

LE GROTTI DELLA MONTAGNOLA SENESE

Antonio Castagnini

Commissione Speleologica C.A.I. Siena "I Cavernicoli"

1. INTRODUZIONE

Questo lavoro ha l'obiettivo di fornire una descrizione generale della natura e delle caratteristiche morfologiche delle cavità carsiche presenti nella Montagnola Senese (SI). Le osservazioni riguarderanno le diverse litologie carbonatiche sulle quali si impostano le grotte esplorate, le loro caratteristiche morfologiche e la tipologia di concrezioni presenti all'interno. In particolare saranno descritte le cavità carsiche ubicate nei marmi gialli e localizzate in aree soggette in passato ad un'attività estrattiva. Tali grotte presentano infatti aspetti interessanti sia da un punto di vista estetico-naturalistico che scientifico.

2. CENNI GEOMORFOLOGICI SULLA MONTAGNOLA SENESE

La Montagnola senese è un'area a morfologia collinare costituita da una serie di modesti rilievi (le quote massime si aggirano sui 650m s.l.m.) allineati in direzione NNO-SSE. Ubicata a pochi chilometri ad Ovest di Siena, è limitata a Sud dalla gola che il torrente Rosia incide tra il paese omonimo e la località Montarrenti e, a Nord, da un'area sostanzialmente pianeggiante che prosegue in direzione di Colle Val d'Elsa.

La Montagnola Senese, essendo costituita in larga parte da rocce calcaree, è segnalata da un punto di vista geomorfologico principalmente per la presenza di forme carsiche sia epigee (superficiali) che ipogee (sotterranee).

Tra le prime ci sono le "doline", depressioni di forma circolare o quasi con dimensioni che possono raggiungere qualche centinaio di metri, la cui origine è legata alla corrosione ed al successivo crollo delle rocce calcaree sottostanti. Nella Montagnola Senese si trovano ovunque, ma in particolare nelle aree limitrofe al Monte Maggio, al paese di Santa Colomba ed alla Località Colle Ciupi. L'unione successiva di doline adiacenti può evolvere nel tempo in un "polje" ovvero una depressione carsica dal fondo sub-orizzontale e pianeggiante di forma generalmente allungata, di dimensioni variabili fino ad alcuni chilometri. Spesso il fondo dei polja è invaso dalle acque che possono formare laghi e/o paludi più o meno temporanei. Per quanto riguarda le forme carsiche ipogee, citiamo le grotte naturali. Queste sono per lo più caratterizzate da strette spaccature della roccia più o meno verticali che raggiungono, nella massima espressione, una profondità di 77 metri ("Buca dei Pozzoni" Loc. La Rassa_Posizione GPS: LAT:43.266006° Nord - LON: 11.170335° Est, descritta di seguito) dal piano di campagna e con scarso sviluppo planimetrico. Talvolta nelle forme carsiche sono stati ritrovati resti fossili risalenti anche al Cromeriano (circa 600.000 anni fa) (Fondi, 1972). Le cavità attualmente conosciute non presentano al loro interno circolazione idrica attiva, eccezion fatta per un debole stillicidio proveniente dal soffitto, soprattutto nei periodi soggetti a intensa precipitazioni meteoriche. Nelle volte delle camere più superficiali, è facile

riconoscere l'orizzonte regolitico (strato di transizione tra roccia madre e suolo) per la presenza di suolo e radici.

3. CENNI GEOLOGICI SULLA MONTAGNOLA SENESE

La Montagnola senese fa parte della “Dorsale Medio Toscana”, l'allineamento di rilievi ad estensione regionale che costituisce l'ossatura dell'Appennino settentrionale interno. Appartengono a tale dorsale anche le Alpi Apuane, i Monti Pisani, i Monti di Iano, la dorsale di Monticiano-Roccastrada, il Monte Leoni, i Monti dell'Uccellina, il Monte Argentario ed i Monti Romani. Nella complessa architettura di questo importante elemento morfologico-strutturale è documentata la storia geologica della Toscana a partire almeno dal Cambriano superiore (circa 500 milioni di anni fa).

L'Appennino settentrionale è una catena a falde, il cui attuale assetto strutturale è il risultato di articolate vicende geologiche che, secondo gli studi più recenti, si sono esplicate in due episodi deformativi principali a partire dall'Oligocene (e.g. Carmignani et al., 1995 e bibliografia ivi citata; Decandia et al., 1998).

Il primo fenomeno deformativo (D1) è associato alla convergenza e successiva collisione continentale tra il paleomargine europeo, rappresentato dal massiccio sardo-corso, e la microplacca Adria, avvenute durante la fase oligo-miocenica dell'orogenesi alpino-appenninica. Durante il processo collisionale si è verificato l'impilamento delle unità tettoniche che oggi costituiscono l'Appennino settentrionale (dal basso verso l'alto: Unità Metamorfiche Toscane l.s., Falda Toscana, Unità di Canetolo, Unità Liguri), attribuibili a differenti domini paleogeografici.

Il secondo episodio deformativo (D2) è correlato ad un'importante fase distensiva che ha coinvolto l'intero Appennino settentrionale interno a partire dal Miocene inferiore-medio. Tale distensione ha provocato l'esumazione di rocce originariamente sepolte rendendole oggi visibili in affioramento, la presente strutturazione a horst e graben e la significativa omissione di formazioni nella pila delle unità tettoniche in diverse località dell'Appennino settentrionale.

Le formazioni affioranti nella Montagnola Senese appartengono a queste Unità tettoniche sovrapposte (Giannini e Lazzarotto, 1970; Liotta, 2002 a,b). Queste vengono di seguito sinteticamente descritte dall'Unità più profonda a quella più superficiale.

1. Unità di Monticiano-Roccastrada (complesso metamorfico): sulla Montagnola Senese questa Unità è costituita da rocce silicoclastiche e carbonatiche di età variabile dal Triassico al Cretaceo affette da metamorfismo di basso grado (facies scisti verdi), quest'ultimo correlato alla fase D1 dell'orogenesi appenninica. Liotta (2002 a,b) ha recentemente posto in evidenza la presenza di due distinte Sottounità sovrapposte (Sottounità Esterna Monte Leoni-Montagnola Senese e la Sottounità Interna Montepescali-Monte Quoio), analogamente a quanto osservato nelle parti centro-meridionali della Dorsale Monticiano-Roccastrada e nel Monte Leoni da Costantini et al. (1988). Non sono mai stati effettuati studi geotermo-barometrici nell'area della Montagnola Senese; tuttavia uno studio eseguito nel settore meridionale della dorsale Monticiano-Roccastrada ha mostrato che la Sottounità Monte Leoni-Montagnola Senese ha subito un metamorfismo con pressioni di circa 9-10 kbar e temperature di circa 400 °C, mentre la Sottounità Montepescali-Monte Quoio ha subito pressioni di 6-8 kbar e temperature di circa 350 °C (Giorgetti et al., 1998). Dal punto di vista stratigrafico, gli Autori recenti hanno evidenziato la presenza di una discordanza

stratigrafica nel complesso metamorfico dal Liassico al Cretaceo. Le caratteristiche di tale discontinuità suggeriscono che la Montagnola Senese deve aver costituito, durante il Mesozoico, un rilievo strutturale caratterizzato da emersione o in parte da attività tettonica sin-sedimentaria.

2. Unità della Falda Toscana: tettonicamente sovrapposta alla precedente unità, è prevalentemente rappresentata, nella Montagnola Senese, dal Calcare Cavernoso (vedi oltre per una più compiuta descrizione di questa litologia).

3. Sedimenti neogenici: ricoprono il complesso metamorfico ed il Calcare Cavernoso, ed sono prevalentemente costituiti da sedimenti continentali ad elementi di Calcare Cavernoso prodottisi per rielaborazione in ambiente continentale nel Miocene superiore - Pliocene inferiore (Breccia di Grotti), sabbie e conglomerati marini del Pliocene e sedimenti continentali recenti.

