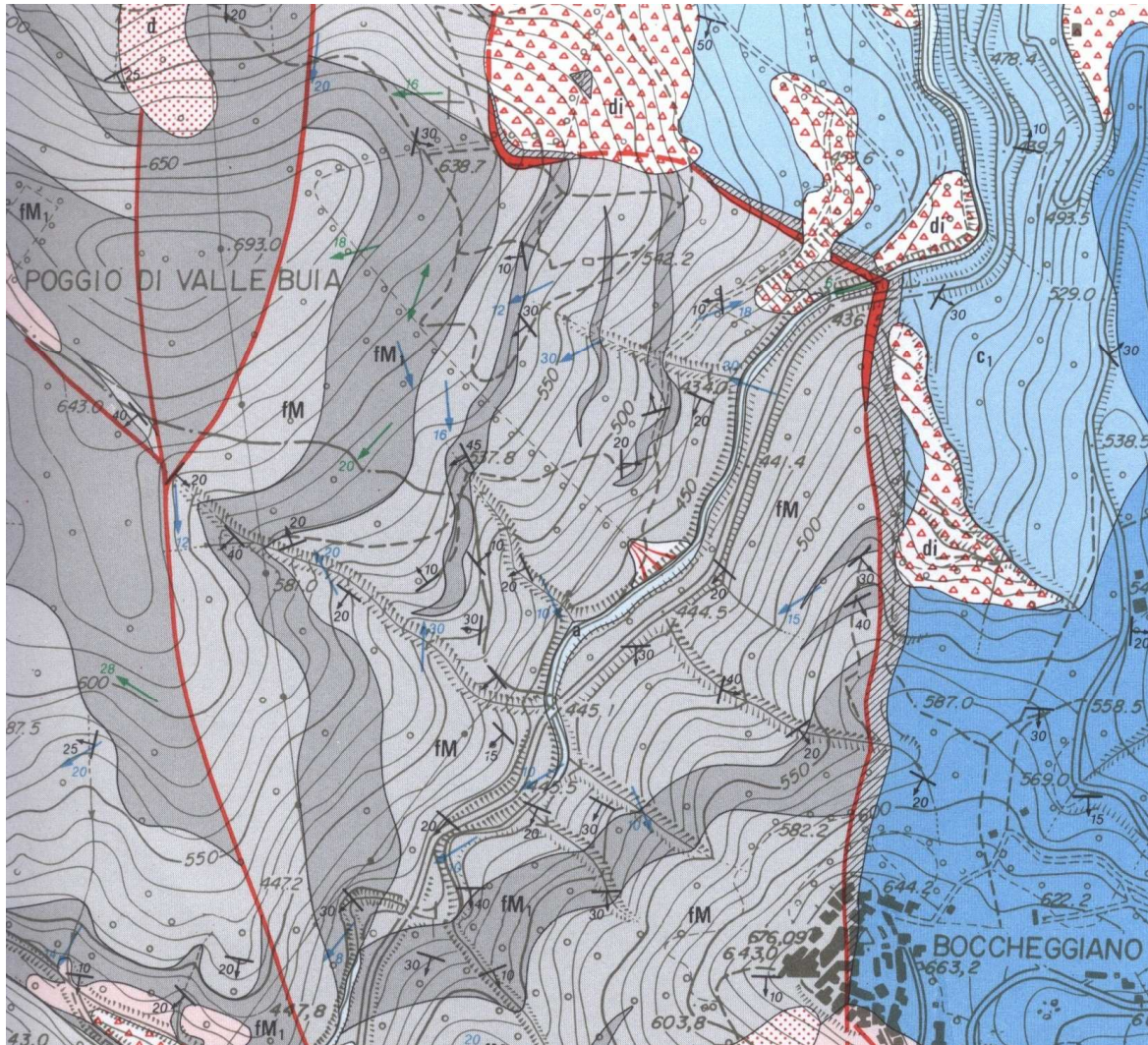


Fig. 1 Da Carta geologica dell'area di Boccheggiano e Serrabottini

Legenda: Filladi e quarziti del Torrente Mersino (in grigio); I due membri delle Argille a Palombini (in azzurro); Il Filone quarzoso-cuprifero di Boccheggiano (in tratteggio obliquo).

Quarziti e Filladi del Torrente Mersino (Fig. 2).