Gli studi geologici recentemente eseguiti nell'area della Montagnola Senese hanno permesso di individuare sul campo alcune evidenze della deformazione polifasica che ha interessato l'Appennino settentrionale a partire dall'Oligocene superiore.

4. LITOLOGIE INTERESSATE DA CARISMO

Le litologie dell'area studiata sulle quali si sono impostati fenomeni carsici sono i marmi della Montagnola Senese (Marmi Massivi) e il Calcare Cavernoso.

4.1 Marmi

La Formazione dei Marmi della Montagnola Senese (Marmi Massivi) appartiene alla successione della sottounità di Monte Leoni-Montagnola Senese, la quale è ben sviluppata a completa fino al livello dei marmi e diventa dopo ampiamente lacunosa (Giannini & Lazzarotto, 1967, 1970; Liotta, 2002). I marmi della Montagnola Senese consistono in rocce carbonatiche, originariamente calcari marini formati in ambiente di piattaforma continentale nel Giurassico inferiore, trasformati in marmi in senso stretto per il metamorfismo di basso grado subito durante l'orogenesi appenninica sopra citata. La loro storia geologica non è disgiunta da quelle dei ben noti marmi delle Alpi Apuane, che sono infatti correlabili dal punto di vista della posizione stratigrafica, dell'età e della genesi con i marmi in oggetto.

Il metamorfismo ha provocato una generale ricristallizzazione degli originari calcari, con aumento delle dimensioni dei cristalli di calcite da cui sono composti e formazione di nuovi minerali (blastesi metamorfica) lungo superfici preferenziali. Esso è stato tuttavia di grado insufficiente a cancellare le caratteristiche pre-orogeniche e anche le tracce dell'intensa deformazione subita da queste rocce nelle fasi precoci della nascita della catena appenninica (vene di calcite, superfici stilolitiche). Tutti questi particolari strutturali sono tutt'oggi visibili in questi marmi dalla scala macroscopica a quella microscopica, sotto forma di variazioni cromatiche e venature di vario tipo. Anche gli eventi post-orogenetici, essenzialmente legati al carsismo recente che si è impostato lungo le fratture creati nella fase di tettonica fragile distensiva (D2), hanno contribuito largamente alla creazione delle eterogeneità cromatiche oggi visibili (Mugnaini, 2004).

Dal punto di vista merceologico ne deriva un'ampia gamma di varietà (Micheluccini et al., 1981), che talora si susseguono in maniera anche rapida nell'ambito di un medesimo affioramento o fronte di cava: si passa da marmi di colore prevalentemente grigio scuro (bardigli) alla base della Formazione Marmifera, a marmi di colore grigio e bianco nella parte intermedia, fino a marmi dominatamente gialli nelle porzioni sommitali della formazione ("Giallo di Siena"), tutti irregolarmente attraversati da venature e motivi di vario colore e forma.

La particolare colorazione è da attribuirsi alla diffusa e pervasiva presenza di goethite (α -FeOOH) sotto forma di minuti cristalli, di dimensioni comunque di gran lunga inferiori al micron, o ancor più fini colloidali di ossidi di ferro non cristallini, ubicati nell'interfaccia tra i cristalli di calcite. Tali elementi pigmentanti, la cui quantità è sempre di gran lunga inferiore all'1% in peso del materiale, possono essere stati già presenti nella roccia antecedentemente al metamorfismo, o anche essersi introdotti nella massa rocciosa attraverso le fratture posteriori all'evento metamorfico (Mugnaini, 2004). Si sono quindi intrecciati articolati fenomeni pre-, sin- e post-metamorfici che hanno reso questi marmi rari e pregiati come materiali lapidei ornamentali.

4.2 Calcare Cavernoso

Nel settore della Montagnola Senese qui esaminato, è l'unica litologia che rappresenta la Falda Toscana.

Il Calcare Cavernoso è un calcare dolomitico che proviene dall'evoluzione epidiagenetica della Formazione Anidritica di Burano (successione evaporitico-dolomitica di età Triassica). In particolare, è legato ad un massiccio processo di dedolomitizzazione della sua facies dolomitica (Gandin et al., 2000). Durante gli eventi orogenici appenninici, la Formazione Anidritica di Burano, costituita da banchi di anidriti parzialmente gessificate alternate a dolomie grigio scuro e a strati brecciati, è stata riesumata raggiungendo il livello della falda freatica (ambiente epidiagenetico).

Qui, l'intensa fratturazione dovuta all'elevato stress tettonico, ha favorito la circolazione d'acqua. Come conseguenza c'è stata la dissoluzione dei solfati (gessi e anidriti), della dolomite e la nuova precipitazione di carbonato di calcio. Successivamente, l'elevata porosità acquistata dalla roccia, ha favorito la circolazione di acqua in ambiente vadoso. Si sono così originati fenomeni carsici a larga scala e lo sviluppo del caratteristico aspetto vacuolare oggi osservabile.

In questo lavoro, consideriamo all'interno del termine "Calcare Cavernoso" anche la Breccia di Grotti (introdotta da Signorini, 1966), formata per rimaneggiamento neogenico del vero Calcare Cavernoso. Tale associazione di termini, assolutamente inesatta da un punto di vista geologico, è stata effettuata esclusivamente per rendere più semplice e scorrevole la comprensione del testo sottostante.

E' da accennare che le forme carsiche che interessano il Calcare Cavernoso e la Breccia di Grotti permettono alle acque meteoriche di infiltrarsi nel sottosuolo alimentando un'importante falda acquifera, che assicura l'approvvigionamento idrico a gran parte della città di Siena e dei paesi circostanti.

5. CARATTERISTICHE DELLE CAVITÀ CARSICHE

Una caratteristica peculiare della Montagnola Senese è quella di avere un sistema di grotte che si sviluppa su due diverse litologie carbonatiche; parliamo quindi di grotte originatesi sul Calcare Cavernoso e di quelle relative alla Formazione dei Marmi (in particolare nel settore superiore della formazione corrispondente ai marmi gialli).

Le grotte in questioni presentano differenze anche nella loro morfologia e nel tipo di concrezioni accresciutesi al loro interno.

Considerando studi attualmente in atto sono da ipotizzarsi anche differenze legate ai processi genetici che hanno portato la loro formazione (speleogenesi).

Le cavità ipogee che si sono sviluppate sul Calcare Cavernoso sono le più comuni e le più diffuse nella Montagnola Senese. La maggiore abbondanza di cavità sviluppate sul Calcare Cavernoso è da mettere in relazione alla diffusione areale più vasta di questa litologia rispetto al marmo giallo (Figura 1).