Al letto della zona di faglia affiora l'Unità formazionale delle Filladi e quarziti del T. Mersino. In tale unità sono comprese tre litofacies che si alternano in percentuali decrescenti dall'alto verso il basso: Metaconglomerati quarzosi grigio-chiari; Filladi e quarziti verdi; Filladi e quarziti grigie e nere. In mancanza di fossili questa unità formazionale è stata attribuita al Carbonifero medio superiore su basi stratigrafiche e petro-strutturali (Costantini et al., 1992). Nell'affioramento costituente parte del presente geosito sono ben rappresentate le filladi e quarziti grigie e nere.

Argille a Palombini.

Al tetto della zona di faglia affiora estremamente tettonizzata e alterata la formazione delle Argille a Palombini. Questa formazione costituisce la parte più cospicua dell' Unità ofiolitifera. Dal punto di vista litologico la formazione è rappresentata in prevalenza da argille, argille siltose e marne, finemente fogliettate, di colore variabile dal grigio scuro al marrone; vi sono intercalati strati, dello spessore massimo di circa un metro, di calcari silicei a grana finissima, di colore grigio piombo, ben noti nella letteratura geologica sotto il nome di "Palombini"; oltre ai palombini compaiono intercalazioni di arenarie quarzose.

Filone quarzoso cuprifero (Fig. 3)

La granulometria estremamente fine del materiale che compone questa fascia mineralizzata è dovuta all'elevata frizione che ha operato tra le masse rocciose a contatto, e che documenta una intensa attività tettonica, ormai fossile. La mineralizzazione della roccia di faglia è evidente in affioramento ed è dimostrata da innumerevoli cristalli millimetrici, principalmente di pirite, che brillano con la luce. Questa evidenza testimonia che la faglia di Boccheggiano ha condizionato fortemente la circolazione dei geo-fluidi, rappresentati da soluzioni mineralizzanti che hanno impregnato la roccia di faglia precipitando varie forme mineralogiche, principalmente solfuri di ferro e solfuri misti (Fig. 4).



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

A3 COSA RACCONTA IL GEOSITO

A3'Contenuti scientifici

Nell'area di Boccheggiano e in molte altre zone della Toscana meridionale, l'integrazione di lavori di geologia classica e di osservazioni sui dati di sondaggio disponibili nelle aree minerarie e nelle aree di sfruttamento delle forze endogene, ha permesso di ricostruire la geometria di certi contatti tettonici che sovrappongono rocce strutturalmente superficiali (Argille con calcari palombini) su rocce strutturalmente profonde (Filladi e quarziti del Torrente Mersino, Verrucano, Calcare Cavernoso). Sulla base di questi studi si è potuto formulare un'ipotesi sull'origine di questo fenomeno chiamato serie ridotta, proprio per il mancato riscontro dei terreni comunemente interposti tra quelli che occupano rispettivamente la parte superficiale e la parte profonda della pila delle Unità tettoniche costituenti l'Appennino settentrionale.

La serie ridotta

Il fenomeno della serie ridotta consiste in un processo di laminazione tettonica, a seguito del quale le unità di copertura più superficiali vanno a sovrapporsi direttamente su quelle profonde, a causa dell'asportazione di quelle intermedie. Contatti di questo tipo sono difficilmente descrivibili in affioramento, ma in molti casi sono stati ricostruiti integrando i lavori di geologia classica e le osservazioni sui dati di sondaggi profondi. La caratteristica geometrica principale di queste faglie è la loro modesta inclinazione: al massimo 20-25° rispetto all'orizzontale.

Il fenomeno rappresenterebbe l'effetto del primo importante processo distensivo, verificatosi in Toscana meridionale a partire dal Tortonian superiore (circa 7 milioni di anni fa), e sarebbe collegato a faglie dirette a basso angolo che avrebbero costituito delle superfici di scollamento prevalentemente in corrispondenza dei livelli più plastici e meno competenti. Il fenomeno distensivo non avrebbe interessato solo le coperture più superficiali (come si riteneva precedentemente), ma anche quelle più profonde, comprese le unità del basamento.

Sulla base di un calcolo approssimativo l'entità dell'estensione, che avrebbe generato il fenomeno della serie ridotta, è stata valutata intorno al 60% (Decandia et al., 1992).