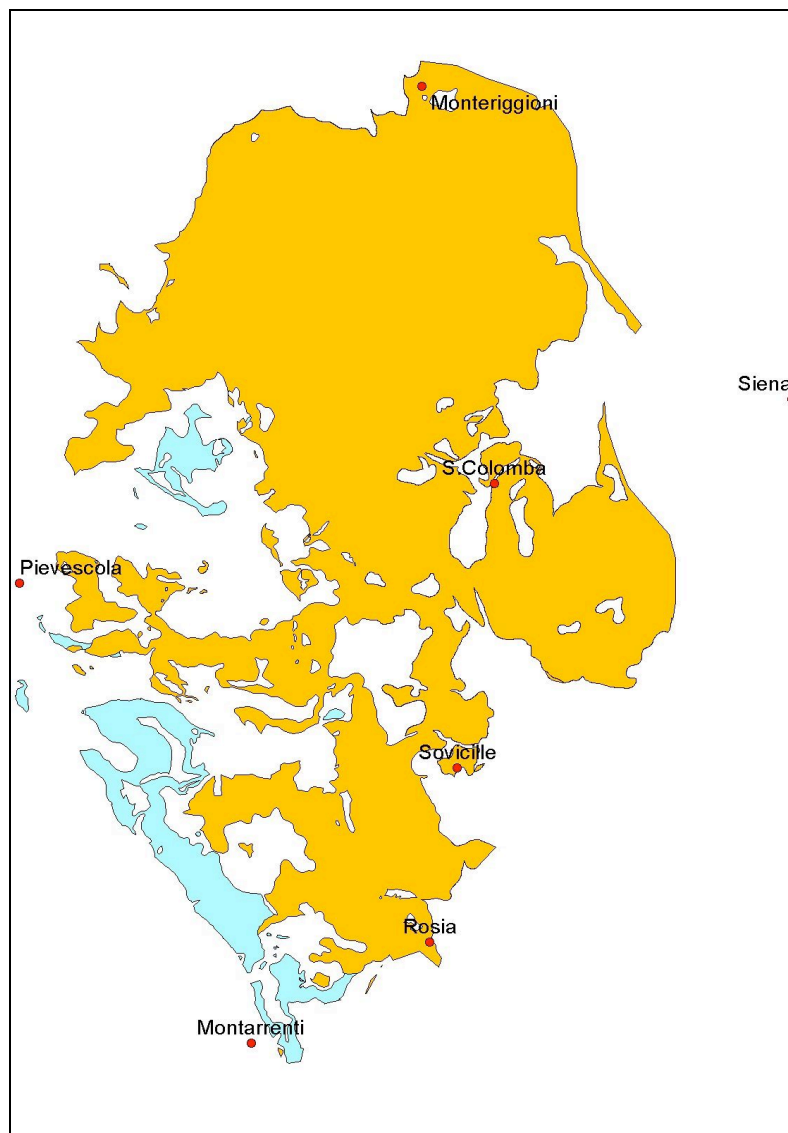


Fig. 1 – Schema geologico sintetico della Montagnola Senese relativo alle litologie carbonatiche interessate da fenomeni carsici. L'area celeste (versante sud-ovest) rappresenta le zone in cui affiora il Marmo; l'area gialla indica gli affioramenti del Calcare Cavernoso.

Morfologicamente, sono in genere caratterizzate da sviluppi verticali che si spingono fino ai 50m circa e generalmente sono costituite da spaccature (o sistemi di spaccature) ad alto angolo presenti nella roccia. Queste, di dimensioni variabili, presentano generalmente un'orientazione preferenziale con direzione NNO – SSE (range tra 120°-140° Nord) (Figura 2).

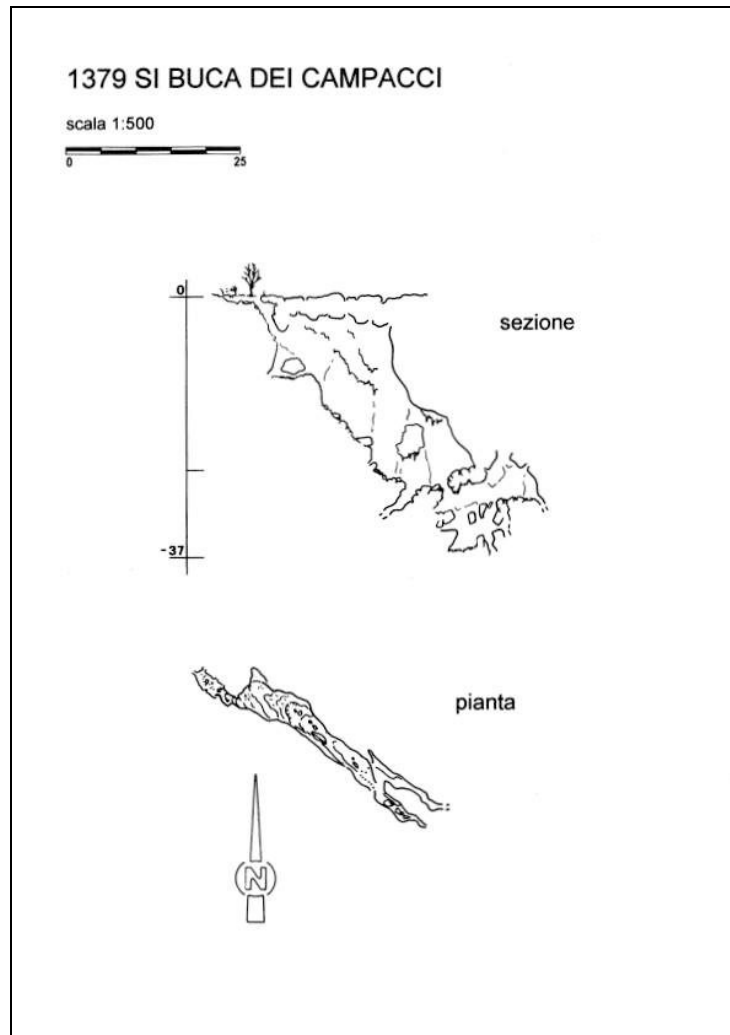


Fig. 2 – Buca dei Campacci, numero catastale T SI 1379. Il rilievo della grotta mostra uno sviluppo medio in pianta di circa 130° Nord.
(La scala riportata nel foglio catastale non è mantenuta in figura)

Talvolta è possibile riconoscere invece grotte morfologicamente molto diverse. Dallo sviluppo in pianta del loro rilievo non sono riconoscibili quei tratti tipici delle fratture sopra citate ma presentano invece ampie camere con volumi anche di 20.000 m³ in posizioni più prossime alla superficie (Figura 3). Data la presenza di detriti sul pavimenti di queste sale è intuibile una loro origine dovuta al crollo della volta sovrastante. Il loro ingresso è generalmente costituito da pozzi verticali collocati talvolta all'interno di doline

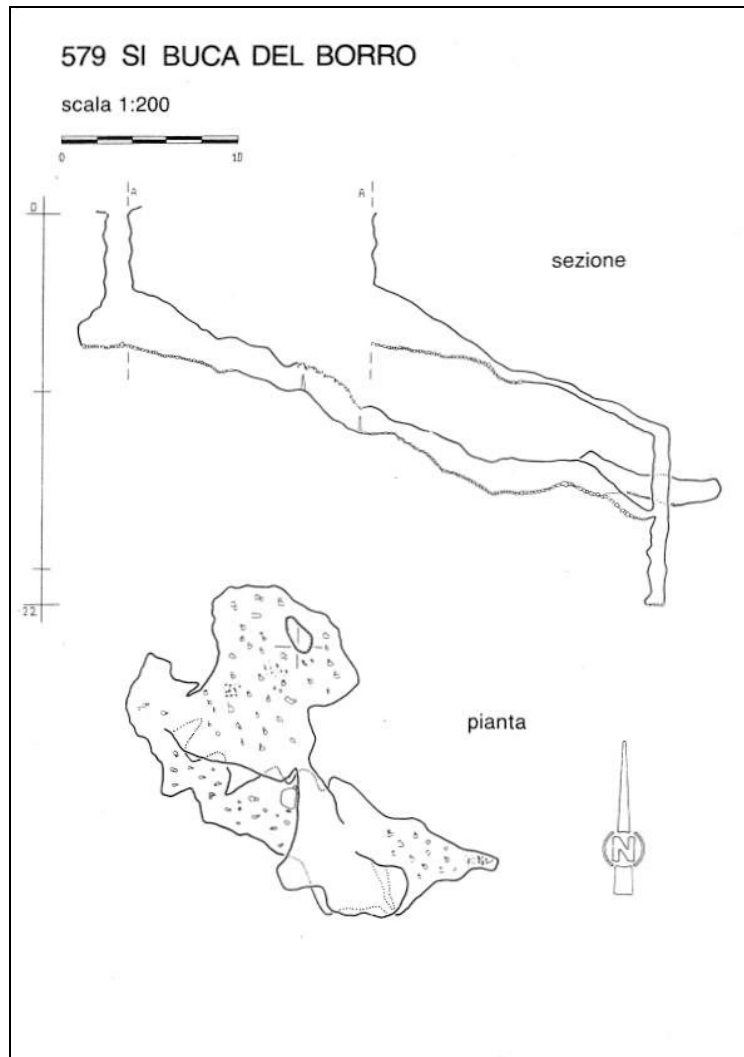


Fig. 3 – Buca del Borro del Castagneto, numero catastale T SI 579.
(La scala riportata nel foglio catastale non è mantenuta in figura)

All' interno delle grotte relative al Calcare Cavernoso sono presenti diverse tipologie di concrezioni: stalattiti, stalagmiti, colonne, crostoni, colate, vaschette e vele. Difficilmente sono riconoscibili concrezioni con aspetto fine e traslucido ma risultano invece massicce e costituite da carbonato di calcio opaco e prevalentemente bianco. Sono presenti frequentemente depositi terrigeni (Martini, 2007) e accumuli di “cenerone”. Con questo termine (Gandin et al., 2000) si intende una sabbia a granulometria medio fine di colore grigio cenere chiaro presente all'interno delle grotte in grossi banchi solcati da canyon (in scale che variano dal centimetro al metro) oppure cementata e costituente le pareti di determinate grotte (Figura 4).