La Faglia di Boccheggiano

La faglia di Boccheggiano sovrappone la Formazione delle Argille a Palombini appartenente all'unità ofiolitifera direttamente sulla formazione delle filladi del Torrente Mersino appartenente al gruppo delle formazioni paleozoiche dell'Unità di Monticano-Roccastrada. Questi terreni occupano rispettivamente la parte più alta e la parte più bassa all'interno della pila delle Unità tettoniche distinte in quest'area. Tuttavia l'inclinazione di circa 45° rispetto all'orizzontale della faglia di Boccheggiano la colloca al di fuori del campo delle faglie a basso angolo tipiche della serie ridotta. E' molto probabile che la faglia di Boccheggiano abbia agito successivamente, probabilmente nel Pliocene, su una successione già tettonicamente laminata, partecipando comunque al processo di distensione crostale. La maggiore inclinazione della faglia di Boccheggiano spiega meglio anche la risalita lungo il contatto tettonico dei geo-fluidi responsabili delle mineralizzazioni, meglio intercettati in profondità.

Le mineralizzazioni interessano le rocce cataclastiche collegate all'attività della faglia; hanno carattere idrotermale e sono costituite da solfuri misti, principalmente pirite. Mineralizzazioni a solfuri misti si trovano anche in livelli cataclastici, generalmente a giacitura sub-orizzontale, sviluppatasi durante le fasi deformative comprese tra l'Oligocene superiore ed il Miocene superiore. In quest'area, i sondaggi geotermici hanno individuato la presenza di un corpo granodioritico del Pliocene ad una profondità di circa 2000m, noto come granodiorite di Montieri, alla cui presenza è senz'altro legato il flusso di calore che alimentava le soluzioni idrotermali circolanti.

Allo scopo di ricostruire l'assetto strutturale dell'area e definire le caratteristiche dei fluidi idrotermali circolanti, la faglia di Boccheggiano è stata recentemente studiata nel dettaglio (Liotta et

al. 2007). L'analisi della zona di faglia di Boccheggiano, delle zone cataclastiche e lo studio delle inclusioni fluide presenti nelle mineralizzazioni hanno portato ai seguenti risultati:

- (a) i livelli cataclastici oligo-miocenici sono dislocati dalla faglia di Boccheggiano che, in profondità, disloca il corpo granitico pliocenico di Montieri;
- (b) lo studio delle inclusioni fluide indica che l'idrotermalismo era caratterizzato da fluidi acquosi con salinità da molto basse a moderate, di origine prevalentemente meteorica; la presenza di alcune inclusioni che mostrano salinità più elevate suggerisce che i fluidi idrotermali hanno in alcuni casi interagito con le evaporiti triassiche;
- (c) allontanandosi dalla zona della faglia di Boccheggiano, le temperature di omogeneizzazione delle inclusioni fluide hanno fornito valori di decrescenti;
- (d) i livelli cataclastici sub-orizzontali, formati durante i processi di raddoppio della Falda Toscana (Oligocene superiore-Miocene inferiore) e durante la tettonica distensiva post-collisionale (Miocene medio-superiore), hanno rappresentato le rocce serbatoio per i fluidi idrotermali.

Il modello di circolazione proposto (Liotta et al. 2007) prevede che una comune fase fluida abbia circolato sia nella zona di danneggiamento della faglia di Boccheggiano che nelle zone cataclastiche più lontane. Il sistema idrotermale era probabilmente alimentato dal corpo granitico di Montieri. La faglia di Boccheggiano, avrebbe quindi agito come condotto principale sia per l'infiltrazione di acque meteoriche in profondità sia per la risalita di fluidi idrotermali, poi andati a circolare nei livelli cataclastici dislocati dalla stessa faglia di Boccheggiano.

Evoluzione tettonica del geosito.

Per quanto esposto finora si può concludere che la storia geologica raccontata dal presente geosito è stata pesantemente condizionata dalla tettonica; cioè da un insieme di processi deformativi collegati alla dinamica terrestre. La strutturazione principale del corpo roccioso costituente il geosito è governata dalle strutture estensionali che hanno prodotto il *megaboudinage* della Falda Toscana (guidato dallo sviluppo di faglie a basso angolo; «serie ridotta», in BERTINI *et alii*, 1991; DECANDIA *et alii*, 1993), e che localmente (Faglia di Boccheggiano) mettono in contatto direttamente le rocce profonde del basamento metamorfico con le rocce del dominio ligure appartenenti alla coltre alloctona più superficiale. Le faglie a basso angolo responsabili della serie ridotta sono collegate cinematicamente a faglie a medio angolo, di cui il geosito espone un esemplare affioramento, successivamente riutilizzate o troncate ad opera di faglie più recenti a medio-alto angolo.

Modello dell'evoluzione tettonica del geosito

Allo scopo di comprendere in maniera semplice un processo geologico complesso si propone un "modello analogico" rappresentativo della situazione geologico-strutturale del geosito. Il modello proposto non ha nessuna pretesa scientifica ed ha il solo scopo di mostrare in maniera indicativa i risultati dei processi tettonici responsabili dell'assetto geologico-strutturale del geosito. Il materiale utilizzato è facilmente reperibile ed economico. Tuttavia perché il modello sortisca l'effetto desiderato occorre attrezzarsi di buona immaginazione.

Materiali e metodi: Alcuni assunti

- Precedentemente abbiamo detto che il fenomeno della serie ridotta ha prodotto il megaboudinage della Falda Toscana. Abbiamo detto anche che tali megaboudin sono separati da area caratterizzate da spinta laminazione tettonica in cui le rocce profonde del basamento metamorfico sono comunemente in contatto tettonico con le rocce del dominio ligure appartenenti alla coltre alloctona più superficiale (Faglia di Boccheggiano).

- Le rocce del basamento sono rappresentate dall'Unità formazionale delle Filladi e quarziti del T. Mersino.

- La Falda Toscana, che affiora nei megaboudin, è costituita da una successione di formazioni calcareo-silicee a comportamento rigido a cui si alternano formazioni a forte componente argillitica a comportamento plastico. La successione poggia su un'orizzonte evaporitico a bassa frizione.
- L'unità Ligure è costituita da un complesso di terreni ad elevata componente argillitica, molto tettonizzati spesso caotici, dal comportamento plastico.
- Durante la fase collisionale dell'orogenesi appenninica l'Unità Ligure è stata sovrapposta alla Falda Toscana, e quest'ultima al basamento metamorfico sviluppando una spessa pila tettonica.

Un efficace modello rappresentativo di questa reale situazione geologico-strutturale può essere costruito utilizzando un vafer per ciliaci spalmato con abbondante crema di nocciole e cioccolato (Fig. 4). Il vafer per ciliaci preparato con farina di riso non è friabile come quello classico di farina di grano così assorbe meglio le deformazioni: rompendosi se necessario, ma senza sbriciolarsi. Ai livelli di vafer, rappresentativi delle formazioni della Falda Toscana a comportamento rigido, sono alternati livelli di crema di nocciole e cioccolato, rappresentativi delle formazioni della Falda Toscana a comportamento plastico. Il livello di crema di nocciole e cioccolato alla base del vafer è rappresentativo delle evaporiti alla base della successione toscana e delle filladi del basamento caratterizzate entrambe da bassa frizione. Infine la crema di nocciole e cioccolato spalmata in superficie rappresenta i terreni liguri a comportamento plastico.

Procedura

Una volta preparata la condizione iniziale del modello analogico si procede come di seguito. Si Incide il vafer con un taglio inclinato di circa 45° dalla faccia superiore fino all'interstrato di crema di nocciole e cioccolato alla base, e si impone una deformazione estensionale in senso longitudinale. Così facendo i contatti sub-orizzontali sono attivati con cinematica estensionale che procura uno stiramento del vafer e una frammentazione delle porzioni più competenti (nella realtà: porzione carbonatico-silicea della serie Toscana) in nuclei isolati. Questa operazione produce uno stiramento del vafer (nella realtà: della crosta terrestre): lo spessore si assottiglia e la dimensione longitudinale si allunga. La porzione di vafer a destra in Fig. 5 rappresenta l'entità dell'estensione applicata al vafer in rapporto alla sua originale lunghezza mantenuta dal livello di base, indeformato.

Se si confronta una ricostruzione scientifica del processo geologico che produce il megaboudinage della Falda Toscana e il modello proposto si noteranno sostanziali convergenze che suggeriscono la validità del modello, sebbene esclusivamente qualitativo (Fig. 6).