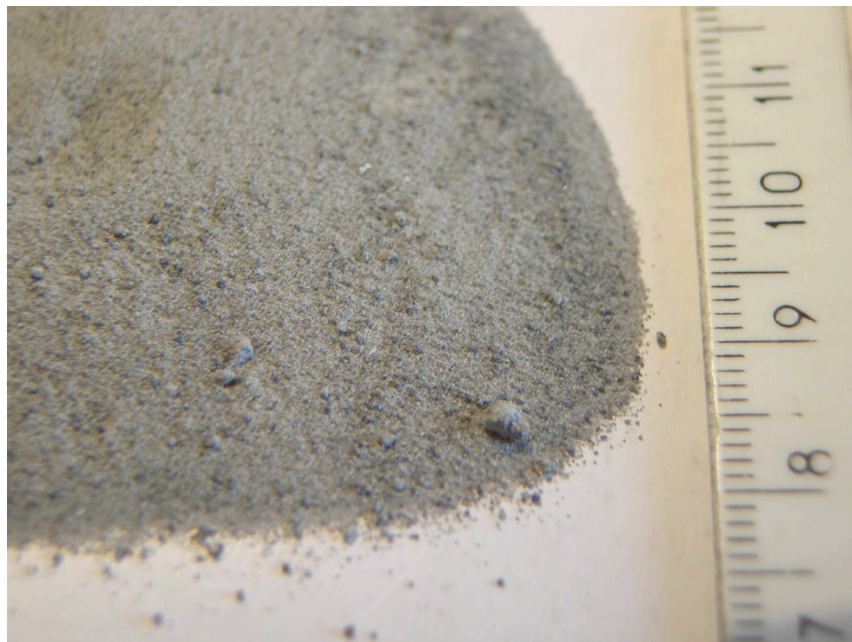


Fig. 4 – *Pipistrello* appeso in una parete di “cenerone” cementato nella Grotta di Mugnano (o del Leccone) T SI 258 (figura in alto). Nella figura in basso si osserva il “cenerone” come sedimento incoerente.

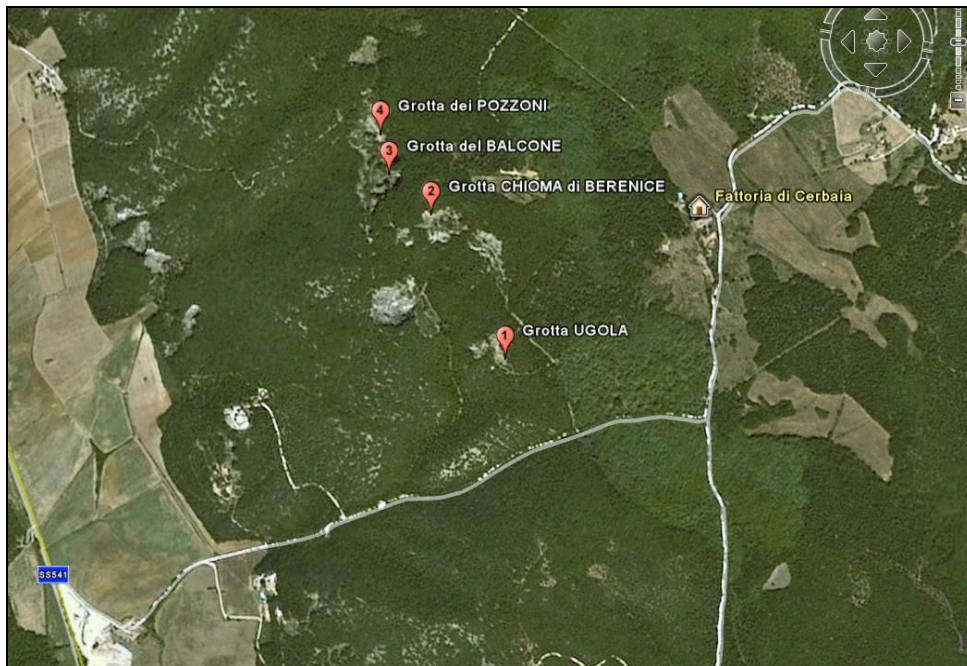


Fig. 5 – Cavità carsiche ipogee che si sono impostate sulla Formazione dei Marmi e che si aprono su fronti di cave presenti nel versante Ovest della Montagnola Senese (Località Pod. La Rassa).

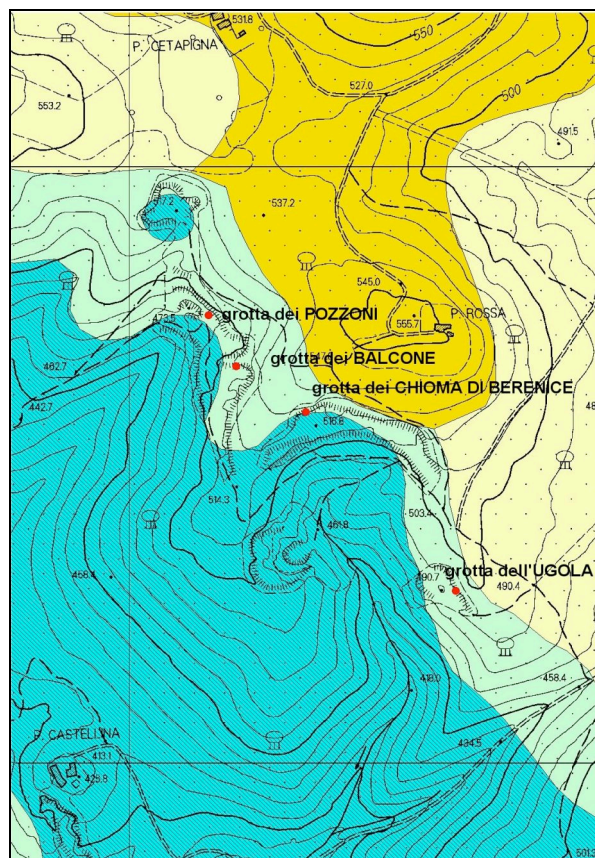


Fig. 6 – Carta geologica del versante Ovest della Montagnola Senese (Località Pod. La Rassa). Nella Formazione dei Marmi, sono ubicate quattro cavità carsiche ipogee che si aprono su fronti di cave.

Le cavità carsiche ipogee che si sono impostate sulla Formazione dei Marmi, si aprono su fronti di cave presenti nel versante Ovest della Montagnola Senese (Località Pod. La Rassa) (Figura 5 e 6). La loro esistenza ed accessibilità è quindi legata all'attività estrattiva del marmo giallo. Queste, rispetto a quelle precedentemente descritte, sono da considerarsi da un punto di vista naturalistico più "preziose" e maggiormente a rischio come preservazione.

Ciò che le rende naturalisticamente più interessanti rispetto a quelle relative al Calcare Cavernoso, è la presenza di *concrezioni eccentriche* (Figura 7 e 8).

Sono da considerarsi come le concrezioni più originali: si formano per complessi fenomeni legati alla pressione idrostatica e alla capillarità (anche se non c'è ancora una spiegazione accettata da tutti). Sono concrezioni che si originano indifferentemente sulla volta della cavità, sulle pareti, sul suolo o anche su una concrezione preesistente. La loro caratteristica è quella di svilupparsi in ogni direzione nell'aria senza essere apparentemente influenzate dalla gravità: un comportamento dovuto ad una crescita strutturale che segue la direzione degli assi dei cristalli (orientazione cristallografica). Uno dei fattori principali della loro formazione è la portata dell'acqua di alimentazione: il flusso, che deve essere lentissimo, avviene attraverso porosità (e non per gocciolamento), diffondendosi poi per capillarità sulla superficie della concrezione. La distribuzione non uniforme della calcite o la presenza di impurità sulla punta fanno sì che l'eccentrica possa prendere via via direzioni diverse, anche attorcigliandosi (Forti P., 2000).

Come riportato in seguito, le concrezioni presenti nelle grotte del marmo giallo, presentano un aspetto più fine, con cristalli di carbonato di calcio ben sviluppato, talvolta traslucidi con una variazione cromatica sui toni del giallo ocra, paragonabile a quella della roccia madre. Queste loro caratteristiche, le rendono estremamente delicate e quindi facilmente soggette a frantumazione (Figura 9).

Studi in atto sono legati al riconoscimento e ad una descrizione dettagliata di morfologie freatiche (elementi che si sono formati in un momento in cui la grotta era satura d'acqua e quindi sotto il livello di falda) come pozzi, meandri, scallop, etc. ; nonchè distinguere tubi freatici da condotti paragenetici caratterizzati da canali di volta.

Le *scallops* (impronte di flusso) sono impronte a cucchiaio allungate nel senso della corrente, frequenti sulla superficie di roccia compatta in condotte a pieno carico o sulle pareti di forre o meandri sotterranei. L'asimmetria del profilo visto nella direzione della corrente indica il verso del flusso, mentre la lunghezza media è funzione della velocità di flusso. Queste permettono di distinguere i condotti, parte di importanti sistemi di drenaggio, da gallerie che si originano non implicati in correnti idriche.

L'approfondimento di tali argomenti riveste una notevole importanza paleoambientale, e può essere indirizzata verso lo studio delle variazioni climatiche.

Le grotte originatesi sul marmo giallo attualmente scoperte e catastate, sono quattro e di seguito descritte (Figura 5 e 6).



Fig. 7 e 8 – Concrezioni eccentriche nella Grotta dell'Ugola (numero catastale T SI 1581).



Fig. 9 – *Concrezione eccentrica frantumata.*

- Grotta dell'Ugola: numero catastale T SI 1581

Posizione GPS : LAT:43.262809° Nord - LON:11.174596° Est

La grotta dell'Ugola deve il suo nome (assegnato dalla Commissione Speleologica CAI Siena durante le prime esplorazioni) alla particolare morfologia caratterizzata da cunicoli rotondeggianti e molto stretti che richiamano appunto la fisionomia della gola umana.

Si estende interamente nel marmo giallo di Siena ed il suo ingresso si apre direttamente sul fronte di una vecchia cava (cava di Moscona) attraverso un'apertura circolare di diametro circa 1m posta sul fronte di cava. Dal rilievo in Fig. 10 è possibile osservare come questa, sia costituita prevalentemente da cinque livelli pseudorizzontali collegati da pozzi. Presenta una profondità di ~18m, uno sviluppo spaziale di ~95m, uno sviluppo planimetrico di ~66m ed uno sviluppo longitudinale di ~23m.

Dall'osservazione del rilievo della cavità si può facilmente osservare che questa non è impostata su una frattura ben identificabile, o su un sistema di fratture. Non sono inoltre presenti ampie camere associate ad eventi di crollo. Questo porta a supporre un'origine diversa per questa grotta rispetto alle altre della Montagnola Senese, probabilmente legata ad ambiente freatico, testimoniata anche dalla presenza di morfologie come tubi freatici, pozzi, meandri e scallops. Alcuni indizi potrebbero, altresì, far supporre che l'origine della cavità sia da relazionare ad un sistema idrotermale (morfologie con i soffitti a "bolla" paragonabili a quelle delle grotte di

Roselle (GR), depositi pulvurenti che potrebbero essere costituiti da gessi, attualmente in fase di studio).

In questo caso è fondamentale giustificare l'origine di tale fenomeno che usualmente è associato o ad un gradiente geotermico anormale oppure a processi chimici esotermici che comportano trasformazioni mineralogiche in rocce profonde (come la trasformazione di anidrite in gesso in rocce evaporitiche situate in profondità come la Formazione delle Anidriti di Burano).

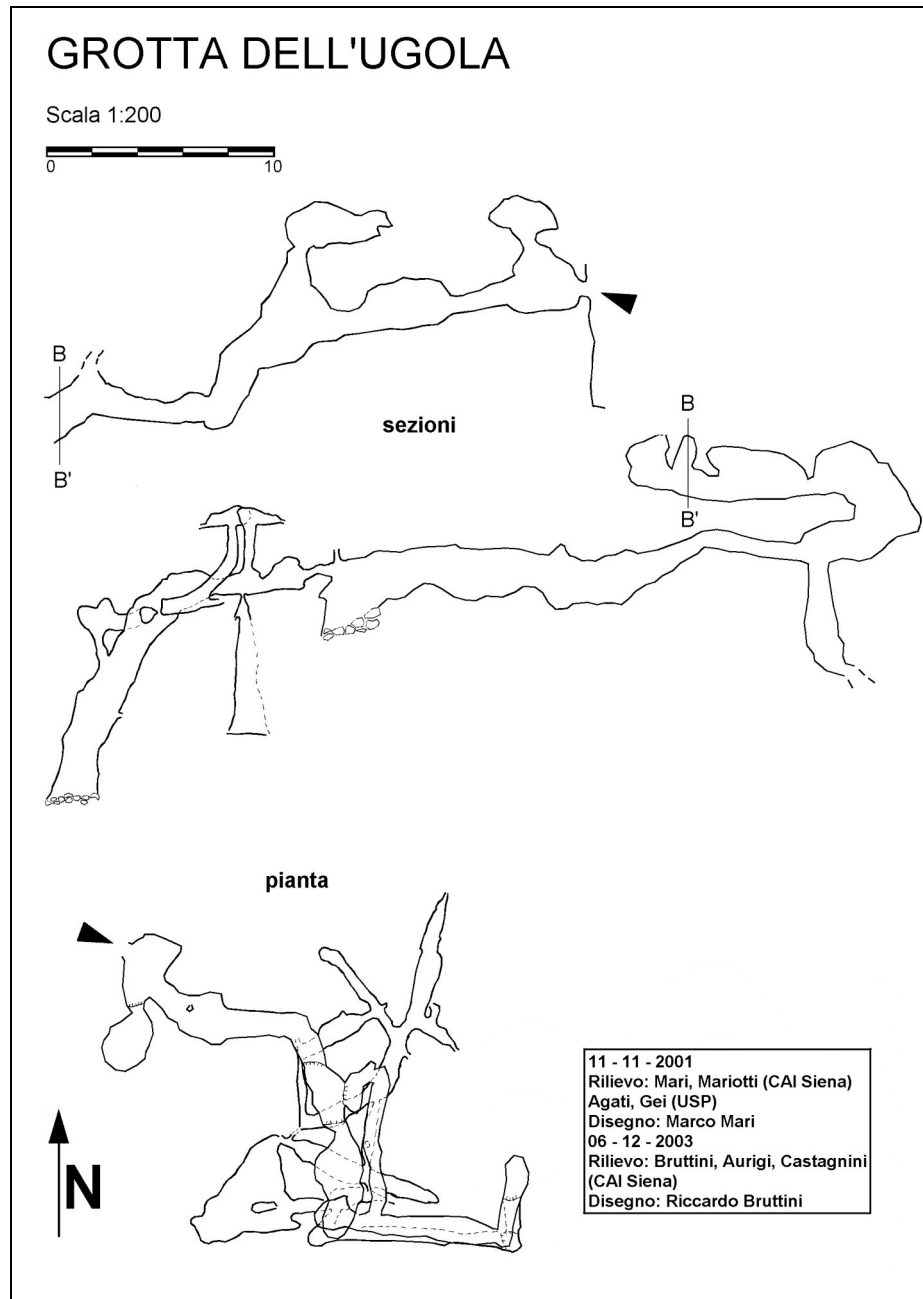


Fig. 10 – Rilievo della Grotta dell'Ugola.
(La scala riportata nel foglio catastale non è mantenuta in figura)

Entrambe le ipotesi speleogenetiche, la rendono comunque unica tra le grotte della provincia di Siena.