Fig. 4



Fig. 5

Si conclude il paragrafo tentando di applicare questo modello analogico alla condizione geologico strutturale specifica del presente geosito. Prendendo come riferimento la foto di Figura 1 e confrontandola con la porzione riquadrata in rosso in Fig. 6 si ottiene un risultato più che soddisfacente.

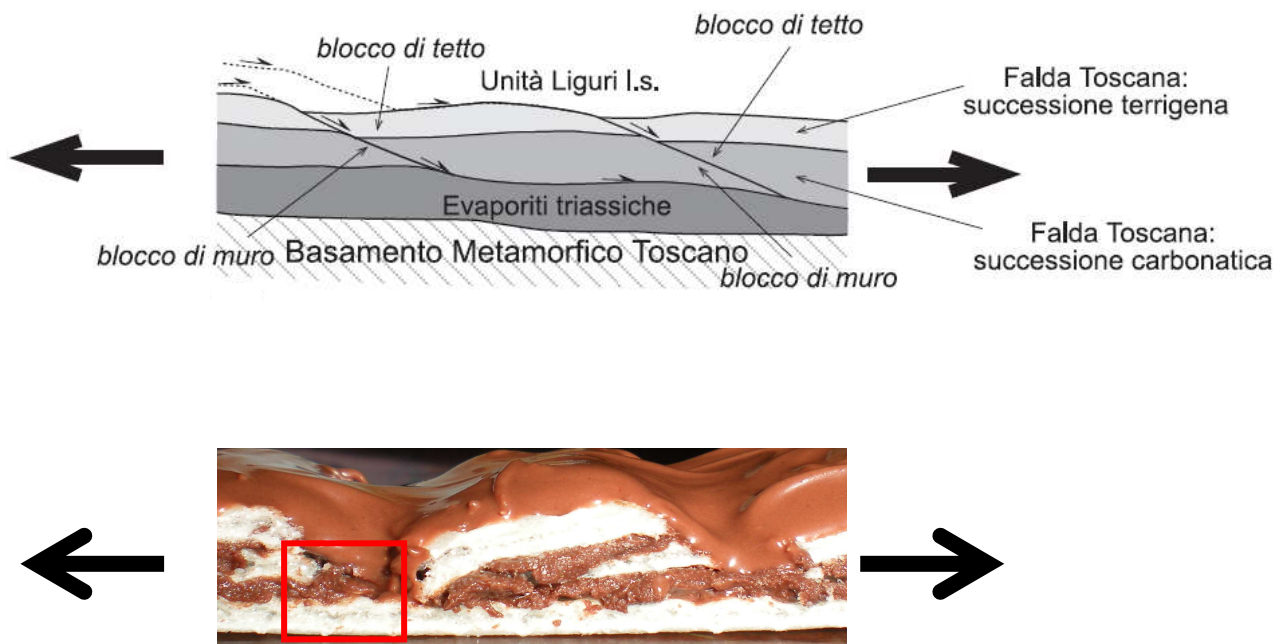


Fig. 6 - Schema che mostra l'evoluzione del *megaboudinage* della Falda Toscana durante la tettonica distensiva miocenica.. Durante il suo sviluppo un *megaboudin* di Falda Toscana è delimitato da due *detachment* estensionali che si collocano alla base delle Unità Liguri (quello superiore) ed al tetto delle evaporiti triassiche (quello inferiore), e da due rampe immergenti verso est, che tagliano la Falda Toscana. Detachment estensionali possono svilupparsi anche alla base delle evaporiti triassiche. Ciascun *megaboudin* è delimitato lateralmente dalle rampe di due faglie

dirette immergenti verso est che possono mettere in contatto le rocce del basamento con le unità liguri. La porzione riquadrata in rosso indica il livello strutturale corrispondente alla Faglia di Boccheggiano.

Cenni geologici delle mineralizzazioni a Solfuri misti.

Lungo la "faglia di Boccheggiano" si impostava il filone quarzoso cuprifero di Boccheggiano, per una lunghezza di circa due chilometri, dal paese di Boccheggiano verso nord. Il filone consisteva in una massa di quarzo disseminata di calcopirite e pirite, con subordinati solfuri misti. Aveva direzione da NNO a SSE, con inclinazione di circa 45° verso est e si era formato in corrispondenza di una zona brecciata, per sostituzione di quarzo sulle rocce carbonatiche delle Argille a Palombini. In proiezione orizzontale la massa filoniforme non era propriamente rettilinea e possedeva uno spessore che variava da 1 a 25 metri. In alcuni tratti, poteva essere seguita in affioramento.