Al suo interno sono presenti concrezioni eccentriche, una grande varietà di stalattiti, stalagmiti, vele, colonne e cannuce (Fig. 11).





Fig. 11 – Concrezioni eccentriche, stalattiti, stalagmiti, vele, colonne e cannuce all'interno della grotta dell'Ugola. La figura in alto mostra un pipistrello appeso al soffitto circondato da concrezioni.

- Chioma di Berenice: Numero catasto T SI 1742

Posizione GPS: LAT: 43.265318° Nord - LON: 11.171807° Est

La grotta Chioma di Berenice deve il suo nome (assegnato dai primi esploratori dell'Unione Speleologica Pratese) all'incredibile bellezza delle concrezioni racchiuse al suo interno. Come osservato per la grotta dell'Ugola, la "Chioma di Berenice" non è impostata su un'evidente frattura (caratteristica che accomuna la maggior parte delle grotte ubicate nel Calcare Cavernoso) e non sono presenti ampie camere associate ad eventi di crollo. È costituita prevalentemente da due ampi pozzi verticali che portano ad uno sviluppo verticale di ~38m (Figura 12).

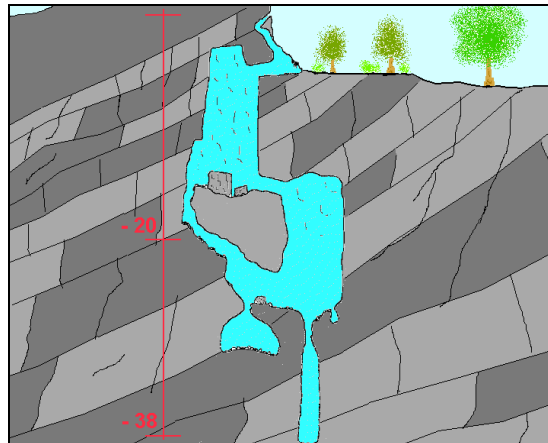


Fig. 12 – Sviluppo verticale della Grotta chioma di Berenice. Sono da notare i due pozzi che portano ad una profondità di 38 m.



Fig. 13 – Entrata della Grotta Chioma di Berenice posizionata sul fronte di cava.

La particolarità che rende unica questa cavità carsica da un punto di vista naturalistico, sono le concrezioni che ricoprono interamente la parte più profonda (tra i -20 m e -38 m dal piano di cava). Oltre a rare e piccole stalattiti e crostoni in prossimità dell'entrata, sono presenti esclusivamente concrezioni coralloidi con una forma "a cavolfiore" (Figura 14). Sono forme globulari, ramificate con dimensioni variabili da qualche millimetro a qualche decina di centimetri. Di solito (Forti P., 2000) le loro dimensioni dipendono dall'ambiente di formazione: quelli che si sviluppano in ambiente subaereo sono molto più piccoli di quelli che invece si sviluppano sott'acqua.



Fig. 14 – Concrezioni coralloidi con una forma "a cavolfiore" presenti all'interno della Grotta Chioma di Berenice.

È facile osservare come il nucleo di questi “coralli” sia costituito da una massa microcristallina del tutto opaca mentre all’apice delle ramificazioni, cristalli di calcite ben sviluppati (dimensioni che raggiungono il cm) mostrano un aspetto traslucido e più vitreo (Figura 15).



Fig. 15 – Sezione trasversale di una concrezione a “cavolfiore”. È possibile osservare come il nucleo presenta un colore più chiaro rispetto alle zone esterne.

È opportuno descrivere una peculiarità per quanto riguarda il colore. Come precedentemente detto, il nucleo microcristallino presenta un colore biancastro mentre in direzione della parte apicale il colore si fa sempre più scuro. In presenza di un chimismo omogeneo all’interno di una concrezione di carbonato di calcio, dovremmo osservare un comportamento inverso per quanto riguarda il cromatismo. Infatti la massa microcristallina, che impedisce il passaggio della luce, dovrebbe presentarsi con un colore più scuro.

È quindi ipotizzabile una variazione chimica all’interno di queste concrezioni. Visto la variazione cromatica della roccia madre (ricordiamo che siamo sui Marmi gialli di Siena) è opportuno attribuire questa particolare colorazione alla diffusa e pervasiva presenza di un colorante (come la goethite (α -FeOOH) per il marmo) sotto forma di minuti cristalli, di dimensioni comunque di gran lunga inferiori al micron, ubicati nell’interfaccia tra i cristalli di calcite o intrappolati in essi come impurità. L’apporto di questi “inquinanti” (particelle che alterano il colore bianco della calcite) può essere collegato ad un apporto esterno, oppure alla dissoluzione della roccia circostante (quindi mobilitazione e ricristallizzazione degli ossidi di ferro che tingono il marmo giallo di Siena). Quest’ultima ipotesi vincolerebbe la natura e la bellezza naturalistica

di queste particolari concrezioni direttamente alle caratteristiche chimico-fisiche e mineralogiche della roccia in questione.

Studi attualmente in atto mirano a chiarire l'aspetto cromatico sopra descritto ed il loro ambiente di accrescimento. Una natura subacquea, classificherebbe la grotta di Berenice come cavità carsica di origine freatica, chiarendo quindi la speleogenesi delle grotte limitrofe (grotta dell'Ugola).

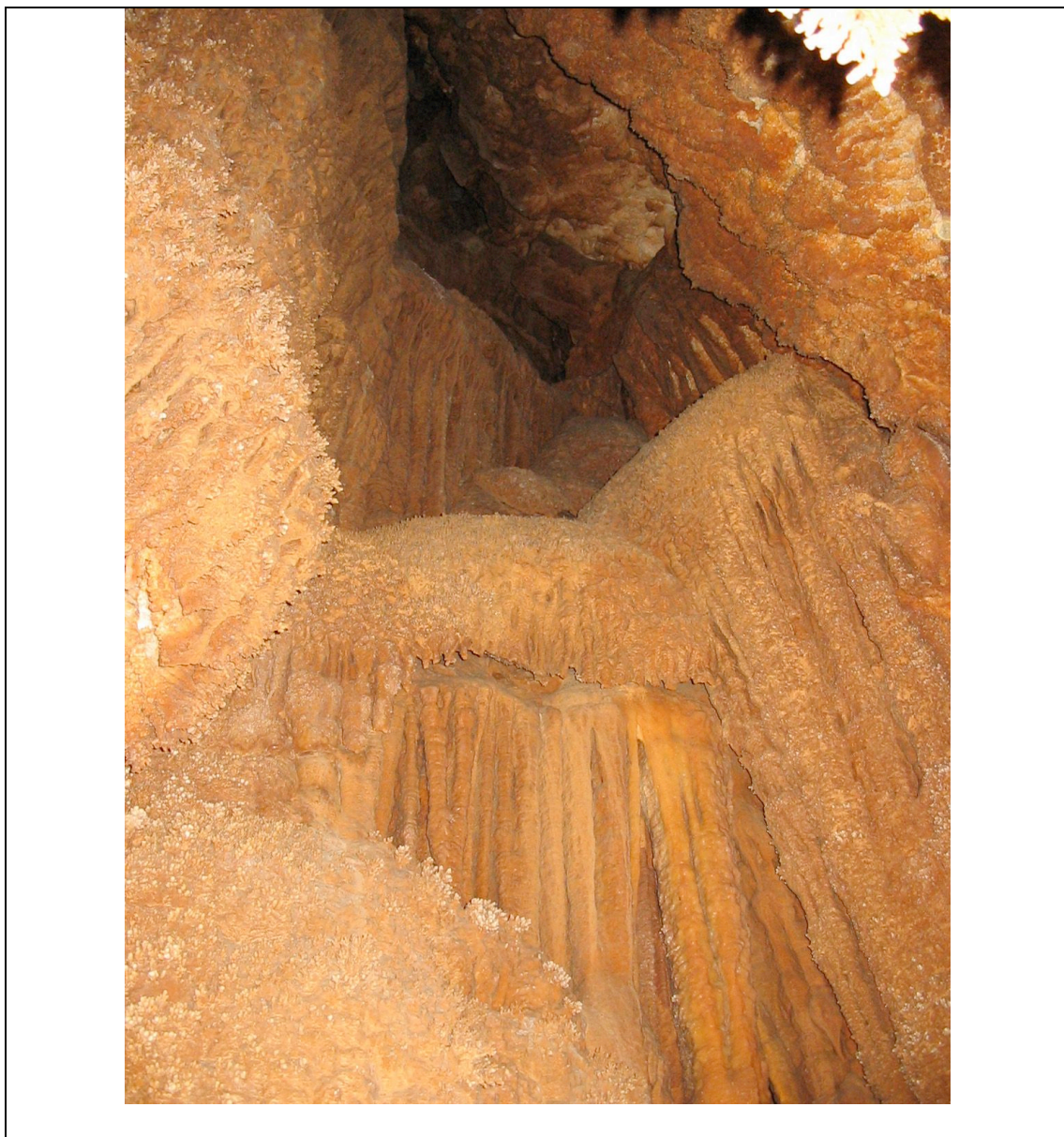


Fig. 16 – Il secondo pozzo all'interno della grotta è rivestito da concrezioni a “cavolfiore”.



Fig. 17 – Concrezioni all'interno della Grotta chioma di Berenice.

GROTTA CHIOMA DI BERENICE

Scala 1:200



0

0

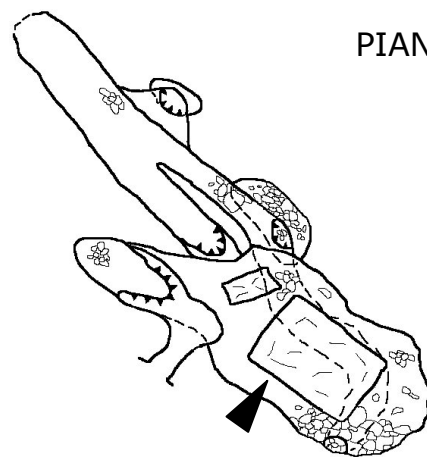
-20

-38

SEZIONE



PIANTA



6 Nov 2004
 Rilievo: Aurigi Giacomo, Castagni Antonio, Mari
 Marco (Com. Spe. "I Cavernicoli" CAI Siena)
 Disegno: Aurigi Giacomo

Fig. 18 – Rilievo della Grotta Chioma di Berenice. (La scala riportata nel foglio catastale non è mantenuta in figura)

- Grotta del Balcone: -T SI 1706

Posizione GPS: LAT: 43.266885° Nord – LON:11.169813° Est

Si tratta di una profonda frattura piuttosto stretta (direzione ~110° Nord) che racchiude al suo interno un pozzo unico di 30 metri. Nel punto più profondo della grotta sono evidenti alcune rocce ben levigate probabilmente da un antico scorrimento d'acqua. Presenta una profondità di ~53m, uno sviluppo spaziale di ~72m, uno sviluppo planimetrico di ~27m ed uno sviluppo longitudinale di ~16m (Figura 19).