Oggi, a causa di vasti franamenti di coltivazione che si sono succeduti lungo tutta la sua estensione, la formazione filoniana non risulta più osservabile in affioramento, tranne che in corrispondenza di un taglio lungo l'incisione della valle del fiume Merse, dove è localizzato il geosito. Il geosito si colloca nel tratto settentrionale del filone, dove all'interno della massa quarzosa si trovavano ampie zone mineralizzate a sola pirite. In questa zona il filone presenta maggiore uniformità geometrica e poneva in contatto tettonico le Filladi del Paleozoico al letto con le Argille a Palombini al tetto. Tenendo conto delle informazioni derivanti dalle attività di ricerca ed estrazione mineraria si può descrivere in maniera distinta la parte meridionale del giacimento filoniano, sia per le specie e la distribuzione dei minerali racchiusi, sia per la natura litologica delle rocce del letto. Nel tratto più meridionale, dal torrente Farmulla al paese di Boccheggiano, il filone pur mantenendosi al letto delle Argille a Palombini, come nel tratto settentrionale, appoggiava invece sul calcare retico e presentava potenza molto irregolare, infatti in alcuni punti misurava fino a 15 metri, mentre in altri si assottigliava, fino a scomparire. Come risulta dalle attività estrattive durante l'esercizio dell'attività mineraria, le specie mineralogiche maggiormente presenti in questo tratto erano calcopirite, galena, e pirite. Per quanto concerne la genesi di questo giacimenti, secondo Tanelli *"la composizione isotopica dello solfo ed il rapporto Co/Ni nella pirite"* fanno sì che *"sembrano rappresentare delle mineralizzazioni epigenetiche idrotermali formatesi durante l'evento Appenninico"*. La pirite si poteva presentare in forma cristallina oppure massiva, con poca ganga calcitica e lo sterile era formato da calcare o anidrite. Le masse mineralizzate erano nette ed in molti cantieri erano situate in profondità, al di sotto delle concentrazioni dei minerali cupriferi. Ad eccezione dei giacimenti di Campiano e di Bagnolo, tutte le manifestazioni piritose sono state completamente esaurite dai lavori di coltivazione.

A3"Contenuti divulgativo-didattici

Cenni storici

Nei dintorni di Boccheggiano esistevano tracce di numerose antiche lavorazioni minerarie, consistenti in depressioni, trincee, pozzetti e piccole gallerie, con relative discariche; non si conosce però l'epoca in cui furono intraprese queste lavorazioni. E' probabile, vista la vicinanza con Montieri, che già in epoca etrusca fossero stati fatti tentativi per estrarre rame, galena e minerali feriferi

Inizialmente i lavori erano indirizzati alla coltivazione dei minerali cupriferi e si concentrarono nel tratto nord del filone, tra Boccheggiano ed il fiume Merse, dove il giacimento si presentava per una più regolare e veloce coltivazione; alla fine dell'ottocento, in piena età industriale, il filone fu attaccato sia da sud che da nord. Il minerale veniva suddiviso in, ricco (6-8% di rame) ed in povero (4% di rame). Quello a più alta concentrazione era inviato tramite teleferica alla stazione di Ghirlanda, da dove proseguiva, via ferrovia, fino a Follonica. Il minerale povero veniva arrostito sul posto, lungo il fiume Merse; durante il trattamento venivano disperse nell'aria circa 30 tonnellate di zolfo al giorno, sotto forma di anidrite solforosa, e nelle acque del fiume residui ad alto tenore di metalli pesanti, come antimonio, arsenico, piombo, rame e bismuto. Le scorie o "roste", dilavate

dalle acque piovane, formano quelli che ora sono conosciuti come i calanchi rossi di Boccheggiano, visibili davanti all'ingresso della miniera di Campiano. Dai primi anni del '900 iniziò a graduale chiusura dei vari cantieri della miniera, via via che in essi si esauriva il minerale cuprifero.