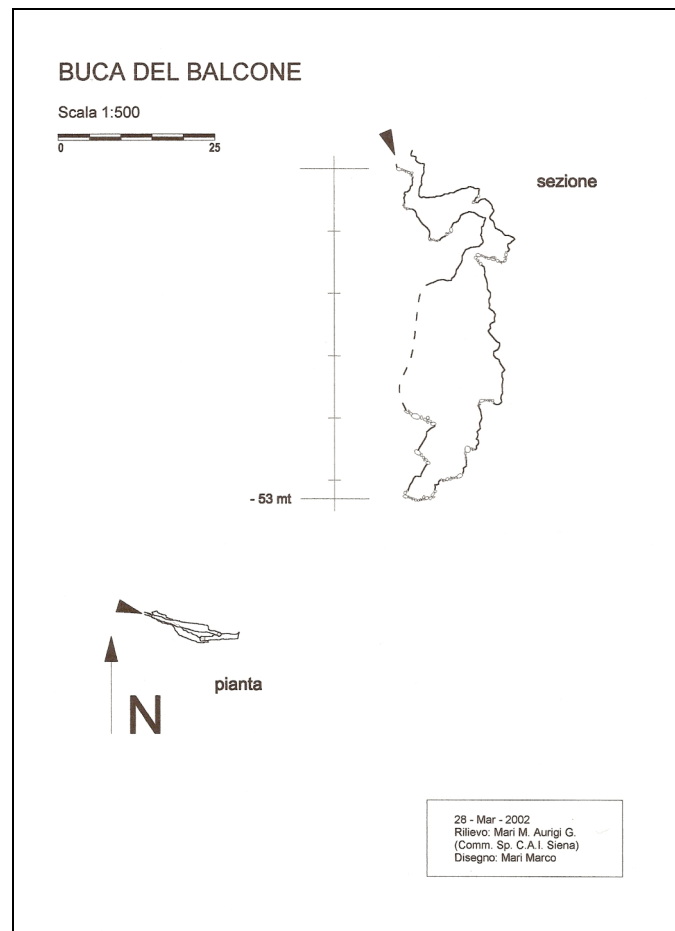


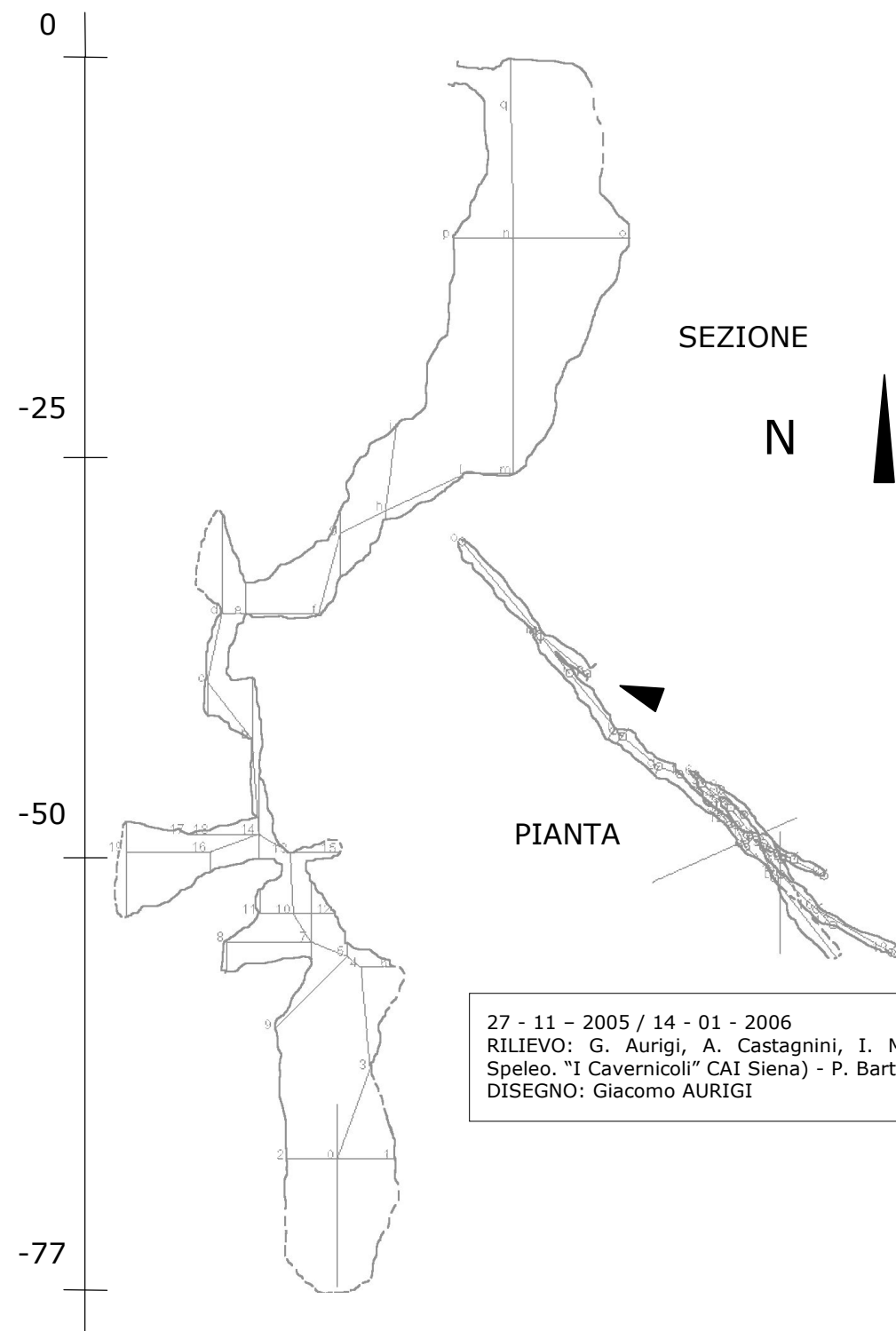
Fig. 19 – Rilievo della Grotta Buca del Balcone. (La scala riportata nel foglio catastale non è mantenuta in figura)

- Grotta dei Pozzoni:

Posizione GPS: LAT: 43.266006° Nord - LON: 11.170335° Est

Non lontana dalla Buca del Balcone si apre la Buca dei Pozzoni. Si tratta di un profondo sistema di fratture con direzione di ~110° Nord caratterizzata da stretti e profondi pozzi in cui è stato raggiunto il record di profondità mai raggiunto in una grotta della Montagnola Senese (circa 77 m dal piano di campagna) (Figura 20).

BUCA DEI POZZONI Scala 1:400



27 - 11 - 2005 / 14 - 01 - 2006
 RILIEVO: G. Aurigi, A. Castagnini, I. Martini (Com. Speleo. "I Cavernicoli" CAI Siena) - P. Bartolini (SNSM)
 DISEGNO: Giacomo AURIGI

Fig. 20 – Rilievo della Grotta dei Pozzoni. (La scala riportata nel foglio catastale non è mantenuta in figura)

7. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. “*La Montagnola Senese – Una guida naturalistica*” a cura di Giuseppe Manganelli e Leonardo Favilli. Ed. WWF ITALIA Sezione Regionale Toscana, Firenze 2001.
- BOSSIO A., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (2000-2001). *Geologia dell'area compresa tra Siena e Poggobonsi (“Bacino del Casino”)*. Atti della Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A, Vol. CVII, pp. 69-85.
- CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., DISPERATI L., FANTOZZI P.L., KLIGFIELD R., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MECCHERI M. (2001). *Inner Northern Apennines*. In G.B. Vai & I.P. Martini (eds.), “Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean basins”, Kluwer Acad. Publ., pp. 197-214.
- CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., DISPERATI L., FANTOZZI P.L., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., OGGIANO G. (1995). *Relationships between the Sardinia-Corsica-Provençal Domain and the Northern Apennines*. Terranova, 7(2), 128-137.
- COSTANTINI A., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A., SANDRELLI F. (1988). *L'unità di Monticiano-Roccastrada fra la Montagnola Senese e il Monte Leoni (Toscana Meridionale)*. Atti Tic. Sc. Terra, 31, pp. 382-420.
- DECANDIA, F.A., LAZZAROTTO, A., LIOTTA, D., CERNOBORI, L., NICOLICH, R. (1998). *The Crop 03 traverse: insights on post-collisional evolution of Northern Apennines*. Mem. Soc. Geol. It. 52, 427-439.
- FONDI R. (1972). *Fauna cromeriana della Montagnola Senese*. Paleontographia italica, 73, pp. 1-27.
- FORTI P. *I depositi chimici delle grotte*. Quaderni didattici SSI Vol. 7. Erga Edizioni 2000.
- GANDIN A., GIAMELLO M., GUASPARRI G., MUGNAINI S., SABATINI G. (2000). *The calcare cavernoso of the Montagnola Senese (Siena, Italy): mineralogical-petrographic and petrogenetic features*. Miner. Petrogr. Acta Vol. XLIII, pp. 271-289.
- GIANNINI E., LAZZARETTO A. (1967). *Sulla giacitura, origine ed età della coltre di “Cavernoso” alla Montagnola Senese*. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie A, 74, pp. 63-77.
- GIANNINI E., LAZZARETTO A. (1970). *Studio geologico della Montagnola Senese*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 451-495.
- GIANNINI E., LAZZARETTO A., AND SIGNORINI R. (1971). *Lineamenti di stratigrafie e tettonica in: “La Toscana Meridionale”*. Rend. S.I.M.P., 27, 33-168.
- LIOTTA D. (2002). *D₂ asymmetric folds and their vergence meaning in the Montagnola Senese metamorphic rocks (inner Northern Apennines, central Italy)*. Jour. Str. Geol., 24, pp. 1479-1490.
- MARTINI I. (2007). *Analisi di facies nei depositi terrigeni di grotta: nuove possibilità di studio geo-speleologici*. TALP: Rivista della Federazione Speleologica Toscana, Vol. 35, pp. 22-27.
- MICHELUCCINI M., MORETTI A., PANTI F., CARTEI B. (1981). *I marmi della Montagnola Senese*. Amministrazione Provinciale di Siena.
- MUGNAINI S. (2004). *I marmi della Montagnola Senese (Siena, Italia). Studio mineralogico-petrografico e geochimico, caratterizzazione delle sostanze pigmentanti e analisi delle modalità di degrado*. Tesi di Dottorato in

Scienza per la Conservazione dei Beni Culturali, XV Ciclo, Università degli Studi di Firenze.

- PASCUCCI V. (2004). *Karst and paleoenvironment of the Siena area (Central Italy)*. Field Trip Guide Book D02, pp16. In: Guerrieri L., Rischia I., & Serva L. (Series Eds). Field Trip Guide Book, 32nd International Geological Conference, Florence 20-28 August 2004, Memorie escrittive della carta geologica d'Italia, Vol. LXIII(3), from D01 to P13. APAT, Roma.
- PICCINI L. *Geomorfologia e speleogenesi carsica*. Quaderni didattici SSI Vol.1. Erga Edizioni 1999.
- SIGNORINI R. (1966). *I terreni neogenici del Foglio "Siena"*. Boll. Soc. Geol. It., 85 (3-4), 639-654.
- VIGNA B., CALANDRI G. *Gli acquiferi carsici*. Quaderni didattici SSI Vol.12. Erga Edizioni 2001.

Marzo 2008