Dal 1914, per fare fronte alla richiesta di acido solforico, iniziò lo sfruttamento delle lenti di pirite, del tutto ignorate dai precedenti lavori. Riprese così la coltivazione dei cantieri dismessi. Le lenti di pirite, che si presentava generalmente in forma massiva o microcristallina, erano situate nella parte più profonda del filone, che fu quindi coltivato fino alla quota idrostatica di 345 metri s.l.m. (raggiunta negli anni quaranta). L'attività estrattiva fu ripresa a pieno ritmo nel 1956 e continuò fino all'esaurimento dei giacimenti, che si verificò nel 1976; la miniera di Boccheggiano rimase comunque per alcuni anni in regime di manutenzione e venne chiusa definitivamente agli inizi degli anni ottanta. La miniera di Campiano (entrata in produzione nel 1983) fu mantenuta in attività fino al 1996.

Per quanto riguarda i dati produttivi complessivi, nel periodo 1889-1914 furono estratte circa 1,5 milioni di tonnellate di minerale grezzo con tenori in rame dal 4% all' 8%, mentre nel periodo 1906-1994 furono prodotte dai vari cantieri alcune decine di milioni di tonnellate di pirite.

B) DESCRIZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO;

C'è il rischio che le recinzioni di alcune proprietà private modifichino o interrompano le vie di accesso ai geositi segnalate nelle rispettive schede: occorre vigilare su questa eventualità ed operare affinché non si verifichi.

Nello specifico, per quanto riguarda il sito in questione, si rende necessaria il taglio oculato di alcuni alberi nonché il taglio degli arbusti, delle essenze erbacce e dei rovi che impediscono parzialmente la vista del geosito.

C) DESCRIZIONE DEL GRADO DI INTERESSE;

Il giudizio sull'interesse scientifico viene formulato sulla base di ricerche bibliografiche e di osservazioni effettuate in campagna. Quest'ultime sono volte a precisare quali e quanti argomenti geologici siano rilevabili e valorizzabili nei vari siti.

La faglia di Boccheggiano è considerata a ragione una delle più belle e importanti faglie mineralizzate della Toscana. L'importanza scientifica che riveste questo geosito risiede nella possibilità di analizzare in affioramento l'associazione tra faglie e mineralizzazioni comunemente ricostruita attraverso indagini di sottosuolo legate all'esplorazione mineraria. Inoltre le caratteristiche della geologia di superficie e di sottosuolo dell'area circostante la Faglia di Boccheggiano suggeriscono un particolare assetto strutturale della crosta superiore, (tipico della Toscana meridionale) riconducibile al fenomeno della Serie ridotta che sarà discusso nel seguito di questa scheda.

D) RIFERIMENTI DOCUMENTALI BIBLIOGRAFICI;

Liotta D., Brogi A., Fulignati P., Ruggieri G., Dini A. 2007. Cataclasiti e circolazione di fluidi idrotermali nella zona di Boccheggiano-Montieri (Toscana meridionale). Rend. Soc. Geol. It., 4 (2007), Nuova Serie, 239

Cortecchi G., Lattanzi P., Leone G., Pochini A., Tanelli G. 1980. Gli isotopi dello zolfo dei giacimenti a pirite di Niccioleta, Gavorrano, Boccheggiano e Ritorto (Toscana meridionale): Dati preliminari. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, 36: 261-277.

Tacconi E. 1904. Note mineralogiche sul giacimento cuprifero di Boccheggiano. Rend. R. Acc. Dei Lincei, Serie V, 12: 337-342.

E) INDIRIZZI PER LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE

In generale si potranno applicare le norme generali di cui all'art.10, comma 13 "Acqua e suolo", come integrata dalla scheda n.5, del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto. Nello specifico si ritiene necessario promuovere iniziative per la conservazione attiva del sito come indicate nel punto M1 della scheda ISPRA e/o nel paragrafo B) "descrizione del rischio di degrado" della scheda word associata.

La fruizione dei geositi, in termini di accesso fisico e di accesso alla conoscenza, rappresenta la condizione essenziale affinché si realizzi una concreta valorizzazione del patrimonio geologico del territorio. Di conseguenza si ritiene di primaria importanza valorizzare o eventualmente potenziare la sentieristica per mezzo della quale si accede ai geositi, dotando i percorsi di una segnaletica geografica e geologica adeguata e, se necessario, mettendo in sicurezza vie di accesso attualmente non praticabili.

F) EVENTUALI COMMENTI E ANNOTAZIONI AGGIUNTIVE.